Valuation Engineer Journal

للاستنساخ. قابلًا منضبطًا، مقيسًا، هندسيًا: تخصّصًا بوصفه التقييم

2026 صيف · 1 العدد · 1 المجلد

العدد هذا في

العقارات تقييم في العقيدة--الممارسة فجوة

والبروتوكول الإطار :(RCA) البواقي قيد منهج

earthUI · glmnetUI · mgcvUI

الأساسية المفاهيم (F0--F6) · الخصائص فضاء · المتجانسة غير السلعة

· الضمني السعر · الهيدونية الأسعار دالة

الكامن المتغير · الهيدوني الانحدار

حديثة قضائية أحكام اللاتينية أمريكا · الأوروبي الاتحاد · المتحدة الولايات

ISSN 3143-5033 · عن تصدر Pacific Vista Net · مفتوح وصول (CC BY 4.0)

Valuation Engineer Journal

المجلد 1 · العدد 1
صيف 2026
ISSN 3143-5033

رئيس التحرير William Bert Craytor, SRA

المحتويات

الرسالة **2**

التحرير **3**
أهلًا بكم في العدد الافتتاحي 4

رسائل إلى المحرّر **6**
دعوةٌ إلى المراسلة 7

المقالات **8**
فجوة العقيدة--الممارسة في تقييم العقارات 9
منهج قيد البواقي :(RCA) الإطار والبروتوكول 38
:earthUI واجهة تفاعلية لحزمة earth (MARS) 84
:glmnetUI واجهة رسومية لحزمة glmnet (لاسو والشبكة المرنة) 121
:mgcvUI واجهة تفاعلية لحزمة mgcv (النماذج الجمعية المعمّمة) 151

المفاهيم الأساسية **185**
تقديم (F0) 186
السلعة غير المتجانسة (F1) 189
فضاء الخصائص (F2) 191
دالة الأسعار الهيدونية (F3) 194
السعر الضمني (F4) 196
الانحدار الهيدوني (F5) 199
المتغير الكامن (F6) 202

أحكام قضائية حديثة **204**
أحكام قضائية حديثة -- الولايات المتحدة (R1) 205
أحكام قضائية حديثة -- الاتحاد الأوروبي (R2) 208
أحكام قضائية حديثة -- أمريكا اللاتينية (R3) 212

الرسالة

تنشر *Valuation Engineer Journal* بحوثًا ودراسات حالة صارمة وموجَّهة نحو الممارسة في هندسة القيمة: مناهجَ ونماذجَ وقياساتٍ تربط القرارات الفنية بالنتائج الاقتصادية. ونولي عنايةً خاصة لقابلية الاستنساخ، والإفصاح عن الافتراضات، ووضوح العرض.

التحرير

الباب: التحرير

أهلًا بكم في العدد الافتتاحي

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

William Bert Craytor, SRA --- رئيس التحرير

Vol. 1, Issue 1 · Summer 2026
نُشر في 1 يوليو 2026
DOI: 10.67330/0tymfa32
2026 William Bert Craytor. Published by Pacific Vista Net. ©
يُنشر هذا المقال وفق شروط رخصة المشاع الإبداعي: النسب إلى المُصنَّف 0.4.

الملخص. رسالة هيئة التحرير للمجلد 1، العدد 1: لماذا توجد هذه المجلة، وما الذي تُسهم به المقالات الخمس والأبواب الثلاثة، ودعوةٌ إلى المشاركة.

الكلمات المفتاحية: افتتاحية، هندسة التقييم، العدد الافتتاحي

أهلًا بكم في العدد الافتتاحي من *The Valuation Engineer Journal*.

توجد هذه المجلة بسبب فجوة. فقد وصفت عقيدةُ التقييم منذ زمنٍ بعيد التقييمَ بأنه القياس المنضبط لسلوك السوق، ومع ذلك ما تزال الممارسة اليومية تقوم في معظمها على انتقاءٍ يدويٍّ للمقارنات وتعديلاتٍ مقدَّرة بالحكم وحده. وفي غضون ذلك، ظلّت الأدوات الإحصائية القادرة على قياس ما تدفعه الأسواق فعلًا مقابل خصائص العقار --- الانحدار الهيدوني، ونماذج الشرائح الحديثة، والتعلّم الآلي المتحقَّق منه تقاطعيًا --- تنضج عقودًا من غير أن تجد إلا قبولًا ضئيلًا في التقييم العملي. و**مهندس التقييم** هو اسمنا للممارس الذي يسدّ تلك الفجوة: كفاءةُ تقييمٍ مرخَّصة مقترنةٌ بهندسة البيانات والإحصاء والبروتوكول القابل للاستنساخ.

وتضع مقالات هذا العدد الخمس الأساسَ العملي. فالمقال الافتتاحي يفحص فجوة العقيدة--الممارسة نفسها، ويحاجّ بأن معايير المهنة ذاتها تقتضي من القياس أكثر ممّا تقدّمه مناهجها اليومية. وثانيًا --- وهو محور كل ما تقصده هذه المجلة --- يُعرَض **منهج قيد البواقي** كاملًا: بروتوكولٌ يدع قناة الانحدار تقيس ما يمكن قياسه، ويضبط ما لا يمكن قياسه في تفكيكٍ صريح للباقي، ويقيّد المجموع بحيث يستطيع الحكمُ أن يصقل القيمة ولا يستطيع أن يخترعها قط. ثم تتبع ثلاثةُ مقالاتٍ برمجية توثّق earthUI وواجهاتِه الشقيقة للانحدار المُجازى وللنماذج الجمعية المعمّمة --- وهي الأدوات المفتوحة التي تبني عليها هذه المجلة --- وقد دُمجت قُبيل النشر في تطبيقٍ واحد، على نحو ما تصفه ملاحظات الناشر في كل مقال.

وتصحب المقالاتِ ثلاثةُ أبواب. فيفتتح باب **المفاهيم الأساسية** بسبعة مداخلَ قصيرة (F0–F6) تتتبّع السلسلة المفهومية من السلع غير المتجانسة، مرورًا بفضاء الخصائص، ودالة الأسعار الهيدونية، والأسعار الضمنية، والانحدار الهيدوني، وانتهاءً بالمتغيرات الكامنة التي تسكن البواقي. ويستشهد كل مدخلٍ بنسبه العلمي، ويحمل معرّف DOI خاصًّا به، وينتهي بصياغةٍ شكلية مقروءة آليًا بلغة Prolog --- وهي بداية قاعدة معرفةٍ ننوي أن نُنميها، عددًا بعد عدد، لتصير مفرداتٍ مشتركة دقيقة لهذا الحقل. أما باب **أحكام قضائية حديثة** فيستعرض أحكامًا من الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي وأمريكا اللاتينية تمسّ ممارسة التقييم، لأن البيئة القانونية جزءٌ من المسألة الهندسية. ويفتح باب **رسائل إلى المحرّر** بابَ المراسلة: فالمناهج التي يُقصد بها أن تُستعمل تُختبَر بطرائق لم يتوقّعها مؤلّفوها قط، وهنا موضع تلك النتائج --- وما تثيره من خلاف.

وكل مادةٍ في هذا العدد منشورةٌ بالوصول المفتوح وفق رخصة CC BY 4.0، بصيغتَي PDF وHTML، بمعرّف Crossref DOI، ومحفوظةٌ حفظًا مستقلًا على Zenodo. وندعو إلى الإسهام --- بالمقالات، ومداخل المفاهيم الأساسية، والمراسلات، والاعتراض --- من المُقيّمين والاقتصاديين والمهندسين على السواء.

William Bert Craytor, SRA
رئيس التحرير

رسائل إلى المحرّر

الباب: رسائل إلى المحرّر

دعوةٌ إلى المراسلة

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

William Bert Craytor, SRA --- رئيس التحرير

Vol. 1, Issue 1 · Summer 2026
نُشر في 1 يوليو 2026
DOI: 10.67330/r55mw896
2026 William Bert Craytor. Published by Pacific Vista Net. ©
يُنشر هذا المقال وفق شروط رخصة المشاع الإبداعي: النسب إلى المُصنَّف 0.4.

الملخص. يفتتح المحرّر باب الرسائل: ما ترجو هذه المجلة أن تتلقّاه من قرّائها، وكيف يُرسَل.
الكلمات المفتاحية: رسائل، مراسلات، تعليق الأقران

المجلةُ التي لا تفعل إلا أن تتكلّم نصفُ مجلة. ووجودُ هذا الباب من أجل النصف الآخر.

تنشر *The Valuation Engineer Journal* مناهجَ يُقصد بها أن تُستعمل --- والمناهجُ التي تُستعمل تُختبَر بطرائق لم يتوقّعها مؤلّفوها قط. فإن كنتَ قد طبّقتَ منهج قيد البواقي ووجدتَ خطوةً تخفق في سوقك، فنحن نريد الرسالة. وإن كان مدخلٌ في المفاهيم الأساسية يعرّف مصطلحًا تعريفًا أضيق ممّا تقتضيه ممارستك، فنحن نريد الرسالة. وإن كان حكمٌ قضائي لخّصناه يُقرأ قراءةً مختلفة عند ممارسٍ في تلك الولاية القضائية، فنحن نريد تلك الرسالة أيضًا. فالاعتراض والاستنساخ والصقل والتصحيح المجرّد كلها داخلةٌ في النطاق؛ وكذلك التقارير القصيرة من الممارسة --- تقنيةٌ نجحت، أو مشكلةُ بياناتٍ حُلّت، أو إخفاقٌ يستحقّ تحذير الآخرين منه.

والقواعد قليلة. فينبغي أن تكون الرسائل موقَّعة، وموجزة (والصفحة الواحدة مثالية)، ومحدَّدة --- فاستشهد بالمقال أو القسم أو المدخل الذي تخاطبه، وقدّم البيّنة كما تقدّمها في ملف العمل. وقد نحرّر النصّ طولًا ووضوحًا، وذلك دائمًا بموافقة المؤلّف. وتُنشر الرسائل بالوصول المفتوح وفق رخصة CC BY 4.0، شأنَ كل ما في هذه الصفحات، ويُعرض على من نوقشت أعمالُهم أن يردّوا في العدد نفسه.

أرسِل الرسائل عبر موقع المجلة (journal.valuation-engineer.com) أو إلى المحرّر مباشرةً. وأولُ الرسائل الحقيقية التي تتلقّاها هذه المجلة ستعلّم اللحظةَ التي تصير فيها محاورةً لا مطبوعة --- ونحن نتطلّع إليها.

William Bert Craytor, SRA
رئيس التحرير

المقالات

فجوة العقيدة--الممارسة في تقييم العقارات: عرضٌ مبنين للوظائف والحدود والتوتّرات

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

William Bert Craytor

Vol. 1, Issue 1 · May 21, 2026
نُشر في 1 يوليو 2026
DOI: 10.67330/x7pbfd13
2026 William Bert Craytor. Published by Pacific Vista Net. ©
يُنشر هذا المقال وفق شروط رخصة المشاع الإبداعي: النسب إلى المُصنَّف 0.4.

الملخص. يحتلّ تقييم العقارات موقعًا ذا مصلحةٍ عامة كبيرة، غير أن عقيدته الرسمية --- المتمركزة حول آراء القيمة السوقية في ظروفٍ ماضية وحاضرة --- في توتّرٍ متنامٍ مع الكيفية التي تُستعمل بها منتجاتُ التقييم فعلًا في الخطوط المالية المعاصرة. ويبني هذا المقال تلك الحجّة على خمس مراحل، تقترن كلٌّ منها بقاعدة معرفةٍ صريحة قابلة للاستعلام بلغة Prolog: تُرسي الأوليان الوظائفَ الاجتماعية والاقتصادية التي يخدمها التقييم؛ وتحدّد الثالثة منتَجه النهائي الرئيس، وهو رأيٌ في القيمة السوقية؛ وتفحص الرابعة توجّهه الزمني والمنهجي نسبةً إلى التنبؤ الكمّي والمالي، مع الحدّ التنظيمي الفاصل بينهما. وتتقارب هذه كلها على الدعوى المركزية للمرحلة الخامسة: أن القيمة السوقية مقيسةً بنسبة القرض إلى القيمة تعمل، في الإقراض العقاري، وكيلًا ضمنيًا عن قيمة الحجز المستقبلية --- وهو استعمالٌ تطلّعي لا تقرّ به عقيدة القيمة الحاضرة. وكثيرٌ من المُقيّمين، إذ يجهلون هذا الدور في تقييم الضمانات، لا يعاملون القيمة السوقية بما يستوجبه من حذرٍ إزاء اتجاهات القيمة المستقبلية --- وهي مسألةٌ يقصد هذا العرض كشفَها والدعوةَ إلى مزيدٍ من العمل فيها.

الكلمات المفتاحية: تقييم العقارات، القيمة السوقية، عقيدة التقييم، تمثيل المعرفة، معايير التقييم، قيمة الحجز

المحتويات

1 الأهمية الاجتماعية 1
2 الأهمية الاقتصادية 6
3 أهمية تقديرات القيمة السوقية بوصفها المنتَج النهائي للتقييمات 10
4 التوجّه الزمني لنشاط التقييم 14
5 القيمة السوقية × نسبة القرض إلى القيمة وكيلًا عن قيمة الحجز 20
6 الخاتمة 26

1 الأهمية الاجتماعية

تؤدّي تقييماتُ العقارات وسائر الأصول وظيفةً اجتماعية واقتصادية جوهرية، إذ تعين المشترين والبائعين والمُقرضين وشركات التأمين والمستثمرين والمحاكم والسلطات الضريبية والجمهور العام على اتخاذ قراراتٍ مستنيرة ومنصفة بشأن نقل الملكية وتمويلها وفرض الضرائب عليها ورعايتها، وبشأن سائر صور الثروة. والتقييماتُ عالية الجودة تُسهم في شفافية السوق، وثقة الجمهور، وكفاءة تخصيص رأس المال، واستقرار المؤسسات المالية، بأن تقدّم آراء قيمةٍ مستقلة وحسنة الإسناد قائمةً على البيّنة والتحليل والحكم المهني. (LaCour-Liao and Peng, Lee, ;1995 Kane and Hendershott ;2024 Larsen and K'Akumu ;2003 Malpezzi and Little 2020)

وفي المقابل، قد تُنتج التقييماتُ رديئة الجودة عواقبَ جسيمة على آفاقٍ زمنية متعددة. ففي الأمد القصير، قد تتسبّب التقييمات غير الدقيقة في ضررٍ مالي فوري يصيب مشترين أو بائعين أفرادًا عبر دفع ثمنٍ زائد، أو البيع ببخسٍ، أو ضريبةٍ مفرطة، أو قراراتِ إقراضٍ غير ملائمة. وفي الأمد المتوسط، قد تشوّه أوجهُ القصور التقييمية المنهجية إشاراتِ السوق، وتُضعف الاكتتابَ الائتماني، وتشجّع السلوك المضاربي، وتُسهم في ضريبةٍ أو تغطيةٍ تأمينية غير منصفة، وتزيد التقاضي وانعدامَ الثقة في المعاملات. وعلى المدى الطويل، قد تقوّض

الإخفاقاتُ المستمرة في جودة التقييم الثقةَ بالأسواق والمؤسسات، وتُسهم في عدم الاستقرار المالي، وسوء تخصيص الموارد، وتدهور الأحياء أو الإفراط في الاستثمار فيها، وأوجهٍ أوسع من اللامساواة الاجتماعية التي تمسّ الأسر والأعمال والمجتمعات. (LaCour-Little and Malpezzi 2003; Nothaft and Mayer 2022)

ولأن العقارات وسائر الأصول تمثّل في الغالب جزءًا كبيرًا من الثروة الشخصية والمؤسسية والعامة، فإن جودة التقييم ليست شأنًا فنيًا خاصًّا فحسب، بل مسألةَ صالحٍ عام ذات وزن، ترتبط بالمرونة الاقتصادية والإنصاف والخير العام على المدى الطويل.(Mayer and Nothaft 2022)

```
%% appraisal_social.pl
%%
%% A Prolog knowledge base encoding the social and public-interest role
%% of real estate and other asset appraisals.  Companion to
%% appraisal_economics.pl, which covers the strictly economic axis.
%%
%% All domain-specific predicates are prefixed with `social_` so this
%% module can be loaded alongside appraisal_economics.pl (and any other
%% companion KBs) without name collisions, and so cross-KB rules can
%% mention both vocabularies unambiguously.
%%
%% Conceptual model:
%%   - Appraisals support social DECISION TYPES.
%%   - Each decision involves identifiable PARTIES.
%%   - Appraisal QUALITY (high | low) drives EFFECTS across time HORIZONS.
%%   - Emphasis: equity, public confidence, public interest.
%%
%% Author: generated for Bert Craytor, ValEngr / RCA context.

:- module(appraisal_social,
          [ social_horizon/1
          , social_party/1
          , social_decision_type/1
          , social_involves/2              % DecisionType, Party
          , social_effect/4                % Quality, Horizon, Domain, Effect
          , social_contribution/1
          , social_hallmark/1
          , social_equity_principle/1
          , social_public_interest_claim/1
          , social_positive_effect/3
          , social_negative_effect/3
          , social_horizon_summary/2
          , social_consequences_of_quality/2
          , social_parties_affected_by/2
          , social_public_harm/2
          , social_private_harm/2
          , social_appraisal_is_public_interest/0
          ]).

:- discontiguous social_effect/4.
:- discontiguous social_involves/2.

%% ------------------------------------------------------------------
%% 1. Time horizons
%% ------------------------------------------------------------------

social_horizon(short_term).
social_horizon(medium_term).
social_horizon(long_term).
```

```
%% ---------------------------------------------------------------
%% 2. Parties whose decisions depend on appraisals
%%
%% The opening sentence enumerates these explicitly.
%% ---------------------------------------------------------------

social_party(buyers).
social_party(sellers).
social_party(lenders).
social_party(insurers).
social_party(investors).
social_party(courts).
social_party(taxing_authorities).
social_party(general_public).

%% ---------------------------------------------------------------
%% 3. Types of decisions appraisals inform
%% ---------------------------------------------------------------

social_decision_type(property_transfer).
social_decision_type(financing).
social_decision_type(taxation).
social_decision_type(stewardship).
social_decision_type(insurance_coverage).
social_decision_type(adjudication).         % courts: condemnation, divorce,
↪  estate
social_decision_type(public_administration).

social_involves(property_transfer,     buyers).
social_involves(property_transfer,     sellers).
social_involves(financing,             lenders).
social_involves(financing,             buyers).
social_involves(taxation,              taxing_authorities).
social_involves(taxation,              general_public).
social_involves(stewardship,           investors).
social_involves(stewardship,           general_public).
social_involves(insurance_coverage,    insurers).
social_involves(insurance_coverage,    buyers).
social_involves(adjudication,          courts).
social_involves(public_administration, taxing_authorities).
social_involves(public_administration, general_public).

%% ---------------------------------------------------------------
%% 4. What high-quality appraisals contribute (second sentence)
%% ---------------------------------------------------------------

social_contribution(market_transparency).
social_contribution(public_confidence).
social_contribution(efficient_capital_allocation).
social_contribution(stability_of_financial_institutions).

%% Characteristics of a high-quality appraisal opinion of value.
social_hallmark(independence).
social_hallmark(well_supported).
social_hallmark(grounded_in_evidence).
social_hallmark(grounded_in_analysis).
social_hallmark(grounded_in_professional_judgment).
```

```
%% ----------------------------------------------------------------
%% 5. Effects of appraisal quality by horizon
%% ----------------------------------------------------------------

%% ---- SHORT TERM: high quality ----
social_effect(high, short_term, property_transfer, fair_pricing_for_parties).
social_effect(high, short_term, financing,
↪  appropriate_lending_decisions).
social_effect(high, short_term, taxation,
↪  accurate_individual_assessment).

%% ---- SHORT TERM: low quality ----
social_effect(low,  short_term, property_transfer, buyer_overpayment).
social_effect(low,  short_term, property_transfer, seller_underselling).
social_effect(low,  short_term, taxation,
↪  excessive_individual_taxation).
social_effect(low,  short_term, financing,
↪  inappropriate_lending_decisions).
social_effect(low,  short_term, property_transfer,
↪  immediate_financial_harm_to_individuals).

%% ---- MEDIUM TERM: high quality ----
social_effect(high, medium_term, markets,             clear_market_signals).
social_effect(high, medium_term, financing,           sound_credit_underwriting).
social_effect(high, medium_term, taxation,            equitable_tax_assessment).
social_effect(high, medium_term, insurance_coverage,
↪  equitable_insurance_coverage).
social_effect(high, medium_term, adjudication,
↪  reduced_litigation_pressure).

%% ---- MEDIUM TERM: low quality ----
social_effect(low,  medium_term, markets,             distorted_market_signals).
social_effect(low,  medium_term, financing,
↪  impaired_credit_underwriting).
social_effect(low,  medium_term, markets,
↪  encouragement_of_speculation).
social_effect(low,  medium_term, taxation,            inequitable_taxation).
social_effect(low,  medium_term, insurance_coverage,
↪  inequitable_insurance_coverage).
social_effect(low,  medium_term, adjudication,        increased_litigation).
social_effect(low,  medium_term, markets,             transactional_distrust).

%% ---- LONG TERM: high quality ----
social_effect(high, long_term, institutions,
↪  public_confidence_in_institutions).
social_effect(high, long_term, markets,         public_confidence_in_markets).
social_effect(high, long_term, institutions,    financial_stability).
social_effect(high, long_term, communities,     equitable_community_outcomes).
social_effect(high, long_term, public_interest, economic_resilience).
social_effect(high, long_term, public_interest, social_fairness).
social_effect(high, long_term, public_interest, long_term_public_good).

%% ---- LONG TERM: low quality ----
social_effect(low,  long_term, markets,      eroded_market_confidence).
social_effect(low,  long_term, institutions, eroded_institutional_confidence).
social_effect(low,  long_term, institutions, financial_instability).
social_effect(low,  long_term, markets,      resource_misallocation).
social_effect(low,  long_term, communities,  neighborhood_decline).
```

```
social_effect(low,  long_term, communities,  neighborhood_overinvestment).
social_effect(low,  long_term, communities,  social_inequities_for_households).
social_effect(low,  long_term, communities,  social_inequities_for_businesses).
social_effect(low,  long_term, communities,  social_inequities_for_communities).

%% ---------------------------------------------------------------
%% 6. Equity principles and public-interest claims
%% ---------------------------------------------------------------

social_equity_principle(informed_decisions).
social_equity_principle(equitable_decisions).
social_equity_principle(fair_treatment_of_parties).
social_equity_principle(independence_of_valuer).

social_public_interest_claim(
    'Real estate and other assets are a substantial portion of personal,
    ↪  corporate, and public wealth.').
social_public_interest_claim(
    'Appraisal quality is not merely a private technical concern.').
social_public_interest_claim(
    'Appraisal quality is tied to economic resilience.').
social_public_interest_claim(
    'Appraisal quality is tied to fairness.').
social_public_interest_claim(
    'Appraisal quality is tied to the long-term public good.').

%% Top-level conclusion of the passage.
social_appraisal_is_public_interest :-
    social_public_interest_claim(_).   % at least one such claim exists

%% ---------------------------------------------------------------
%% 7. Derived / query predicates
%% ---------------------------------------------------------------

social_positive_effect(Horizon, Domain, Effect) :-
    social_effect(high, Horizon, Domain, Effect).

social_negative_effect(Horizon, Domain, Effect) :-
    social_effect(low,  Horizon, Domain, Effect).

social_horizon_summary(Horizon, Effects) :-
    findall(Quality-Effect,
            social_effect(Quality, Horizon, _Domain, Effect),
            Effects).

social_consequences_of_quality(Quality, List) :-
    findall(consequence(Horizon, Domain, Effect),
            social_effect(Quality, Horizon, Domain, Effect),
            List).

social_parties_affected_by(DecisionType, Parties) :-
    setof(P, social_involves(DecisionType, P), Parties).

%% Harms that fall on the public rather than on transaction principals.
social_public_harm(Horizon, Effect) :-
    social_effect(low, Horizon, Domain, Effect),
    member(Domain, [markets, institutions, communities, public_interest,
    ↪  taxation]).
```

```
%% Private (transaction-level) harms.
social_private_harm(Horizon, Effect) :-
    social_effect(low, Horizon, Domain, Effect),
    member(Domain, [property_transfer, financing, insurance_coverage]).
```

2 الأهمية الاقتصادية

تؤدّي تقييماتُ العقارات وسائر الأصول دورًا اقتصاديًا أساسيًا بإسنادها التشغيلَ الكفء لأسواق الائتمان، وقراراتِ الاستثمار، ونُظُمِ الضرائب، والتقاريرِ المالية، والاكتتابِ التأميني، وإدارةِ التركات، ومعاملاتِ الشركات، وتخطيطِ السياسات العامة. فالتقييمات الموثوقة تعين على إرساء مقاييسَ ذات مصداقية للضمانات وللقيمة السوقية، تتيح لرأس المال أن يتدفّق تدفّقًا أكفأ بين المقترضين والمُقرضين والمستثمرين والحكومات والأعمال.(2010 Hussain and Ebrahim ;2003 Malpezzi and LaCour-Little)

ففي الأمد القصير، تقلّل التقييمات الدقيقة عدمَ اليقين في المعاملات، وتحسّن قرارات الإقراض، وتيسّر المفاوضات العادلة، وتعين على تفادي الخسائر المالية الفورية الناشئة عن المغالاة في التقييم أو بخسه. وفي الأمد المتوسط، تؤثّر جودةُ التقييم في استقرار الأسواق الأوسع وكفاءتها، بتأثيرها في مخاطر الرهن العقاري، وتخصيصِ الاستثمار، والإنصافِ الضريبي، وكفايةِ التأمين، وسلوكِ التسعير لدى المشاركين في السوق. والتقييماتُ الضعيفة أو المتحيّزة تحيّزًا منهجيًا في هذه المدة قد تُسهم في فقاعات أصولٍ منتفخة، ومحافظِ إقراضٍ متضرّرة، وحوافزِ تطويرٍ مشوَّهة، وزيادةِ مخاطر التعثّر أو التقاضي. (Hendershott ;2003 Malpezzi and LaCour-Little ;1992 Kane and 2016 Maturana and Griffin)

وعلى المدى الطويل تصير العواقبُ الاقتصادية التراكمية لجودة التقييم أشدَّ دلالةً بعد، إذ تؤثّر في أنماط تكوين رأس المال، والاستثمارِ في البنية التحتية، وانتقالِ الثروة بين الأجيال، والإيراداتِ العامة، والقدرةِ على تحمّل تكلفة السكن، ومرونةِ النظام المالي إجمالًا. فأوجه القصور المستدامة في ممارسات التقييم قد تُسهم في سوء تخصيصٍ مزمن لرأس المال، وعدمِ استقرارٍ مصرفي، وتراجعِ ثقة المستثمرين، والاستعمالِ غير الكفء للأرض والأصول المنتجة، في حين تعين معاييرُ التقييم القوية على استقرار الأسواق، وسلامةِ التخطيط الاقتصادي، والنموِّ الاقتصادي طويل الأمد.(Kane and Hendershott ;2019 Valkanov and Torous, Ghent, 1992 ;2010 Hussain and Ebrahim)

```
%% appraisal_economics.pl
%%
%% A Prolog knowledge base encoding the economic role of real estate
%% and other asset appraisals across short-, medium-, and long-term
%% horizons, including both the consequences of high-quality appraisal
%% practice and the consequences of weak or biased practice.
%%
%% All domain-specific predicates are prefixed with `economic_` so this
%% module can be loaded alongside appraisal_social.pl (and any other
%% companion KBs) without name collisions, and so cross-KB rules can
%% mention both vocabularies unambiguously.
%%
%% Conceptual model:
%%   - Appraisals support a set of economic FUNCTIONS.
%%   - Each function operates over one or more time HORIZONS.
%%   - Appraisal QUALITY (high | low) drives EFFECTS on those functions.
%%   - Effects are POSITIVE (benefits) when quality is high and
%%     NEGATIVE (harms) when quality is low/systematically biased.
%%
%% Author: generated for Bert Craytor, ValEngr / RCA context.

:- module(appraisal_economics,
          [ economic_horizon/1
          , economic_function/1
          , economic_supports/2                  % Function, Horizon
          , economic_effect/4                    % Quality, Horizon, Function,
          ↪  Effect
          , economic_stakeholder/1
```

```
          , economic_benefits/2                    % Stakeholder, Function
          , economic_positive_effect/3
          , economic_negative_effect/3
          , economic_horizon_summary/2             % Horizon, Effects
          , economic_consequences_of_quality/2     % Quality, ConsequenceList
          , economic_functions_at_horizon/2
          , economic_stakeholders_affected_by/2
          , economic_reliable_appraisals_improve/1
          , economic_appraisal_quality_matters_at/1
          ]).

:- discontiguous economic_effect/4.
:- discontiguous economic_supports/2.

%% ------------------------------------------------------------------
%% 1. Time horizons
%% ------------------------------------------------------------------

economic_horizon(short_term).
economic_horizon(medium_term).
economic_horizon(long_term).

%% ------------------------------------------------------------------
%% 2. Economic functions supported by appraisals
%% ------------------------------------------------------------------

economic_function(credit_markets).
economic_function(investment_decisions).
economic_function(taxation_systems).
economic_function(financial_reporting).
economic_function(insurance_underwriting).
economic_function(estate_administration).
economic_function(corporate_transactions).
economic_function(public_policy_planning).

%% ------------------------------------------------------------------
%% 3. Stakeholders whose decisions depend on appraisals
%% ------------------------------------------------------------------

economic_stakeholder(borrowers).
economic_stakeholder(lenders).
economic_stakeholder(investors).
economic_stakeholder(governments).
economic_stakeholder(businesses).
economic_stakeholder(insurers).
economic_stakeholder(taxpayers).
economic_stakeholder(homeowners).

%% Capital flows more efficiently when appraisals are reliable.
economic_benefits(borrowers,   credit_markets).
economic_benefits(lenders,     credit_markets).
economic_benefits(investors,   investment_decisions).
economic_benefits(governments, taxation_systems).
economic_benefits(governments, public_policy_planning).
economic_benefits(businesses,  corporate_transactions).
economic_benefits(businesses,  financial_reporting).
economic_benefits(insurers,    insurance_underwriting).
economic_benefits(taxpayers,   taxation_systems).
```

```
economic_benefits(homeowners,  credit_markets).

%% ------------------------------------------------------------------
%% 4. Which functions are most salient at each horizon
%% ------------------------------------------------------------------

economic_supports(credit_markets,         short_term).
economic_supports(investment_decisions,   short_term).
economic_supports(corporate_transactions, short_term).

economic_supports(credit_markets,         medium_term).
economic_supports(investment_decisions,   medium_term).
economic_supports(taxation_systems,       medium_term).
economic_supports(insurance_underwriting, medium_term).

economic_supports(credit_markets,         long_term).
economic_supports(taxation_systems,       long_term).
economic_supports(public_policy_planning, long_term).
economic_supports(financial_reporting,    long_term).
economic_supports(estate_administration,  long_term).

%% ------------------------------------------------------------------
%% 5. Effects of appraisal quality, by horizon and function
%% ------------------------------------------------------------------

%% ---- SHORT TERM: high quality ----
economic_effect(high, short_term, credit_markets,
↪  reduced_transactional_uncertainty).
economic_effect(high, short_term, credit_markets,
↪  improved_lending_decisions).
economic_effect(high, short_term, corporate_transactions, fair_negotiations).
economic_effect(high, short_term, investment_decisions,
↪  prevention_of_immediate_losses).

%% ---- SHORT TERM: low quality ----
economic_effect(low,  short_term, credit_markets,
↪  transactional_uncertainty).
economic_effect(low,  short_term, credit_markets,
↪  poor_lending_decisions).
economic_effect(low,  short_term, investment_decisions,
↪  losses_from_overvaluation).
economic_effect(low,  short_term, investment_decisions,
↪  losses_from_undervaluation).

%% ---- MEDIUM TERM: high quality ----
economic_effect(high, medium_term, credit_markets,
↪  stable_mortgage_risk).
economic_effect(high, medium_term, investment_decisions,
↪  efficient_investment_allocation).
economic_effect(high, medium_term, taxation_systems,       tax_equity).
economic_effect(high, medium_term, insurance_underwriting,
↪  adequate_insurance_coverage).
economic_effect(high, medium_term, investment_decisions,
↪  rational_market_pricing).

%% ---- MEDIUM TERM: low quality ----
economic_effect(low,  medium_term, investment_decisions,
↪  inflated_asset_bubbles).
```

```
economic_effect(low,  medium_term, credit_markets,
↪  impaired_lending_portfolios).
economic_effect(low,  medium_term, public_policy_planning,
↪  distorted_development_incentives).
economic_effect(low,  medium_term, credit_markets,
↪  increased_default_risk).
economic_effect(low,  medium_term, corporate_transactions,
↪  increased_litigation_risk).

%% ---- LONG TERM: high quality ----
economic_effect(high, long_term, investment_decisions,
↪  sound_capital_formation).
economic_effect(high, long_term, public_policy_planning,
↪  sound_infrastructure_investment).
economic_effect(high, long_term, estate_administration,
↪  orderly_intergenerational_wealth_transfer).
economic_effect(high, long_term, taxation_systems,
↪  stable_public_revenues).
economic_effect(high, long_term, public_policy_planning,
↪  supported_housing_affordability).
economic_effect(high, long_term, credit_markets,
↪  financial_system_resilience).
economic_effect(high, long_term, investment_decisions,
↪  long_term_economic_growth).

%% ---- LONG TERM: low quality ----
economic_effect(low,  long_term, investment_decisions,
↪  chronic_capital_misallocation).
economic_effect(low,  long_term, credit_markets,         banking_instability).
economic_effect(low,  long_term, investment_decisions,
↪  reduced_investor_confidence).
economic_effect(low,  long_term, public_policy_planning, inefficient_land_use).
economic_effect(low,  long_term, public_policy_planning,
↪  inefficient_productive_asset_use).

%% ---------------------------------------------------------------
%% 6. Derived / query predicates
%% ---------------------------------------------------------------

economic_positive_effect(Horizon, Function, Effect) :-
    economic_effect(high, Horizon, Function, Effect).

economic_negative_effect(Horizon, Function, Effect) :-
    economic_effect(low,  Horizon, Function, Effect).

economic_horizon_summary(Horizon, Effects) :-
    findall(Quality-Effect,
            economic_effect(Quality, Horizon, _Function, Effect),
            Effects).

economic_consequences_of_quality(Quality, List) :-
    findall(consequence(Horizon, Function, Effect),
            economic_effect(Quality, Horizon, Function, Effect),
            List).

economic_functions_at_horizon(Horizon, Functions) :-
    setof(F, economic_supports(F, Horizon), Functions).
```

```
economic_stakeholders_affected_by(Function, Stakeholders) :-
    setof(S, economic_benefits(S, Function), Stakeholders).

%% Overall claim: reliable appraisals improve allocative efficiency.
economic_reliable_appraisals_improve(capital_flow_efficiency).
economic_reliable_appraisals_improve(market_stability).
economic_reliable_appraisals_improve(long_term_economic_growth).

%% Top-level qualitative claim: appraisal quality matters at every horizon.
economic_appraisal_quality_matters_at(Horizon) :-
    economic_horizon(Horizon),
    \+ \+ economic_effect(high, Horizon, _, _),
    \+ \+ economic_effect(low,  Horizon, _, _).
```

3 أهمية تقديرات القيمة السوقية بوصفها المنتَج النهائي للتقييمات

تؤدّي تقييماتُ القيمة السوقية دورًا مهمًّا في تحليل مخاطر الضمانات، لأنها تقدّم تقديرًا مُعدًّا مهنيًا للثمن المرجَّح الذي قد يبلغه عقارٌ أو أصلٌ في ظروف السوق المعتادة، فتصلح بذلك مرجعًا تأسيسيًا للمُقرضين والمستثمرين ومحلّلي الضمانات في تقويم التعرّض الائتماني ونتائج الحجز المحتمَلة.(Yao and Ben-David, Agarwal, 2015) ومع أن قيمة الحجز أو التصفية قد تختلف اختلافًا كبيرًا عن القيمة السوقية بسبب ظروف التسويق الاضطراري، أو تقصير مدد البيع، أو التكاليف القانونية، أو التدهور المادي، أو الانطباع السلبي في السوق، فإن محلّلي الضمانات كثيرًا ما يعوّلون على تقييمات القيمة السوقية نقطةَ انطلاقٍ لتقدير إمكان الاسترداد في السيناريوهات الضاغطة.(Pathak and Giglio, Campbell, 2011; Pennington-Cross 2006; Daneshvary and Clauretie 2009)

وبتحليل الصلة بين القيمة السوقية وأرصدة القروض ونسب القرض إلى القيمة واتجاهات السوق وحالة العقار والسيولة وظروف العرض والطلب المحلية، يقدّر محلّلو الضمانات احتمالَ الخسائر وشدّتها عند تعثّر المقترض.(Yang and Qi 2009)

ففي الأمد القصير، تعين تقييماتُ القيمة السوقية الدقيقة المُقرضين على اتخاذ قرارات اكتتابٍ حصيفة وإرساءِ هوامش ضماناتٍ ملائمة. وفي الأمد المتوسط، تسند إدارةَ مخاطر المحفظة، وتوريقَ القروض، وتخصيصَ الاحتياطيات، والامتثالَ التنظيمي، بمعاونةٍ المؤسسات على تقويم كفاية الضمانات المتغيّرة عبر الدورات الاقتصادية. وعلى المدى الطويل، تُسهم ممارساتُ التقييم الموثوقة باطّراد في استقرار النظام المالي، بتقليل خطر الرفع المالي المفرط، والإقراضِ ضعيف التأمين، والتسعيرِ الخاطئ المنهجي لأصول الضمانات، وهي أمورٌ قد تضخّم خسائر الحجز والاضطرابات الاقتصادية الأوسع في مدد الضغط السوقي.(Eriksen et al. 2019)

```
%% appraisal_collateral.pl
%%
%% A Prolog knowledge base encoding the role of market value (MV)
%% appraisals in collateral risk analysis.  Companion to
%% appraisal_economics.pl and appraisal_social.pl.
%%
%% Naming convention:
%%   - Predicates that have direct counterparts in the companion KBs
%%     (horizon, effect, summary, consequences, etc.) are prefixed
%%     `collateral_` so this module can be loaded alongside the others
%%     without name collisions, and so bridge rules can mention each
%%     vocabulary unambiguously.
%%   - Predicates that are unique to the collateral-analysis domain
%%     (value_basis, divergence_factor, risk_input, etc.) are NOT
%%     prefixed.  They have no analogues in the other KBs and no
%%     collision risk, so the prefix would only add noise.

:- module(appraisal_collateral,
          [ collateral_horizon/1
          , collateral_analyst/1
          , collateral_effect/4                    % Quality, Horizon, Domain,
          ↪  Effect
          , collateral_positive_effect/3
```

```
          , collateral_negative_effect/3
          , collateral_horizon_summary/2
          , collateral_consequences_of_quality/2
          , value_basis/1
          , uses/2                                  % Analyst, ValueBasis
          , divergence_factor/1
          , stress_scenario/1
          , risk_input/1
          , risk_output/1
          , inputs_for/2
          , mv_is_benchmark_for/1
          ]).

:- discontiguous collateral_effect/4.
:- discontiguous uses/2.

%% ------------------------------------------------------------------
%% 1. Time horizons  (namespaced -- parallel to economic_/social_)
%% ------------------------------------------------------------------

collateral_horizon(short_term).
collateral_horizon(medium_term).
collateral_horizon(long_term).

%% ------------------------------------------------------------------
%% 2. Who uses MV appraisals in collateral risk analysis
%% ------------------------------------------------------------------

collateral_analyst(lenders).
collateral_analyst(investors).
collateral_analyst(collateral_analysts).
collateral_analyst(portfolio_risk_managers).
collateral_analyst(regulators).
collateral_analyst(securitization_arrangers).

%% ------------------------------------------------------------------
%% 3. Value bases distinguished in the passage
%% ------------------------------------------------------------------

value_basis(market_value).          % "normal market conditions"
value_basis(foreclosure_value).     % distressed
value_basis(liquidation_value).     % distressed, accelerated

%% Which value bases each analyst type works with.
uses(lenders,                  market_value).
uses(investors,                market_value).
uses(collateral_analysts,      market_value).
uses(collateral_analysts,      foreclosure_value).
uses(collateral_analysts,      liquidation_value).
uses(portfolio_risk_managers,  market_value).
uses(securitization_arrangers, market_value).
uses(regulators,               market_value).

%% Top-level claim of the opening sentence.
mv_is_benchmark_for(credit_exposure).
mv_is_benchmark_for(foreclosure_outcomes).
mv_is_benchmark_for(recovery_potential).
```

```
%% ------------------------------------------------------------------
%% 4. Why foreclosure / liquidation value diverges from MV
%% ------------------------------------------------------------------

divergence_factor(distressed_marketing_conditions).
divergence_factor(accelerated_sale_period).
divergence_factor(legal_costs).
divergence_factor(physical_deterioration).
divergence_factor(adverse_market_sentiment).

%% Stressed scenarios in which divergence factors apply.
stress_scenario(borrower_default).
stress_scenario(foreclosure).
stress_scenario(forced_liquidation).
stress_scenario(market_downturn).

%% ------------------------------------------------------------------
%% 5. Inputs the collateral analyst combines with MV, and the
%%    outputs they produce
%% ------------------------------------------------------------------

risk_input(market_value).
risk_input(loan_balance).
risk_input(loan_to_value_ratio).
risk_input(market_trends).
risk_input(property_condition).
risk_input(liquidity).
risk_input(local_supply_demand).

risk_output(likelihood_of_loss).
risk_output(severity_of_loss).
risk_output(recovery_estimate).
risk_output(loss_given_default).

%% inputs_for(+Output, -Inputs)
%% All risk inputs are used to produce each risk output.
inputs_for(Output, Inputs) :-
    risk_output(Output),
    setof(I, risk_input(I), Inputs).

%% ------------------------------------------------------------------
%% 6. Effects of appraisal quality by horizon
%% ------------------------------------------------------------------

%% ---- SHORT TERM: high quality ----
collateral_effect(high, short_term, underwriting,
↪  prudent_underwriting_decisions).
collateral_effect(high, short_term, underwriting,
↪  appropriate_collateral_margins).

%% ---- SHORT TERM: low quality ----
collateral_effect(low,  short_term, underwriting,
↪  imprudent_underwriting_decisions).
collateral_effect(low,  short_term, underwriting,
↪  inadequate_collateral_margins).
collateral_effect(low,  short_term, underwriting, mispriced_credit_exposure).

%% ---- MEDIUM TERM: high quality ----
```

```
collateral_effect(high, medium_term, portfolio,
↪  effective_portfolio_risk_management).
collateral_effect(high, medium_term, portfolio,  sound_loan_securitization).
collateral_effect(high, medium_term, portfolio,
↪  appropriate_reserve_allocation).
collateral_effect(high, medium_term, regulatory, regulatory_compliance).
collateral_effect(high, medium_term, portfolio,
↪  cycle_aware_collateral_evaluation).

%% ---- MEDIUM TERM: low quality ----
collateral_effect(low,  medium_term, portfolio,
↪  weakened_portfolio_risk_management).
collateral_effect(low,  medium_term, portfolio,  mispriced_securitizations).
collateral_effect(low,  medium_term, portfolio,  inadequate_loss_reserves).
collateral_effect(low,  medium_term, regulatory, regulatory_noncompliance_risk).
collateral_effect(low,  medium_term, portfolio,  misjudged_collateral_adequacy).

%% ---- LONG TERM: high quality ----
collateral_effect(high, long_term, system, financial_system_stability).
collateral_effect(high, long_term, system, restraint_on_excessive_leverage).
collateral_effect(high, long_term, system, well_secured_lending).
collateral_effect(high, long_term, system,
↪  accurate_systemic_collateral_pricing).
collateral_effect(high, long_term, system, dampened_foreclosure_amplification).

%% ---- LONG TERM: low quality ----
collateral_effect(low,  long_term, system, financial_system_instability).
collateral_effect(low,  long_term, system, excessive_leverage).
collateral_effect(low,  long_term, system, poorly_secured_lending).
collateral_effect(low,  long_term, system, systemic_collateral_mispricing).
collateral_effect(low,  long_term, system, amplified_foreclosure_losses).
collateral_effect(low,  long_term, system,
↪  amplified_economic_disruption_under_stress).

%% ------------------------------------------------------------------
%% 7. Derived / query predicates  (namespaced)
%% ------------------------------------------------------------------

collateral_positive_effect(Horizon, Domain, Effect) :-
    collateral_effect(high, Horizon, Domain, Effect).

collateral_negative_effect(Horizon, Domain, Effect) :-
    collateral_effect(low,  Horizon, Domain, Effect).

collateral_horizon_summary(Horizon, Effects) :-
    findall(Quality-Effect,
            collateral_effect(Quality, Horizon, _Domain, Effect),
            Effects).

collateral_consequences_of_quality(Quality, List) :-
    findall(consequence(Horizon, Domain, Effect),
            collateral_effect(Quality, Horizon, Domain, Effect),
            List).
```

4 التوجّه الزمني لنشاط التقييم

يطوّر المُقيّمون عمومًا آراءَ قيمةٍ سوقية عند نقطةٍ زمنية بعينها، أي في تاريخٍ فعّال محدَّد --- رجعيًا (ماضيًا)، أو حاضرًا، أو، بقيودٍ معرَّفة، مستقبليًا --- لا تنبؤاتٍ احتمالية على مدد زمنية ممتدّة. وهذا التوجّه الزمني والمنهجي أحدُ الفروق المركزية بين ممارسة التقييم المنظَّمة وعمل المحلّلين الكمّيين والماليين والاستثماريين والاقتصاديين.(Quigley and Quan 1991)

وفي معظم مهامّ التقييم، ولا سيما ما يتعلّق منها بالقيمة السوقية بموجب معايير كـUSPAP (المعايير الموحَّدة للممارسة المهنية للتقييم) أو IVS (معايير التقييم الدولية)، يُنتج المُقيّم تقديرًا نقطيًا مُطابَقًا (أو، حيث يُسمح، نطاقًا ضيّقًا) مرتكزًا إلى بيّنةٍ سوقية قابلة للرصد، والظروفِ السائدة، والمناهجِ المعترف بها في تاريخٍ فعّال واحد. ويجيز USPAP صراحةً أن تكون نتائج القيمة مبلغًا محدَّدًا، أو نطاقًا من الأرقام، أو نسبةً إلى مرجع، ومع ذلك يبقى الرأي المُطابَق دلالةً نقطية ذات مصداقية مرتبطة بذلك التاريخ.(Appraisal The Foundation 2024; Council Standards Valuation International 2025)

ومع أن المُقيّمين يُدخلون بالضرورة توقّعاتِ المشاركين في السوق المعقولة بشأن الاتجاهات، والعرض والطلب، والإهلاك، ومعدّلات الرسملة أو الخصم، والاستيعاب، فإنهم يفعلون ذلك إسنادًا لقيمةٍ تسندها السوق في التاريخ الفعّال، لا تنبؤًا بحركاتٍ مضاربية. أما آراء القيمة المستقبلية (كالقيمة المستقرّة عند إنجاز مشروع) فتقتضي افتراضاتٍ استثنائية صريحة أو شروطًا فرضية، وتبقى مقيَّدةً بتاريخٍ فعّال مستقبلي محدَّد وبإسنادٍ مستمدٍّ من السوق.

وفي المقابل، كثيرًا ما يعالج المحلّلون الكمّيون والماليون والاستثماريون عدمَ اليقين بتقديراتٍ تغطّي نطاقًا من النتائج الممكنة عبر مددٍ زمنية، مستعملين التوزيعات الاحتمالية، ومحاكاة Monte Carlo، وتحليلَ السيناريوهات، واختبارَ الحساسية، أو مقاييسَ القيمة المعرَّضة للخطر. ويتركّز اهتمامهم في الغالب على الأداء المستقبلي المتوقَّع، أو العوائدِ المعدَّلة بالمخاطر، أو القيمةِ الاستثمارية لطرفٍ بعينه على آفاقٍ متفاوتة، لا على قيمةٍ سوقية نقطية واحدة في تاريخٍ واحد.(Hull 2018)

كما يفترض هذا العمل كفاءاتٍ فنية لا يشترطها ترخيصُ التقييم ولا يشهد بها. فملاءمةُ نموذج شرائح الانحدار التكيّفية المتعددة المتغيرات (MARS) مثلًا تقتضي الحكمَ اللازم لضبط تعقيد النموذج، بحيث لا تُشترى الملاءمةُ القوية داخل العيّنة (R^2 مرتفع) بثمن فرط الملاءمة، بل تنتقل إلى بياناتٍ محجوزة (R^2 مرتفع بالتحقق المتقاطع)، وهو ما يفترض بدوره فهمًا عمليًا للخوارزميات الأساسية.(Friedman 1991; Pfeifer and Hill, Steurer, 2021) وإلى جانب هذه الطلاقة الكمّية، يكافئ العملُ القدرةَ المفهومية على التعامل مع مفاهيمَ عالية البنية، وتمييزِ الفروق الدقيقة في المعنى، واستيعابِ مناهجَ غير مألوفة. وهذه مهاراتٌ لا مؤهّلاتٌ ورقية: فقد يمتلكها مُقيّمٌ مرخَّص وقد يفتقر إليها محلّلٌ غير مرخَّص، وهو بالضبط ما يجعلها لا تحدّد وحدها على أي جانبٍ من الخط التنظيمي تقع مهمّةٌ بعينها.

وقد ينخرط المُقيّمون كذلك في عناصرَ محدودة موجَّهة نحو المستقبل، كإسقاط تدفّقات الدخل والشغور والمصروفات وقيم الارتداد في تحليلات التدفق النقدي المخصوم، أو تقدير القيم المستقبلية في سياقات التطوير أو التقاضي. وتبقى هذه المكوّنات ضمن حدود التقييم متى قامت على بيّنةٍ سوقية حاضرة ومعايير مهنية تشدّد على قابلية الإسناد وتجنّبِ المضاربة غير المُسنَدة.(Wolverton and Diaz 1998; Gallimore 1996; McAllister and Lizieri, Crosby, 2010) وممارسةُ التقييم الحديثة تدمج على نحوٍ متزايد أدواتٍ إحصائية، واعتباراتِ سيناريوهات، وتحليلاتِ مخاطر --- ولا سيما في التقييم الشامل، ونماذج التقييم الآلي، وعمل المحافظ --- ومع ذلك يبقى المُخرَج الجوهري عادةً رأيَ قيمةٍ سوقية عند نقطةٍ زمنية.(Officers Assessing of Association International 2017; System Reserve Federal the of Governors of Board and Currency the of Comptroller the of Office and Goodman, Alexandrov, Consumer and Administration Union Credit National and Corporation Insurance Deposit Federal and 2024; Agency Finance Housing Federal and Bureau Protection Financial 2023; Neal)

ويمكن وصف ممارسة التقييم بأنها إثباتيةٌ في المقام الأول وموجَّهةٌ نحو تقديراتٍ نقطية من الماضي إلى الحاضر (أو مستقبليةٍ محدودة)، في حين أن التحليل المالي والكمّي أكثرُ احتماليةً وتوزيعيةً وتوجّهًا صريحًا نحو المستقبل عبر آفاقٍ زمنية.(Geltner 1991) فالمُقيّمون يسألون: **?**ما أقوى دلالةٍ قابلة للإسناد على القيمة السوقية في التاريخ الفعّال المحدَّد، في ضوء البيّنة الحاضرة والافتراضات المعرَّفة**?** أما المحلّلون الماليون والكمّيون فيسألون في الغالب: **?**أي نطاقٍ من النتائج مرجَّحٌ على مدةٍ مستقبلية، وباحتمالاتٍ كم، وكيف ينبغي تخصيص الموارد**?**

والحدّ ليس مطلقًا، وهو ما يزال يتطوّر مع تعقيد السوق. ومع ذلك تبقى فروقٌ جوهرية في الغرض (القيمة السوقية في مقابل الجدارة الاستثمارية)، وفي المتطلبات الإثباتية، وفي الأُطُر التنظيمية.

غير أن الخطّ العامل لا ترسمه المهارة بل القانون: فالسؤال الحاسم هو ببساطة ما إذا كانت مهمّةٌ بعينها ممّا يُشترط له ترخيصُ مُقيّمٍ قانونًا. فللمحلّلين الكمّيين والماليين وللاقتصاديين والمحلّلين الاستثماريين ومديري المحافظ ومن إليهم من المهنيين أن يقدّروا قيم الأصول المستقبلية أو يتنبّؤوا بها أو ينمذجوها أو يحلّلوها قانونًا --- بما في ذلك الإسقاطات التوزيعية أو النطاقية --- من غير ترخيص مُقيّمٍ عقاري، بشرط ألّا يشكّل العمل تقييمًا منظَّمًا.(Murphy 2012) وتقوم الفروق الرئيسة على:

1. نوع القيمة (كتقديرٍ نقطي للقيمة السوقية في مقابل القيمة الاستثمارية أو تنبؤٍ احتمالي)؛
2. البؤرة الزمنية (تاريخٌ فعّال محدَّد في مقابل مدةٍ أو أفقٍ زمني)؛
3. صورة المُخرَج (نقطةٌ أو نطاقٌ ضيّق في مقابل توزيعٍ احتمالي كامل)؛
4. الغرض المقصود، وما إذا كان العمل يُقدَّم بوصفه تقييمًا؛

5. ودخولُ سياقات الإقراض أو السياقات القانونية المنظَّمة التي تقتضي الامتثال لمعايير كـUSPAP.

وقد نشأ هذا الإطار في الأساس عن أنظمةٍ مصرفية كقانون FIRREA (1989) في الولايات المتحدة، الذي سعى إلى ضمان آراء قيمةٍ سوقية مستقلة وذات مصداقية للمعاملات ذات الصلة الاتحادية.(United States Congress, 1989; Larsen and K'Akumu, 2024) وكثيرٌ من أنشطة التقييم المتطوّرة --- كأسعار الأسهم المستهدَفة في بحوث الأسهم، ودراسات الجدوى، ونمذجة مخاطر المحافظ، وتسعير الخيارات، والتحليلات التنبؤية --- يقع خارج الترخيص لأنه يخدم أغراضًا استثمارية أو تنبؤية أو استشارية لا وظائفَ تقييمٍ منظَّمة.

```
%% appraisal_scope_regulation.pl
%%
%% Knowledge base for the boundary of regulated appraisal practice.
%%
%% TWO TIERS, deliberately kept separate:
%%
%%   TIER 1 -- THE DEFINING TEST (regulation cluster).  A task is a
%%     regulated appraisal IFF it is one for which an appraiser's
%%     license is legally required.  requires_license/1 is that test;
%%     it -- and only it -- decides regulated_appraisal/1 vs.
%%     unregulated_valuation/1.
%%
%%   TIER 2 -- DESCRIPTIVE TENDENCIES (scope cluster).  How the two
%%     populations -- `appraisal' and `quant_financial' -- typically
%%     differ in approach, temporal scope, output form, and skill set.
%%     These are CORRELATES, not the boundary: the populations overlap
%%     (a licensed appraiser may do quant work; a quant may be
%%     unlicensed), and nothing here determines licensure.  No claim is
%%     made about intelligence -- only about training and methodology.
%%
%% `temporal scope' and `approach' are DISTINCT axes: an approach has a
%% typical (defeasible) temporal mode, but the two are not the same
%% viewpoint -- which is why an appraiser using an AVM (appraisal
%% approach, distributional methods) is possible.

:- module(appraisal_scope_regulation,
          [ % --- TIER 1: the defining test (regulation) ---
            regulation_framework/1
          , regulation_framework_origin/2
          , regulation_distinguishing_factor/1
          , regulation_triggers_licensure/1
          , regulation_definition_of_appraisal/1
          , regulation_unlicensed_activity/2
          , regulation_licensed_activity/2
          , regulation_legal_exposure_condition/1
          , requires_license/1
          , exempt_from_appraisal_license/1
          , regulated_appraisal/1
          , unregulated_valuation/1
          , regulatory_asymmetry/2

            % --- TIER 2: descriptive tendencies (scope) ---
          , valuation_approach/1
          , scope_profession/1
          , scope_orientation/2
          , temporal_scope/1
          , temporal_mode/1
          , scope_temporal_focus/2
          , scope_output_form/2
          , scope_skill/1
```

```
          , scope_skill_demanded_by/2
          , scope_inputs_considered/2
          , scope_future_oriented_context/2
          , scope_professional_constraint/1
          , scope_contrast/4
          , scope_question/2
          , scope_convergence_area/1
          ]).

:- discontiguous regulation_unlicensed_activity/2.
:- discontiguous regulation_licensed_activity/2.
:- discontiguous scope_contrast/4.

%% ================================================================
%% TIER 1 -- THE DEFINING TEST (the boundary)
%% ================================================================

regulation_framework(firrea_1989).
regulation_framework(uspap).
regulation_framework(ivs).
regulation_framework(state_licensing).
regulation_framework(state_certification).

regulation_framework_origin(firrea_1989,     savings_and_loan_crisis).
regulation_framework_origin(uspap,           firrea_1989).
regulation_framework_origin(state_licensing, firrea_1989).

regulation_distinguishing_factor(kind_of_value).
regulation_distinguishing_factor(purpose_of_valuation).
regulation_distinguishing_factor(temporal_focus).
regulation_distinguishing_factor(output_form).
regulation_distinguishing_factor(represented_as_appraisal).
regulation_distinguishing_factor(federally_related_transaction_involvement).

regulation_triggers_licensure(federally_related_mortgage_transaction).
regulation_triggers_licensure(work_represented_as_appraisal).
regulation_triggers_licensure(work_meeting_state_appraisal_definition).
regulation_triggers_licensure(regulated_lending_transaction).

regulation_definition_of_appraisal(formal_opinion_of_value).
regulation_definition_of_appraisal(concerning_identified_real_property).
regulation_definition_of_appraisal(developed_per_recognized_methods).
regulation_definition_of_appraisal(for_compensation).

regulation_unlicensed_activity(equity_analyst,
↪  stock_price_targets).
regulation_unlicensed_activity(investment_bank,
↪  enterprise_value_estimates).
regulation_unlicensed_activity(hedge_fund,
↪  commercial_real_estate_appreciation_forecasts).
regulation_unlicensed_activity(economist,
↪  housing_market_trend_projections).
regulation_unlicensed_activity(insurance_analyst,
↪  replacement_cost_estimates).
regulation_unlicensed_activity(developer,
↪  feasibility_studies).
regulation_unlicensed_activity(internal_corporate_analyst,
↪  asset_impairment_estimates).
```

```
regulation_unlicensed_activity(internal_corporate_analyst,
↪  portfolio_value_estimates).
regulation_unlicensed_activity(quantitative_analyst,
↪  predictive_valuation_models).
regulation_unlicensed_activity(avm_developer,
↪  algorithmic_residential_price_estimates).

regulation_licensed_activity(licensed_appraiser,
↪  market_value_for_federally_related_transaction).
regulation_licensed_activity(licensed_appraiser,
↪  formal_opinion_of_value_for_compensation).
regulation_licensed_activity(licensed_appraiser,
↪  appraisal_for_regulated_mortgage_lending).
regulation_licensed_activity(licensed_appraiser,
↪  appraisal_represented_as_such_under_state_law).

regulation_legal_exposure_condition(holding_self_out_as_licensed_appraiser).
regulation_legal_exposure_condition(preparing_appraisal_as_defined_by_state_la⌋
↪  w).
regulation_legal_exposure_condition(involved_in_transaction_requiring_licensed⌋
↪  _appraisal).

%% --- The test itself: does the TASK require an appraiser's license? ---
requires_license(Task) :-
    regulation_triggers_licensure(Task), !.
requires_license(Task) :-
    regulation_licensed_activity(_, Task), !.

exempt_from_appraisal_license(Task) :-
    regulation_unlicensed_activity(_, Task),
    \+ requires_license(Task).

:- dynamic activity_satisfies_definition/1.

activity_satisfies_definition(Task) :-
    regulation_licensed_activity(_, Task).

regulated_appraisal(Task) :-
    activity_satisfies_definition(Task),
    requires_license(Task).

unregulated_valuation(Task) :-
    regulation_unlicensed_activity(_, Task),
    \+ regulated_appraisal(Task).

%% Meta-tension: the regulatory asymmetry the passage closes on.
regulatory_asymmetry(current_market_value_for_lending,
                     future_oriented_valuation_for_investment).
regulatory_asymmetry(heavily_regulated_appraisal_practice,
                     lightly_regulated_quantitative_practice).
regulatory_asymmetry(consumer_and_lending_protection_focus,
                     investment_advisory_focus).

regulatory_asymmetry_origin(banking_regulation).
regulatory_asymmetry_origin(consumer_protection).
regulatory_asymmetry_origin(legal_evidentiary_concerns).
regulatory_asymmetry_origin_disclaimer(
```

```
    'Not based on any exclusive claim that appraisers alone possess valuation
    ↪  expertise.').

%% ================================================================
%% TIER 2 -- DESCRIPTIVE TENDENCIES (NOT the boundary)
%%
%% Overlapping populations; correlates of who typically lands on each
%% side.  None of these determine licensure -- Tier 1 does.
%% ================================================================

%% --- Axis: valuation approach (descriptive populations) ---
valuation_approach(appraisal).
valuation_approach(quant_financial).

scope_profession(appraiser).
scope_profession(quantitative_analyst).
scope_profession(financial_analyst).
scope_profession(investment_analyst).
scope_profession(portfolio_manager).
scope_profession(economist).
scope_profession(investment_strategist).
scope_profession(financial_forecaster).

scope_orientation(appraisal,       evidentiary).
scope_orientation(quant_financial, probabilistic).

%% --- Axis: temporal scope (its OWN viewpoint, distinct from approach) ---
temporal_scope(retrospective).
temporal_scope(current).
temporal_scope(prospective_point).
temporal_scope(future_range_horizon).

temporal_mode(point_in_time).
temporal_mode(distribution_over_horizon).

%% Typical (defeasible) pairing of approach to temporal mode -- a LINK
%% between two distinct axes, not an identity.
scope_temporal_focus(appraisal,       point_in_time).
scope_temporal_focus(quant_financial, distribution_over_horizon).

%% --- Axis: output form ---
scope_output_form(appraisal,       point_estimate).
scope_output_form(appraisal,       narrow_range).
scope_output_form(quant_financial, probability_distribution).
scope_output_form(quant_financial, range_of_outcomes).

%% --- Axis: skills / methodological toolkit (training, NOT intelligence) ---
scope_skill(mars_without_overfitting).
scope_skill(fit_vs_generalization_balance).   % balancing R^2 against CV-R^2
scope_skill(algorithmic_understanding).
scope_skill(handling_structured_concepts).
scope_skill(discerning_fine_distinctions_in_meaning).
scope_skill(assimilating_new_methods).

%% Skills typically demanded by advanced quantitative valuation; an
%% appraisal license neither requires nor certifies them.
scope_skill_demanded_by(quant_financial, mars_without_overfitting).
scope_skill_demanded_by(quant_financial, fit_vs_generalization_balance).
```

```
scope_skill_demanded_by(quant_financial, algorithmic_understanding).
scope_skill_demanded_by(quant_financial, handling_structured_concepts).
scope_skill_demanded_by(quant_financial,
↪  discerning_fine_distinctions_in_meaning).
scope_skill_demanded_by(quant_financial, assimilating_new_methods).

%% --- Inputs the appraiser weighs to support a value at the effective date ---
scope_inputs_considered(appraisal, current_market_evidence).
scope_inputs_considered(appraisal, observable_transactions).
scope_inputs_considered(appraisal, prevailing_market_conditions).
scope_inputs_considered(appraisal, recognized_methodologies).
scope_inputs_considered(appraisal, market_trends).
scope_inputs_considered(appraisal, anticipated_supply_demand).
scope_inputs_considered(appraisal, depreciation).
scope_inputs_considered(appraisal, capitalization_rates).
scope_inputs_considered(appraisal, absorption_patterns).
scope_inputs_considered(appraisal, expectations_already_priced_in).

%% --- Bounded future-oriented contexts that remain within appraisal ---
scope_future_oriented_context(income_property, future_income_streams).
scope_future_oriented_context(income_property, vacancy_rates).
scope_future_oriented_context(income_property, expenses).
scope_future_oriented_context(income_property, reversion_values).
scope_future_oriented_context(income_property, dcf_analysis).
scope_future_oriented_context(development,     prospective_stabilized_value).
scope_future_oriented_context(conservation,    future_damages).
scope_future_oriented_context(environmental,   future_damages).
scope_future_oriented_context(insurance,       future_damages).
scope_future_oriented_context(litigation,      future_damages).
scope_future_oriented_context(eminent_domain,  future_damages).
scope_future_oriented_context(general,         remaining_economic_life).
scope_future_oriented_context(general,         anticipated_market_reactions).
scope_future_oriented_context(market_analysis, price_trend_direction).

%% --- Professional constraints on any future-oriented component ---
scope_professional_constraint(supportability).
scope_professional_constraint(market_evidence).
scope_professional_constraint(extraordinary_assumptions_or_hypothetical_conditi
↪  ions_disclosed).
scope_professional_constraint(avoidance_of_unsupported_speculation).

%% --- Contrasts across the descriptive axes:
↪  scope_contrast(A,B,Dimension,Distinction) ---
scope_contrast(appraisal, quant_financial, orientation,
               evidentiary_vs_probabilistic).
scope_contrast(appraisal, quant_financial, temporal_mode,
               point_in_time_vs_distribution_over_horizon).
scope_contrast(appraisal, quant_financial, output_form,
               point_or_narrow_range_vs_probability_distribution).
scope_contrast(appraisal, quant_financial, purpose,
               market_value_vs_investment_worth).
scope_contrast(appraisal, quant_financial, skill_set,
               appraisal_licensing_toolkit_vs_advanced_statistical_toolkit).
scope_contrast(appraisal, quant_financial, typical_methods,
               sales_comparison_cost_income_vs_simulation_option_pricing_var).

%% --- The orienting question each population asks (verbatim from the passage)
↪  ---
```

```
scope_question(appraisal,
    'What is the most supportable market value indication as of the specified
    ↪  effective date, given current evidence and defined assumptions?').
scope_question(quant_financial,
    'What range of outcomes is likely over a future period, with what
    ↪  probabilities, and how should resources be allocated?').

%% --- Where the two converge (appraisal borrows distributional methods) ---
scope_convergence_area(complex_commercial_valuation).
scope_convergence_area(mass_appraisal).
scope_convergence_area(automated_valuation_models).
scope_convergence_area(institutional_portfolio_analysis).
```

5 القيمة السوقية × نسبة القرض إلى القيمة وكيلًا عن قيمة الحجز

أرست الأقسامُ السابقة الغرضَ من التقييم، وما يُنتجه، وأين تقع حدوده العقائدية والتنظيمية؛ ويبلغ هذا القسم التوتّرَ الذي كانت تبني نحوه.

من الحقائق العملية الأعمق التي يقوم عليها الإقراضُ العقاري وتحليلُ الضمانات أن تقييم القيمة السوقية المستعمَل في اكتتاب الرهن يؤدي في وظيفته الاقتصادية الفعلية دورَ وكيلٍ ضمني عن قابلية استرداد الضمان المتوقَّعة على مدة حيازةٍ مستقبلية ما، وإن كان يُصاغ شكليًا رأيَ قيمةٍ سوقية حاضرة في تاريخٍ فعّال محدَّد.(Quigley, Deng, ;1995 al. et Kau ;1984 Order Van and Foster (2000 Order Van and

ونسبةُ القرض إلى القيمة البالغة 80% ليست اعتباطية. فقد نشأت تاريخيًا في جانبٍ منها حاجزَ مخاطر يُقصد به حماية المُقرضين من:

- انخفاضات السوق المعتدلة،
- ونفقات الحجز،
- وخصوم التصفية،
- وتكاليف الاحتفاظ،
- والنفقات القانونية،
- والفوائد المستحقّة،
- وعدم اليقين خلال المدة اللازمة للتصرّف في الضمان بعد التعثّر.(Yang and Qi ;2008 Willen and Gerardi, Foote, (2009

وهذا الحاجز هو أيضًا سببُ إمكان قراءة مبلغ القرض نفسِه --- وهو حاصلُ ضرب القيمة السوقية في نسبة القرض إلى القيمة المسموح بها --- بوصفه تقديرَ المُقرض العامل لقيمة الحجز القابلة للاسترداد: فتحديدُ سقف القرض بكسرٍ من القيمة السوقية هو في الواقع رهانٌ على ألّا تهبط حصيلةُ البيع الجبري دون رصيد القرض. غير أن تحديد المقدار الذي **ينبغي** أن يكون عليه الخصم أعسرُ بكثير ممّا يوحي به الرقم المستدير 80%. فتقديرات خصم الحجز تتباين تباينًا واسعًا عبر الأسواق والمناهج والمدد؛ وتضعه دراسةٌ كثيرة الاستشهاد للمبيعات الجبرية عند نحو 27% دون الأسعار المقارِنة على أساسٍ تجاري محايد(Pathak and Giglio, Campbell, 2011)، في حين تُبلِغ تحليلاتٌ أخرى --- مصحَّحةً لحالة العقار وموقعه والانتقاء --- عن مقاديرَ مختلفة اختلافًا جوهريًا.(Pennington-Cross, 2006; Daneshvary and Clauretie 2009)

أما العتبة التقليدية البالغة 80% فهي في جوهرها معامِلٌ وطني واحد يُطبَّق عبر أسواقٍ محلية بالغة التباين وعبر أطوارٍ متعاقبة من الدورة الائتمانية. وهي لا تستطيع تتبّع خصم أي سوقٍ بعينها، فتعمل بذلك تقريبًا شديد الخشونة يصلح لمقاسٍ واحد للجميع، لا تطبيقًا دقيقًا من القيمة السوقية إلى استرداد الحجز. بل هي تقريبٌ رقيق إن صحّ التعبير: فخصمٌ قدره 20% يقع **دون** خصم الـ27% الذي تنقله تلك الدراسة، فيمكن أن يتجاوز القرضُ التقليدي الأقصى حصيلةَ البيع الجبري الإجمالية حتى قبل خصم تكاليف التصرّف المعدَّدة أعلاه.

وحيث تكون حصّةُ المقترض أرقّ من أن تشكّل الحاجز، يحلّ التأمين على الرهن محلّها. وأحسنُ فهمٍ لذلك أنه ليس مقبضَ سياساتٍ بل مقايضةً في توزيع المخاطر: فثمة شريحةٌ من المقترضين قليلةُ الأصول لكنها مستقرّة الدخل، وتُتنبَّأ مخاطرُ التعثّر والخسارة الإضافية في إقراضهم فوق 80% من القيمة ويتحمّلها مؤمِّن --- خاصًّا، عبر التأمين الخاص على الرهن في قرضٍ تقليدي مرتفع النسبة، أو عامًّا، عبر Federal Housing Administration. غير أن السوق التي تكون فيها هذه المقايضة روتينًا هي من صنع سياسة الإسكان الاتحادية: فالمؤسسات المدعومة حكوميًا المهيمنة على الإقراض التقليدي ممنوعةٌ بموجب مواثيقها من شراء قروضٍ تتجاوز 80% من القيمة من غير تعزيزٍ ائتماني كهذا(United States Code 1970). كما أن شروط انتهاء التأمين اختياراتٌ مؤسسية لا حساباتُ مخاطر، وهي تتباين تباينًا حادًّا بين البرامج.[1]

[1] ينتهي التأمين الخاص التقليدي على الرهن الذي يدفعه المقترض تلقائيًا عند 78% من القيمة، ويجوز طلبه عند 80% بموجب Homeowners Protection

فمع أن المُقيّم يقدّر رسميًا **?القيمة السوقية الحاضرة?**، يفسّر المُقرض تلك القيمة اقتصاديًا عبر عدسة مخاطرَ تطلّعية. وهو في الواقع يسأل ما هو أقرب إلى:

> **?**إن تعثّر هذا المقترض في وقتٍ ما من المستقبل المنظور، فهل يُرجَّح أن يبقى الضمان كافيًا لتغطية الدين القائم والخسائر المتصلة بالحجز**?**

وذلك سؤالٌ تطلّعي بطبيعته.
ويقوم هذا على فصلٍ مفهومي متعمَّد بين:

- رأي المُقيّم في **?**القيمة السوقية الحاضرة**?**، و
- استعمال المُقرض العملي لذلك الرأي حاجزًا تنبؤيًا في مواجهة تضرّر الضمان مستقبلًا.

وقد حاول المنظّمون، تاريخيًا وقانونًا، منعَ المُقيّمين من أن يصيروا متنبّئين مضاربين لأن:

- التنبؤ المضاربي أسهم في أزمات إقراضٍ سابقة،
- والمحاكم أرادت تقييماتٍ مرتبطة ببيّنةٍ قابلة للرصد،
- ومنظّمي المصارف نشدوا ممارساتِ تقييمٍ موحَّدة وقابلة للدفاع.

فتطوّرت عقيدةُ التقييم نحو:

- القيمة الحاضرة،
- والبيّنة السوقية الحاضرة،
- والتواريخ الفعّالة المحدَّدة،
- والافتراضات المقيَّدة.

وفي غضون ذلك، يستعمل المُقرضون والمستثمرون ومحلّلو الضمانات تلك التقييمات نفسَها روتينيًا في أُطُر مخاطرَ مستقبلية احتمالية.
والواقع أن اكتتاب الرهن نظامٌ متكامل ينطوي على:

1. التقييم السوقي الحاضر،
2. وتقدير المخاطر المستقبلية،
3. واحتمال التعثّر،
4. وتوقيت الحجز،
5. وشدّة التصفية،
6. والتوقّعات الاقتصادية الكلية،
7. وتحليل ضغط المحفظة.

ويُسهم المُقيّم رسميًا في البند (1) في المقام الأول، في حين يجمع المُقرض داخليًا تلك النتيجة مع البقية.
ويصير التمييز ضبابيًا في الممارسة. فإذا كان المُقرض لن يمنح قرضًا ما لم يعتقد أن الضمان سيحفظ على الأرجح قيمةً كافية إلى المستقبل، فإن التقييم يعمل عندئذٍ عملًا غير مباشر جزءًا من نموذج حمايةٍ للقيمة المستقبلية، وإن كانت معايير التقييم تتجنّب شكليًا وصفَه كذلك.
وقد صار هذا التوتّر أشدّ بروزًا مع:

- نماذج التقييم الآلي،
- وتحليلات المحافظ المؤسسية،
- ونماذج التوريق،
- ونُظُم التقييم بالتعلّم الآلي،
- ونمذجة رأس المال وفق Basel،
- واختبارات الضغط الواسعة للرهون.

فتحليلاتُ الضمانات الحديثة تعامل قيم العقارات على نحوٍ متزايد معاملةً احتمالية عبر الزمن لا بوصفها تقديراتٍ نقطية ساكنة.(Basel Committee on Banking Supervision, 2017; Pfeifer and Hill, 2021; Steurer, the of Governors of Board System Reserve Federal, 2021)
ويمكن القول إن تنظيم التقييم التقليدي يعكس تسويةً تاريخية:

Act لسنة 1998.(Congress States United, 1998) أما أقساط Federal Housing Administration فأشدّ: ففي القروض المنشأة في 3 يونيو 2013 أو بعده والتي تتجاوز نسبتُها الأصلية 90% (كدفعةٍ أولى قدرها 3.5%)، يسري القسط السنوي طوال عمر القرض، في حين تُلغى في القروض عند 90% أو دونها بعد إحدى عشرة سنة.(U.S. Department of Housing and Urban Development, 2013) ولذلك لا يتخلّص كثيرٌ من مقترضي FHA من التأمين على الرهن إلا بإعادة التمويل إلى قرضٍ تقليدي قرب 80% من القيمة.

- فالمُقيّمون يقدّمون مراسيَ منضبطة للقيمة الحاضرة قائمةً على البيّنة،
- في حين تتولّى المؤسسات المالية مسؤولية تأويل المخاطر المستقبلية.

أما بقاءُ ذلك الفصل متماسكًا تماسكًا تامًّا في النُظُم المالية الحديثة فسؤالٌ مشروع ويتزايد الجدل فيه.

وتترتّب على ذلك نتيجةٌ عملية لممارسة التقييم نفسها. فمعظم المُقيّمين غير مدركين لهذا الدور في تقييم الضمانات --- إذ قلّما يكون استعمالُ المُقرض للقيمة السوقية حاجزًا تطلّعيًا ظاهرًا من داخل مهمّة التقييم --- ومن ثمّ لا يعاملون نتائجهم في القيمة السوقية بما يستوجبه ذلك الدور من حذرٍ إزاء اتجاهات القيمة المستقبلية. وإدراكُ الكيفية التي تُستهلَك بها فعلًا آراءُ القيمة الحاضرة خطوةٌ أولى نحو سدّ تلك الفجوة، وهو مجالٌ يقصد هذا العرض أن يفتحه لمزيدٍ من العمل.

```
%% appraisal_proxy.pl
%%
%% A Prolog knowledge base encoding the thesis that market value
%% appraisals, while formally framed as present-value opinions, function
%% in practice as implicit proxies for future collateral recoverability
%% within mortgage underwriting and lender risk management.

:- module(appraisal_proxy,
          [ % --- central thesis ---
            proxy_thesis/1

            % --- LTV-as-buffer mechanism ---
          , proxy_ltv_buffer_against/1
          , proxy_historical_ltv_threshold/1

            % --- formal vs practical interpretation ---
          , proxy_formal_framing/1
          , proxy_practical_interpretation/1
          , proxy_underlying_question/1

            % --- the artificial separation ---
          , proxy_separation_party/2          % Party, Role
          , proxy_doctrine_practice_gap/2     % FormalSide, PracticalSide

            % --- historical compromise ---
          , proxy_historical_reason/1
          , proxy_doctrine_emphasis/1
          , proxy_routine_practical_use/1

            % --- modern intensifiers ---
          , proxy_modern_driver/1
          , proxy_modern_treatment/1

            % --- responsibility allocation ---
          , proxy_appraiser_responsibility/1
          , proxy_lender_responsibility/1

            % --- meta-claim about coherence ---
          , proxy_open_question/1

            % --- practical implication for appraisal practice ---
          , proxy_practical_implication/1
          , proxy_appraiser_blindspot/1
          , proxy_recommended_practice/1
          , proxy_further_work/1

            % --- underwriting system view ---
          , underwriting_component/2          % Number, Component
          , underwriting_responsibility/2     % Component, Party
```

```
          ]).

:- discontiguous proxy_thesis/1.
:- discontiguous underwriting_component/2.

%% ====================================================================
%% PART 1: THE CENTRAL THESIS
%% ====================================================================

proxy_thesis(
    'A market value appraisal used in mortgage underwriting often serves as an
    ↪  implicit proxy for expected collateral recoverability over a future
    ↪  holding period.').
proxy_thesis(
    'The appraisal is formally framed as a present-market-value opinion as of a
    ↪  specific effective date.').
proxy_thesis(
    'The lender economically interprets the appraisal through a forward-looking
    ↪  risk lens.').
proxy_thesis(
    'There is a deliberate conceptual separation between the appraiser''s
    ↪  current-market-value opinion and the lender''s use of it as a forecast
    ↪  buffer.').
proxy_thesis(
    'The appraisal indirectly functions as part of a future-value protection
    ↪  model, even though appraisal standards formally avoid describing it
    ↪  that way.').
proxy_thesis(
    'Whether the separation between appraisal doctrine and lender practice
    ↪  remains fully coherent in modern financial systems is an open and
    ↪  increasingly debated question.').

%% ====================================================================
%% PART 2: THE LTV-AS-BUFFER MECHANISM
%% ====================================================================

proxy_historical_ltv_threshold(eighty_percent).

proxy_ltv_buffer_against(moderate_market_declines).
proxy_ltv_buffer_against(foreclosure_expenses).
proxy_ltv_buffer_against(liquidation_discounts).
proxy_ltv_buffer_against(carrying_costs).
proxy_ltv_buffer_against(legal_expenses).
proxy_ltv_buffer_against(accrued_interest).
proxy_ltv_buffer_against(uncertainty_during_disposition).

%% ====================================================================
%% PART 3: FORMAL FRAMING VS. PRACTICAL INTERPRETATION
%% ====================================================================

proxy_formal_framing(present_market_value_opinion).
proxy_formal_framing(opinion_as_of_specific_effective_date).
proxy_formal_framing(grounded_in_current_market_evidence).

proxy_practical_interpretation(forward_looking_risk_lens).
proxy_practical_interpretation(forecast_buffer_against_future_impairment).
proxy_practical_interpretation(input_to_future_collateral_recoverability_estim
↪  ate).
```

```
proxy_underlying_question(
    'If this borrower defaults sometime in the foreseeable future, is the
    ↪  collateral likely to remain sufficient to cover the outstanding debt
    ↪  and foreclosure-related losses?').

%% ================================================================
%% PART 4: THE ARTIFICIAL SEPARATION
%% ================================================================

proxy_separation_party(appraiser, opinion_of_current_market_value).
proxy_separation_party(lender,    forecast_buffer_against_future_impairment).
proxy_separation_party(appraiser, evidence_based_present_value_anchor).
proxy_separation_party(lender,    future_risk_interpretation).

proxy_doctrine_practice_gap(present_market_value_opinion,
                            implicit_future_value_proxy).
proxy_doctrine_practice_gap(opinion_as_of_effective_date,
                            forecast_over_foreseeable_holding_period).
proxy_doctrine_practice_gap(evidence_based_present_anchor,
                            future_risk_buffer).
proxy_doctrine_practice_gap(static_single_point_estimate,
                            probabilistic_value_over_time).

%% ================================================================
%% PART 5: HISTORICAL COMPROMISE
%% ================================================================

proxy_historical_reason(speculative_forecasting_contributed_to_past_crises).
proxy_historical_reason(courts_required_observable_evidence).
proxy_historical_reason(regulators_sought_standardized_defensible_practices).

proxy_doctrine_emphasis(present_value).
proxy_doctrine_emphasis(current_market_evidence).
proxy_doctrine_emphasis(defined_effective_dates).
proxy_doctrine_emphasis(constrained_assumptions).

proxy_routine_practical_use(lenders_use_in_probabilistic_future_risk_framework
↪  s).
proxy_routine_practical_use(investors_use_in_probabilistic_future_risk_framewo
↪  rks).
proxy_routine_practical_use(collateral_analysts_use_in_probabilistic_future_ri
↪  sk_frameworks).

%% ================================================================
%% PART 6: MODERN INTENSIFIERS
%% ================================================================

proxy_modern_driver(avms).
proxy_modern_driver(institutional_portfolio_analytics).
proxy_modern_driver(securitization_models).
proxy_modern_driver(machine_learning_valuation_systems).
proxy_modern_driver(basel_capital_modeling).
proxy_modern_driver(large_scale_mortgage_stress_testing).

proxy_modern_treatment(probabilistic_over_time).
proxy_modern_treatment(distributional_rather_than_point_estimate).
proxy_modern_treatment(dynamic_rather_than_static).
```

```
%% ====================================================================
%% PART 7: ALLOCATION OF RESPONSIBILITY UNDER THE COMPROMISE
%% ====================================================================

proxy_appraiser_responsibility(disciplined_present_value_anchor).
proxy_appraiser_responsibility(evidence_based_valuation).
proxy_appraiser_responsibility(current_market_value_opinion).

proxy_lender_responsibility(future_risk_interpretation).
proxy_lender_responsibility(default_probability_estimation).
proxy_lender_responsibility(foreclosure_timing_estimation).
proxy_lender_responsibility(liquidation_severity_estimation).
proxy_lender_responsibility(portfolio_stress_analysis).
proxy_lender_responsibility(macroeconomic_expectation_integration).

%% ====================================================================
%% PART 8: OPEN QUESTION (META-CLAIM)
%% ====================================================================

proxy_open_question(
    'Whether the separation between disciplined present-value appraisal and
    ↪  lender-side future-risk interpretation remains fully coherent in modern
    ↪  financial systems.').
proxy_open_question(
    'Whether modern probabilistic-over-time collateral analytics make the
    ↪  formal/practical separation untenable in some sectors.').

%% ====================================================================
%% PART 9: THE INTEGRATED MORTGAGE UNDERWRITING SYSTEM
%% ====================================================================

underwriting_component(1, current_market_valuation).
underwriting_component(2, future_risk_estimation).
underwriting_component(3, default_probability).
underwriting_component(4, foreclosure_timing).
underwriting_component(5, liquidation_severity).
underwriting_component(6, macroeconomic_expectations).
underwriting_component(7, portfolio_stress_analysis).

underwriting_responsibility(current_market_valuation,   appraiser).
underwriting_responsibility(future_risk_estimation,     lender).
underwriting_responsibility(default_probability,        lender).
underwriting_responsibility(foreclosure_timing,         lender).
underwriting_responsibility(liquidation_severity,       lender).
underwriting_responsibility(macroeconomic_expectations, lender).
underwriting_responsibility(portfolio_stress_analysis,  lender).

%% ====================================================================
%% PART 10: PRACTICAL IMPLICATION FOR APPRAISAL PRACTICE
%% ====================================================================

proxy_practical_implication(
    'Most appraisers are not aware that market value functions, via the
    ↪  loan-to-value ratio, as a proxy for future foreclosure value.').
proxy_practical_implication(
    'The lender''s forward-looking use of market value is rarely visible from
    ↪  within the appraisal assignment.').
```

```
proxy_practical_implication(
    'Appraisers therefore do not treat market value conclusions with the
    ↪  caution toward future value trends that the collateral-valuation role
    ↪  warrants.').

proxy_appraiser_blindspot(collateral_valuation_role).
proxy_appraiser_blindspot(forward_looking_use_of_market_value).
proxy_appraiser_blindspot(market_value_as_ltv_proxy_for_foreclosure_value).

proxy_recommended_practice(recognize_how_present_value_opinion_is_consumed).
proxy_recommended_practice(treat_market_value_with_caution_re_future_trends).

proxy_further_work(closing_the_doctrine_practice_gap).
proxy_further_work(equipping_appraisers_for_the_collateral_valuation_perspecti
↪  ve).
```

6 الخاتمة

تصف المقاطعُ الخمسة المرمَّزة في قواعد المعرفة السابقة مهنةً واحدة من خمس زوايا متكاملة. فكل مقطعٍ منها، مأخوذًا على انفراد، يُقرأ عرضًا مكتفيًا بذاته: الرهاناتُ الاجتماعية والمصلحةُ العامة التي يحملها، والوظائفُ الاقتصادية التي تسندها التقييمات، ودورُها العملي في تحليل مخاطر الضمانات، والحدُّ التنظيمي الفاصل بينها وبين العمل الكمّي المجاور، والتوتّرُ بين صياغتها الشكلية واستعمالها العملي. أما مأخوذةً مجتمعةً، وببنيةٍ صريحة بلغة Prolog، فتصف شيئًا أطرف --- مهنةً أُبقي عمدًا بين عقيدتها الرسمية ووظيفتها الاقتصادية فاصلٌ، ويتزايد اختبارُ تماسكها الداخلي بالأدوات التحليلية المطبَّقة اليوم على مخرجاتها.

وتتشارك قواعدُ المعرفة الثلاث الأولى مخطَّطًا واحدًا: `effect(Quality, Horizon, Domain, Effect)`. فكلٌّ منها يصوّر جودةَ التقييم مُدخَلًا سببيًا تنتشر عواقبُه عبر آفاق الأمد القصير والمتوسط والطويل، ولا تختلف إلا في المجال الذي تُقرأ من خلاله تلك العواقب. فالعدسةُ الاقتصادية تقرؤها عبر أسواق الائتمان وتخصيصِ الاستثمار والضرائبِ وتكوينِ رأس المال؛ والعدسةُ الاجتماعية تقرؤها عبر الإنصاف وثقةِ الجمهور ونتائجِ المجتمع؛ وعدسةُ الضمانات تقرؤها عبر الاكتتاب وإدارةِ المحافظ واستقرارِ النظام المالي. والمخطَّط المشترك ليس مصادفة، بل يعكس دعوى جوهرية تسري في المقاطع الثلاثة كلها: أن لجودة عمل التقييم عواقب، وأن تلك العواقب تتضخّم مع الزمن، وأن أنماط الإخفاق الأساسية نفسها تتجلّى تجلّياتٍ مختلفة بحسب مصالح من تُقدَّم في الصورة. والذرّاتُ المشتركة في جانب الوسائط من المحمولات --- ولا سيما مفردات الجودة والأفق --- هي ما يجعل المفردات الثلاث قابلةً للربط، بحيث يمكن تتبّع إخفاقٍ واحد كالمغالاة المنهجية في التقييم في آنٍ عبر التسعير الاقتصادي الخاطئ، واللامساواة الاجتماعية، وسوءِ قياس الضمانات.

أما قاعدة المعرفة الرابعة فتغيّر المقام. فهي لا تصف عواقبَ جودة التقييم، بل تصف **ما هو** التقييم، منهجيًا وقانونًا. ومحمولاتُها تصنيفية لا سببية، وجهازُها الاستدلالي يجيب عن أسئلة الاختصاص لا الأثر. وهذا التحوّل ضروري لأن الصياغة العواقبية في المقاطع الثلاثة الأولى تفترض تعريفًا للنشاط موضع التقويم، وذلك التعريف نفسه متنازَعٌ فيه. فمحمولاتُ النطاق تسجّل ما يفعله المُقيّمون --- آراءَ قيمةٍ حاضرة قائمة على البيّنة، بمكوّناتٍ مستقبلية ضيّقة الحدود --- في حين تسجّل محمولاتُ التنظيم الشروطَ التي يقع فيها ذلك النشاط ضمن الممارسة المرخَّصة. وتوفّر قواعدُ التسلسل الأمامي (`requires_license/1`، `exempt_from_appraisal_license/1`، `regulated_appraisal/1`) آليةً للسؤال عمّا إذا كان عملُ تقييمٍ بعينه يقع داخل النطاق المنظَّم أو خارجه، وهو سؤالٌ تفترض قواعدُ المعرفة الثلاث الأولى أنه أُجيب عنه سلفًا.

وتطرح قاعدة المعرفة الخامسة أطروحة. فحيث تصف الأخرى أو تصنّف أو تتتبّع العواقب، تحاجّ قاعدةُ الوكيل بأن الفصل العقائدي الدقيق بين تقييم القيمة الحاضرة والتنبؤ بالقيمة المستقبلية --- وهو الفصل الذي توثّقه قاعدةُ التنظيم --- في توتّرٍ مع الوظيفة الاقتصادية الفعلية للتقييمات في الإقراض العقاري. فعُرفُ نسبة القرض إلى القيمة البالغ 80%، والمخاطرُ السبعة المحدَّدة التي يحجزها، وسؤالُ المُقرض الأساس المسجَّل حرفيًا (**?**إن تعثّر هذا المقترض في وقتٍ ما من المستقبل المنظور، فهل يُرجَّح أن يبقى الضمان كافيًا ...**?**)، ونظامُ الاكتتاب المتكامل ذو المكوّنات السبعة، كلُّها تسند الدعوى نفسها: أن التقييم شكليًا رأيُ قيمةٍ حاضرة، واقتصاديًا حاجزٌ لقيمةٍ مستقبلية. والتسويةُ التاريخية التي أنتجت هذا الترتيب --- المُقيّمون مراسيَ منضبطة للقيمة الحاضرة، والمُقرضون موضعَ تأويل المخاطر المستقبلية --- كانت استجابةً قابلة للدفاع للظروف التي نشأ فيها ترخيصُ التقييم، غير أن المُشدِّدات الحديثة المعدَّدة في المقطع (نماذج التقييم الآلي، ونُظُم التقييم بالتعلّم الآلي، ونمذجةُ رأس المال وفق Basel، وتحليلاتُ التوريق، واختباراتُ الضغط الواسعة) تعامل قيم العقارات معاملةً احتمالية عبر الزمن. وتلك الأدوات تجرّ طبقاتٍ مفصولةً عقائديًا إلى خطٍّ حسابي واحد، فيصير الفصلُ المفهومي بين الطبقات أعسرَ استدامةً نتيجةً لذلك.

أما إمكانُ تحقيق تلك المصالحة وبأي شروط، فهو السؤال الذي يُختم به مقطعُ الوكيل. وقواعدُ المعرفة لا تجيب عنه. لكنها تقدّم عرضًا صريحًا قابلًا للاستعلام للاعتبارات ذات الصلة بالإجابة عنه: عواقبُ جودة التقييم عبر الآفاق والمجالات، والحدُّ الاختصاصي الذي يحدّد أي العواقب يقع ضمن الممارسة المنظَّمة، والأسبابُ البنيوية لكون ذلك الحدّ تحت ضغطٍ الآن. وذلك العرض هو الأساس الذي يمكن أن تُبنى عليه حججٌ أكثر تحديدًا --- في المنهجية، وفي إصلاح المعايير، وفي العلاقة بين ممارسة التقييم والنظام الأوسع للتقييم الكمّي.

ملاحظات على تمثيل المعرفة

ثمة ثلاثة أنماطٍ بنيوية جديرةٌ بالتسجيل صراحةً، إذ نشأت عن عملية الترميز لا عن أي مقطعٍ بعينه.

أولًا، أسرةُ قواعد المعرفة ليست مسطّحة. فثلاثٌ من الخمس تتشارك مخطَّطًا؛ وواحدةٌ تقدّم القيود الاختصاصية التي تحدّد متى ينطبق ذلك المخطَّط؛ وواحدةٌ تطرح أطروحةً في الفجوة بين الصياغة الشكلية والوظيفة الاقتصادية. وطبقةُ الجسر الجامعة للخمس لا تعاملها خمسةَ أعمدةٍ في المصفوفة نفسها، بل تعامل الثلاث الأولى بوصفها واصفةً للعواقب، والرابعةَ بوصفها مقيِّدةً لموضع سريان تلك الأوصاف، والخامسةَ بوصفها محدِّدةً لموضع الضغط على القيد نفسه. وهذه البنية اللامتماثلة ميزةٌ لا عيب: فهي تحاكي التنظيم الفعلي للممارسة المهنية، حيث تشغل الدعاوى الوصفية والاختصاصية والنقدية أدوارًا معرفية مختلفة اختلافًا حقيقيًا.

ثانيًا، انضباطُ البادئات المميِّز للوحدات (`economic_`، `social_`، `collateral_`، `scope_/regulation`، `proxy_/underwriting`) **لا يؤدي عملًا حقيقيًا إلا حيث يوجد خطرُ تصادم.** فالمحمولات ذات النظائر المباشرة عبر الوحدات تستحقّ بادئتها؛ أما المحمولات الخاصة بمجالٍ مفهومي واحد فلا. والمفرداتُ القيمية المشتركة في جانب الوسائط --- ذرّاتُ الجودة والأفق والمجال --- هي بالضبط ما يتيح للوحدات أن تتواصل، ووضعُ بادئاتٍ عليها كان سيُفسد ذلك. والنمط الذي نشأ عامّ: بادئةٌ على المحمولات، وذرّاتٌ مشتركة على الوسائط، مع وضعٍ انتقائي للبادئات لا موحَّد حيث يكون المحمول خاصًّا بعدسةٍ واحدة.

ثالثًا، التوتّرُ المركزي المحدَّد في قاعدة معرفة الوكيل وثيقُ الصلة بالتفاوت التنظيمي المحدَّد في قاعدة النطاق/التنظيم، لكنه متمايزٌ عنه. فالاثنان مسجَّلان عبر محمولين ثنائيين متوازيين --- `regulatory_asymmetry/2` و`proxy_doctrine_practice_gap/2` --- باسمين مختلفين عن قصد، لأنهما يصفان محورين مختلفين من الترتيب الأساس نفسه. فالتفاوت التنظيمي يتعلّق بمن يخضع للتنظيم وبأي قدر؛ أما فجوة العقيدة--الممارسة فتتعلّق بما يُقال شكليًا عن منتَج المُقيّم في مقابل ما يُصنع به اقتصاديًا. والتوتّران يعزّز أحدهما الآخر. فالتنظيم يدفع المُقيّمين نحو عقيدة القيمة الحاضرة؛ والوظيفةُ الاقتصادية تجذب مخرجاتهم نحو استعمالٍ للقيمة المستقبلية. والصورةُ المركَّبة صورةُ مهنةٍ يزداد وصفُها الرسمي لذاتها عسرًا على التوفيق مع الخطوط التحليلية التي تتغذّى بمنتجاتها.

References

Agarwal, Sumit, Itzhak Ben-David, and Vincent Yao (2015). ?Collateral Valuation and Borrower Financial Constraints: Evidence from the Residential Real Estate Market.? In: *Management Science* 61.9, pp. 2220–2240. DOI: 10.1287/mnsc.2014.2002.

Alexandrov, Alexei, Laurie Goodman, and Michael Neal (Jan. 2023). *Reengineering the Appraisal Process: Better Leveraging Both Automated Valuation Models and Manual Appraisals*. Tech. rep. Urban Institute. URL: https://www.urban.org/sites/default/files/2023-01/Reengineering%20the%20Appraisal%20Process.pdf.

Basel Committee on Banking Supervision (2017). *Basel III: Finalising Post-Crisis Reforms*. Standards d424. Bank for International Settlements. URL: https://www.bis.org/bcbs/publ/d424.pdf.

Board of Governors of the Federal Reserve System (Mar. 2021). *Dodd-Frank Act Stress Test 2021: Supervisory Stress Test Methodology*. Tech. rep. Board of Governors of the Federal Reserve System. URL: https://www.federalreserve.gov/publications/files/2021-april-supervisory-stress-test-methodology.pdf.

Campbell, John Y., Stefano Giglio, and Parag Pathak (2011). ?Forced Sales and House Prices.? In: *American Economic Review* 101.5, pp. 2108–2131. DOI: 10.1257/aer.101.5.2108.

Clauretie, Terrence M. and Nasser Daneshvary (2009). ?Estimating the House Foreclosure Discount Corrected for Spatial Price Interdependence and Endogeneity of Marketing Time.? In: *Real Estate Economics* 37.1, pp. 43–67. DOI: 10.1111/j.1540-6229.2009.00235.x.

Crosby, Neil, Colin M. Lizieri, and Patrick M. McAllister (2010). ?Means, Motive and Opportunity? Disentangling Client Influence on Performance Measurement Appraisals.? In: *Journal of Property Research* 27.2, pp. 181–201. DOI: 10.1080/09599916.2010.499014.

Deng, Yongheng, John M. Quigley, and Robert Van Order (2000). ?Mortgage Terminations, Heterogeneity and the Exercise of Mortgage Options.? In: *Econometrica* 68.2, pp. 275–307. DOI: 10.1111/1468-0262.00110.

Diaz Julian, III and Marvin L. Wolverton (1998). ?A Longitudinal Examination of the Appraisal Smoothing Hypothesis.? In: *Real Estate Economics* 26.2, pp. 349–358. DOI: 10.1111/1540-6229.00749.

Ebrahim, M. Shahid and Sikandar Hussain (2010). ?Financial Development and Asset Valuation: The Special Case of Real Estate.? In: *Journal of Banking & Finance* 34.1, pp. 150–162. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2009.07.011.

Eriksen, Michael D. et al. (2019). ?The Influence of Contract Prices and Relationships on Appraisal Bias.? In: *Journal of Urban Economics* 111, pp. 132–143. DOI: 10.1016/j.jue.2019.03.001.

Foote, Christopher L., Kristopher Gerardi, and Paul S. Willen (2008). ?Negative Equity and Foreclosure: Theory and Evidence.? In: *Journal of Urban Economics* 64.2, pp. 234–245. DOI: 10.1016/j.jue.2008.07.006.

Foster, Chester and Robert Van Order (1984). ?An Option-Based Model of Mortgage Default.? In: *Housing Finance Review* 3.4, pp. 351–372.

Friedman, Jerome H. (1991). ?Multivariate Adaptive Regression Splines.? In: *The Annals of Statistics* 19.1, pp. 1–67. DOI: 10.1214/aos/1176347963.

Gallimore, Paul (1996). ?Confirmation Bias in the Valuation Process: A Test for Corroborating Evidence.? In: *Journal of Property Research* 13.4, pp. 261–273. DOI: 10.1080/095999196368781.

Geltner, David M. (1991). ?Smoothing in Appraisal-Based Returns.? In: *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 4.3, pp. 327–345. DOI: 10.1007/BF00161933.

Ghent, Andra C., Walter N. Torous, and Rossen I. Valkanov (2019). ?Commercial Real Estate as an Asset Class.? In: *Annual Review of Financial Economics* 11, pp. 153–171. DOI: 10.1146/annurev-financial-110118-123121.

Griffin, John M. and Gonzalo Maturana (2016). ?Who Facilitated Misreporting in Securitized Loans?? In: *The Review of Financial Studies* 29.2. Evidence of appraisal inflation and its consequences, pp. 384–419. DOI: 10.1093/rfs/hhv130.

Hendershott, Patric H. and Edward J. Kane (July 1992). *Office Market Values During the Past Decade: How Distorted Have Appraisals Been?* NBER Working Paper 4128. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=226 National Bureau of Economic Research. DOI: 10.3386/w4128. URL: https://www.nber.org/papers/w4128.

— (1995). ?U.S. Office Market Values During the Past Decade: How Distorted Have Appraisals Been?? In: *Real Estate Economics* 23.2, pp. 101–116. DOI: 10.1111/1540-6229.00660.

Hull, John C. (2018). *Options, Futures, and Other Derivatives*. 10th ed. New York: Pearson. ISBN: 978-0-13-447208-9.

International Association of Assessing Officers (2017). *Standard on Mass Appraisal of Real Property*. International Association of Assessing Officers, Kansas City, MO. URL: https://www.iaao.org/wp-content/uploads/Standard_on_Mass_Appraisal.pdf.

International Valuation Standards Council (2025). *International Valuation Standards (IVS)*. International Valuation Standards Council, London. Published 31 January 2024; effective 31 January 2025. URL: https://www.ivsc.org/.

K'Akumu, Owiti A. and James E. Larsen (2024). ?A Primer on Regulations and the Practice of Residential Property Appraisal.? In: *Journal of Real Estate Practice and Education*. Focus on regulatory and public interest aspects. DOI: 10.1080/15214842.2024.2377869.

Kau, James B. et al. (1995). ?The Valuation at Origination of Fixed-Rate Mortgages with Default and Prepayment.? In: *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 11.1, pp. 5–36. DOI: 10.1007/BF01097934.

LaCour-Little, Michael and Stephen Malpezzi (2003). ?Appraisal Quality and Residential Mortgage Default: Evidence from Alaska.? In: *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 27.2, pp. 211–233. DOI: 10.1023/A:1024728420837.

Lee, Ming-Hsiang, Chien-Wen Peng, and Hui-Fen Liao (2020). ?An Analysis of Objectivity in the Real Estate Appraisal Process.? In: *International Real Estate Review* 23.4, pp. 483–504.

Mayer, Yanling G. and Frank E. Nothaft (2022). ?Appraisal Overvaluation: Evidence of Price Adjustment Bias in Sales Comparisons.? In: *Real Estate Economics* 50.3, pp. 862–881. DOI: 10.1111/1540-6229.12351.

Murphy, Edward V. (2012). *Regulation of Real Estate Appraisers*. CRS Report RS22953. Congressional Research Service. URL: https://sgp.fas.org/crs/misc/RS22953.pdf.

Office of the Comptroller of the Currency and Board of Governors of the Federal Reserve System and Federal Deposit Insurance Corporation and National Credit Union Administration and Consumer Financial Protection Bureau and Federal Housing Finance Agency (2024). *Quality Control Standards for Automated Valuation Models*. Final Rule, 89 Fed. Reg. 64538 (Aug. 7, 2024). URL: https://www.federalregister.gov/documents/2024/08/07/2024-16197/quality-control-standards-for-automated-valuation-models.

Pennington-Cross, Anthony (2006). ?The Value of Foreclosed Property.? In: *Journal of Real Estate Research* 28.2, pp. 193–214. DOI: 10.1080/10835547.2006.12091177.

Qi, Min and Xiaolong Yang (2009). ?Loss Given Default of High Loan-to-Value Residential Mortgages.? In: *Journal of Banking & Finance* 33.5, pp. 788–799. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2008.09.010.

Quan, Daniel C. and John M. Quigley (1991). ?Price Formation and the Appraisal Function in Real Estate Markets.? In: *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 4.2, pp. 127–146. DOI: 10.1007/BF00173120.

Steurer, Miriam, Robert J. Hill, and Norbert Pfeifer (2021). ?Metrics for Evaluating the Performance of Machine Learning Based Automated Valuation Models.? In: *Journal of Property Research* 38.2, pp. 99–129. DOI: 10.1080/09599916.2020.1858937.

The Appraisal Foundation (2024). *Uniform Standards of Professional Appraisal Practice (USPAP), 2024 Edition*. The Appraisal Foundation, Appraisal Standards Board, Washington, DC. Effective January 1, 2024. URL: https://www.appraisalfoundation.org/.

U.S. Department of Housing and Urban Development (2013). *Revision of Federal Housing Administration Policies Concerning Cancellation of the Annual Mortgage Insurance Premium*. Mortgagee Letter 2013-04, Federal Housing Administration. Effective June 3, 2013; the annual MIP continues for the life of loans with original LTV above 90%, and for 11 years at or below 90%. URL: https://www.hud.gov/sites/documents/13-04ml.pdf.

United States Code (1970). *Federal National Mortgage Association and Federal Home Loan Mortgage Corporation Charter Acts*. 12 U.S.C. § 1717(b)(2) (Fannie Mae) and 12 U.S.C. § 1454(a)(2) (Freddie Mac). Prohibit GSE purchase of conventional mortgages exceeding 80% LTV absent credit enhancement (private mortgage insurance, seller recourse/repurchase, or a retained seller participation).

United States Congress (1989). *Financial Institutions Reform, Recovery, and Enforcement Act of 1989*. Pub. L. No. 101-73, 103 Stat. 183; Title XI codified at 12 U.S.C. §§ 3331–3356. URL: https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-103/pdf/STATUTE-103-Pg183.pdf.

— (1998). *Homeowners Protection Act of 1998*. Pub. L. No. 105-216, 112 Stat. 897; codified at 12 U.S.C. §§ 4901–4910. Automatic termination of borrower-paid private mortgage insurance at 78% LTV; cancellation may be requested at 80%.

منهج قيد البواقي (RCA): الإطار والبروتوكول

نسخة محدَّثة من الورقة المنشورة أصلًا على Zenodo في 5 مارس 2025.

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

William Bert Craytor, SRA

Vol. 1, Issue 1 · Summer 2026
نُشر في 1 يوليو 2026
DOI: 10.67330/kgebxf46
2026 William Bert Craytor. Published by Pacific Vista Net. ©
يُنشر هذا المقال وفق شروط رخصة المشاع الإبداعي: النسب إلى المُصنَّف 0.4.

الملخص. من أبرز حدود مناهج التقييم التقليدية اتّكالُها على تقنياتٍ يدوية عتيقة، كتحليل الأزواج المتطابقة، تتجاوز إسهاماتِ قيمة خصائص العقار كأنها غير موجودة: فشبكة المبيعات التقليدية لا عمود فيها لإسهامات القيمة، بل للتعديلات وحدها. والحال أن إسهامات القيمة توفّر الأساس اللازم لقيودٍ رياضية تمنع المغالاة في التقييم وبخسَه لدى المُقيّم التقليدي.

ويمضي منهج قيد البواقي (RCA) بمنهج المقارنة بالمبيعات التقليدي قُدُمًا، بدمج عملية تقييمٍ متعددة الأطوار تستعمل شرائح الانحدار التكيّفية المتعددة المتغيرات (MARS) إلى جانب قيودٍ رياضية صارمة على إسهامات قيمة الخصائص، ولا سيما الخصائص غير المقيسة --- أي المتغيرات الكامنة كالجماليات والتصميم والحالة والجودة --- التي تخضع قيمها عادةً لحكم المُقيّم التقليدي الذاتي وتحيّزه.

وتعتمد القيود الرياضية في RCA على التطبيق الخبير لانحدار MARS في تقدير إسهامات قيمة خصائص العقار القابلة للقياس في سعر البيع. غير أن هذا التقدير لا يفسّر عادةً إلا نحو 80% من سعر البيع الفعلي، مستبعدًا خصائصَ تُقدَّر ذاتيًا كالتصميم والمنفعة الوظيفية والحالة والجودة. وفي منطقة خليج سان فرانسيسكو، يبلغ الباقي --- الممثّل لهذه المكوّنات الذاتية --- نحو 20% من قيمة العقار الإجمالية في المتوسط. ورقمُ 80/20 يعكس خبرة المؤلّف في منطقة الخليج في ظروف بياناتٍ معتادة، ولا ينبغي أن يُقرأ ثابتًا لا يتغيّر عبر الأسواق. وفي الأسواق التي يكون فيها R^2 القابل للبلوغ أدنى، تكون استجابة الإطار هي تعرّفَ محرّكات القيمة غير المقيسة وقياسَها --- كالمسافة إلى المحيط في المجتمعات الساحلية، والارتفاع في أحياء التلال، وما شابهها من متغيراتٍ تُجمع من مصادر خارجية حين لا توفّرها بيانات MLS --- لا قبولَ الحدّ والإبلاغ عن نطاقات خطأٍ أوسع. ومع أن بواقي MARS تُعامَل في سياقاتٍ أخرى معاملةَ أخطاء تقدير، فإنها في تقييم العقارات تصلح مقياسًا غير مباشر لقيمة المتغيرات الكامنة. وقد يبدو ذلك ابتداءً غير عملي، لكن البرهان يبيّن أن الباقي يمكن تفكيكه تفكيكًا ذا معنًى إلى مكوّناتٍ وصفية، بشرط أن يكون مجموع إسهاماتها مساويًا للباقي --- من غير أن يؤثّر ذلك في نتيجة التقييم النهائية.

وقد نشأت هذه المنهجية عن عقدين من التطبيق التجريبي لدى المؤلّف، وتطوّرت عبر تنفيذاتٍ متكرّرة لـMARS في بيئتَي R وPython.

الكلمات المفتاحية: تقييم العقارات، التقييم السكني، منهج قيد البواقي، MARS، شرائح الانحدار التكيّفية المتعددة المتغيرات، منهج المقارنة بالمبيعات، تحليل البواقي، المتغيرات الكامنة، التقييم الآلي

المحتويات

1 مقدمة **3**

2 الخلفية **5**

3 مهندس التقييم **7**

4 الافتراضات **8**

5 سير عمل RCA **10**

1.5 أنواع تحليل MARS 10

2.5 سير عمل المعالجة . . . 10
3.5 سير عمل البيانات . . . 11
1.3.5 متطلبات البيانات لـMARS . . . 11
2.3.5 البروتوكولات: إدراجات المبيعات المُغلَقة . . . 12
4.5 بنية مجلدات المشروع . . . 14
1.4.5 البروتوكولات: تشغيلات MARS (earth) المتعددة . . . 15
5.5 مصنَّف Excel الجوهري . . . 16
6.5 النسخ الاحتياطية . . . 16

6 ترميز المصنَّف **17**
1.6 الأبعاد الوصفية . . . 17
1.1.6 بُعد المشروع (“a”) . . . 18
2.1.6 بُعد نسخة التشغيل (“r”) . . . 18
3.1.6 أطوار سير العمل (“w”) . . . 19
4.1.6 أوراق مصنَّف Excel (“s”) . . . 19
5.1.6 إدراجات العقارات (“p”) --- صفوف MLSData . . . 20
6.1.6 متغيرات MLS (“v”) --- أعمدة MLSData . . . 20
7.1.6 مثالٌ ختامي على الترميز . . . 20
8.1.6 المسوّغ . . . 21
9.1.6 المصفوفات؟ . . . 21
10.1.6 التبسيط الأول . . . 21
11.1.6 التبسيط الثاني . . . 22

7 شبكة مبيعات RCA **23**

8 المتغيرات **24**
1.8 تصنيف أصل المتغير . . . 24
2.8 تصنيف تطبيق المتغير . . . 27
3.8 حدود الدرجتين الثانية والثالثة . . . 28
1.3.8 متغيرات التعديل . . . 28
2.3.8 متغيرات التجميع . . . 29
3.3.8 المتغيرات الخاصة والترميز . . . 29
4.3.8 تفكيك البواقي . . . 30

9 براهين RCA الجوهرية **31**

10 نموذج MARS **32**
1.10 دوال g لمتغيرات النموذج وتفاعلاته . . . 32
2.10 فهرسة دوال g . . . 32
3.10 أبعاد الرسم . . . 33
4.10 معادلة النموذج النهائية . . . 33
5.10 عدد الرسوم اللازمة لرسم نموذج . . . 34

11 خصائص البيانات **34**
1.11 الغرض من الباقي . . . 36
2.11 تصنيفات الحالة والجودة بوصفها متغيراتٍ انحدارية تقريبية . . . 36
3.11 أخطاء البيانات . . . 36
4.11 ما الدقة؟ . . . 37
5.11 العقار موضوع التقييم بوصفه شذوذًا . . . 39
6.11 أهمية CVR2 في التعامل مع البيانات غير المتوقَّعة . . . 39

12 البواقي **40**
1.12 الترتيب والتسجيل . . . 40
2.12 منحنى CQA--الباقي . . . 42
3.12 خصائص منحنى CQA . . . 42
1.3.12 تحليل مكوّنات منحنى CQA . . . 42
2.3.12 ديناميات السوق والتبعات الاجتماعية . . . 43
4.12 باقي العقار موضوع التقييم . . . 43
5.12 نتيجة القيمة في RCA . . . 44
1.5.12 اعتباراتٌ عامة . . . 44
2.5.12 المراجعة والتدقيق والشكاوى . . . 44

13 الخاتمة **45**

1 مقدمة

يعرض هذا البحث الأساسَ المنطقي والرياضي لمنهجٍ حديث في تقدير القيمة السوقية للعقارات السكنية وغيرها تقديرًا دقيقًا. وقد نشأ المنهج عن عشرين سنةً من الخبرة في تطبيق برمجيات شرائح الانحدار التكيّفية المتعددة المتغيرات (MARS) على منازل شمال كاليفورنيا --- ولا سيما في مجتمعات منطقة خليج سان فرانسيسكو --- وهو يقدّم تقدّمًا ذا شأن في دقّة التقييم.

وتحسّن MARS جودةَ التقييم بالتقاطها البارع للعلاقات اللاخطية بين خصائص العقار والقيمة، مع تعرّفها الكفء لأهمّ المتغيرات وترتيبها بحسب الأولوية. وهذه القدرة تتيح للمُقيّمين كشفَ ديناميات القيمة في مناطق سوقٍ جديدة أسرعَ بكثير ممّا تتيحه المناهج التقليدية. وMARS هي العمود الفقري لمنهج قيد البواقي (RCA) المقترح.

ويكتسب منهج RCA اسمَه من صرامة إطاره:

- إذ يفرض قيودًا صارمة على إسهامات القيمة من خصائص العقار المقيسة وغير المقيسة معًا:

1. يجب أن يكون مجموع كل إسهامات القيمة المستمدّة من MARS، بما فيها الباقي، مساويًا لصافي سعر البيع لكل عقارٍ مقارِن.
2. ويجوز تفكيك الباقي إلى مكوّناتٍ فرعية بقيمٍ مُسنَدة، بشرط أن يكون مجموعها مساويًا لباقي المقارِن.

- ويقلّل RCA التحيّزَ في تقدير الخصائص الذاتية --- كالجاذبية الجمالية والحالة والجودة --- بربط قيمتها الإجمالية بالباقي، الذي يُكمَّم تكميمًا دقيقًا حين يبني مهندسُ تقييمٍ كفء نموذجَ MARS.

ومع أن RCA مصمَّمٌ في المقام الأول للعقارات السكنية، حيث تؤثّر الخصائص الذاتية تأثيرًا كبيرًا في القيمة السوقية، فإنه ينطوي على إمكانٍ لتطبيقاتٍ أوسع في تقييم الأصول.

والتقييماتُ الدقيقة بالغة الأهمية بالنظر إلى أن سوق العقارات السكنية في الولايات المتحدة تُقدَّر قيمتها بنحو 45$ تريليون. وتذكر Fannie Mae أن التقييمات المعتادة تنحرف بنحو 5% عن أسعار البيع الفعلية، غير أن هذا الرقم يخفي تحيّزًا، إذ كثيرًا ما يواجه المُقيّمون ضغطًا للتوافق مع أسعار البيع. وفضلًا عن ذلك، ولأن 70%–60% من التقييمات تخدم إعادة التمويل --- حيث لا وجود لأسعار بيعٍ مقارِنة --- تتضح الحاجة إلى الدقة التي يقدّمها RCA. وقد قدّر تحليلُ الاحتياطي الفيدرالي سنة 2012 أن 20%–15% من التقييمات السابقة لأزمة 2008 انحرفت بأكثر من $\pm 10\%$ عن أسعار البيع، وهو نطاقٌ يُرجَّح أنه ما يزال ذا صلة بتقييمات إعادة التمويل اليوم، متفاوتًا بحسب نوع العقار والسوق.

ولماذا تهمّ الدقة؟ ففي المعاملات ذات نسبة القرض إلى القيمة المنخفضة --- كمشترٍ ذي ائتمانٍ قوي يدفع 500,000$ مقدّمًا على منزلٍ بمليون دولار --- قد يتنازل المُقرضون عن التقييم، افتراضًا لضآلة خطر الحجز. غير أن المشترين الذين يتخطّون التقييم يخاطرون بدفع ثمنٍ زائد، فلا يكتشفون العيوب إلا بعد الشراء. وهذا يؤكّد قيمةَ مناهج التقييم المتينة كـRCA.

ويبقى تكميمُ دقة التقييم عسيرًا. فالباحثون يفتقرون إلى مقاييسَ مباشرة لانحرافات ``القيمة السوقية''، فيتّكلون على وكلاءَ غير مباشرة. ومناهجُ التقييم التقليدية، المتجذّرة في الحكم الذاتي وفي تفاوت كفاءة المُقيّمين، تعقّد التحليل. ومن الاستراتيجيات المتّبعة:

1. درس Tzioumis (2016) 4,782 مُقيّمًا عبر 259,436 تقييمًا في إحدى عشرة ولاية، فوجد ثلثُهم في حدود 1% من سعر التعاقد، ونصفَهم بين 1% و3% فوقه، وأقليةً متوسطُها 5% فوقه --- بما يوحي بتحيّزٍ صعودي. وحدّدت الدراسة نوعين من المُقيّمين: ``عند القيمة السوقية'' (قريبين من سعر التعاقد)، و``فوق القيمة السوقية'' (أعلى منه باطّراد).
2. ووجد LaCour-Little and Krivorotov (2020) أن 90% من تقييمات الشراء بلغت سعر التعاقد أو تجاوزته، مبرزًا ``تحيّز المرساة'' --- أي النزوع إلى التوافق مع قيمةٍ مرغوبة --- ولا سيما في سياقات إعادة التمويل.

وتكشف هذه الدراسات تحيّزًا في ممارسات التقييم، تضخّمه حدودُ الأدوات التقليدية. فلو كان المُقيّمون على كفاءةٍ واحدة وبلا تحيّز، لتقاربت تقييماتهم؛ أما المغالاة المستمرة لدى بعض المجموعات فتشير إلى مشكلاتٍ نُظُمية.

ودراساتُ التحيّز المستشهد بها أعلاه، والنمطُ النُظُمي الذي تشير إليه، تعكس سمةً أعمق في ممارسة المقارنة بالمبيعات التقليدية صُمِّم RCA لمعالجتها. فالمنهجية التقليدية تعمل على قناتين شديدتَي التفاوت في مكانتهما المعرفية. ففي قناة الخصائص القابلة للقياس --- مساحة المعيشة، وأعداد الغرف، ومساحة الأرض، والعمر، والموقع --- يُتوقَّع من المُقيّم أن يشتقّ قيم التعديل اشتقاقًا موضوعيًا، بتحليل الأزواج المتطابقة أو بانحدارٍ خطي محلي على المبيعات المقارِنة. والمُقيّمون الأكفاء يؤدون هذا العمل، والتعديلات الناتجة قابلةٌ للدفاع في مواجهة البيانات على نحوٍ تقريبي على الأقل. ومع ذلك، لا تسجّل الشبكةُ التقليدية هنا أيضًا إلا التعديلات؛ بل ليس فيها حتى عمودٌ لإسهامات القيمة. ولا تُحسب التعديلات التقليدية فروقًا بين إسهامات القيمة --- بل تُقدَّر مباشرةً، من الأزواج المتطابقة أو من إجراءاتٍ مماثلة، من غير أن تُحسب الإسهاماتُ الأساسية قط. أما في RCA فكل تعديلٍ فرقٌ بين إسهامَي القيمة للعقار موضوع التقييم وللمقارِن في الخاصية المعنية --- وهي البنية التي يجعل البرهانُ II تبعاتِها دقيقة. وفي قناة الخصائص الذاتية --- الحالة، وجودة البناء، والتصميم، والمنفعة الوظيفية، والجماليات --- تتراوح إجراءات الإسناد المتاحة بين الرقيق والمهلهل. فتعديلاتُ الخصائص الذاتية يمكن إسنادها بتحليل أزواجٍ متطابقة لعقاراتٍ خارج مجموعة المقارنات المباشرة، أو بالاحتكام إلى ممارسة الأقران المعترف بها، أو بالإحالة إلى خبرة المُقيّم الموثَّقة في السوق. وثلاثتها ممتثلةٌ شكليًا للمعايير المهنية. ولا يرقى أيٌّ منها إلى الصرامة الإحصائية التي تبلغها القناة القابلة للقياس روتينيًا.

والنتيجة تفاوتٌ إجرائي بين ما تقتضيه المعايير وما تستطيع المنهجية تقديمه. فالمعايير تقتضي إسنادَ كل تعديل، قابلًا للقياس كان أو ذاتيًا. والمنهجية تقدّم إسنادًا متينًا في قناةٍ وطيفًا من الإجراءات الأضعف في الأخرى، تمتدّ من زوجٍ متطابق حكائي حجمُ عيّنته واحد إلى استشهادٍ بما يستعمله سائر المُقيّمين عرفًا. والمُقيّمُ الأمين الكفء الذي يؤدي عملَ أزواجٍ متطابقة متأنّيًا في تعديل إطلالةٍ ينتج إسنادًا أفضل بمعنًى حقيقي ممّن يستشهد بممارسة الأقران بلا أساس، غير أن المراجعَ الذي يقارن التقييمين على النموذج المعياري لا يستطيع تمييزهما بسهولة، لأن النموذج يسجّل قيمة التعديل لا صرامةَ اشتقاقه. والمنهجية تحتمل هذا التفاوت لأنه لم يتوفّر للمُقيّمين العاملين إجراءٌ أقوى للخصائص الذاتية عمومًا.

ويحسّن RCA القناتين كلتيهما، لكن بطريقتين مختلفتين في النوع. ففي القناة القابلة للقياس، يلتقط انحدار MARS علاقاتٍ لاخطية، وتفاعلاتٍ بين المتغيرات، وبنيةَ دوال أساسٍ يعجز عن تمثيلها تحليلُ الأزواج المتطابقة والانحدارُ الخطي الاعتيادي. وبملاءمته على مجموعة المبيعات المؤهَّلة كاملةً في منطقة السوق --- وهي عادةً عدة مئات --- لا على المقارنات الثلاث إلى التسع في الشبكة التقليدية، تكون إسهاماتُ القيمة المستمدّة من MARS موضوعيةً وأدقَّ بكثير من المنهجية التي تحلّ محلّها. وفي القناة الذاتية، يفعل RCA شيئًا مختلفًا في نوعه عن كل الإجراءات التقليدية. فهو لا يحاول تقدير قيم التعديل للخصائص الذاتية المفردة البتة. بل تظهر إسهاماتُ الخصائص الذاتية كلها --- أي المتغيرات الكامنة --- مجتمعةً في صورة الباقي: الفرقِ بين صافي سعر البيع الفعلي لكل مقارِن وسعرِه المتنبأ به بـMARS، وهو قابلٌ للحساب من البيانات من غير إدخالٍ من المُقيّم. وتفكيكُ ذلك الباقي إلى مكوّناتٍ مسمّاة --- التصميم، والمنفعة الوظيفية، والإطلالة، والحالة، والجودة، وغيرها --- مقيَّدٌ بأن يساوي مجموعُها الباقيَ الإجمالي، وبموجب البرهان II (القسم 9) يعطي أي تفكيكٍ يستوفي ذلك القيد نتيجةَ القيمة نفسَها. والحكمُ الباقي في سير العمل هو وضعُ العقار موضوع التقييم في التوزيع المرتَّب لبواقي المقارنات، ويُتّخذ في مقابل ترتيبٍ قابل للفحص ويُوثَّق صراحةً في التقرير. ويبقى تقييم RCA الضعيف ممكنًا --- إذ يستطيع مهندسُ تقييمٍ قليل الخبرة أن ينتج نموذج MARS مفرطَ الملاءمة، أو أن يضع العقار موضوع التقييم وضعًا غير معقول، أو أن يفوّت شذوذاتٍ في البيانات --- لكنه ضعيفٌ على نحوٍ يستطيع المراجعُ تعرّفه بفحص النموذج والترتيب، لا ضعيفٌ على نحوٍ لا تستطيع مراجعةُ النموذج المعياري كشفه.

وفيما وراء إعادة التمويل، يدين المُقيّمون للمُلّاك بتقييماتٍ دقيقة، ولا سيما في المشتريات عالية القيمة حيث قد تكلّف الأخطاءُ عشراتِ أو مئاتِ الآلاف. ومع ذلك يتردّد كثيرون في إنفاق $600–$1,000 على التقييمات، شاكّين في قيمتها المضافة. والمناهجُ المتقدمة كـRCA، وإن كانت كثيفة الموارد ابتداءً، تَعِد بدقةٍ أكبر. ومع الصقل والخبرة ينبغي أن تزداد كفاءتها --- وتبنّيها.

2 الخلفية

خلفيةُ المؤلّف التعليمية في الرياضيات وعلوم الحاسوب والإحصاء. وهو بالمهنة مهندس برمجيات، وله خبرةٌ ثانوية في التقييم والمحاسبة. وقد ظلّ يجري التقييمات، على فتراتٍ، منذ سنة 2002، وطبّق MARS منذ نحو 2004 في تحديد تعديلات العقارات واتجاهات الأسعار في العقارات السكنية.

والتقييم بـMARS ``خبرةٌ عميقة" في التقييم. فـMARS تولّد نماذجَ تعكس بتفصيلٍ يفوق أي منهجٍ إحصائي آخر المتغيراتِ التي تُسهم في القيمة السوقية، وكيفيةَ تأثير تغيّر تلك القيم في سعر البيع. ومن ثمّ يكون المُقيّم، وهو يقيّم بـMARS، متحرّيًا باستمرار العلاقاتِ السببية بين قيم المتغيرات وأسعار البيع كما تولّدها نماذج MARS.

وتوخّيًا للشفافية، تُطبَّق منهجية RCA على أفضل وجهٍ في المناطق السكنية ذات الخصائص الآتية:

1. أحياءٌ معقّدة بعقاراتٍ شديدة الاختلاف بعضها عن بعض
   - منازلُ أقدم
   - درجاتٌ متفاوتة من التحديث
   - عمارةٌ وتصميماتٌ كثيرة الاختلاف
   - تباينٌ في سمات العقار كمساحة المعيشة ومساحة الأرض والارتفاع والإطلالة.
2. ظروف سوقٍ معقّدة
   - ظروفُ سوقٍ سريعة التغيّر
   - أنواعٌ كثيرة مختلفة من المشترين
3. مصادرُ بياناتٍ جيدة: فبروتوكول RCA قائمٌ على التنقيب في البيانات ويحتاج إلى بياناتٍ وفيرة عالية الجودة. ومع أنه يمكن استعماله في المناطق قليلة البيانات، فقد لا يستحقّ ما يقتضيه من وقتٍ وكلفة.
4. أن تكون التقديرات الدقيقة للقيمة السوقية مطلوبةً. فينبغي أن يقدّم RCA، في معظم الحالات، دقةً في حدود $\pm$ 1–2%. وعلى تقرير مهندس التقييم أن يعلّق على شروط الدقة في نتيجة القيمة النهائية. فإن نقصت البيانات أو المعلومات، أو لم تُكشَف أنماطٌ متّسقة في السوق عبر التنقيب في البيانات، تضرّرت الدقة ووجب إعلامُ العميل بالحال. وعلى وجه التحديد، فإن R2 وCVR2 المرتفعين (R2 المتحقَّق منه تقاطعيًا، المحسوب بالتقسيم المتكرّر لمجموعة بيانات MLS إلى تقسيماتٍ عشوائية للتدريب والاختبار)، ونموذجَ MARS ذا المعنى، والنمطَ القوي في خصائص CQA للعقار (الحالة والجودة والجاذبية) في البواقي المرتَّبة، هي الوسائل الرئيسة لتقدير الدقة والموثوقية في نتيجة القيمة.

وتطوّرُ بروتوكولات RCA هذه على مدى العشرين سنة الماضية وأكثر قائمٌ على توفّر .MLSListings Inc (Sunnyvale, CA) وغيرها من أنظمة MLS، المتاحة حاليًا عبر MLSListings، وهي تشكّل أكثر من 95% من خبرة المؤلّف في تحليل البيانات. وتتبع خبرةُ المؤلّف من عمل تقييمٍ واسع عبر خمس عشرة مقاطعة رئيسة في شمال كاليفورنيا، مع خبرةٍ إضافية في عشر مقاطعاتٍ ثانوية.

ومنهجية RCA أشدّ فعاليةً في الأسواق المستوفية لمعيارين رئيسين:

1. وفرةُ بيانات تقييمٍ عالية الجودة
2. مناطقُ سكنية معقّدة غير متجانسة تتّسم بـ:
   - طرزٍ معمارية متنوّعة
   - درجاتٍ متفاوتة من تحديث العقارات
   - أنماطِ تطويرٍ ممتدّة على عقود

الخبرة في مقاطعات كاليفورنيا

تستند العباراتُ الواردة في هذا البحث إلى خبرةٍ في تقييم العقارات في مقاطعات شمال كاليفورنيا الآتية:

San Mateo	Santa Clara	Marin	Napa	Monterey	Santa Rosa
Alameda	San Francisco	Contra Costa	Sacramento	El Dorado	San Joaquin
Stanislaus	Placer	Solano	Mendocino	Lake	Colusa
Merced	Nevada	San Benito	Santa Cruz	Sutter	Yuba

والمناطق أعلاه تستوعب في جوهرها وادي السيليكون والمقاطعات المحيطة به، ممتدّةً إلى مناطقَ أكثر ريفية، منها الوادي الأوسط وسفوح Sierra. ويجدر بالذكر أن المؤلّف كان دائمًا يملك بياناتٍ وفيرة ودقيقةً **نسبيًا** مقارنةً بما يتاح لكثيرٍ من المُقيّمين في مناطقَ أقلَّ تطوّرًا في الولايات المتحدة.

وبيانات MLS المستعملة معتمَدةٌ من RESO، وممتثلةٌ لـRCF (الصيغة المشتركة لـRESO). ورغم اعتماد RCF، تكون البياناتُ الثانوية الأهمية عادةً مفقودةً أو خاطئة في بعض العقارات، إما بأخطاء إدخالٍ أصلية من مُقيّم الضرائب أو لاحقة من وكيل المبيعات في MLS. وكثيرًا ما تتبع هذه الأخطاء نمطًا، كعدم الإدخال أصلًا حين لا توجد الخاصية. فمثلًا، بدل إدخال 0 في ``مواقف المظلّة" حين لا توجد مظلّة، لا يُدخَل شيء. وفي المناطق التي تندر فيها المظلّات، قد يستبدل المحلّلُ 0 بغياب البيانات ليحصل على تعديلٍ مفيد للمظلّات. ومع أن R/earth وسائر تنفيذات MARS تستطيع معالجة البيانات المفقودة، فإن على مهندس التقييم (VE) أن يقرّر كيفية التعامل معها.

وبيانات MLSListings متاحةٌ كذلك من أنظمة MLS في بعض الولايات الأخرى، من Florida إلى Hawaii. ويمكن أن يفيد ذلك في اختبار مدى نجاح البروتوكولات والشفرة في ولاياتٍ مختلفة.

3 مهندس التقييم

تعريف 1: مهندس التقييم

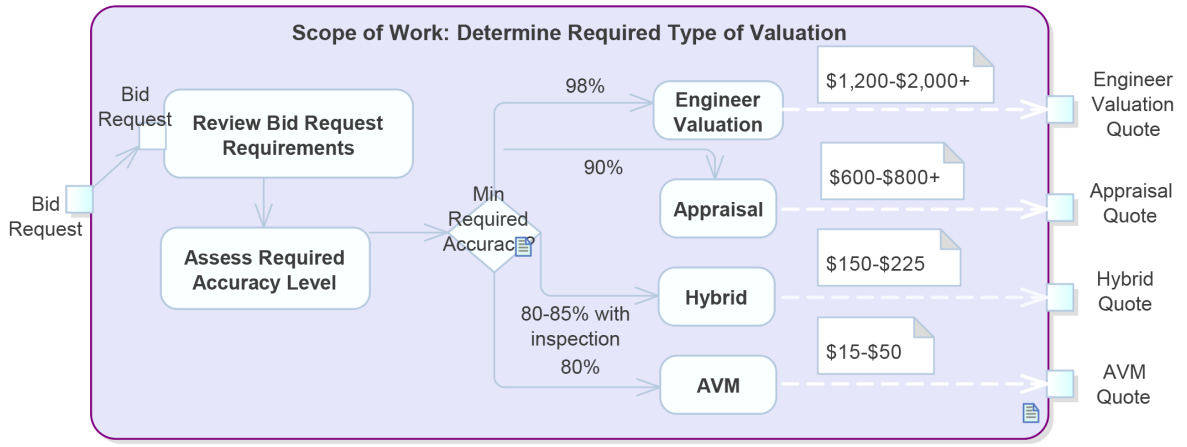
منعًا للالتباس، يُستعمل مصطلح ``مهندس التقييم" (أو "VE" اختصارًا) للدلالة على فردٍ يمتلك خبرة مُقيّمٍ مرخَّص، مقترنةً بمعرفةٍ ومهاراتٍ وخبرةٍ متقدمة في استعمال التنقيب في البيانات والإحصاء والبرمجة والبروتوكولات التفصيلية والذكاء الاصطناعي لتحديد القيمة السوقية للعقارات المعقّدة. ومن المهم كذلك إدراكُ أن التقييم مهمّةٌ تستلزم صورةً ما من الترخيص بسبب إمكان الاحتيال الثابت.

ويقدّم المُقرضون عادةً عدة خيارات تقييمية:

1. نماذج التقييم الآلي (AVMs) --- وهي الخيار الأقل كلفة
2. التقييمات الهجينة --- باستعمال معاينين غير مرخَّصين بإشراف مُقيّمٍ مرخَّص
3. التقييمات المعيارية --- يؤديها مُقيّمون مرخَّصون

والغائبُ عن الاعتبار المعتاد في عمل التقييم هو التقييماتُ على مستوى المهندس. فببساطة، ليس ثمة كثيرٌ من المُقيّمين ذوي المهارات اللازمة لأدائها. وينبغي أن تكون ثمة حاجةٌ إليها. فهي تستطيع تقديم دقةٍ أعلى بكثير، وتكاد تضمن موضوعيةً جيدة إلى حدٍّ بعيد باستعمال منهجية RCA (MARS والقيود).

وفي العقارات المتوافقة في التقسيمات الأحدث، تكفي التقييماتُ المعيارية عمومًا. غير أن تقييمات المهندس مُوصى بها للمنازل الأقدم في مناطق ذات تاريخ تجديدٍ كبير ممتدّ على ثلاثين سنة أو أكثر. وينبغي أن يتبع الاختيارُ بين هذين المنهجين عمليةَ قرارٍ مبنية قائمة على خصائص العقار وظروف السوق.



4 الافتراضات

افتراض 1: المنطقة الجغرافية ونوع العقار

يتركّز نطاق هذا البحث في المقام الأول على المنازل أحادية الأسرة والشقق في المناطق الحضرية والمدنية بكاليفورنيا. ومع أن منهج المقارنة بالمبيعات ينطبق على أنواعٍ أخرى من العقارات وعلى أقاليمَ جغرافية أخرى، فإن منهجَي الدخل والتكلفة يؤديان عادةً دورًا أغلب في تقييم الأراضي الزراعية والعقارات متعددة الأسر والعقارات التجارية. وفي مثل هذه الحالات قد يحتاج منهج RCA إلى تعديل أو تكون قابليتُه للتطبيق محدودة.

افتراض 2: تخزين البيانات

تُستعمل CSV وExcel استعمالًا مكثفًا في أنظمة MLS، ويُفترض أنهما السبيل الرئيس لتغذية برامج RCA بالبيانات. وإن كان يمكن استعمال تغذيات الوسطاء لتغذية قواعد بيانات SQL باستمرار. وكثيرًا ما يستعمل النسخُ الاحتياطي والتخزينُ الوسيط قواعدَ بيانات SQL، ومن أبرزها اثنتان حرّتان مفتوحتا المصدر هما SQLite وPostgreSQL. وتُستعمل كذلك ملفات النصّ أو RTF لمقتطفات التقارير، وملفات PNG وJPG وTIFF للرسوم. ولاحظ أن SQL Server من Microsoft مستعمَلٌ لدى كثيرين أيضًا، لكن الإصدار المجاني "SQL Server Express" محدودٌ جدًا (فلا يمكن استعمال أكثر من نواةٍ معالجة واحدة مثلًا)، وللإصدارات الأخرى رسومُ ترخيصٍ ثقيلة للاستعمال التجاري. وقواعدُ بيانات العقارات في كاليفورنيا قد تكون ضخمة جدًا، وعملياتُ الضم قد تستغرق وقتًا طويلًا، فقد يفيد حاسوبٌ بثماني نوًى فأكثر و128 غيغابايت من الذاكرة في عمليات الضم الكبيرة. وقواعدُ بيانات SQL مهمّةٌ كذلك حين تحتاج إلى إيجاد كل العقارات في منطقةٍ محدودة اعتباطيًا. فلو استعملتَ مثلًا التحليلَ العنقودي لتعريف الأحياء، لملتَ إلى استعمال قاعدة بيانات SQL ما. غير أن لقواعد البيانات المختلفة دوالَّ مُضمَّنة مختلفة لمعالجة المعلومات الجغرافية، فهي من ثمّ غير متوافقة بعضها مع بعض. وفي هذه المجموعة من المقالات عن RCA، سيُفترض PostgreSQL للمهامّ المعقّدة في SQL وSQLite للمهامّ البسيطة.

افتراض 3: استعمال "R/earth" في معالجة MARS

حتى سنة 2017، كانت برمجيةُ MARS من Salford Systems حلًّا في المتناول بسعر $270 في السنة. غير أنه بعد استحواذ Minitab على Salford Systems، خُزمت MARS في حزمة SPM لديهم بـ$16,000 سنويًا --- وهو سعرٌ يمنع معظم الأعمال الصغيرة. ولحسن الحظ، تطوّرت حزمة "earth" في لغة R (Milborrow 2024a)، التي يتعهّدها ستيفن ميلبورو، لتضاهي قدراتِ MARS في Minitab SPM أو تتجاوزها. ولحزمة earth مزايا إضافية: فهي متاحةٌ مجانًا، وتتكامل تكاملًا سلسًا مع منظومة R الإحصائية الشاملة، ويمكن الوصول إليها من Python عبر Pandas، بما يوفّر مرونةً ممتازة لسيرِ عملٍ مختلفة. والمناقشاتُ المتعلقة بـMARS تفترض الاستعمال المحدَّد لـR/earth.

افتراض 4: الترميز

تُمثَّل البياناتُ الخام من المصادر الخارجية كملفات CSV وجداول Excel بمحارف لاتينية معيارية. ويشمل ذلك بيانات عقارات خدمة الإدراج المتعدد (MLS)، وإعداداتِ ضبط MARS باستعمال حزمة R/earth، والبياناتِ الخاصة بالمشروع. ويمتدّ هذا الترميز إلى تمثيلاتها المقابلة في أطر البيانات في R أو Python.

وعند مناقشة **خصائص العقار** وأنواعها ومجموعاتها الفرعية، يتحوّل الترميز إلى الحروف اليونانية زيادةً في الدقة والوضوح التحليلي. ومع أن هذا الترميز الرياضي قد يبدو أشدّ صرامة، فإنه يخدم غرضًا حاسمًا: تمييزَ سمات العقار المجرَّدة من تمثيلات بياناتها الخام. وعرفًا، تدلّ الحروف اليونانية باطّراد على خصائص العقار، في حين تدلّ الحروف اللاتينية على بنى بيانات جداول البيانات. فمثلًا، يمثّل الرمز M مصفوفةَ بيانات MLS، منظَّمةً بالعقارات صفوفًا وخصائصها المقابلة أعمدةً.

افتراض 5: لغات البرمجة

في هذا الحقل، R وPython مع Pandas هما اللغتان المهيمنتان، مع استعمال C أو C++ حين تكون السرعة مهمّة. وR/earth نفسها مكتوبةٌ بـR وC.

افتراض 6: الفهرسة

قد تتفاوت الفهرسةُ بين لغات البرمجة والرياضيات، وهو ما قد يُربك:

- الرياضيات وR تبدأ الفهرسة من 1.
- وC وC# و$C++$ وPython تبدأ من 0.

وفي هذا البحث، حفاظًا على الاتساق والبساطة، تبدأ كل الفهرسة من 0 (كـPython أو C). وإليك كيف تعمل:

- في القوائم أو المصفوفات أو أطر البيانات:
  - الفهرس 0 محفوظٌ لـ``العقار موضوع التقييم" (أي العقار الرئيس محلّ الدراسة).
  - مثال: في جدولٍ صفوفُه عقارات، يكون الصف 0 هو العقار موضوع التقييم، ويحمل العمود 0 معرّفاتٍ فريدة لكل العقارات.
  - ونصيحةٌ عملية: رتّب العقارات بالعقار موضوع التقييم أولًا (الصف 0)، ثم أدرِج البقية من الأحدث إلى الأقدم بتاريخ البيع، مرقِّمًا إياها بالتتابع (0، 1، 2، وهكذا).

- وحين لا يوجد عقارٌ موضوع تقييم:
  - إن كانت بنيةُ البيانات لا تتضمّن عقارات (كأن تكون متغيراتٍ أو دوالَّ فحسب)، تُتخطّى الفهرس 0 وتبدأ الفهرسة من 1.
  - وملاحظةٌ خاصة لمستعملي R: لمّا كانت R تستعمل فهرسةً تبدأ من 1، فعند برمجة رياضيات هذا البحث في R أضِف 1 إلى كل الفهارس للتحويل من الفهرسة الصفرية إلى الأحادية.

5 سير عمل RCA

فهمُ سير عمل RCA جوهريٌّ للتحليل الفعّال. وتتبع العملية تسلسلًا مبنيًا من المهامّ التحليلية ونقاط القرار.

1.5 أنواع تحليل MARS

يتوقّف سير عمل تحليل MARS على ما إذا كان المطلوب تحليلَ سوقٍ فحسب أم تقييمَ عقارٍ بعينه. ولاحظ أن تقييم عقارٍ محدَّد يقتضي عادةً تحليلًا لمنطقة سوقه.

- تحليل السوق: يتركّز على مناطقَ واسعة كالمقاطعات أو المدن أو الأقاليم المحدَّدة. ولا ينطوي هذا المنهج على عقارٍ بعينه موضوع تقييم، فلا يقتضي من ثمّ نتيجةَ قيمة. ويتمحور سير العمل حول تطوير النموذج والتحقق منه وتوليد التحليلات المُسنِدة. وتنتهي العملية بمجرد تعرّف النموذج الأمثل وتوثيقه.
- تحليل العقار المفرد: يشمل كل عناصر تحليل السوق مضافًا إليها تحديدُ قيمة عقارٍ بعينه. وهذا يختلف اختلافًا جوهريًا عن مناهج التقييم التقليدية. ففي المناهج التقليدية، تُشتقّ القيمة عادةً بتعديل ثلاث إلى تسع مبيعاتٍ مقارِنة وحساب متوسطٍ مرجَّح. أما RCA فيحدّد القيمة أساسًا عبر مكوّنين:

  1. القيمة المتنبأ بها في نموذج MARS
  2. والباقي المقدَّر الخاص بالعقار (مع درجة CQA المرتبطة به)

  وتخدم شبكةُ المبيعات في RCA في المقام الأول شرحَ فروق القيمة بين العقار موضوع التقييم والمقارنات بتوضيح إسهامات المتغيرات. ومن أبرز مزايا RCA ثباتُه: فمع أن العملاء قد يجادلون في انتقاء المقارنات، تبقى نتيجةُ القيمة متّسقة أيًّا كانت المقارنات المختارة للعرض، إذ تُعدَّل كل المبيعات (خمس عشرة كانت أو ستمئة) بالنموذج نفسه. ومع أن المبيعات الأقدم تُعدَّل تلقائيًا إلى ظروف السوق الحالية، فالمبيعاتُ الحديثة أفضلُ عمومًا. فقدرةُ النموذج على التقاط عوامل السعر تضعف مع البُعد الزمني، إذ تزداد أهميةُ خصائص السوق غير المقيسة على المدد الأطول.

2.5 سير عمل المعالجة

يمكن وصف سير عمل المعالجة الإجمالي بهذه الخطوات:

1. نطاق العمل.
2. إعداد مجلدات المشروع وملفاته الأوّلية.
3. تنزيل بيانات MLS. راجع البروتوكولات 1.3–1.1 بشأن عدد سجلات العقارات اللازمة ووضع قيودٍ على النطاقات الزمنية.
4. إكمال أوراق الضبط: متغيرات الانحدار، والتفاعلات، والتجميعات، والحسابات.
5. تشغيل انحدار MARS (R/earth) لإنشاء نموذج السعر.
6. توليد إسهامات قيمة العقارات وبواقيها (الباقي الخام والباقي للقدم المربعة) من نموذج MARS.
7. ترتيب العقارات بالباقي للقدم المربعة.
8. إنشاء درجات CQA لكل بيعةٍ مقارِنة.
9. بافتراض إنتاج ترتيبٍ جودي للعقارات يمثّل حقًا جاذبيتها الإجمالية، أوجِد أفضل موضعٍ للعقار موضوع التقييم في الترتيب وأسنِد إليه درجة CQA، بدراسة اتجاهات النمط الإجمالي في الترتيب.
10. أسنِد الباقيَ للقدم المربعة المقابل إلى العقار موضوع التقييم بوصفه الباقيَ للقدم المربعة · مساحة المعيشة (للعقار موضوع التقييم).
11. **اجمع تقدير سعر MARS والباقي المُسنَد للوصول إلى نتيجة قيمة العقار موضوع التقييم.**
12. فكّك باقي العقار موضوع التقييم إلى مكوّناتٍ وصفية وإسهامات قيمة.

13. احسب إسهامات القيمة والتعديلات التي ينتجها النموذج للمقارنات، مع كل المجاميع الفرعية وأسعار البيع المعدَّلة.
14. وستساوي أسعارُ البيع المعدَّلة نتيجةَ القيمة النهائية للعقار موضوع التقييم.
15. اختر أشبه ستة إلى اثني عشر عقارًا لشبكة المبيعات.
16. فكّك مبالغ الباقي الإجمالية للمقارنات إلى إسهامات قيمةٍ لمكوّنات الباقي، مع ضبط قيمة إجمالي الباقي على 0 بعد إتمام التفكيك.
17. أعِد حساب كل المجاميع الفرعية وسعرِ البيع المعدَّل للمقارِن في شبكة المبيعات. وتحقّق من القيم.
18. ارفع شبكة المبيعات إلى التقرير.

ولاحظ أن نتيجة القيمة النهائية في RCA لا تُشتقّ مباشرةً من قيم المقارنات في شبكة المبيعات. فمع منهج RCA تصير شبكةُ المبيعات أداةً لشرح سببِ بيع العقارات التي تبدو شبيهةً بالعقار موضوع التقييم بأكثر أو بأقل من نتيجة القيمة النهائية أو من القيمة المقدَّرة للعقار موضوع التقييم، لا أكثر. ويجب النظر إلى ذلك على نحوٍ مختلف: فنتيجةُ قيمة العقار موضوع التقييم تتوقّف على تقدير سعر نموذج MARS وعلى الباقي الذي يقدّره مهندسُ التقييم. لكن هاتين الكمّيتين شديدتا التوقّف على كل العقارات التي دخلت انحدار R/earth، الذي أنشأ ترتيبَ بواقي العقارات الذي حدّد درجة CQA للعقار موضوع التقييم، فحدّد بذلك باقيَه عبر وضعِه في الترتيب من مهندس التقييم. والتعديلاتُ في شبكة المبيعات تحدّدها في الحقيقة القيودُ الرياضية المفروضة في RCA، وإن كان تفكيكُ الباقي متروكًا بعض الشيء لمهندس التقييم، إذ يجب دائمًا أن يكون مجموعُ إسهامات قيمة التفكيك مساويًا للباقي المرتبط به. ونعلم من البرهان 2 أنه مع تفاوت القيم الفعلية لمكوّنات الباقي بحسب حكم مهندس التقييم، فإن مجاميعها لعقارٍ بعينه مقيَّدةٌ تقييدًا تامًّا، ولن تغيّر من ثمّ سعرَ البيع المعدَّل للعقار المرتبط بها، أيًّا كان تغييرُ مهندس التقييم لتفكيك الباقي.

3.5 سير عمل البيانات

لاحظ أنه لا يُعرض في هذا البحث إلا سيرُ عملٍ على مستوًى عالٍ لمنهج RCA. وستتعمّق مقالاتٌ أخرى في مختلف أطوار تحليل RCA وأطواره الفرعية.

1.3.5 متطلبات البيانات لـMARS

سنحتاج إلى تحديد تاريخِ بدءٍ لمعاملات البيع وتاريخِ انتهاءٍ قائم على التاريخ الفعّال للتقييم. ويراعي ذلك عادةً العددَ المقدَّر لمتغيرات الانحدار والتفاعلات اللازمة لكل درجة تفاعلٍ فوق الواحدة.

2.3.5 البروتوكولات: إدراجات المبيعات المُغلَقة

بروتوكول 1.1: تحديد عدد إدراجات المبيعات المُغلَقة اللازمة من MLS

يصف هذا البروتوكول كيفية حساب الحد الأدنى المُوصى به لعدد إدراجات المبيعات المُغلَقة المُدخَلة في انحدار MARS. وستحتاج ابتداءً إلى تقديرٍ تقريبي، ثم تشغّل MARS بتشغيلاتٍ من الدرجة الأولى والثانية وربما الثالثة لتوليد النموذج الأوّلي، ثم تراجع عدد الصفوف وفق القواعد الآتية لتحديد ما إذا كنت تحتاج إلى مزيدٍ منها. ويفترض هذا البروتوكول أن المتغيرات المستقلة مستقلةٌ بنسبة 100%، وهو ما يندر في العقارات؛ فمساحة المعيشة وأعداد الغرف مثلًا شديدةُ الارتباط عادةً، ومساحة المعيشة يُرجَّح كذلك أن تُظهر ارتباطًا بمساحة الأرض. وهذا يدخل في حساب ``درجات الحرية (DOF)". فكل متغيرٍ مستقلٍّ حقًا يحصل على درجة حرية واحدة. لكن حين توجد تبعياتٌ بين ما يُسمّى المتغيرات المستقلة، يقتضي الحسابُ الدقيق لدرجات الحرية تحليلًا يتجاوز نطاق هذا البحث. وحسبُك أن تتذكّر أنه بسبب الترجيح القائم على الخطية المشتركة بين المتغيرات، تكون التقديراتُ أدناه مبالَغًا فيها على الأرجح.

1. في حدود الرتبة الأولى (بلا تفاعلات)، تعمل قاعدةُ نحو 15 صفًّا لكل متغير عملًا جيدًا
2. ولكل تفاعلٍ ثنائي مسموح به، ينبغي أن تضيف نحو 15–30 عقارًا
3. وللتفاعلات الأعلى رتبةً (ثلاثة متغيرات فأكثر)، ينبغي لكلٍّ منها 30 عقارًا فأكثر.

غير أن هذه ليست قاعدةً صارمة. فالعدد الفعلي اللازم قد يتوقّف على:

- نسبة الإشارة إلى الضوضاء في بياناتك
- تعقيدِ العلاقات التي تحاول نمذجتها
- تقلّبِ متغيرك المستجيب
- جودةِ بياناتك

مثال:

فإن كان لديك:

- 10 متغيرات رئيسة
- 5 تفاعلاتٍ ثنائية مسموح بها
- 2 تفاعلٍ ثلاثي مسموح به

فقد تحسب الحدّ الأدنى لعدد المبيعات هكذا:

```
N = (10 variables * 15 rows/variable ) +
      (5 two-way-interactions * 22 rows/two-way-interaction) +
      (2 three-way-interactions * 30 rows/three-way-interaction)
      = 320 rows
```

وبدلًا من ذلك، يمكنك أن تفعل الآتي: بعد تشغيل R/earth على مجموعة بيانات، يمكنك استعمال عدد دوال الأساس في النموذج زائدًا واحدًا تقديرًا لدرجات الحرية، ثم تضرب هذا العدد في 20–30 للحصول على عدد سجلات الإدخال اللازمة.

بروتوكول 2.1: ينبغي أن تشمل مدد البيع تغيّرًا أدنى في أذواق المشترين

عند جمع بيانات العقارات التاريخية، لا يوجد حدٌّ زمني صارم إن أمكن التقاطُ تغيّرات تفضيلات السوق عبر متغيراتٍ ملائمة. وانظر في هذه النقاط الرئيسة لمعالجة التطوّر المعماري في سوقك: يمكن نمذجةُ تغيّرات الطرز المعمارية المهيمنة (كالانتقال من طراز California Ranch إلى المتوسطي) باستعمال:

- معرّفات التقسيمات
- رموز مناطق MLS
- نطاقات تواريخ البناء

غير أنه إن تعذّر التقاطُ تغيّرات الطراز هذه التقاطًا كافيًا عبر متغيراتٍ بعينها، واجهتَ قيدًا مهمًّا: فمع أن تاريخ البيع يُستعمل عادةً للتعديل لظروف السوق، فإن استعماله في آنٍ لضبط التفضيلات المعمارية سيخلط بين هذين الأثرين المتمايزين. وفي مثل هذه الحالات، المقاربةُ المفضَّلة إما:

1. أن تقصر جمعَ بياناتك على المدة التالية لظهور الطراز المعماري الأحدث
2. أو أن تقيّد انتقاءك للمقارنات بالتقسيمات المشتركة في الطراز المعماري نفسه

وهذا يضمن حفاظَ تحليلك على الاتساق في خصائص العقارات مع إتاحة التعديل السليم لظروف السوق عبر الزمن. وبدلًا من ذلك، في هذه الحالة على الأقل، وبافتراض قدرتك على استخراج الطراز المعماري من البيانات، يمكنك النظر في التفاعل بين هذين المتغيرين. غير أن هذا الاستخراج ليس ممكنًا دائمًا.

بروتوكول 3.1: إن كنتَ في منطقةٍ قليلة المبيعات فافعل ما بوسعك

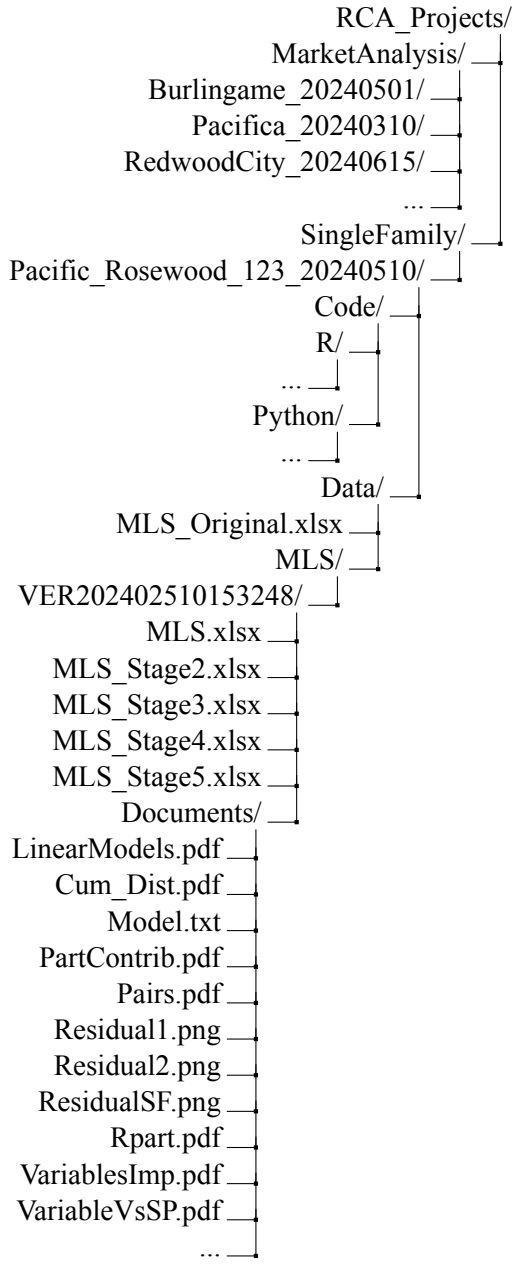
عند العمل بنمذجة MARS على بيانات المبيعات، تحتاج إلى نحو 15 معاملة لتحليلٍ ذي معنى. فإن كان لديك مبيعاتٌ أقل (خمسةُ عقارات مثلًا)، أمكنك تكرارُ كل سجلٌ مرتين لبلوغ عتبة الخمسة عشر عقارًا. وثمة اعتباراتٌ مهمة لهذه المقاربة:

1. استعمل انحدار الدرجة الأولى وحده للحدّ من فرط الملاءمة
2. وتجاهل التحقق المتقاطع أو تخطَّه، إذ إن مجموعة البيانات محدودةٌ أكثر مما ينبغي
3. ومع أن MARS يُرجَّح أن تتفوّق على الأزواج المتطابقة أو على مناهج الانحدار الخطي المعيارية في هذا السيناريو، فكن على وعيٍ بأن تكرار البيانات يؤثّر في صحة قياسات عدم اليقين والدلالة الإحصائية

وأفضلُ حلٍّ على المدى الطويل توسيعُ مجموعة بياناتك بمبيعاتٍ فعلية إضافية. غير أنك إن اضطُررت إلى المضيّ ببياناتٍ محدودة، فتكرارُ البيانات يوفّر حلًّا مؤقتًا قابلًا للعمل مع الإقرار بحدوده الإحصائية.

4.5 بنية مجلدات المشروع

يحسن مناقشةُ بنية مجلدات المشروع. فمن الجيد أن يكون ثمة مجلدٌ منفصل لتحليلات السوق وآخر لتقييمات العقار المفرد. ولكلا المجلدين بنيةُ مجلداتٍ فرعية متشابهة:



ستُنشئ معالجةُ الطور 1 مجلدَ النسخة بمجلداته الفرعية. وستنسخ MLS_Original.xlsx، مع أن هذا الجدول **ينبغي** ألّا يتغيّر أبدًا، بل أن يعكس بالضبط ما نُزّل من MLS في تاريخٍ ووقتٍ معيّنين؛ ومع ذلك يبقى احتمالُ الحاجة إلى تنزيلٍ جديد في مشروعٍ أطول. ثم يصنع هذا الطور نسخةً من مصنَّف MLS.xlsx المُوسَّع بمعاملات ضبطه، في مجلد النسخة. وقد توجد مجلداتُ نسخٍ كثيرة، أُنشئ كلٌّ منها لتشغيلٍ كامل لـMARS.

ثم تولّد الأطوارُ التالية إضافاتِ أعمدة وفرزًا وتغييراتٍ أخرى على المصنَّف، وتكتب نسخةً محدَّثة باسم MLS_Stage(N) في مجلد بيانات المشروع عند إتمام التقييم. وتكرارًا: مجلدُ MLS.xlsx الجذري يخضع لتغيّرٍ مستمر، فنسخةُ الإصدار طفرةٌ متواصلة من مصنَّف MLS الأصلي، بحذفٍ وإضافةٍ للمتغيرات وبتغييراتٍ أخرى. وشفرةُ المعالجة بـR أو Python ستعمل على الأرجح بإدخالٍ من مصنَّف Data MLS.xlsx. وهكذا تبقى لدينا دائمًا نسخةٌ من كل البيانات وراء كل نسخةٍ من تشغيل RCA.

وتُنشأ من النسخ ما يلزم حتى يتعذّر إحداثُ تحسينات، وعندئذٍ تُختار أفضل نسخةٍ نسخةً نهائية. ويمكن تغييرُ اسم المجلد بإضافة"_Final" إلى آخره، فيظهر ذلك عند تصفّح الدليل. ويحسن عادةً الاحتفاظُ ببعض النسخ الأقدم ذات النماذج المثيرة للاهتمام أو المنافِسة. ويحتوي كل مجلد نسخةٍ على عددٍ من ملفات النصوص والمخططات والرسوم يمكن تضمينُها في تقرير. ويحتوي مصنَّف MLS_Stage5.xlsx النهائي على ما يلزم من أوراقٍ للتقرير. وقد يحتوي خصوصًا على جدولٍ للنقل إلى شبكة مبيعات Fannie Mae. وسيحتوي بالضرورة كذلك على الحسابات أو التفكيكات وراء التجميعات. وهذا هو على الأرجح أشدُّ أجزاء منهج RCA استهلاكًا للوقت --- أي الكفاح لإيجاد النموذج المثالي في منطقة سوقٍ صعبة.

وكلُّ ما يلزم لإعادة إنشاء شبكات المبيعات يجب نسخُه إلى مجلد النسخة، بما فيه شفرةُ R أو Python المستعملة --- إن كانت الشفرة تخضع لتغييراتٍ متكررة.

1.4.5 البروتوكولات: تشغيلات MARS (earth) المتعددة

بروتوكول 1.2: تشغيلات فرط الملاءمة لدراسة عوامل التسعير في منطقة السوق دراسةً جراحية

في تشغيلات earth الأولى، ينبغي استعمال فرط الملاءمة استعمالًا استراتيجيًا لاكتشاف عوامل السعر الأساسية. فمنطقةُ سوقٍ تمثّلها ثمانمئة بيعة مثلًا قد لا تضمّ إلا ثلاثة عقاراتٍ فيها ورش، وقد يكون للورشة في تلك الحالات المعزولة أثرٌ كبير في سعر البيع النهائي. وتشغيلٌ بالمرور الأمامي وحده سينتج نموذجًا مفرطَ الملاءمة يُظهر إسهام القيمة التقريبي لهذه الورش. غير أنه لمّا كانت هذه المبيعات ثلاثًا من ثمانمئة، فستُزال حدودُ الورشة في المرور الخلفي، وقطعًا تحت التحقق المتقاطع. والقيمةُ التي يسندها المرورُ الأمامي وحده إلى الورش يمكن تدوينها ونقلها إلى تحليل المتغيرات الكامنة، لتُستعمل لأي عقارٍ ذي ورشة يظهر في شبكة المبيعات. وتعطي هذه النماذجُ مفرطةُ الملاءمة كذلك تقديراتٍ تفصيلية لكثيرٍ من الخصائص الأخرى رقيقة البيانات التي كان تشذيبُ المرور الخلفي أو التشغيلاتُ المتحقَّق منها تقاطعيًا ستحذفها.

واحفظ كلَّ تشغيلٍ استكشافي من هذه في مجلد نسخته الخاص: فإسهاماتُ القيمة المسجَّلة بيّنةٌ سيرغب مهندسُ التقييم في الاستشهاد بها عند تفكيك البواقي لاحقًا. وافهم بالطبع أن على مهندس التقييم في النهاية أن يتّكل على التشذيب والتحقق المتقاطع ليجعل النموذجَ النهائي حصينًا في مواجهة عقاراتٍ لم يرها الانحدارُ قط --- كعقارٍ موضوع تقييمٍ يظهر لاحقًا. فالتشغيلاتُ مفرطة الملاءمة أدواتُ دراسة؛ وليست النموذج النهائي أبدًا.

بروتوكول 2.2: تشغيلات متعددة متحقَّق منها تقاطعيًا بمعاملات earth() مختلفة

تختلف مناطقُ السوق بنيةً وحجمًا، ويحتاج مهندسُ التقييم عادةً إلى التجريب بسلسلةٍ من التشغيلات: ليكوّن فهمًا لأيّ المتغيرات أشدُّ تأثيرًا في السعر؛ وليحكم على ما إذا كانت المجموعةُ القائمة من المتغيرات المقيسة تؤدي عملًا كافيًا في تقدير القيمة، أم يجب إضافةُ بياناتٍ جديدة (المسافة إلى الماء، والارتفاع، والمسافة إلى مراكز التسوّق، وما إليها)؛ وليكتشف أنواعًا جديدة من التفاعلات مع منع غيرها بوصفها غير كفؤة أو مضلِّلة. وهو يريد في النهاية R2 جيدًا على بيانات التدريب وأفضلَ CVR2 ممكنًا على بيانات الاختبار. وبلوغُ ذلك قد يقتضي جمعَ بياناتٍ جديدة، أو تحسينَ دقة البيانات القائمة، أو ضبطَ معاملات earth() على حجم منطقة السوق وطابعها (كضبطها على درجات الحرية المتاحة --- انظر البروتوكول 1.1).

ولهذا بالضبط تدعم بنيةُ المشروع أعلاه مجلداتِ نسخٍ كثيرة للتشغيلات: فكلُّ نموذجٍ مرشَّح محفوظٌ بمعاملاته وبـCVR2/R2 الخاصين به، فيمكن مقارنةُ المسار عبر التشغيلات. والنسخةُ التي يرتفع فيها R2 بينما يتوقّف CVR2 أو يهبط تلائم ضوضاءً لا إشارةَ سوق، وسجلُّ النسخ هو ما يجعل ذلك مرئيًا.

بروتوكول 3.2: توسيع الملاحظات وأعمدة الخصائص الوصفية بـProlog

مع أن هذا المرفق ما يزال في طورٍ تجريبي بعض الشيء، صار earthUI يأتي بمحرّك Prolog مُضمَّن (vProlog) ويستعمل النحوَ ذا الجمل المحدَّدة (DCGs) لتحليل أعمدة النصّ الحرّ في MLS --- وأولها الملاحظات العامة، وكذلك ملاحظات الوكيل وقوائم الخصائص المفصولة بفواصل كخصائص الغرف أو المنشآت القائمة. والتوسيعُ يحوّل عباراتٍ مثل "owned solar" أو "3 car garage" أو "40x50 workshop" إلى أعمدة خصائص عادية يمكن عرضها على الانحدار، والخصائصُ رقيقة البيانات المستردّة بهذه الطريقة تغذّي تحليلَ المتغيرات الكامنة مباشرةً (انظر القسم الفرعي اللاحق عن تصنيفات الحالة والجودة بوصفها متغيراتٍ انحدارية تقريبية؛ والخاصيةُ نفسها موثَّقةٌ في مقال earthUI المرافق في هذا العدد).
وتوسيعُ النصّ يضاعف مجموعةَ المتنبئات المرشَّحة، وهو ما يستلزم تشغيلاتٍ متعددة لـRCA/earth للاختبار: إذ يجب تجريب الأعمدة المُوسَّعة داخل النموذج وخارجه، ودمجُها في أعدادٍ أو قيمٍ منطقية مشتقّة حيث تكون خطيةً مشتركة، وفحصُها في مقابل CVR2 للتأكّد من أنها تحمل إشارةَ سوقٍ لا ضوضاء. وعامِل كلَّ تجربةٍ من هذه مجلدَ نسخةِ تشغيلٍ خاصًّا بها، تمامًا كما في البروتوكولين 2.1 و2.2. ولمّا كان نحوُ التحليل نفسُه قيد التطوير، فعلى مهندس التقييم مراجعةُ الأعمدة المستخرَجة في مقابل النصّ المصدر قبل الاتّكال عليها في نموذج.

5.5 مصنَّف Excel الجوهري

لمّا كانت معظم خدمات MLS تنزّل بيانات العقارات إلى أوراق Excel CSV، فـExcel على الأرجح أيسرُ سبيلٍ لتخزين البيانات ومختلف معاملات الضبط. وثمة مصنَّف Excel جوهري واحد لكل مشروع اسمه MLS.xlsx، فيه ورقةٌ واحدة اسمها "MLSData" لتخزين إدراجات مبيعات العقارات المُغلَقة المنزَّلة من MLS، إضافةً إلى عدة أوراقٍ للضبط والمعاملات:

MLS.xlsx/ Workbook:
- Data Project Sheet:
- MLSData Sheet:
- Variables Regression Sheet:
- Calculations Sheet:
- Interactions Allowed Sheet:
- Aggregations Sheet:
- parameters) run (MARS Sheet:

وتُخزَّن البياناتُ الأصلية في مصنَّفٍ باسمٍ نحو MLS_Original.xlsx. وينبغي عمل نسخةٍ باسمٍ مختلف، وليكن "MLS.xlsx"، تُحمَّل في برنامج RCA بـR أو Python. ويُخزَّن كلا المصنَّفين تحت مجلد Data. وسيمرّ مصنَّف Data/MLS.xlsx على الأرجح بتكراراتٍ كثيرة من التشغيلات، تجريبًا لتركيباتٍ مختلفة من المتغيرات ومعاملات MARS وتغييراتٍ في إعداداتٍ أخرى. وينشئ كلُّ تكرارٍ مجلدَ إدخالٍ وإخراج جديدًا مسمّى بالتاريخ والوقت، بصيغة VER_YYYYMMDDHHMMSS. ويحتوي كلُّ مجلدٍ على نسخةٍ من مصنَّف الإدخال MLS.xlsx وعلى مصنَّفات Excel المولَّدة لكلٍّ من أطوار المعالجة الأربعة (الأطوار 5–2)، إضافةً إلى مستندات النصوص والمخططات والرسوم المُخرَجة. ولاحظ أن الطور 5، وهو النهائي، قد يحتوي على عددٍ من الأوراق الأخرى للتقرير، بحسب نوع العميل ونطاق العمل.

6.5 النسخ الاحتياطية

عند كتابة جداول Excel الجديدة أو المعدَّلة في مجلدات نسخ المشروع، يمكن كذلك عمل نسخٍ احتياطية في قواعد بيانات SQLite أو PostgreSQL في مجلد المشروع. فملفاتُ قواعد البيانات أقلُّ عرضةً للتلف غير المقصود في المدد اللاحقة، عبر المراجعة أو الاستعمال المرجعي.

6 ترميز المصنَّف

1.6 الأبعاد الوصفية

ثمة نحو ستة أبعادٍ وصفية لمصنَّفٍ "M":

1. التقييمات "a"
2. نسخ التشغيل "r"
3. أطوار سير العمل "w"
4. الأوراق "s"
5. إدراج العقارات "p"
6. مجموعة المتغيرات "v"

فيمكن وصفُ خليةٍ مفردة في مصنَّفٍ M بعينه هكذا:

$$\begin{matrix} \mathrm{r}_* \\ \mathrm{w}_* \end{matrix} \overset{\mathrm{a}_*}{\underset{\mathrm{s}_*}{W}} \begin{matrix} \mathrm{p}_* \\ \mathrm{v}_* \end{matrix} \tag{1}$$

(ملاحظة: "*" تعني فهرسًا صحيحًا ما)

أو:

$$\begin{matrix} i = 1, \ldots, n_p \\ j = 1, \ldots, n_v \\ k = 1, \ldots, n_r \\ m = 1, \ldots, n_m \\ g = 1, \ldots, n_g \\ h = 1, \ldots, n_h \end{matrix} \qquad \begin{matrix} \mathrm{r}_k \\ \mathrm{w}_m \end{matrix} \overset{\mathrm{a}_g}{\underset{\mathrm{s}_h}{W}} \begin{matrix} \mathrm{p}_i \\ \mathrm{v}_j \end{matrix} \tag{2}$$

حيث:

n_p	= عدد الصفوف (بحسب الورقة)
n_v	= عدد الأعمدة (بحسب الورقة)
n_r	= عدد نسخ التشغيل
n_m	= عدد أطوار سير العمل
n_g	= عدد مشاريع التحليل
n_h	= عدد أوراق المصنَّف

وافهم أن "W" تحيل إلى مصنَّف Excel كاملًا بأوراق بياناته الجوهرية الست، ولكلٍّ منها جدولُها الخاص، وهي تُحمَّل عند تشغيل برنامج R أو Python المرتبط بها في أطر بياناتٍ داخلية منفصلة. ولكلٍّ من R وPython دوالُّ داخلية تستطيع أخذ اسمٍ وإيجاد أي صفٍّ أو عمودٍ من إطار البيانات يخصّه. فمثلًا، إن كان في الدليل السفلي v_j لدينا $v =$ ("GLA"، "LotSize"، "BathRms"، "BedRms"، ...) وكانت $j = 0$، فإن $v_j =$ "GLA". وستستطيع R أو Python داخليًا حلَّ "GLA" إلى العمود المخزَّنة فيه، والذي قد يكون مثلًا العمود 15 من إطار البيانات المرتبط. فنحن في هذا البحث نفهرس داخل مصفوفات أسمائنا، التي تمرّر اسمًا إلى البرنامج العامل الذي يعيد فهرسة ذلك الاسم إلى فهرس العمود أو الصف الفعلي لإطار البيانات الداخلي. وهذا معقّدٌ بعض الشيء. لكنه، توخّيًا للدقة، ضروريٌّ وأيسرُ ما يكون. وهو ``فصلٌ للمسؤوليات" بين دور المحلّل ودور المطوّر؛ وإن كان مهندسُ التقييم في الواقع قد يؤدي الدورين معًا. ولاحظ أن ``إطار البيانات" في R يُسمّى "dataframe" في Python.

ولاحظ كذلك أن ورقة معاملات زمن تشغيل MARS ليست بُعدًا من أبعاد W، إذ تتعلّق W بنسخة البيانات المُدخَلة في MARS، منفصلةً عن المعاملات التي تحدّد كيف تعالج earth/MARS تلك البيانات.

وتوخّيًا للوضوح، يُعرَض ترميزٌ متعدد الأبعاد معقّد للمصنَّف يتّصل اتصالًا أوثق بأطر بيانات R أو Python الداخلية التي تُحمَّل فيها أوراقُ مصنَّف البيانات. وهو ترميزٌ ``ثقيل". لكننا حين نصل إلى البراهين وما إليها، نطرح كثيرًا من هذا الحمل بافتراضاتٍ عمّا نعمل عليه. ومع ذلك يعين هذا الترميزُ على نظرةٍ أفضل إلى سير العمل والبيانات من البداية.

فلنبدأ بترميز مجموعة المصنَّفات التي سنعالجها.

1.1.6 بُعد المشروع (“a”)

بمجرد اعتماد نطاق العمل (SOW)، يلزم إعدادُ مجلد مشروعٍ لتخزين بيانات الإدخال والإخراج، بما فيها معاملاتُ الضبط والرسومُ والمخططاتُ والجداولُ ومقتطفاتُ التقرير المُخرَجة. وينبغي لمهندس التقييم أن يعرّف كل المشاريع بمعرّفٍ تسلسلي بسيط، كعددٍ صحيح، بحيث يظهر الأمر جليًا لو ضاع تقرير. وإن أُلغيت مشاريع، وجب أن تكون ثمة وسيلةٌ متّسقة للدلالة على إلغاء المشروع داخل مجلده، لكن لا ينبغي حذفه أبدًا. ونفترض أن معرّفات المشاريع تبدأ من 0 وتتزايد بواحد، وإن كانت ثمة إمكاناتٌ أخرى. ونفترض كذلك أن كل معرّفات المشاريع الصحيحة مخزَّنةٌ في مجموعةٍ مرتَّبة ”a“ مُنشأة ببرنامج المعالجة.

وبياناتُ مشروع التقييم في ورقة المشروع من المصنَّف، لكن يمكن كذلك تخزينها في قاعدة بيانات SQL مركزية.

وإليك حقولَ المشروع المقترحة:

1. المعرّف المحلي: معرّفٌ صحيح قصير يُولَّد تسلسليًا للشركة. وهذا يصلح مفتاحًا أوّليًا ممتازًا للتخزين --- ويمكن أن تولّده قاعدةُ البيانات تلقائيًا مع كل مشروعٍ متعاقب.
2. المعرّف العالمي GUID: إن شئت، يمكنك إنشاء GUID (معرّف عالمي فريد) باستعمال

   https://www.uuidgenerator.net/

3. موقع العقار (في تحليل السوق) أو العنوان
4. التاريخ الفعّال للتقييم
5. تاريخ الطلب
6. تاريخ المعاينة
7. تاريخ التقرير الأصلي
8. تاريخ التقرير المحدَّث الأول
9. تاريخ التقرير المحدَّث الثاني
10. تاريخ التقرير المحدَّث الثالث
11. اسم العميل
12. عنوان العميل
13. اسم المُقرض
14. عنوان المُقرض
15. اسم المالك
16. عنوان المالك
17. ...

مثالٌ على قائمة معرّفات المشاريع:

(“1”, = a
“2”,
“...,”
“141”,
“142”)

2.1.6 بُعد نسخة التشغيل (“r”)

ثانيًا في سير العمل، ننفّذ انحدار MARS على المُدخَل. وهذا سينطوي على الأرجح على عدة تنفيذاتٍ أو كثير منها ونحن نغيّر مختلف المعاملات لتحسين النموذج. وسينشئ كلُّ تنفيذٍ مجلدَ نسخةٍ جديدًا للمخرجات، باسمٍ قائم على تاريخ التنفيذ ووقته. فمثلًا،

(“ver20241210_083124”, = r
“ver20241209_151130”,
“ver20241208_160944”)

latest_version : $r_1 =$ ``ver20241210_083124"

وينبغي الاحتفاظ بالنسخ الواعدة ذات النماذج والمخرجات المنافِسة حتى يُبتّ في النسخة النهائية، وربما أطول إن كانت لها فائدة. وقد ترغب في تعديل مجلد النسخة للدلالة على أنه النهائي، بوضع "Final" في آخر الاسم.

3.1.6 أطوار سير العمل ("w")

يُقسَّم سير عمل RCA عادةً إلى خمسة أطوارٍ منفصلة، كما هي مدرَجة أدناه. ويجب أن يكتمل كلُّ طورٍ بنجاح قبل بدء التالي. وينبغي أن يستطيع مهندسُ التقييم إيقاف المعالجة في نهاية طورٍ لمراجعة النتائج قبل المضيّ. وهذا لازمٌ لأن مناطق السوق معقّدةٌ إلى حدٍّ بعيد وكثيرًا ما تكون فريدة. فقد تُصادَف مشكلاتٌ غير معتادة تتطلّب مقاربةً جديدة. ويجب أن يستطيع مهندسُ التقييم الدخول في شفرة R أو Python لإجراء التغييرات اللازمة بل ولتجريب مقارباتٍ جديدة. وفي مثل هذه الحالات قد يرغب في التجريب وفي مقارباتٍ مختلفة تقتضي تشغيلاتٍ متعددة للطور نفسه الذي يعمل عليه. وإن كان ينبغي أن يكون مهندسُ التقييم حرًّا كذلك في تشغيل كل الأطوار بأمرٍ واحد --- مع تحفّظات (فتجميعُ الدرجة الثالثة مثلًا يجب أن يكون قد تحدّد سلفًا عبر تشغيلٍ سابق للطور 2). ومعنى ذلك أن على كل طورٍ عند اكتماله أن يخزّن كل بياناته الداخلية في ملفاتٍ أو قواعد بيانات، حتى يمكن بدءُ الطور التالي كأن الطور السابق ما يزال في الذاكرة، بإعادة تحميل بيانات الطور السابق إلى الذاكرة.

وإليك الأطوار:

```
w = ("stage1",   — الإعداد
     "stage2",   — معالجة MARS
     "stage3",   — شبكة المبيعات النهائية
     "stage4",   — مقتطفات التقرير
     "stage5")   — المراجعة والتنظيف
```

stage2 : $w_2 =$ ``stage2''

4.1.6 أوراق مصنَّف Excel ("s")

في مصنَّف Excel الجوهري لـRCA لدينا الأوراق الآتية، وتُطبَّق كلٌّ منها على إطار بياناتٍ داخلي:

```
s = ("MLSData",
     "Regression Variables",
     "Calculations",
     "Interactions",
     "Aggregations 1st & 3rd Degree",
     "Aggregations 2nd Degree")
```

والسببُ في وضع تجميعات الدرجة الثانية في ورقةٍ منفصلة أنها تُعرَّف على أيسر وجهٍ بجدولٍ متماثل يعرض كل أزواج التفاعلات الممكنة، فيتيح تحديدَ متغير تجميعٍ تُجمَّع إليه (تُضاف) إسهاماتُ القيمة والتعديلات المرتبطة بكل زوج. ولم يمكن فعلُ ذلك مع تجميعات الدرجة الثالثة لأن ذلك كان سيقتضي جدولًا متماثلًا ثلاثي الأبعاد، وهو غير ممكن في Excel. وفضلًا عن ذلك، فجدولٌ بأبعاد 20×20×20 سيكون ثمانيةَ آلاف خلية للتعامل معها. والأيسرُ أن تُدرَج أسماءُ حدود الدرجة الثالثة في الجدول مع تجميعات الدرجة الأولى، مثلًا:

Variable	Aggregate To
AboveGradeFinArea	GLA
BelowGradeFinArea	BGLA
UnfinArea	UBA
LotSize	LotSize
...	...
GLA__LotSize	GLA
GLA__DateOfSale	GLA
BathRms__DateOfSale	GLA
Lat__Long	Location
Lat__Long__GLA	Location
...	...

5.1.6 إدراجات العقارات (“p”) --- صفوف MLSData

تشكّل إدراجاتُ العقارات صفوفَ ورقة MLSData. ولا تُوجد في الأوراق الأخرى حتى الطور 4، حيث تُنشأ مقتطفاتُ التقرير النهائية بالانتقاء النهائي للعقارات المقارِنة. وإليك قائمةً نموذجية بمعرّفات العقارات:

$$(\text{“MLS823211”, “MLS823456”, “MLS823542”, “MLS823721”, “...”}) \qquad = \mathrm{p}$$

6.1.6 متغيرات MLS (“v”) --- أعمدة MLSData

سيأتي مزيدٌ من الكلام على معالجة المتغيرات لاحقًا. وحسبُنا هنا أن نذكر أن ورقة MLSData فيها عادةً من ثلاثين إلى أربعين متغيرًا من أنواعٍ شتى، لكن لا يُنتقى منها عادةً إلا عشرة إلى عشرين متغيرًا مستقلًا لانحدار MARS. وتظهر هذه المتغيرات في أوراقٍ أخرى كذلك، وإن كان ذلك عادةً في صورة قائمةٍ بكل المتغيرات الممكن استعمالها لتقديمها إلى MARS. ومثالٌ على قائمة متغيرات:

$$(\text{“GLA”,“SalePrice”,“BedRms”,“BathRms”,“GarageSF”,“...”}) \qquad = \mathrm{v}$$

7.1.6 مثالٌ ختامي على الترميز

فلنجمع الترميزَ أعلاه في مثالٍ ختامي. وباستعمال القوائم أعلاه، ليكن

$$\mathrm{r}_{1}\,\mathrm{w}_{1}\,\overset{\mathrm{a}_{141}}{\underset{\mathrm{s}_{0}}{W}}\,\mathrm{p}_{2}\,\mathrm{v}_{0} \tag{3}$$

ولاحظ أننا نستعمل هنا فهرسةً تبدأ من 0، فيُفترض أن فهرس أول عناصر القوائم هو 0. وPython تستعمل الفهرسة الصفرية أيضًا، أما R فتستعمل الفهرسة الأحادية.

ومعنى ما سبق أننا نتكلّم على قيمة الخلية الخاصة بـ:

- المتغير v_0 أو العمود “GLA”
- للعقار p_2 أو المعرّف “MLS823542”
- من الورقة s_0 أو “MLSData”
- لطور سير العمل w_1 أو “stage2”

- من النسخة r_1 أو "ver20241209_151130"
- من المشروع a_{141} أو "142"

ويمكن كذلك كتابةُ الترميز أعلاه هكذا:

$$\underset{\text{``MLSData"}}{\overset{\text{``142"}}{W}}{}^{\text{``ver20241209_151130"}}_{\text{``stage2"}}{}^{\text{``MLS823542"}}_{\text{``GLA"}} \tag{4}$$

8.1.6 المسوّغ

``لماذا لا نكتفي بالفهرسة أو بالأرقام في الترميز؟" لدينا شرطان لترميزنا:

1. المجموعات الفرعية؛ فالمحلّل مثلًا كثيرًا ما ينتقي مجموعاتٍ فرعية من قائمة، كمجموعاتٍ فرعية من المتغيرات. فقد يكون في ورقة MLSData من خمسةٍ وثلاثين إلى أربعين متغيرًا، ولا يُستعمل منها في تشغيلٍ بعينه إلا عشرة إلى عشرون. ومن تشغيلٍ إلى آخر يغيّر مهندسُ التقييم كثيرًا المتغيراتِ المقدَّمة إلى earth/MARS.
2. التكرار؛ مثل $i = 1, 2, \ldots, n_1$
فخوارزمياتُنا وبروتوكولاتُنا وبراهينُنا تحتاج عادةً إلى القدرة على التكرار عبر كل عناصر قائمةٍ مرتَّبة، من الأول إلى الأخير --- أو انتقاءِ عنصرٍ بعينه.

فنحتاج إذًا إلى حرفٍ يمثّل المجموعة الفرعية أو قائمة العناصر، ويجب أن يكون له دليلٌ سفلي آخر نستطيع به التكرار على عناصر القائمة لتعطينا السلاسل النصّية المستعملة في الفهرسة داخل صفوف إطار البيانات أو أعمدته.

9.1.6 المصفوفات؟

وماذا عن مصفوفات الجبر الخطي؟ المصفوفات لا تعمل إلا بالأعداد، صحيحةً كانت أو حقيقية. والمصفوفاتُ بوصفها بنية بياناتٍ مدعومةٌ في R وPython كلتيهما. غير أن كثيرًا من المتغيرات التي نعمل عليها في بيانات MLS تُسمّى ``سلاسل نصّية" أو بياناتٍ محرفية. وحتى حين تكون بعض المتغيرات أرقامًا فقط، فهي في الغالب ليست أعدادًا حقيقية بل مجرّد أسماء. فمثلًا، قد تكون رموزُ مناطق MLS لمدينةٍ ما ("660"، "661"، "662"، "663"، ...، "672"). ويتيح انحدار earth تحديدَ المتغيرات متغيراتِ ``عوامل"، وعندئذٍ تُعامَل الأرقامُ أسماءً محضة بلا أي تسلسل. وفي مثل هذه الحالات لا يقدّم النموذج المُنتَج إلا إسهامَ قيمةٍ لكل رقم، لا دالةً تسري على التسلسل. ومن الأمثلة الأخرى "C1",...,"C6" للحالة و "Q1",...,"Q6" للجودة.

10.1.6 التبسيط الأول

الترميزُ أعلاه لمصنَّف المشروع الجوهري في Excel حسنٌ لربط الأمور بعضها ببعض، لكنه ثقيلٌ على الحمل عند شرح الخوارزميات أو البراهين الرياضية. فحين نؤدي العمل الشاقّ، يمكننا أن نفترض أننا داخل المشروع والنسخة والطور والورقة المعطاة. ونكتفي بذكر ما نعمل عليه إن لم يكن ضمنيًا سلفًا. وكلُّ ما نحتاجه حقًا من ذلك، بمجرد بيان ما نعمل عليه، هو:

$$\begin{matrix} i = 1, 2, \ldots, n_p \\ j = 1, 2, \ldots, n_v \\ h = 1, 2, \ldots, n_s \end{matrix} \qquad \underset{\mathrm{s}_h}{M}{}^{\mathrm{p}_i}_{\mathrm{v}_j} \tag{5}$$

حيث: n_p = عدد العقارات
n_v = عدد متغيرات الإدخال
n_s = عدد أوراق الإدخال

11.1.6 التبسيط الثاني

الأيسرُ إعادةُ تسمية الأوراق بأنواع أطر البيانات التي تسندها بدل استعمال الفهارس. فلصفوف كل ورقةٍ وأعمدتها وظائفُ مختلفة. ومن ثمّ تُقسَّم مجموعةُ أطر البيانات W إلى أطر M وV وA وI وC على النحو الآتي:

◇ **بيانات MLS**

$$\begin{matrix} i = 0, 1, \ldots, n_p \\ j = 0, 1, \ldots, n_v \end{matrix} \qquad W_{\,0}^{\,p_i}{}_{v_j} \;=\; M^{\,p_i}_{v_j} \tag{6}$$

حيث: n_p = عدد العقارات
n_v = عدد متغيرات الإدخال

ملاحظة: العقار موضوع التقييم أولّ دائمًا في قوائم العقارات افتراضًا

في جدول "MLSData" في Excel وإطارِ البيانات المرتبط به، يكون الصف الأول محفوظًا دائمًا للعقار موضوع التقييم. ولا يُفرز أبدًا مع عقارات MLS الأخرى أسفله. ولا يُدخَل قط في انحدار MARS بيانًا مستقلًا، بل يُدخَل بيانًا هدفًا، أي متغيرًا تابعًا. والأمرُ نفسه في قوائم العقارات. ففي كل قوائم العقارات، يُفترض دائمًا أن العنصر الأول ذا الفهرس 0 هو معرّف العقار موضوع التقييم، ما لم يُذكر خلاف ذلك.

وحتى إن كانت المهمّةُ إنشاءَ نموذجٍ لمنطقة سوقٍ بلا عقارٍ موضوع تقييم، يُحمَّل الصفُّ الأول مع ذلك ببيانات عقارٍ صوري. وهذا أيسرُ بكثير في كتابة البرامج، أو تحديد الخوارزميات، أو إجراء البراهين. فإن كنا نستعمل c لتمثيل قائمة العقارات، كان c_0 هو العقار موضوع التقييم، وكانت c_i، $i = 1, \ldots, n_p$، هي الإدراجات المقارِنة التي ستُدخَل في انحدار earth/MARS.

◇ **مواصفات متغيرات الانحدار**

$$\begin{matrix} i = 1, 2, \ldots, n_v \\ j = 1, 2, \ldots, n_s \end{matrix} \qquad W_{\,1}^{\,v_i}{}_{s_j} \;=\; V^{v_i}_{s_j} \tag{7}$$

حيث: n_v=عدد المتغيرات المتاحة
n_s= عدد المواصفات

ولاحظ أن $n_s \leq n_v$، إذ ننتقي عادةً مجموعةً فرعية من المتغيرات المتاحة لإدخالها في الانحدار.

◇ **الحسابات**

$$\begin{matrix} i = 1, 2, \ldots, n_v \\ j = 1, 2, \ldots, n_c \end{matrix} \qquad W_{\,2}^{\,v_i}{}_{c_j} \;=\; C^{v_i}_{c_j} \tag{8}$$

حيث: n_v = عدد المتغيرات
n_c = عدد مواصفات الحساب

◇ **التفاعلات**

$$\begin{matrix} i = 1, 2, \ldots, n_f \\ j = 1, 2, \ldots, n_t \end{matrix} \qquad W_{\,3}^{\,f_i}{}_{t_j} \;=\; I^{f_i}_{t_j} \tag{9}$$

حيث: n_f = عدد المتغيرات المصدر
n_t = عدد المتغيرات الهدف

ولاحظ أن إطار البيانات I إطارٌ متماثل، بمتغيراتٍ مُدرَجة أبجديًا في صفوف ``من" وأعمدة ``إلى". وتُعلَّم الخلايا بـ"1" للدلالة على السماح بتفاعلٍ بين زوج المتغيرات المرتبط بها. وإلا دلّت "0" على عدم السماح بأي تفاعل. وهذا بسيطٌ نسبيًا في التفاعل من الدرجة الثانية، إذ لا يمكن إلا تفاعلٌ واحد. أما في انحدار الدرجة الثالثة فلدينا ثلاثةُ تفاعلاتٍ زوجية بين المتغيرات الثلاثة كلها، حيث يجب السماحُ بكل زوج تفاعلٍ لتوليد حدّ (أو متغير) التفاعل الثلاثي.

◇ **التجميعات**

$$\begin{matrix} i = 1, 2, \ldots, n_v \\ j = 1, 2, \ldots, n_v \end{matrix} \qquad W_{\,4}^{\,v_i}{}_{v_j} \;=\; A^{v_i}_{v_j} \tag{10}$$

حيث: n_v = عدد المتغيرات

7 شبكة مبيعات RCA

تذكّر أن بروتوكول RCA يقتضي برنامجًا بـR أو Python يستطيع الوصول إلى R/earth وأداءَ كل الخطوات التفصيلية. فهو كثيفُ البيانات، ولا يمكن أداءُ العمل يدويًا البتة. وفي الوقت نفسه، وبافتراض خلوّ البرنامج من العلل، تحتاج إلى برمجيةٍ تضمن أداء العمل المطلوب بدقةٍ وبلا خطأٍ بشري.

ومن الضرورة كذلك أن يستطيع مهندسو التقييم الذين يؤدون هذا العمل تعديلَ مثل هذه البرامج عند الحاجة، ولا سيما حين يتعاملون مع مناطق سوقٍ أو أحياء أو عقاراتٍ جديدة غير متوقّعة أو مع متطلباتٍ أو مشكلاتٍ جديدة.

ولدينا في معالجة RCA ثلاثةُ أنواع من شبكات المبيعات:

1. شبكة معالجة RCA، المسمّاة في هذا البحث "MLSData"، وهي إطار بياناتٍ ضخم جدًا وجدولٌ مرتبط به قد يحتوي على كثيرٍ من التفاصيل الوسيطة التي تمرّ في النهاية بعملية تجميعٍ للوصول إلى شبكة مبيعات RCA المذكورة أدناه. ومثالُها سيكون أكبر من أن يُعرض هنا. والأرجح أن يفصّل مهندسو التقييم هذا الجدول على تفضيلاتهم. وأنوي كتابة بحثٍ منفصل عن تطوير مثل هذه الشبكة في وقتٍ لاحق.

2. وشبكة مبيعات RCA النهائية المستعملة في التقارير غير الموجّهة إلى المؤسسات المدعومة حكوميًا، وهي تشبه Table 2. وهي تحاكي نموذج Fannie Mae مثلًا بما يكفي لتوفير أساسٍ من الألفة للقارئ. غير أنها، كما ترى، تحمل أعمدةً أكثر لكل مقارِن من شبكة Fannie Mae: إذ لكل مقارِنٍ عمودُ ``إسهام قيمة" إلى جانب عمودَي ``المقياس" و``التعديل"، وللعقار موضوع التقييم عمودٌ كذلك --- وهي أعمدةٌ يفتقر إليها نموذج Fannie Mae. وثمة صيغةٌ أبسط أيضًا هي Table 1.

3. وشبكة مبيعات الرفع إلى المؤسسات المدعومة حكوميًا، المستعملة لرفع شبكة المبيعات إلى برمجياتٍ كـAlamode. ولاحظ مع ذلك أن حزم برمجيات نماذج التقييم لا توفّر كلها إمكان رفع بيانات شبكة المبيعات من جدول. وهذه الشبكات لا يمكن أن تتضمّن بالضرورة عمودًا منفصلًا لإسهامات القيمة، وهي أمرٌ لا تدركه المؤسسات المدعومة حكوميًا كـFannie Mae. والاستراتيجية أن تعطيهم النموذج الذي يطلبونه، لكن تسنده بشبكة مبيعات RCA وبوثائقَ مُسنِدة أخرى كتفاصيل أي تجميعاتٍ للمتغيرات.

وشبكاتُ معالجة RCA لا تشبه شبكات مبيعات Fannie Mae، بل هي تقريبًا منقولُها المبدَّل، بتبديل الصفوف والأعمدة: فكل صفٍّ يحمل بيانات عقارٍ ما، وكل عمودٍ يحمل بيانات متغيرٍ عقاري ما. ويمكن بسهولة أن تكون فيها مئاتُ أو آلافُ صفوف العقارات ومئتا عمودٍ أو أكثر. والصفُّ الأول محفوظٌ لأسماء المتغيرات، والثاني لعقارٍ موضوع تقييم، حتى لو كنا نجري تحليل سوقٍ فحسب. وحين تُقرأ الورقةُ في إطار بيانات، يصير الصفُّ الأول من الورقة سمةَ الأسماء، ويصير الصفُّ الثاني الخاص بالعقار موضوع التقييم الصفَّ الأول من إطار البيانات.

وتشمل الأعمدة في شبكة مبيعات RCA أعمدةَ التعريف، ثم المتغيرات الأولية والخارجية والتركيبية مجتمعةً ومُغذّاةً متغيراتٍ مستقلة إلى MARS. وتُخرج MARS من هذه المتغيرات ما ترى أن له أثرًا ذا دلالة في سعر البيع، المعروف كذلك بالمتغير التابع أو الهدف. وفي انحدار الدرجة الثانية قد نحصل على أزواجٍ من هذه المتغيرات تعمل متغيراتٍ جديدة. وفي انحدار الدرجة الثالثة قد نحصل كذلك على ثلاثياتٍ من المتغيرات تعمل متغيراتٍ مستقلّة على ما يُسمّى، وإن كانت بالطبع شديدة الارتباط بالمتغيرات الأساسية.

8 المتغيرات

في جانب الإدخال الـ MARS، لا يكون أداؤنا الإ متغيراتٌ بسيطة. هي

1. خصائص العقار المحمَّلة من جدول MLS.
2. ومتغيرات مهندس التقييم المشتقة ينشئها مهندس التقييم، مثل "تاريخ البيع" المساوي لـ "DaysOffMarket" على تاريخ التقييم.
3. وقد يستورد مهندس التقييم بياناتٍ من مصادر أخرى، كأسعار الفائدة على الرهن العقاري أو بياناتُ خط العرض أو الطول أو الارتفاع من بيانات MLS. وهذه المتغيرات الخارجية".

وفي جانب الإخراج من MARS، نعمل على نموذج يُعامَل كل متغير واحد من متغيرات الإدخال وتقدّم معادلة إسهام قيمة الباقي. وقد تُسمّى هذه حدود (أو متغيرات) الدرجة الأولى.

1. تحتوي على متغير واحد من متغيرات الإدخال وتكون معادلة إسهام قيمة الباقي. وقد تُسمّى هذه حدود (أو متغيرات) الدرجة الثانية.
2. أو تحتوي على متغيرين من متغيرات الإدخال وتكون معادلة إسهام قيمة الباقي. وقد تُسمّى هذه في هذا البحث حدود (أو متغيرات) الدرجة الثالثة.
3. أو تحتوي على ثلاثة من متغيرات الإدخال وتكون معادلة إسهام قيمة الباقي. وقد تُسمّى هذه في هذا البحث حدود (أو متغيرات) الدرجة الرابعة.

ومتغيراتُ الإخراج في MARS هي إذًا إسهاماتٌ قيمة، بما فيها متغيراتٍ في حسابات شبكة المبيعات، كما هو الحال في نظيرتها في MARS. ويمكن أن تكون لدينا أنواعٌ مختلفة من المتغيرات تندرج في تصنيفين أساسيين: (1) أصل المتغير، أي غير الباقي في مقابل البا

1.8 تصنيف أصل المتغير

1. متغيرات الدرجة الأولى
   1.1 متغيرات الانحدار من MLS
   2.1 متغيرات الانحدار الخ
   3.1 متغيرات الانحدار المشتقة
2. متغيرات العوامل:

لمعالجة متغيرات العوامل، يلزم أولًا تحويلها إلى متغيرات رقمية. فقد يفضّل مثلًا تحويل صوابًا إن كان المتغير الممرَّر إليها من نوع "سلسلة نصية". ولمّا كانت هذه الخطوة مملة، فقد يُفضَّل أن تُنشأ دالةٌ تُرجِع في Excel، تُنشأ دالةٌ تُرجِع

3. متغيرات التفاعل: تنشئها MARS في توليد النموذج، إن ضُبطت الدرجة على 2 فأكثر. غير أن ثلاثة متغيراتٍ متفاعلة أقصى ما يمكن الحصول عليه من زيادةٍ في سجلات التدريب اللازمة لضمان نموذجٍ متين.

1.3 متغيرات الدرجة الثانية: وهي DateOfSale:BathRms و Latitude:Longitude.

2.3 متغيرات الدرجة الثالثة: تفاعلاتٌ أقلّ شيوعًا توحي بالحذر وباحتمال فرط الملاءمة.

4. متغيرات تفكيك الباقي

جدول 1: جدول RCA نموذجي: التخطيط الرأسي

	موضوع التقييم		المقارِن 1			المقارِن 2		
	المقياس	إسهام القيمة	المقياس	إسهام القيمة	التعديل	المقياس	إسهام القيمة	التعديل
سعر البيع			$1,150,000			$1,500,000		
القيمة الأساس		$500,000		$500,000	00.$0		$500,000	$0
الخصائص المقيسة				الخصائص المقيسة			الخصائص المقيسة	
مساحة المعيشة	1,530	$463,500	1,350	$382,500	$81,000	1,700	$540,000	$76,500-
مساحة الأرض	6,000	$200,000	6,500	$220,000	$20,000-	7,000	$240,000	$40,000-
العمر	53	$63,600	57	$68,400	$4,800-	51	$61,200	$2,400
الحمّامات	2	$15,000	3	$30,000	$15,000-	3	$30,000	$15,000-
غرف النوم	3	$6,000	4	$9,000	$3,000-	4	$9,000	$3,000-
إجمالي المقيس		00.$1,248,100		00.$1,209,900	$38,200		00.$1,380,200	$132,100-
الخصائص الباقية				الخصائص الباقية			الخصائص الباقية	
الباقي	8.5 CQA	$30,000	5.2 CQA	$59,900-	$89,900	2.8 CQA	$119,800	$89,800-
تفكيك الباقي				تفكيك الباقي			تفكيك الباقي	
التصميم		7,000		$15,000-	$22,000		$35,000	$28,000-
الحالة		5,000		$8,000-	$13,000		$20,000	$15,000-
الجودة		8,000		$10,000-	$18,000		$30,000	$22,000-
المنفعة الوظيفية		5,000		$12,000-	$17,000		$15,000	$10,000-
المرافق		5,000		$14,900-	$19,900		$19,800	$14,800-
المجموع الفرعي		30,000		59,900-	$89,900		119,800	$89,800-
		الإجمالي			الإجمالي			الإجمالي
إجمالي إسهام القيمة		00.$1,278,100		00.$1,150,000			00.$1,500,000	
سعر البيع المعدّل					00.$1,278,100			00.$1,278,100

جدول 2: نسخة من شبكة مبيعات RCA فعلية لتقييم بتاريخ الوفاة (أُزيلت معلومات تعريف العقار)

2.8 تصنيف تطبيق المتغير

1. إسهامات القيمة المولَّدة بـMARS

   1.1 متغيرات الدرجة الأولى

      1.1.1. متغيرات الانحدار من MLS
      2.1.1. متغيرات الانحدار الخارجية
      3.1.1. متغيرات الانحدار المشتقّة

   2.1 متغيرات التفاعل

      1.2.1. متغيرات الدرجة الثانية
      2.2.1. متغيرات الدرجة الثالثة

   3.1 متغيرات تفكيك الباقي

   4.1 متغيرات التجميع

2. المتغيرات والقيم المولَّدة من المهندس

   1.2 متغيرات تفكيك الباقي

      1.1.2. التصميم/الجماليات
      2.1.2. تنسيق الموقع
      3.1.2. المنفعة الوظيفية
      4.1.2. الإطلالة
      5.1.2. الحالة
      6.1.2. الجودة
      7.1.2. …

وستُعطى مجموعاتُ المتغيرات هذه ترميزها وتُوصف بتفصيلٍ أوفى في القسم التالي.

بروتوكول 1.3: متغيرات العوامل

يمكن أن ترد متغيراتُ العوامل، أو العوامل اختصارًا، في كل الحدود بما فيها التفاعلات. وهي مهمّةٌ لأنها يجب أن تُعالَج معالجةً خاصة في انحدار MARS وفي الرسم.

فمع أن المتغيرات ذات القيم المحرفية عواملُ بالضرورة، فإن المتغيرات العددية يجب أن تُعلَّم متغيراتِ عوامل كي تتعرّفها MARS كذلك. فمناطق MLS مثلًا كثيرًا ما تُعرَّف برقم. وعلى وجه الخصوص، كثيرًا ما تُعرَّف مناطقُ الأحياء في منطقة خليج سان فرانسيسكو بأعدادٍ صحيحة فريدة. فإن مُرّرت هذه القيم إلى MARS عواملَ، حاولت MARS اكتشافَ ما إذا كان لمناطقَ بعينها قيمةٌ إسهامية متوسطة في مبيعات العقارات داخل حدودها من غير اعتبارٍ لأي علاقةٍ بمناطقَ أخرى. وفي المقابل، ستفترض في المتغيرات العادية نوعًا من الاتصال في إسهامات القيمة مع تغيّر قيمة المتغير. وهذا تمييزٌ مهم. وفضلًا عن ذلك، يمكن أن تظهر متغيراتُ العوامل هذه في حدود النموذج مع متغيراتٍ غير عاملية، وهو ما يصعّب الرسم. وعلى وجه التحديد، حين نرسم حدودًا أحادية المتغير فيها عوامل، نجمع كل تلك العوامل معًا ونرسم ببساطة رسمًا شريطيًا يبيّن إسهاماتها، موجبةً كانت أو سالبة.

وإن ظهرت العواملُ مع متغيراتٍ أخرى في الحدود، ظهرت دائمًا بقيمةٍ واحدة ممكنة، لأن متغيرات العوامل لا يمكن أن تكون لها إلا قيمةٌ واحدة لعقارٍ بعينه: فإن كانت لمنطقةٍ القيمةُ 662، فلا يمكن بحكم التعريف أن تكون لها أي قيمةٍ أخرى لتلك المنطقة. وإن وجدتَ هذا مُربكًا، فإليك ما يزيد الطين بلّة: في النموذج المولَّد بـMARS ليس ثمة اسمُ متغيرٍ واحد للعامل؛ بل تأخذ MARS الاسمَ الجذري لمتغير العامل الذي أُعطي لها مُدخَلًا، ثم تنشئ أعمدةً جديدة بأسماء متغيراتٍ مكوَّنة بإلحاق القيم الممكنة. فعمودٌ واحد في جدول Excel، كـMlsArea، ستُنشأ له أعمدةُ إطار بياناتٍ متعددة لكل قيمةٍ ممكنة، مثل MlsArea660 و MlsArea661 وهكذا. ومتغيرٌ كـMlsArea661 ستكون له القيمة 1 للعقارات في المنطقة 661، وإلا كانت 0. ثم تُجري MARS انحدارها على تلك الأعمدة كأنها تمثّل متغيراتٍ منطقية. وستُستعمل هذه الأسماء المعدَّلة في النموذج الذي تقدّمه MARS.

والأرجح أنك سترغب في إعادة تحويل أسماء النموذج تلك إلى اسمها الأصلي لجعل الرسوم أيسرَ فهمًا للعملاء الذين يحبّونها بسيطةً واضحة (أو أبسطَ ما يمكن على الأقل). فبدل رؤية MlsArea661=1، سنرى MlsArea=661. وعندئذٍ يمكننا رسمُ الحدود بأن نذكر في ترويسة الرسم شيئًا مثل ``لمنطقة MLS = 662". وهكذا تُرسم حدودُ الدرجة N ذاتُ M من متغيرات العوامل بوصفها حدودَ الدرجة (N-M)، ويتلاشى بُعدُ العامل في العنوان.

ولاحظ أنه قد يوجد عاملان أو أكثر في حدٍّ واحد، فقد تحتاج على الأرجح إلى رسمٍ لكل زوج قيمٍ ممكن. فإن ظهر متغيرٌ x بثلاث قيمٍ متمايزة ومتغيرٌ y بقيمتين متمايزتين في الحدّ نفسه مع متغيرٍ غير عاملي z، احتجتَ إلى $2 \cdot 3 = 6$ رسوم. ومثالُ ذلك "MlsArea" مع "Architectural Style"؛ فالمنازل الفكتورية في سان فرانسيسكو مثلًا قد تساوي أكثر أو أقلّ بحسب منطقة المدينة التي تقع فيها. ولحسن الحظ، لا يوجد عادةً في معظم المناطق إلا طرازٌ إلى ثلاثة طرزٍ معمارية مهمّة بما يكفي لتكون مُسهِمةً في القيمة فتُستعمل في النموذج (وإن كان قد يوجد ستةُ طرزٍ معمارية مختلفة أو أكثر).

3.8 حدود الدرجتين الثانية والثالثة

مع انحدار الدرجة الثانية أو الثالثة، قد تتضمّن بعضُ الحدود في نموذج الإخراج متغيرين أو ثلاثة متغيراتٍ على الترتيب. مثال:

$$-52 * max(0, 1200 - GLA) * max(0, BathRms - 1) = \text{BathRms__GLA}$$

ولاحظ أننا نسمّي هذه بفرز أسماء المتغيرات أبجديًا ووصلِها، ربما بشرطةٍ سفلية. ونفعل الشيء نفسه بحدود الدرجة الثالثة على ثلاثيات أسماء المتغيرات المُنتَجة في النموذج. مثال: "BathRms__GLA__LotSz".

وتُضاف هذه المتغيرات إلى متغيرات الإدخال الأولية في الطور 3، حين يحسب برنامج RCA إسهاماتِ كل المتغيرات لكل عقار، بما فيها متغيرات التفاعل.

1.3.8 متغيرات التعديل

وسيحسب برنامج RCA كذلك التعديلاتِ لكل المتغيرات والعقارات في الطور 3، بعد حساب إسهامات القيمة، بطرح إسهام قيمة العقار المقارِن المقابل لخاصيةٍ ما من إسهام العقار موضوع التقييم لتلك الخاصية.

2.3.8 متغيرات التجميع

تُعرَّف متغيراتُ التجميع لتحلّ محلّ مجموعاتٍ فرعية من المتغيرات، فتجمع كل إسهامات قيمتها وتعديلاتها في متغيرٍ مشترك يُستعمل في التقرير. فقد نكون مثلًا قد قسّمنا مساحةَ المعيشة المكتملة وغير المكتملة إلى متغيراتٍ أدقّ تفصيلًا:

1. مساحة مكتملة قانونية فوق مستوى الأرض
2. مساحة مكتملة قانونية تحت مستوى الأرض
3. مساحة مكتملة غير قانونية فوق مستوى الأرض
4. مساحة مكتملة غير قانونية تحت مستوى الأرض
5. مساحة غير مكتملة فوق مستوى الأرض
6. مساحة غير مكتملة تحت مستوى الأرض

نعم، ثمة مناطقُ يكون فيها هذا معقولًا.

وسيُجري انحدار MARS انحدارَه على كل المتغيرات ويولّد نموذجًا يقدّم إسهاماتٍ وتعديلاتٍ لها. لكن لتقريرٍ على نموذجٍ رسمي، سيتعيّن على الأرجح دمجُ هذه الإسهامات المختلفة أو تجميعُها في متغيراتٍ أقل. وينبغي تقديمُ تفاصيل التجميع في ملحق. ومن الأمثلة الأشيع تجميعُ تعديلات التفاعل في أحد تعديلات المتغيرات الأولية. فقد نجمّع مثلًا تعديل GLA_Lotsize إلى GLA أو إلى LotSize، أو حتى نقسّمه بينهما مناصفةً، على نحو ما تحدّده ورقة التجميعات.

3.3.8 المتغيرات الخاصة والترميز

π_i	صافي سعر البيع الفعلي للعقار $i = 1, 2, \ldots, n_p$؛ وفي العقار موضوع التقييم يدلّ π_0 على نتيجة القيمة (انظر البرهان I)
α_i	صافي سعر البيع المعدَّل للعقار $i = 1, 2 \ldots, n_p$
ρ_i	صافي سعر البيع المقدَّر بـMARS للعقار $i = 0, 1 \ldots, n_p$
β	القيمة الأساس للنموذج
$\varphi_{i,j}$	إسهام قيمة متغير الانحدار $j = 1, 2, \ldots, n_r$ للعقار $i = 0, 1, \ldots, n_p$
$\delta_{i,j}$	تعديل متغير الانحدار $j = 1, 2 \ldots, n_r$ للعقار $i = 1, 2 \ldots, n_p$
ϵ_i	الباقي الإجمالي للعقار $i = 0, 1 \ldots, n_p$
$\epsilon_{i,c}$	إسهام قيمة مكوّن الباقي c، $c = 1, 2, \ldots, n_c$ للعقار $i = 0, 1, \ldots, n_p$
$\xi_{i,c}$	تعديل مكوّن الباقي c، $c = 1, 2, \ldots, n_c$ للعقار $i = 0, 1, \ldots, n_p$

حيث

$$n_p = \text{عدد العقارات المقارِنة}$$
$$n_r = \text{عدد متغيرات الانحدار}$$
$$n_c = \text{عدد متغيرات تفكيك الباقي}$$

4.3.8 تفكيك البواقي

بمجرد أن ينشئ انحدارُ MARS نموذجًا، يولّد أسعارَ البيع المقدَّرة من متغيرات الإدخال التي انتقتها MARS. ثم يطرح تلك القيمة من صافي سعر البيع المقابل ليحصل على قيمة باقٍ لكل عقار. وينصّ بروتوكول RCA الآن على أنه بمجرد أن يبتّ مهندسُ التقييم في المقارنات العقارية النهائية، وهي عادةً ستةٌ إلى اثني عشر إدراجًا، يتعيّن عليه أن يمرّ على كل إدراج ويفكّك الباقيَ المحسوب إلى أرجح الخصائص (المتغيرات الكامنة) التي يرى أنها تؤثّر في القيمة، متجاهلًا احتمالَ أخطاء البيانات العشوائية. فقد تكون لديه مثلًا متغيراتُ التفكيك الآتية لعقارٍ ما:

1. التصميم
2. المنفعة الوظيفية
3. البيع فوق/دون السوق
4. الحالة
5. الجودة

ويُرجَّح أن تكون للعقارات المختلفة بعضُ متغيرات تفكيك باقٍ مختلفة، ويلزم جمعُها في مجموعةٍ مرتَّبة واحدة.

تقدير إسهامات الخصائص النادرة. بعضُ الخصائص الحاملة للقيمة أندرُ من أن تحتملها قناةُ الانحدار: فورشةٌ موجودة في ثلاثٍ من سبعمئة وثمانين بيعة لا تستطيع كسبَ معاملٍ قابل للدفاع، وسيتجاوز المرورُ الأمامي مثلَ هذا المتغير كليًا في الغالب. وهذه خصائصُ باقية، ويمكن تقديرُ إسهاماتها **في فضاء الباقي**: بأن يُلائَم النموذجُ من دون الخاصية، ثم يُجرى انحدارُ بواقي النموذج على العمود أو الأعمدة المستبعَدة بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية. ففي العَلَم الثنائي يكون المعاملُ إسهامًا إجماليًا (أي على نحوٍ مكافئ متوسطَ إزاحة الباقي للمبيعات المعلَّمة)؛ وفي العمود العددي يكون إسهامًا لكل وحدة. وحين تُقدَّر عدةُ مرافقَ مرتبطة **مجتمعةً** (كمساحة الملحق بالأقدام المربعة مع عَلَم الورشة)، يقسّم الانحدارُ الفضل بينها بدل حساب الدولارات نفسها مرتين في صفَّي تفكيك. والتقديراتُ المُسنَدة بأقل من نحو عشر مشاهدات دلاليةٌ فحسب، وينبغي تعضيدُها بالتكلفة المُهلَكة أو بعيّنةٍ أوسع (كأعلامٍ مستردّة من الملاحظات العامة)؛ وقيدُ الباقي نفسه يضع سقفًا لأي قيمةٍ تُسنَد في النهاية. وينفّذ earthUI (الإصدار 0.11 فما فوق) هذا المنهجَ مباشرةً في لسان **إسهام الباقي**، بما فيه التقديرُ المشترك، وبيّنةُ الباقي لكل بيعة، وملاحظةُ توثيقٍ لملف العمل.

الترميز: نستعمل الترميز في الجدول أعلاه للوصول إلى:

$$\epsilon_i = \epsilon_{i,1} + \epsilon_{i,2} + \ldots + \quad \epsilon_{i,n_c} \tag{11}$$

حيث n_c عددُ مكوّنات تفكيك الباقي.

ويجب على مهندس التقييم أن يستعمل حكمَه في تفكيك الباقي إلى المكوّنات المعطاة. وقد يُظنّ أن هذا يتيح دخول التحيّز في نتيجة القيمة النهائية. غير أن الأمر ليس كذلك، لأن لدينا برهانًا رياضيًا على أن التعديلات إن كان مجموعُها مساويًا للباقي فلن تؤثّر في نتيجة القيمة. فالغرضُ من التفكيك ليس إرساءَ القيمة، بل شرحَ سببِ كون الباقي على ما هو عليه مقارنةً ببواقي مبيعات العقارات الأخرى. والموضعُ الوحيد الذي يمكن أن يؤثّر فيه تحيّزُ المهندس في نتيجة القيمة النهائية هو تقديرُ الباقي للعقار موضوع التقييم، إذ لا يوجد بالطبع سعرُ بيعٍ فعلي له يلزم لحساب باقٍ له.

ولكل عقارٍ مجموعتُه من إسهامات قيمة الباقي، لكن يلزم دمجُها في مجموعةٍ واحدة C عبر كل العقارات:

$$\text{ليكن: } A_i = \{\{\epsilon_{i,c}\}_{c=1}^{n_c}\}$$
$$\mathrm{C} = \{x \mid x \in \bigcup_{i=0}^{n_p} A_i\}$$

حيث $[\epsilon_{i,c}]$ اسمُ المتغير للقيمة $\epsilon_{i,c}$، وA_i مجموعةُ تلك المتغيرات، وn_c عددُ القيم في كل ϵ_i.

فمع وجود بيانات العقار موضوع التقييم والعقارات المقارِنة في أعمدةٍ منفصلة، ينبغي أن نرى، تحت كل إسهامات قيمة متغيرات نموذج الانحدار لكل عقار، المجموعةَ C المؤلَّفة من n_c من إسهامات قيمة الباقي المقابلة.

9 براهين RCA الجوهرية

ليكن:

$$\begin{aligned} n_p &= \text{عدد العقارات} \\ n_r &= \text{عدد متغيرات الانحدار} \\ n_c &= \text{عدد متغيرات مكوّنات الباقي} \end{aligned}$$

البرهان I: كلُّ سعر بيعٍ معدَّل لمقارِنٍ يساوي سعرَ بيع العقار موضوع التقييم المقدَّر.

لأي مقارِنٍ i، يكون سعرُ البيع المعدَّل α_i هو مجموعَ صافي سعر البيع π_i مضافًا إليه التعديلات: أي الفروقَ بين إسهامات قيمة العقار موضوع التقييم وإسهامات قيمة المقارِن للقيمة الأساس، ولمتغيرات الانحدار $j = 1, 2, \ldots, n_r$، وللباقي. وفي العقار موضوع التقييم، الذي لا بيعَ فعلي له، يُعرَّف صافي سعر البيع π_0 بأنه نتيجةُ القيمة $\beta + \varphi_{0,1} + \varphi_{0,2} + \ldots + \varphi_{0,n_r} + \epsilon_0$. ومن ثَمّ:

$$\begin{aligned} \alpha_i &= \pi_i + (\beta - \beta) + (\varphi_{0,1} - \varphi_{i,1}) \\ &\quad + (\varphi_{0,2} - \varphi_{i,2}) + \ldots + \\ &(\varphi_{0,n_r} - \varphi_{i,n_r}) \\ &\quad + (\epsilon_0 - \epsilon_i) \\ &= \pi_i + (\beta + \varphi_{0,1} + \varphi_{0,2} + \ldots \\ &+ \varphi_{0,n_r} + \epsilon_0) \\ &\quad - (\beta + \varphi_{i,1} + \varphi_{i,2} + \ldots + \\ &\varphi_{i,n_r} + \epsilon_i) \\ &= \pi_i + \pi_0 - \pi_i \\ &= \pi_0 \end{aligned} \tag{12}$$

البرهان II: تغييرُ تفكيك الباقي، تحت قيد أن يكون مجموعُ كل إسهامات قيمة مكوّنات الباقي مساويًا لباقي المقارِن، لا أثر له في نتيجة القيمة النهائية لبروتوكول RCA.

وهذا شبه بديهي. ومع ذلك يسهل إغفالُه من غير تفكيرٍ في الرياضيات، لأن المُقيّمين التقليديين يتركّزون على التعديلات لا على إسهامات القيمة. وإسهاماتُ القيمة هي التي تتلاشى هنا --- وهو إغفالٌ دام عقودًا. فلمقارِنٍ ما k، $k > 0$، يكون تعديلُ الباقي الإجمالي مساويًا لمجموع مكوّنات تفكيك الباقي n_c، الذي يساوي بدوره مجموعَ فروق إسهامات القيمة، الذي يساوي باقيَ العقار موضوع التقييم الإجمالي ناقصًا باقيَ المقارِن الإجمالي. وهذا مستقلٌّ عن عدد مكوّنات الباقي المُنشأة أو عمّا تمثّله. وما دامت قيمةُ مكوّنات الباقي مساويةً للباقي الإجمالي لكلٍّ من العقار موضوع التقييم والمقارِن المختار، فلن تتغيّر ξ_k.

$$\begin{aligned} \xi_k &= \xi_{k,1} + \xi_{k,2} + \ldots + \xi_{k,n_c} \\ &= (\epsilon_{0,1} - \epsilon_{k,1}) + (\epsilon_{0,2} - \epsilon_{k,2}) + \ldots + \\ &\quad (\epsilon_{0,n_c} - \epsilon_{k,n_c}) \\ &= (\epsilon_{0,1} + \epsilon_{0,2} + \ldots + \epsilon_{0,n_c}) - \\ &\quad (\epsilon_{k,1} + \epsilon_{k,2} + \ldots + \epsilon_{k,n_c}) \\ &= \epsilon_0 - \epsilon_k \end{aligned} \tag{13}$$

10 نموذج MARS

1.10 دوال g لمتغيرات النموذج وتفاعلاته

من المبادئ الجوهرية لمنهج RCA أن ``الاستدلال التفسيري" في غاية الأهمية. ولسوء الحظ، قد يكون تقديمُ رسومٍ ذات معنى لمختلف معادلات إسهام القيمة، ولا سيما عند استعمال التفاعلات ومتغيرات العوامل، أمرًا عسيرًا. ولذلك يُعدّ لزامًا وضعُ بروتوكولٍ واضح وصارم لإنشاء هذه الرسوم. وهو ما يُفعل هنا، لكن افهم أن البروتوكول موجَّهٌ إلى المطوّر الذي يكتب شفرة R أو Python لتوليد الرسوم، وقد لا يهمّ من ليسوا معنيّين بالبرمجة إلا اهتمامًا سطحيًا.

ونموذجُ السعر المولَّد بـMARS مجموعُ ثابتٍ أساس مضافًا إليه حدودٌ إضافية، ينطوي كلٌّ منها على متغيرٍ إلى ثلاثة متغيرات. ولتحليله، نقسّم النموذج أولًا إلى حدودٍ مفردة. ثم تُدمج الحدودُ المتعددة المتشاركة في مجموعة المتغيرات نفسها، والممثّلة لتفاعلٍ واحد، في عباراتِ تفاعلٍ مفردة. ولنفترض أن أقصى درجة انحدار هي 3. فانظر في نموذج انحدارٍ من الدرجة الثالثة مؤلَّف من ثابتٍ أساس، وn_1 من عبارات الدرجة الأولى، وn_2 من عبارات تفاعل الدرجة الثانية، وn_3 من عبارات تفاعل الدرجة الثالثة. وهذا يعطينا أربع مجموعاتٍ متمايزة من العبارات، وهي إما أحادية المتغير أو تفاعلاتٌ متعددة المتغيرات، تُرسم كلٌّ منها على نحوٍ مختلف بناءً على عاملين: (1) ما إذا كانت تتضمّن متغير عامل (أي متغيرًا فئويًا)، و (2) عدد المتغيرات المتمايزة التي تحتويها. وعلى وجه التحديد:

- عبارات الدرجة الأولى (متغيرٌ واحد) تُرسم ثنائيةَ الأبعاد.
- وعبارات الدرجة الثانية (متغيران) تُرسم ثلاثيةَ الأبعاد.
- وعبارات الدرجة الثالثة (ثلاثة متغيرات) تُرسم **مجموعةً** من الرسوم الثلاثية الأبعاد.
- وإن احتوت العبارةُ على متغير عامل، خفّض كلُّ عاملٍ متمايز بُعديّةَ الرسم بواحد (فالرسم الثلاثي الأبعاد يصير ثنائيًا مثلًا إن كان أحد المتغيرات عاملًا).

وتوفّر فهرسةُ كل دالة g المعلوماتِ اللازمة لتحديد كيفية رسمها، بما يعكس عددَ المتغيرات المتمايزة ووجودَ متغيرات العوامل.

2.10 فهرسة دوال g

تُفهرَس كلُّ دالة g على الصورة $f_{j,k}\, g_k^j$، حيث:

- $f_{j,k}$ هو الفهرس الأول (دليلٌ علوي قبل g):
  - j يتراوح من 0 إلى 3 ويعرّف المجموعة:
    - $j = 0$: الثابت الأساس (وهو استثناءٌ من الفهرسة المعتادة).
    - $j = 1$: عبارات الدرجة الأولى.
    - $j = 2$: عبارات الدرجة الثانية.
    - $j = 3$: عبارات الدرجة الثالثة.
  - k فهرسُ دالةٍ بعينها داخل مجموعتها (فـ$k = 1$ مثلًا للدالة الأولى في المجموعة j).
  - وقيمةُ $f_{j,k}$ تدلّ على عدد متغيرات العوامل المتمايزة في الدالة:
    - $f_{j,k} = 0$: بلا متغيرات عوامل.
    - $f_{j,k} > 0$: عددُ متغيرات العوامل (1 أو 2 أو 3 مثلًا).
- الفهارس اللاحقة على g:
  - الدليل العلوي j بعد g (مثل g^j) يكرّر رقم المجموعة توضيحًا.
  - والدليل السفلي k بعد g (مثل g_k) يطابق k في $f_{j,k}$، فيعرّف الدالة داخل مجموعتها.

ومع أن فهارس f وg متوافقةٌ عدديًا، فأدوارها تختلف: إذ يعدّ $f_{j,k}$ متغيراتِ العوامل، وهو حاسمٌ لقرارات الرسم، في حين يحدّد j وk على g مجموعتَها وموضعَها.

3.10 أبعاد الرسم

يُحسب بُعدُ d للرسم الخاص بالدالة $f_{j,k}\,g_k^j$ هكذا:

$$d = j - f_{j,k} \tag{14}$$

حيث:

- j عددُ المتغيرات المتمايزة (أو رقم المجموعة، بتجاهل حالة الثابت).
- $f_{j,k}$ عددُ متغيرات العوامل.
- d عددُ المتغيرات المتصلة (غير العاملية) المراد رسمها، بحدٍّ أقصى 3 (إذ أقصى درجةٍ هي 3). والدالةُ ذات d من المتغيرات المتصلة تُرسم في $d+1$ بُعدًا: فـ$d=1$ يعطي رسمًا ثنائي الأبعاد، و$d=2$ رسمًا ثلاثي الأبعاد (أو خريطةً حرارية ثنائية الأبعاد)، و$d=3$ **مجموعةً** من الرسوم الثلاثية الأبعاد.

مثال:

- إن كان $j=3$ (ثلاثة متغيرات) و$f_{j,k}=0$ (بلا متغيرات عوامل)، فإن $d=3-0=3$، بما يقتضي مجموعةً من الرسوم الثلاثية الأبعاد، يثبّت كلٌّ منها أحد المتغيرات.
- وإن كان $j=3$ و$f_{j,k}=1$ (متغير عاملٍ واحد)، فإن $d=3-1=2$، بما يقتضي رسمًا ثلاثي الأبعاد (أو خريطةً حرارية ثنائية الأبعاد) لكل قيمةٍ لمتغير العامل تظهر في النموذج.
- وإن كان $j=0$ (الثابت)، فلا حاجة إلى الرسم عادةً، إذ هو قيمةٌ واحدة.

وحين يكون $d=3$ (كعبارةٍ من الدرجة الثالثة بلا متغيرات عوامل)، قد يقتضي تصويرُ الدالة كاملةً رسومًا ثلاثيةَ الأبعاد متعددة، يثبّت كلٌّ منها متغيرًا عند قيمٍ مختلفة لإظهار مجموعةٍ فرعية من سلوك الدالة.

4.10 معادلة النموذج النهائية

يُقسَّم نموذج MARS إلى أربع مجموعاتٍ من العبارات (الثابت، والدرجة الأولى، والثانية، والثالثة). وتخبرنا الفهرسةُ $f_{j,k}\,g_k^j$ بـ:

- j: المجموعة وعدد المتغيرات.
- $f_{j,k}$: عدد متغيرات العوامل.
- $d = j - f_{j,k}$: بُعد الرسم.

وهذه البنية توجّه كيفيةَ تصوير كل دالة g، بما يضمن مطابقة منهج الرسم لتعقيد العبارة ولأنواع متغيراتها.

ويمكن التعبير عن تقدير سعر البيع $\hat{P}$ الذي يقدّمه نموذج MARS هكذا:

$$\begin{aligned}\hat{P} = {} & f_{0,1}\,g_1^0 + \sum_{q=1}^{n_1} f_{1,q}\,g_q^1(x_*) \\ & + \sum_{r=1}^{n_2} f_{2,r}\,g_r^2(x_*, y_*) \\ & + \sum_{s=1}^{n_3} f_{3,s}\,g_s^3(x_*, y_*, z_*)\end{aligned} \tag{15}$$

$n_1 =$ عدد حدود الدرجة الأولى
$n_2 =$ عدد حدود الدرجة الثانية
$n_3 =$ عدد حدود الدرجة الثالثة

5.10 عدد الرسوم اللازمة لرسم نموذج

كم رسمًا يلزم لتصوير كل الدوال في نموذج؟ يتوقّف الجواب على المتغيرات وتفاعلاتها، وعلى ما إذا كانت عاملية أو غير عاملية.

ويستطيع مهندس التقييم تحديدَ المتغيرات والتفاعلات في ملف الضبط بـExcel الخاص بـR/earth، فيؤثّر في التفاعلات المسموح بها. والمقاربةُ العملية أن تدع R/earth يقوّم كل التفاعلات الممكنة وينتقي ذواتِ الإسهامات ذات الدلالة في تقدير سعر البيع، مع فحص مسائلَ كفرط الملاءمة أو الخطية المشتركة. وقد تُمنع بعضُ التفاعلات، فيؤثّر ذلك في التفاعلات الأعلى درجةً (فإن استُبعد زوجٌ في تفاعلٍ من الدرجة الثالثة، استُبعدت التركيبةُ كلها).

وفي متغيرات العوامل (كمنطقة MLS بـ12 قيمة تتفاعل مع مساحة المعيشة)، يصير الرسمُ أعقد. فقد يقتضي ذلك اثني عشر رسمًا --- واحدًا لكل منطقة. وإن تفاعل عاملٌ آخر كالطراز المعماري (بستّ قيم) مع منطقة MLS ومساحة المعيشة، لزم ما يصل إلى $12 \cdot 6 = 60$ رسمًا. غير أن R/earth نادرًا ما يجد كل التركيبات ذات دلالة؛ فعادةً لا يستحقّ الرسمَ إلا بضعةُ تفاعلاتٍ رئيسة (كمناطقَ وطرزٍ بعينها)، على نحو ما يحدّده النموذج.

وإليك دليلًا مبسَّطًا لعدد الرسوم اللازمة:

1. **الدوال أحادية المتغير (غير العاملية):** رسمٌ واحد.
2. **الدوال أحادية المتغير (العاملية):** رسمٌ شريطي واحد يجمع كل قيم العامل.
3. **الدالة الأساس:** لا حاجة إلى رسم.
4. **تفاعلات الدرجة الثانية (بلا عوامل):** رسمٌ واحد (كخريطةٍ حرارية ثنائية الأبعاد بألوانٍ لسعر البيع).
5. **تفاعلات الدرجة الثانية (بعاملٍ واحد):** رسمٌ واحد لكل قيمة عاملٍ في النموذج (فقيمتان تعنيان رسمين).
6. **تفاعلات الدرجة الثانية (بعاملين):** رسمٌ واحد بمصفوفةٍ من تركيبات العوامل (فثلاث مناطق $\times$ طرازان = ست خلايا).
7. **تفاعلات الدرجة الثالثة (بلا عوامل):** رسومٌ متعددة (كأربعة رسومٍ لعدد الحمّامات $= 1, 2, 3, 4$).
8. **تفاعلات الدرجة الثالثة (بعاملٍ واحد):** رسمٌ واحد لكل قيمة عاملٍ في النموذج.
9. **تفاعلات الدرجة الثالثة (بعاملين):** رسمٌ واحد لكل تركيبة قيم عوامل في النموذج.
10. **تفاعلات الدرجة الثالثة (بثلاثة عوامل):** رسمٌ واحد لكل قيمة للعامل الأقلّ عددًا في قيمه المتمايزة، مع مصفوفة ألوانٍ للعاملين الآخرين.

وقد تقتضي السيناريوهاتُ الأعقد تقنياتِ رسمٍ متقدمة.

وثمة إمكاناتٌ أخرى برسومٍ أرجحُ أنها أكثر تطوّرًا.

ومثالٌ على نموذجٍ كامل مولَّد بـMARS في Figure 1.

11 خصائص البيانات

يناقش القسم الآتي MARS. وMARS تعتمد اعتمادًا تامًّا على البيانات التي تتلقّاها، ومعظمُ هذه البيانات سيأتي من خدمة إدراجٍ متعدد (MLS) ما أو من مُقيّمي الضرائب. غير أنها قد تُوجَّه عبر مزوّدي بياناتٍ آخرين يتعهّدونها ويحسّنونها ثم يبيعونها بربح. وهي في بعض المناطق موثوقةٌ إلى حدٍّ بعيد، وفي غيرها ليست كذلك. وفي الحالات الحرجة يتعيّن على معاين العقار أن يقوم بملاحظاته وقياساته، وقد تكون دقتُها موضعَ تساؤل.

ويحتاج مهندسُ التقييم إلى فهم ما تمثّله البيانات ومدى جودة تمثيلها لما يُفترض أن تمثّله. وهذا يستدعي قائمةً كاملة من المسائل:

- كيف تصنّف متغيرًا بأنه قياس؟
- وإن لم يكن المتغير قياسًا، فماذا عساه يكون؟

شكل 1: مكوّنات نموذج MARS

$$
\begin{aligned}
\text{Basis} &= {}^{0}g_{1}^{0} = 4957150 \\
\text{Age} &= {}^{0}g_{1}^{1} = -3163.1809255 \cdot \text{Age} \\
\text{AreaNbr} &= {}^{1}g_{2}^{1} = -623197.75104 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 471\} \\
\text{Baths} &= {}^{0}g_{3}^{1} = -111023.51496 \cdot \max(0, 2 - \text{Baths}) + 96735.52418 \cdot \max(0, \text{Baths} - 2) \\
\text{Beds} &= {}^{0}g_{4}^{1} = -233489.66415 \cdot \max(0, \text{Beds} - 5) \\
\text{DaysOffMkt} &= {}^{0}g_{5}^{1} = -2577.2188622 \cdot \max(0, 189 - \text{DaysOffMkt}) - 1282.8789534 \cdot \max(0, \text{DaysOffMkt} - 189) \\
\text{GLA} &= {}^{0}g_{6}^{1} = -666.73587914 \cdot \max(0, 4027 - \text{GLA}) + 281.36312913 \cdot \max(0, \text{GLA} - 4027) \\
\text{Latitude} &= {}^{0}g_{7}^{1} = -18141680.417 \cdot \max(0, \text{Latitude} - 37.573) \\
\text{LotSize} &= {}^{0}g_{8}^{1} = -85.005683404 \cdot \max(0, 8000 - \text{LotSize}) - 23.562970183 \cdot \max(0, \text{LotSize} - 8000) \\
\text{Age_Baths} &= {}^{0}g_{1}^{2} = -3916.3594872 \cdot \text{Age} \cdot \max(0, \text{Baths} - 3.5) \\
\text{Age_Garage} &= {}^{0}g_{2}^{2} = -6503.1897339 \cdot \text{Age} \cdot \max(0, \text{Garage} - 2) \\
\text{AreaNbr_LotSize} &= {}^{1}g_{3}^{2} = 78.54207825 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 463\} \cdot \max(0, 8000 - \text{LotSize}) \\
&\quad + 87.263298012 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 466\} \cdot \max(0, \text{LotSize} - 8000) \\
\text{AreaNbr_Baths} &= {}^{1}g_{4}^{2} = -1070222.5995 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 464\} \cdot \max(0, \text{Baths} - 2) \\
\text{AreaNbr_Latitude} &= {}^{1}g_{5}^{2} = 17571072.548 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 466\} \cdot \max(0, \text{Latitude} - 37.573) \\
\text{AreaNbr_GLA} &= {}^{1}g_{6}^{2} = -328.79173933 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 471\} \cdot \max(0, \text{GLA} - 2550) \\
&\quad + 525.69503229 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 471\} \cdot \max(0, 2550 - \text{GLA}) \\
\text{DaysOffMkt_GLA} &= {}^{0}g_{7}^{2} = 0.43839582286 \cdot \max(0, \text{DaysOffMkt} - 661) \cdot \max(0, 4027 - \text{GLA}) \\
\text{FrPlcNbr_LotSize} &= {}^{0}g_{8}^{2} = 22.059059591 \cdot \max(0, 2 - \text{FrPlcNbr}) \cdot \max(0, \text{LotSize} - 8000) \\
&\quad + 39.084508159 \cdot \max(0, \text{FrPlcNbr} - 2) \cdot \max(0, \text{LotSize} - 8000) \\
\text{GLA_LotSize} &= {}^{0}g_{9}^{2} = -0.45274160024 \cdot \max(0, \text{GLA} - 2994) \cdot \max(0, 8000 - \text{LotSize}) \\
\text{ADU_Age_Garage} &= {}^{0}g_{1}^{3} = -5.4578633919 \cdot \max(0, \text{ADU} - 0) \cdot \text{Age} \cdot \max(0, 2 - \text{Garage}) \\
\text{AreaNbr_Baths_LotSize} &= {}^{1}g_{2}^{3} = 60.607126605 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 460\} \cdot \max(0, \text{Baths} - 2) \cdot \max(0, \text{LotSize} - 2480) \\
\text{AreaNbr_Baths_FrPlcNbr} &= {}^{1}g_{3}^{3} = 593779.41722 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 464\} \cdot \max(0, \text{Baths} - 2) \cdot \max(0, \text{FrPlcNbr} - 0) \\
\text{AreaNbr_GLA_Latitude} &= {}^{1}g_{4}^{3} = 54199.925713 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 464\} \cdot \max(0, \text{GLA} - 2670) \cdot \max(0, \text{Latitude} - 37.573) \\
&\quad + 58934.565747 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 471\} \cdot \max(0, \text{GLA} - 2550) \cdot \max(0, \text{Latitude} - 37.568) \\
\text{AreaNbr_DaysOffMkt_GLA} &= {}^{1}g_{5}^{3} = 0.37173306643 \cdot I\{\text{AreaNbr} = 470\} \cdot \max(0, 661 - \text{DaysOffMkt}) \cdot \max(0, 4027 - \text{GLA}) \\
\text{Beds_GLA_LotSize} &= {}^{0}g_{6}^{3} = -5.1607264026 \cdot \max(0, 4 - \text{Beds}) \cdot \max(0, \text{GLA} - 2994) \cdot \max(0, 8000 - \text{LotSize}) \\
\text{Age_AreaNbr_Baths} &= {}^{1}g_{7}^{3} = -10759.444688 \cdot \text{Age} \cdot I\{\text{AreaNbr} = 460\} \cdot \max(0, \text{Baths} - 3.5)
\end{aligned}
$$

- وكيف يمكن للانحدار أن يكون مفيدًا إن كانت البيانات التي يتلقّاها غير دقيقة؟

ومعظمُ البيانات التي نحصل عليها من خدمات إدراج MLS ومن بيانات مُقيّمي الضرائب للانحدار بياناتٌ عددية تستلزم قياساتٍ أو أعدادًا. وبعضُها منطقي، صوابٌ أو خطأ.

1.11 الغرض من الباقي

يصلح الباقي مقياسًا غير مباشر للقيمة التي تضيفها المتغيراتُ غير المُدرَجة في نموذج الانحدار. وبلغة الأدبيات الهيدونية، هذه الخصائصُ غير المقيسة **متغيراتٌ كامنة**: متغيراتٌ تؤثّر في سعر البيع لكنها لا تُقاس مباشرةً، وفي معظم الحالات لأنه لا سبيل عملي إلى قياسها موضوعيًا. ويجب استنتاجُ قيمها بدل ذلك، وفي الممارسة كثيرًا ما تُقدَّر قيمةُ المتغير الكامن بحكمٍ ذاتي --- وهو في RCA حكمٌ ترسيه مرساةُ ترتيب البواقي. فبترتيب العقارات بناءً على باقيها أو باقيها للقدم المربعة، نبلغ ترتيبًا موضوعيًا من العقارات الأقلّ جاذبيةً إلى الأكثر. وطريقةُ الترتيب هذه فعّالة، بشرط أن يصوغ نموذجَ MARS محلّلٌ ماهر ذو فهمٍ عميق للسوق المحلية. وإليك بعض المتطلبات الإضافية:

- جودة البيانات والنموذج: نموذجُ انحدارٍ حسن البناء وبياناتٌ عالية الجودة شرطان سابقان لبواقيَ موثوقة. وفي منطقة خليج سان فرانسيسكو، غايتي تطويرُ نموذجٍ بـR2 يقارب 80%–75 وR2 بالتحقق المتقاطع (CV R2) من 55 إلى 70%.
- تجنّب فرط الملاءمة وتحديد R2: ينبغي لمهندس التقييم أن يستهدف R2 أقصى يقارب 80% في معظم الأسواق الناضجة في المناطق الأعلى سعرًا كمنطقة الخليج، لأن كثيرًا من القيمة التنافسية للعقار السكني يكمن في جاذبيته الذاتية غير القابلة للتكميم، ومن ثمّ لا يمكن إدراجُها مباشرةً في نماذج الانحدار. وR2 أعلى بكثير من 80% قد يدلّ على نموذجٍ مفرط الملاءمة، بما يستدعي مزيدًا من التمحيص. ومع ذلك كلمةُ حذر: ثمة مناطقُ سوقٍ بقيم R2 فوق 90% بلا فرط ملاءمة، وثمة مناطقُ يصعب تقييمها لا تبلغ فيها أفضلَ من 60%–50 أو أقل.
- R2 المرتفع في مناطقَ بعينها: غير أن ثمة أقاليمَ، كالتقسيمات أو غيرها من المناطق السكنية المتجانسة، تشيع فيها قيمُ R2 الأعلى شيوعًا مفاجئًا بسبب تجانس العقارات.

2.11 تصنيفات الحالة والجودة بوصفها متغيراتٍ انحدارية تقريبية

يستحقّ مقياسا الحالة والجودة لدى Fannie Mae (C1–C6 وQ1–Q6) تعليقًا خاصًّا. فهذان المقياسان أفجُّ من أن يُعاملا خصائصَ مقيسة حقيقية، ولأن المُقيّم هو الذي يسندهما، فهما في الممارسة تصنيفان ذاتيان --- أي متغيران كامنان في ذاتهما. ومن المفيد التمييز بين مستويين صراحةً: تصنيفُ المُقيّم الفجّ المستعمل متغيرًا انحداريًا، أي **الحالة خشنة التفصيل** (الحالة-1) و**الجودة خشنة التفصيل** (الجودة-1)، في مقابل المتغيرين الكامنين الدقيقي التفصيل المستردَّين من الباقي، أي **الحالة دقيقة التفصيل** (الحالة-2) و**الجودة دقيقة التفصيل** (الجودة-2). ويجوز لمهندس التقييم قبولُ تصنيفات المُقيّم الخشنة تقريباتٍ وإجراءُ الانحدار عليها، فيحصل على إسهامات قيمةٍ تقريبية مفيدةٍ إسناداتٍ أوّلية للقيمة للمتغيرين الكامنين الدقيقين. وحيث يُفعل ذلك، يكون البروتوكول طرحَ إسهامات القيمة المقدَّرة بالانحدار لهذين المتغيرين الخشنين من تقدير النموذج --- بإخراجهما من السمات المقيسة تحت قسم الانحدار من شبكة المبيعات --- وإضافتَها إلى الباقي. ومن هناك تُزال لاحقًا من الباقي وتُسنَد إلى المتغيرين الكامنين الدقيقين المقابلين، `res_condition1` و `res_quality1`. ثم تُستعمل معلوماتٌ إضافية مستخرَجة من الملاحظات العامة في MLS (`public_remarks`) وما يتصل بها من قوائم نصّية لإجراء تنقيحاتٍ دقيقة على قيم هذين المتغيرين الكامنين. والنتيجةُ النهائية أن تحلّ إسهاماتُ القيمة الدقيقة محلّ الخشنة: فالتصنيفاتُ الفجّة ليست إلا سقالةً للنموذج التقريبي، والقيمُ المُبلَّغة في النهاية للحالة والجودة هي الدقيقةُ المستمدّة من الباقي.

3.11 أخطاء البيانات

استنادًا إلى تعليقات وسائل التواصل الاجتماعي، تكون بيانات خدمة الإدراج المتعدد في كاليفورنيا أعلى جودةً عمومًا من كثيرٍ من أقاليم الولايات المتحدة الأخرى. وينبغي عادةً توقّع جودةٍ جيدة لبيانات MLS في معظم المناطق الحضرية الناضجة، وجودةٍ أدنى في المناطق الريفية.

ومع أن ثمة أخطاءً عارضة في البيانات لأسبابٍ شتى، فينبغي عمومًا أن يلغي بعضُها بعضًا وأن يكون أثرُها ضئيلًا في المتوسطات المستعملة في نماذج الأسعار متى وُجدت بياناتٌ كافية.

غير أن التحيّزات المنهجية قد تقع في مناطقَ بعينها. فانظر مثلًا في حيٍّ بُني كثيرٌ من منازله ابتداءً بطوابقَ ثانية كاملة، لكن أُتيح لبعض المشترين خيارُ إزالة غرفٍ من الطابق الثاني لإنشاء أسقفٍ مقبّبة في غرفةٍ أو أكثر من الطابق الأول، بما يقلّل مساحة المعيشة الإجمالية

تقليلًا كبيرًا. ولم تُحدَّث التغييرات لاحقًا في سجلات مُقيّم الضرائب لسببٍ أو لآخر. وبناءً عليه قد تُظهر MLS 2,400 قدم مربعة بينما القيمةُ المقيسة 2,000 فقط. وفي مثل هذه السيناريوهات ينبغي تصحيحُ بيانات MLS قبل إجراء انحدار MARS. ومن المهم ملاحظةُ أن الحصول على هذه المعلومات للمقارنات قد يقتضي جهدًا تحرّيًا. وينبغي تدوينُ التباينات للرجوع إليها مستقبلًا.

وبناءً على ما سبق، من المعقول افتراضُ أن الأخطاء التي تتسرّب إلى الباقي في مناطق MLS عالية الجودة ضئيلةٌ مقارنةً بأثر الخصائص الذاتية وغير المقيسة كالتصميم والحالة والجودة. وهذا اعتبارٌ مهم عند تقدير دقة منهج RCA. فإن كانت قيمة R^2 لمنطقة سوقٍ ما 80% مثلًا، نُسب نحو 20% من السعر إلى باقي CQA. وخطأٌ قدره $\pm 10\%$ في وضع العقار موضوع التقييم داخل ترتيب البواقي ينتشر من ثمّ إلى خطأٍ قدره $\pm 10\% \cdot 20\% = \pm 2\%$ في نتيجة القيمة النهائية. وهكذا تحسّن الدقة! وفي كثيرٍ من الحالات، تكون التقديراتُ الدقيقة للقيمة دون $\pm\ 1\%$ بكثير ممكنة.

ومن ثمّ يكون معاملةُ البواقي مؤشّراتٍ غير مباشرة على القيمة الجماعية للمتغيرات غير المنمذجة في انحدار MARS أمرًا معقولًا، بشرط أن تكون لمهندس التقييم خبرةٌ كافية بالسوق المحلية ليعرّف أين توجد تحيّزاتُ القياس النُظُمية ولماذا. وهذه المقاربة تضمن أن يعكس التحليلُ قيمَ العقارات الفعلية بدقة، مع الإقرار بحدود بيانات العقارات ودقائقها.

مثالٌ تطبيقي: قياس المحرّكات غير المقيسة في Sea Ranch

حين يكون R^2 القابل للبلوغ في منطقة سوقٍ أدنى ممّا يقود إليه تجانسُها الظاهر، تكون استجابةُ الإطار تعرّفَ المتغير الغائب وقياسَه لا قبولَ الحدّ. ويوضّح مجتمع Sea Ranch في مقاطعة Sonoma ذلك مباشرةً.

وهذه حالةٌ ملموسة على استجابة ``قِس ولا تقبل". فمجتمع Sea Ranch في مقاطعة Sonoma تطويرٌ ساحلي تكون فيه المسافةُ إلى المحيط محرّكًا رئيسًا للقيمة: فمنزلٌ على بُعد بضع مئات من الأقدام من الجرف يبلغ سعرًا مختلفًا اختلافًا كبيرًا عن منزلٍ على بُعد ربع ميلٍ في الداخل، مع تثبيت سائر الخصائص. وبيانات MLS للمجتمع لا تسجّل المسافة إلى المحيط متغيرًا. وقد أنتج نموذجُ MARS الأوّلي المُلائَم على متغيرات MLS المتاحة قدرةً تفسيرية أدنى ممّا كان ينبغي أن يسنده تجانسُ السوق الظاهر، ببنية باقٍ لم ترتّب العقارات ترتيبًا كافيًا بأي خاصيةٍ مرئية في البيانات --- وهي إشارةٌ إلى أن محرّكًا مهمًّا غائبٌ عن النموذج لا إلى أن السوق مشوَّشة حقًا.

وكان العلاجُ القياسَ المباشر. فحصل المؤلّف على خريطةٍ للمجتمع تبيّن تخطيط العقارات نسبةً إلى الساحل، وقاس المسافة إلى المحيط لعدة مئاتٍ من المنازل. وأُضيفت المسافاتُ المقيسة متغيرًا إلى مجموعة بيانات MLS وأُعيد تشغيل انحدار MARS. فانتقى النموذج المتغير الجديد بوصفه ذا دلالة، وزادت القدرةُ التفسيرية زيادةً كبيرة، ورتّب ترتيبُ البواقي بعد ذلك العقاراتِ بأنماطٍ متّسقة مع الخصائص الذاتية المتبقّية --- الإطلالة والحالة والجودة --- لا بإشارة المسافة إلى المحيط الكامنة التي كانت قد لوّثته من قبل. وقد عولج الارتفاعُ معالجةً مماثلة في أحياء التلال حيث يكون متغير MLS غائبًا أو غير موثوق.

والمبدأ المنهجي عامّ. فحين يهبط R^2 القابل للبلوغ دون ما ينبغي أن يسنده تجانسُ السوق الظاهر، تكون الفرضيةُ الأولى أن متغيرًا مهمًّا غائبٌ عن النموذج، وتكون الاستجابةُ الملائمة تعرّفَ ما هو وجمعَ القياسات مباشرةً. ومن المصادر خرائطُ المجتمعات، وبياناتُ نُظُم المعلومات الجغرافية، وسجلاتُ مُقيّم الضرائب، وسجلاتُ دوائر البناء، وصورُ الأقمار الصناعية، والمعاينةُ الميدانية. وكلفةُ هذا العمل القياسي حقيقيةٌ لكنها محدودة؛ فبمجرد جمع المتغير لمنطقة سوقٍ ما، يمكن حملُه إلى مهامَّ مستقبلية في تلك المنطقة. ويستوعب RCA المتغيراتِ الجديدة استيعابًا نظيفًا لأن الإطار لا يبالي بأي المتغيرات يدخل انحدار MARS --- فبنيةُ الباقي تخبر مهندسَ التقييم بما إذا كان المتغير الجديد يلتقط إشارةً حقيقية، وتتعدّل إسهاماتُ القيمة تبعًا لذلك.

أما الاستجابة البديلة --- قبولُ R^2 منخفض والإبلاغُ عن نطاقات خطأٍ أوسع --- فقابلةٌ للدفاع حين تكون المحرّكاتُ الغائبة غير قابلة للقياس حقًا (كتفضيلات المشترين الخاصة، وانطباع السوق العابر، وظروف المعاملات الفريدة)، لا حين تكون مجرّد غير مجموعة. وأولُ ما ينبغي لمهندس التقييم فعلُه إزاء نموذجٍ ضعيف هو أن يسأل هل الإشارةُ الغائبة من النوع الثاني.

4.11 ما الدقة؟

الدقة التامة في التقييم تقتضي:

1. المطابقة للقيمة السوقية: أن تلتزم معاملةُ البيع الفرضية للعقار موضوع التقييم بنسبة 100% بالتعريف المعطى للقيمة السوقية.
2. تطوير نموذجٍ دقيق ومتين: أن يُطوَّر نموذج MARS عالي الجودة بـR2 يقارب 80%–75 وCVR2 يقارب 70%–55 بحسب الموقع.
3. تحليلٌ جيد لأخطاء البيانات: أن تُفهم كل أخطاء البيانات المحتملة للمتغيرات المقيسة وتُحتوى، بأقلّ تسرّبٍ إلى البواقي.
4. مراعاة التحيّز النُظُمي: أن يُراعى أي تحيّزٍ نُظُمي في البيانات ويُعدَّل لأجله.

5. تحليل ترتيب البواقي: أن يُتأكّد من أن عقارات ترتيب البواقي تتبع نمطًا معقولًا من الخصائص من أدنى رتبةٍ إلى أعلاها. وينبغي تحرّي الشذوذات كمبيعات التركات والبيع بأقلّ من الدين ومبيعات المزادات وشرحُها وربما إزالتُها.

6. وضع العقار موضوع التقييم: أن يُوضع العقار موضوع التقييم وضعًا دقيقًا بفهمٍ تامّ لترتيب البواقي. فينبغي تعرّفُ عقارٍ أعلى جاذبيةً بوضوح وآخرَ أدنى جاذبيةً بوضوح، ووضعُ العقار موضوع التقييم بينهما وتسجيلُ درجته. ثم محاولةُ تضييق الترتيب بين العقارين الأعلى والأدنى قدر المستطاع.

7. الاستدلال التفسيري: ألّا يُضحّى بالاستدلال التفسيري في سبيل الدقة أبدًا. فيجب أن يستطيع المُقيّم شرحَ فروق القيمة بين العقار موضوع التقييم والعقارات المقارِنة، ولو لشخصٍ ذي ذكاءٍ معقول. فنموذج MARS الجيد بـR2 وCVR2 أمثلين يمكن استعمالُه لشرح إسهامات القيمة للخصائص المقيسة، في حين يمكن استعمالُ تفكيك الباقي من مهندس التقييم لشرح إسهامات قيمة الخصائص الأخرى.

8. فرط الملاءمة: أن يُتجنَّب فرطُ ملاءمة النماذج، بعدم استعمال خصائص عقارية تستطيع، منفردةً أو مجتمعة، تعيينَ عقارٍ واحد أو عدة عقارات. وتجنَّبْ خصوصًا استعمالَ متغيرات العوامل التي تستطيع قيمُها تحديد عددٍ صغير من العقارات. فمتغيرُ عاملٍ يعرّف الأحياء في مجموعات بياناتٍ كبيرة ملائم، أما ما يعرّف العقارات ذوات المسابح في منطقةٍ تندر فيها المسابح فيجب استعمالُه بحذر. وأما الخاصيةُ التي تعرّف عقاراتٍ فريدة كإحداثيات نُظُم المعلومات الجغرافية بالضبط أو أرقام القطع أو العناوين، فغير مسموحٍ بها البتة.

فإن كان R2 للانحدار 80%، توقّعنا أن نحو 20% من قيمة العقار موضوع التقييم يعود إلى الباقي. وهذا تقريبيٌّ فحسب. فنحن نعلم من منحنى CQA--الباقي أن معظم توزيع البواقي عند طرفَي CQA الأدنى والأعلى. وبناءً على ذلك المنحنى وعلى شدّة ميله عند قيم CQA الدنيا والعليا، قد نتوقّع تقديرًا أقلَّ دقةً للباقي في هذين المجالين. غير أن ذلك تعادله ندرةُ العقارات نسبيًا فيهما والفرقُ الأكبر في الجاذبية الذي نراه بين العقارات المتجاورة. فمع أننا قد نتكلّم على أثر نطاقٍ قدره $\pm 5\%$ في المدى الأوسط، فإننا في الطرفين سنُعنى بنطاقٍ أضيق قليلًا قدره $\pm 3\% - \pm 2$.

وحسابُ دقة RCA عسيرٌ بعض الشيء عمومًا بسبب لاخطية منحنى CQA--الباقي. لكنه ممكنٌ حالةً بحالة، متى كان لديك ترتيبُ بواقٍ معقول. ومدى درجات CQA من 0.0 إلى 10.0. ومع نموذج MARS جيد، ينبغي أن يُظهر ترتيبُ بواقيك نمطًا واضحًا من الأقلّ جاذبيةً إلى الأعلى، وألّا تجد صعوبةً في التقدير في حدود $\pm 5\%$ من المدى الكلي أو ± 0.5 لدرجة CQA. فإن كان لديك مئةُ عقارٍ في الانحدار، كان ذلك ترتيبًا للعقار موضوع التقييم بدقةٍ ضمن مجموعةٍ من عشرة عقارات. فبالرجوع إلى بيانات مبيعات Burlingame في الجدول 3، فلنحسب الدقة (أو الخطأ) التقريبية لـCQA يقدّرها مهندسُ التقييم بـ 7.5 و5.1 و1.9، حيث تكون نتيجةُ قيمته للعقار موضوع التقييم 3,000,000$. ولاحظ أنه لمّا كان الجدول 3 لا يحوي إلا عيّنةً من عدة مئاتٍ من العقارات المستعملة، فستحتاج إلى استكمال الباقي عند الاقتضاء (بافتراض الخطية). وللوضوح، نفترض أن مهندس التقييم واثقٌ جدًا في كل حالة من أن ترتيبه للعقار موضوع التقييم في حدود نطاقٍ قدره ± 5 عقاراتٍ في ترتيب بواقٍ من مئة عقارٍ فقط.

					± 0.5 CQA= 7.5
نسبة الخطأ	سعر البيع الفرضي	الخطأ المتوقَّع	الفرق المطلق	الباقي	CQA
				$257,112	00.8
			$59,999	$197,113	50.7
$\pm 1.71\%$	$3,000,000	$\pm \$51,249$	$42,498	$154,615	00.7

					± 0.5 CQA=5.1
نسبة الخطأ	سعر البيع الفرضي	الخطأ المتوقَّع	الفرق المطلق	الباقي	CQA
				$50,911	60.5
			$31,352	$19,559	10.5
$\pm 1.32\%$	$3,000,000	$\pm \$39,559$	$47,766	$28,207-	60.4

					± 0.5 CQA= 1.9
نسبة الخطأ	سعر البيع الفرضي	الخطأ المتوقَّع	الفرق المطلق	الباقي	CQA
				$228,411-	40.2
			$47,970	$276,381-	90.1
$\pm 1.64\%$	$3,000,000	$\pm \$49,264$	$50,557	$326,938-	40.1

وأخيرًا، السبيلُ الموضوعي الوحيد إلى التحقق من الدقة هو إرساءُ بروتوكولٍ صارم (لا يلمّح إليه هذا البحث إلا جزئيًا وبخطوطٍ عريضة) والتحققُ من الالتزام به. وهذا ضروري لأن أسعار البيع الفعلية قد تنحرف عن القيمة السوقية بسبب نقائص السوق. ومقارنةُ التقييمات بالمبيعات اللاحقة قد تعطي دلالةً ما على الدقة. غير أن تعقيدات سوق العقارات وعدم استقرارها تستلزم خبرةَ مُقيّمين أو مهندسي تقييمٍ عالي التأهيل لتقديم تقديرات قيمةٍ قائمة على معايير وبروتوكولاتٍ مستقرة. وينبغي أن تكون هذه صارمةً بما يكفي لضمان أن يبلغ مهندسو التقييم الأكفاء نتيجةَ قيمةٍ متقاربة جدًا على نحوٍ مستقل. وينبغي أن تكون هذه غايةً قابلة للبلوغ في معظم الحالات التي تتوفّر فيها بياناتٌ جيدة.

5.11 العقار موضوع التقييم بوصفه شذوذًا

لمّا كان تقديرُ القيمة السوقية لعقارٍ يقتضي تحليلَ معاملات البيع الحديثة، فمن العدل السؤال عمّا إذا كانت معاملات البيع الحديثة تمثّل تمثيلًا جيدًا مختلفَ خصائص عقارٍ أقدم موضوع تقييمٍ يفتقر إلى التحديث والإصلاحات. وهذا صحيحٌ خصوصًا في منطقة خليج سان فرانسيسكو، حيث تكون معاملات البيع الحديثة عادةً لمنازل مرّت بتحديثاتٍ لتحسين سعرها للبيع. فمتوسّطُ جودة المبيعات المقارِنة وحالتها أعلى عمومًا من المنازل الأقدم التي لم تُعرض في السوق منذ زمن. وينبغي أن يلتقط هذا الفرقَ في القيمة تقديرُ الباقي للعقار موضوع التقييم، أي بعبارةٍ أخرى درجةُ CQA الخاصة به. وهذا اعتبارٌ مهم فيما يتصل بجودة البيانات والدقة في تقييم العقار موضوع التقييم.

6.11 أهمية CVR2 في التعامل مع البيانات غير المتوقَّعة

يقوم انحدار MARS على تكراراتٍ متعددة لـR/earth مطبَّقةٍ على مجموعةٍ فرعية منتقاة عشوائيًا من العقارات، تشكّل عادةً من 80% إلى 90% من مجموعة بيانات MLS، وتُسمّى مجموعة التدريب. أما العقارات المتبقّية، وهي من 10% إلى 20%، فتصلح مجموعة اختبار. وفي هذا الطور يُنشأ نموذج MARS من مجموعة بيانات التدريب ثم يُستعمل للتنبؤ بأسعار بيع العقارات في مجموعة الاختبار، فتُقارن بأسعار البيع الفعلية. وقد اعترف المنقّبون في البيانات بأن هذه المنهجية أنجعُ استراتيجية لتطوير نموذجٍ متين قادرٍ على التنبؤ بأسعار بيع عقاراتٍ لم تُرصد بعد.

غير أن الفائدة الرئيسة لمقياس CVR2 لا تكمن في عكسه للدقة الواقعية لنموذج الانحدار إزاء مبيعات منطقة السوق الفعلية، بل في تحسينه لقدرات النموذج التنبؤية إزاء مبيعات عقاراتٍ فرضية في تاريخٍ فعّال محدَّد. وهذه العقارات غير مُدرَجة في مجموعة بيانات التدريب وقد تُظهر تركيباتٍ جديدة أو غير متوقَّعة من الخصائص غائبةً عن بيانات مجموعتَي التدريب والاختبار معًا.

وفي هذا السياق، كيف نقدّر سعر بيع عقارٍ لم يُحدَّث في الخمس عشرة سنة الماضية، بافتراض أنه أُدرج قبل شهرٍ مثلًا من التاريخ الفعّال للتقييم؟ النموذجُ الذي يُظهر CVR2 قويًا أرجحُ أن يقدّم أدقّ تقدير، مقارنةً بنموذجٍ لم يمرّ بهذا التحقق المتقاطع المتكرّر. ومن الحيوي كذلك أن تتضمّن مجموعةُ البيانات عددًا كافيًا من العقارات المقارِنة بدرجاتٍ متفاوتة من التحديث والإصلاح والتجديد.

وفي النهاية، إن امتلكنا نموذجًا متينًا يتنبّأ بدقةٍ بإسهامات قيمة مختلف خصائص العقارات في مجموعة بيانات عقاراتنا المقارِنة، أمكننا وضعُ العقار الجديد موضوع التقييم وضعًا فعّالًا داخل ترتيب النموذج لتلك العقارات بالباقي. وهذا الوضعُ يتيح لنا إسنادَ درجة CQA وباقٍ ملائمين للعقار.

12 البواقي

كما يدلّ الاسمُ ``منهج قيد البواقي''، فالبواقي مركزيةٌ في هذه المنهجية. والباقي هنا يعني الفرقَ بين صافي سعر بيع العقار وسعرِ البيع الذي يتنبّأ به تحليل الانحدار.

والباقي الموجب يوحي بأن العقار بيع بأكثر من سعره المقدَّر، بناءً على السمات القابلة للقياس المعتادة كمساحة المعيشة الإجمالية ومساحة الأرض، بما يستلزم أنه قد يكون أجذبَ من المتوسط. والباقي السالب يدلّ على أن العقار بيع بأقل، بما قد يوحي بجاذبيةٍ أدنى أو بسماتٍ سلبية أخرى لم تُلتقَط.

ولمّا كان الأرجح أن تكون للمنازل الأكبر بواقٍ أكبر، فقد نستعمل الباقيَ للقدم المربعة بناءً على مساحة المعيشة لمقارنةٍ أكثر تسويةً. ونؤجّل نقاشًا أعمق لهذه المسألة إلى بحثٍ آخر.

1.12 الترتيب والتسجيل

بعد إنشاء نموذج MARS للمتغيرات المقيسة، تُحسب البواقي لكل عقار. وتمثّل هذه البواقي الفرقَ بين صافي أسعار البيع المرصودة وأسعارِ البيع التي يتنبّأ بها النموذج. وينبغي إنشاءُ عمودٍ إضافي للباقي/القدم المربعة، أي الباقي مقسومًا على مساحة معيشة المسكن، مع فهم أن باقي عقاراتٍ بعينها يكون عمومًا أكبر بكِبَر مساحة المعيشة. وقد تعمل إحصاءاتٌ أخرى ممكنة عملًا أفضل في بعض الأحياء، لكنها موضوعٌ لوقتٍ آخر.

افتراض 7: ``الترتيب بالباقي''

في هذا البحث، ينبغي أن تُفهم الإحالاتُ إلى ``الترتيب بالباقي'' على أنها الترتيب بالباقي، أو بالباقي/القدم المربعة، أو بدالةٍ أخرى في البواقي، بحسب ما يراه مهندسُ التقييم أنسبَ لمنطقة السوق. وتشير خبرةُ المؤلّف في منطقة خليج سان فرانسيسكو إلى أن الباقي/القدم المربعة هو الأوثقُ عمومًا، ولا سيما عند التعامل مع عقارٍ موضوع تقييمٍ ذي مساحة معيشةٍ صغيرة أو كبيرة على غير المعتاد.

ثم تُفرز العقارات ببواقيها من الأشدّ سلبيةً إلى الأشدّ إيجابية. وتُولَّد درجةُ الحالة والجودة والجاذبية (CQA) لكل عقار، وتتراوح من 0.0 إلى 10.0. وتُحسب هذه الدرجة كالآتي:

درجةُ CQA تقابل الرتبة المئينية لباقي العقار بين كل العقارات. وعلى وجه التحديد، تُحسب الدرجة بتحديد نسبة العقارات ذات البواقي الأدنى من باقي العقار المعطى وقسمةِ تلك النسبة على عشرة. فإن كان باقي عقارٍ أعلى من بواقي 50% من العقارات مثلًا، كانت درجته 5.0.

وبسبب التقريب، قد يحصل عقارٌ واحد على درجة 10.0، وهو العقار ذو الباقي الأعلى. غير أن درجةً تامة قدرها 10.0 مستحيلةٌ نظريًا، لأنه لا يمكن منطقيًا أن يكون لعقارٍ باقٍ أعلى من بواقي 100% من العقارات بما فيها هو نفسه. وفي المقابل، فالدرجةُ الدنيا الممكنة 0.0 ممكنة، إذ يوجد عقارٌ واحد على الأقل لا عقارات ذات بواقٍ أدنى منه. ولاحظ أن أكثر من عقارٍ قد يحصل على درجة 0.0 بسبب التقريب إن كانت العقارات المقارَنة كثيرة.

ومن ثمّ تقدّم درجةُ CQA مقياسًا بديهيًا لمدى توافق سمات العقار مع توقّعات النموذج، إذ تدلّ الدرجاتُ الأعلى على توافقٍ أفضل مع تنبؤات النموذج.

ومن الجوهري الإقرارُ بأن درجة CQA لا يمكن عدّها مؤشّرًا غير مباشر على جاذبية عقارٍ مقارِن إلا حين تكون ظروفُ البيع متناسبةً مع قيمته السوقية. ومهندسُ التقييم مسؤولٌ عن التأكّد ممّا إذا كانت قيمةُ الباقي تتضمّن عناصرَ فوق السوق أو دونها، بتقديم شرحٍ شامل وتحرٍّ دقيق لمعاملة البيع. ومع أن المبيعات الكبيرة فوق السوق أو دونها ليست متكرّرة، فقد تقع في ظروفٍ كالبيع الجبري، والتركات، وعدم الأهلية، والتواطؤ، وغيرها.

ويعرض الجدول 3 مستخرَجًا شبهَ واقعي من بيانات MLS، مع البواقي ودرجات CQA، إجمالًا وللقدم المربعة. وكان إجمالي العقارات المحلَّلة في هذه الدراسة نحو ستمئة عقار. وجديرٌ بالملاحظة أن عدة متغيراتٍ خضعت للانحدار غير معروضة. أي إن البواقي المعروضة هي بعد أن راعى انحدارُ MARS أثرَ متغيراتٍ أخرى كتاريخ البيع.

جدول 3: المبيعات المقارِنة مرتَّبةً بالباقي

سعر البيع	السعر المقدَّر	الباقي	CQA	الباقي/قدم	CQA للقدم	GLA	تاريخ البيع
$3,450,000	$2,318,865	$1,131,135	10	50.$420	98.9	2,690	04-2021
$4,360,757	$3,399,922	$960,835	9.9	28.$290	82.9	3,310	09-2021
$4,000,000	$3,134,444	$865,556	8.9	57.$234	60.9	3,690	11-2020
$5,850,000	$5,150,966	$699,034	7.9	91.$109	35.8	6,360	12-2021
$3,600,000	$3,023,366	$576,634	5.9	46.$269	79.9	2,140	06-2022
$4,425,000	$3,987,873	$437,127	2.9	44.$127	68.8	3,430	08-2021
$2,530,000	$2,164,564	$365,436	9.8	02.$180	28.9	2,030	12-2019
$4,250,000	$3,884,719	$365,281	8.8	18.$87	91.7	4,190	08-2021
$3,350,000	$3,034,613	$315,387	5.8	87.$130	75.8	2,410	09-2021
$3,800,000	$3,522,028	$277,972	2.8	43.$77	72.7	3,590	09-2020
$4,200,000	$3,963,748	$236,252	8.7	12.$56	89.6	4,210	01-2021
$2,900,000	$2,702,887	$197,113	5.7	19.$89	92.7	2,210	07-2021
$4,250,000	$4,103,885	$146,115	9.6	38.$39	29.6	3,710	08-2022
$5,000,000	$4,864,958	$135,042	8.6	25.$28	85.5	4,780	07-2021
$4,320,000	$4,199,672	$120,328	5.6	90.$33	04.6	3,550	07-2022
$2,600,000	$2,479,904	$120,096	5.6	96.$60	00.7	1,970	10-2021
$3,400,000	$3,301,146	$98,854	2.6	32.$30	90.5	3,260	06-2021
$2,000,000	$1,901,987	$98,013	2.6	14.$73	54.7	1,340	11-2019
$3,000,000	$2,919,718	$80,282	9.5	50.$26	79.5	3,030	05-2020
$6,750,000	$6,699,089	$50,911	6.5	75.$7	20.5	6,570	08-2020
$5,652,000	$5,601,570	$50,430	5.5	83.$12	37.5	3,930	05-2022
$2,600,000	$2,579,082	$20,918	2.5	51.$10	33.5	1,990	03-2022
$1,925,000	$1,905,441	$19,559	1.5	51.$11	36.5	1,700	01-2021
$3,200,000	$3,209,500	$9,500-	8.4	21.$3-	88.4	2,960	11-2020
$4,150,000	$4,187,560	$37,560-	5.4	49.$10-	68.4	3,580	04-2021
$2,700,000	$2,776,510	$76,510-	9.3	61.$23-	14.4	3,240	07-2021
$3,450,000	$3,567,668	$117,668-	4.3	05.$31-	90.3	3,790	09-2020
$1,975,000	$2,109,255	$134,255-	3.3	48.$55-	24.3	2,420	02-2020
$1,950,000	$2,085,431	$135,431-	2.3	40.$68-	86.2	1,980	02-2021
$3,695,000	$3,859,154	$164,154-	1.3	04.$47-	56.3	3,490	05-2021
$2,288,000	$2,455,747	$167,747-	9.2	86.$56-	19.3	2,950	06-2020
$2,635,000	$2,802,781	$167,781-	9.2	87.$56-	18.3	2,950	09-2020
$2,050,000	$2,217,794	$167,794-	9.2	66.$82-	46.2	2,030	07-2021
$1,550,000	$1,731,804	$181,804-	7.2	79.$130-	32.1	1,390	05-2021
$2,800,000	$3,028,411	$228,411-	4.2	58.$81-	51.2	2,800	02-2021
$3,700,000	$3,976,381	$276,381-	9.1	99.$76-	62.2	3,590	08-2021
$2,517,500	$2,834,974	$317,474-	5.1	71.$120-	48.1	2,630	11-2019
$2,550,000	$2,905,330	$355,330-	1.1	74.$115-	64.1	3,070	12-2019
$1,815,000	$2,263,944	$448,944-	7.0	75.$273-	15.0	1,640	11-2021
$3,711,000	$4,683,454	$972,454-	0	68.$226-	37.0	4,290	12-2021
$2,225,000	$3,332,960	$1,107,960-	0	56.$370-	03.0	2,990	08-2021
$3,550,000	$4,746,489	$1,196,489-	0	42.$274-	14.0	4,360	06-2022

2.12 منحنى CQA--الباقي

رسمُ CQA في مقابل الباقي/القدم المربعة لحيٍّ ما ينتج دائمًا منحنى CQA--الباقي المميِّز المعروض في 2 Figure. ويمثِّل هذا الرسمُ بعينه بياناتٍ من Burlingame بكاليفورنيا نحو سنة 2022. وتُرصَد منحنياتٌ مماثلة عمومًا عند رسم درجات CQA في مقابل قيم الباقي؛ غير أني أفضّل استعمال الباقي/القدم المربعة لصلته بوضع CQA في سياق مساحة المعيشة الإجمالية للعقار موضوع التقييم. فبضرب الباقي/القدم المربعة في مساحة المعيشة، يمكن تحويلُ CQA لعقارٍ إلى قيمة باقٍ مقابلة.

ويجب على مهندس التقييم أن يقوّم بعنايةٍ ما إذا كان حجمُ العقار، وتحديدًا مساحةُ المعيشة الإجمالية، يؤثّر تأثيرًا كبيرًا في مقدار البواقي. وهذا التقويم حاسم لأنه قد يحدّد أدقّ طريقةٍ لحساب قيم العقارات. فأجهزةُ المطابخ الفاخرة وتجهيزاتُ الحمّامات الفارهة مثلًا قد ترفع قيمة الباقي للمنزل رفعًا كبيرًا. غير أنه في الأحياء التي تكون فيها مقاسات المطابخ والحمّامات وتخطيطاتها متجانسةً عمومًا، قد لا ترتبط هذه الترقيات ارتباطًا قويًا بمساحة المعيشة. فأثرُها في قيمة الباقي قد يكون متعلّقًا بالجودة التي تمثّلها أكثر منه بالمساحة التي تشغلها.

وفي المقابل، فالخصائصُ والمواد الخارجية الغالية، التي تحسّن جاذبية العقار من الشارع تحسينًا ملحوظًا، قد تكون لها علاقةٌ أوثق بحجم العقار. فالمنازلُ الأكبر تتّسع لواجهاتٍ خارجية أفخم، كتنسيق مواقع واسع، أو موادّ تسقيفٍ متفوّقة، أو أفنيةٍ ممتدّة، وهي تعزّز طبيعيًا جاذبية العقار الإجمالية ومن ثمّ قيمةَ باقيه.

ولذلك يلزم مهندسي التقييم مراعاةُ هذه الديناميات عند تحليل البواقي. فينبغي ألّا يقوّموا القيمةَ الجوهرية التي تضيفها التجهيزات والخصائص عالية الجودة فحسب، بل أن يفهموا كذلك كيف تتفاعل هذه التحسينات مع الأبعاد المادية للعقار. وهذه المقاربة الشاملة تضمن أن تعكس التقييماتُ بدقةٍ سماتِ العقار النوعية والكمّية معًا.

وبناءً عليه، يُوصى برسم منحنيَي CQA--الباقي و CQA--الباقي/القدم المربعة معًا ودراسةِ الفروق، التي قد تدلّ على أنماطٍ في منطقة السوق. ويمكن لمهندس التقييم أن يجعل برنامجه يحسب البواقي بالطريقتين ويأخذ متوسطًا مرجَّحًا ما لحساب الباقي المُسنَد إلى العقار موضوع التقييم. وقد يُحدث ذلك فرقًا كبيرًا وقد لا يُحدث.

3.12 خصائص منحنى CQA

يقدّم منحنى الحالة والجودة والجاذبية (CQA) نموذجًا متطوّرًا لفهم كيفية تقلّب قيم العقارات بناءً على الجاذبية والحالة وديناميات السوق في منطقةٍ ما. ويلتقط هذا النموذج تفاعلَ العوامل الاقتصادية والمادية المؤثّرة في سوق العقارات، فيعكس حقائقَ دقيقة في تقييم العقارات عبر قطاعات السوق المختلفة.

1.3.12 تحليل مكوّنات منحنى CQA

1. الاضمحلال الأسّي في الجانب الأيسر من المنحنى:

مع انخفاض درجة CQA من نحو 2 إلى 0، تُظهر العقارات خصائصَ تدهورٍ سريع. ويُمثَّل هذا الجزء من المنحنى تمثيلًا جيدًا بدالة اضمحلالٍ أسّي، بما يبرز سرعةَ فقدان العقار جاذبيتَه وقيمتَه من دون صيانةٍ وتحديثٍ مناسبين. ويسرّع التدهورُ المادي كتعفّن الخشب وبهتان الألوان وصدأ المعادن هذا الانحدارَ، ولا سيما في المنازل غير المصانة بانتظام.

2. الزيادة الخطية في المدى الأوسط:

يقع معظم السوق عادةً في هذه الفئة، حيث تزداد الجاذبية زيادةً شبه خطية من درجاتٍ نحو 2 إلى 8. ويعكس هذا القسم عقاراتٍ مصانةً عمومًا وفق المعيار لكنها لا تتميّز بالضرورة بخصائصَ أو مواقعَ استثنائية. وهو يمثّل الطبقةَ الوسطى العريضة من الإسكان، ويشمل غالبية سوق المساكن حيث تُسعَّر المنازل تسعيرًا تنافسيًا بناءً على خصائصها المعيارية وحالتها الإجمالية.

3. النمو الأسّي في الجانب الأيمن من المنحنى:

وهنا يرتفع المنحنى ارتفاعًا أسّيًا من الدرجة 8 إلى 10، بما يعكس الطرف الأعلى جاذبيةً من السوق. والعقاراتُ في هذا القطاع تخصّ في الغالب أفرادًا أثرى لا يستثمرون في صيانةٍ متفوّقة فحسب، بل في تحسيناتٍ ترفع جاذبية العقار وقيمته رفعًا كبيرًا. ويعكس النموُّ الأسّي ندرةَ هذه العقارات عالية الجودة وشدّةَ الطلب عليها بين المشترين الموسرين. وافهم أن منزلًا أدنى سعرًا قد يُقيَّم تقييمًا عاليًا جدًا من حيث الجاذبية، في حين قد يُقيَّم منزلٌ كبير وغالٍ تقييمًا منخفضًا. وهذه الديناميات يكشفها الاستعمالُ الخبير لـMARS وتمرّ عادةً من غير أن يلحظها معظم المُقيّمين.

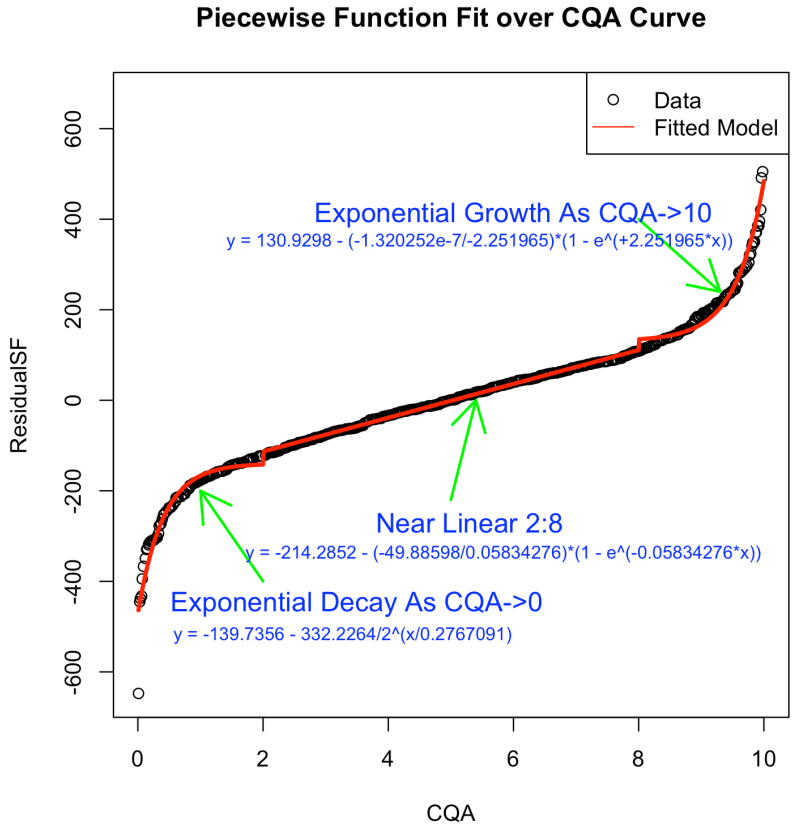
2.3.12 ديناميات السوق والتبعات الاجتماعية

يروي منحنى CQA ضمنًا قصةَ الثروة النسبية والتفاوت الاقتصادي داخل أقاليمَ مختلفة. ففي أماكنَ كمقاطعة San Mateo، يوضّح التباينُ في قيم العقارات بين مناطقَ كـBurlingame وأحياءٍ أثرى كـHillsborough أو Woodside أو Atherton انقساماتٍ اجتماعية اقتصادية ذات شأن. ويؤثّر هذا التفاوت في كل شيء من صيانة العقارات إلى تقييمات السوق، ويؤثّر في النهاية في تركيبة المشترين واتجاهات سوق العقارات.

وفضلًا عن ذلك، فالحكايةُ عن فردٍ ثريّ نسبيًا يستثمر في منزلٍ عالي الجودة داخل حيٍّ متوسط المستوى يرتاح إليه ويفضّل السكنَ فيه لأسبابٍ شتى، تؤكّد جانبًا حاسمًا آخر من اقتصاديات العقارات --- وهو مفهوم العقارات ``المفرطة البناء". فمثلُ هذه العقارات، مع شدّة جاذبيتها، قد لا تجد مشترين محليين قادرين على دفع السعر الذي كانت لتبلغه في منطقة سوقٍ أعلى سعرًا.

ومنحنى CQA--الباقي مميِّزٌ لكل منطقة سوق، ولا ينبغي إغفالُه عند إجراء تحليلك.

شكل 2: دالة CQA--الباقي المميِّزة



4.12 باقي العقار موضوع التقييم

بخلاف المقارنات، لا يملك العقار موضوع التقييم باقيًا محدَّدًا موضوعيًا؛ بل يجب أن يقدّره مهندسُ التقييم. ويُدخل هذا التقديرُ قدرًا من الذاتية في بروتوكول RCA، فيعلّم مفصلًا حاسمًا يؤدي فيه الحكمُ الشخصي دورًا محوريًا.

ولتقدير درجة CQA، يحلّل مهندسُ التقييم العقارات المرتَّبة تحليلًا دقيقًا، باحثًا عن أنماطٍ ملحوظة في الترتيب. وينطوي هذا التحليل في الغالب على مراجعةٍ تفصيلية لصور MLS المرتبطة بكل عقار. والمراجعةُ الشاملة غير عملية لمجموعة بياناتٍ كبيرة كستمئة عقار. وبدلًا من ذلك، يطبّق مهندسُ التقييم استدلالًا عمليًا لتقريب الموضع المرجَّح للعقار موضوع التقييم في الترتيب الإجمالي. فالعقاراتُ التي تحتاج إلى إصلاحاتٍ واسعة، أو ``ما يحتاج إلى إصلاح"، تُوضع عمومًا قرب الأسفل، في حين تنزع ذواتُ التحديثات والجاذبية المتفوّقة إلى الترتيب قرب القمة.

ثم يتبنّى مهندسُ التقييم مقاربةً أشدّ تركيزًا، ``فيقفز" داخل الترتيب لتعرّف مقارناتٍ تطابق جاذبيةَ العقار موضوع التقييم مطابقةً وثيقة.

ومع تضييق النطاق، يولي مهندسُ التقييم انتباهًا أدقّ لأوجه التشابه بين العقارات، ولا سيما في جوانبَ كالجودة والحالة وجماليات التصميم (بما فيها عناصر كالدهان والأعمال الخشبية والحجرية والنوافذ)، والمنفعة الوظيفية، وسائر الخصائص ذات الصلة.

ومن الحاسم فهمُ أن أحكام مهندس التقييم تسترشد أساسًا بالترتيبات التي أرستها السوق. وهذا يضمن أن ترسو العناصرُ الذاتية في العملية على حقائق السوق، سعيًا إلى تقييمٍ عادل ودقيق للعقار موضوع التقييم.

5.12 نتيجة القيمة في RCA

1.5.12 اعتباراتٌ عامة

تحديدُ درجة CQA محوريٌّ لإرساء قيمة الباقي المقدَّرة لعقارٍ ما، إذ العنصران مرتبطان ارتباطًا جوهريًا. ومع أنه يمكن تقويمُ عقارٍ من دون CQA، فهذا المقياس يقدّم سياقًا ثمينًا بتوضيحه موضعَ العقار مقارنةً بغيره في منطقة السوق. فدرجةُ CQA البالغة 3.2 مثلًا تدلّ على أن العقار أجذبُ من 32% من العقارات المقارِنة في الجوار. وإن وُجدت اعتراضاتٌ على الدرجة المُسنَدة، وجب على المعترضين الرجوعُ إلى الترتيبات وتسويغُ أي تعديلاتٍ مقترحة بناءً على بيّنةٍ صورية أو بياناتٍ جوهرية أخرى. وإن كان نظام الترتيب متينًا وكان مهندسُ التقييم قد وضع العقار وضعًا دقيقًا داخل هذا الإطار، فمن غير المرجَّح أن تنشأ تباينات ذات شأن.

وفي طور الإبلاغ، تُنتقى عادةً ست إلى اثنتي عشرة بيعةً مقارِنة حديثة وذات صلة لإسناد نتيجة التقييم. وتُحلَّل الفروق بين هذه المقارنات والعقار موضوع التقييم، مع تعديل كل متغيرٍ تبعًا لذلك. ثم تُطبَّق هذه التعديلات على صافي أسعار بيع المقارنات لاشتقاق أسعار بيعٍ معدَّلة. وكما بُرهن رياضيًا، ينبغي أن تتقارب هذه الأسعارُ المعدَّلة مع سعر البيع المقدَّر للعقار موضوع التقييم.

2.5.12 المراجعة والتدقيق والشكاوى

بمجرد تحديد الباقي المقدَّر للعقار موضوع التقييم، يمكن حسابُ تعديلات الباقي لكل المقارنات. وتصلح هذه التعديلات قيودًا للتفكيكات اليدوية اللاحقة من مهندس التقييم، مفصَّلةً على متغيرات CQA التي تُرى ذات صلة. ومن المهم التشديد على أن هذه التفكيكات التفصيلية تفسيريةٌ ولا تؤثّر في التقييم النهائي، على نحو ما يؤكّده البرهان II.

وأما الشكاوى التي يقدّمها مستعملون غير راضين عن نتيجة قيمة التقييم، فالمُقيّم التقليدي مضطرٌّ عادةً إلى إضاعة الوقت في شرح لماذا لا يكون لهذا العقار أو ذاك ذي السعر الأعلى أو الأدنى الأثرُ الذي يتوقّعه المستعمل في القيمة. أما مع RCA، فكلُّ المبيعات المقارِنة الممكنة (وهي عادةً من مئةٍ إلى ستمئة) تُقوَّم عادةً إلى القيمة نفسها بالضبط التي انتهى إليها السعر، فلا يستغرق بيانُ تعديلات عقارٍ اعتباطي إلا جهدًا يسيرًا. وعمليةُ RCA كلُّها مؤتمتةٌ وموضوعية، عدا تسجيلَ درجة باقي العقار موضوع التقييم. ومن ثمّ فمن مزايا RCA الأخرى أن النقد الموجَّه إلى نقائص الحكم الذاتي لمهندس التقييم يقتصر أساسًا على ذلك المجال وحده --- ويمكن إدارتُه إدارةً فعّالة وكفؤة. كما أنه بافتراض R2 يقارب 80%، يكون أثرُ خطأٍ قدره $\pm$ 10% في تقدير باقي العقار موضوع التقييم خطأً قدره $\pm$ 2% في تقدير القيمة النهائي.

وفي كثيرٍ من الحالات، يلائم العقارُ موضوع التقييم ترتيبَ بواقي العقارات ملاءمةً تامة، بحيث يمكن توقّعُ دقةٍ في حدود $\pm$ 1%.

ومجموعُ الباقي المقدَّر وسعرِ البيع المقدَّر بـMARS للعقار موضوع التقييم يعطي نتيجةَ القيمة النهائية المعروفة بنتيجة قيمة منهج قيد البواقي (RCA). وهذه العملية تضمن مقاربةً شاملة وشفّافة لتقييم العقارات، فتعزّز الثقة في دقة التقدير وعدالته.

13 الخاتمة

منهج قيد البواقي إطارٌ ذو ثلاثة إسهاماتٍ جوهرية: خاصّةٌ بنيوية مضادة للترسية مستمدّة من ملاءمة النموذج على السوق كلها لا على مجموعةٍ صغيرة من المقارنات (البرهان I)؛ ونتيجةُ لاتغيّرٍ تتيح لتفكيك الباقي أن يعمل طبقةً تفسيرية من غير إخلالٍ بنتيجة القيمة (البرهان II والملاحظة التالية له)؛ وانتظامٌ تجريبي --- هو منحنى CQA--الباقي المميِّز --- يبدو أنه يتكرّر عبر مناطق السوق في صورةٍ مميِّزة أسّية-خطية-أسّية. وحدودُ الإطار جوهريةٌ بالقدر نفسه: فتفكيكُ الباقي لا متغيّر لكنه غير معيِّن، وخطوةُ وضع CQA تتّكل على حكم مهندس التقييم الذي لم يُتحقَّق منه بعدُ عبر دراسةٍ شكلية لاتفاق المقيِّمين، ودعاوى الدقة تنتظر المقارنةَ المرجعية بالبدائل.

وما يعرضه هذا البحث إطارٌ وبروتوكول. أما ما لا يعرضه بعد، وإن كان البرنامج البحثي الأوسع الجاري الآن يعرضه، فهو خطٌّ قابل للتنفيذ وقابل لتتبّع التدقيق يشغّل البروتوكول في برمجياتٍ بافتراضاتٍ قابلة للدفاع. وذلك الخط --- حزمة earthUI على CRAN لطور دوال أساس MARS، وحزمة glmnetUI للنموذج البنيوي المُنتظَم على تلك الأسس، وحزمة mgcvUI للتنعيم المكاني --- موضوعُ مقالاتٍ مرافقة في هذا العدد، وهو الجسر من RCA بوصفه منهجًا إلى RCA بوصفه منتَجًا قابلًا للتسليم. وفجوةُ العقيدة--الممارسة في تنظيم التقييم، Craytor) 2026)، في هذا العدد) تقدّم سببَ أهمية ذلك الجسر: فمخرجاتُ التقييم تُستهلَك اقتصاديًا مُدخَلاتِ مخاطرَ تطلّعية، وإطارٌ يجعل رأي القيمة الحاضرة قابلًا للتدقيق وللاستنساخ شرطٌ سابق لأي اشتباكٍ أمين مع ذلك الاستعمال التطلّعي. وRCA حركةٌ واحدة في ذلك المشروع الأكبر. وليس هو المشروعَ كلَّه، ولا يدّعي هذا البحث أنه كذلك.

References

Ambrose, Brent W. et al. (2025). ?Do Appraiser and Borrower Race Affect Mortgage Collateral Valuation?? In: *Review of Finance*. DOI: 10.1093/rof/rfaf046.

Craytor, William Bert (2026). ?The Doctrine–Practice Gap in Real Estate Appraisal: A Structured Account of Functions, Boundaries, and Tensions.? In: *Valuation Engineer Journal* 1.1.

Friedman, Jerome H. (1991). ?Multivariate Adaptive Regression Splines.? In: *The Annals of Statistics* 19.1, pp. 1–141.

Hastie, Trevor, Robert Tibshirani, and Jerome H. Friedman (2017). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Second. Springer Series in Statistics. New York, NY: Springer. ISBN: 978-0-387-84857-0.

James, Gareth et al. (2013). *An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R*. Springer Texts in Statistics 103. New York: Springer. ISBN: 978-1-4614-7137-0.

Krivorotov, George and Michael LaCour-Little (2020). ?AVM versus Appraisal-Based Underwriting in Refinance Mortgages: The Trade-off Between Noise and Bias.? In: *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.3603327.

Kuhn, Max and Kjell Johnson (2016). *Applied Predictive Modeling*. Corrected at 5th printing. New York: Springer. ISBN: 978-1-4614-6848-6.

Lundberg, Scott M. and Su-In Lee (2017). ?A Unified Approach to Interpreting Model Predictions.? In: *Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NeurIPS 2017)*, pp. 4765–4774.

Milborrow, Stephen (2024a). *Earth: Multivariate Adaptive Regression Splines*. R Package. URL: https://CRAN.R-project.org/package=earth.

— (2024b). *Notes on the Earth Package*. Tech. rep. URL: http://www.milbo.org/doc/earth-notes.pdf.

— (2024c). *Variance Models in Earth*. Tech. rep. URL: http://www.milbo.org/doc/earth-varmod.pdf.

Perry, Andre M., Jonathan Rothwell, and David Harshbarger (2018). *The Devaluation of Assets in Black Neighborhoods*. Tech. rep. Brookings Institution.

Perry, Andre M., Jonathan Rothwell, J. Williamson, et al. (2024). *How Racial Bias in Appraisals Affects the Devaluation of Homes in Majority-Black Neighborhoods*. Tech. rep. Brookings Institution.

Property Appraisal and Valuation Equity Task Force (2022). *Action Plan to Advance Property Appraisal and Valuation Equity*. Tech. rep. U.S. Department of Housing and Urban Development.

Shapley, Lloyd S. (1953). **?**A Value for n-Person Games.**?** In: *Contributions to the Theory of Games, Volume II*. Ed. by Harold W. Kuhn and Albert W. Tucker. Annals of Mathematics Studies 28. Princeton: Princeton University Press, pp. 307–317.

Tzioumis, Konstantinos (2016). **?**Appraisers and Valuation Bias: An Empirical Analysis.**?** In: *Real Estate Economics* 45.3, pp. 679–712. DOI: 10.1111/1540-6229.12133.

Williamson, Jake and Mark Palim (2022). *Appraising the Appraisal: A Closer Look at Divergent Appraisal Values for Black and White Borrowers Refinancing Their Home*. Tech. rep. Fannie Mae.

Zhang, Wengang (2020). *MARS Applications in Geotechnical Engineering Systems: Multi-Dimension with Big Data*. Singapore: Springer. ISBN: 978-981-13-7421-0.

earthUI: واجهة تفاعلية لحزمة earth (شرائح الانحدار التكيّفية المتعددة المتغيرات)

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

William Bert Craytor

Vol. 1, Issue 1 · Summer 2026
نُشر في 1 يوليو 2026
DOI: 10.67330/7fj41b65
2026 William Bert Craytor. Published by Pacific Vista Net. ©
يُنشر هذا المقال وفق شروط رخصة المشاع الإبداعي: النسب إلى المُصنَّف 0.4.

الملخص. earthUI واجهة مستعمل رسومية لحزمة `earth` في لغة R، وهي تنفّذ شرائح الانحدار التكيّفية المتعددة المتغيرات (MARS). تتيح ثلاثة أنماط للاستعمال --- النمذجة التنبؤية العامة، وتقييم العقارات، وتحليل مناطق السوق --- وتقود المستعمل عبر استيراد البيانات، وضبط النموذج، والملاءمة، وتأويل تشخيصات earth ومخرجاته الرسومية. يوثّق هذا المقال متطلبات صيغة البيانات في earthUI، وسير عمل النمذجة، وأشكال المخرجات، والمرجع الكامل لوظائفه.

الكلمات المفتاحية: MARS، شرائح الانحدار التكيّفية المتعددة المتغيرات، earth، R، واجهة مستعمل رسومية، تقييم العقارات

ملاحظة الناشر (يوليو 2026): يصف هذا المقال earthUI الإصدار 0.10.0. وقُبيل النشر، استوعب earthUI الإصدار 0.11.0 التطبيقين المرافقين glmnetUI و mgcvUI (الموصوفين في المقالين التاليين)، فدمج سير عمل MARS والشبكة المرنة والنماذج الجمعية المعمّمة في تطبيقٍ واحد. أما الواجهة وسير العمل الموصوفان هنا فلم يتغيّرا بالدمج.

المحتويات

1 مقدمة **3**
1.1 ما هو earthUI؟ . . . 3
2.1 حزمةٌ واحدة، ثلاثة روتينات . . . 4
3.1 أنماط الغرض الثلاثة . . . 4
4.1 الخصائص الخاصة بالعقارات . . . 4
5.1 تنصيب earthUI وvProlog . . . 5
6.1 البدء . . . 5

2 متطلبات بيانات الإدخال من MLS **6**
1.2 صيغة الملف وبنيته . . . 6
2.2 الأعمدة المطلوبة في نمط التقييم . . . 6
3.2 أعراف تسمية الأعمدة الخاصة . . . 7
4.2 جودة البيانات واكتمالها . . . 7
5.2 موضع صف العقار موضوع التقييم . . . 7

3 النمط العام **8**
1.3 نظرة عامة . . . 8
2.3 سير العمل في الشريط الجانبي . . . 8
3.3 ألسنة اللوحة الرئيسة . . . 8
4.3 بقاء الإعدادات . . . 9
5.3 النمط الداكن . . . 9
6.3 ضبط اللغة والمنطقة . . . 9
1.6.3 البلدان المدعومة . . . 10
2.6.3 تجاوز الورق . . . 10
3.6.3 حفظ الافتراضات . . . 10

4 نمط التقييم **11**
1.4 معالجة صف العقار موضوع التقييم . . . 11
2.4 التاريخ الفعّال وعمر البيعة . . . 11
3.4 تعيينات الأعمدة الخاصة . . . 11
4.4 إسهام الباقي (تقدير الخصائص النادرة) . . . 12
5.4 نظرة عامة على تعديلات RCA . . . 12

5 نمط تحليل منطقة السوق **13**
1.5 الفروق عن نمط التقييم . . . 13
2.5 متى يُستعمل نمط السوق . . . 13

6 انتقاء المتغيرات **14**
1.6 المتغير الهدف أو المتغيرات الهدف . . . 14
2.6 جدول المتنبئات . . . 14
3.6 رصد أنواع البيانات وتجاوزه . . . 14
4.6 عَلَما العامل والخطية . . . 14
5.6 مرجع أنواع الأعمدة الخاصة . . . 15
6.6 الأهداف المتعددة . . . 15

7 انتقاء المعاملات **16**
1.7 المعاملات الأساسية . . . 16
2.7 المرور الأمامي . . . 16
3.7 التفاعلات المسموح بها . . . 16
4.7 التشذيب . . . 16
5.7 التحقق المتقاطع . . . 17
6.7 ترشيح المجموعة الفرعية . . . 17
7.7 قيم المعاملات المُوصى بها . . . 17
1.7.7 معاملات المرور الأمامي . . . 17
2.7.7 معاملات التشذيب . . . 18
3.7.7 معاملات التحقق المتقاطع . . . 19
4.7.7 نموذج التباين . . . 19
5.7.7 ملف مخرجات Earth . . . 19
8.7 افتراضات الإعدادات . . . 19

8 ملاءمة نموذج Earth **21**
1.8 زرّ الملاءمة . . . 21
2.8 نافذة الملاءمة ومخرجات التتبّع . . . 21
3.8 سجلّ الملاءمة . . . 21

9 تنزيل البيانات **22**
1.9 أعمدة المخرجات . . . 22
2.9 ترتيب الأعمدة وتنسيق Excel . . . 22
3.9 درجات CQA . . . 22
4.9 الترتيب وصف العقار موضوع التقييم . . . 23
5.9 التصدير التلقائي إلى mgcvUI . . . 23
6.9 الاستيراد إلى glmnetUI . . . 23
1.6.9 المزايا الرئيسة . . . 23
2.6.9 مهم: يجب أن يتطابق عمود الأوزان . . . 23
3.6.9 سير العمل . . . 24

10 حسابات RCA وتنزيلها **25**
1.10 فتح حوار RCA . . . 25
2.10 استكمال درجة CQA . . . 25
3.10 أعمدة المخرجات . . . 25
4.10 لسان تعديلات RCA . . . 25

11 شبكة المقارنة بالمبيعات **27**
1.11 نظرة عامة والغرض . . . 27
2.11 نافذة انتقاء المقارنات . . . 27
3.11 تخطيط الشبكة . . . 27
4.11 سعر البيع والتنازلات وصافي سعر البيع . . . 28
5.11 الصفوف المجمَّعة (الموقع والموقع والعمر) . . . 28
6.11 صفوف متغيرات النموذج . . . 28
7.11 صف CQA|الباقي وصفوف الخصائص الباقية . . . 28
8.11 صيغة سعر البيع المعدَّل . . . 28
9.11 حماية الأوراق والخلايا القابلة للتحرير . . . 28
10.11 العمل بالشبكة في Excel . . . 29

12 تنزيل التقارير **30**
1.12 توليد تقرير Quarto . . . 30
2.12 تحويل تقرير Quarto . . . 30
3.12 محتويات التقرير . . . 30

13 وحدتا المعالجة اللاحقة: الشبكة المرنة والنماذج الجمعية المعمّمة **32**
1.13 لماذا الملاءمات المُسنِدة؟ . . . 32
2.13 التشغيل والحالة المشتركة . . . 32
3.13 روتين الشبكة المرنة . . . 32
4.13 روتين النماذج الجمعية المعمّمة . . . 32
5.13 سير عملٍ عملي . . . 32

14 مجموعة البيانات التجريبية: Appraisal_1.csv **33**
1.14 الوصف . . . 33
2.14 الأعمدة . . . 33
3.14 بداية سريعة مقترحة . . . 34

15 تجريبي: استخراج النصّ بـProlog وقواعد الاشتقاق **35**
1.15 ماذا تفعل . . . 35
2.15 المتطلبات: vProlog (Trealla)، لا SWI-Prolog . . . 35
3.15 تفعيلها وتشغيلها . . . 35
4.15 قواعد الاشتقاق . . . 36
5.15 ملف البيانات النشط المُصدَّر . . . 36
6.15 الواجهة البرمجية والملفات المرفقة . . . 36
7.15 تجربةٌ ذات صلة: أوليّات الأقاليم المناخية . . . 36
1.7.15 ما وراء كاليفورنيا: حزم الولايات القضائية ووحدات مناطق السوق . . . 37

1 مقدمة

1.1 ما هو earthUI؟

earthUI واجهة مستعمل رسومية لحزمة `earth` في لغة R، وهي تنفّذ شرائح الانحدار التكيّفية المتعددة المتغيرات (MARS) (Friedman 1991). ومحرّك النمذجة هو حزمة `earth` لستيفن ميلبورو (Milborrow 2024)، الموثَّقة تفصيلًا لدى Milborrow

(n.d.[a]) وMilborrow (n.d.[b]). وهي تعمل تطبيقَ Shiny محليًا --- فلا تسجيل دخول، ولا خادم، ولا حسابات. تشغّلها من R، وتستورد مجموعة بيانات (CSV أو Excel)، وتضبط نموذجك، وتلائمه تفاعليًا.

ويوفّر التطبيق سير عملٍ كاملًا: استيراد البيانات، وضبط المتغيرات، وملاءمة النموذج، والرسوم التشخيصية، وأهمية المتغيرات، ومعادلات النموذج، والتقارير القابلة للتنزيل بصيغة HTML أو Word أو PDF.

2.1 حزمةٌ واحدة، ثلاثة روتينات

اعتبارًا من الإصدار الحالي، صارت حزمة earthUI **تحتوي** أيضًا وحدتَي المعالجة اللاحقة فيها، وقد كانتا في الإصدارات السابقة حزمتين منفصلتين هما glmnetUI وmgcvUI. وتنصيبُ earthUI ينصّب الروتينات الثلاثة؛ ويعمل كلٌّ منها تطبيقَ Shiny محليًا خاصًّا به:

- `earthUI::launch()` --- تطبيق earth (MARS) الموصوف في هذا المقال، على المنفذ 7878. و`earth()` هو محرّك التقييم المركزي.
- `earthUI::launch_glmnet()` --- وحدة المعالجة اللاحقة للشبكة المرنة (المنفذ 7879)، وهي تستورد دوال أساس نموذج earth وتعيد تقديرها تحت انتظام لاسو/الشبكة المرنة (انظر ``الاستيراد من glmnetUI" أدناه).
- `earthUI::launch_mgcv()` --- وحدة المعالجة اللاحقة للنماذج الجمعية المعمّمة (المنفذ 7880)، وهي تستعمل مواضع عُقد نموذج earth نقاطَ انطلاقٍ للحدود الملساء في `mgcv` (انظر ``التصدير التلقائي إلى mgcvUI" أدناه).

وتتشارك الروتينات الثلاثة شجرةَ مشاريع واحدة، وقاعدةَ إعداداتٍ واحدة، ونسخةً واحدة من البنية التحتية المساندة، فيكون المشروع المفتوح في أحد التطبيقات متاحًا فورًا للبقية. ووحدتا glmnet وmgcv بيّنةٌ مُسنِدة لنتيجة قيمة نموذج earth، لا سيرَي عملٍ منافسين: فالنمط المقصود هو ملاءمة نموذج earth وصقلُه أولًا، ثم تشغيل الوحدتين على المشروع نفسه متى أُريد التعضيد.

3.1 أنماط الغرض الثلاثة

ينظّم earthUI العمل في **مشاريع** --- وهي كياناتٌ مسمّاة تجمع ملفات إدخالك ومخرجاتك وإعداداتك في موضعٍ ثابت. ولكل مشروع **غرضٌ** يُختار في معالج المشروع الجديد عند إنشائه. والأنماط ثلاثة:

- **العام** --- انحدار Earth لأي نوعٍ من المجتمعات أو مجموعات البيانات. وهو النمط الافتراضي. ويوفّر سير عمل MARS كاملًا من غير أي إضافاتٍ خاصة بمجال.
- **للتقييم** --- انحدار Earth مفصَّلٌ لتقييم العقارات. ويضيف خصائصَ خاصة بتقييم العقار المفرد، منها معالجة العقار موضوع التقييم، وتعيينات الأعمدة الخاصة، ومنهج قيد البواقي (RCA)، وتوليد شبكة المقارنة بالمبيعات.
- **تحليل منطقة السوق** --- انحدار Earth مفصَّلٌ لدراسات مناطق السوق. ويضيف خصائصَ لتحليل مجموعاتٍ من العقارات في سوقٍ محدَّدة بدل تقييم عقارٍ مفرد.

ومحرّك النمذجة الجوهري واحدٌ في الأنماط الثلاثة كلها --- فأنت تلائم دائمًا نموذج Earth (MARS). وإنما يتحكّم ضبط الغرض في الأدوات وعناصر الواجهة الإضافية المتاحة.

والغرض ثابتٌ لكل مشروع. فغرضُ المشروع --- مع بلده وولايته ومقاطعته ومدينته --- يُقفل عند إنشائه. والانتقال إلى مشروعٍ آخر يعيد earthUI إلى حالةٍ افتراضية نظيفة (فتُمسح البيانات المستوردة، ونتائجُ النموذج، والألسنة، وضبطُ المتغيرات، ومعاملاتُ earth جميعًا) ثم يستعيد الضبط المحفوظ لذلك المشروع بحسب غرضه.

4.1 الخصائص الخاصة بالعقارات

حين يُختار **للتقييم** أو **تحليل منطقة السوق**، يفعّل earthUI عدة خصائصَ مصمَّمة لتحليل العقارات:

- **تعيينات الأعمدة الخاصة** --- يمكن وسم كل متنبئ بدورٍ خاص مثل `contract_date`، و`dom`، و`concessions`، و`latitude`، و`longitude`، و`living_area`، و`lot_size`، و`actual_age`، و`effective_age`، و`area`، و`site_dimensions`، أو `display_only`. وتتحكّم هذه التعيينات في كيفية معالجة العمود أثناء الملاءمة وفي المخرجات وفي توليد شبكة المبيعات. انظر الفصل 6 للمرجع الكامل.
- **تقريب خطَّي العرض والطول** --- تُقرَّب تلقائيًا إلى ثلاث منازل عشرية الأعمدةُ المعيَّنة خطَّ عرضٍ أو خطَّ طول، منعًا لفرط الملاءمة.
- **عمود عمر البيعة** --- حين يُعيَّن عمودٌ `contract_date` ويُقدَّم تاريخٌ فعّال، يحسب earthUI عمودًا باسم `sale_age` (الأيام بين تاريخ البيع والتاريخ الفعّال) ويستبدله متنبئًا.
- **حسابات RCA (في نمط التقييم فقط)** --- في نمط التقييم، يستطيع earthUI بعد ملاءمة النموذج أن يحسب مخرجات منهج قيد البواقي (RCA)، وهي تُنتج تعديلاتٍ لكل مقارِن، وملخّصاتٍ لصافي التعديلات وإجماليها، وسعر بيعٍ معدَّلًا للعقار موضوع التقييم.

- **شبكة المقارنة بالمبيعات (في نمط التقييم فقط)** --- تولّد مصنَّف Excel متعدّد الأوراق بمعادلاتٍ لتعديلات المقارنات، وتفكيكاتٍ للخصائص الباقية، وأسعارِ بيعٍ معدَّلة. انظر الفصل 11.

> **تنبيه:** يصلح النمط العام لأي مجموعة بيانات --- مالية أو علمية أو هندسية أو عقارية. وإنما يضيف نمطا التقييم والسوق خصائصَ تيسيرية لمحترفي العقارات.

5.1 تنصيب earthUI وvProlog

earthUI منشورةٌ على CRAN، فالتنصيب المعتاد سطرٌ واحد في R:

```
install.packages("earthUI")
```

ويصف هذا المقال الإصدار الحالي. فإن كان CRAN ما يزال يحمل إصدارًا أقدم حين تقرأ هذا، فالنسخة التطويرية تُنصَّب من GitHub (ولاحظ `subdir` --- فالحزمة تقيم في مجلد `pkg/` من المستودع):

```
remotes::install_github("wcraytor/earthUI", subdir = "pkg")
```

vProlog (اختياري). يستعمل مرفقُ معالجة الملاحظات التجريبي (انظر ``استخراج النصّ بـProlog" قرب نهاية هذا المقال) حزمةَ vProlog --- وهي محرّك Prolog مضمَّن ومكتفٍ بذاته. وهي عمدًا **ليست** اعتمادًا صلبًا: فـearthUI تُنصَّب وتعمل من دونها، وتبقى خصائص Prolog معطَّلةً ببساطة حتى تتوفّر. وتُوزَّع vProlog عبر مستودع r-universe الخاص بالمؤلّف، الذي يقدّم ثنائياتٍ مبنيّة مسبقًا لـWindows وmacOS (فلا حاجة إلى سلسلة أدوات ترجمة):

```
install.packages("vProlog",
                 repos = c("https://wcraytor.r-universe.dev",
                           getOption("repos")))
```

ولا يلزم تنصيبُ Prolog على مستوى النظام (SWI-Prolog أو غيره) --- فمحرّك Trealla مترجَمٌ داخل الحزمة نفسها. وكلُّ ما عدا ذلك في هذا المقال يعمل من دون vProlog.

6.1 البدء

لاستعمال earthUI:

1. **نصّب الحزمة** من CRAN كما وُصف أعلاه.
2. **شغّل التطبيق**: نفّذ `earthUI::launch()` في R، أو نفّذ من سطر الأوامر `Rscript -e 'earthUI::launch()'`. فيُفتح التطبيق في متصفّحك على المنفذ 7878. ويمكنك كذلك الوصول إليه مباشرةً بالانتقال إلى `http://localhost:7878` في متصفّحك. (وتبدأ وحدتا المعالجة اللاحقة على النحو نفسه: `launch_glmnet()` على المنفذ 7879، و`launch_mgcv()` على المنفذ 7880.)
3. **أنشئ مشروعًا أو افتحه** في القسم 1 من الشريط الجانبي. ويلتقط معالجُ المشروع الجديد اسمَ المشروع، والغرضَ (عام، أو للتقييم، أو تحليل منطقة السوق)، والموقعَ (البلد والولاية والمقاطعة والمدينة)، واختياريًا ملفَّ بياناتٍ أوّليًا يُنسخ إلى مجلد `in/` الخاص بالمشروع.
4. **استورد بياناتك** في القسم 2، الذي يُدرِج ملفات CSV وExcel في مجلد `in/` بالمشروع النشط. وتظهر الملفات التي تضيفها يدويًا عبر Finder أو Explorer بعد نقر ``تحديث".
5. **اضبط المتغيرات** --- اختر هدفك أو أهدافك ومتنبئاتك، واضبط أنواع البيانات، وأسنِد أي أدوارٍ خاصة للأعمدة.
6. **اضبط معاملات Earth** --- الدرجة، وnprune، ومرشّحات المجموعة الفرعية، وسائر وسائط `earth()`.
7. **لائم النموذج** --- انقر ``ملاءمة نموذج Earth" وراجع النتائج في اللوحة الرئيسة.
8. **صدّر** --- نزّل التنبؤات بصيغة Excel، أو ولّد حزم تقارير Quarto، أو (في نمط التقييم) احسب تعديلات RCA وشبكات المقارنة بالمبيعات.

ويُحفَظ الضبط في جانب الخادم في قاعدة بيانات المشروع، مفهرسًا بالمشروع والغرض، عبر زرَّي ``حفظ الحالي بوصفه الافتراضي" في القسمين 3 و4 (انظر الفصل 3، ``بقاء الإعدادات").

2 متطلبات بيانات الإدخال من MLS

في سير عمل تقييم العقارات وتحليل السوق، تأتي بيانات الإدخال عادةً من تصديرٍ لخدمة الإدراج المتعدد (MLS). ويصف هذا الفصل بنية الملف المتوقعة والأعمدة التي تستطيع earthUI استعمالها.

1.2 صيغة الملف وبنيته

يقبل earthUI ملفات **CSV** و**Excel** (`.xlsx`، `.xls`). وعند الاستيراد تُحوَّل أسماء الأعمدة تلقائيًا إلى صيغة `snake_case` --- فمثلًا يصير "Living SqFt" هو `living_sqft`، ويصير "Contract Date" هو `contract_date`، ويصير "Sale Price" هو `sale_price`. ويضمن هذا التوحيد اتساق الإحالات إلى الأعمدة في سير العمل كله. أما فاصل CSV وعلامة الكسر العشري المستعملان عند الاستيراد فيحدّدهما ضبط اللغة والمنطقة (انظر الفصل 3، "ضبط اللغة والمنطقة").

وينبغي أن يكون ملف بياناتك جدولًا مسطّحًا بصفٍّ واحد لكل عقار وعمودٍ واحد لكل سمة. ويجب أن يحتوي الصف الأول من الملف على عناوين الأعمدة.

2.2 الأعمدة المطلوبة في نمط التقييم

مع أن earthUI يعمل مع أي مجموعة من الأعمدة، فإن سير عمل التقييم الكامل (تعديلات RCA مع شبكة المقارنة بالمبيعات) يستفيد من وجود الأعمدة الآتية في تصدير MLS لديك:

العمود	النوع الخاص	الغرض
سعر البيع	(الهدف)	المتغير المستجيب للنموذج
تاريخ التعاقد	`contract_date`	يُستعمل لحساب `sale_age` (الأيام من التاريخ الفعّال)
تاريخ الإدراج	`listing_date`	يُستعمل مع تاريخ التعاقد لحساب أيام العرض في السوق إن لم يوجد عمودٌ لها
أيام العرض في السوق	`dom`	أيام العرض في السوق؛ تظهر في شبكة المبيعات
التنازلات	`concessions`	التنازلات البيعية؛ صافي سعر البيع = سعر البيع − التنازلات في شبكة المبيعات
مساحة المعيشة (قدم مربعة)	`living_area`	تتيح البواقي للقدم المربعة (`residual_sf`، `cqa_sf`)
مساحة الأرض	`lot_size`	يُجمَّع في صف "مساحة الموقع | الأبعاد" في شبكة المبيعات
أبعاد الموقع	`site_dimensions`	يُجمَّع مع مساحة الأرض في شبكة المبيعات
خط العرض	`latitude`	يُقرَّب إلى ثلاث منازل عشرية؛ ويُستعمل في حساب القرب وفي مجموعة الموقع
خط الطول	`longitude`	يُقرَّب إلى ثلاث منازل عشرية؛ ويُستعمل في حساب القرب وفي مجموعة الموقع
معرّف المنطقة	`area`	يُجمَّع في صف "الموقع: خط الطول | خط العرض | المنطقة" في شبكة المبيعات
العمر الفعلي	`actual_age`	يُجمَّع في صف "العمر الفعلي | العمر الفعّال" في شبكة المبيعات
العمر الفعّال	`effective_age`	يُجمَّع مع العمر الفعلي في شبكة المبيعات
رقم القطعة	(بلا)	يظهر في صف APN من شبكة المبيعات
معرّف الإدراج	(بلا)	يظهر في صف APN من شبكة المبيعات
العنوان	`display_only`	يظهر في صف العنوان من شبكة المبيعات؛ ويُستبعد من النموذج

ويمكن أن تكون أسماء أعمدة جدول البيانات بلغةٍ أجنبية --- أما الأسماء "الخاصة" فبالإنجليزية كي يستطيع برنامج R أن يعاملها معاملةً خاصة. وفيما عدا ذلك تظهر أسماء الأعمدة كما أعطيتها في نماذج الانحدار والرسوم، وفي تقارير المخرجات إن كنت تجري تقييمًا.

وليست كل الأعمدة مطلوبة. فـearthUI يتكيّف --- فإن غاب عمود، أُسقطت الخاصية المقابلة له ببساطة. غير أن نماذج تسعير العقارات يُنصح فيها بشدة ببعض الأعمدة لبلوغ ملاءمةٍ مقبولة:

1. **عمر البيعة** --- عدد الأيام بين تاريخ التعاقد على البيع والتاريخ الفعّال. وإذا استُعمل سجلّ مبيعاتٍ ممتدّ لسنوات، فكثيرًا ما يؤدي `sale_age` دورًا محوريًا.
2. **مساحة المعيشة** --- وتُعرف أيضًا بأسماء مثل "Living Sqft" و"GLA" (مساحة المعيشة الإجمالية).

3. **إجمالي عدد الحمّامات** --- مجموع الحمّامات الكاملة وحمّامات الربع والنصف وثلاثة الأرباع.
4. **مواقف المرآب** أو **مساحة المرآب** --- مواقف المرآب أو مساحته بالأقدام المربعة.
5. **مساحة الأرض** --- مساحة أرض العقار.
6. **خط الطول وخط العرض**، و**معرّف المنطقة** إن توفّر. وهذه المتغيرات الموقعية تعين النموذج على مراعاة التباين السعري الجغرافي.

3.2 أعراف تسمية الأعمدة الخاصة

يتعرّف earthUI الأعمدة بـ**تعيين نوعها الخاص**، لا باسم العمود. فيمكنك تسمية أعمدتك بما شئت في تصدير MLS --- والمهم أن تُسنِد النوع الخاص الصحيح في جدول ضبط المتغيرات (الفصل 6).

4.2 جودة البيانات واكتمالها

- **القيم المفقودة (NA)**: تُحذف تلقائيًا قبل الملاءمة الصفوفُ التي فيها قيمٌ مفقودة في أي عمودٍ متنبئ أو عمود الهدف. ويُضبط `na.action` داخليًا على `na.fail` دائمًا، مع معالجة حذف القيم المفقودة قبل استدعاء `earth()`.
- **أعمدة التواريخ**: ينبغي أن تكون التواريخ بصيغةٍ تستطيع R تحليلها (مثل `2025-06-15`، أو `06/15/2025`، أو `June 15, 2025`). ويرصد earthUI أعمدة التواريخ تلقائيًا حين تُحلَّل 80% من القيم على الأقل بنجاح. وتُقرأ السنواتُ ذات الرقمين (مثل `06/15/25`) على أنها أقربُ سنةٍ مطابقة، فتُحلَّل تصديرات MLS الحديثة تحليلًا صحيحًا؛ أما السنوات ذات الأربعة أرقام فتُؤخذ حرفيًا دائمًا.
- **الأعمدة العددية**: يجب أن تكون عددية حقولُ سعر البيع ومساحة المعيشة ومساحة الأرض والتنازلات وما شابهها. فإن كان نظام MLS لديك يصدّر الأسعار برموز العملات أو بفواصل الآلاف (مثل "$350,000" أو "350.000,00")، فقد تحتاج إلى تنظيفها قبل الاستيراد.
- **أعمدة العوامل**: ينبغي أن تحتوي المتغيراتُ الفئوية كمعرّف المنطقة أو الطراز أو الحالة على عددٍ قابل للإدارة من القيم المتمايزة. ويرصد earthUI العواملَ تلقائيًا، ويمكنك تجاوز هذا الرصد.

> **تنبيه:** راجع عمود *T/F/NA* في جدول المتنبئات بعد الاستيراد --- فهو يعرض أعداد الصواب والخطأ والقيم المفقودة لكل عمود. والأعمدة التي فيها أكثر من *30%* قيمٌ مفقودة تُعلَّم بالأحمر. وفكّر في استبعاد الأعمدة عالية القيم المفقودة أو في تنظيف البيانات قبل الاستيراد.

5.2 موضع صف العقار موضوع التقييم

في نمط **التقييم**، **يجب أن يكون الصف 1 هو العقار موضوع التقييم**. وسائر الصفوف مبيعاتٌ مقارِنة. ويمكن ترك سعر بيع العقار موضوع التقييم فارغًا (قيمةً مفقودة) أو ضبطه على أي قيمة --- إذ يعامله earthUI معاملة القيمة المفقودة أثناء الملاءمة على كل حال.

وفي نمط **تحليل منطقة السوق**، يكون وضع عقارٍ موضوع تقييم في الصف 1 اختياريًا، ولا يُستبعد أي صفٌ تلقائيًا. ولحجب صف العقار موضوع التقييم (أو أي صفٌ آخر) عن الملاءمة، أعطِه قيمةً صفرية في عمود أوزانٍ معيَّن أو استعمل مرشّح مجموعةٍ فرعية.

أما في النمط **العام** فلا معاملة خاصة للصفوف --- إذ تُعامَل الصفوف كلها معاملةً واحدة.

3 النمط العام

1.3 نظرة عامة

النمط العام هو النمط الافتراضي عند تشغيل earthUI. وهو يوفّر سير عمل نمذجة MARS كاملًا لأي مجموعة بيانات --- لا للعقارات وحدها. فيمكنك استعمال earthUI للبيانات العلمية، أو التحليل المالي، أو الدراسات الهندسية، أو أي مسألة انحدارٍ تريد فيها استكشاف العلاقات اللاخطية والتفاعلات بين المتغيرات.

وفي النمط العام تُسقِط الواجهةُ الخصائصَ الخاصة بالعقارات (الأعمدة الخاصة، وعمر البيعة، وتقريب الإحداثيات، وRCA). ويُبسَّط الشريط الجانبي ليتركّز على انتقاء المتغيرات، وضبط المعاملات، وملاءمة النموذج، والتصدير.

2.3 سير العمل في الشريط الجانبي

يُنظَّم الشريط الجانبي في أقسامٍ مرقّمة قابلة للطي تقودك من اختيار المشروع إلى التصدير:

1. المشروع --- اختر مشروعًا قائمًا أو أنشئ آخر عبر معالج المشروع الجديد، الذي يلتقط الغرض والبلد والموقع الإداري (وتُقفل كلها بعد الإنشاء). ويحدّد المشروعُ النشط موضعَ قراءة ملفات الإدخال وموضعَ كتابة كل المخرجات --- فلا يوجد حقلٌ منفصل لمجلد المخرجات.

2. استيراد البيانات --- اختر ملف CSV أو Excel من مجلد `in/` بالمشروع النشط؛ ويعيد رابطُ ``تحديث" مسحَ المجلد بحثًا عن ملفاتٍ أُضيفت يدويًا. وفي ملفات Excel متعددة الأوراق يظهر منتقي أوراق. وتُحوَّل أسماء الأعمدة تلقائيًا إلى snake_case.

3. ضبط المتغيرات --- منتقي المتغير الهدف (ويدعم أهدافًا متعددة)، والتاريخ الفعّال، وجدول المتنبئات بمربعات تأشير للإدراج والعَوملة والخطية والكمون. انظر الفصل 6 للتفاصيل الكاملة.

4. معاملات استدعاء Earth --- كل وسائط الدالة `earth()`: الدرجة، والجزاء، وnk، وطريقة التشذيب، والتحقق المتقاطع، وغيرها. انظر الفصل 7 للمرجع الكامل للمعاملات.

تنفيذ معالجة Prolog --- قسمٌ اختياري غير مرقّم بين القسمين 4 و5، ومعطَّلٌ ما لم تُفعَّل خاصية Prolog التجريبية في الإعدادات. انظر الفصل 15.

5. ملاءمة نموذج Earth --- حقلُ بذرة عشوائية والزرُّ الذي يشغّل النموذج لاتزامنيًا. انظر الفصل 8 لتفاصيل الملاءمة.

6. تنزيل المتغير الهدف المقدَّر والبواقي --- (وعنوانه ``تنزيل أسعار البيع المقدَّرة والبواقي" في نمطَي التقييم والسوق) يصدّر التنبؤات والبواقي ودرجات CQA وإسهامات كل دالة g في ملف Excel. انظر الفصل 9.

7–8. تعديلات RCA وشبكة المبيعات --- في نمط التقييم فقط. انظر الفصلين 10 و11.

9. توليد تقرير Quarto --- يكتب حزمة تقرير Quarto مكتفيةً بذاتها (مصدر `qmd` . مع الأصول) في مجلد مخرجات المشروع. ويحمل الرقم 7 خارج نمط التقييم. انظر الفصل 12.

10. تحويل تقرير Quarto --- يصيّر أي ملف `qmd` . إلى HTML أو Word أو PDF. انظر الفصل 12.

3.3 ألسنة اللوحة الرئيسة

بعد الملاءمة توفّر اللوحة الرئيسة عشرة ألسنة:

اللسان	المحتوى
البيانات	معاينةٌ للبيانات المستوردة. وفي نمط التقييم تُقسَم إلى جدول العقار موضوع التقييم وجدول المبيعات المقارِنة.
المعادلة	معادلة النموذج المُلائَم معروضةً بـMathJax/LaTeX، تبيّن كل دالة أساسٍ ومعاملها.
الملخّص	المقاييس الرئيسة (R^2، وGRSq، وGCV، وRSS، وR^2 للتحقق المتقاطع) وجدولُ معاملات.
أهمية المتغيرات	رسمٌ شريطي وجدولٌ مرتَّب لدرجات أهمية المتنبئات.
الإسهام	رسوم إسهام دوال g. اختر دالةً من القائمة المنسدلة؛ فالمتنبئات أحادية المتغير تعرض رسومًا خطية، والتفاعلات الثنائية (الدرجة ≥ 2) تعرض رسومًا منظورية ثلاثية الأبعاد ورسومَ كنتور.
الارتباط	خريطةٌ حرارية لارتباطات المتنبئات.
التشخيصات	ثلاثة رسوم: البواقي في مقابل القيم المُلائَمة، ورسم Q-Q الطبيعي، والفعلي في مقابل المتنبأ به.
تعديلات RCA	(في نمط التقييم فقط) مدرَّجاتٌ لنسبة تعديل الباقي وصافي التعديل والتعديل الإجمالي عبر المقارنات، تُملأ بعد إتمام الخطوة 7 (حساب تعديلات RCA).
إسهام الباقي	يقدّر إسهامات السوق للخصائص النادرة أو المستبعَدة بانحدارٍ مشترك لبواقي النموذج على الأعمدة التي لم يستعملها النموذج قط (انظر 4.4 subsection).
تحليل التباين	جدول تفكيك تحليل التباين يبيّن إسهام كل دالة أساسٍ في مجموع مربعات البواقي.
مخرجات Earth	المخرجات النصّية الخام من `earth::summary()`، بما فيها تفاصيل مرور التشذيب.

4.3 بقاء الإعدادات

يحفظ earthUI ضبطك في جانب الخادم في قاعدة بيانات المشروع (`projects.sqlite` في جذر regProj)، مفهرسًا بالمشروع والغرض. والحفظُ **مسوقٌ بالأزرار**: فزرّ ``حفظ الحالي بوصفه الافتراضي" في القسم 3 يحفظ الهدفَ والتاريخَ الفعّال وضبطَ المتنبئات، في حين يحفظ زرُّ القسم 4 معاملاتِ استدعاء earth ومصفوفةَ التفاعلات المسموح بها. ويحدّث كل زرٍّ نصفه هو فقط، فلا يطمس أحدهما الآخر أبدًا، و**الملاءمة لا تحفظ تلقائيًا** --- فيمكنك التجريب بحرّية من غير أن تطمس افتراضاتك المحفوظة. وملفاتُ الإدخال المتعددة للمشروع الواحد (مستخرَجُ اختبارٍ صغير، ومجموعةُ البيانات الكاملة) تتشارك ضبطًا واحدًا، ولأن الإعدادات تقيم في شجرة المشروع فإنها تسافر معها حين تزامن مجلّد regProj أو تنسخه احتياطيًا أو تشاركه.

5.3 النمط الداكن

انقر أيقونة القمر/الشمس في الركن الأعلى لتبديل السمة بين الفاتحة والداكنة. وتُحفظ السمة المفضّلة في التخزين المحلي وتبقى عبر الجلسات.

6.3 ضبط اللغة والمنطقة

يدعم earthUI أعرافًا دولية لتنسيق الأعداد والتواريخ وملفات CSV عبر نظام لغةٍ ومنطقة قائم على البلد. وتختار قائمةُ **البلد** المنسدلة في قائمة **الإعدادات** (الترس) من شريط القوائم العلوي إعدادًا مسبقًا لواحدٍ وثلاثين بلدًا مدعومًا. ويضبط كل إعدادٍ مسبق ما يأتي:

- **فاصل CSV** --- الفاصلة (,) في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة واليابان، أو الفاصلة المنقوطة (;) في معظم أوروبا حيث تُستعمل الفاصلة علامةً عشرية.
- **العلامة العشرية** --- النقطة (.) أو الفاصلة (,).
- **فاصل الآلاف** --- الفاصلة (الولايات المتحدة والمملكة المتحدة واليابان)، أو النقطة (ألمانيا وإيطاليا وإسبانيا)، أو المسافة (فنلندا وفرنسا وبولندا ودول البلطيق وأوكرانيا وروسيا)، أو الفاصلة العليا (سويسرا).
- **صيغة التاريخ** --- MM/DD/YYYY (الولايات المتحدة)، أو DD/MM/YYYY (معظم أوروبا)، أو YYYY-MM-DD (السويد وليتوانيا واليابان وكندا).
- **مقاس الورق** --- Letter (الولايات المتحدة وكندا والمكسيك) أو A4 (في سائر البلدان).

1.6.3 البلدان المدعومة

البلد	فاصل CSV	العشرية	الآلاف	التاريخ	الورق	
الولايات المتحدة، كندا (csv)	,	.	,	MDY/YMD	Letter	
المملكة المتحدة، أيرلندا، أستراليا، نيوزيلندا	,	.	,	DMY	A4	
ألمانيا، النمسا، بلجيكا، هولندا، إيطاليا، إسبانيا، البرتغال، الدنمارك، البرازيل	;	,	.	DMY	A4	
فرنسا، بولندا، التشيك، النرويج، لاتفيا، إستونيا	;	,	(مسافة)	DMY	A4	
فنلندا، السويد	;	,	(مسافة)	DMY/YMD	A4	
سويسرا	;	,	’	DMY	A4	
أوكرانيا، روسيا	;	,	(مسافة)	DMY	A4	
تركيا	;	,	.	DMY	A4	
اليابان، كوريا الجنوبية	,	.	,	YMD	A4	
المكسيك	,	.	,	DMY	Letter	
ليتوانيا	;	,	(مسافة)	YMD	A4	

2.6.3 تجاوز الورق

أسفل منتقي البلد، تتيح لك قائمة **الورق** المنسدلة (Letter أو A4) تجاوزَ مقاس صفحة التقرير من غير تبديل البلد. أما فاصل CSV والعلامة العشرية وترتيب صيغة التاريخ فتتبع الإعدادَ المسبق للبلد المختار؛ وحين تغيّر البلد يُصفَّر تجاوزُ الورق إلى افتراض ذلك البلد.

3.6.3 حفظ الافتراضات

انقر **حفظ** في قائمة الإعدادات لتخزين تفضيلات اللغة والمنطقة حفظًا عامًّا. وتنطبق هذه الافتراضات على كل الجلسات المقبلة أيًّا كان المشروع الذي تفتحه. أما الإعدادات الخاصة بكل مشروع (الهدف، والمتنبئات، والمعاملات) فتُحفظ على حدة في قاعدة بيانات المشروع؛ في حين تبقى افتراضاتُ اللغة والمنطقة عبر كل المشاريع في قاعدة بيانات SQLite على مستوى المستعمل. وهذه المقاربة ذات المستويين مصمَّمةٌ لمنظّماتٍ كشركات التدقيق التي تعمل على بياناتٍ من بلدانٍ متعددة --- فاضبط بلدك الأشيع افتراضًا، ثم عدّله عند الحاجة.

> **تنبيه:** يتكيّف تنسيقُ الأعداد على محاور الرسوم وتسميات الميل تلقائيًا مع لغتك ومنطقتك. فالإعداد الألماني يستعمل النقاط للآلاف (*200.000*)، والفنلندي يستعمل المسافات (*200 000*)، والسويسري يستعمل الفواصل العليا (*200’000*). ولا تُعرض رموز العملات --- فـ*earthUI* محايدٌ إزاء العملة.

4 نمط التقييم

حين تختار **للتقييم** غرضًا، يهيّئ earthUI نفسه لتقييم عقارٍ مفرد. وتبقى كل الخصائص الموصوفة في الفصل 3 متاحة؛ ولا يتناول هذا الفصل إلا الإضافات الخاصة بالتقييم.

1.4 معالجة صف العقار موضوع التقييم

في نمط التقييم، **يكون الصف 1 من مجموعة بياناتك هو العقار موضوع التقييم**، وسائر الصفوف مبيعاتٌ مقارِنة. ويجب أن يكون ملف إدخالك منظَّمًا على هذا النحو (انظر الفصل 2). ويمكن ترك سعر بيع العقار موضوع التقييم فارغًا أو ضبطه على أي قيمة --- إذ يعامله earthUI تلقائيًا معاملة القيمة المفقودة أثناء الملاءمة.

وبعد الاستيراد ينقسم لسان البيانات إلى قسمين: **العقار موضوع التقييم** (الصف 1) و**المبيعات المقارِنة** (الصفوف 2 فما فوق). ويُستبعد الصف 1 دائمًا من ملاءمة النموذج --- ويؤكّد ذلك الإشعارُ ``تخطّي الصف 1 (العقار موضوع التقييم). الملاءمة على N صفًّا." ومع ذلك يولّد النموذج بعد الملاءمة تنبؤاتٍ لصف العقار موضوع التقييم، تظهر باسم `est_<target>` في المخرجات.

2.4 التاريخ الفعّال وعمر البيعة

يظهر حقل **التاريخ الفعّال** في قسم ضبط المتغيرات في كل أنماط الغرض (وافتراضه تاريخ اليوم) --- فللتحليلات العامة وتحليلات السوق تاريخٌ فعّال أيضًا، لا للتقييمات وحدها --- لكنه لا **يُستعمل** إلا في نمطَي التقييم والسوق. فهناك، إن عيّنت عمودًا `contract_date` في قائمة العمود الخاص المنسدلة، حسب earthUI عمودًا باسم `sale_age` --- وهو عدد الأيام الصحيحة بين تاريخ التعاقد على كل بيعة والتاريخ الفعّال. ويحلّ هذا العمود محلّ عمود التاريخ الأصلي متنبئًا.

وفي أول مرة تنقر فيها ``ملاءمة" بعد تعيين تاريخ التعاقد، ينشئ earthUI عمود `sale_age` ويُشعرك بأن تنقر ``ملاءمة" ثانيةً لإدراجه.

3.4 تعيينات الأعمدة الخاصة

في نمطَي التقييم والسوق تظهر قائمة **الخاص** المنسدلة لكل متنبئ في جدول ضبط المتغيرات. وهذه هي القائمة الكاملة للأنواع الخاصة وآثارها:

النوع الخاص	الأثر
`no`	الافتراض --- بلا معاملةٍ خاصة
`contract_date`	يستدعي الحساب التلقائي لـ`sale_age` من التاريخ الفعّال
`listing_date`	يُستعمل مع تاريخ التعاقد لحساب أيام العرض في السوق إن لم يوجد عمود `dom`
`dom`	يعرّف عمود أيام العرض في السوق؛ ويظهر في شبكة المبيعات
`concessions`	يعرّف التنازلات البيعية؛ ويُستعمل في صيغة صافي سعر البيع (سعر البيع − التنازلات) في شبكة المبيعات
`latitude`	تُقرَّب القيم إلى ثلاث منازل عشرية؛ وتُستعمل في قرب Haversine وفي مجموعة الموقع بشبكة المبيعات
`longitude`	تُقرَّب القيم إلى ثلاث منازل عشرية؛ وتُستعمل في قرب Haversine وفي مجموعة الموقع بشبكة المبيعات
`area`	يُجمَّع في صف ``الموقع: خط الطول	خط العرض	المنطقة" في شبكة المبيعات
`living_area`	يتيح البواقي للقدم المربعة (`residual_sf`، `cqa_sf`) في مخرجات التنزيل
`lot_size`	يُجمَّع في صف ``مساحة الموقع	الأبعاد" في شبكة المبيعات
`site_dimensions`	يُجمَّع مع مساحة الأرض في شبكة المبيعات
`actual_age`	يُجمَّع في صف ``العمر الفعلي	العمر الفعّال" في شبكة المبيعات
`effective_age`	يُجمَّع مع العمر الفعلي في شبكة المبيعات
`display_only`	يُدرَج العمود في التصديرات لكنه يُستبعد من ملاءمة النموذج (ويُسمح بأعمدةٍ متعددة)
`remarks`	(تجريبي) عمود ملاحظاتٍ نصّية حرّة تُحلّله خطوةُ Prolog الاختيارية إلى أعمدة خصائص (ويُسمح بأعمدةٍ متعددة)؛ انظر الفصل 15
`list`	(تجريبي) عمودٌ مفصول بفواصل تقسّمه خطوةُ Prolog الاختيارية إلى أعمدة FALSE/TRUE أحادية التنشيط (ويُسمح بأعمدةٍ متعددة)؛ انظر الفصل 15

ولا يُسمح إلا بعمودٍ واحد لكل نوعٍ خاص (عدا `display_only` و`remarks` و`list`). وإسنادُ نوعٍ خاص إلى عمودٍ ثانٍ يمسحه تلقائيًا من الأول. وتظهر شارةٌ زرقاء صغيرة بجوار اسم المتغير تبيّن نوعه الخاص المُسنَد.

4.4 إسهام الباقي (تقدير الخصائص النادرة)

الخصائصُ النادرةُ أكثرَ من أن تحتملها قناةُ الانحدار --- كورشةٍ موجودة في حفنةٍ من المبيعات --- تنتمي إلى طبقة الباقي في RCA. ولسانُ **إسهام الباقي** يقدّر إسهامها السوقي بانحدار بواقي النموذج المُلائَم على الأعمدة التي لم يستعملها النموذج قط، بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية. واختيارُ عدة أعمدة يقدّرها **مجتمعةً**، فتتقاسم المرافقُ المرتبطة (مثل `outbuilding_sqft` مع `pr_has_workshop`) الفضلَ بدل حسابه مرتين. وتعطي الأعلامُ الثنائية تقديراتٍ إجمالية وتُدرِج باقيَ كل بيعةٍ معلَّمة بيّنةً؛ وتعطي الأعمدةُ العددية إسهاماتٍ لكل وحدة؛ والخطأُ المعياري المُبلَّغ خطأٌ معياري واحد (و$t \geq 2$ هو المعيار المعتاد للدلالة). وتتلقّى الحدودُ المُسنَدة بأقل من عشر مشاهدات تنبيهًا تلقائيًا في ملاحظة ملف العمل المولَّدة، وهي توثّق المنهج والتقديرات والتحفّظات في فقرةٍ واحدة للتقرير. ولا يُستبعد من قائمة المرشَّحين إلا المتنبئات التي **استعملها** النموذج فعلًا --- فالعَلَم النادر المعروض على الملاءمة والذي لم ينتقه المرور الأمامي قط يبقى مؤهَّلًا، إذ لم يمتصّ النموذج شيئًا من قيمته.

5.4 نظرة عامة على تعديلات RCA

يحسب زرّ **حساب تعديلات RCA وتنزيلها** (القسم 7 من الشريط الجانبي، ولا يظهر إلا في نمط التقييم بعد الملاءمة) تعديلاتٍ مستمدّةً من السوق لكل مقارِنٍ نسبةً إلى العقار موضوع التقييم. وسير عمل RCA كاملًا موصوفٌ في الفصل 10.

وبعد حساب تعديلات RCA يصير زرّ **توليد شبكة المبيعات وتنزيلها** (القسم 8 من الشريط الجانبي) متاحًا. وسير عمل شبكة المبيعات موصوفٌ في الفصل 11.

> **تنبيه:** درجة *CQA* التي تُسنِدها إلى العقار موضوع التقييم تتحكّم في مقدار ما يُنسب إليه من توزيع البواقي. والدرجة *5.00* تضعه عند وسيط المقارنات.

5 نمط تحليل منطقة السوق

حين تختار **تحليل منطقة السوق** غرضًا، يوفّر earthUI الخصائصَ الخاصة بالعقارات نفسَها التي يوفّرها نمط التقييم (الأعمدة الخاصة، وعمر البيعة، وتقريب الإحداثيات)، لكنه موجَّهٌ نحو تحليل مجموعةٍ من العقارات لا نحو تقييم عقارٍ مفرد.

1.5 الفروق عن نمط التقييم

- **لا استبعاد تلقائي للعقار موضوع التقييم** --- فبخلاف نمط التقييم، لا يستبعد نمطُ السوق الصفَّ 1 تلقائيًا من الملاءمة. بل تُدرَج الصفوف كلها؛ ولحجب صف العقار موضوع التقييم عن الملاءمة، أعطِه قيمةً صفرية في عمود أوزانٍ معيَّن (كما في مجموعة البيانات التجريبية) أو استعمل مرشّح مجموعةٍ فرعية.
- **لا قسمَي RCA وشبكة المبيعات** --- فخطوتا ``حساب تعديلات RCA وتنزيلها" و``توليد شبكة المبيعات وتنزيلها" غير متاحتين. ويتركّز نمط السوق على ملاءمة النموذج والمخرجات، لا على تعديلات كل مقارِن.
- **ترقيم الشريط الجانبي** --- من دون خطوتَي RCA وشبكة المبيعات، يحمل قسمُ توليد تقرير Quarto الرقم 7 بدل 9 (ويبقى قسم تحويل التقرير برقم 10).

2.5 متى يُستعمل نمط السوق

يناسب نمط تحليل منطقة السوق حين تكون:

- تبني نموذج انحدارٍ لحيٍّ أو منطقة سوقٍ لفهم محرّكات القيمة
- تحلّل كيف تؤثّر متغيراتٌ كالمساحة بالأقدام المربعة والعمر ومساحة الأرض والموقع في أسعار البيع عبر مجموعةٍ من العقارات
- تعدّ إسنادًا لتحليل ظروف السوق أو لترسيم حدود الحي
- تعمل على مجموعة بياناتٍ تتضمّن عقارًا موضوع تقييم في الصف 1 لكنك تريد خيار إدراجه في الملاءمة أو استبعاده منها

> **تنبيه:** نمط السوق مفيدٌ أيضًا لانحدار العقارات العام حين تريد خصائص الأعمدة الخاصة (عمر البيعة، وتقريب الإحداثيات) من غير أن تحتاج إلى سير عمل تعديلات *RCA*.

6 انتقاء المتغيرات

القسم 3 من الشريط الجانبي --- **ضبط المتغيرات** --- هو حيث تختار أي الأعمدة يشارك في النموذج وكيف يُعامَل.

1.6 المتغير الهدف أو المتغيرات الهدف

تُدرِج قائمة **المتغير الهدف (المستجيب)** المنسدلة أعلى القسم 3 كلَّ عمودٍ في مجموعة بياناتك. فاختر عمودًا واحدًا لنموذجٍ معياري أحادي المستجيب، أو أعمدةً متعددة لنموذجٍ متعدد المستجيبات. وحين تُختار أهدافٌ متعددة يلائم النموذجُ كلَّ المستجيبات في آن باستعمال `earth(cbind(y1, y2, ...) ~ .)`.
وتُستبعد الأعمدة المختارة أهدافًا تلقائيًا من قائمة المتنبئات.

2.6 جدول المتنبئات

أسفل منتقي الهدف يُدرِج جدولٌ كلَّ عمودٍ متبقٍّ مع الحقول الآتية:

العمود	الوصف
المتغير	اسم العمود (ويظهر الاسم كاملًا في تلميحٍ منبثق إن كان مقتطعًا)، يسبقه **مبدِّل +/×** (انظر أدناه). وفي نمطَي التقييم والسوق تعرض شارةٌ زرقاء النوعَ الخاص المُسنَد.
النوع	قائمة نوع البيانات المنسدلة: numeric، integer، character، logical، factor، Date، POSIXct
الإدراج	مربع تأشير --- أدرِج هذا العمود متنبئًا في النموذج
العامل	مربع تأشير --- عامِل هذا العمود متغيرًا فئويًا
الخطية	مربع تأشير --- ألزِمه الدخول الخطي وحده (بلا دوال مفصلة)
الكمون	مربع تأشير --- احجب هذا العمود عن النموذج بالكامل (فيُستبعد من earth ومن البيانات المصدَّرة إلى glmnetUI أو mgcvUI)، حفظًا له لعمل المتغيرات الكامنة
الخاص	قائمة منسدلة (في نمطَي التقييم والسوق فقط) --- انظر مرجع أنواع الأعمدة الخاصة أدناه
T/F/NA	ثلاثة أعداد لكل عمود: في المنطقية، FALSE/TRUE/مفقود؛ وفي العددية، 0 / $\neq 0$ / $=$/مفقود. وتظهر بالأحمر حين تتجاوز القيمُ المفقودة 30%

ويشرح سطرُ تلميحٍ فوق الجدول الاختصارات: ``النوع = نوع بيانات العمود، والإدراج = أدرِجه متنبئًا، والعامل = عامِله فئويًا، والخطية = خطيٌّ فقط (بلا مفصلات)، والخاص = دور العمود (مثل `contract_date`)."

التعطيل اللطيف بدل الحذف. يجعل مبدِّلُ × بجوار اسم كل متغير الصفَّ رماديًا ويحجب العمود عن النموذج من غير إزالته من البيانات؛ وينقلب إلى + أخضر يعيد تمكين العمود. فلا تُتلَف الأعمدة أبدًا.

3.6 رصد أنواع البيانات وتجاوزه

يرصد earthUI أنواع البيانات تلقائيًا عند الاستيراد. فيتعرّف الأعمدة العددية والصحيحة والمنطقية والعاملية وأعمدة التواريخ. أما الأعمدة النصّية التي تبدو تواريخ (بأن تُحلَّل 80% من القيم على الأقل في مقابل صيغ التواريخ الشائعة) فتُصنَّف `Date`.
ويمكنك تجاوز أي رصدٍ بتغيير قائمة **النوع** المنسدلة. وحين تغيّر عمودًا إلى `character` أو `factor`، يُؤشَّر مربعُ العامل تلقائيًا. وتغييرُ الأنواع يؤثّر في كيفية تمرير العمود إلى الدالة `earth()`.

4.6 عَلَما العامل والخطية

- **العامل** --- حين يكون مؤشَّرًا، يُعامَل العمود متغيرًا فئويًا. وهذا ملائمٌ لأعمدةٍ كـ`style` أو `area_id` أو `grade` التي تمثّل مجموعاتٍ منفصلة لا قياساتٍ متصلة. وتدخل أعمدةُ العوامل النموذجَ متغيراتٍ مؤشِّرة (صوريّة).
- **الخطية** --- حين يكون مؤشَّرًا، يُلزَم العمود بدخول النموذج خطيًا --- فلا تُنشأ له دوالُ مفصلة (خطية مقطعيًا). وهذا مفيدٌ حين تعلم أن لمتغيرٍ ما علاقةً خطية محضة بالهدف.

5.6 مرجع أنواع الأعمدة الخاصة

في نمطَي التقييم والسوق توفّر قائمة **الخاص** المنسدلة الخيارات الآتية. ويمكن إسناد كل نوعٍ إلى عمودٍ واحد على الأكثر (عدا `display_only` و`remarks` و`list`، فهي تسمح بأعمدةٍ متعددة):

أنواع التاريخ والوقت:

- `contract_date` --- يستدعي الحساب التلقائي لـ`sale_age`. ويحلّ محلّ عمود التاريخ الأصلي عمودٌ صحيح يقيس الأيام بين تاريخ البيع والتاريخ الفعّال.
- `listing_date` --- يُستعمل احتياطيًا لحساب أيام العرض في السوق (أيام العرض = تاريخ التعاقد − تاريخ الإدراج) حين لا يُعيَّن عمود `dom` صراحةً.
- `dom` --- يعرّف عمود أيام العرض في السوق. ويظهر في صف APN وصفٌ تاريخ البيع من شبكة المبيعات.

الأنواع النقدية:

- `concessions` --- يعرّف التنازلات البيعية (ائتمانات البائع، وحوافز المشتري، وغيرها). ويُستعمل في شبكة المبيعات لحساب صافي سعر البيع: صافي سعر البيع = سعر البيع − التنازلات.

أنواع الحجم والموقع:

- `latitude` --- تُقرَّب القيم تلقائيًا إلى ثلاث منازل عشرية منعًا لفرط الملاءمة. وتُستعمل في حسابات قرب Haversine (المسافة من العقار موضوع التقييم إلى كل مقارِن) وتُجمَّع في صف الموقع من شبكة المبيعات.
- `longitude` --- المعاملة نفسها في التقريب كخط العرض. وتُستعمل في القرب وفي مجموعة الموقع.
- `area` --- عادةً معرّف حيٍّ أو منطقة. ويُجمَّع مع خطَّي العرض والطول في صف ``الموقع: خط الطول | خط العرض | المنطقة" من شبكة المبيعات.
- `living_area` --- يتيح حسابات البواقي للقدم المربعة (`residual_sf` و`cqa_sf`) في مخرجات التنزيل.
- `lot_size` --- يُجمَّع في صف ``مساحة الموقع | الأبعاد" من شبكة المبيعات.
- `site_dimensions` --- يُجمَّع مع مساحة الأرض في شبكة المبيعات (مثل "75x120").

أنواع العمر:

- `actual_age` --- يُجمَّع في صف ``العمر الفعلي | العمر الفعّال" من شبكة المبيعات.
- `effective_age` --- يُجمَّع مع العمر الفعلي في شبكة المبيعات.

أنواع العرض:

- `display_only` --- يُدرَج العمود في تصديرات Excel لكنه يُستبعد من ملاءمة النموذج بالكامل. استعمل هذا لحقول العناوين، أو أرقام MLS، أو معرّفات القطع، أو غيرها من البيانات المرجعية التي لا ينبغي أن تكون متنبئًا. ويمكن أن تحمل هذا التعيين أعمدةٌ متعددة.

أنواع استخراج النصّ (تجريبية):

- `remarks` --- عمود نصٍّ حرّ (مثل `public_remarks`) تحلّله خطوةُ Prolog الاختيارية إلى أعمدة خصائص. ولا يفعل شيئًا حتى تُفعَّل تلك الخاصية في الإعدادات. ويُسمح بأعمدةٍ متعددة. انظر الفصل 15.
- `list` --- عمودٌ مفصول بفواصل (مثل `existing_structures`) تقسّمه الخطوةُ نفسها إلى أعمدة FALSE/TRUE أحادية التنشيط على الصورة `<col>_<value>`. ويُسمح بأعمدةٍ متعددة. انظر الفصل 15.

6.6 الأهداف المتعددة

اختيارُ أكثر من متغيرٍ هدف يلائم نموذج Earth متعدد المستجيبات. وحين تُختار أهدافٌ متعددة:

- يتنبّأ النموذج بكل المستجيبات في آن، مع تشارك دوال الأساس عبر الأهداف
- يصير زرّ **wp (أوزان المستجيبات)** نشطًا، فيتيح لك إسناد وزنٍ عددي لكل هدف
- تُعطَّل نماذجُ التباين (`varmod.method`) (فهي غير مدعومة في تعدّد المستجيبات)
- تعرض ألسنةُ النتائج مقاييسَ ومعادلاتٍ ورسومًا تشخيصية لكل مستجيب

> **تنبيه:** الأعمدة المعيَّنة `display_only` تبقى في مجموعة بياناتك وتظهر في تصدير *Excel*، لكنها تُستبعد من جدول المتنبئات بالكامل. استعمل هذا لأعمدة المعرّفات، أو العناوين، أو غيرها من الحقول المرجعية.

7 انتقاء المعاملات

القسم 4 من الشريط الجانبي --- **معاملات استدعاء Earth** --- يتيح الوصول إلى كل الوسائط التي تقبلها الدالة `earth()`. ولكل معاملٍ أيقونة مساعدةٍ زرقاء (؟) تحمل شرحًا في تلميحٍ منبثق. والمعاملات منظَّمةٌ في أقسامٍ فرعية قابلة للطي.

1.7 المعاملات الأساسية

المعامل	الافتراض	الوصف
subset	(فارغ)	تعبير ترشيح الصفوف. انظر ``ترشيح المجموعة الفرعية" أدناه.
weights	NULL	منتقي عمودٍ لأوزان الحالات (الصفوف). ولا تُدرَج إلا الأعمدة العددية.
wp	NULL	أوزان المستجيبات في النماذج متعددة الأهداف. ويفتح الزرُّ حوارًا فيه مُدخَلٌ عددي لكل هدف (والافتراض 1.0 لكلٍّ منها).
keepxy	معطَّل	الاحتفاظ بـx وy والمجموعة الفرعية والأوزان في كائن النموذج.
trace	0	مستوى تتبّع مخرجات الملاءمة (من 0 إلى 5).
glm	بلا	عائلة GLM اختيارية: `gaussian` أو `binomial` أو `poisson`.
degree	1	أقصى رتبة تفاعل. وضبطُ الدرجة على $2 \geq$ يفعّل التحقق المتقاطع تلقائيًا ويُظهر مصفوفة التفاعلات المسموح بها.
penalty	2	جزاء GCV لكل عقدة. والقيم الأعلى تنتج نماذجَ أبسط.

2.7 المرور الأمامي

المعامل	الافتراض	الوصف
nk	تلقائي	أقصى عدد حدودٍ قبل التشذيب. ويُملأ تلقائيًا بالقيمة المُوصى بها للبيانات المحمَّلة (انظر ``قيم المعاملات المُوصى بها" أدناه).
thresh	0.001	عتبة الخطوة الأمامية. والقيم الأصغر تسمح بمزيدٍ من الحدود.
minspan	تلقائي	أدنى مدًى بين العُقد. ويُملأ تلقائيًا بالقيمة المُوصى بها. والقيم السالبة تضبط أقصى عدد عُقدٍ لكل متنبئ.
endspan	تلقائي	مدى الطرف --- أدنى مسافة من عقدةٍ إلى حافة البيانات. ويُملأ تلقائيًا بالقيمة المُوصى بها.
newvar.penalty	0	جزاءُ إدخال متغيرٍ جديد (يشجّع إعادة استعمال المتنبئات القائمة).
fast.k	20	عدد الحدود الأبوية التي تُنظَر في خوارزمية MARS السريعة.
fast.beta	1	يتحكّم في معامل التقادم في MARS السريعة.

3.7 التفاعلات المسموح بها

حين تُضبط **الدرجة** على 2 أو أكثر، تظهر مصفوفةُ تفاعلاتٍ أسفل المعاملات الأساسية. وهي شبكةٌ مثلثية علوية من مربعات التأشير، واحدٌ لكل زوج متنبئات. والمربع المؤشَّر يعني السماح للمتنبئين بالتفاعل؛ وإزالةُ التأشير تمنع ذلك التفاعل بعينه.

ونقرُ اسم متنبئ (في عنوان الصف أو العمود) يبدّل كل تفاعلات ذلك المتغير. ويوفّر مربعا **السماح بالكل** و**مسح الكل** في الأعلى تحكّمًا جماعيًا. وتستعمل المصفوفةُ عناوينَ لاصقة فتبقى تسميات الأعمدة والصفوف ظاهرةً عند التمرير.

ويذكّرك تنبيهٌ إعلامي بأن: ``حدود التفاعل تزيد خطر فرط الملاءمة. وقد فُعِّل التحقق المتقاطع (بعشر طيّات)."

4.7 التشذيب

المعامل	الافتراض	الوصف
pmethod	backward	طريقة التشذيب: `backward`، أو `none`، أو `exhaustive`، أو `forward`، أو `seqrep`، أو `cv`.
nprune	NULL	أقصى عدد حدودٍ بعد التشذيب. اتركه فارغًا للانتقاء التلقائي.

5.7 التحقق المتقاطع

المعامل	الافتراض	الوصف
nfold	10	عدد طيّات التحقق المتقاطع. واضبطه على 0 لتعطيله.
ncross	20	عدد تكرارات التحقق المتقاطع.
stratify	مفعَّل	طبِّق عيّنات التحقق المتقاطع بحيث يكون لكل طيّة توزيعٌ متقارب للمستجيب.

وحين تكون الدرجة $2 \geq$، يُفعَّل التحقق المتقاطع تلقائيًا (فتُضبط nfold على 10) للاحتراس من فرط الملاءمة الناشئ عن التفاعلات.

6.7 ترشيح المجموعة الفرعية

يقبل المُدخَل النصّي **subset** تعبيرًا بلغة R يرشّح الصفوف المستعملة في ملاءمة النموذج. ويمكنك كتابة التعبير مباشرةً (مثل `sale_age < 365 & area_id == 460`) أو استعمال زرّ **بناء المرشّح...** لبنائه بصريًا.

حوار بناء المرشّح --- انقر ``بناء المرشّح..." لفتح حوارٍ موجَّه. ولكل صفٍّ شرطٍ قائمةُ أعمدةٍ منسدلة، ومُعامِلٌ (<، >، =<، =>، ==، =!)، ومُدخَلُ قيمةٍ يتكيّف مع نوع العمود: مُدخَلٌ عددي للأعداد، ومنتقي تواريخ للتواريخ، وقائمةٌ منسدلة بالقيم المتمايزة للأعمدة النصّية والعاملية. وتُوصَل الشروط بروابط ``و" (&) أو ``أو" (|). وتعرض معاينةٌ في الأسفل التعبيرَ وعددَ الصفوف المطابقة. وانقر **تطبيق** لإدراج التعبير في المُدخَل النصّي.

و**أعمدة التواريخ** يجب أن تستعمل غلافَي `as.Date("...")` أو `as.POSIXct("...")` في التعبيرات اليدوية. أما حوار بناء المرشّح فيتولّى ذلك تلقائيًا.

و**ترشيح المجموعة الفرعية غير متلِف** --- إذ تبقى الصفوف المستبعَدة في مجموعة البيانات وتتلقّى تنبؤاتٍ في تصدير Excel.

> **تنبيه:** استعمل الأقواس لتجميع شروط ``أو" عند دمجها بـ``و". فمن غير أقواس، يُقيَّم `A & B | C` على أنه `(A & B) | C`، وقد لا يكون ذلك مرادك.

7.7 قيم المعاملات المُوصى بها

يعرض earthUI قيمةً مُوصى بها أسفل المعاملات الرئيسة في القسم 4. وتتحدّث هذه التوصيات تفاعليًا بحسب عدد صفوف الملاءمة (n) والمتنبئات المختارة (p). والصيغُ مستمدّةٌ من ورقة فريدمان عن MARS، ومن خوارزميات earth الداخلية، ومن اختبارٍ تجريبي. وتُملأ حقول **nk** و**minspan** و**endspan** مسبقًا بقيمها المُوصى بها مع تحميل البيانات؛ ويُحفظ أي تعديلٍ يدوي.

1.7.7 معاملات المرور الأمامي

nk (أقصى عدد حدودٍ قبل التشذيب):

$$\mathrm{nk} = \min\bigl(100,\ \max(21,\ 2p + 1,\ \lfloor n/10 \rfloor)\bigr)$$

p=10	p=5	n
21	21	30
21	21	50
21	21	100
21	21	200

n	p=5	p=10
500	50	50
1000	100	100
1500	100	100

أما افتراض earth، وهو $\min(200, \max(20, 2p)) + 1$، فلا يراعي حجم مجموعة البيانات وقد يكون أصغر ممّا ينبغي في المجموعات الكبيرة، فيقيّد المرورَ الأمامي قبل أن يستكشف كل المتنبئات استكشافًا كافيًا. والحدُّ $\lfloor n/10 \rfloor$ يتيح نحو حدٍّ واحد لكل عشر مشاهدات --- وهي قاعدةٌ تقريبية معتادة لتفادي فرط المعلمة. أما السقف عند 100 فيمنع تناقص العوائد.

minspan (أدنى عدد مشاهداتٍ بين العُقد):

$$\text{minspan} = \min\bigl(16,\ \lfloor 5 + n/50 \rfloor\bigr)$$

endspan (أدنى عدد مشاهداتٍ من حدود البيانات):

$$\text{endspan} = \min\bigl(16,\ \lfloor 5 + n/28 \rfloor\bigr)$$

n	minspan	endspan
30	5	6
50	6	6
100	7	8
200	9	12
300	11	15
500	15	16
1500	16	16

وتستعمل minspan المحسوبة تلقائيًا في earth معادلةَ فريدمان رقم 43: $\lfloor (-\ln(-\ln 0.95) + \ln(p \cdot n))/(2.5 \ln 2) \rfloor$، وهي تتدرّج كـ$\ln(np)$ وتنمو نموًّا أبطأ ممّا ينبغي في المجموعات الكبيرة. فعند n=1500 لا تعطي إلا $\approx$7، بما يتيح نحو 245 موضع عقدةٍ مرشَّح لكل متنبئ متصل --- وهو كثيرٌ يتيح للمرور الأمامي ملاءمةَ الضوضاء. أما الصيغة المُوصى بها فتستهدف نحو مئة مرشَّح لكل متنبئ عند n الكبيرة، مع ترك الأمر للحساب التلقائي في earth عند n الصغيرة (حيث هو مُختبَرٌ جيدًا). وتُضبط endspan أكبرَ قليلًا من minspan لتوفير حمايةٍ إضافية عند الحدود، وهو ما يفيد حين تكون للبيانات أذيالٌ رقيقة (وذلك شائعٌ في العقارات).

penalty (جزاء GCV لكل عقدة):

$$\text{penalty} = \begin{cases} 3 & \text{degree if} > 1 \\ 2 & \text{degree if} = 1 \end{cases}$$

وهذا افتراض earth نفسه --- 2 للنماذج الجمعية، و3 لنماذج التفاعل (فالجزاء الأعلى يعوّض اتساع فضاء البحث).

newvar.penalty (جزاء إدخال متنبئ جديد):

المُوصى به: **0.1** حين تكون المتنبئات مرتبطة (كمساحة المعيشة مع عدد غرف النوم وعدد الحمّامات ومساحة الأرض). فهذا يحيّز المرورَ الأمامي نحو إعادة استعمال المتنبئات الموجودة في النموذج بدل إدخال بدائلَ مرتبطة. والآلية: أن تحسّنَ مجموع مربعات البواقي لكل متنبئ جديد يُضرب في $1/(1 + \text{penalty})$. فمع newvar.penalty $= 0.1$، يجب أن يحسّن المتغيرُ الجديد مجموعَ مربعات البواقي بما لا يقلّ عن 10% فوق ما تحسّنه عقدةٌ أخرى على متغيرٍ قائم. وهذا ينتج نماذجَ أبسط بمتنبئاتٍ أقل من غير أن يؤثّر في تقديرات المعاملات النهائية (إذ يُزال الجزاء بعد الانتقاء). واتركه عند 0 إن لم تكن المتنبئات مرتبطة. ولاحظ أن earth لا يدعم `newvar.penalty` غير الصفري مع أوزان الحالات --- فـearthUI يعطّل المُدخَل (مُلزِمًا إياه بـ0) كلّما عُيِّن عمود أوزان.

2.7.7 معاملات التشذيب

pmethod: المُوصى به: **backward**. فالتشذيب الخلفي الافتراضي القائم على GCV حتميّ --- إذ تنتج البياناتُ نفسُها النموذجَ نفسَه دائمًا، بلا اعتمادٍ على بذور العشوائية. وهذا مهمٌّ لقابلية الاستنساخ، ولا سيما في عمل التقييم. أما طريقة `cv` فتستعمل التحقق المتقاطع للتشذيب، وهو ما يُدخل اعتمادًا على البذرة.

nprune: المُوصى به: **اتركه فارغًا** (NULL). ودع GCV ينتقي العدد الأمثل من الحدود. فضبطُ nprune يفرض سقفًا صارمًا يتجاوز حكمَ GCV.

3.7.7 معاملات التحقق المتقاطع

nfold (طيّات التحقق المتقاطع): المُوصى به بحسب نطاق حجم العيّنة:

n (صفوف الملاءمة)	nfold
0--299	5
300--399	6
400--499	7
500--599	8
600--699	9
+700	10

فزيادةُ الطيّات تدرّب كل طيّة على بياناتٍ أكثر (فيقلّ تحيّز التقدير) لكنها تصغّر طيّة الاختبار المحجوزة. ويتدرّج الجدولُ صعودًا إلى العشر طيّات المعيارية مع نموّ العيّنة، مع إبقاء كل طيّة اختبارٍ كبيرةً كفايةً (نحو خمسين صفًّا أو أكثر) لمقياسٍ مستقر لكل طيّة، ويرجع إلى خمس طيّات في العينات الصغيرة --- حيث يبقى تقدير CVR^2 مشوَّشًا، فارفع ncross (إلى 15–20 مثلًا) لتوسيط التباين. أما السقف عند عشرٍ فيعكس أن كل طيّةٍ إضافية ملاءمةُ earth كاملة مقابل مكسبٍ تشخيصي لا يُذكر. ومع `pmethod = "backward"` لا يؤثّر التحقق المتقاطع في النموذج --- بل يحسب CVR^2 التشخيصي فحسب ويوفّر بواقيَ لنموذج التباين.

ncross (تكرارات التحقق المتقاطع): المُوصى به بحسب نطاق حجم العيّنة:

n (صفوف الملاءمة)	ncross
0--199	20
200--399	16
400--699	12
700--1199	10
1200--2999	7
+3000	5

فالتكرارات توسِّط حظَّ تقسيم الطيّات لتثبيت CVR^2؛ والعيّنات الأكبر تحتاج إلى تكراراتٍ أقل لأن تحققًا متقاطعًا واحدًا يكون فيها أثبتَ أصلًا. كما تغذّي بواقي التحقق المتقاطع المكرَّر نموذجَ التباين.

4.7.7 نموذج التباين

varmod.method: المُوصى به: **lm** --- وهو افتراض ميلبورو: نموذج تباينٍ خطي حصين لفترات التنبؤ (إذ يُقدَّر التشتّت من بواقيَ مشوَّشة، فيعمّم نموذجٌ بسيط تعميمًا أفضل). فإن أخفق `lm` في التقارب على بياناتك، فجرّب `rlm` أو `const` (متجانس التباين، ويتقارب دائمًا)، أو ارجع إلى `earth` (وهو يعالج التشتّت اللاخطي أيضًا). ويقتضي `nfold > 1` و `ncross > 1`.

5.7.7 ملف مخرجات Earth

بعد كل ملاءمةٍ ناجحة يكتب earthUI ملفًّا باسم `<filename>_earth_output_<timestamp>.txt` في مجلد المخرجات. ويحتوي هذا الملف على حدود النموذج، والإحصاءات الملخِّصة (R^2، وGRSq، وCVRSq)، وتفاصيلِ نموذج التباين، وسجلِّ التتبّع. ويُنشأ ملفٌّ واحد لكل ملاءمة، فيوفّر سجلًّا تراكميًا لمقارنة تشكيلات المعاملات.

8.7 افتراضات الإعدادات

يتحكّم زرُّ اختيارٍ أعلى القسم 4 في الافتراضات التي تُحمَّل:

- **استعمال آخر إعدادات لملف الإدخال** --- يستعيد الإعدادات التي استعملتها آخر مرة مع هذا الملف بعينه
- **استعمال الإعدادات الافتراضية** --- يطبّق افتراضاتك المخصَّصة المحفوظة

- **افتراضات Earth** --- يعيد كل المعاملات إلى قيم المصنع

وانقر **حفظ الحالي بوصفه الافتراضي** أسفل القسم 4 لتخزين معاملات earth الحالية ومصفوفة التفاعلات المسموح بها؛ في حين يخزّن الزرُّ المقابل في القسم 3 الهدفَ والتاريخَ الفعّال وضبطَ المتنبئات. وكلاهما يُحفظ لكل مشروعٍ وغرض في قاعدة بيانات المشروع.

8 ملاءمة نموذج Earth

1.8 زرّ الملاءمة

يحتوي القسم 5 من الشريط الجانبي على زرّ **ملاءمة نموذج Earth** مع حقل **بذرة العشوائية**. والبذرةُ تجعل إسنادَ طيّات التحقق المتقاطع قابلًا للاستنساخ --- وتستدعي قائمةٌ منسدلة آخر عشر بذورٍ استُعملت، وتُسجَّل البذرة المستعملة في لسان مخرجات Earth بعد الملاءمة.
وقبل الملاءمة يتحقّق earthUI من صحة ضبطك --- إذ يجب أن يكون هدفٌ مختارًا ومتنبئٌ واحد على الأقل مُدرَجًا. وفي نمطَي التقييم والسوق تُقرَّب أعمدة خطَّي العرض والطول، ويُحسب عمر البيعة من التاريخ الفعّال وتاريخ التعاقد (إن عُيِّن).

2.8 نافذة الملاءمة ومخرجات التتبّع

حين تنقر ``ملاءمة" تظهر طبقةٌ داكنة مشروطة فيها:

- **ترويسة** --- ``ملاءمة نموذج Earth" مع مؤقّتٍ للزمن المنقضي يعدّ الثواني وزرّ **إجهاض** يلغي الملاءمة الخلفية
- **سجلّ التتبّع** --- منطقةُ نصٍّ ثابتة العرض قابلة للتمرير تعرض المخرجات الآنية من الدالة `earth()`: معلومات مجموعة البيانات، وتقدّمَ المرور الأمامي، وطيّات التحقق المتقاطع، ووقت الإتمام
- **الترميز اللوني** --- الأسطر الافتراضية بالأخضر، وأسطر التحقق المتقاطع بالأصفر، والأخطاء بالأحمر

ويلائم earthUI النماذجَ لاتزامنيًا باستعمال `callr::r_bg()`، الذي يشغّل الحساب في عملية R منفصلة. وهذا يُبقي التطبيق مستجيبًا أثناء الملاءمات الطويلة. ويقرأ مراقِبٌ يستطلع كل 300 جزءٍ من الألف من الثانية مخرجاتِ العملية الخلفية ويبثّها إلى سجلّ التتبّع.
وعند اكتمال الملاءمة تظهر رسالة ``تمّ في X.X ثانية"، ويُضاف زرّ إغلاق (X) إلى النافذة، وتُزال الخلفية فتُصيَّر ألسنةُ النتائج عند الطلب. ثم تُغلَق النافذة تلقائيًا بمجرد انتهاء تصيير المخرجات المرئية --- أو يمكنك إغلاقها قبل ذلك.
وعند النجاح تُلحَق علامةُ تأشيرٍ خضراء بزرّ الملاءمة. وإن وقع خطأ، عُرضت رسالتُه في سجلّ التتبّع وظهر إشعار.

3.8 سجلّ الملاءمة

تكتب كلُّ ملاءمة (ناجحةً كانت أو مخفقة) ملفَّ سجلٍّ في مجلد مخرجاتك:

- **اسم الملف**: `<datafile>_earth_log_<YYYYMMDD_HHMMSS>.txt`
- **المحتوى**: الختم الزمني، وكل مخرجات التتبّع من عملية الملاءمة، وأي رسائل خطأ
- **الموضع**: مجلد مخرجات المشروع النشط

> **تنبيه:** إن لم تكن *callr* منصَّبة، رجع *earthUI* إلى الملاءمة التزامنية بشريط تقدّمٍ بسيط. فنصّب *callr* للحصول على تجربة مخرجات التتبّع كاملة.

9 تنزيل البيانات

بعد الملاءمة، ينزّل القسم 6 من الشريط الجانبي --- وعنوانه ``تنزيل المتغير الهدف المقدَّر والبواقي" في النمط العام و``تنزيل أسعار البيع المقدَّرة والبواقي" في نمطَي التقييم والسوق --- ملفَّ Excel فيه التنبؤات والتشخيصات. وتُستعمل هذه المخرجات في الخطوة 7 (RCA) لإسناد تصنيف CQA (الحالة والجودة والجاذبية) إلى العقار موضوع التقييم. والمخرجاتُ مرتَّبةٌ بـ`residual_sf` و`cqa_sf` لتعينك على تقدير موضع العقار موضوع التقييم في الترتيب. فإن كان النموذج جيد الجودة، وجب أن تُرتَّب العقارات من الأقلّ جاذبيةً إلى الأكثر جاذبية بناءً على الخصائص الباقية التي لم تدخل الانحدار. وينبغي أن تقارب القيمةُ الوسطى الصفرَ، وأن يكون النصف الأدنى قيمًا سالبة والنصف الأعلى قيمًا موجبة. وستجد أردأ المنازل جودةً، أو ``ما يحتاج إلى إصلاح"، قرب أسفل الترتيب، وأجملَها في أعلاه. وثمة استثناءاتٌ عادةً لشذوذاتٍ كالحجوزات، والبيع بأقل من الدين، والبيع بحكم التركة، والبيع السريع اللازم لتغيير عملٍ أو لأسبابٍ أخرى. وتحرّي الشذوذات يكشف عادةً سببًا وجيهًا لشذوذ السعر.

وتتكيّف تسميةُ الزرّ مع نمط الغرض:

- العام/السوق: **تنزيل المخرجات (Excel)**
- التقييم: **تنزيل المخرجات الوسيطة (Excel)**

وصيغة اسم الملف هي `<datafile>_modified_<YYYYMMDD_HHMMSS>.xlsx`.

1.9 أعمدة المخرجات

تُلحَق الأعمدةُ الآتية بكل متغيرٍ هدف:

العمود	الوصف
`est_<target>`	تنبؤ النموذج، مثل `est_sale_price` (بمنزلةٍ عشرية واحدة)
`residual`	الفعلي ناقصًا المتنبأ به (بمنزلةٍ واحدة)
`cqa`	درجة الحالة والجودة والجاذبية (بمنزلتين، في المدى 0–10)
`residual_sf`	الباقي مقسومًا على مساحة المعيشة (إن عُيّنت، بمنزلةٍ واحدة)
`cqa_sf`	درجة CQA محسوبةً من الترتيب عبر `residual_sf` (بمنزلتين)
`<variable>_contribution`	قيمة إسهام كل دالة g (بمنزلةٍ واحدة، وعمودٌ لكل دالة)
`basis`	إسهام قيمة الحدّ الثابت، وهو واحدٌ لكل العقارات (بمنزلةٍ واحدة)
`calc_residual`	الفعلي ناقصًا (الأساس + كل الإسهامات) --- عمود تحقّق (بمنزلةٍ واحدة)

وفي النماذج متعددة الأهداف تُضاف لاحقةٌ على الصورة `_<i>` لتمييز أعمدة كل هدف.

2.9 ترتيب الأعمدة وتنسيق Excel

تُوضع أعمدة الترتيب في **أقصى اليسار** في ملف المخرجات، بهذا الترتيب: `residual_sf`، و`cqa_sf`، و`residual`، و`cqa`. وهذا يسهّل مسحَ القائمة المرتَّبة وتقديرَ موضع العقار موضوع التقييم في توزيع CQA.

وتُطبَّق على هذه الأعمدة تنسيقاتُ أعدادٍ في Excel:

العمود	التنسيق	مثال
`residual_sf`	عددي، بمنزلتين عشريتين	12.34
`cqa_sf`	عددي، بمنزلتين عشريتين	7.25
`residual`	عددي، بلا منازل عشرية	15,200
`cqa`	عددي، بمنزلتين عشريتين	6.80

3.9 درجات CQA

ترتّب درجةُ CQA (الحالة والجودة والجاذبية) باقيَ كل صفٍّ في مقابل سائر البواقي. فـCQA لصفٍّ ما هي نسبةُ الصفوف ذات الباقي المُشار الأصغر، مضروبةً في عشرة. وهذا يعطي مقياسًا من 0 إلى 10 حيث:

- **CQA مرتفعة** ($\approx$ 9–10) --- بيع العقار بأكثر بكثير ممّا تنبّأ به النموذج (باقٍ موجب كبير)

- **CQA منخفضة** ($\approx$ 0–1) --- بيع بأقل بكثير ممّا تنبّئ به النموذج (باقٍ سالب كبير)
- **CQA** $\approx$ **5** --- الباقي قريبٌ من وسيط كل البواقي

وحين يُعيَّن عمود `living_area`، توفّر `cqa_sf` الترتيبَ نفسه بناءً على البواقي للقدم المربعة.

4.9 الترتيب وصف العقار موضوع التقييم

في نمطَي التقييم والسوق تُرتَّب الصفوف المقارِنة تنازليًا بـ`residual_sf` (أو بـ`residual` إن لم تُعيَّن مساحة معيشة). ويبقى صف العقار موضوع التقييم (الصف 1) في موضعه الأول ولا يُرتَّب. وفي النمط العام تُصدَّر الصفوف بترتيبها الأصلي.

وهذا الترتيب، مقترنًا بأعمدة الترتيب في أقصى اليسار، يتيح للمُقيّم أن يمسح المقارنات سريعًا من الأكثر مغالاةً في التنبؤ إلى الأكثر بخسًا فيه، وأن يقدّر موضع درجة CQA المُسنَدة إلى العقار موضوع التقييم في ذلك التوزيع.

وتُحاذى مستوياتُ العوامل في بيانات التنبؤ مع بيانات التدريب قبل استدعاء `predict()`. والصفوفُ ذات مستويات العوامل غير المرئية سابقًا تُنتج تنبؤاتٍ مفقودة.

> **تنبيه:** ينبغي أن يساوي عمود *`calc_residual`* عمودَ *`residual`* دائمًا (في حدود التقريب). فإن اختلفا اختلافًا كبيرًا، دلّ ذلك على مشكلةٍ حسابية جديرة بالتحرّي.

5.9 التصدير التلقائي إلى mgcvUI

في كل ملاءمةٍ ناجحة بدرجةٍ ≥ 2، يحفظ earthUI تلقائيًا كائنَ النتيجة كاملًا ملفَّ `.rds` في مجلد مخرجات المشروع. ويتبع اسم الملف النمط `<datafile>_earthUI_result_<YYYYMMDD_HHMMSS>.rds`.

ويمكن تحميل هذا الملف في وحدة المعالجة اللاحقة لـmgcv --- المضمَّنة في حزمة earthUI والمشغَّلة بـ`earthUI::launch_mgcv()` --- باستعمال `readRDS()`. ويستعمل روتين النماذج الجمعية المعمّمة مواضعَ عُقد نموذج earth ودوالَّ أساسه نقاطَ انطلاقٍ للحدود الملساء، فيتيح انتقالًا سلسًا من نمذجة MARS إلى نمذجة النماذج الجمعية المعمّمة.

وتُتخطّى النماذج ذات الدرجة الأكبر من 2 لأن mgcvUI لا يدعم إلا التفاعلات الثنائية. وحين يُشغَّل earthUI في نمط الثلاثية (من واجهة الثلاثية)، يتيح لك قسمٌ إضافي باسم **قفل مخرجات النموذج** أن تقفل ملفَّ `.rds` لملاءمةٍ بعينها --- مع أساس متنبئاتها وإعدادات CQA المشتركة --- بوصفه نموذج earth المعتمَد الذي يستورده glmnetUI وmgcvUI.

6.9 الاستيراد إلى glmnetUI

ويمكن كذلك استيراد ملف `.rds` نفسِه المحفوظ لروتين النماذج الجمعية المعمّمة إلى **وحدة المعالجة اللاحقة للشبكة المرنة** --- وهي كذلك مضمَّنةٌ في حزمة earthUI وتُشغَّل بـ`earthUI::launch_glmnet()`. وفي تطبيق glmnet، انتقل إلى **القسم 2: الاستيراد من earthUI** واستعمل زرّ الاستعراض لاختيار ملف `.rds`.

ويستعمل glmnetUI المقاربة المعيارية `earth::model.matrix()`: إذ تصير دوالُّ أساس نموذج earth (المفصلات والتفاعلات والحدود الخطية) أعمدةَ مصفوفة التصميم في glmnet. ثم يجري glmnet انحدارًا مُنتظَمًا على أعمدة الأساس هذه، فينتقيها ويقلّصها عبر لاسو/الشبكة المرنة. وهذا يجمع بين بناء earth التكيّفي للأساس وبين انتظام glmnet.

1.6.9 المزايا الرئيسة

- **تفاعلاتٌ قابلة للتفسير**: لتفاعلات earth القائمة على المفصلات (بما فيها الحدود الثلاثية) معنًى هندسي واضح، بخلاف تفاعلات glmnet الأصلية القائمة على الجداءات التي يصعب شرحها في المحاكم أو في سياقات التدقيق.
- **لاخطيةٌ تلقائية**: تلتقط دوالُّ المفصلة في earth علاقاتٍ لاخطية كان نموذج glmnet المعياري بالمتنبئات الخام سيفوّتها.
- **انتقاء المتغيرات**: يستطيع glmnet تشذيبَ أساس earth أكثر، فيُسقط حدود المفصلة التي لا تُسهم.

2.6.9 مهم: يجب أن يتطابق عمود الأوزان

> **تحذير**
>
> إن استعمل earthUI عمودَ أوزان (لاستبعاد صف العقار موضوع التقييم بوزنٍ صفري مثلًا)، وجب تعيينُ عمود الأوزان نفسِه في ضبط المتغيرات لدى glmnetUI. فإن اختلف ضبط الأوزان، لم تتحاذَ أعدادُ الصفوف ولم يمكن إلحاقُ أساس earth بمصفوفة نموذج glmnet.

3.6.9 سير العمل

1. لائم نموذج earth في earthUI (بأي درجة).
2. يُحفظ ملف نتيجة `.rds` تلقائيًا في مجلد مخرجات المشروع.
3. وفي glmnetUI، افتح **القسم 2: الاستيراد من earthUI** واستعرض إلى ملف `..rds`.
4. تحقّق من استعمال **ملف البيانات نفسه** و**عمود الأوزان نفسه** في التطبيقين.
5. اضبط معاملات glmnet في القسم 5 (وتُعطَّل مصفوفةُ التفاعلات تلقائيًا عند وجود استيرادٍ نشط من earthUI).
6. انقر **ملاءمة النموذج**. فتظهر أعمدةُ أساس earth في ألسنة المعادلة والمعاملات والإسهامات.

10 حسابات RCA وتنزيلها

يظهر زرّ **حساب تعديلات RCA وتنزيلها** في القسم 7 من الشريط الجانبي، ولا يظهر إلا في نمط التقييم بعد ملاءمة نموذج. ويُنتج منهج قيد البواقي (RCA) تعديلاتٍ مستمدّةً من السوق لكل مقارِن نسبةً إلى العقار موضوع التقييم.

1.10 فتح حوار RCA

نقرُ الزرّ يفتح حوارًا مشروطًا صغيرًا فيه:

- **نوع الدرجة** --- أزرارُ اختيارٍ لانتقاء **CQA** أو **CQA للقدم المربعة** (ولا يتاح خيار القدم المربعة إلا حين يُعيَّن عمود `living_area`). فإن اخترت ``CQA للقدم المربعة''، كانت درجةُ باقي العقار موضوع التقييم، بناءً على درجة CQA التي تُسنِدها إليه، هي مساحةَ معيشته مضروبةً في `residual_sf` المطابقة لدرجة CQA_SF المعطاة.
- **قيمة CQA** --- مُدخَلٌ لدرجة CQA للعقار موضوع التقييم (0.00–10.00). وتمثّل هذه الدرجة موضعَه الذي تعتقده في توزيع جودة المقارنات.
- زرّ **توليد** --- يحسب مخرجات RCA وينزّلها بصيغة Excel. ويبقى الزرّ معطَّلًا حتى تُدخَل درجةٌ صحيحة.

2.10 استكمال درجة CQA

حين تنقر ``توليد'' يستكمل earthUI باقيَ العقار موضوع التقييم من أزواج CQA/الباقي للمقارنات:

1. تُرتَّب درجات CQA للمقارنات وبواقيها تصاعديًا بـCQA
2. ويطبّق استكمالٌ خطي (`stats::approx()`) قيمةَ CQA التي أدخلتها على باقٍ
3. وإن استعملتَ CQA للقدم المربعة، حُوِّل الباقي للقدم المربعة إلى باقٍ إجمالي بضربه في مساحة معيشة العقار موضوع التقييم
4. وتُحسب القيمة المقدَّرة للعقار موضوع التقييم على النحو: تنبؤ النموذج + الباقي المستكمَل

3.10 أعمدة المخرجات

يتضمّن ملف RCA بصيغة Excel (`<datafile>_adjusted_<YYYYMMDD_HHMMSS>.xlsx`) كلَّ أعمدة المخرجات الوسيطة، مضافًا إليها:

العمود	الوصف
`subject_value`	تنبؤ النموذج + الباقي المستكمَل (الصف 1 فقط)
`subject_cqa`	درجة CQA التي أدخلتها (الصف 1 فقط)
`<variable>_adjustment`	إسهام العقار موضوع التقييم ناقصًا إسهام المقارِن (لكل دالة g)
`residual_adjustment`	باقي العقار موضوع التقييم ناقصًا باقي المقارِن
`net_adjustments`	مجموع كل التعديلات (الإسهام + الباقي)
`gross_adjustments`	مجموع القيم المطلقة لكل التعديلات
`residual_pct`	تعديل الباقي بوصفه كسرًا من سعر بيع المقارِن
`net_adj_pct`	صافي التعديلات بوصفه كسرًا من سعر بيع المقارِن
`gross_adj_pct`	التعديلات الإجمالية بوصفها كسرًا من سعر بيع المقارِن
`adjusted_sale_price`	سعر بيع المقارِن + صافي التعديلات

وتخبرك أعمدةُ التعديل، لكل مقارِن، بمقدار ما ينسبه النموذجُ من الفرق إلى كل متغير. و`adjusted_sale_price` هو سعرُ بيع المقارِن بعد تطبيق كل التعديلات المستمدّة من النموذج --- أي مجموعةٌ من أسعار البيع المعدَّلة ينبغي أن تتجمّع حول القيمة المقدَّرة للعقار موضوع التقييم.

4.10 لسان تعديلات RCA

بمجرد حساب مخرجات RCA، يعرض لسانُ **تعديلات RCA** في اللوحة الرئيسة مدرَّجاتٍ لتوزيعات نسبة تعديل الباقي وصافي التعديل والتعديل الإجمالي عبر المقارنات (مجموعةً لكل هدف في النماذج متعددة الأهداف)، بما يعطي فحصًا بصريًا سريعًا لمدى تجمّع التعديلات.

تنبيه: درجة CQA البالغة 5.00 تضع العقار موضوع التقييم عند وسيط المقارنات. والدرجاتُ فوق 5 تدلّ على أنه فوق متوسط الجودة؛ ودونها تدلّ على أنه دون المتوسط.

11 شبكة المقارنة بالمبيعات

1.11 نظرة عامة والغرض

شبكة المقارنة بالمبيعات مصنَّف Excel يُولَّد في نمط التقييم (القسم 8 من الشريط الجانبي) بعد حساب تعديلات RCA. وهي تعرض العقار موضوع التقييم إلى جانب المقارنات المختارة في صيغة شبكةٍ مبنينة، بمعادلات Excel تحسب تلقائيًا التعديلات وسعرَ بيعٍ معدَّلًا لكل مقارِن.

والشبكةُ مصمَّمةٌ لملف عمل المُقيّم --- فهي تجمع بين التعديلات المستمدّة من انحدار نموذج Earth وبين خلايا قابلة للتحرير يستطيع فيها المُقيّم توزيعَ باقي CQA على خصائص عقارية بعينها. واسم ملف المخرجات هو `SalesGrid_<YYYYMMDD_HHMMSS>.xlsx`.

2.11 نافذة انتقاء المقارنات

نقرُ ``توليد شبكة المبيعات وتنزيلها" يفتح حوارًا مشروطًا تختار فيه المقارنات المُدرَجة:

- **المقارنات المُوصى بها** مؤشَّرةٌ مسبقًا. وهي المقارنات ذات نسبة تعديلٍ إجمالي دون 25% من سعر البيع، مرتَّبةً تصاعديًا بعمر البيعة (فالمبيعات الأحدث أولًا) ومحدودةً بثلاثين.
- **المقارنات الإضافية** مُدرَجةٌ أدناها، بلا تأشيرٍ افتراضًا. وتعديلاتها الإجمالية 25% فأكثر لكنها تبقى متاحةً للاختيار (ويُعرض منها حتى خمسون، مرتَّبةً تصاعديًا بنسبة التعديل الإجمالي).
- ويمكن اختيار **ثلاثين مقارِنًا** كحدٍّ أقصى، بما يُنتج حتى **عشر أوراق** (ثلاثة مقارنات لكل ورقة).

وبعد تأكيد اختيارك، تُرتَّب المقارنات المختارة تصاعديًا بنسبة التعديل الإجمالي، فتظهر أشبهُ المقارنات في الورقة 1.

3.11 تخطيط الشبكة

لكل ورقةٍ تخطيطٌ من عشرين عمودًا يتّسع للعقار موضوع التقييم مع ثلاثة مقارنات. وأعمدةُ كل كيان هي:

الكيان	الأعمدة (خمسة لكل كيان)
العقار موضوع التقييم	التسمية، والقيمة الواقعية 1، والقيمة الواقعية 2، والقيمة الواقعية 3، وإسهام القيمة (VC)
كل مقارِن	القيمة الواقعية 1، والقيمة الواقعية 2، والقيمة الواقعية 3، وإسهام القيمة (VC)، والتعديل

والصفوف من الأعلى إلى الأسفل هي:

1. **العنوان** --- اسم الورقة (مثل ``شبكة المقارنة بالمبيعات الوسيطة --- الورقة 1 من 3")
2. **الترويسات** --- ``العقار موضوع التقييم" وعناوين أعمدة المقارنات مع العنوان
3. **العنوان** --- عنوان العقار كاملًا
4. **APN | #MLS | أيام العرض | القرب من العقار موضوع التقييم** --- رقم القطعة، ومعرّف الإدراج، وأيام العرض في السوق، ومسافة Haversine (بالأميال) من العقار موضوع التقييم
5. **سعر البيع | التنازلات | صافي سعر البيع** --- سعر البيع، والتنازلات، وصيغة صافي سعر البيع
6. صف ترويسة **خصائص الانحدار**
7. **القيمة الأساس** --- الحدّ الثابت للنموذج
8. **تاريخ البيع | خارج السوق | داخل السوق** --- تاريخ التعاقد، وعمر البيعة، وأيام العرض في السوق
9. **الصفوف المجمَّعة** (شرطية) --- مجموعات الموقع ومساحة الموقع والعمر
10. **صفوف متغيرات النموذج** --- صفٌّ لكل متنبئ (عدا المتغيرات المجمَّعة)
11. **صف فاصل فارغ**
12. صف ترويسة **الخصائص الباقية**
13. **CQA|الباقي** --- درجة CQA مع صيغة الباقي المتبقّي
14. **صفوف الخصائص الباقية** --- صفوفٌ مسمّاة وأخرى فارغة لإدخال المُقيّم
15. **إجمالي إسهام القيمة / صافي التعديل**
16. **نسبة صافي التعديل**
17. **نسبة التعديل الإجمالي**
18. **سعر البيع المعدَّل** --- صفُّ صيغة
19. تذييل **حقوق النشر**

4.11 سعر البيع والتنازلات وصافي سعر البيع

يعرض الصف 5 ثلاث قيمٍ لكل مقارِن:

- **سعر البيع** --- سعر بيع المقارِن من البيانات
- **التنازلات** --- القيمة من العمود المعيَّن `concessions` (وصفرٌ إن لم يُعيَّن)
- **صافي سعر البيع** --- صيغة Excel: سعر البيع − التنازلات

ويعرض عمودُ العقار موضوع التقييم ``غير متاح" لسعر البيع (إذ هو مجهول) وأي قيمة تنازلاتٍ إن توفّرت.

5.11 الصفوف المجمَّعة (الموقع والموقع والعمر)

حين تُعيَّن أنواعٌ خاصة بعينها وتظهر تلك المتغيرات في النموذج، ينشئ earthUI صفوفًا مجمَّعة تضمّ المتغيرات المتصلة:
الموقع: خط الطول | خط العرض | المنطقة --- يظهر حين يكون أيٌّ من `longitude` أو `latitude` أو `area` في النموذج. ويعرض القيمَ الواقعية لكل متغيرٍ مكوِّن، وإسهامَ قيمةٍ مجمَّعًا (مجموع الإسهامات المفردة)، وللمقارنات تعديلًا (إسهام العقار موضوع التقييم المجمَّع − إسهام المقارِن المجمَّع). ويُنسَّق بخلفيةٍ زرقاء فاتحة على خلايا إسهام القيمة.
مساحة الموقع | الأبعاد --- يظهر حين يكون `lot_size` أو `site_dimensions` في النموذج. وببنيةٍ مماثلة لمجموعة الموقع.
العمر الفعلي | العمر الفعّال --- يظهر حين يكون `actual_age` أو `effective_age` في النموذج. وببنيةٍ مماثلة.
والمتغيراتُ التي تستهلكها الصفوفُ المجمَّعة **تُستبعد من صفوف متغيرات النموذج المفردة** أدناه، منعًا للحساب المزدوج في مجاميع التعديلات.

6.11 صفوف متغيرات النموذج

أسفل الصفوف المجمَّعة (أو مباشرةً أسفل القيمة الأساس إن لم توجد صفوفٌ مجمَّعة)، يعرض صفٌّ لكل متنبئ نموذجٍ متبقٍّ:

- **القيم الواقعية** للعقار موضوع التقييم ولكل مقارِن (أي قيم البيانات الفعلية)
- **إسهام القيمة (VC)** --- إسهام دالة g في القيمة المتنبأ بها لذلك الصف
- **التعديل** (في المقارنات فقط) --- إسهام العقار موضوع التقييم ناقصًا إسهام المقارِن

7.11 صف CQA|الباقي وصفوف الخصائص الباقية

يعرض صف **CQA|الباقي** درجةَ CQA لكل عقار ويحتوي على صيغةٍ لـ**الباقي المتبقّي** --- أي الجزء من الباقي الذي لم يُوزَّع بعدُ على خصائصَ بعينها. والصيغة هي:

$$\text{الباقي المتبقّي} = \text{الباقي الإجمالي} - \sum(\text{إسهامات الخصائص الباقية أدناه})$$

وأسفل هذا **صفوف الخصائص الباقية** --- خمسةُ صفوفٍ مسمّاة (الموقع، والإطلالة/الجاذبية، والحالة، والجودة، وغيرها) مع ستة صفوفٍ فارغة. وهذه خلايا إدخالٍ يُدخل فيها المُقيّم إسهامات القيمة للخصائص التي لم يلتقطها النموذج. وكلما ملأ المُقيّم قيمًا، تناقصت صيغةُ الباقي المتبقّي تلقائيًا.
ولكل مقارِن يحتوي عمود التعديل على صيغة: إسهام خاصية العقار موضوع التقييم − إسهام خاصية المقارِن.

8.11 صيغة سعر البيع المعدَّل

يحتوي صف **سعر البيع المعدَّل** على صيغ Excel:

- **العقار موضوع التقييم**: مجموع كل خلايا إسهام القيمة من القيمة الأساس حتى آخر صفٍّ خاصيةٍ باقية. ويمثّل هذا تنبؤَ النموذج الإجمالي للعقار موضوع التقييم مضافًا إليه أي خصائصَ باقية وزّعها المُقيّم.
- **المقارنات**: صافي سعر البيع + مجموع كل خلايا التعديل من أول صفٍّ مجمَّع أو صفٍّ متغير حتى آخر صفٍّ خاصيةٍ باقية. وهذا يعطي سعر بيع المقارِن بعد كل التعديلات المستمدّة من الانحدار والمُدخَلة من المُقيّم.

9.11 حماية الأوراق والخلايا القابلة للتحرير

كل ورقةٍ **محميّة** منعًا للتعديل العرَضي على الصيغ والبيانات. وتقفل الحمايةُ:

- كل خلايا الصيغ (صافي سعر البيع، والباقي المتبقّي، والتعديلات، وسعر البيع المعدَّل، وغيرها)

- كل خلايا البيانات (العناوين، وأسعار البيع، والقيم الواقعية، وإسهامات القيمة من النموذج)
- التسميات والترويسات

والخلايا **غير المقفلة** (القابلة للتحرير) وحدها هي مُدخَلات إسهام القيمة للخصائص الباقية --- أي الخلايا أسفل صف CQA|الباقي حيث يُدخل المُقيّم التفكيكات. وهي مُنسَّقةٌ بخلفيةٍ صفراء فاتحة للدلالة على أنها قابلة للتحرير.

10.11 العمل بالشبكة في Excel

1. **افتح الملف** في Excel أو في تطبيق جداول بياناتٍ متوافق.
2. **راجع تعديلات الانحدار** --- فالتعديلات المستمدّة من النموذج مملوءةٌ مسبقًا ومقفلة.
3. **وزّع الباقي** --- في صفوف الخصائص الباقية (الخلايا الصفراء)، أدخِل تقديرك لمقدار ما يُنسب من الباقي المتبقّي إلى كل خاصية (الموقع، والإطلالة، والحالة، والجودة، وغيرها). وستتناقص صيغةُ الباقي المتبقّي كلما وزّعت.
4. **تحقّق من سعر البيع المعدَّل** --- فهذه الصيغة تتحدّث تلقائيًا كلما أدخلت قيم الخصائص الباقية.
5. **الأوراق المتعددة** --- إن اخترت أكثر من ثلاثة مقارنات، تنقّل بين الأوراق. ولكل ورقةٍ العقارُ موضوع التقييم نفسه في العمود الأيسر مع ثلاثة مقارنات مختلفة.

> **تنبيه:** الغاية هي توزيع باقي *CQA* على صفوف الخصائص حتى يقارب الباقي المتبقّي الصفرَ. وهذا يبرهن على قدرتك على تفسير الفرق بين تقدير الانحدار لكل مقارِن وسعرِ بيعه الفعلي.

12 تنزيل التقارير

بعد ملاءمة نموذج، يكون توليدُ التقرير سيرَ عمل Quarto من خطوتين: **توليد تقرير Quarto** (القسم 9 من الشريط الجانبي في نمط التقييم، و7 في غيره) يكتب حزمةَ تقريرٍ مكتفية بذاتها، و**تحويل تقرير Quarto** (القسم 10) يصيّرها --- أو أي ملف Quarto آخر --- إلى الصيغ النهائية.

1.12 توليد تقرير Quarto

نقرُ **توليد تقرير Quarto** يكتب حزمة Quarto مكتفيةً بذاتها تحت مجلد مخرجات المشروع في `<base>_qmd/`، تحتوي على مصدر `qmd`. المملوء، وكلِّ أصول الرسوم المولَّدة مسبقًا (PNG وPDF)، وبياناتِ التقرير، وقالبِ Word المرجعي. ولا يجري تصييرٌ في هذه الخطوة --- فيمكن تحرير الحزمة يدويًا، أو دمجها مع مصادر Quarto أخرى عبر تضمينات Quarto، أو معاينتها مستقلةً بـ`quarto preview`.

2.12 تحويل تقرير Quarto

يوفّر القسم 10 منتقي ملفات (يشير افتراضيًا إلى آخر حزمةٍ مولَّدة في المشروع الحالي --- لكن يمكنك استعراض أي ملف `qmd`.) ومربعاتِ تأشير الصيغ:

- **HTML** --- ملف `html`. بتصيير الرياضيات بـKaTeX، وصورٍ مضمَّنة، وفهرس محتويات. ويستعمل سمة Flatly Bootstrap وخط Roboto Condensed.
- **Word** --- ملف `docx`. مناسبٌ للتحرير والتوزيع. ويتضمّن فهرس محتويات وأرقام صفحات، ويستعمل قالبًا مرجعيًا مخصَّصًا لتنسيق متّسق.
- **PDF** --- مُنضَّدٌ بـLuaLaTeX لمخرجاتٍ بجودةٍ مهنية. ويتبع مقاسُ الورق ضبطَ اللغة والمنطقة (Letter أو A4). ويتضمّن صفحاتٍ أفقية لمصفوفات التفاعل الكبيرة، ويستعمل Roboto Condensed مع Latin Modern Math للمعادلات. ولا يُعرض خيار PDF إلا حين تُرصد توزيعةُ LaTeX.

وانقر **تحويل** لتصيير الصيغ المختارة. ويجري التصيير في الخلفية --- إذ يعرض حوارٌ مشروط الزمنَ المنقضي وتقدّمَ Quarto بينما يبقى التطبيق مستجيبًا. ويؤكّد إشعارٌ موضعَ الملف عند الإتمام.

وتُسجَّل كل العمليات (ملاءمة النموذج، وتنزيلات البيانات، وحسابات RCA، وتوليد شبكة المبيعات، وتصيير التقارير) بأختامٍ زمنية للبدء والانتهاء وبالأزمنة المنقضية في `<datafile>_earthui_log.txt` في مجلد المخرجات، لاستكشاف الأعطال ومراقبة الأداء.

3.12 محتويات التقرير

يتضمّن كل تقريرٍ مولَّد الأقسامَ الآتية:

1. **وصف مجموعة البيانات** --- عدد المشاهدات، والمتغير الهدف أو المتغيرات الهدف، والمتنبئات المستعملة، والمتنبئات الفئوية
2. **تحديد النموذج** --- الدرجة، وحالة التحقق المتقاطع، وعدد الحدود، والمتنبئات في النموذج
3. **التفاعلات المسموح بها** (في الدرجة $2 \geq$ فقط) --- مصفوفة التفاعلات بعلامات تأشير، مُنسَّقةً بحسب نوع المخرجات
4. **ملخّص النتائج** --- R^2، وGRSq، وGCV، وRSS، وR^2 للتحقق المتقاطع (إن كان مفعَّلًا)
5. **معادلة النموذج** --- معادلة نموذج Earth كاملةً بترميز LaTeX
6. **المعاملات ودوال الأساس** --- جدولٌ بكل الحدود ومعاملاتها ودوال الأساس التي تعرّفها
7. **أهمية المتغيرات** --- رسمٌ شريطي وجدولٌ مرتَّب لدرجات أهمية المتنبئات
8. **إسهامات دوال g** --- رسومٌ لكل دالة: رسومٌ خطية للحدود أحادية المتغير، ورسومٌ منظورية ثلاثية الأبعاد ورسومُ كنتور للتفاعلات الثنائية
9. **مصفوفة الارتباط** --- خريطةٌ حرارية لارتباطات المتنبئات
10. **التشخيصات** --- رسوم البواقي في مقابل القيم المُلائَمة، ورسم Q-Q الطبيعي، والفعلي في مقابل المتنبأ به
11. **تفكيك تحليل التباين** --- جدولٌ يبيّن إسهام كل دالة أساسٍ في مجموع مربعات البواقي
12. **مخرجات Earth** --- المخرجات النصّية الخام من `earth::summary()`، بما فيها تفاصيل مرور التشذيب

وفي النماذج متعددة المستجيبات تتكرّر الأقسام 8–4 و10 لكل متغيرٍ هدف.

تنبيه: تقتضي التقاريرُ حزمةَ `quarto` في *R* وتنصيبًا لـ*Quarto*. ولمخرجات *PDF* يجب أن تكون توزيعةُ *LaTeX* منصَّبةً كذلك (مثلًا عبر `tinytex::install_tinytex()`) --- وإلا أُخفي مربعُ تأشير *PDF*.

13 وحدتا المعالجة اللاحقة: الشبكة المرنة والنماذج الجمعية المعمّمة

ترفق حزمة earthUI وحدتَي معالجةٍ لاحقة --- روتينَ الشبكة المرنة المبني على `glmnet`، وروتينَ النماذج الجمعية المعمّمة المبني على `mgcv`. ولكلٍّ منهما مقالٌ خاص به في هذا العدد يتناوله بعمق؛ ويشرح هذا القسم **الغرض** منهما في سير عمل earthUI، وكيف تتعاون الروتينات الثلاثة.

1.13 لماذا الملاءمات المُسنِدة؟

نموذج earth هو الذي يُنتج نتيجة القيمة. ووحدتا المعالجة اللاحقة موجودتان لـ**تعضيدها**: بتقديرين إضافيين للعقار نفسِه، ينتجهما محرّكان مختلفان منهجيًا، ملائَمين على بيانات المشروع نفسها. فحين تصل إعادةُ تقدير أساس earth بالشبكة المرنة وملساءُ نموذجٍ جمعي معمّم مستقلة إلى القيمة نفسها جوهريًا، لم تعد نتيجة المُقيّم قائمةً على افتراضات نموذجٍ واحد --- وتلك ميزةٌ ذات وزن في سياقات المراجعة والتقاضي. وحين **تختلفان**، كان الاختلافُ نفسه تشخيصيًا، وهو يشير عادةً إلى بياناتٍ رقيقة، أو حدٍّ مفرط المرونة، أو مقارِنٍ شاذّ يستحقّ إعادة النظر. ولا تعلو أيٌّ من الوحدتين على نموذج earth؛ فهما بيّنةٌ مُسنِدة، تُعرض عمدًا من غير ترجيح.

2.13 التشغيل والحالة المشتركة

كلُّ روتينٍ تطبيقُ Shiny محلي منفصل:

- `earthUI::launch_glmnet()` --- تطبيق الشبكة المرنة، على المنفذ 7879.
- `earthUI::launch_mgcv()` --- تطبيق النماذج الجمعية المعمّمة، على المنفذ 7880.

وتقرأ التطبيقات الثلاثة كلها شجرةَ المشاريع نفسَها وقاعدةَ الإعدادات نفسَها، فيكون المشروع المفتوح لديك في earthUI متاحًا فورًا في الوحدتين --- مع الحقول المنقولة التي يحفظها earthUI له: المستجيب (الهدف)، والتاريخ الفعّال، ونوعَ درجة CQA للعقار موضوع التقييم وقيمتَها في RCA، وتعيينَ مساحة المعيشة. فلا تعيد إدخال هذه؛ بل تقرؤها الوحدتان لتسري القيمُ نفسها عبر الملاءمات الثلاث.

3.13 روتين الشبكة المرنة

يستورد روتين glmnet دوالَّ أساس نموذج earth --- مفصلاتِه وتفاعلاتِه وحدودَه الخطية --- أعمدةً لمصفوفة تصميم، ويعيد تقديرها تحت انتظام لاسو/الشبكة المرنة (انظر ``الاستيراد إلى glmnetUI" أعلاه للآلية ولتحفّظ عمود الأوزان). والنتيجة تُبقي حدودَ earth القابلة للتفسير وذات المعنى الهندسي، مع ترك المُنتظِم يقلّص أو يُسقط ما لا يستحقّ منها. انظر مقال glmnetUI في هذا العدد للمعالجة الكاملة.

4.13 روتين النماذج الجمعية المعمّمة

ويمضي روتين mgcv في الاتجاه الآخر: فبدل إعادة استعمال أساس earth، يلائم حدودًا ملساء مُجازاة جديدة، مستعملًا مواضعَ عُقد نموذج earth نقاطَ انطلاق (انظر ``التصدير التلقائي إلى mgcvUI" أعلاه). ولأن النموذج الجمعي المعمّم يعيد اشتقاق الصور الدالّية تحت نموذجٍ تنعيمي مختلف، كان اتفاقُه مع نموذج earth تعضيدًا مستقلًا حقًّا لا صدًى. وتُدعم نماذج earth ذات الدرجة $2 \leq$. انظر مقال mgcvUI في هذا العدد للمعالجة الكاملة.

5.13 سير عملٍ عملي

1. لائم **نموذج earth أولًا** وصقلْه، في earthUI، حتى ترضى عنه. وكل ملاءمةٍ ناجحة (بدرجةٍ $2 \leq$) تصدّر تلقائيًا ملفَّ `.rds` الذي تستهلكه الوحدتان.
2. افتح روتينَي **glmnet** و**mgcv** على المشروع نفسه، واستورد نتيجة earth، ولائم. واعمل في روتينٍ واحد في المرة --- فالملاءمات طويلة والروتينات تتنسّق عبر المشروع المشترك، فالإيقاع المعقول تتابعيٌّ لا متواز.
3. وكرِّر بحرّية. فكل تطبيقٍ يحتفظ بنتائجه وأنت تتنقّل بينها، ولا شيء يُلزمك بتوليد تقارير في الأثناء.
4. ولا تعد إلى كل روتينٍ لتوليد تقرير Quarto الخاص به إلا حين ترضى عن النتائج الثلاث كلها. ويسجّل كل منهجٍ ملاءمتَه ونتيجةَ قيمته في سجلّ الثلاثية بالمشروع، فتبقى التقارير الثلاثة قابلةً للتتبّع إلى تشغيلٍ مقارِنٍ واحد.

> **تنبيه:** الوحدتان اختياريتان على كل مستوى: فسير عمل *earthUI* نفسِه --- الملاءمة، و*RCA*، وشبكات المبيعات، والتقارير --- كاملٌ من دونهما. فاستعن بهما حين تستوجب النتيجةُ تعضيدًا: عقارٌ صعب، أو قطاعُ سوقٍ رقيق، أو مهمّةٌ يُرجَّح أن تواجه مراجعة.

14 مجموعة البيانات التجريبية: Appraisal_1.csv

يتضمّن earthUI مجموعةَ بيانات MLS تجريبية لاستكشاف سير عمل التقييم. وحمّلها برمجيًا بـ:

```
demo_file <- system.file("extdata", "Appraisal_1.csv", package = "earthUI")
df <- import_data(demo_file)
```

أو، في تطبيق Shiny، انسخها إلى مجلد `in/` بمشروعٍ ما (أو أرفقها ملفَّ بياناتٍ أوّليًا عند إنشاء المشروع) واخترها في القسم 2 (استيراد البيانات).

1.14 الوصف

يحتوي الملف على 1,501 بيعةً سكنية مع عقارٍ واحد موضوع تقييم في الصف 1 (أي 1,502 صفًّا في المجمل) من تصدير MLS محاكى. وتمثّل البيانات مبيعات منازل أحادية الأسرة في سوقٍ متعددة المناطق، بمدًى من أحجام العقارات وأعمارها ومواقعها.

وهذه ليست بياناتٍ حقيقية، لكنها مبنيّةٌ على حيٍّ واقعي في شمال كاليفورنيا. وقد غُيِّرت كل معلومات التعريف أو أُزيلت.

2.14 الأعمدة

العمود	النوع	النوع الخاص	الوصف
weight	numeric	---	وزن المشاهدة (0 = استبعاد من الملاءمة)
id	numeric	display_only	معرّف السجل الداخلي
property_id	numeric	display_only	معرّف العقار في MLS
listing_id	character	display_only	رقم الإدراج في MLS
parcel_number	character	display_only	رقم القطعة لدى مُقيّم المقاطعة (APN)
street_address	character	display_only	عنوان العقار
city_name	character	display_only	المدينة
postal_code	character	display_only	الرمز البريدي
county_name	character	display_only	المقاطعة
contract_date	Date	contract_date	تاريخ التعاقد على البيع (يحسب sale_age)
sale_age	numeric	---	الأيام من تاريخ التعاقد إلى التاريخ الفعّال (محسوبةً مسبقًا)
coe_date	Date	display_only	تاريخ إغلاق الضمان
listing_status	character	display_only	حالة الإدراج (مثل ``مباع")
sale_price	numeric	(الهدف)	سعر البيع --- المتغير المستجيب
rent	numeric	---	الإيجار الشهري (للنماذج متعددة الأهداف)
list_price	numeric	display_only	سعر الإدراج
original_list_price	numeric	display_only	سعر الإدراج الأصلي
living_sqft	numeric	living_area	مساحة المعيشة الإجمالية بالأقدام المربعة
beds_total	integer	---	عدد غرف النوم
baths_total	numeric	---	إجمالي عدد الحمّامات (مثل 2.5 = كاملان + نصفي)
lot_size	numeric	lot_size	مساحة الأرض بالأقدام المربعة
area_id	integer	area	معرّف المنطقة في MLS
area_text	character	display_only	اسم المنطقة
age	numeric	actual_age	عمر العقار بالسنوات
year_built	integer	display_only	سنة البناء
latitude	numeric	latitude	خط العرض (مُقرَّبًا إلى ثلاث منازل عشرية للنموذج)
longitude	numeric	longitude	خط الطول (مُقرَّبًا إلى ثلاث منازل عشرية للنموذج)
latitude6	numeric	display_only	خط العرض بالدقة الكاملة
longitude6	numeric	display_only	خط الطول بالدقة الكاملة
garage_spaces	integer	---	عدد مواقف المرآب
fp_count	integer	---	عدد المواقد
no_of_stories	numeric	---	عدد الطوابق
style	character	---	الطراز المعماري
view	character	---	نوع الإطلالة (مثل ``الحي" أو ``التلال")
days_on_market	integer	dom	أيام العرض في السوق
listing_date	Date	listing_date	تاريخ الإدراج
sale_concessions	numeric	concessions	تنازلات البائع

3.14 بداية سريعة مقترحة

1. شغّل earthUI: `earthUI::launch()`
2. أنشئ مشروعًا بغرض **للتقييم** في معالج المشروع الجديد، مرفقًا به `Appraisal_1.csv` ملفَّ بياناتٍ أوّليًا
3. اختر `Appraisal_1.csv` في القسم 2 (استيراد البيانات)
4. اختر `sale_price` هدفًا
5. أسنِد الأنواع الخاصة كما في الجدول أعلاه
6. أدرِج المتنبئات: `sale_age`، و`living_sqft`، و`baths_total`، و`lot_size`، و`area_id` (عاملًا)، و`age`، و`latitude`، و`longitude`، و`garage_spaces`
7. اضبط الدرجة على 1، وانقر **ملاءمة نموذج Earth**
8. نزّل المخرجات الوسيطة (الخطوة 6)، وراجع ترتيب CQA
9. احسب تعديلات RCA (الخطوة 7) بدرجة CQA تقارب 5.00
10. ولّد شبكة المقارنة بالمبيعات (الخطوة 8)

تنبيه: مجموعة البيانات التجريبية طريقةٌ جيدة لاستكشاف كل خصائص *earthUI* قبل استيراد بيانات *MLS* الخاصة بك. والمتنبئاتُ المقترحة أعلاه تُنتج عادةً نموذجًا بـR^2 فوق *0.85*.

15 تجريبي: استخراج النصّ بـProlog وقواعد الاشتقاق

يُدخل الإصدار 0.10.0 مرفقًا **اختياريًا وتجريبيًا حقًّا** لاستخراج خصائصَ جاهزة للنمذجة من أعمدة النصّ الوصفي في تصدير MLS --- وأولها عمود ``الملاحظات العامة"، وكذلك ملاحظات الوكيل وقوائم الخصائص المفصولة بفواصل كخصائص الغرف أو المنشآت القائمة. ومحرّك الاستخراج هو Prolog، وعلى وجه الخصوص **النحو ذو الجمل المحدَّدة** (DCGs): إذ تُكتب القواعدُ التي تتعرّف عباراتٍ مثل "move in ready" أو "3 car garage" أو "owned solar" في نصّ الملاحظات قواعدَ نحوٍ بلغة Prolog.

وهذه الخاصية ما تزال قيد التطوير. ويمكن استعمالها **جزئيًا** في الاستخراج اليوم --- فالنحو المرفق يتعرّف مجموعةً مفيدة من الخصائص --- لكن تكييفها على مفردات نظام MLS لديك يقتضي منك قراءة Prolog وكتابته، ولا سيما DCGs. فإن لم يكن ذلك شأنك، فتخطَّ هذا الفصل بالكامل: فالخاصية معطَّلةٌ افتراضًا، وسائرُ earthUI يعمل من دونها تمامًا.

> **تحذير**
>
> هذه خاصيةٌ تجريبية قيد التطوير النشط. ونحوُ استخراجها ليس كاملًا ولا مُتحقَّقًا منه لعمل التقييم الإنتاجي --- فيجب مراجعة الأعمدة المستخرَجة في مقابل النصّ المصدر قبل الاعتماد عليها في نموذج. واستعمالُها استعمالًا فعّالًا يقتضي معرفةً عملية بـProlog وDCGs. وكلُّ ما تفعله إضافيٌّ وقابل للرجوع عنه؛ فإن أساء شيءٌ التصرّف، أطفئ مبدِّلَ الإعدادات وواصل عملك طبيعيًا.

1.15 ماذا تفعل

تحمل إدراجاتُ MLS قدرًا كبيرًا من المعلومات ذات الصلة بالقيمة في نصٍّ حرّ وفي حقول قوائمَ مفصولة. وتحوّل هذه الخطوةُ الاختيارية ذلك النصّ إلى أعمدةٍ عادية يستطيع انحدارك استعمالها، عبر دورَي عمودٍ خاصين (الفصل 6):

- **أعمدة `remarks`** يحلّلها نحوُ Prolog DCG إلى عمود خاصيةٍ واحد لكل سمةٍ مستخرَجة. وتُبنى بادئةُ العمود من الحروف الأولى لاسم العمود المصدر: فـ`public_remarks` يعطي أعمدة `pr_*`، و`agent_remark` يعطي `ar_*`، وهكذا.
- **أعمدة `list`** (مثل `existing_structures = "Shed, Workshop"`) تُقسَم إلى أعمدة FALSE/TRUE أحادية التنشيط على الصورة `<col>_<value>`. وهذا الجزء R محض ولا يحتاج إلى Prolog البتة.

والنحو المرفق (`inst/prolog/mls_remarks.pl`) يستخرج حاليًا، من جملة ما يستخرج: طبقةَ حالةٍ متدرّجة بدرجة حالةٍ من 1 إلى 5؛ وأعلامَ الإطلالة وأنواعها؛ وأعلامَ تجديد المطبخ والحمّام؛ والأرضيات الخشبية وغيرها؛ وقائمةَ التحسينات وعددها؛ ومواقفَ المرآب ومساحته؛ والمسبحَ والمنتجع وسائر الخصائص الخارجية؛ وعددَ المواقد؛ والملحقاتِ (سقيفة، حظيرة، ورشة، بيت صغير، بيت ضيافة، بيت كلاب، وغيرها) بمقاساتٍ محلَّلة من أبعادٍ مثل "40x50"؛ ومواقفَ المركبات الترفيهية والتخزين؛ وتملّكَ الطاقة الشمسية في مقابل استئجارها، وتخزينَ البطاريات؛ ومساحةَ الأرض (بما فيها تحويل الأفدنة إلى أقدامٍ مربعة)؛ ومبالغَ الأسعار المتصلة بسياق البيع والمرتبطة بموضوعٍ ما (تخفيض السعر، ورسوم اتحاد الملاك، وإيجار الطاقة الشمسية أو سدادها، وضريبة Mello-Roos)؛ وإشاراتِ الموقع؛ ودرجةَ انطباعٍ للإيجابيات والسلبيات في المدى $[-1, 1]$.

2.15 المتطلبات: vProlog (Trealla)، لا SWI-Prolog

يجري تحليلُ الملاحظات على حزمة **vProlog** في R --- وهي محرّك Trealla Prolog مكتفٍ بذاته. وهي ليست على CRAN؛ فنصّبها من مستودع r-universe الخاص بالمؤلّف كما هو مبيَّن في ``تنصيب earthUI وvProlog" في مطلع هذا المقال (ثنائياتٌ مبنيّة مسبقًا لـWindows وmacOS، والمصدر في `github.com/wcraytor/vProlog`). ولا يلزم تنصيبُ Prolog على مستوى النظام (SWI-Prolog أو غيره) ولا يُستعمل. وإن غابت vProlog، تُخطّى تحليلاتُ الملاحظات مع ملاحظة، مع بقاء تقسيم `list` عاملًا. ويُبلِغ المساعدُ `vProlog_available()` عمّا إذا كان المحرّك والنحو المرفق موجودَين معًا.

3.15 تفعيلها وتشغيلها

1. افتح **الإعدادات** (الترس) وأشّر **تفعيل معالجة Prolog / أعمدة القوائم**. والمبدِّل معطَّلٌ افتراضًا، ويحمل ملاحظة ``خاصية متقدمة --- للمستعملين ذوي الخبرة بـProlog"، ويُتذكَّر لكل مشروع، ويظهر في حوار معلومات المشروع.
2. في جدول المتنبئات، اضبط دورَ **الخاص** للأعمدة المعنية على `remarks` أو `list` (ويجوز أن تحمل أعمدةٌ متعددة كلَّ دور).
3. استعمل قسم **تنفيذ معالجة Prolog** الواقع بين القسمين 4 و5 من الشريط الجانبي. وهو يقدّم خطوتين:

1. توسيع القوائم والملاحظات --- يشغّل نحوَ DCG على كل عمود `remarks`، ويقسّم كل عمود `list` تقسيمًا أحادي التنشيط. والتوسيعُ **تراكمي**: فلا تُعالَج إلا الأعمدة المعيَّنة منذ آخر تشغيل، ويُعطَّل الزرّ بمجرد توسيع كل ما عُيِّن. ويتتبّع شريطُ تقدّمٍ عمليةَ التحليل.

2. تنفيذ قواعد الاشتقاق --- يطبّق قواعد `derive/2` الخاصة بك على الأعمدة المُوسَّعة (انظر أدناه). وتُفحص القواعد نحويًا ويُتحقَّق منها بتشغيلٍ تجريبي قبل تنفيذها.

4.15 قواعد الاشتقاق

لكل صفٍّ من البيانات، يُثبت earthUI أعمدةَ الصف وقائعَ على الصورة `cell(Name, Value)` ويجمع كل حلول قواعدك `derive(Col, Val)` --- فيصير كلُّ `Col` متمايز عمودًا جديدًا، وتفوز **أولُ** قيمةٍ تُوجَد لكل عمود، فيجوز أن تتبعها جملةٌ احتياطية. وتدعم المحمولاتُ المساعدة (`count_true/2`، و`count_false/2`، و`count_true_prefix/2`، و`cell_or/3`، و`is_na/1`) التجميعَ ومعالجةَ القيم المفقودة، وتُسقط وقائعُ `drop/1` أعمدةً بعد تشغيل القواعد. مثال:

```
% Merge a collinear cluster of solar flags into one boolean.
derive(solar_any, B) :-
    ( cell(pr_has_solar, true)
    ; cell(pr_solar_owned, true)
    ; cell(pr_has_battery, true) ) -> B = true ; B = false.

% Count amenities instead of OR-ing them (numeric column).
derive(amenity_count, N) :- count_true_prefix(pr_has_, N).

% Threshold -> boolean, with a fallback clause.
derive(big_outbuilding, true)  :- cell(pr_outbuilding_sqft, S), S >= 1000.
derive(big_outbuilding, false).

% Discard a raw granular column once consolidated.
drop(pr_price_solar_lease).
```

وتقيم القواعد في ملفٍّ خاص بكل مشروع باسم `<project>_rules.pl`، مبذَّرٍ من قالبٍ معلَّق تعليقًا كاملًا، وتُحرَّر عبر **تحرير قواعد الاشتقاق...** في محرّر شفرةٍ عائم قابل للسحب يمكن كذلك إرساؤه في الشريط الجانبي. ويتحقّق زرّ **فحص** من صحة القواعد (مسحٌ نحوي، وفحصُ تحميل، وتشغيلٌ تجريبي على الصف 1 من بياناتك) من غير تنفيذها.

5.15 ملف البيانات النشط المُصدَّر

بعد أيٍّ من الخطوتين، يُكتب إطارُ البيانات المُعزَّز في مجلد إدخال المشروع باسم `<original_name>_<YYMMDD_HHMMSS>.xlsx` ويصير ملفَّ البيانات **النشط** للمشروع --- فإعادةُ فتح المشروع تحمّل البيانات المُعزَّزة، ولا تُعاد حسابات التوسيع أبدًا، والملفُّ نفسُه هو ما يستهلكه glmnetUI وmgcvUI. وتُحجب أعمدةُ الملاحظات المصدر تلقائيًا عن النموذج؛ أما الأعمدة المولَّدة فلا تُدرَج تلقائيًا متنبئات. وتحليلُ النصّ قد يُنتج أعمدةً كثيرة، فعلّم ما لا تريده (بعدُ) في الانحدار بوصفه **كامنًا**، أو عطّله بـ`x` (الفصل 6).

6.15 الواجهة البرمجية والملفات المرفقة

الخطُّ كلُّه مصدَّرٌ للاستعمال الدفعي: `execute_prolog_processing(df, remarks_cols, list_cols, rules_text)` ينسّق المرورات، وهو مبنيٌّ على `remarks_to_columns()`، و`split_list_column()`، و`apply_user_rules()`، و`validate_rules()`. ومصادرُ Prolog المرفقة تحت `inst/prolog/` هي `mls_remarks.pl` (نحو DCG وتجميع الخصائص)، و`mls_analyze.pl` (مشغّل إدخالٍ وإخراج للتحليل الدفعي)، و`mls_rules.pl` (المحمولات المساعدة المتاحة لقواعد الاشتقاق)، و`climate_regions_ca.pl` (أدناه).

7.15 تجربةٌ ذات صلة: أوليّات الأقاليم المناخية

ثمة مرفقٌ تجريبي مرافق يعالج الخصائص **رقيقة البيانات** --- أي التي لا يستطيع الانحدارُ تقديرها لأنها لا تظهر إلا في حفنةٍ من المقارنات (كمبرّدٍ تبخيري مثلًا). فثلاثةُ مساعداتٍ في R --- `climate_region_for()`، و`market_area_profile()`، و`climate_feature_priors()` --- تصنّف موقعَ المشروع (المقاطعة والمدينة) في واحدٍ من سبعة أقاليم مناخية كاليفورنية يتعرّفها المشترون (وهي اختزالٌ عملي لمناطق البناء المناخية الستّ عشرة لدى لجنة الطاقة في كاليفورنيا)، وتعيد أوليّاتٍ ترتيبية للقيمة الإسهامية لخصائص التدفئة والتهوية والتكييف والتبريد (التدفئة، والتكييف، والمبرّد التبخيري، ومروحة المنزل الكاملة، والترشيح) بحسب الإقليم. وتحاكي وحدةُ Prolog `climate_regions_ca.pl` التصنيفَ نفسَه للاستعمال داخل قواعد الاشتقاق؛ والجانبان

مولَّدان من مصدر R معتمَد واحد فلا يمكن أن ينحرفا. والأوليّاتُ يُقصد بها أن **تُنير** تقييمَ الخصائص وأن تصلح فحصَ معقولية للمعاملات المقدَّرة --- وينبغي أن يراجع المُقيّم إسناداتِ الأقاليم (ولا سيما في المقاطعات الممتدّة على أقاليم عدة).

1.7.15 ما وراء كاليفورنيا: حزم الولايات القضائية ووحدات مناطق السوق

كاليفورنيا أولُ ولايةٍ قضائية لا الحدّ. فـearthUI مستعمَلٌ دوليًا، ويُعاد الآن هيكلةُ معرفة الأوليّات المناخية في صورة **حزم ولاياتٍ قضائية**: جداولِ وقائعَ مكتفية بذاتها على هيئة بيانات (تعريفات المناطق، وإسنادات الوحدات الإدارية، وأوليّات الخصائص) مفهرسةٍ برموز البلد والمستوى الإداري في نظام المشاريع، بحيث تستطيع الحزمةُ أن تصف ولايةً أمريكية، أو ولايةً ألمانية، أو بلدًا صغيرًا بأكمله. وثمة طبقةٌ مرافقة من **وحدات مناطق السوق** تلتقط المفردات المحلية وأوليّاتٍ مصقولة لمنطقة سوقٍ مسمّاة.

وكلتاهما مصمَّمتان ليؤلّفهما **في الميدان** مهندسو التقييم والمُقيّمون، بلغاتهم --- وواقعيًا بمساعدة النماذج اللغوية الكبيرة: فالعالم لا يملك كثيرًا من مبرمجي Prolog، ولذلك جُعلت مصنوعاتُ الميدان جداولَ لا برامج عمدًا. وصيغةُ الحزمة مخطَّطٌ موثَّق بمثالٍ تطبيقي كامل (كاليفورنيا نفسها)، وذلك صراحةً كي يستطيع مساعدٌ مثل Claude صياغةَ حزمةٍ صحيحة من وصفٍ بلغةٍ عادية لسوقٍ ما؛ ويولّد earthUI Prolog الأساسي من الحزمة، ويجب أن يجتاز مُتحقِّقٌ حاجب (فحوصُ المخطَّط والتغطية والتكامل الإسنادي والتشغيل التجريبي) قبل تفعيل أي حزمة. وتحمل كلُّ حزمةٍ مؤلَّفة في الميدان إسنادًا إلزاميًا --- المؤلّف المسجَّل، والتاريخ، والمرجع المستشهد به --- كي يقف وراء المعرفة المهنيُّ المسؤول لا أداةُ الصياغة، وكي تستطيع التقارير الاستشهادَ بالحزمة ونسختها بعينهما.

> **تنبيه:** ثمة نمطٌ عملي: وسّع الملاحظات، ثم ادمج أعلام `pr_*` الدقيقة في حفنةٍ من الأعداد أو القيم المنطقية المشتقّة بقواعد `derive/2`، ثم أسقِط بـ`drop/1` الأعلامَ الخام التي دمجتها، وأبقِ الأعمدةَ المشتقّة وحدها مرشّحةً للتنبؤ. وهذا يُبقي قائمة المتنبئات قصيرةً والتعدّدَ الخطي قابلًا للإدارة.

References

Friedman, Jerome H. (1991). **?**Multivariate Adaptive Regression Splines.**?** In: *The Annals of Statistics* 19.1, pp. 1–141. DOI: 10.1214/aos/1176347963.

Milborrow, Stephen (Oct. 1, 2024). *earth: Multivariate Adaptive Regression Splines*. R package. URL: https://CRAN.R-project.org/package=earth.

— (n.d.[a]). *Notes on the earth Package*. URL: http://www.milbo.org/doc/earth-notes.pdf.

— (n.d.[b]). *Variance Models in earth*. URL: http://www.milbo.org/doc/earth-varmod.pdf.

glmnetUI: واجهة رسومية لحزمة glmnet (لاسو والشبكة المرنة)

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

William Bert Craytor

Vol. 1, Issue 1 · Summer 2026
نُشر في 1 يوليو 2026
DOI: 10.67330/ja8s2k39
2026 William Bert Craytor. Published by Pacific Vista Net. ©
يُنشر هذا المقال وفق شروط رخصة المشاع الإبداعي: النسب إلى المُصنَّف 0.4.

الملخص. glmnetUI واجهة رسومية لحزمة `glmnet` في لغة R، وهي تُلائم نماذج خطية معمّمة مُنتظَمة باستعمال حدود جزاء لاسو والحرف والشبكة المرنة. تتيح ثلاثة أنماط للاستعمال --- النمذجة التنبؤية العامة، وتقييم العقارات، وتحليل مناطق السوق --- وتقود المستعمل عبر استيراد البيانات، وضبط النموذج، والملاءمة بالتحقق المتقاطع، ومسارات المعاملات، والتقارير القابلة للتنزيل. يوثّق هذا المقال متطلبات صيغة البيانات، وسير عمل النمذجة، وأشكال المخرجات، والمرجع الكامل لوظائف glmnetUI.

الكلمات المفتاحية: لاسو، انحدار الحرف، الشبكة المرنة، الانحدار المُنتظَم، glmnet، R، واجهة رسومية، تقييم العقارات

ملاحظة الناشر (يوليو 2026): قُبيل النشر، دُمج glmnetUI في earthUI (الإصدار 0.11.0 وما بعده)؛ ويوفّر earthUI الآن سير عمل الشبكة المرنة الموصوف هنا إلى جانب سير عملَي MARS و GAM. ويبقى glmnetUI متاحًا في آخر إصدار منشور له (0.5.0) على `https://github.com/wcraytor/glmnetUI`؛ ويجري التطوير اللاحق في earthUI. ويشير هذا المقال إلى glmnetUI بصيغته المنشورة.

المحتويات

1 مقدمة **3**
1.1 لمحة تاريخية . . . 3
1.1.1 لاسو . . . 3
2.1.1 انحدار الحرف والشبكة المرنة . . . 4
3.1.1 حزمة glmnet . . . 4
4.1.1 مقارنة بـ MARS (earth) و GAM (mgcv) . . . 4
5.1.1 سير العمل المُوصى به . . . 5
2.1 ما هو glmnetUI؟ . . . 5
3.1 أنماط الغرض الثلاثة . . . 5
4.1 خصائص خاصة بالعقارات . . . 5
5.1 البدء . . . 6

2 متطلبات بيانات الإدخال من MLS **7**
1.2 صيغة الملف وبنيته . . . 7
2.2 الأعمدة المطلوبة في نمط التقييم . . . 7
3.2 أعراف تسمية الأعمدة الخاصة . . . 8
4.2 جودة البيانات واكتمالها . . . 8
5.2 موضع صف العقار موضوع التقييم . . . 8

3 النمط العام **9**
1.3 نظرة عامة . . . 9
1.1.3 تخطّي الصف الأول . . . 9
2.1.3 الإعدادات بحسب الغرض . . . 9
2.3 سير العمل في الشريط الجانبي . . . 9
3.3 المشاريع . . . 10
4.3 الاستيراد من earthUI (اختياري) . . . 10
5.3 ألسنة اللوحة الرئيسة . . . 10

11 6.3 بقاء الإعدادات
11 7.3 النمط الداكن
11 8.3 ضبط اللغة والمنطقة
12 1.8.3 حفظ الافتراضات

13 4 نمط التقييم
13 1.4 معالجة صف العقار موضوع التقييم
13 2.4 التاريخ الفعّال وعمر البيعة
13 3.4 تعيينات الأعمدة الخاصة
13 4.4 نظرة عامة على تعديلات RCA

14 5 نمط تحليل منطقة السوق
14 1.5 الفروق عن نمط التقييم
14 2.5 متى يُستعمل نمط السوق

15 6 انتقاء المتغيرات
15 1.6 المتغير الهدف
15 2.6 جدول المتنبئات
15 3.6 رصد أنواع البيانات وتجاوزه
15 4.6 الإشارات المتوقعة وفرضها
15 5.6 مرجع أنواع الأعمدة الخاصة

17 7 انتقاء المعاملات
17 1.7 ألفا (معامل المزج)
17 2.7 انتقاء لامدا
17 3.7 العائلة
17 4.7 التوحيد المعياري
18 5.7 قيود الإشارة
18 6.7 لاسو المُرخى
18 7.7 بذرة العشوائية
18 8.7 مصفوفة التفاعلات
19 9.7 المنع من الأثر الرئيس (التفاعل فقط)
19 10.7 المعاملات المتقدمة
19 11.7 افتراضات الإعدادات

20 8 ملاءمة النموذج
20 1.8 زرّ الملاءمة
20 2.8 ماذا يجري أثناء الملاءمة

21 9 ألسنة النتائج
21 1.9 معاينة البيانات
21 2.9 المعادلة
21 3.9 الارتباط
21 4.9 الملخّص
21 5.9 المعاملات
22 6.9 أهمية المتغيرات
22 7.9 الإسهامات
22 8.9 تحليل التباين
22 9.9 التشخيصات
22 10.9 مخرجات glmnet
22 11.9 التقرير

10 تنزيل البيانات **23**
1.10 أعمدة المخرجات 23
2.10 درجات CQA 23

11 حسابات RCA وتنزيلها **24**
1.11 فتح حوار RCA 24
2.11 استكمال درجة CQA 24
3.11 أعمدة المخرجات 24

12 شبكة المقارنة بالمبيعات **25**
1.12 حوار انتقاء المقارنات 25
2.12 تخطيط المصنَّف 25
3.12 حماية الأوراق وخلايا البواقي 25

13 تنزيل التقارير **26**
1.13 سير عمل Quarto ذو الخطوتين 26
2.13 صيغ التقرير 26
3.13 محتويات التقرير 26

14 المقارنة مع earthUI **27**
1.14 الفروق الرئيسة 27
2.14 الخصائص المشتركة 27
3.14 متى تستعمل أيًّا منهما 27

15 مجموعة البيانات التجريبية: Appraisal_1.csv **28**
1.15 الوصف 28
2.15 الأعمدة 28
3.15 بداية سريعة مقترحة 28

16 متطلبات النظام واستكشاف الأعطال **30**
1.16 المنصّات المدعومة 30
2.16 الاعتماديات الاختيارية 30
3.16 ملاحظات المنصّات 30
4.16 التدهور اللطيف 30
5.16 استكشاف الأعطال 30

1 مقدمة

1.1 لمحة تاريخية

1.1.1 لاسو

قدّم روبرت تيبشيراني طريقة **لاسو** (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator --- **Lasso**) عام 1996. والاسم تلاعب مقصود بحبل الأنشوطة الذي يستعمله راعي البقر: حبلٌ يُقيّد ويَنتقي. اختاره تيبشيراني لأن الطريقة ``تُطوّق" المعاملات فعليًا، فتُقيّد قيمها المطلقة وتدفع بعضها إلى الصفر تمامًا، ومن ثمّ تنتقي المتغيرات التي تبقى في النموذج.

كانت بصيرة تيبشيراني في إضافة حدّ جزاء من النوع L_1 (مجموع القيم المطلقة للمعاملات) إلى دالة المربعات الصغرى. وخلافًا لحدّ الجزاء L_2 في انحدار الحرف (Hoerl & Kennard, 1970)، الذي يُقلّص المعاملات نحو الصفر دون أن يبلغه، يُنتج جزاء L_1 حلولًا متناثرة تكون فيها معاملات كثيرة صفرًا تمامًا. وبذلك يكون لاسو طريقةَ انتظامٍ وطريقةَ انتقاءٍ للمتغيرات في آنٍ واحد.

2.1.1 انحدار الحرف والشبكة المرنة

اقترح آرثر هويرل وروبرت كينارد **انحدار الحرف** (ridge regression) عام 1970. وهو يضيف حدّ جزاء من النوع L_2 (مجموع مربعات المعاملات) يُقلّص جميع المعاملات تناسبيًا لكنه يُبقي كل المتغيرات في النموذج. وانحدار الحرف فعّال حين تكون المتنبئات مترابطة (التعدّد الخطي)، غير أنه لا يُبسّط النموذج.

أما **الشبكة المرنة** (elastic net)، التي قدّمها هوي زو وتريفور هاستي عام 2005، فتجمع بين الجزاءين. ويتحكم معامل المزج α في التركيبة: فعند $\alpha = 1$ تكون الطريقة لاسو خالصًا، وعند $\alpha = 0$ تكون انحدار حرفٍ خالصًا، وما بينهما حلٌّ وسط. وتتجاوز الشبكة المرنة قصورًا في لاسو: فحين تكون المتنبئات شديدة الترابط يميل لاسو إلى انتقاء واحدٍ منها وإهمال البقية، بينما تُجمّع الشبكة المرنة المتنبئات المترابطة معًا.

3.1.1 حزمة glmnet

طوّر حزمةَ `glmnet` في لغة R كلٌّ من جيروم فريدمان وتريفور هاستي وروبرت تيبشيراني في جامعة ستانفورد. وهي تُنفّذ انتظام الشبكة المرنة للنماذج الخطية المعمّمة باستعمال خوارزمية نزولٍ إحداثيٍّ بالغة الكفاءة (Tibshirani and Hastie, Friedman, 2010)، ثم امتدّت إلى نماذج المخاطر التناسبية لكوكس (Simon et al. 2011) وإلى جميع عائلات النماذج الخطية المعمّمة (Tay, Hastie and Narasimhan, 2023). وتتعامل الحزمة مع العائلة الغاوسية (الخطية)، وذات الحدّين (اللوجستية)، وبواسون، وغيرها من عائلات النماذج الخطية المعمّمة.

ومن أبرز خصائص `glmnet`:

- **مسار الانتظام**: يُلائم النموذج عبر شبكةٍ من قيم λ في مرور واحد، وهو أسرع كثيرًا من الملاءمة المنفصلة عند كل قيمة.
- **التحقق المتقاطع**: تختار الدالة `cv.glmnet()` تلقائيًا قوة الانتظام المثلى عبر تحققٍ متقاطعٍ من k طيّات.
- **حدود المعاملات**: تدعم حدودًا عليا ودنيا لكل معامل على حدة (قيود الإشارة).
- **لاسو المُرتخي**: يُعيد ملاءمة النموذج على المتغيرات المنتقاة بجزاءٍ مخفَّضٍ أو معدوم، فيُقلّل التحيّز.

4.1.1 مقارنة بـ MARS (earth) وGAM (mgcv)

يستعمل تطبيق earth ووحدتا المعالجة اللاحقة التابعتان له (glmnet وmgcv) محرّكات نمذجةٍ مختلفة. ويوجز الجدول التالي أبرز الفروق:

الخاصية	glmnet (الشبكة المرنة)	(MARS) earth	(GAM) mgcv
نوع النموذج	خطي (مع انتظام)	خطي مقطعيًا (شرائح تكيّفية)	لاخطي أملس (شرائح مُجزاة)
اللاخطية	عبر التفاعلات أو توسيع الأساس فقط	تلقائية عبر دوال المفصلة بعُقدٍ مستمدّة من البيانات	تلقائية عبر دوالٍ ملساء (الصفيحة الرقيقة، التكعيبية، وغيرها)
انتقاء المتغيرات	مُضمَّن عبر جزاء L_1 (لاسو)	مُضمَّن عبر التدرّج الأمامي/الخلفي مع تشذيبٍ بـGCV	اختياري عبر تقليص الجزاء المزدوج (`select=TRUE`)
التفاعلات	جداءات ثنائية (يصعب تفسيرها)	جداءات قائمة على المفصلات (قابلة للتفسير حتى الدرجة الثالثة)	شرائح الجداء الموتري (`te()`، `ti()`)
قابلية التفسير	المعاملات أوزانٌ خطية يسهل شرح كلٍّ منها	دوال g تُظهر الأثر الجزئي الخطي المقطعي لكل متغير	منحنيات أثرٍ جزئيٍّ ملساء، بديهية جدًا
الأنسب لـ	البيانات عالية الأبعاد، وانتقاء المتغيرات، والعينات الصغيرة	اكتشاف اللاخطية والتفاعلات تلقائيًا	العلاقات اللاخطية الملساء والنمذجة المرنة
تعديلات RCA	تعديلات خطية لكل متغير	تعديلات خطية مقطعية عبر دوال g	تعديلات ملساء عبر الآثار الجزئية
ضبط فرط الملاءمة	λ بالتحقق المتقاطع	تشذيب مبني على GCV	تقدير معامل التنعيم بـGCV/REML

قدّم جيروم فريدمان طريقة **MARS** (شرائح الانحدار التكيّفية متعددة المتغيرات) عام 1991. وهي تبني نماذج خطيةً مقطعيًا بانتقاءٍ تكيّفيٍّ لدوال المفصلة $\max(0, x - k)$ ولمواضع عُقدها من البيانات نفسها. والتنفيذ في لغة R هو حزمة `earth` لستيفن ميلبورو. ويبرع MARS في اكتشاف العلاقات اللاخطية والتفاعلات تلقائيًا دون أن يطلب من المستعمل تحديدها. وتوفّر دوال g فيه (حدود الأساس مُجمَّعةً لكل متغير) منحنيات أثرٍ جزئيٍّ عالية القابلية للتفسير.

أما **النماذج الجمعية المعمّمة** (GAMs) فقد صاغها هاستي وتيبشيراني عام 1990. والتنفيذ في R هو حزمة `mgcv` لسايمون وود، وهي توفّر شرائح انحدارٍ مُجزاةً مع اختيارٍ تلقائيٍّ لدرجة النعومة عبر REML أو GCV. وتُنتج هذه النماذج منحنيات أثرٍ جزئيٍّ ملساء يسهل تصوّرها وشرحها. وحين يُصدّر earthUI مواضع العُقد إلى mgcvUI، تصلح العُقد المستمدّة من earth نقاطَ انطلاقٍ لحدود التنعيم في النموذج الجمعي، فتجتمع دقة MARS في وضع العُقد مع سلاسة التقدير في GAM.

5.1.1 سير العمل المُوصى به

لتقييم العقارات وما يشبهه من تطبيقاتٍ تتطلب نماذج قابلة للتفسير وقابلة للدفاع عنها:

1. **ابدأ بـearthUI** لاكتشاف المتغيرات المهمة والعلاقات اللاخطية والتفاعلات في بياناتك. فانتقاء الأساس التلقائي ودوال g يقدّمان استبصاراتٍ أولية ممتازة.
2. **هذّب بـmgcvUI** إن أردت آثارًا جزئية أكثر نعومة. واستورد عُقد earthUI إلى mgcvUI لانتقالٍ سلسٍ من النماذج الخطية المقطعية إلى النماذج الملساء.
3. **استعمل glmnetUI** حين تحتاج إلى انتقاءٍ حازمٍ للمتغيرات (لاسو)، أو حين يقارب عدد المتنبئات عدد المشاهدات أو يتجاوزه، أو حين تريد نموذجًا خطيًا محضًا مع انتظامٍ يعزّز قابلية الدفاع عنه.

2.1 ما هو glmnetUI؟

glmnetUI واجهة مستعمل رسومية لحزمة `glmnet` في لغة R. تعمل بوصفها تطبيق Shiny محليًا --- لا تسجيل دخول، ولا خادوم، ولا حسابات. تُشغّلها من R، وتستورد مجموعة بيانات (CSV أو Excel)، وتضبط نموذجك، وتُلائمه تفاعليًا.

واعتبارًا من الإصدار الحالي، لم تعد glmnetUI حزمةً تُثبَّت على حدة: فهي تُشحن داخل حزمة earthUI بوصفها وحدة المعالجة اللاحقة للشبكة المرنة، وتُستهل بالأمر `earthUI:::launch_glmnet()`. أما التطبيق نفسه --- وكل ما يصفه هذا المقال --- فلم يتغيّر؛ ولم يختلف إلا التثبيت وأمر التشغيل. وتتشارك الإجراءات الثلاثة (earth وglmnet وmgcv) شجرةَ مشروعٍ واحدة، وقاعدةَ إعداداتٍ واحدة، ونسخةً واحدة من البنية المساندة.

ويوفّر التطبيق سير عملٍ كاملًا: استيراد البيانات، وضبط المتغيرات، وملاءمة النموذج، والرسوم التشخيصية، وأهمية المتغيرات، ومعادلات النموذج، وتقارير قابلة للتنزيل بصيغة Word أو PDF أو HTML.

يجمع **انحدار الشبكة المرنة** بين تقنيتَي انتظام:

- **انحدار الحرف** (alpha = 0): يُقلّص جميع المعاملات نحو الصفر تناسبيًا. مناسب حين ترى أن المتغيرات كلها ذات صلة.
- **انحدار لاسو** (alpha = 1): قادر على تقليص المعاملات إلى الصفر تمامًا، فيؤدي انتقاءً تلقائيًا للمتغيرات. ويُنتج نماذج أبسط وأيسر تفسيرًا.
- **الشبكة المرنة** (0 < alpha < 1): مزيجٌ من النهجين، يفيد حين تكون المتنبئات مترابطة.

3.1 أنماط الغرض الثلاثة

لكل مشروع في glmnetUI **غرضٌ** يُختار عند إنشائه (القسم 1، المشروع). ويحدّد غرض المشروع النشط أيَّ الأدوات وعناصر الواجهة تظهر؛ وللعمل في نمطٍ آخر، أنشئ مشروعًا بذلك الغرض أو افتح مشروعًا قائمًا به. والأنماط الثلاثة هي:

- **عام** --- انحدار الشبكة المرنة لأي نوعٍ من المجتمعات أو مجموعات البيانات. وهو النمط الافتراضي، ويوفّر سير عمل الانحدار المُنتظَم كاملًا دون أي إضافاتٍ خاصة بمجال بعينه.
- **للتقييم** --- انحدار الشبكة المرنة مُهيَّأً لتقييم العقارات. يضيف خصائص خاصة بتقييم عقارٍ مفرد، منها التعامل مع العقار موضوع التقييم، وتخصيصات الأعمدة الخاصة، ومنهج قيد البواقي (RCA).
- **تحليل منطقة السوق** --- انحدار الشبكة المرنة مُهيَّأً لدراسات مناطق السوق. يضيف خصائص لتحليل مجموعات العقارات في سوقٍ محدّدة، مع إمكان استبعاد صفّ العقار موضوع التقييم.

وفي الأنماط الثلاثة جميعًا يظل محرّك النمذجة الأساسي واحدًا --- فأنت تُلائم دائمًا نموذج شبكةٍ مرنة (glmnet). وإنما يتحكم إعداد الغرض في الأدوات وعناصر الواجهة الإضافية المتاحة.

4.1 خصائص خاصة بالعقارات

عند اختيار **للتقييم** أو **تحليل منطقة السوق**، تُفعّل glmnetUI عدة خصائص مصمّمة لتحليل العقارات:

- **تخصيصات الأعمدة الخاصة** --- يمكن وسم كل متنبئ بدورٍ خاص مثل `contract_date` أو `dom` أو `concessions` أو `latitude` أو `longitude` أو `living_area` أو `lot_size` أو `actual_age` أو `effective_age` أو `area` أو `site_dimensions` أو `display_only`. وتتحكم هذه التخصيصات في كيفية معالجة العمود أثناء الملاءمة وفي المخرجات.

- **تقريب خطوط العرض والطول** --- تُقرَّب الأعمدة المخصَّصة بوصفها خط عرضٍ أو خط طولٍ تلقائيًا إلى ثلاث منازل عشرية منعًا لفرط الملاءمة.
- **عمود عمر البيع** --- حين يُخصَّص عمودٌ بوصفه `contract_date` ويُقدَّم تاريخٌ ساري المفعول، تحسب glmnetUI عمودًا باسم `sale_age` (عدد الأيام بين تاريخ البيع والتاريخ الساري) وتستبدله بوصفه متنبئًا.
- **حسابات RCA (في التقييم فقط)** --- في نمط التقييم، وبعد ملاءمة النموذج، تستطيع glmnetUI حساب مخرجات منهج قيد البواقي (RCA)، وهي تُنتج تعديلاتٍ لكل مقارن، وملخصاتٍ للتعديل الصافي والإجمالي، وسعر بيعٍ معدَّلًا للعقار موضوع التقييم.

> **تنبيه:** يصلح النمط العام لأي مجموعة بيانات --- مالية أو علمية أو هندسية أو عقارية. أما نمطا التقييم والسوق فيضيفان تسهيلاتٍ للعاملين في مجال العقارات لا غير.

5.1 البدء

لاستعمال glmnetUI:

1. **ثبّت earthUI** في R: `install.packages("earthUI")` --- فإجراء glmnet مضمَّنٌ فيها. (انظر ``تثبيت earthUI وvProlog" في مقال earthUI في هذا العدد للاطلاع على نسخة التطوير والمكوّنات الاختيارية.)
2. **شغّل التطبيق**: نفّذ `earthUI::launch_glmnet()` في R. يُفتح التطبيق في متصفحك على المنفذ 7879. ويمكنك الوصول إليه مباشرةً بالانتقال إلى `http://localhost:7879` في المتصفح. ويتذكّر التطبيق آخر نمط غرضٍ استعملته ويستعيده تلقائيًا.
3. **أنشئ مشروعًا أو افتح مشروعًا** في القسم 1 من الشريط الجانبي. يحدّد المشروع الغرضَ وموقع العمل (الدولة، والولاية، والمقاطعة، والمدينة) ومجلّدَي الإدخال والإخراج التابعين له. وتُخزَّن المشاريع تحت جذرٍ مشترك اسمه `regProj` وتتشاركها التطبيقات الشقيقة earthUI وmgcvUI. وفتحُ مشروعٍ بغرضٍ مختلف هو السبيل إلى تبديل الأنماط.
4. **استورد بياناتك** في القسم 2 باختيار ملف CSV أو Excel من مجلّد إدخال المشروع النشط. أضف الملفات إلى ذلك المجلّد ثم انقر **تحديث** لإدراجها.
5. **الاستيراد من earthUI (اختياري)** --- يتيح لك القسم 3 استيراد ملف نتائج `.rds` من earthUI لاستعمال دوال أساس المفصلة الخاصة بـearth مع انتظام glmnet. تجاوز هذه الخطوة إن لم تكن لديك نتيجة من earthUI.
6. **اضبط المتغيرات** --- اختر المتغير الهدف والمتنبئات، وحدّد أنواع البيانات والإشارات المتوقعة، وعيّن أي أدوارٍ خاصة للأعمدة.
7. **اضبط معاملات glmnet** --- alpha، وlambda، والعائلة، وقيود الإشارة، والتفاعلات، وغيرها من الخيارات.
8. **لائم النموذج** --- انقر ``ملاءمة نموذج Glmnet" وراجع النتائج في اللوحة الرئيسة.
9. **صدّر** --- نزّل التنبؤات بصيغة Excel، أو ولّد تقرير Quarto وحوّله، أو (في نمط التقييم) احسب تعديلات RCA وشبكة المقارنة بالمبيعات.

وتُحفظ الإعدادات تلقائيًا في التخزين المحلي للمتصفح وتُستعاد عند إعادة تحميل ملف الإدخال نفسه.

2 متطلبات بيانات الإدخال من MLS

في سير عمل تقييم العقارات وتحليل السوق، تأتي بيانات الإدخال عادةً من تصديرٍ لخدمة الإدراج المتعدد (MLS). ويصف هذا الفصل بنية الملف المتوقعة والأعمدة التي تستطيع glmnetUI استعمالها.

1.2 صيغة الملف وبنيته

يقبل glmnetUI ملفات **CSV** و**Excel** (`.xlsx`، `.xls`). وعند الاستيراد تُحوَّل أسماء الأعمدة تلقائيًا إلى صيغة `snake_case` --- فمثلًا يصير "Living SqFt" هو `living_sqft`، ويصير "Contract Date" هو `contract_date`، ويصير "Sale Price" هو `sale_price`. ويضمن هذا التوحيد اتساق الإحالات إلى الأعمدة في سير العمل كله. أما فاصل CSV وعلامة الكسر العشري المستعملان عند الاستيراد فيحدّدهما ضبط اللغة والمنطقة (انظر الفصل 3، "ضبط اللغة والمنطقة").

وينبغي أن يكون ملف بياناتك جدولًا مسطّحًا بصفٍّ واحد لكل عقار وعمودٍ واحد لكل سمة. ويجب أن يحتوي الصف الأول من الملف على عناوين الأعمدة.

2.2 الأعمدة المطلوبة في نمط التقييم

مع أن glmnetUI يعمل مع أي مجموعة من الأعمدة، فإن سير عمل التقييم الكامل يستفيد من وجود الأعمدة الآتية:

العمود	النوع الخاص	الغرض
سعر البيع	(الهدف)	المتغير المستجيب للنموذج
تاريخ التعاقد	`contract_date`	يُستعمل لحساب `sale_age` (الأيام من التاريخ الفعّال)
تاريخ الإدراج	`listing_date`	يُستعمل مع تاريخ التعاقد لحساب أيام العرض في السوق إن لم يوجد عمودٌ لها
أيام العرض في السوق	`dom`	أيام العرض في السوق؛ تظهر في عمليات التصدير
التنازلات	`concessions`	التنازلات البيعية؛ صافي سعر البيع = سعر البيع − التنازلات
مساحة المعيشة (قدم مربعة)	`living_area`	تتيح البواقي للقدم المربعة (`residual_sf`، `cqa_sf`)
مساحة الأرض	`lot_size`	عمود مساحة الموقع
أبعاد الموقع	`site_dimensions`	يُجمَّع مع مساحة الأرض
خط العرض	`latitude`	يُقرَّب إلى ثلاث منازل عشرية
خط الطول	`longitude`	يُقرَّب إلى ثلاث منازل عشرية
معرّف المنطقة	`area`	معرّف منطقة السوق أو الحي
العمر الفعلي	`actual_age`	عمر العقار
العمر الفعّال	`effective_age`	العمر الفعّال للعقار
العنوان	`display_only`	يظهر في عمليات التصدير؛ ويُستبعد من النموذج

ويمكن أن تكون أسماء أعمدة جدول البيانات بلغةٍ أجنبية --- أما الأسماء "الخاصة" فبالإنجليزية كي يستطيع برنامج R أن يعاملها معاملةً خاصة. وفيما عدا ذلك تظهر أسماء الأعمدة كما أعطيتها في نماذج الانحدار والرسوم، وفي تقارير المخرجات إن كنت تجري تقييمًا.

وليست كل الأعمدة مطلوبة. فـglmnetUI يتكيّف --- فإن غاب عمود، أُسقطت الخاصية المقابلة له ببساطة. غير أن نماذج تسعير العقارات يُنصح فيها بشدة ببعض الأعمدة لبلوغ ملاءمةٍ مقبولة:

1. **عمر البيعة** --- عدد الأيام بين تاريخ التعاقد على البيع والتاريخ الفعّال للتقييم أو التحليل. وإذا استُعمل سجلّ مبيعاتٍ ممتدّ لسنوات، ولا سيما لمددٍ تتجاوز خمس سنوات، فكثيرًا ما يؤدي `sale_age` دورًا محوريًا في تقدير سعر البيع.
2. **مساحة المعيشة** --- وتُعرف أيضًا بأسماء مثل "Living Sqft" و"GLA" (مساحة المعيشة الإجمالية) وغيرها. وهي محدِّدٌ رئيسٌ آخر لسعر البيع.
3. **إجمالي عدد الحمّامات** --- مجموع الحمّامات الكاملة وحمّامات الربع والنصف وثلاثة الأرباع. فمثلًا حمّامان كاملان وحمّام نصفي يعطيان القيمة 2.5.
4. **مواقف المرآب** أو **مساحة المرآب** --- عدد مواقف المرآب أو مساحته بالأقدام المربعة.
5. **مساحة الأرض** --- مساحة أرض العقار، وتكون عادةً بالأقدام المربعة أو بالأفدنة.
6. **خط الطول وخط العرض**، و**معرّف المنطقة** إن توفّر. وهذه المتغيرات الموقعية تعين النموذج على مراعاة التباين السعري الجغرافي.

3.2 أعراف تسمية الأعمدة الخاصة

يتعرّف glmnetUI الأعمدة بـ**تعيين نوعها الخاص**، لا باسم العمود. فيمكنك تسمية أعمدتك بما شئت في تصدير MLS --- والمهم أن تُسنِد النوع الخاص الصحيح في جدول ضبط المتغيرات (الفصل 6).

فمثلًا قد يصدّر نظام MLS لديك مساحة المعيشة باسم "GLA" أو "Living SqFt" أو "liv_area" أو "gross_living_area". وبعد الاستيراد (حيث تصير بصيغة snake_case) تكتفي بتعيينها `living_area` في قائمة ``الخاص" المنسدلة. وعندئذٍ يستعملها glmnetUI في حسابات البواقي للقدم المربعة أيًّا كان اسمها الأصلي.

4.2 جودة البيانات واكتمالها

- **القيم المفقودة (NA)**: تُحذف تلقائيًا قبل الملاءمة الصفوفُ التي فيها قيمٌ مفقودة في أي عمودٍ متنبئ أو عمود الهدف.
- **أعمدة التواريخ**: تُحلَّل تلقائيًا عند الاستيراد الأعمدةُ النصّية المطابقة لصيغ التواريخ الشائعة. وتُقدَّم صيغ السنة ذات الرقمين عند عدم رصد سنةٍ من أربعة أرقام.
- **الأعمدة العددية**: يجب أن تكون عددية حقولُ سعر البيع ومساحة المعيشة ومساحة الأرض والتنازلات وما شابهها. فإن كان نظام MLS لديك يصدّر الأسعار برموز العملات أو بفواصل الآلاف (مثل "$350,000" أو "350.000,00")، فقد تحتاج إلى تنظيفها قبل الاستيراد.
- **أعمدة العوامل**: تُعامَل تلقائيًا معاملةً فئوية الأعمدةُ النصّية وأعمدة FALSE/TRUE وأعمدة العوامل في R --- فالانحدار لا يستطيع معالجتها إلا بوصفها عوامل. أما العمود **العددي** (كرمز منطقةٍ أو طرازٍ عددي) فلا يصير عاملًا إلا حين تؤشّر مربع **عامل** الخاص به؛ ولا يستنتج glmnetUI الفئوية قط من مدى قيم عمودٍ عددي، فتبقى المتنبئات العددية المنفصلة مثل `bath_count` متصلة. والدور الخاص مستقلٌّ عن قرار العَوملة.

> **تنبيه:** راجع عمود القيم المفقودة في جدول المتنبئات بعد الاستيراد. فالأعمدة كثيرةُ القيم المفقودة قد تتسبّب في إسقاط صفوف. وفكّر في استبعاد الأعمدة عالية القيم المفقودة أو في تنظيف البيانات قبل الاستيراد.

5.2 موضع صف العقار موضوع التقييم

في نمط **التقييم**، **يجب أن يكون الصف 1 هو العقار موضوع التقييم**. وسائر الصفوف مبيعاتٌ مقارِنة. ويُستبعد صف العقار موضوع التقييم من ملاءمة النموذج. ومع ذلك يولّد النموذج بعد الملاءمة تنبؤاتٍ لصف العقار موضوع التقييم.

وفي نمط **تحليل منطقة السوق**، يكون وضع العقار موضوع التقييم في الصف 1 اختياريًا.

أما في النمط **العام** فلا معاملة خاصة للصفوف --- إذ تُعامَل الصفوف كلها معاملةً واحدة.

3 النمط العام

1.3 نظرة عامة

النمط العام هو النمط الافتراضي عند تشغيل glmnetUI. وهو يوفّر سير عمل انحدار الشبكة المرنة كاملًا لأي مجموعة بيانات --- لا للعقارات وحدها. فيمكنك استعمال glmnetUI للبيانات العلمية، أو التحليل المالي، أو الدراسات الهندسية، أو أي مسألة انحدار.

وفي النمط العام تُسقِط الواجهةُ الخصائصَ الخاصة بالعقارات (الأعمدة الخاصة، وعمر البيعة، وتقريب الإحداثيات، وRCA). ويُبسَّط الشريط الجانبي ليتركّز على انتقاء المتغيرات، وضبط المعاملات، وملاءمة النموذج، والتصدير.

1.1.3 تخطّي الصف الأول

يظهر مربع تأشير **تخطّي الصف الأول** أعلى الشريط الجانبي بمجرد فتح مشروعٍ عام أو مشروع سوق. وحين يكون مؤشَّرًا يُستبعد الصف 1 من ملاءمة النموذج. وهذا مفيدٌ حين يحتوي الصف 1 على مشاهدةِ هدفٍ أو مرجعية لا ينبغي أن تؤثّر في النموذج. أما في نمط التقييم فيُستبعد الصف 1 (العقار موضوع التقييم) تلقائيًا دائمًا.

2.1.3 الإعدادات بحسب الغرض

تُحفظ الإعدادات (انتقاء المتنبئات، ومعاملات النموذج، والتفاعلات) على حدة لكل تركيبةٍ من ملف الإدخال ونمط الغرض. والتنقّل بين الأنماط العام والتقييم والسوق يحفظ إعدادات كل نمطٍ مستقلةً عن غيره.

2.3 سير العمل في الشريط الجانبي

يُنظَّم الشريط الجانبي في أقسامٍ مرقّمة قابلة للطي تقودك من اختيار المشروع إلى تصدير التقرير. ولا يظهر معظم الأقسام إلا بعد فتح مشروعٍ نشط، وبعضها خاصٌّ بغرض المشروع. ويُشتقّ مجلد المخرجات من المشروع النشط --- فلا يوجد حقلٌ منفصل لمجلد المخرجات.

1. المشروع --- أنشئ مشروعًا أو افتحه. والمشروع يحدّد الغرض وموقع العمل (البلد والولاية والمقاطعة والمدينة) ومجلدَي إدخاله (`/in/<os>`) ومخرجاته. وتُخزَّن المشاريع تحت جذرٍ مشترك هو `regProj` (وافتراضه `~/regProj`)، ويمكن تجاوزه بمتغير البيئة `REGPROJ_ROOT`)، وهي مشتركةٌ مع التطبيقين الشقيقين earthUI وmgcvUI، فتقيم نماذج الثلاثة جميعًا جنبًا إلى جنب. وانقر **إغلاق المشروع** للتبديل.

2. استيراد البيانات --- اختر ملف CSV أو Excel من مجلد إدخال المشروع النشط. وأضف الملفات إلى المجلد عبر Explorer/Finder، ثم انقر **تحديث** لإدراجها. وفي ملفات Excel متعددة الأوراق يظهر منتقي أوراق. وتُحوَّل أسماء الأعمدة تلقائيًا إلى snake_case.

3. الاستيراد من earthUI (اختياري) --- استورد ملف نتيجة earthUI بصيغة `rds`. لاستعمال دوال أساس المفصلة الخاصة بـearth مع انتظام الشبكة المرنة في glmnet. وزرّ الاستعراض مُنسَّقٌ ليطابق منتقي الملفات في القسم 2. وهذه الخطوة اختيارية --- فتخطَّها إن لم تكن لديك نتيجةُ earthUI لاستيرادها.

4. ضبط المتغيرات --- منتقي المتغير الهدف، وجدول المتنبئات بمربعات تأشير للإدراج والعَومَلة والإلزام، مع قوائم الإشارة المنسدلة. ولا يظهر عمود "الخاص" (لتعيين تواريخ التعاقد والإحداثيات وغيرها) إلا في نمطَي التقييم والسوق. انظر الفصل 6 للتفاصيل الكاملة.

5. معاملات استدعاء glmnet --- كل ضبط النموذج: ألفا، ولامدا، والعائلة، والتوحيد المعياري، وقيود الإشارة، ولاسو المُرخى، وبذرة العشوائية، ومصفوفة التفاعلات، والمعاملات المتقدمة (`lambda.min.ratio`، و`nlambda`، ومقياس خسارة التحقق المتقاطع، وعتبة التقارب، والحد الأقصى للتكرارات، والحدّ الثابت). انظر الفصل 7 للمرجع الكامل للمعاملات.

6. ملاءمة نموذج glmnet --- الزرّ الذي يشغّل النموذج. وتظهر النتائج في الألسنة على اليمين.

7. تنزيل المخرجات --- يصدّر التنبؤات والبواقي ودرجات CQA وإسهامات كل متغير في ملف Excel إلى مجلد مخرجات المشروع. ومتاحٌ في جميع أنماط الغرض بعد ملاءمة النموذج.

8. حساب تعديلات RCA وتنزيلها --- يحسب تعديلات RCA لكل متغير في كل مقارِن، ويستكمل باقي العقار موضوع التقييم عبر CQA. ولا يظهر إلا في نمطَي التقييم والسوق، بعد الملاءمة. انظر الفصل 11.

9. توليد شبكة المبيعات وتنزيلها --- يولّد شبكة المقارنة بالمبيعات الوسيطة، مرتَّبًا المقارنات بنسبة التعديل الإجمالي. ولا يظهر إلا في نمط التقييم، بعد حساب تعديلات RCA. انظر الفصل 12.

10. توليد تقرير Quarto --- يكتب حزمة تقرير Quarto (`qmd`.) مكتفيةً بذاتها --- بكل الرسوم والجداول --- في مجلد مخرجات المشروع. ومتاحٌ بعد ملاءمة النموذج.

11. تحويل تقرير Quarto --- يصيّر حزمة `qmd`. المولّدة إلى HTML أو Word أو PDF. ويقتضي PDF وجود تنصيبٍ لـLaTeX؛ فإن لم يُرصد أيٌّ منها أُخفي خيار PDF. انظر الفصل 13.

وفي نمطَي السوق والعام تُتخطّى الخطوات المخفية الخاصة بالتقييم، ويُعاد ترقيم قسمَي التقرير تبعًا لذلك.

3.3 المشاريع

ينظّم glmnetUI العمل في **مشاريع** تحت مجلد جذرٍ مشترك هو `regProj` (وهو الشجرة نفسها التي يستعملها earthUI وmgcvUI). ولكل مشروع مجلد إدخال (`<os>_in`) ومجلداتُ مخرجاتٍ لكل محرّك (مثل `<os>_out_glmnet`).

ولإنشاء مشروع، انقر **+ جديد...** في القسم 1 وقدّم:

- **الغرض** --- عام، أو تقييم، أو منطقة سوق.
- **الموقع** --- التسلسل السياسي/الإداري للمشروع. ومجموعة المستويات التي تملؤها تتوقف على البلد الذي تختاره، فتُدعم أعراف التسمية الأجنبية تلقائيًا --- فالمشروع الأمريكي يستعمل الولاية/المقاطعة/المدينة، والفرنسي يستعمل الإقليم/المحافظة/البلدية، والياباني يستعمل المحافظة/المدينة أو الجناح/المنطقة، وهكذا.
- **اسم المشروع** --- تسمية قصيرة محدودة بثمانية محارف (حروف وأرقام و_ و-).

ولا يستعمل التطبيق الاسم الذي تكتبه حرفيًا: بل يبني اسم مجلدٍ فريدًا مختومًا بالوقت، بأن يسبقه برموز الموقع وتاريخ الإنشاء ووقته، على الصورة `<country>_<admin level codes>_<YYYYMMDD-HHMMSS>_<your name>` --- فمثلًا يصير المشروع الأمريكي المسمّى `burl` هو `us_ca_081_burlin_20260604-131500_burl`. ولا ينطبق حدّ المحارف الثمانية إلا على الجزء الذي تكتبه أنت. ولا تحصل على بادئة الختم الزمني إلا المشاريعُ المنشأة حديثًا؛ أما المشاريع الموجودة على القرص فتحتفظ بأسمائها الأصلية وتبقى متاحةً بالكامل.

4.3 الاستيراد من earthUI (اختياري)

يتيح لك القسم 3 من الشريط الجانبي --- **الاستيراد من earthUI** --- استيراد ملف نتيجة earthUI بصيغة `.rds`. وهذا يمكّن glmnetUI من استعمال دوال أساس المفصلة الخاصة بـearth (الحدود الخطية المقطعية) مع انتظام الشبكة المرنة في glmnet، فيجمع بين اكتشاف earth التلقائي للاخطية وبين انتقاء المتغيرات وقيود المعاملات في glmnet.

وحين تُستورد نتيجة earthUI، تقود متنبئاتُ نموذج earth --- لا مربعات تأشير الإدراج --- ملاءمةَ glmnet، لأن glmnet يلائم على توسيع أساس earth. ويجعل جدول ضبط المتغيرات هذا صريحًا: فـ**الإدراج** و**النوع** مقفلان، وتُعطَّل صفوف المتنبئات التي لم يستعملها نموذج earth، وتوضّح ملاحظةٌ أن مجموعة المتنبئات آتيةٌ من نموذج earth. أما **الإلزام** و**الإشارة** فيبقيان قابلين للتحرير لمتنبئات earth، لأنهما ما زالا ينطبقان على أساس earth وقت الملاءمة.

وزرّ الاستعراض مُنسَّقٌ ليطابق منتقي الملفات في القسم 2. وهذه الخطوة اختيارية بالكامل --- فإن لم يكن لديك ملف نتيجةٍ من earthUI، فتخطَّ القسم 3 ببساطة وانتقل إلى القسم 4.

5.3 ألسنة اللوحة الرئيسة

بعد الملاءمة توفّر اللوحة الرئيسة الألسنة الآتية:

اللسان	المحتوى
معاينة البيانات	معاينةٌ للبيانات المستوردة. وفي نمط التقييم تُقسَم إلى جدول العقار موضوع التقييم وجدول المبيعات المقارِنة.
المعادلة	معادلة النموذج المُلائَم معروضةً بـMathJax/LaTeX، تبيّن كل معاملٍ غير صفري وحدود التفاعل.
الارتباط	خريطةٌ حرارية لارتباطات المتنبئات العددية (متاحة قبل الملاءمة).
الملخّص	المقاييس الرئيسة (R^2، وR^2 المعدَّل، وGR^2، وR^2 للتحقق المتقاطع، وRMSE، وMAE) ومقاييس التقييم (COD، وPRD، والنسبة الوسيطة).
المعاملات	جدول المعاملات غير الصفرية مع تحذيرات مخالفة الإشارة.
أهمية المتغيرات	رسمٌ بياني شريطي وجدولٌ مرتَّب لأهمية المتنبئات ($\lvert\beta\rvert \times \mathrm{sd}(x)$). وتفاعلُ التحويم بـplotly متاحٌ عند توفّره.
الإسهامات	رسوم الأثر الجزئي لكل متغير مع تسميات الميل. انتشارٌ مع خط ملاءمة للمتنبئات العددية، ورسوم صندوقية للعوامل، وسطحٌ أو انتشارٌ أو خريطةٌ حرارية ثلاثية الأبعاد للتفاعلات.
تحليل التباين	جدول تفكيك التباين: مجموع المربعات لكل متغير، ونسبته المئوية من مجموع مربعات النموذج، والمعامل.
التشخيصات	أربعة رسوم: مسار المعاملات، وخطأ التحقق المتقاطع، والفعلي في مقابل المتنبأ به، والبواقي في مقابل القيم المُلائَمة.
مخرجات glmnet	المخرجات الخام للنموذج: بذرة العشوائية المستعملة، وطباعة النموذج، ولامدا المختارة، و`lambda.min`/`1se`، وغاما (إن كان مُرخى)، ومتجه المعاملات الكامل.
التقرير	حقول ضبط التقرير وتصديره.
تعديلات RCA	نتائج تحليل RCA (نمط التقييم، بعد الحساب).

6.3 بقاء الإعدادات

يحفظ glmnetUI ضبطك تلقائيًا في التخزين المحلي للمتصفح، مفهرسًا باسم ملف الإدخال. وحين تعيد تحميل الملف نفسه تُستعاد الإعدادات كلها: انتقاء الهدف، ومربعات تأشير المتنبئات، وأنواع البيانات، والإشارات المتوقعة، ومعاملات glmnet، ومصفوفة التفاعلات. كما يُحفظ نمط الغرض المستعمل آخر مرة حفظًا عامًّا ويُستعاد عند إعادة تشغيل التطبيق. وثمة ثلاثة خيارات متاحة:

- **استعمال آخر إعدادات لملف الإدخال** --- استعادة الإعدادات المحفوظة لهذا الملف بعينه
- **استعمال الإعدادات الافتراضية** --- تطبيق افتراضاتك العامة المحفوظة
- **افتراضات glmnet** --- الرجوع إلى افتراضات المصنع (ألفا 1 =، و`lambda.1se` بالتحقق المتقاطع، و10 طيّات، وعائلة غاوسية، والتوحيد المعياري مفعَّل)

ويحفظ زرّ **حفظ الحالي بوصفه الافتراضي** كلَّ الإعدادات الحالية بوصفها الافتراضَ العام.

7.3 النمط الداكن

انقر أيقونة القمر/الشمس في الركن الأعلى لتبديل السمة بين الفاتحة والداكنة. وتُحفظ السمة المفضّلة في التخزين المحلي وتبقى عبر الجلسات. وتتكيّف كل عناصر الواجهة (الجداول والرسوم والبطاقات والأزرار) مع السمة المختارة عبر متغيرات CSS.

8.3 ضبط اللغة والمنطقة

يدعم glmnetUI أعرافًا دولية لتنسيق الأعداد وملفات CSV عبر نظام لغةٍ ومنطقة قائم على البلد. وتوفّر قائمة **الإعدادات** المنسدلة في شريط العنوان منتقيَي **البلد** و**الورق** لواحدٍ وثلاثين بلدًا مدعومًا. ويضبط كل إعدادٍ مسبق ما يأتي:

- **فاصل CSV** --- الفاصلة (,) في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة واليابان، أو الفاصلة المنقوطة (;) في معظم أوروبا حيث تُستعمل الفاصلة علامةً عشرية.
- **العلامة العشرية** --- النقطة (.) أو الفاصلة (,).
- **فاصل الآلاف** --- الفاصلة (الولايات المتحدة والمملكة المتحدة واليابان)، أو النقطة (ألمانيا وإيطاليا وإسبانيا)، أو المسافة (فنلندا وفرنسا وبولندا ودول البلطيق وأوكرانيا وروسيا)، أو الفاصلة العليا (سويسرا).
- **مقاس الورق** --- Letter (الولايات المتحدة وكندا والمكسيك) أو A4 (في سائر البلدان).

1.8.3 حفظ الافتراضات

انقر **حفظ بوصفه افتراضي** لتخزين تفضيلات اللغة والمنطقة حفظًا عامًّا. وتنطبق هذه الافتراضات على كل الجلسات المقبلة أيًّا كان ملف البيانات الذي تحمّله.

> **تنبيه:** يتكيّف تنسيقُ الأعداد على محاور الرسوم وتسميات الميل تلقائيًا مع لغتك ومنطقتك. فالإعداد الألماني يستعمل النقاط للآلاف (*200.000*)، والفنلندي يستعمل المسافات (*200 000*)، والسويسري يستعمل الفواصل العليا (*200’000*). ولا تُعرض رموز العملات --- فـ*glmnetUI* محايدٌ إزاء العملة.

4 نمط التقييم

حين تختار **للتقييم** غرضًا، يهيّئ glmnetUI نفسه لتقييم عقارٍ مفرد. وتبقى كل الخصائص الموصوفة في الفصل 3 متاحة؛ ولا يتناول هذا الفصل إلا الإضافات الخاصة بالتقييم.

1.4 معالجة صف العقار موضوع التقييم

في نمط التقييم، **يكون الصف 1 من مجموعة بياناتك هو العقار موضوع التقييم**، وسائر الصفوف مبيعاتٌ مقارِنة. ويجب أن يكون ملف إدخالك منظَّمًا على هذا النحو (انظر الفصل 2). ويمكن ترك سعر بيع العقار موضوع التقييم فارغًا أو ضبطه على أي قيمة --- إذ يعامله glmnetUI تلقائيًا معاملة القيمة المفقودة أثناء الملاءمة.

وبعد الاستيراد ينقسم لسان معاينة البيانات إلى قسمين: **العقار موضوع التقييم** (الصف 1) و**المبيعات المقارِنة** (الصفوف 2 فما فوق). ويُستبعد الصف 1 دائمًا من ملاءمة النموذج. ومع ذلك يولّد النموذج بعد الملاءمة تنبؤاتٍ لصف العقار موضوع التقييم.

2.4 التاريخ الفعّال وعمر البيعة

في نمطَي التقييم والسوق يظهر حقل **التاريخ الفعّال** في قسم ضبط المتغيرات (وافتراضه تاريخ اليوم). فإن عيّنت عمودًا `contract_date` في قائمة العمود الخاص المنسدلة، حسب glmnetUI عمودًا باسم `sale_age` --- وهو عدد الأيام الصحيحة بين تاريخ التعاقد على كل بيعة والتاريخ الفعّال. ويُضاف هذا العمود متنبئًا.

وحين يتغيّر التاريخ الفعّال يُعاد حساب `sale_age` تلقائيًا.

3.4 تعيينات الأعمدة الخاصة

في نمطَي التقييم والسوق تظهر قائمة **الخاص** المنسدلة لكل متنبئ في جدول ضبط المتغيرات. انظر الفصل 6 للمرجع الكامل للأنواع الخاصة وآثارها.

4.4 نظرة عامة على تعديلات RCA

يحسب زرّ **حساب تعديلات RCA وتنزيلها** (القسم 8 من الشريط الجانبي، ويظهر في نمطَي التقييم والسوق بعد الملاءمة) تعديلاتٍ مستمدّةً من السوق لكل مقارِنٍ نسبةً إلى العقار موضوع التقييم. وسير عمل RCA كاملًا موصوفٌ في الفصل 11.

> **تنبيه:** درجة *CQA* التي تُسنِدها إلى العقار موضوع التقييم تتحكّم في مقدار ما يُنسب إليه من توزيع البواقي. والدرجة *5.00* تضعه عند وسيط المقارنات.

5 نمط تحليل منطقة السوق

حين تختار **تحليل منطقة السوق** غرضًا، يوفّر glmnetUI الخصائصَ الخاصة بالعقارات نفسَها التي يوفّرها نمط التقييم (الأعمدة الخاصة، وعمر البيعة، وتقريب الإحداثيات)، لكنه موجَّهٌ نحو تحليل مجموعةٍ من العقارات لا نحو تقييم عقارٍ مفرد.

1.5 الفروق عن نمط التقييم

- **معالجة صف العقار موضوع التقييم مرنة** --- ففي نمط السوق لا يُعامَل الصف 1 تلقائيًا معاملة عقارٍ موضوع تقييم.
- **لا شبكة مقارنةٍ بالمبيعات** --- فخطوة ``حساب تعديلات RCA وتنزيلها" (القسم 8) متاحةٌ في نمط السوق، أما خطوة شبكة المبيعات (القسم 9) فخاصةٌ بنمط التقييم.

2.5 متى يُستعمل نمط السوق

يناسب نمط تحليل منطقة السوق حين تكون:

- تبني نموذج انحدارٍ لحيٍّ أو منطقة سوقٍ لفهم محرّكات القيمة
- تحلّل كيف تؤثّر متغيراتٌ كالمساحة بالأقدام المربعة والعمر ومساحة الأرض والموقع في أسعار البيع عبر مجموعةٍ من العقارات
- تعدّ إسنادًا لتحليل ظروف السوق أو لترسيم حدود الحي
- تعمل على مجموعة بياناتٍ تريد فيها خصائص الأعمدة الخاصة (عمر البيعة وتقريب الإحداثيات) من غير أن تحتاج إلى سير عمل تعديلات RCA

تنبيه: نمط السوق مفيدٌ أيضًا لانحدار العقارات العام حين تريد خصائص الأعمدة الخاصة من غير أن تحتاج إلى سير عمل تعديلات *RCA*.

6 انتقاء المتغيرات

القسم 4 من الشريط الجانبي --- **ضبط المتغيرات** --- هو حيث تختار أي الأعمدة يشارك في النموذج وكيف يُعامَل.

1.6 المتغير الهدف

تُدرِج قائمة **المتغير الهدف (المستجيب)** المنسدلة أعلى القسم 4 كلَّ عمودٍ في مجموعة بياناتك. فاختر عمودًا واحدًا متغيرًا مستجيبًا (كسعر البيع مثلًا). ويُستبعد عمود الهدف تلقائيًا من قائمة المتنبئات.

2.6 جدول المتنبئات

أسفل منتقي الهدف يُدرِج جدولٌ كلَّ عمودٍ متبقٍّ مع الحقول الآتية:

العمود	الوصف
المتغير	اسم العمود
النوع	قائمة نوع البيانات المنسدلة: `numeric`، `integer`، `character`، `Date`، `POSIXct`
الإدراج	مربع تأشير --- أدرِج هذا العمود متنبئًا في النموذج
العامل	مربع تأشير --- عامِل المتغير عاملًا فئويًا (ينشئ أعمدةً صوريّة في مصفوفة النموذج)
الإلزام	مربع تأشير --- ألزِمه في النموذج (معامل الجزاء 0 =، فلا يُسقطه لاسو أبدًا)
الخاص	قائمة منسدلة (في نمطَي التقييم والسوق فقط) --- انظر مرجع أنواع الأعمدة الخاصة أدناه
الإشارة	إشارة المعامل المتوقعة: موجبة، أو سالبة، أو أيٌّ منهما
القيم المفقودة	عدد القيم المفقودة

3.6 رصد أنواع البيانات وتجاوزه

يرصد glmnetUI أنواع البيانات تلقائيًا عند الاستيراد. فيتعرّف الأعمدة العددية والصحيحة وأعمدة التواريخ. أما الأعمدة النصّية التي تبدو تواريخ (بأنماط صيغ التواريخ الشائعة) فتُصنَّف `Date`.

ويمكنك تجاوز أي رصدٍ بتغيير قائمة **النوع** المنسدلة. وتغييرُ الأنواع يؤثّر في كيفية ترميز العمود في مصفوفة النموذج.

وتُعامَل تلقائيًا معاملةً فئوية الأعمدةُ النصّية وأعمدة FALSE/TRUE وأعمدة العوامل في R. أما العمود العددي فلا يصير عاملًا إلا حين تؤشّر مربع **العامل** الخاص به --- إذ لا يستنتج glmnetUI الفئوية قط من مدى قيم عمودٍ عددي، فتبقى المتنبئات العددية المنفصلة كعدد الحمّامات متصلةً ما لم تقل غير ذلك. ويبقى ضبط العَوملة عبر `localStorage`.

4.6 الإشارات المتوقعة وفرضها

تحدّد قائمة **الإشارة** المنسدلة لكل متنبئ ما إذا كنت تتوقع أن يكون معامله موجبًا أو سالبًا أو في أيٍّ من الاتجاهين. وبعد الملاءمة:

- **تُعلَّم في جدول المعاملات** المعاملاتُ ذات الإشارات غير المتوقعة
- تظهر تحذيرات الإشارة في لسان الملخّص

وحين يكون مربع **فرض قيود الإشارة** مفعَّلًا في معاملات glmnet (الفصل 7)، يُلزَم النموذج بإنتاج معاملاتٍ تطابق الإشارات المتوقعة. ويُنفَّذ ذلك عبر `upper.limits` و`lower.limits` في `glmnet`.

5.6 مرجع أنواع الأعمدة الخاصة

في نمطَي التقييم والسوق توفّر قائمة **الخاص** المنسدلة الخيارات الآتية:

الترجيح:

- `weight` --- عمود وزن المشاهدة (متاحٌ في كل الأنماط؛ ولا يُسمح إلا بواحد؛ وتُستبعد من الملاءمة الصفوفُ ذات الوزن 0)

أنواع التاريخ والوقت:

- `contract_date` --- يستدعي الحساب التلقائي لـ`sale_age` من التاريخ الفعّال
- `listing_date` --- يُستعمل احتياطيًا لحساب أيام العرض في السوق
- `dom` --- يعرّف عمود أيام العرض في السوق
- `sale_age` --- يعيّن عمود عمر بيعةٍ موجودًا، فيصلح أي عمودٍ لأن يكون عمر البيعة بدل أن يحسبه glmnetUI من `contract_date`

الأنواع النقدية:

- `concessions` --- يعرّف التنازلات البيعية (ائتمانات البائع، وحوافز المشتري، وغيرها)

أنواع المعاملة:

- `sale_type` --- يعرّف عمود نوع البيعة أو المعاملة

أنواع الحجم والموقع:

- `latitude` --- تُقرَّب القيم تلقائيًا إلى ثلاث منازل عشرية
- `longitude` --- المعاملة نفسها في التقريب كخط العرض
- `area` --- معرّف منطقة السوق أو الحي (مثل `area_id`، و`neighborhood`، و`market_area`)
- `living_area` --- يتيح حسابات البواقي للقدم المربعة (`residual_sf` و`cqa_sf`)
- `lot_size` --- عمود مساحة الموقع
- `site_dimensions` --- يُجمَّع مع مساحة الأرض (مثل "75x120")

أنواع العمر:

- `actual_age` --- عمود عمر العقار
- `effective_age` --- العمر الفعّال للعقار

أنواع العرض:

- `display_only` --- يُدرَج العمود في تصديرات Excel لكنه يُستبعد من ملاءمة النموذج بالكامل. استعمل هذا لحقول العناوين، أو أرقام MLS، أو معرّفات القطع، أو غيرها من البيانات المرجعية. ويمكن أن تحمل هذا التعيين أعمدةٌ متعددة.

> **تنبيه:** الأعمدة المعيَّنة `display_only` تبقى في مجموعة بياناتك وتظهر في تصدير *Excel*، لكنها تُستبعد من جدول المتنبئات بالكامل. استعمل هذا لأعمدة المعرّفات، أو العناوين، أو غيرها من الحقول المرجعية.

7 انتقاء المعاملات

القسم 5 من الشريط الجانبي --- **معاملات استدعاء glmnet** --- يتيح الوصول إلى كل خيارات ضبط نموذج الشبكة المرنة. ولكل معاملٍ أيقونة مساعدةٍ زرقاء (؟) تحمل شرحًا في تلميحٍ منبثق.

1.7 ألفا (معامل المزج)

يتحكّم المعامل ألفا في نوع الانتظام:

قيمة ألفا	النوع	السلوك
0	الحرف	يقلّص كل المعاملات تناسبيًا؛ ولا يصفّر أيًّا منها أبدًا
1	لاسو	يستطيع تصفير المعاملات تمامًا (انتقاء المتغيرات)
0 إلى 1	الشبكة المرنة	مزيجٌ من الحرف ولاسو

وثمة طريقتان متاحتان لانتقاء ألفا:

- **ثابتة** --- اضبط قيمة ألفا واحدة عبر المنزلق (وافتراضها 1.0)
- **البحث الشبكي** --- جرّب قيم ألفا متعددة واختر ذات الخطأ الأدنى في التحقق المتقاطع. واضبط المدى وعدد القيم.

2.7 انتقاء لامدا

تتحكّم لامدا في قوة الانتظام:

الطريقة	الوصف
التحقق المتقاطع	مُوصى بها. تجرّب قيم لامدا كثيرة بالتحقق المتقاطع ذي k طيّات.
اليدوية	أدخِل قيمة لامدا بعينها إن كان لديك سببٌ لذلك.

وعند استعمال التحقق المتقاطع يتاح خياران للامدا:

- **lambda.1se** (الافتراضي) --- أكبر لامدا تقع ضمن خطأٍ معياري واحد من الأدنى. وتنتج نماذج أبسط وأشدّ انتظامًا. ويُوصى بها لعمل التقييم.
- **lambda.min** --- لامدا التي تُصغّر خطأ التحقق المتقاطع. وتنتج النموذج الأفضل ملاءمةً لكنه قد يكون أعقد.

ويتحكّم معامل **عدد طيّات التحقق المتقاطع** في كيفية تقسيم البيانات للتحقق المتقاطع (وافتراضه 10 طيّات).

3.7 العائلة

اختر عائلة التوزيع لمتغيرك المستجيب:

العائلة	حالة الاستعمال
gaussian	المستجيبات المتصلة (كسعر البيع). وهي الأشيع.
binomial	النتائج الثنائية (كبيع/عدم بيع).
poisson	بيانات العدّ (كعدد المبيعات).

4.7 التوحيد المعياري

حين يكون مؤشَّرًا (وهو الافتراض)، تُقيَّس كل المتنبئات إلى متوسطٍ صفري وانحرافٍ معياري واحد قبل الملاءمة. وهذا يضمن أن يعامل الجزاءُ كلَّ المتنبئات معاملةً واحدة أيًّا كان مقياسها الأصلي. وتُعاد المعاملات على المقياس الأصلي. ويحسن عادةً تركه مفعَّلًا.

5.7 قيود الإشارة

حين يكون **فرض قيود الإشارة** مفعَّلًا، تُقيَّد المعاملات لتطابق الإشارات المتوقعة المضبوطة في جدول المتغيرات (الفصل 6):

- الإشارة ``الموجبة'' تُلزم المعامل بأن يكون ≥ 0
- الإشارة ``السالبة'' تُلزم المعامل بأن يكون ≤ 0
- والمتغيرات المضبوطة على ``أيٌّ منهما'' تبقى غير مقيَّدة

ويُنفَّذ ذلك عبر المعاملين `upper.limits` و`lower.limits` في `glmnet()`.

6.7 لاسو المُرخى

يستعمل لاسو الاعتيادي الجزاءَ نفسه لانتقاء المتغيرات **ولتقدير** المعاملات معًا، وهو ما قد يفرط في تقليص المعاملات المهمة نحو الصفر. أما **لاسو المُرخى** فيفصل هاتين الخطوتين:

1. أولًا، انتقاء المتغيرات بلاسو (فالجزاء يحدّد أي المعاملات يبقى)
2. ثم إعادة ملاءمة المتغيرات الباقية بجزاءٍ أقل أو بلا جزاء، للحصول على تقديراتٍ أقل تحيّزًا

ويتحكّم منزلق **غاما** في درجة الإرخاء:

غاما	الأثر
0	إرخاءٌ تامّ (إعادة ملاءمة بالمربعات الصغرى الاعتيادية، بلا تقليصٍ البتة)
1	بلا إرخاء (كـglmnet الاعتيادي)
بينهما	مزجٌ بين الملاءمة المُرخاة والمُجازاة

ومع التحقق المتقاطع تُختار غاما تلقائيًا لبلوغ الأداء الأمثل.

7.7 بذرة العشوائية

يجعل حقل **بذرة العشوائية** النصّي، المملوء مسبقًا بعددٍ صحيح عشوائي، إسنادَ طيّات التحقق المتقاطع قابلًا للاستنساخ --- إذ يُستدعى `set.seed()` قبل الملاءمة، وتُعرض البذرة المستعملة في لسان مخرجات glmnet وفي رسالة حالة الملاءمة. وبعد كل ملاءمة تُولَّد بذرة جديدة تلقائيًا (باستعمال وقت النظام، لا مولّد الأعداد العشوائية في R). وتُعرض آخر خمس بذورٍ استُعملت للملف الحالي روابطَ قابلة للنقر لتسهيل استرجاعها؛ ويُصفَّر سجلّ البذور عند تحميل ملفٍ جديد.

8.7 مصفوفة التفاعلات

تتيح لك مصفوفةٌ مثلثية علوية تفاعلية التحكّمَ في أي أزواج المتغيرات يُسمح لها بالتفاعل. وتحتوي كل خليةٍ على مربع تأشير --- والتأشير يعني إدراج حدّ التفاعل `x1:x2` في مصفوفة النموذج.

- **السماح بالكل** --- أشِّر كل أزواج التفاعل
- **مسح الكل** --- أزِل التأشير عن كل الأزواج (والافتراض في ملفٍ جديد أن تكون كلها بلا تأشير)
- **انقر اسم متغير** --- بدِّل كل تفاعلات ذلك المتغير

وتُحفظ اختيارات التفاعل في التخزين المحلي للمتصفح لكل ملف إدخال، وتُستعاد حين تعيد تحميل الملف نفسه.
وحين يكون أي تفاعلٍ مفعَّلًا، يتضمّن التقرير المصدَّر مصفوفة **التفاعلات المفعَّلة** (المتنبئات على المحورين، وعلامة تأشيرٍ حيث أُدرج حدّ الجداء `x1:x2`)، مُصيَّرةً بالوضع الأفقي ومناظِرةً لمصفوفة التفاعلات المسموح بها في earthUI. ولاحظ أن لاسو قد يكون مع ذلك قد قلّص معامل حدٍّ مفعَّل إلى صفر.

تنبيه: مع كثرة المتنبئات سيصفّر لاسو تلقائيًا حدود التفاعل غير اللازمة. والبدء بـ``السماح بالكل'' وترك النموذج ينتقي مقاربةٌ معقولة.

تحذير

تفعيل تفاعلات glmnet سينتج تعديلاتٍ قد يصعب تفسيرها وشرحها في المحاكم أو في سياقات التدقيق. فاستعمل التفاعلات بحذر، وتحقّق من أن التعديلات الناتجة معقولة.

9.7 المنع من الأثر الرئيس (التفاعل فقط)

انقر بالزرّ الأيمن على اسم متغيرٍ في مصفوفة التفاعلات لمنعه من دخول النموذج أثرًا رئيسًا. وعندئذٍ يظهر مؤشّر `` 1" غليظ بعد اسم المتغير. وحين يكون ممنوعًا:

- **يُحذف** المتغير من حدود الصيغة الرئيسة
- **ويظلّ بإمكانه** الظهور في حدود التفاعل (`x1:x2`)
- وانقر بالزرّ الأيمن ثانيةً لرفع المنع
- وتبقى الحالة عبر `localStorage` لكل ملف إدخال

ومن حالات الاستعمال النمطية: حين تنمذج تعديلاتٍ زمنية ينبغي أن تتناسب مع حجم العقار، امنع `sale_age` من الأثر الرئيس واسمح به في تفاعلٍ مع `living_area` فقط. فهذا ينشئ حدّ تفاعل `sale_age:living_area` بدل معاملٍ مسطّح لـ`sale_age` --- فيتفاوت معدّل الارتفاع الزمني بحسب حجم المنزل.

10.7 المعاملات المتقدمة

يعرض قسمٌ قابل للطي باسم ``متقدم" أسفل معاملات استدعاء glmnet إعداداتٍ إضافية. وهي تستعمل افتراضاتٍ معقولة، لكنها ظاهرةٌ كي يمكن توثيق كل إعدادات النموذج للمحكمة أو للتدقيق.

- **النسبة الدنيا للامدا** --- نسبة أصغر لامدا إلى أكبرها في مسار الانتظام. والافتراض: 0.00001. وفي مجموعات البيانات الصغيرة (أقل من 50 مشاهدة) قد تحسّن الأداءَ قيمةٌ أكبر (مثل 0.01).
- **عدد قيم لامدا** --- عدد قيم لامدا في المسار. والافتراض: 100.
- **مقياس خسارة التحقق المتقاطع** --- دالة الخسارة في التحقق المتقاطع: MSE (الافتراض للعائلة الغاوسية)، أو MAE (الحصين إزاء الشواذّ)، أو الانحراف.
- **عتبة التقارب** --- عتبة تقارب النزول الإحداثي. والافتراض: 1e-07.
- **الحد الأقصى للتكرارات** --- أقصى عدد لتكرارات النزول الإحداثي. والافتراض: 100,000. زِدْه إن ظهرت تحذيرات تقارب.
- **ملاءمة الحدّ الثابت** --- أدرِج حدًّا ثابتًا. والافتراض: مفعَّل. والحدّ الثابت هو ``القيمة الأساس" في RCA التقييمي.

11.7 افتراضات الإعدادات

ثمة ثلاثة خيارات تتحكّم في كيفية تهيئة المعاملات عند تحميل ملف:

- **استعمال آخر إعدادات لملف الإدخال** --- استعادة الإعدادات نفسها المستعملة آخر مرة مع هذا الملف
- **استعمال الإعدادات الافتراضية** --- تطبيق افتراضاتك العامة المحفوظة
- **افتراضات glmnet** --- الرجوع إلى إعدادات المصنع (ألفا 1 =، و`lambda.1se` بالتحقق المتقاطع، و10 طيّات، وعائلة غاوسية، والتوحيد المعياري مفعَّل)

وانقر **حفظ الحالي بوصفه الافتراضي** لتخزين كل الإعدادات الحالية افتراضًا عامًّا للملفات المقبلة.

8 ملاءمة النموذج

1.8 زرّ الملاءمة

يحتوي القسم 6 من الشريط الجانبي على زرّ **ملاءمة نموذج glmnet**. ونقره يشغّل النموذج بضبطك الحالي.

2.8 ماذا يجري أثناء الملاءمة

حين تنقر ``ملاءمة" يقوم glmnetUI بما يأتي:

1. **يهيّئ البيانات** --- فيحذف الصفوف ذات القيم المفقودة، ويطبّق الأوزان (إن عُيِّنت)، ويستبعد صف العقار موضوع التقييم (في نمط التقييم)، ويرمّز المتغيرات الفئوية أعمدةً صوريّة.
2. **يبني مصفوفة النموذج** --- فينشئ مصفوفة التصميم متضمّنةً أي حدود تفاعلٍ مسموحٍ بها في مصفوفة التفاعلات.
3. **يطبّق القيود** --- فإن كان فرض الإشارة مفعَّلًا، ضبط `upper.limits` و`lower.limits` على المعاملات.
4. **يجري التحقق المتقاطع** --- فإن اختير التحقق المتقاطع، استدعى `cv.glmnet()` لإيجاد لامدا المثلى. وإن كان لاسو المُرخى مفعَّلًا، استدعى `cv.glmnet(..., relax = TRUE)`.
5. **يلائم النموذج النهائي** --- فيخزّن النموذج المُلائَم والمعاملات والتنبؤات والبواقي.
6. **يحدّث كل ألسنة النتائج** --- فتُملأ ألسنة الملخّص والمعاملات والمعادلة وأهمية المتغيرات والإسهامات وتحليل التباين والتشخيصات.

وتعرض رسالةُ حالةٍ أسفل زرّ الملاءمة عددَ المشاهدات، والصفوف المستبعدة، ولامدا المختارة.

9 ألسنة النتائج

1.9 معاينة البيانات

يعرض البيانات المستوردة في جدول DataTable تفاعلي. وفي نمطَي التقييم والسوق تُقسَم المعاينة إلى جدولين: **العقار موضوع التقييم** (الصف 1) و**المبيعات المقارِنة** (الصفوف 2 فما فوق).

وتُبقى كل خليةٍ في سطرٍ واحد وتُقتطع إلى عرض العمود، كي لا تمدّ الحقولُ النصّية الحرّة العريضة (كملاحظات العقار) صفًّا على امتداد الصفحة. و**انقر نقرًا مزدوجًا على أي خلية** لفتح نافذةٍ منبثقة تعرض محتواها كاملًا غير مقتطع.

2.9 المعادلة

يعرض معادلة النموذج المُلائَم مُصيَّرةً بـLaTeX عبر MathJax. ويبيّن كل المعاملات غير الصفرية بتنسيقٍ رياضي سليم:

- المعاملات الموجبة تظهر بإشارة $+$
- المعاملات السالبة تظهر بإشارة $-$
- حدود التفاعل تُعرض على الصورة $x_1 \times x_2$
- الأعداد مُنسَّقة بفواصل الآلاف وبمنازل عشرية مناسبة

3.9 الارتباط

مصفوفةٌ حرارية تبيّن ارتباطات بيرسون بين كل المتنبئات العددية والمتغير المستجيب. وهي متاحةٌ فور استيراد البيانات --- من غير حاجةٍ إلى ملاءمة نموذج.

- تدرّج الألوان: أزرق (-1) ← أبيض (0) ← أحمر $(+1)$
- قيم الارتباط مطبوعةٌ في كل خلية
- حجم النص والمحاور يتكيّف بحسب عدد المتغيرات
- مفيدةٌ في التعرّف على التعدّد الخطي قبل الملاءمة

4.9 الملخّص

إحصاءات ملاءمة النموذج معروضةً في بطاقات:

- **R^2** --- نسبة التباين المفسَّر
- **R^2 المعدَّل** --- معدَّلًا بعدد المتنبئات
- **GR^2** --- R^2 المعمَّم من نسبة الانحراف في glmnet عند لامدا المختارة
- **R^2 للتحقق المتقاطع** --- R^2 بالتحقق المتقاطع (عند استعماله)
- **RMSE** --- الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ
- **MAE** --- متوسط الخطأ المطلق

وفي نمطَي التقييم والسوق تعرض بطاقاتٌ إضافية:

- **النسبة الوسيطة** --- وسيط (المتنبأ به / الفعلي)
- **COD** --- معامل التشتّت (وكلما قلّ كان أفضل)
- **PRD** --- الفارق المرتبط بالسعر

ويظهر **تحذير فرط الملاءمة** حين يتجاوز R^2 التدريبي نظيرَه في التحقق المتقاطع بأكثر من 0.1.
وأسفل البطاقات يكرّر جدولُ معاملاتٍ بتحذيرات الإشارة ما في لسان المعاملات تيسيرًا.

5.9 المعاملات

جدولٌ بكل المعاملات غير الصفرية يبيّن:

- اسم المتغير
- قيمة المعامل
- الإشارة المتوقعة (من ضبط المتغيرات)
- علَم تحذير الإشارة إن لم يطابق اتجاهُ المعامل التوقعات

6.9 أهمية المتغيرات

مقدار المعامل الموحَّد معياريًا: $|\beta| \times \mathrm{sd}(x)$ لكل متنبئ، مجموعًا عبر الأعمدة الصوريّة في المتغيرات العاملية. وثمة نمطان للعرض:

- **plotly التفاعلي** (عند تنصيب حزمة `plotly`): رسمٌ شريطي أفقي بتلميحات تحويم تعرض الأهمية والمعامل والنسبة المئوية النسبية بدقة.
- **ggplot2 الساكن** (البديل الاحتياطي): رسمٌ شريطي أفقي بتسميات محاور مُنسَّقة بفواصل الآلاف.

وأسفل الرسم يعرض جدول DataTable المتغيرَ والأهمية والمعامل والنسبة المئوية النسبية.

7.9 الإسهامات

رسوم الأثر الجزئي لكل متغير، تبيّن إسهام كل متنبئ في تنبؤات النموذج. واختر متغيرًا من القائمة المنسدلة.

في المتنبئات العددية: رسم انتشارٍ لقيم x الخاصة بالمتغير في مقابل إسهامه ($\beta \times x$)، مع قطعةٍ مستقيمة حمراء وتسمية ميل. وتعرض تسمية الميل الأثرَ الحدّي لكل وحدة (مثل `+1,234.56/unit`) بوحداتٍ متكيّفة للمتغيرات ضيّقة المدى كخطَّي العرض والطول (مثل `+0.12/0.001`). ويعرض العنوان الفرعي قيمة الحدّ الثابت (الأساس).

في المتغيرات العاملية: رسمٌ صندوقي يبيّن توزيع قيم الإسهام لكل مستوى من مستويات العامل.

في تفاعلات المتغيرين: ثلاثة تصويرات مرصوفة --- رسم سطحٍ ثلاثي الأبعاد (plotly تفاعلي عند توفّره، وإلا `persp()` ساكن) للإسهام المشترك، ورسم انتشارٍ نقاطُه ملوّنةٌ بحسب الإسهام، وخريطةٌ حرارية لمتوسط الإسهام عبر مدَيَي المتغيرين.

8.9 تحليل التباين

جدول تفكيك التباين، يبيّن لكل متنبئ:

- **مجموع المربعات** --- $\sum(\text{الإسهام}_j - \overline{\text{الإسهام}_j})^2$
- **النسبة المئوية من مجموع مربعات النموذج** --- نسبة مجموع مربعات النموذج الكلي
- **المعامل** --- المعامل المهيمن لذلك المتنبئ

ويتضمّن صفًّا للحدّ الثابت وصفًّا لإجمالي النموذج. أما حدود التفاعل (المحتوية على ":``") فتُعرض مجموعاتٍ منفصلة.

9.9 التشخيصات

أربعة رسوم تشخيصية بخطوطٍ كبيرة (الحجم الأساس 16 نقطة)، وخمس عشرة علامة تدريج على المحاور، وتسميات مُنسَّقة بفواصل الآلاف (بلا ترميزٍ علمي):

1. **مسار المعاملات** --- يبيّن كيف تتغيّر كل المعاملات مع ازدياد $\log(\lambda)$. والخطوط ملوّنة بحسب المتغير. ويعين على تصوّر مسار الانتظام وانتقاء المتغيرات.
2. **خطأ التحقق المتقاطع** --- خطأ التحقق المتقاطع دالةً في $\log(\lambda)$. فالنقاط تبيّن متوسط الخطأ، وأشرطة الخطأ تبيّن ± 1 خطأ معياري. وتعلّم الخطوطُ الرأسية المتقطّعة $\lambda_{\min}$ (بالأزرق) و$\lambda_{1\mathrm{se}}$ (بالأخضر).
3. **الفعلي في مقابل المتنبأ به** --- رسم انتشارٍ للقيم المرصودة في مقابل المتنبأ بها. وينبغي أن تتجمّع النقاط حول خط الإسناد المتقطّع بزاوية 45 درجة. واتساع الانتشار يدلّ على مزيدٍ من خطأ التنبؤ.
4. **البواقي في مقابل القيم المُلائَمة** --- رسم انتشارٍ للبواقي في مقابل القيم المُلائَمة. وينبغي أن يُظهر انتشارًا عشوائيًا حول الخط الصفري (المتقطّع). أما وجود أنماطٍ فيوحي بسوء تحديد النموذج (كاللاخطية أو عدم تجانس التباين).

ولكل رسمٍ زرّ **تنزيل PNG** للحفظ بدقة 150 نقطة في البوصة.

10.9 مخرجات glmnet

المخرجات الخام للنموذج، وتبيّن: بذرة العشوائية المستعملة، وطباعة النموذج، ولامدا المختارة، و`lambda.1se/lambda.min`، وغاما (إن كان لاسو المُرخى مفعَّلًا)، ومتجه المعاملات الكامل.

11.9 التقرير

اضبط حقول التقرير (اسم المُقيّم، وعنوان العقار، وتاريخ التقرير، ورقم الملف) وصدّر إلى Word (`.docx`) أو PDF مباشرةً من اللسان. ولسير عمل التقرير الكامل القائم على Quarto (HTML أو Word أو PDF)، انظر الفصل 13.

10 تنزيل البيانات

بعد الملاءمة يصدّر زرّ **تنزيل المخرجات (Excel)** (القسم 7 من الشريط الجانبي، ومتاحٌ في كل أنماط الغرض) ملفَّ Excel فيه التنبؤات والتشخيصات إلى مجلد مخرجات المشروع. ويكون عنوان القسم ``تنزيل أسعار البيع المقدَّرة والبواقي" في نمطَي التقييم والسوق، و``تنزيل المتغير الهدف المقدَّر والبواقي" في النمط العام.

1.10 أعمدة المخرجات

العمود	الوصف
`est_<target>`	تنبؤ النموذج (مثل `est_sale_price`)
`residual`	الفعلي − المتنبأ به
`cqa`	درجة الحالة والجودة والجاذبية (على مقياس 10–0)
`residual_sf`	الباقي / مساحة المعيشة (إن عُيّن `living_area`)
`cqa_sf`	درجة CQA محسوبةً من الترتيب عبر `residual_sf`
`<var>_contribution`	إسهام كل متغير في التنبؤ
`basis`	قيمة الحدّ الثابت (واحدة لكل الصفوف)

وتظهر علامةُ تأشيرٍ بيضاء على زرّ التنزيل بعد الإتمام بنجاح.

2.10 درجات CQA

ترتّب CQA باقيَ كل صفٍّ في مقابل سائر الصفوف على مقياس 10–0:

- **CQA مرتفعة (نحو 10–9)**: بيع بأكثر بكثير ممّا تنبّأ به النموذج --- والأرجح أن حالته أو جودته أو جاذبيته متفوّقة
- **CQA منخفضة (نحو 1–0)**: بيع بأقل بكثير ممّا تنبّأ به النموذج --- والأرجح أن حالته أدنى أو أن البيعة اضطرارية
- **CQA نحو 5**: قريبٌ من الوسيط

وفي نمطَي التقييم والسوق تُرتَّب الصفوف تنازليًا بـ`residual_sf` حين يكون عمود `living_area` معيَّنًا.

11 حسابات RCA وتنزيلها

سير عمل RCA (منهج قيد البواقي) متاحٌ في نمطَي **التقييم** و**تحليل منطقة السوق**، بعد ملاءمة النموذج. أما شبكة المقارنة بالمبيعات التالية له (الفصل 12) فخاصةٌ بنمط التقييم.

1.11 فتح حوار RCA

انقر زرّ **حساب تعديلات RCA وتنزيلها** في القسم 8 من الشريط الجانبي. ثم اختر:

- نوع الدرجة: **CQA** أو **CQA للقدم المربعة**. فإن اخترت ``CQA للقدم المربعة" قُيِّس باقي العقار موضوع التقييم بمساحة المعيشة.
- أدخِل درجة CQA للعقار موضوع التقييم (0.00–9.99، والافتراض 5.00)

2.11 استكمال درجة CQA

1. تُرتَّب درجات CQA للمقارنات وبواقيها
2. ويطبّق استكمالٌ خطي قيمةَ CQA التي أدخلتها على باقٍ
3. قيمة العقار موضوع التقييم = تنبؤ النموذج + الباقي المستكمَل

3.11 أعمدة المخرجات

العمود	الوصف
`subject_value`	تنبؤ النموذج + الباقي المستكمَل
`<var>_adjustment`	إسهام العقار موضوع التقييم − إسهام المقارِن
`residual_adjustment`	باقي العقار موضوع التقييم − باقي المقارِن
`net_adjustments`	مجموع كل التعديلات
`gross_adjustments`	مجموع القيم المطلقة للتعديلات
`adjusted_sale_price`	سعر بيع المقارِن + صافي التعديلات

وتظهر علامةُ تأشيرٍ بيضاء على الزرّ بعد الحساب بنجاح.

12 شبكة المقارنة بالمبيعات

شبكة المقارنة بالمبيعات متاحةٌ في نمط **التقييم** وحده، بعد حساب تعديلات RCA (الخطوة 8). وهي تولّد مصنَّف Excel مُنسَّقًا صالحًا للإدراج في تقارير التقييم.

1.12 حوار انتقاء المقارنات

نقرُ زرّ **توليد شبكة المبيعات وتنزيلها** في القسم 9 من الشريط الجانبي يفتح حوارًا مشروطًا يُدرِج كل المبيعات المقارِنة من مخرجات RCA. وتُقسَم المقارنات إلى مجموعتين:

- **المقارنات المُوصى بها** (مؤشَّرة مسبقًا): التعديل الإجمالي أقل من 25% من سعر البيع، مرتَّبةً بعمر البيعة (الأحدث أولًا).
- **المقارنات الأخرى** (بلا تأشيرٍ افتراضًا): بقية المقارنات، مرتَّبةً بعمر البيعة.

واختر حتى ثلاثين مقارِنًا، ثم انقر **توليد شبكة المبيعات** لإنشاء المصنَّف.

2.12 تخطيط المصنَّف

يحتوي المصنَّف المولَّد على عشر أوراق كحدٍّ أقصى، تحمل كلٌّ منها ثلاثة مقارنات جنبًا إلى جنب:

- **صفوف الترويسة**: عناوين العقار موضوع التقييم والمقارنات، وأسعار البيع، وتواريخ البيع، وأيام العرض في السوق
- **الصفوف المجمَّعة**: الموقع (خط العرض، وخط الطول، والمنطقة)، ومساحة الموقع (مساحة الأرض، وأبعاد الموقع)، والعمر (العمر الفعلي، والعمر الفعّال)، بعناوين مجموعاتٍ وبنودٍ فرعية
- **صفوف متغيرات النموذج**: صفٌّ لكل معامل نموذجٍ غير صفري، يبيّن إسهام العقار موضوع التقييم وإسهامات المقارنات ونسب التعديل
- **صفوف الخصائص الباقية**: خلايا فارغة غير مقفلة لإدخال المُقيّم في الخصائص التي لم يلتقطها النموذج (كالحالة والجودة والإطلالة)
- **صفوف الملخّص**: نسبة صافي التعديل، ونسبة التعديل الإجمالي، وسعر البيع المعدَّل، بمعادلات Excel حيّة

3.12 حماية الأوراق وخلايا البواقي

تُحمى كل ورقةٍ بكلمة سرٍّ منعًا للتحرير العرَضي، غير أن خلايا قيم الخصائص الباقية مفتوحةٌ صراحةً. وهذا يتيح للمُقيّمين إدخال قيمٍ للخصائص غير الموجودة في النموذج مع الحفاظ على حسابات التعديل المسوقة بالمعادلات.

13 تنزيل التقارير

1.13 سير عمل Quarto ذو الخطوتين

تصديرُ التقرير من الشريط الجانبي سيرُ عمل Quarto من خطوتين:

1. **توليد تقرير Quarto** (القسم 10 من الشريط الجانبي) --- يكتب حزمة Quarto مكتفيةً بذاتها (مصدر `qmd`. مع الرسوم و`report_data.rds` و`reference.docx`) في مجلد مخرجات glmnet الخاص بالمشروع.
2. **تحويل تقرير Quarto** (القسم 11 من الشريط الجانبي) --- يصيّر ملف `qmd`. إلى صيغ المخرجات التي تختارها. ويشير المسار افتراضيًا إلى آخر حزمةٍ مولَّدة، لكن يمكنك استعراض أي ملف `qmd`..

2.13 صيغ التقرير

تتاح ثلاث صيغ في خطوة التحويل:

- **HTML** --- مستند HTML مكتفٍ بذاته. يعمل على كل المنصّات من غير برمجياتٍ إضافية سوى pandoc. وهو الافتراض المُوصى به.
- **Word (`.docx`)** --- مستندٌ مُنسَّق. مناسبٌ للتحرير والتوزيع. ويعمل على كل المنصّات.
- **PDF** --- يُولَّد عبر Quarto بـLaTeX. ويتبع مقاسُ الورق ضبطَ اللغة والمنطقة (Letter أو A4). **ويقتضي تنصيبًا لـLaTeX** (انظر ملحق متطلبات النظام). فإن لم يُرصد LaTeX، أُخفي خيار PDF تلقائيًا من مربعات تأشير الصيغ.

وتُولَّد التقارير باستعمال Quarto عند توفّره، مع الرجوع احتياطيًا إلى rmarkdown. ويوفّر لسان التقرير إضافةً إلى ذلك زرَّي تصديرٍ مباشر إلى Word وإلى PDF.

3.13 محتويات التقرير

تتضمّن التقارير كل محتوى الألسنة:

- وصف مجموعة البيانات (اسم الملف، وعدد المشاهدات، والمستجيب، والمتنبئات، والغرض)
- تحديد النموذج (ألفا، ولامدا، والعائلة، والتوحيد المعياري، والإرخاء، والمعاملات غير الصفرية)
- ملخّص النتائج (R^2، وR^2 المعدَّل، وR^2 المعمَّم، وR^2 للتحقق المتقاطع، وRMSE، وMAE)
- معادلة النموذج (مُصيَّرةً بـLaTeX)
- جدول المعاملات
- أهمية المتغيرات (رسمٌ شريطي وجدول)
- رسوم إسهام كل متغير مطابقةً للسان الإسهامات:
  - **المتنبئات العددية**: رسم انتشارٍ مع خط ملاءمةٍ خطي
  - **المتغيرات العاملية**: رسمٌ صندوقي بحسب المستوى
  - **التفاعلات**: انتشارٌ ملوَّن بحسب الإسهام، وخريطةٌ حرارية لمتوسط الإسهام، ولقطةُ سطحٍ ثلاثي الأبعاد ساكنة (`persp`)
- مصفوفة التفاعلات المفعَّلة (عند تفعيل أي تفاعل) --- المتنبئات على المحورين، وعلامة تأشيرٍ حيث أُدرج حدّ الجداء `x1:x2`، مُصيَّرةً بالوضع الأفقي
- الخريطة الحرارية لمصفوفة الارتباط
- جدول تفكيك تحليل التباين
- الرسوم التشخيصية:
  - مسار المعاملات
  - خطأ التحقق المتقاطع
  - الفعلي في مقابل المتنبأ به
  - البواقي في مقابل القيم المُلائَمة
  - رسم Q-Q الطبيعي
- مخرجات النموذج

وتستعمل كل تسميات المحاور ومفاتيح الألوان أعدادًا مُنسَّقة بفواصل الآلاف (بلا ترميزٍ علمي).
وتظهر علامةُ تأشيرٍ بيضاء على زرّ التقرير بعد التوليد بنجاح، ويُعرض مؤقّتٌ للزمن المنقضي أثناء تصيير التقرير.

14 المقارنة مع earthUI

تطبيق earth ووحدةُ المعالجة اللاحقة بـglmnet فيه مجموعةُ أدواتٍ واحدة لنمذجة الانحدار. فهما يتشاركان صيغةَ البيانات نفسها، وأنواعَ الأعمدة الخاصة، وسير عمل RCA، ومجموعات البيانات التجريبية، لكنهما يستعملان محرّكَي نمذجةٍ مختلفين.

1.14 الفروق الرئيسة

الخاصية	glmnetUI	earthUI
الطريقة	الشبكة المرنة (glmnet)	(earth) Earth/MARS
انتقاء المتغيرات	تلقائي عبر جزاء لاسو	تلقائي عبر التشذيب الأمامي/الخلفي
علاقات المعاملات	آثارٌ خطية فقط	خطية مقطعيًا (دوال المفصلة)
التفاعلات	ثنائية عبر مصفوفة التفاعلات	حتى الدرجة الثالثة
إشارات المعاملات	قابلة للفرض عبر القيود	غير قابلة للفرض مباشرةً
الملاءمة المُرخاة	لاسو المُرخى متاح	لا ينطبق
ضبط ألفا	البحث الشبكي متاح	لا ينطبق (لا معامل مزج)
شبكة المقارنة بالمبيعات	متاحة (الخطوة 9)	متاحة (الخطوة 8)
رسوم دوال g	لا تنطبق	تصويرٌ للحدود المجمَّعة
صيغ التقارير	HTML وWord وPDF	HTML وWord وPDF

2.14 الخصائص المشتركة

توفّر الأداتان كلتاهما:

- استيراد CSV وExcel مع تحويل أسماء الأعمدة إلى snake_case
- دعم اللغة والمنطقة لواحدٍ وثلاثين بلدًا، بفاصل CSV والعلامة العشرية ومقاس الورق
- تعيينات الأعمدة الخاصة (`contract_date`، و`living_area`، و`area`، و`latitude`، و`longitude`، وغيرها)
- الحساب التلقائي لـ`sale_age` من التاريخ الفعّال
- تبديل النمط الداكن/الفاتح
- بقاء الإعدادات عبر `localStorage`
- الخريطة الحرارية للارتباط، وأهمية المتغيرات، والإسهامات، وتحليل التباين، والتشخيصات
- تسجيل درجات CQA وسير عمل تعديلات RCA
- شبكة المقارنة بالمبيعات مع انتقاء المقارنات ومخرجات Excel المُنسَّقة
- التوافق مع مجموعات البيانات التجريبية نفسها (`Appraisal_1.csv`)

3.14 متى تستعمل أيًّا منهما

- **استعمل glmnetUI** حين تريد نموذجًا خطيًا بسيطًا قابلًا للتفسير مع انتقاءٍ تلقائي للمتغيرات. فالشبكة المرنة مناسبةٌ خصوصًا حين تكون لديك متنبئاتٌ كثيرة وتريد من النموذج أن ينتقي أهمّها.
- **استعمل earthUI** حين تتوقّع علاقاتٍ لاخطية (كأن يتغيّر أثر مساحة المعيشة في السعر عند أحجامٍ مختلفة)، أو حين تحتاج إلى دوال المفصلة لالتقاط آثار العتبات. كما تستطيع نماذج earth التقاط تفاعلاتٍ من رتبٍ أعلى (الدرجتان الثانية والثالثة). ويوفّر earthUI إضافةً إلى ذلك خاصيةً تجريبية لاستخراج الملاحظات قائمةً على DCG/Prolog لا نظير لها في glmnetUI.
- **استعملهما معًا** لمقارنة النموذج الخطي باللاخطي على البيانات نفسها. فإن أعطيا قيمًا متقاربة لـR^2، فقد يُفضَّل نموذج glmnet الأبسط لقابلية تفسيره.

15 مجموعة البيانات التجريبية: Appraisal_1.csv

1.15 الوصف

مجموعة البيانات التجريبية مرفقةٌ مع glmnetUI (ومشتركةٌ مع earthUI). وحدّد موضعها بـ:

```
demo_file <- system.file("extdata", "Appraisal_1.csv", package = "glmnetUI")
```

ويحتوي الملف على 1,502 بيعةً سكنية (مع عقارٍ واحد موضوع تقييم في الصف 1) من تصدير MLS محاكى. وتمثّل البيانات مبيعات منازل أحادية الأسرة في سوقٍ متعددة المناطق، بمدًى من أحجام العقارات وأعمارها ومواقعها.

وهذه ليست بياناتٍ حقيقية، لكنها مبنيّةٌ على حيٍّ واقعي في شمال كاليفورنيا. وقد غُيِّرت كل معلومات التعريف أو أُزيلت.

2.15 الأعمدة

العمود	النوع	النوع الخاص	الوصف
weight	numeric	weight	وزن المشاهدة (0 = استبعاد من الملاءمة)
id	numeric	display_only	معرّف السجل الداخلي
property_id	numeric	display_only	معرّف العقار في MLS
listing_id	character	display_only	رقم الإدراج في MLS
parcel_number	character	display_only	رقم القطعة لدى مُقيّم المقاطعة (APN)
street_address	character	display_only	عنوان العقار
city_name	character	display_only	المدينة
postal_code	character	display_only	الرمز البريدي
county_name	character	display_only	المقاطعة
contract_date	Date	contract_date	تاريخ التعاقد على البيع (يحسب sale_age)
sale_age	numeric	---	الأيام من تاريخ التعاقد إلى التاريخ الفعّال
sale_price	numeric	(الهدف)	سعر البيع --- المتغير المستجيب
living_sqft	numeric	living_area	مساحة المعيشة الإجمالية بالأقدام المربعة
beds_total	integer	---	عدد غرف النوم
baths_total	numeric	---	إجمالي عدد الحمّامات (مثل 2.5 = كاملان + نصفي)
lot_size	numeric	lot_size	مساحة الأرض بالأقدام المربعة
area_id	integer	area	معرّف المنطقة في MLS
age	numeric	actual_age	عمر العقار بالسنوات
latitude	numeric	latitude	خط العرض (مُقرَّبًا إلى ثلاث منازل عشرية للنموذج)
longitude	numeric	longitude	خط الطول (مُقرَّبًا إلى ثلاث منازل عشرية للنموذج)
garage_spaces	integer	---	عدد مواقف المرآب
days_on_market	integer	dom	أيام العرض في السوق
listing_date	Date	listing_date	تاريخ الإدراج
sale_concessions	numeric	concessions	تنازلات البائع

3.15 بداية سريعة مقترحة

1. شغّل روتين glmnet: `earthUI::launch_glmnet()`
2. أنشئ مشروعًا جديدًا (القسم 1) بغرض **للتقييم**
3. ضع `Appraisal_1.csv` في مجلد إدخال المشروع واختره في القسم 2 (وانقر **تحديث** عند الحاجة)
4. اختر `sale_price` هدفًا
5. أسنِد الأنواع الخاصة كما في الجدول أعلاه
6. أدرِج المتنبئات: `sale_age`، و`living_sqft`، و`baths_total`، و`lot_size`، و`area_id` (عاملًا)، و`age`، و`latitude`، و`longitude`، و`garage_spaces`
7. أبقِ ألفا 1 = (لاسو)، والتحقق المتقاطع بـ`lambda.1se`

8. انقر **ملاءمة نموذج glmnet**
9. راجع ألسنة الملخّص والمعاملات والتشخيصات
10. نزّل المخرجات (الخطوة 7) وراجع ترتيب CQA
11. احسب تعديلات RCA (الخطوة 8) بدرجة CQA تقارب 5.00
12. ولّد شبكة مقارنةٍ بالمبيعات (الخطوة 9) بالمقارنات المُوصى بها

16 متطلبات النظام واستكشاف الأعطال

1.16 المنصّات المدعومة

يعمل glmnetUI على **macOS** و**Windows** و**Linux**. ويُنصح بشدة بـRStudio Desktop (2023.06+) --- فهو يتضمّن **pandoc** اللازم للتقارير.

2.16 الاعتماديات الاختيارية

- **LaTeX** (TinyTeX أو MiKTeX أو MacTeX): لتوليد تقارير PDF فحسب. فإن لم يُرصد، أُخفي خيار PDF تلقائيًا. ونصّبه بـ: `tinytex::install_tinytex()`
- **sysfonts + showtext**: خط Roboto Condensed للرسوم. ويرجع تلقائيًا إلى الخط غير المذيّل في النظام إن لم يتوفّر أو كنتَ دون اتصال.
- **earth** ($\geq$ 5.3.0): لازمٌ فقط لخطّ الاستيراد من earthUI.

3.16 ملاحظات المنصّات

macOS: أقلّها مشكلات. نصّب TinyTeX لـPDF: `tinytex::install_tinytex()`

Windows: يعمل جيدًا مع RStudio. وقد تكون في أجهزة الشركات المقيَّدة قيودٌ على المجلد المؤقت --- وعندئذٍ يحذّر التطبيق في وحدة التحكّم لكنه يواصل العمل من دون بقاء الإعدادات.

Linux: قد يحتاج إلى مكتبات النظام: `sudo apt install libcurl4-openssl-dev libssl-dev libxml2-dev libsqlite3-dev libfontconfig1-dev`

4.16 التدهور اللطيف

المكوّن الغائب	السلوك
لا LaTeX	يُخفى خيار PDF. ويبقى HTML وWord متاحين.
لا اتصال بالإنترنت / إخفاق الخطوط	يُستعمل الخط غير المذيّل في النظام. وتُسجَّل رسالةٌ في وحدة التحكّم.
لا RSQLite / نظام ملفاتٍ للقراءة فقط	لا تبقى الإعدادات. ويعمل التطبيق طبيعيًا.
المجلد المؤقت غير قابل للكتابة	يخفق توليد التقرير برسالة خطأ واضحة. اضبط `TMPDIR` على موضعٍ قابل للكتابة.

5.16 استكشاف الأعطال

``خيار PDF غير متاح'': شغّل `tinytex::install_tinytex()` في R، ثم أعد تشغيل التطبيق.

``الإعدادات لن تبقى'': تحقّق من الأذون على مجلد بيانات المستعمل (macOS: `~/Library/Application Support/R/glmnetUI/`، وLinux: `~/.local/share/R/glmnetUI/`، وWindows: `%APPDATA%/R/data/glmnetUI/`).

المنفذ 7879 مستعمَل بالفعل: شغّل `lsof -ti:7879 | xargs kill` (Linux/macOS) أو `Stop-Process -Id (Get-NetTCPConnection -LocalPort 7879).OwningProcess` (Windows PowerShell).

References

Friedman, Jerome, Trevor Hastie, and Robert Tibshirani (2010). **?**Regularization Paths for Generalized Linear Models via Coordinate Descent.**?** In: *Journal of Statistical Software* 33.1, pp. 1–22. DOI: 10.18637/jss.v033.i01.

Simon, Noah et al. (2011). **?**Regularization Paths for Cox's Proportional Hazards Model via Coordinate Descent.**?** In: *Journal of Statistical Software* 39.5, pp. 1–13. DOI: 10.18637/jss.v039.i05.

Tay, J. Kenneth, Balasubramanian Narasimhan, and Trevor Hastie (2023). **?**Elastic Net Regularization Paths for All Generalized Linear Models.**?** In: *Journal of Statistical Software* 106.1, pp. 1–31. DOI: 10.18637/jss.v106.i01.

mgcvUI: واجهة تفاعلية لحزمة mgcv (النماذج الجمعية المعمّمة)

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

William Bert Craytor

Vol. 1, Issue 1 · Summer 2026
نُشر في 1 يوليو 2026
DOI: 10.67330/xtv1pa25
2026 William Bert Craytor. Published by Pacific Vista Net. ©
يُنشر هذا المقال وفق شروط رخصة المشاع الإبداعي: النسب إلى المُصنَّف 0.4.

الملخص. mgcvUI واجهة مستعمل رسومية لحزمة mgcv في لغة R، وهي تُلائم النماذج الجمعية المعمّمة (GAMs) باستعمال شرائح انحدارٍ مُجازاة مع انتقاءٍ تلقائي لمعامل التنعيم. تتيح ثلاثة أنماط للاستعمال --- النمذجة التنبؤية العامة، وتقييم العقارات، وتحليل مناطق السوق --- وتقود المستعمل عبر استيراد البيانات، وتحديد الحدود الملساء، وملاءمة النموذج، والرسوم التشخيصية ورسوم الآثار، والتقارير القابلة للتنزيل. يوثّق هذا المقال متطلبات صيغة البيانات في mgcvUI، وسير عمل النمذجة، وأشكال المخرجات، والمرجع الكامل لوظائفه.

الكلمات المفتاحية: النماذج الجمعية المعمّمة، GAM، الشرائح المُجازاة، التنعيم، mgcv، R، واجهة مستعمل رسومية، تقييم العقارات

ملاحظة الناشر (يوليو 2026): قُبيل النشر، دُمج mgcvUI في earthUI (الإصدار 0.11.0 وما بعده)؛ ويوفّر earthUI الآن سير عمل النماذج الجمعية المعمّمة الموصوف هنا إلى جانب سير عملَي MARS والشبكة المرنة. ويبقى mgcvUI متاحًا في صورته النهائية المنشورة (0.3.0) على https://github.com/wcraytor/mgcvUI؛ ويجري التطوير اللاحق في earthUI. ويشير هذا المقال إلى mgcvUI بصيغته المنشورة.

المحتويات

1 مقدمة **4**
1.1 لمحة تاريخية . . . 4
1.1.1 النماذج الجمعية المعمّمة . . . 4
2.1.1 حزمة mgcv . . . 4
3.1.1 المقارنة مع MARS (earth) والشبكة المرنة (glmnet) . . . 4
4.1.1 خطّ mgcvUI--earthUI . . . 5
5.1.1 سير العمل المُوصى به . . . 5
2.1 ما هو mgcvUI؟ . . . 5
3.1 أنماط الغرض الثلاثة . . . 6
4.1 الخصائص الخاصة بالعقارات . . . 6
5.1 البدء . . . 6

2 متطلبات بيانات الإدخال من MLS **8**
1.2 صيغة الملف وبنيته . . . 8
2.2 الأعمدة المطلوبة في نمط التقييم . . . 8
3.2 أعراف تسمية الأعمدة الخاصة . . . 9
4.2 جودة البيانات واكتمالها . . . 9
5.2 موضع صف العقار موضوع التقييم . . . 9

3 النمط العام **10**
1.3 نظرة عامة . . . 10
2.3 سير العمل في الشريط الجانبي . . . 10
3.3 الاستيراد من earthUI (اختياري) . . . 10
4.3 ألسنة اللوحة الرئيسة . . . 11
5.3 بقاء الإعدادات . . . 11
6.3 النمط الداكن . . . 11
7.3 ضبط اللغة والمنطقة . . . 11

4 نمط التقييم **13**
1.4 معالجة صف العقار موضوع التقييم . . . 13
2.4 التاريخ الفعّال وعمر البيعة . . . 13
3.4 تعيينات الأعمدة الخاصة . . . 13
4.4 نظرة عامة على تعديلات RCA . . . 13

5 نمط تحليل منطقة السوق **14**
1.5 الفروق عن نمط التقييم . . . 14
2.5 متى يُستعمل نمط السوق . . . 14

6 انتقاء المتغيرات **15**
1.6 المتغير الهدف . . . 15
2.6 تحويل المستجيب . . . 15
3.6 جدول المتنبئات . . . 15
4.6 رصد أنواع البيانات وتجاوزه . . . 15
5.6 مرجع أنواع الأعمدة الخاصة . . . 16

7 انتقاء المعاملات **17**
1.7 الإعدادات المسبقة للمعاملات . . . 17
2.7 العائلة . . . 17
3.7 الطريقة . . . 17
4.7 غاما (مُضاعِف التنعيم) . . . 17
5.7 التحقق المتقاطع . . . 18
6.7 Select (التقليص) . . . 18
7.7 الأساس الافتراضي . . . 18
8.7 قيمة k الافتراضية (بُعد الأساس) . . . 18
9.7 نوع الموتر . . . 18
10.7 التفاعلات المسموح بها . . . 18
11.7 تفاعلات العامل مع الملساء . . . 19
12.7 المعاملات المتقدمة . . . 19

8 ملاءمة النموذج **20**
1.8 زرّ الملاءمة . . . 20
2.8 ماذا يجري أثناء الملاءمة . . . 20
3.8 الملاءمة في الخلفية وتتبّع التقدّم . . . 20

9 ألسنة النتائج **21**
1.9 البيانات . . . 21
2.9 المعادلة . . . 21
3.9 الملخّص . . . 21
4.9 أهمية المتغيرات . . . 21
5.9 رسوم الإسهام . . . 21
1.5.9 الحدود الملساء أحادية المتغير --- $s(x)$ . . . 22
2.5.9 حدود العامل مع الملساء --- $s(x, \text{by} = \text{factor})$ . . . 22
3.5.9 حدود التفاعل --- $ti(x_1, x_2)$ و $te(x_1, x_2)$ . . . 22
4.5.9 الحدود المعلمية --- الخطية والعاملية . . . 22
6.9 الارتباط . . . 22
7.9 التشخيصات . . . 22
8.9 تعديلات RCA . . . 22
9.9 تحليل التباين . . . 23
10.9 مخرجات Mgcv . . . 23
11.9 فحص الإشارة . . . 23

12.9 التقوّس المشترك . . . 23
13.9 فحص الأساس . . . 23

10 تنزيل البيانات **24**
1.10 أعمدة المخرجات . . . 24
2.10 درجات CQA . . . 24

11 حسابات RCA وتنزيلها **25**
1.11 فتح حوار RCA . . . 25
2.11 استكمال درجة CQA . . . 25
3.11 أعمدة المخرجات . . . 25

12 شبكة المقارنة بالمبيعات **26**
1.12 حوار انتقاء المقارنات . . . 26
2.12 تخطيط المصنَّف . . . 26
3.12 حماية الأوراق وخلايا البواقي . . . 26

13 تنزيل التقارير **27**
1.13 الخطوة 1: توليد تقرير Quarto . . . 27
2.13 الخطوة 2: تحويل تقرير Quarto . . . 27
3.13 محتويات التقرير . . . 27

14 تصدير دوال النموذج **28**
1.14 دوال R . . . 28
2.14 دوال Python . . . 28
3.14 ترويسة C++ . . . 28
4.14 قاعدة بيانات SQLite . . . 28

15 المقارنة مع earthUI وglmnetUI **29**
1.15 الفروق الرئيسة . . . 29
2.15 الخصائص المشتركة . . . 29
3.15 سير العمل المُوصى به . . . 29

16 مجموعة البيانات التجريبية: Appraisal_1.csv **30**
1.16 الوصف . . . 30
2.16 الأعمدة . . . 30
3.16 بداية سريعة مقترحة . . . 31

17 متطلبات النظام واستكشاف الأعطال **32**
1.17 المنصّات المدعومة . . . 32
2.17 إصدار R . . . 32
3.17 حزم R المطلوبة . . . 32
4.17 الاعتماديات الاختيارية . . . 32
5.17 ملاحظات خاصة بالمنصّات . . . 32
1.5.17 macOS . . . 32
2.5.17 Windows . . . 33
3.5.17 Linux . . . 33
6.17 التدهور اللطيف . . . 33
7.17 استكشاف الأعطال . . . 33
1.7.17 ``خيار PDF غير متاح" . . . 33
2.7.17 ``الإعدادات لن تبقى" . . . 33
3.7.17 ``رسم التشخيص غير متاح" . . . 34
4.7.17 ``Report error: number of items to replace…" . . . 34

5.7.17 المنفذ 7880 مستعمَل بالفعل 34
6.7.17 إخفاق تنصيب الحزم على Linux 34

1 مقدمة

1.1 لمحة تاريخية

1.1.1 النماذج الجمعية المعمّمة

صاغ **النماذج الجمعية المعمّمة** (GAMs) صياغةً شكلية تريفور هاستي وروبرت تيبشيراني في كتابهما الصادر سنة 1990. وهذه النماذج توسّع النموذجَ الخطي بأن تستبدل بكل حدٍّ خطي $\beta_j x_j$ دالةً ملساء $f_j(x_j)$، فيصير النموذج:

$$y = \beta_0 + f_1(x_1) + f_2(x_2) + \cdots + f_p(x_p) + \varepsilon$$

وتُقدَّر كل f_j من البيانات باستعمال شريحة انحدارٍ مُجازاة. وتتيح الدوال الملساء للنموذج التقاطَ العلاقات اللاخطية من غير أن يحدّد المستعمل صورةً دالّيةً سلفًا. ويتحكّم الجزاء في تموّج كل ملساء، فيمنع فرط الملاءمة مع إتاحة مرونةٍ كافية لتتبّع الأنماط الحقيقية.

2.1.1 حزمة mgcv

طوّر حزمةَ `mgcv` في لغة R (Mixed GAM Computation Vehicle) سايمون وود في جامعة باث (Wood 2017). وقد صدرت أول مرة سنة 2001، وهي اليوم التنفيذ المعياري للنماذج الجمعية المعمّمة في R، وتأتي مرفقةً بكل تنصيبٍ للغة. وطرائقها الأساسية موصوفةٌ في سلسلة أوراق تتناول التقدير المستقر لمعاملات تنعيمٍ متعددة (Wood 2004)، وشرائح الانحدار ذات الصفيحة الرقيقة (Wood 2003)، والتقدير السريع المستقر بـREML (Wood 2011)، وانتقاء النماذج الملساء عمومًا (Wood, and Pya Säfken 2016). ومن أبرز خصائصها:

- **الانتقاء التلقائي لمعامل التنعيم**: يُقدَّر معامل التنعيم لكل حدٍّ في أثناء ملاءمة النموذج، باستعمال REML (الأرجحية العظمى المقيَّدة)، أو GCV (التحقق المتقاطع المعمَّم)، أو ML (الأرجحية العظمى).
- **أنواع أساسٍ متعددة**: شرائح الانحدار ذات الصفيحة الرقيقة (tp)، وشرائح الانحدار التكعيبية (cr)، وشرائح P (ps)، وشرائح B (bs)، ولكلٍّ منها خصائصه.
- **الملساوات الجدائية الموترية**: تتيح `te()` و`ti()` تفاعلاتِ ملساء بين المتغيرات من غير الوقوع في لعنة الأبعاد.
- **انتقاء المتغيرات**: يضيف الخيار `select = TRUE` جزاءً إضافيًا يستطيع تقليص الحدود الملساء إلى الصفر، فيؤدي فعليًا انتقاءً للمتغيرات.
- **تشخيصات التقوّس المشترك**: تقيس نظير التعدّد الخطي في الحدود الملساء.

3.1.1 المقارنة مع MARS (earth) والشبكة المرنة (glmnet)

يستعمل تطبيق earth ووحدتا المعالجة اللاحقة فيه (glmnet وmgcv) محرّكات نمذجةٍ مختلفة. ويلخّص الجدول الآتي الفروق الرئيسة:

الخاصية	(GAM) mgcv	(MARS) earth	glmnet (الشبكة المرنة)
نوع النموذج	لاخطي أملس (شرائح مُجازاة)	خطي مقطعيًا (شرائح تكيّفية)	خطي (مع انتظام)
اللاخطية	تلقائية عبر دوالٍ ملساء (الصفيحة الرقيقة، التكعيبية، وغيرها)	تلقائية عبر دوال المفصلة بعُقدٍ مستمدّة من البيانات	عبر التفاعلات أو توسيع الأساس فقط
انتقاء المتغيرات	اختياري عبر تقليص الجزاء المزدوج (`select=TRUE`)	مُضمَّن عبر التدرّج الأمامي/الخلفي مع تشذيبٍ بـGCV	مُضمَّن عبر جزاء L_1 (لاسو)
التفاعلات	الملساوات الجدائية الموترية (`te()`، `ti()`)	جداءات قائمة على المفصلات (قابلة للتفسير حتى الدرجة الثالثة)	جداءات ثنائية (يصعب تفسيرها)
قابلية التفسير	منحنيات أثرٍ جزئيٍّ ملساء، بديهية جدًا	دوال g تُظهر الأثر الجزئي الخطي المقطعي لكل متغير	المعاملات أوزانٌ خطية يسهل شرح كلٍّ منها
الأنسب لـ	العلاقات اللاخطية الملساء والنمذجة المرنة	اكتشاف اللاخطية والتفاعلات تلقائيًا	البيانات عالية الأبعاد، وانتقاء المتغيرات، والعينات الصغيرة
تعديلات RCA	تعديلات ملساء عبر الآثار الجزئية	تعديلات خطية مقطعية عبر دوال g	تعديلات خطية لكل متغير
ضبط فرط الملاءمة	تقدير معامل التنعيم بـGCV/REML	تشذيب مبني على GCV	λ بالتحقق المتقاطع

قدّم **MARS** (شرائح الانحدار التكيّفية المتعددة المتغيرات) جيروم فريدمان سنة 1991. وهي تبني نماذج خطية مقطعيًا بانتقاءٍ تكيّفي لدوال المفصلة ولمواضع عُقدها من البيانات. والتنفيذ في R هو حزمة `earth` لستيفن ميلبورو.

أما انحدار **الشبكة المرنة**، المنفَّذ في حزمة `glmnet` لفريدمان وهاستي وتيبشيراني (2010)، فيجمع بين جزاءَي لاسو (L_1) والحرف (L_2) لأداء انتقاء المتغيرات وتقليص المعاملات في آن.

4.1.1 خطّ mgcvUI--earthUI

ثمة سير عملٍ قويّ يجمع بين اكتشاف earthUI التلقائي للعُقد وتقدير mgcvUI للملساوات. فحين يصدّر earthUI ملف نتيجةٍ بصيغة `.rds` ويستورده mgcvUI:

1. **يكتشف earth العُقد** --- إذ تجد MARS مواضع المفصلات (نقاط التغيّر) المستمدّة من البيانات لكل متغير.
2. **ويستعملها mgcvUI مراسيَ** --- فتصير عُقد earth أساسًا لشرائح الانحدار التكعيبية (الأساس `cr`) في النموذج الجمعي المعمّم، فتنطلق الحدود الملساء من مواضع عُقدٍ تعكس بنيةً حقيقية في البيانات.
3. **ويصقل mgcv الملاءمة** --- إذ يملّس تقديرُ الشرائح المُجازاة ملاءمةَ earth الخطية المقطعية، فينتج منحنيات أثرٍ جزئي ملساء مع الحفاظ على الشكل العام الذي اكتشفه earth.

وهذا الخطّ يجسر بين النمذجة الاستكشافية (earth) والنمذجة التوكيدية (النموذج الجمعي المعمّم)، فيجمع أفضل ما في المقاربتين.

5.1.1 سير العمل المُوصى به

لتقييم العقارات وما يشبهه من التطبيقات التي تقتضي نماذج قابلة للتفسير وللدفاع:

1. **ابدأ بـearthUI** لاكتشاف المتغيرات المهمة والعلاقات اللاخطية والتفاعلات في بياناتك. فانتقاء earth التلقائي للأساس ودوالُ g فيه يقدّمان بصائرَ أولية ممتازة.
2. **اصقل بـmgcvUI** إن أردت آثارًا جزئية أكثر ملاسةً. واستورد عُقد earthUI إلى mgcvUI لانتقالٍ سلس من النماذج الخطية المقطعية إلى النماذج الملساء.
3. **استعمل glmnetUI** حين تحتاج إلى انتقاءٍ حازم للمتغيرات (لاسو)، أو حين يقارب عددُ المتنبئات عددَ المشاهدات أو يتجاوزه، أو حين تريد نموذجًا خطيًا محضًا مع انتظامٍ يخدم قابلية الدفاع.

2.1 ما هو mgcvUI؟

mgcvUI واجهة مستعمل رسومية لحزمة `mgcv` في لغة R. وهي تعمل تطبيقَ Shiny محليًا --- فلا تسجيل دخول، ولا خادم، ولا حسابات. تشغّلها من R، وتستورد مجموعة بيانات (CSV أو Excel)، وتضبط نموذجك، وتلائم نموذجًا جمعيًا معمّمًا تفاعليًا.

واعتبارًا من الإصدار الحالي، لم يعد mgcvUI حزمةً تُنصَّب على حدة: فهو يأتي **داخل** حزمة earthUI بوصفه وحدة المعالجة اللاحقة للنماذج الجمعية المعمّمة، ويُشغَّل بـ `earthUI::launch_mgcv()`. أما التطبيق نفسه --- وكل ما يوصف في هذا المقال --- فلم يتغيّر؛ وإنما اختلف التنصيب وأمر التشغيل. وتتشارك الروتينات الثلاثة (earth وglmnet وmgcv) شجرة مشاريع واحدة، وقاعدة إعداداتٍ واحدة، ونسخةً واحدة من البنية التحتية المساندة.

ويوفّر التطبيق سير عملٍ كاملًا: استيراد البيانات، وضبط المتغيرات مع تحديد الحدود الملساء، وملاءمة النموذج بمعالجةٍ في الخلفية، والرسوم التشخيصية، ومنحنيات الأثر الجزئي الملساء، والتقارير القابلة للتنزيل بصيغة Word أو PDF أو HTML.

و**النماذج الجمعية المعمّمة** تستبدل بالعلاقة الخطية βx دالةً ملساء $f(x)$ لكل متنبئ. ومعنى ذلك:

- **لا حاجة إلى تحديد صورٍ دالّية** --- فالبيانات هي التي تحدّد شكل كل علاقة.
- **آثارٌ جزئية ملساء** --- فإسهام كل متنبئ منحنًى أملس لا خطٌّ مستقيم، مما يسهّل رؤية كيف يؤثّر المتغير في المستجيب عند قيمٍ مختلفة.
- **انتقاءٌ تلقائي لمعامل التنعيم** --- إذ يحدّد mgcv مقدار التموّج المناسب لكل منحنى عبر REML أو GCV، موازنًا بين الملاءمة وفرط الملاءمة.

3.1 أنماط الغرض الثلاثة

لكل مشروع **غرضٌ** يُختار عند إنشائه في القسم 1 من الشريط الجانبي (**المشروع**)، ويُقفل بعد ذلك. وغرضُ المشروع النشط هو الذي يحدّد أي الأدوات وعناصر الواجهة يظهر؛ وللعمل في نمطٍ آخر، أنشئ مشروعًا بذلك الغرض أو افتح واحدًا. والأنماط الثلاثة هي:

- **العام** --- انحدارٌ بالنماذج الجمعية المعمّمة لأي نوعٍ من المجتمعات أو مجموعات البيانات. وهو النمط الافتراضي. ويوفّر سير العمل كاملًا من غير أي إضافاتٍ خاصة بمجال.
- **للتقييم** --- انحدارٌ بالنماذج الجمعية المعمّمة مفصَّلٌ لتقييم العقارات. ويضيف خصائصَ خاصة بتقييم العقار المفرد، منها معالجة العقار موضوع التقييم، وتعيينات الأعمدة الخاصة، ومنهج قيد البواقي (RCA).
- **تحليل منطقة السوق** --- انحدارٌ بالنماذج الجمعية المعمّمة مفصَّلٌ لدراسات مناطق السوق. ويضيف خصائصَ لتحليل مجموعاتٍ من العقارات في سوقٍ محدّدة، مع معالجةٍ اختيارية لصف العقار موضوع التقييم.

ومحرّك النمذجة الجوهري واحدٌ في الأنماط الثلاثة كلها --- فأنت تلائم دائمًا نموذجًا جمعيًا معمّمًا عبر `mgcv::gam()`. وإنما يتحكّم ضبط الغرض في الأدوات وعناصر الواجهة الإضافية المتاحة.

4.1 الخصائص الخاصة بالعقارات

حين يُختار **للتقييم** أو **تحليل منطقة السوق**، يفعّل mgcvUI عدة خصائصَ مصمَّمة لتحليل العقارات:

- **تعيينات الأعمدة الخاصة** --- يمكن وسم كل متنبئ بدورٍ خاص مثل `contract_date`، و`dom`، و`concessions`، و`latitude`، و`longitude`، و`living_area`، و`lot_size`، و`actual_age`، و`effective_age`، و`area`، و`site_dimensions`، أو `display_only`. وتتحكّم هذه التعيينات في كيفية معالجة العمود أثناء الملاءمة وفي المخرجات.
- **عمود عمر البيعة** --- حين يُعيَّن عمودٌ `contract_date` ويُقدَّم تاريخٌ فعّال، يحسب mgcvUI عمودًا باسم `sale_age` (الأيام بين تاريخ البيع والتاريخ الفعّال) ويستبدله متنبئًا.
- **حسابات RCA (في نمط التقييم فقط)** --- في نمط التقييم، يستطيع mgcvUI بعد ملاءمة النموذج أن يحسب مخرجات منهج قيد البواقي (RCA)، وهي تُنتج تعديلاتٍ لكل مقارِن، وملخّصاتٍ لصافي التعديلات وإجماليها، وسعر بيعٍ معدَّلًا للعقار موضوع التقييم.

> **تنبيه:** يصلح النمط العام لأي مجموعة بيانات --- مالية أو علمية أو هندسية أو عقارية. وإنما يضيف نمطا التقييم والسوق خصائصَ تيسيرية لمحترفي العقارات.

5.1 البدء

لاستعمال mgcvUI:

1. **نصّب earthUI** في R: `install.packages("earthUI")` --- فروتين mgcv مضمَّنٌ فيها. (انظر ``تنصيب earthUI وvProlog" في مقال earthUI في هذا العدد للنسخة التطويرية وللمكوّنات الاختيارية.)
2. **شغّل التطبيق**: نفّذ `earthUI::launch_mgcv()` في R. فيُفتح التطبيق في متصفّحك على المنفذ 7880.

3. **أنشئ مشروعًا أو افتحه** في القسم 1 من الشريط الجانبي. والمشروع يحدّد الغرض (عام، أو للتقييم، أو تحليل منطقة السوق) وموقع العمل (البلد والولاية والمقاطعة والمدينة) ومجلدَي إدخاله ومخرجاته. وتُخزَّن المشاريع تحت جذرٍ مشترك هو `regProj` وتُتشارك مع التطبيقين الشقيقين earthUI وglmnetUI. وفتحُ مشروعٍ بغرضٍ مختلف هو السبيل إلى تبديل الأنماط.
4. **استورد بياناتك** في القسم 2 باختيار ملف CSV أو Excel من مجلد إدخال المشروع النشط. وأضف الملفات إلى ذلك المجلد ثم انقر **تحديث** لإدراجها.
5. **الاستيراد من earthUI (اختياري)** --- يتيح لك القسم 3 استيراد ملف نتيجة earthUI بصيغة `rds` . لتبذير النموذج الجمعي المعمّم بعُقدٍ اكتشفها earth. وتخطَّ هذه الخطوة إن لم تكن لديك نتيجةٌ من earthUI.
6. **اضبط المتغيرات** --- اختر هدفك ومتنبئاتك، واضبط أنواع البيانات، وأسنِد أي أدوارٍ خاصة للأعمدة، وعلّم المتغيرات بوصفها عاملية أو خطية.
7. **اضبط معاملات mgcv** --- العائلة، والطريقة، وغاما، ونوع الأساس، وk، ونوع الموتر، والتفاعلات، وسائر الخيارات.
8. **لائم النموذج** --- انقر ``ملاءمة نموذج Mgcv GAM" وراجع النتائج في اللوحة الرئيسة.
9. **صدّر** --- نزّل التنبؤات بصيغة Excel، أو ولّد تقرير Quarto وحوّله، أو (في نمط التقييم) احسب تعديلات RCA وشبكة المبيعات.

وتُحفَظ الإعدادات تلقائيًا في قاعدة بيانات SQLite وتُستعاد حين تعيد تحميل ملف الإدخال نفسه.

2 متطلبات بيانات الإدخال من MLS

في سير عمل تقييم العقارات وتحليل السوق، تأتي بيانات الإدخال عادةً من تصديرٍ لخدمة الإدراج المتعدد (MLS). ويصف هذا الفصل بنية الملف المتوقعة والأعمدة التي تستطيع mgcvUI استعمالها.

1.2 صيغة الملف وبنيته

يقبل mgcvUI ملفات **CSV** و**Excel** (`.xlsx`، `.xls`). وعند الاستيراد تُحوَّل أسماء الأعمدة تلقائيًا إلى صيغة `snake_case` --- فمثلًا يصير "Living SqFt" هو `living_sqft`، ويصير "Contract Date" هو `contract_date`، ويصير "Sale Price" هو `sale_price`. ويضمن هذا التوحيد اتساق الإحالات إلى الأعمدة في سير العمل كله. أما فاصل CSV وعلامة الكسر العشري المستعملان عند الاستيراد فيحدّدهما ضبط اللغة والمنطقة (انظر الفصل 3، "ضبط اللغة والمنطقة").

وينبغي أن يكون ملف بياناتك جدولًا مسطّحًا بصفٍّ واحد لكل عقار وعمودٍ واحد لكل سمة. ويجب أن يحتوي الصف الأول من الملف على عناوين الأعمدة.

2.2 الأعمدة المطلوبة في نمط التقييم

مع أن mgcvUI يعمل مع أي مجموعة من الأعمدة، فإن سير عمل التقييم الكامل يستفيد من وجود الأعمدة الآتية:

العمود	النوع الخاص	الغرض
سعر البيع	(الهدف)	المتغير المستجيب للنموذج
تاريخ التعاقد	`contract_date`	يُستعمل لحساب `sale_age` (الأيام من التاريخ الفعّال)
تاريخ الإدراج	`listing_date`	يُستعمل مع تاريخ التعاقد لحساب أيام العرض في السوق إن لم يوجد عمودٌ لها
أيام العرض في السوق	`dom`	أيام العرض في السوق؛ تظهر في عمليات التصدير
التنازلات	`concessions`	التنازلات البيعية؛ صافي سعر البيع = سعر البيع − التنازلات
مساحة المعيشة (قدم مربعة)	`living_area`	تتيح البواقي للقدم المربعة (`residual_sf`، `cqa_sf`)
مساحة الأرض	`lot_size`	عمود مساحة الموقع
أبعاد الموقع	`site_dimensions`	يُجمَّع مع مساحة الأرض
خط العرض	`latitude`	يُقرَّب إلى ثلاث منازل عشرية
خط الطول	`longitude`	يُقرَّب إلى ثلاث منازل عشرية
معرّف المنطقة	`area`	معرّف منطقة السوق أو الحي
العمر الفعلي	`actual_age`	عمر العقار
العمر الفعّال	`effective_age`	العمر الفعّال للعقار
العنوان	`display_only`	يظهر في عمليات التصدير؛ ويُستبعد من النموذج

ويمكن أن تكون أسماء أعمدة جدول البيانات بلغةٍ أجنبية --- أما الأسماء "الخاصة" فبالإنجليزية كي يستطيع برنامج R أن يعاملها معاملةً خاصة. وفيما عدا ذلك تظهر أسماء الأعمدة كما أعطيتها في نماذج الانحدار والرسوم، وفي تقارير المخرجات إن كنت تجري تقييمًا.

وليست كل الأعمدة مطلوبة. فـmgcvUI يتكيّف --- فإن غاب عمود، أُسقطت الخاصية المقابلة له ببساطة. غير أن نماذج تسعير العقارات يُنصح فيها بشدة ببعض الأعمدة لبلوغ ملاءمةٍ مقبولة:

1. **عمر البيعة** --- عدد الأيام بين تاريخ التعاقد على البيع والتاريخ الفعّال. وإذا استُعمل سجلّ مبيعاتٍ ممتدّ لسنوات، فكثيرًا ما يؤدي `sale_age` دورًا محوريًا.
2. **مساحة المعيشة** --- وتُعرف أيضًا بأسماء مثل "Living Sqft" و"GLA" (مساحة المعيشة الإجمالية).
3. **إجمالي عدد الحمّامات** --- مجموع الحمّامات الكاملة وحمّامات الربع والنصف وثلاثة الأرباع.
4. **مواقف المرآب** أو **مساحة المرآب** --- مواقف المرآب أو مساحته بالأقدام المربعة.
5. **مساحة الأرض** --- مساحة أرض العقار.
6. **خط الطول وخط العرض**، و**معرّف المنطقة** إن توفّر. وهذه المتغيرات الموقعية تعين النموذج على مراعاة التباين السعري الجغرافي.

3.2 أعراف تسمية الأعمدة الخاصة

يتعرّف mgcvUI الأعمدة بـ**تعيين نوعها الخاص**، لا باسم العمود. فيمكنك تسمية أعمدتك بما شئت في تصدير MLS --- والمهم أن تُسنِد النوع الخاص الصحيح في جدول ضبط المتغيرات (الفصل 6).

4.2 جودة البيانات واكتمالها

- **القيم المفقودة (NA)**: تُحذف تلقائيًا قبل الملاءمة الصفوفُ التي فيها قيمٌ مفقودة في أي عمودٍ متنبئ أو عمود الهدف. ويقصر mgcvUI البياناتِ على الأعمدة المستعملة في النموذج وحدها، فلا تتسبّب القيم المفقودة في الأعمدة غير المستعملة في إسقاط صفوف.
- **الأعمدة العددية**: يجب أن تكون عددية حقولُ سعر البيع ومساحة المعيشة ومساحة الأرض وما شابهها.
- **أعمدة العوامل**: تُعامَل تلقائيًا معاملةً فئوية الأعمدةُ النصّية وأعمدة FALSE/TRUE وأعمدة العوامل في R --- فلا تستطيع دخول النموذج إلا بوصفها عوامل. أما العمود **العددي** (كرمز منطقةٍ أو طرازٍ عددي) فلا يصير عاملًا إلا حين تؤشّر مربع **عامل** الخاص به؛ ولا يستنتج mgcvUI الفئوية قط من مدى قيم عمودٍ عددي، فتبقى المتنبئات العددية المنفصلة مثل `bath_count` متصلةً (مُنعَّمة). والدور الخاص مستقلٌّ عن قرار العَوملة.

> **تنبيه:** راجع عمود القيم المفقودة في جدول المتنبئات بعد الاستيراد. فالأعمدة كثيرةُ القيم المفقودة قد تتسبّب في إسقاط صفوف. والأعمدة التي فيها $50\% \leq$ قيمٌ مفقودة تُعلَّم بالأحمر وتُستبعد تلقائيًا.

5.2 موضع صف العقار موضوع التقييم

في نمط **التقييم**، **يجب أن يكون الصف 1 هو العقار موضوع التقييم**. وسائر الصفوف مبيعاتٌ مقارِنة. ويُستبعد صف العقار موضوع التقييم من ملاءمة النموذج. ومع ذلك يولّد النموذج بعد الملاءمة تنبؤاتٍ لصف العقار موضوع التقييم.

وفي نمط **تحليل منطقة السوق**، يكون وضع العقار موضوع التقييم في الصف 1 اختياريًا.

أما في النمط **العام** فلا معاملة خاصة للصفوف --- إذ تُعامَل الصفوف كلها معاملةً واحدة.

3 النمط العام

1.3 نظرة عامة

النمط العام هو النمط الافتراضي عند تشغيل mgcvUI. وهو يوفّر سير عمل النماذج الجمعية المعمّمة كاملًا لأي مجموعة بيانات --- لا للعقارات وحدها. فيمكنك استعمال mgcvUI للبيانات العلمية، أو التحليل المالي، أو الدراسات الهندسية، أو أي مسألة انحدارٍ تُتوقَّع فيها علاقاتٌ لاخطية ملساء.

وفي النمط العام تُسقِط الواجهةُ الخصائصَ الخاصة بالعقارات (الأعمدة الخاصة، وعمر البيعة، وRCA). ويُبسَّط الشريط الجانبي ليتركّز على انتقاء المتغيرات، وضبط المعاملات، وملاءمة النموذج، والتصدير.

2.3 سير العمل في الشريط الجانبي

يُنظَّم الشريط الجانبي في أقسامٍ مرقّمة قابلة للطي تقودك من اختيار المشروع إلى تصدير التقرير. ولا يظهر معظم الأقسام إلا بعد فتح مشروعٍ نشط، وبعضها خاصٌّ بغرض المشروع. ويُشتقّ مجلد المخرجات من المشروع النشط --- فلا يوجد حقلٌ منفصل لمجلد المخرجات.

1. المشروع --- أنشئ مشروعًا أو افتحه. والمشروع يحدّد الغرض وموقع العمل (البلد والولاية والمقاطعة والمدينة) ومجلدَي إدخاله (`/<os>_in/`) ومخرجاته. وتُخزَّن المشاريع تحت جذرٍ مشترك هو `regProj` (وافتراضه `~/regProj`)، ويمكن تجاوزه بمتغير البيئة `REGPROJ_ROOT` أو من قائمة الإعدادات المنسدلة)، وهي مشتركةٌ مع التطبيقين الشقيقين earthUI وglmnetUI، فتقيم نماذج الثلاثة جميعًا جنبًا إلى جنب. وانقر **إغلاق المشروع** للتبديل.

2. استيراد البيانات --- اختر ملف CSV أو Excel من مجلد إدخال المشروع النشط. وأضف الملفات إلى المجلد عبر Explorer/Finder، ثم انقر **تحديث** لإدراجها. وفي ملفات Excel متعددة الأوراق يظهر منتقي أوراق. وتُحوَّل أسماء الأعمدة تلقائيًا إلى snake_case.

3. الاستيراد من earthUI (اختياري) --- استورد ملف نتيجة earthUI بصيغة `rds`. لتبذير النموذج الجمعي المعمّم بمواضع عُقدٍ اكتشفها earth (ولتبذير انتقاء المتغيرات). وهذه الخطوة اختيارية --- فتخطَّها إن لم تكن لديك نتيجةُ earthUI لاستيرادها.

4. ضبط المتغيرات --- منتقي المتغير الهدف، وتحويل المستجيب (بلا تحويل، أو لوغاريتم طبيعي، أو لوغاريتم عشري)، وجدول المتنبئات بمربعات تأشير للإدراج والعَومَلة والخطية. ولا يظهر عمود ``الخاص" إلا في نمطَي التقييم والسوق. انظر الفصل 6 للتفاصيل الكاملة.

5. معاملات استدعاء Mgcv --- كل ضبط النموذج: الإعدادات المسبقة للمعاملات، والعائلة، والطريقة، وغاما، والتحقق المتقاطع، و`select`، ونوع الأساس، وk، ونوع الموتر، ومصفوفة التفاعلات، والمعاملات المتقدمة. انظر الفصل 7 للمرجع الكامل للمعاملات.

6. ملاءمة نموذج Mgcv GAM --- الزرّ الذي يشغّل النموذج. وتظهر النتائج في الألسنة على اليمين.

7. تنزيل المخرجات --- يصدّر التنبؤات والبواقي ودرجات CQA وإسهامات كل متغير في ملف Excel إلى مجلد مخرجات المشروع. ومتاحٌ في جميع أنماط الغرض بعد ملاءمة النموذج.

8. حساب تعديلات RCA وتنزيلها --- يحسب تعديلات RCA لكل متغير في كل مقارِن، ويستكمل باقي العقار موضوع التقييم عبر CQA. ولا يظهر إلا في نمطَي التقييم والسوق، بعد الملاءمة.

9. توليد شبكة المبيعات وتنزيلها --- يولّد شبكة المقارنة بالمبيعات، مُوصيًا بالمقارنات بحسب نسبة التعديل الإجمالي. ولا يظهر إلا في نمط التقييم.

10. توليد تقرير Quarto --- يكتب حزمة تقرير Quarto (`qmd`.) مكتفيةً بذاتها --- بكل الرسوم والجداول --- في مجلد مخرجات المشروع. ومتاحٌ بعد ملاءمة النموذج.

11. تحويل تقرير Quarto --- يصيّر حزمة `qmd`. المولّدة إلى HTML أو Word أو PDF. ويقتضي PDF وجود تنصيبٍ لـLaTeX؛ فإن لم يُرصد أيٌّ منها أُخفي خيار PDF. انظر الفصل 13.

وتُسقَط الخطوات الخاصة بغرضٍ بعينه (ويُعاد ترقيم الباقي) في الأنماط الأخرى: ففي نمط السوق تغيب خطوة شبكة المبيعات، وفي النمط العام تغيب خطوتا RCA وشبكة المبيعات معًا.

3.3 الاستيراد من earthUI (اختياري)

يتيح لك القسم 3 من الشريط الجانبي --- **الاستيراد من earthUI** --- استيراد ملف نتيجة earthUI بصيغة `rds`.. وهذا يفعّل خطّ mgcv--earth: إذ تصير مواضع العُقد التي استمدّها earth من البيانات نقاطَ ارتكازٍ للحدود الملساء في النموذج الجمعي المعمّم.

وحين تُستورد نتيجة earthUI، يقوم mgcvUI بما يأتي:

- يعرض ملخّصًا يبيّن المتغير الهدف، وR تربيع، وعدد الحدود، ومواضع العُقد لكل متغير.
- ينتقي تلقائيًا الإعداد المسبق ``خطّ Earth" للمعاملات (أساس شرائح الانحدار التكعيبية، وغاما 1.4 =).

- يضبط المتغير الهدف ليطابق هدف earth.
- يؤشّر مسبقًا خانةَ الإدراج لمتغيرات earth المتنبئة.
- يؤشّر مسبقًا خانةَ العَوملة لمتغيرات earth الفئوية، وخانةَ الخطية لمتنبئاته الخطية.
- يملأ مسبقًا التفاعلات التي رصدها earth (مُعلَّمةً بالأصفر في مصفوفة التفاعلات، ومقفلةً عن التعديل اليدوي).
- يوفّر زرّ **تصدير العُقد بصيغة CSV** لتنزيل عُقد earth ملفَّ CSV.

ثم يعرض جدول ضبط المتغيرات ملاحظةً توضّح أن انتقاء المتغيرات (الإدراج، والخطية، والعَوملة) وعُقد الشرائح **مُبذَّرة** من نموذج earth. وبخلاف glmnetUI، حيث تكون ملاءمة glmnet مقيَّدة بأساس earth، يلائم mgcvUI النموذج الجمعي المعمّم انطلاقًا من انتقاءاتك الحالية --- فـearth لا يقدّم إلا انطلاقةً مبكّرة، وتبقى كل عناصر التحكّم قابلة للتحرير.

ويزيل زرّ **مسح** بياناتِ earth المستوردة ويعيد الضبط إلى النمط المستقل.

4.3 ألسنة اللوحة الرئيسة

بعد استيراد البيانات توفّر اللوحة الرئيسة الألسنة الآتية (وتُملأ الألسنة المتوقّفة على النموذج بعد الملاءمة):

اللسان	المحتوى
البيانات	جدول DataTable تفاعلي للبيانات المستوردة. وفي نمطَي التقييم والسوق يُقسَم إلى جدول العقار موضوع التقييم وجدول المبيعات المقارِنة.
المعادلة	صيغة النموذج الجمعي المعمّم كاملةً مُصيَّرةً بـMathJax، مع جدولٍ بتعريفات الدوال الملساء.
الملخّص	المقاييس الرئيسة (R^2، وR^2 للتحقق المتقاطع، والانحراف المفسَّر، وAIC، وn، وعدد الملساوات) وجداول الحدود الملساء والمعلمية.
أهمية المتغيرات	رسمٌ شريطي أفقي لإحصاءات F (للحدود الملساء) وقيم $\lvert t \rvert$ (للحدود المعلمية)، مع جدولٍ مرتَّب.
الإسهام	منحنيات الأثر الجزئي الملساء التفاعلية بـplotly، بأشرطة ثقةٍ وعلاماتٍ لعُقد earth.
الارتباط	خريطةٌ حرارية لارتباطات المتنبئات العددية (متاحة قبل الملاءمة).
التشخيصات	البواقي في مقابل القيم المُلائَمة، ورسم Q-Q، والمدرَّج التكراري، والمستجيب في مقابل القيم المُلائَمة (عبر `gratia`). وانتشار الفعلي في مقابل المتنبأ به.
تعديلات RCA	مدرَّجات تحليل RCA (في نمطَي التقييم والسوق، بعد الحساب).
تحليل التباين	جدول تحليل تباينٍ يجمع الحدود المعلمية والملساء.
مخرجات Mgcv	نصٌّ خام: التوقيت، والصيغة، وملخّص النموذج، والعائلة، والتقوّس المشترك.
فحص الإشارة	فحص اتساق الاتجاه بين earth والنموذج الجمعي المعمّم (عند استيراد earth).
التقوّس المشترك	مصفوفتا التقوّس المشترك الإجمالية والثنائية مع ترميزٍ لوني.
فحص الأساس	اختبارات كفاية بُعد الأساس بـ`gam.check()`.

5.3 بقاء الإعدادات

يحفظ mgcvUI ضبطك تلقائيًا في قاعدة بيانات SQLite، مفهرسًا باسم ملف الإدخال. وحين تعيد تحميل الملف نفسه تُستعاد الإعدادات كلها: انتقاء الهدف، ومربعات تأشير المتنبئات، وأنواع البيانات، ومعاملات mgcv، ومصفوفة التفاعلات. أما الغرض فخاصّةٌ من خصائص المشروع النشط لا إعدادًا عامًّا، ويُتذكَّر ملفُ الإدخال المستعمل آخر مرة لكل مشروع ويُحمَّل تلقائيًا عند إعادة فتحه.

6.3 النمط الداكن

انقر أيقونة القمر/الشمس في الركن الأعلى لتبديل السمة بين Nord Light وNord Dark. وتُحفظ السمة المفضّلة في `localStorage` وتبقى عبر الجلسات. وتتكيّف كل عناصر الواجهة مع السمة المختارة.

7.3 ضبط اللغة والمنطقة

يدعم mgcvUI أعرافًا دولية لتنسيق الأعداد وملفات CSV عبر نظام لغةٍ ومنطقة قائم على البلد. وتوفّر قائمة **الإعدادات** المنسدلة في شريط العنوان منتقيَي **البلد** و**الورق** لأكثر من ثلاثين بلدًا مدعومًا. ويضبط كل إعدادٍ مسبق ما يأتي:

- **فاصل CSV** --- الفاصلة (,) في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة واليابان، أو الفاصلة المنقوطة (;) في معظم أوروبا.
- **العلامة العشرية** --- النقطة (.) أو الفاصلة (,).

- **فاصل الآلاف** --- الفاصلة (الولايات المتحدة والمملكة المتحدة واليابان)، أو النقطة (ألمانيا وإيطاليا وإسبانيا)، أو المسافة (فنلندا وفرنسا وبولندا ودول البلطيق)، أو الفاصلة العليا (سويسرا).
- **مقاس الورق** --- Letter (الولايات المتحدة وكندا والمكسيك) أو A4 (في سائر البلدان).

وانقر **حفظ** لتخزين تفضيلات اللغة والمنطقة حفظًا عامًّا. كما أن لقسم استيراد البيانات منتقيَ **لغة ومنطقة** لكل ملف على حدة، للاستيرادات العارضة التي تستعمل أعرافًا مختلفة. وتحمل قائمةُ الإعدادات المنسدلة نفسُها حقلَ **مجلد جذر regProj**، الذي ينقل شجرة المشاريع المشتركة بين mgcvUI وearthUI وglmnetUI.

> **تنبيه:** يتكيّف تنسيقُ الأعداد على محاور الرسوم وتسميات الميل تلقائيًا مع لغتك ومنطقتك. فالإعداد الألماني يستعمل النقاط للآلاف (*200.000*)، والفنلندي يستعمل المسافات (*200 000*)، والسويسري يستعمل الفواصل العليا (*200’000*). ولا تُعرض رموز العملات --- فـ*mgcvUI* محايدٌ إزاء العملة.

4 نمط التقييم

حين يكون غرض المشروع النشط **للتقييم**، يهيّئ mgcvUI نفسه لتقييم عقارٍ مفرد. وتبقى كل الخصائص الموصوفة في الفصل 3 متاحة؛ ولا يتناول هذا الفصل إلا الإضافات الخاصة بالتقييم.

1.4 معالجة صف العقار موضوع التقييم

في نمط التقييم، **يكون الصف 1 من مجموعة بياناتك هو العقار موضوع التقييم**، وسائر الصفوف مبيعاتٌ مقارِنة. ويجب أن يكون ملف إدخالك منظَّمًا على هذا النحو (انظر الفصل 2). ويمكن ترك سعر بيع العقار موضوع التقييم فارغًا أو ضبطه على أي قيمة --- إذ يعامله mgcvUI تلقائيًا معاملة القيمة المفقودة أثناء الملاءمة.

وبعد الملاءمة يولّد النموذج تنبؤاتٍ لصف العقار موضوع التقييم، وهي أساس سير عمل تعديلات RCA.

2.4 التاريخ الفعّال وعمر البيعة

في نمطَي التقييم والسوق يظهر حقل **التاريخ الفعّال** في قسم ضبط المتغيرات (وافتراضه تاريخ اليوم). فإن عيّنت عمودًا `contract_date` في قائمة ``الخاص" المنسدلة، حسب mgcvUI عمودًا باسم `sale_age` --- وهو عدد الأيام الصحيحة بين تاريخ التعاقد على كل بيعة والتاريخ الفعّال. ويُضاف هذا العمود متنبئًا.

وحين يتغيّر التاريخ الفعّال يُعاد حساب `sale_age` تلقائيًا.

3.4 تعيينات الأعمدة الخاصة

في نمطَي التقييم والسوق تظهر قائمة **الخاص** المنسدلة لكل متنبئ في جدول ضبط المتغيرات. انظر الفصل 6 للمرجع الكامل للأنواع الخاصة وآثارها.

4.4 نظرة عامة على تعديلات RCA

يحسب زرّ **حساب تعديلات RCA وتنزيلها** (ويظهر في نمطَي التقييم والسوق بعد الملاءمة) تعديلاتٍ مستمدّةً من السوق لكل مقارِنٍ نسبةً إلى العقار موضوع التقييم. وسير عمل RCA كاملًا موصوفٌ في الفصل 11.

> **تنبيه:** درجة *CQA* التي تُسنِدها إلى العقار موضوع التقييم تتحكّم في مقدار ما يُنسب إليه من توزيع البواقي. والدرجة *5.00* تضعه عند وسيط المقارنات.

5 نمط تحليل منطقة السوق

حين يكون غرض المشروع النشط **تحليل منطقة السوق**، يوفّر mgcvUI الخصائصَ الخاصة بالعقارات نفسَها التي يوفّرها نمط التقييم (الأعمدة الخاصة، وعمر البيعة)، لكنه موجَّهٌ نحو تحليل مجموعةٍ من العقارات لا نحو تقييم عقارٍ مفرد.

1.5 الفروق عن نمط التقييم

- **معالجة صف العقار موضوع التقييم مرنة** --- ففي نمط السوق لا يُعامَل الصف 1 تلقائيًا معاملة عقارٍ موضوع تقييم.
- **لا شبكة مبيعات** --- فخطوة ``توليد شبكة المبيعات وتنزيلها'' غير متاحة.

2.5 متى يُستعمل نمط السوق

يناسب نمط تحليل منطقة السوق حين تكون:

- تبني نموذجًا جمعيًا معمّمًا لحيٍّ أو منطقة سوقٍ لفهم محرّكات القيمة اللاخطية
- تحلّل كيف تؤثّر متغيراتٌ كالمساحة بالأقدام المربعة والعمر ومساحة الأرض والموقع في أسعار البيع عبر مجموعةٍ من العقارات
- تعدّ إسنادًا لتحليل ظروف السوق أو لترسيم حدود الحي
- تعمل على مجموعة بياناتٍ تريد فيها خصائص الأعمدة الخاصة (عمر البيعة) من غير أن تحتاج إلى سير عمل شبكة المبيعات

> **تنبيه:** نمط السوق مفيدٌ أيضًا لانحدار العقارات العام حين تريد خصائص الأعمدة الخاصة من غير أن تحتاج إلى سير عمل تقييم العقار المفرد.

6 انتقاء المتغيرات

القسم 4 من الشريط الجانبي --- **ضبط المتغيرات** --- هو حيث تختار أي الأعمدة يشارك في النموذج وكيف يُعامَل.

1.6 المتغير الهدف

تُدرِج قائمة **المتغير الهدف (المستجيب)** المنسدلة أعلى القسم 4 كلَّ عمودٍ عددي في مجموعة بياناتك. فاختر عمودًا واحدًا متغيرًا مستجيبًا (كسعر البيع مثلًا). ويُستبعد عمود الهدف تلقائيًا من قائمة المتنبئات.

2.6 تحويل المستجيب

أسفل منتقي الهدف تقدّم قائمة **تحويل المستجيب** المنسدلة ثلاثة خيارات:

- **بلا تحويل (خام)** --- استعمل المستجيب كما هو. وهو ملائمٌ حين تكون العلاقة بين المتنبئات والمستجيب جمعيةً تقريبًا على المقياس الأصلي.
- **اللوغاريتم الطبيعي** --- طبّق تحويل اللوغاريتم الطبيعي قبل الملاءمة. وعند التحويل العكسي تصير التعديلات نسبيةً (بالنسبة المئوية) لا مطلقةً (بالدولار). وهو مفيدٌ خصوصًا لأسعار البيع، حيث يعني تعديلٌ قدره $10,000 أشياءَ شديدة الاختلاف عند مستوياتٍ سعرية مختلفة.
- **اللوغاريتم العشري** --- طبّق تحويل اللوغاريتم للأساس 10.

> **تنبيه:** التحويل اللوغاريتمي يجعل التعديلات الزمنية نسبيةً (بالنسبة المئوية) بدل أن تكون مطلقةً (بالدولار). وفي نماذج العقارات الممتدّة على مدًى سعري واسع، كثيرًا ما تنتج التحويلات اللوغاريتمية بواقيَ أحسنَ سلوكًا.

وعند اختيار تحويلٍ لوغاريتمي تُرشَّح تلقائيًا القيمُ $0 \leq$ في المستجيب. وتُعاد كل المخرجات (التنبؤات والإسهامات والبواقي) تلقائيًا إلى المقياس الأصلي بالتحويل العكسي.

3.6 جدول المتنبئات

أسفل منتقي الهدف يُدرِج جدولٌ قابل للتمرير كلَّ عمودٍ متبقٍّ. وتستعمل أعمدةُ مربعات التأشير عناوينَ رأسية مُدارة توفيرًا للمساحة. وترتيب الأعمدة كالآتي:

العمود	الوصف
`Variable`	اسم العمود (بخطٍّ ثابت العرض، مقتطعًا بثلاث نقاط). خليةٌ محاطة بإطار.
`Type`	قائمة نوع البيانات المنسدلة: numeric، integer، character، factor، logical، Date، POSIXct. قائمةٌ منسدلة محاطة بإطار.
`Include`	مربع تأشير --- أدرِج هذا العمود متنبئًا في النموذج. بعنوانٍ رأسي.
`Factor`	مربع تأشير --- عامِله عاملًا فئويًا (ينشئ معاملًا لكل مستوى). بعنوانٍ رأسي.
`Linear`	مربع تأشير --- افرض علاقةً خطية (بلا ملساء، مجرّد βx). بعنوانٍ رأسي.
`Special`	قائمة منسدلة (في نمطَي التقييم والسوق فقط) --- انظر مرجع أنواع الأعمدة الخاصة أدناه. قائمةٌ منسدلة محاطة بإطار.
`NAs`	عدد القيم المفقودة ونسبتها المئوية، بترميزٍ لوني: أحمر ($\geq 50\%$)، وبرتقالي ($\geq 20\%$)، ورمادي (> 0). خليةٌ محاطة بإطار.

العَولمة في مقابل الملساء في مقابل الخطية: تحصل المتغيرات العددية المُدرَجة افتراضًا على حدٍّ أملس $f(x)$. وتأشيرُ **العامل** ينشئ حدًّا فئويًا (معاملًا لكل مستوى). وتأشيرُ **الخطية** ينشئ حدًّا خطيًا بسيطًا βx بدل الملساء. أما المتغيرات المؤشَّرة عاملًا وخطيةً معًا فتُعامَل معاملة العامل.

4.6 رصد أنواع البيانات وتجاوزه

يرصد mgcvUI أنواع البيانات تلقائيًا عند الاستيراد. فيتعرّف الأعمدة العددية والصحيحة والمنطقية والعاملية وأعمدة التواريخ. ويمكنك تجاوز أي رصدٍ بتغيير قائمة **النوع** المنسدلة. وتغييرُ الأنواع يؤثّر في كيفية معاملة العمود في النموذج.

5.6 مرجع أنواع الأعمدة الخاصة

في نمطَي التقييم والسوق توفّر قائمة **الخاص** المنسدلة الخيارات الآتية:

الترجيح:

- `weight` --- عمود وزن المشاهدة (ولا يُسمح إلا بواحد؛ وتُستبعد من الملاءمة الصفوفُ ذات الوزن 0)

أنواع التاريخ والوقت:

- `contract_date` --- يستدعي الحساب التلقائي لـ`sale_age` من التاريخ الفعّال
- `sale_age` --- يعرّف عمود عمر بيعةٍ محسوبًا مسبقًا (الأيام من التاريخ الفعّال)، ويُستعمل كما هو
- `listing_date` --- يُستعمل احتياطيًا لحساب أيام العرض في السوق
- `dom` --- يعرّف عمود أيام العرض في السوق

نوع السجل:

- `sale_type` --- يعرّف عمود نوع السجل الذي يميّز العقار موضوع التقييم من المبيعات المقارِنة

الأنواع النقدية:

- `concessions` --- يعرّف التنازلات البيعية (ائتمانات البائع، وحوافز المشتري، وغيرها)

أنواع الحجم والموقع:

- `latitude` --- تُقرَّب القيم تلقائيًا إلى ثلاث منازل عشرية
- `longitude` --- المعاملة نفسها في التقريب كخط العرض
- `area` --- معرّف منطقة السوق أو الحي
- `living_area` --- يتيح حسابات البواقي للقدم المربعة (`residual_sf` و`cqa_sf`)
- `lot_size` --- عمود مساحة الموقع
- `site_dimensions` --- يُجمَّع مع مساحة الأرض

أنواع العمر:

- `actual_age` --- عمود عمر العقار
- `effective_age` --- العمر الفعّال للعقار

أنواع العرض:

- `display_only` --- يُدرَج العمود في تصديرات Excel لكنه يُستبعد من ملاءمة النموذج بالكامل. استعمل هذا لحقول العناوين، أو أرقام MLS، أو معرّفات القطع، أو غيرها من البيانات المرجعية.

> **تنبيه:** الأعمدة المعيَّنة `display_only` تبقى في مجموعة بياناتك وتظهر في تصدير *Excel*، لكنها تُستبعد من جدول المتنبئات بالكامل. استعمل هذا لأعمدة المعرّفات، أو العناوين، أو غيرها من الحقول المرجعية.

7 انتقاء المعاملات

القسم 5 من الشريط الجانبي --- **معاملات استدعاء Mgcv** --- يتيح الوصول إلى كل خيارات ضبط النموذج الجمعي المعمّم. ولكل معاملٍ أيقونة مساعدةٍ زرقاء (؟) تحمل شرحًا في تلميحٍ منبثق.

1.7 الإعدادات المسبقة للمعاملات

تقدّم قائمةٌ منسدلة في الأعلى إعدادين مسبقين يضبطان افتراضاتٍ معقولة لسيرَي عملٍ شائعين:

الإعداد المسبق	الأساس	الإعدادات
مستقلّ (الاستكشاف)	tp (الصفيحة الرقيقة)	k تلقائي (10)، وغاما 1.2 =، و`select = TRUE`
خطّ Earth (الصقل)	cr (الانحدار التكعيبي)	k تلقائي (10)، وغاما 1.4 =، و`select = TRUE`

ويُنتقى الإعداد المسبق **خطّ Earth** تلقائيًا عند استيراد عُقد earthUI. وأساسُ شرائح الانحدار التكعيبية (`cr`) لازمٌ لدمج عُقد earth، لأنه يتيح تحديد مواضع عُقدٍ بعينها.

2.7 العائلة

اختر عائلة التوزيع لمتغيرك المستجيب:

العائلة	حالة الاستعمال
gaussian	المستجيبات المتصلة (كسعر البيع). وهي الأشيع.
Gamma	المستجيبات المتصلة الموجبة التي يتناسب تباينها مع المتوسط.
poisson	بيانات العدّ (كعدد المبيعات).
binomial	النتائج الثنائية.
inverse.gaussian	البيانات الموجبة الشديدة الالتواء يمينًا.

3.7 الطريقة

طريقة تقدير معامل التنعيم:

الطريقة	الوصف
REML	الأرجحية العظمى المقيَّدة (الافتراض، ومُوصى بها). وهي الأحصنُ إزاء فرط الملاءمة.
GCV.Cp	التحقق المتقاطع المعمَّم. وينزع إلى انتقاء نماذجَ أعقدَ قليلًا.
ML	الأرجحية العظمى. شبيهةٌ بـREML لكنها قد تُقصّر في التنعيم.
P-REML	صيغة بيرسون من REML.
P-ML	صيغة بيرسون من ML.
GACV.Cp	التحقق المتقاطع التقريبي المعمَّم.

4.7 غاما (مُضاعِف التنعيم)

يضرب المعامل غاما درجاتِ الحرية الفعّالة في معيار التنعيم، فيشجّع ملاءماتٍ أكثر ملاسةً (أقلّ تموّجًا). والافتراض 1.2.

القيمة	الأثر
1.0	تنعيمٌ معياري
1.2–1.4	أملسُ قليلًا من الافتراض (مُوصى به)
2.0+	أملسُ بكثير --- ملائمٌ للبيانات المشوَّشة أو العينات الصغيرة

وقيم غاما الأعلى تحرس من فرط الملاءمة بأن تجازي التعقيد مجازاةً أشدّ. ويستعمل الإعداد المسبق ``خطّ Earth" القيمة 1.4 لمزيدٍ من التنعيم عند صقل عُقد earth.

5.7 التحقق المتقاطع

حين يكون مؤشَّرًا (وهو الافتراض)، يجري mgcvUI تحققًا متقاطعًا بعشر طيّات بعد الملاءمة لحساب R تربيع بالتحقق المتقاطع. وهذا يعطي تقديرًا أمينًا للقدرة التنبؤية خارج العيّنة.

6.7 Select (التقليص)

حين يكون مؤشَّرًا (وهو الافتراض)، يضيف جزاءً إضافيًا إلى كل حدٍّ أملس يستطيع تقليصه إلى الصفر. وهذا يتيح انتقاءً تلقائيًا للمتغيرات --- إذ تُزال فعليًا من النموذج الحدودُ الملساء غير المهمة. ويُنفَّذ عبر `select = TRUE` في `gam()`.

7.7 الأساس الافتراضي

نوع دالة أساس الشريحة للحدود الملساء:

الأساس	الاسم الكامل	الوصف
tp	شريحة الانحدار ذات الصفيحة الرقيقة	الافتراض. ومتماثلة المناحي (لا تحتاج إلى وضع عُقد). وخيارٌ عام جيد.
cr	شريحة الانحدار التكعيبية	تتيح وضع العُقد صراحةً. ولازمةٌ لدمج عُقد earth.
ps	شريحة P	أساس شرائح B متساوي التباعد بجزاء فروق. وكفءٌ حسابيًا.
bs	شريحة B	أساس شرائح B مرن.

8.7 قيمة k الافتراضية (بُعد الأساس)

يتحكّم بُعد الأساس k في أقصى تموّجٍ لكل ملساء. والقيمة 0 (وهي الافتراض) تعني ``تلقائي" --- فيستعمل mgcvUI القيمة $k = 10$ أو عدد عُقد earth، أيّهما أنسب.

- **k صغيرة (5–3)**: منحنياتٌ شديدة الملاسة، تكاد تكون خطية.
- **k متوسطة (15–8)**: مرونةٌ معتدلة (وتكفي عادةً).
- **k كبيرة (+20)**: مرونةٌ عالية جدًا --- مع خطر فرط الملاءمة من غير انتظامٍ قوي.

> **تنبيه:** تخبرك درجاتُ الحرية الفعّالة (*EDF*) في لسان الملخّص بعدد درجات الحرية التي تستعملها كل ملساء فعلًا. فإن قاربت *EDF* القيمةَ $k - 1$، فقد يكون الأساس أصغرَ ممّا ينبغي --- فزِد k. وإن كانت *EDF* أقلَّ بكثير من k، فالملساء مُجازاةٌ جيدًا.

9.7 نوع الموتر

للتفاعلات بين المتغيرات المتصلة، يتاح نوعان من الجداءات الموترية:

النوع	الدالة	الوصف
ti	`ti(x1, x2)`	التفاعل الموتري --- ينمذج أثر التفاعل وحده، وتتولّى حدودُ `s()` أحاديةُ المتغير الآثارَ الرئيسة على حدة. ويُفضَّل لقابلية التفسير.
te	`te(x1, x2)`	الجداء الموتري --- ينمذج الأثر المشترك كاملًا بما فيه الآثار الرئيسة. ويصعب تفكيكه لتعديلات RCA.

10.7 التفاعلات المسموح بها

يعرض قسمٌ قابل للطي باسم **التفاعلات المسموح بها** مصفوفةَ مربعات تأشيرٍ مثلثية علوية لكل المتنبئات الملساء المُدرَجة (غير الخطية وغير العاملية). ويفعّل كل مربع تأشيرٍ ملساءَ جدائيةً موترية بين زوج المتغيرات المقابل.

- **السماح بالكل / مسح الكل** --- زرّا تبديلٍ جماعي.
- **انقر اسم متغير** --- بدِّل كل تفاعلات ذلك المتغير.
- **انقر بالزرّ الأيمن على اسم متغير** --- ``المنع من الأثر الرئيس" --- يعلّم المتغير للاستعمال في التفاعل وحده (بلا ملساءٍ أحادية المتغير).

وحين تُستورد عُقد earthUI، تُؤشَّر مسبقًا التفاعلاتُ التي رصدها earth وتُقفل (مُعلَّمةً بخلفيةٍ صفراء). وإن كان نموذج earth قد استعمل الدرجة 1 = (بلا تفاعلات)، عُرضت رسالةٌ إعلامية.

> **تحذير**
>
> تفعيل التفاعلات الموترية يزيد تعقيد النموذج زيادةً كبيرة. فاستعمل التفاعلات حين تكون لديك معرفةٌ بالمجال أو بيّنةٌ رصدها earth تسندها. وتحقّق من أن التعديلات الناتجة معقولةٌ وقابلة للشرح.

11.7 تفاعلات العامل مع الملساء

تظهر مصفوفةٌ منفصلة باسم **تفاعلات العامل مع الملساء** حين تُدرَج متغيراتٌ عاملية وملساء معًا. وينشئ كل مربع تأشيرٍ حدًّا من الصورة `s(x, by = factor)` --- أي منحنًى أملسَ منفصلًا لكل مستوى من مستويات العامل.

12.7 المعاملات المتقدمة

يعرض قسمٌ قابل للطي باسم ``متقدم" إعداداتٍ إضافية:

- **المُحسِّن** --- خوارزمية تقدير معامل التنعيم: `outer/newton` (الافتراض)، أو `outer/bfgs`، أو `efs` (فلنر-شال الموسَّعة).
- **المقياس** --- معامل المقياس. و0 (الافتراض) تعني التقدير من البيانات. واضبطه على قيمةٍ معلومة في النماذج ثابتة المقياس.
- **طريقة المتغيرات المرافقة المنفصلة** --- ملاءمةٌ سريعة بالتقطيع لمجموعات البيانات الكبيرة (`discrete = TRUE`).
- **الخيوط** --- عدد الخيوط المتوازية (1–32). ولا يكون فعّالًا إلا حين `discrete = TRUE`.

8 ملاءمة النموذج

1.8 زرّ الملاءمة

يحتوي القسم 6 من الشريط الجانبي على زرّ **ملاءمة نموذج Mgcv GAM**. ونقره يشغّل النموذج بضبطك الحالي.

2.8 ماذا يجري أثناء الملاءمة

حين تنقر ``ملاءمة" يقوم mgcvUI بما يأتي:

1. **يتحقّق من صحة الضبط** --- فيتأكّد من وجود متنبئٍ واحد على الأقل وعشرة صفوفٍ كاملة على الأقل. ويحذّر إن كان أقلّ من 50% من الصفوف كاملًا (مُدرِجًا الأعمدة المسؤولة عن معظم القيم المفقودة).
2. **يهيّئ البيانات** --- فيقصرها على الأعمدة ذات الصلة بالنموذج وحدها، ويحذف الصفوف ذات القيم المفقودة، ويطبّق الأوزان (إن عُيِّنت)، ويستبعد صف العقار موضوع التقييم (في نمط التقييم)، ويطبّق تحويلات المستجيب.
3. **يبني صيغة النموذج الجمعي المعمّم** --- فينشئ حدودًا ملساء `s(x, bs="cr", k=10)` للمتنبئات العددية، وحدودًا عاملية للفئوية، وحدودًا خطية للمتغيرات المعلَّمة بالخطية، وجداءاتٍ موترية للتفاعلات المختارة. وتُضمَّن عُقد earth مواضعَ عُقدٍ صريحة في حدود الأساس `cr`.
4. **يعالج الحالات الحدّية** --- فيُسقط المتغيرات الثابتة، ويحوّل المتنبئات الثنائية إلى عوامل، ويحدّ k بعدد القيم المتمايزة ناقصًا واحدًا، ويزيد عُقد earth بكمّيات البيانات حين يلزم مزيدٌ من العُقد.
5. **يلائم النموذج الجمعي المعمّم** --- فيستدعي `mgcv::gam()` بالصيغة المبنيّة والعائلة والطريقة وغاما و`select` وسائر المعاملات.
6. **يجري التحقق المتقاطع** (إن كان مفعَّلًا) --- بعشر طيّاتٍ لحساب R تربيع خارج العيّنة.
7. **يحدّث كل ألسنة النتائج** --- فتُملأ ألسنة الملخّص والمعادلة ورسوم الإسهام والتشخيصات وسائر الألسنة.

3.8 الملاءمة في الخلفية وتتبّع التقدّم

حين تكون حزمة `callr` متاحة، تجري ملاءمة النموذج في عمليةٍ خلفية فيبقى التطبيق مستجيبًا. وتعرض طبقةُ تقدّمٍ داكنة على هيئة طرفيّة:

- **مؤقّتًا** يعرض الثواني أو الدقائق المنقضية.
- **سجلّ تتبّعٍ مرمَّزًا بالألوان**: أزرق للحالة، وأصفر لتقدّم طيّات التحقق المتقاطع، وأحمر للأخطاء، وأخضر للنتائج.
- زرّ **إجهاض** لقتل عملية الملاءمة عند الحاجة.
- زرّ **إغلاق** يظهر بعد الإتمام.

وإن لم تكن `callr` متاحة، جرت الملاءمة تزامنيًا (فيتجمّد التطبيق حتى تكتمل).

وبعد الملاءمة بنجاح تظهر علامةُ تأشيرٍ بيضاء على زرّ الملاءمة، ويعرض سطرُ حالةٍ: ``R-sq = X, CV R-sq = X, Dev = X%, AIC = X, n = X".

9 ألسنة النتائج

1.9 البيانات

يعرض البيانات المستوردة في جدول DataTable تفاعلي بتمريرٍ أفقي وخمسة عشر صفًّا في الصفحة. وفي نمطَي التقييم والسوق يُقسَم اللسان إلى جدول **العقار موضوع التقييم** (الصف 1) وجدول **المبيعات المقارِنة** (بقية الصفوف)؛ أما في النمط العام فيُعرض جدولٌ واحد.

وتُبقى كل خليةٍ في سطرٍ واحد وتُقتطع إلى عرض العمود، كي لا تمدّ الحقولُ النصّية الحرّة العريضة (كملاحظات العقار) صفًّا على امتداد الصفحة. والنقرةُ المفردة تحدّد صفًّا؛ و**انقر نقرًا مزدوجًا على أي خلية** لفتح نافذةٍ منبثقة تعرض محتواها كاملًا غير مقتطع.

2.9 المعادلة

يعرض النموذج الجمعي المعمّم المُلائَم في جزأين:
معادلة النموذج (مُصيَّرةً بـMathJax):

- يعرض الطرف الأيسر المستجيبَ بتحويله المناسب (اللوغاريتم الطبيعي أو العشري) ودالةِ الربط.
- ويعرض الطرف الأيمن قيمةَ الحدّ الثابت، والحدودَ الملساء على الصورة (المتغير)f_i، والحدودَ العاملية مجمَّعةً بحسب المتغير مع أعداد المستويات، والحدودَ الخطية بقيم معاملاتها.
- وتُعرض العائلة والطريقة فوق المعادلة.

جدول **تعريفات الدوال الملساء**:

- نصّ صيغة الحدّ (مثل `s(living_sqft, bs="cr", k=8)`)
- اسم المتغير
- النوع (s أو te أو ti أو خطي)
- نوع دالة الأساس
- قيمة k
- مواضع عُقد earth (إن استُوردت)

3.9 الملخّص

ست بطاقات مقاييس معروضة في الأعلى:

- **R تربيع** --- نسبة الانحراف المفسَّر
- **R تربيع بالتحقق المتقاطع** --- (إن كان التحقق المتقاطع مفعَّلًا)
- **نسبة الانحراف المفسَّر** --- النسبة المئوية من الانحراف المفسَّر
- **AIC** --- معيار أكايكي المعلوماتي
- **n** --- عدد المشاهدات المستعملة
- **الملساوات** --- عدد الحدود الملساء

وأسفل البطاقات:

- **جدول الحدود الملساء** --- الحدّ، ودرجات الحرية الفعّالة (EDF)، ودرجات الحرية المرجعية، وإحصاء F، وقيمة p
- **جدول الحدود المعلمية** --- الحدّ، والتقدير، والخطأ المعياري، وقيمة t، وقيمة p

4.9 أهمية المتغيرات

رسمٌ شريطي أفقي يبيّن الأهمية النسبية لكل حدٍّ في النموذج:

- **الحدود الملساء**: مرتَّبةً بإحصاء F (أشرطة زرقاء)
- **الحدود المعلمية**: مرتَّبةً بقيمة $|t|$ (أشرطة خضراء)

وأسفل الرسم يعرض جدول DataTable الحدَّ والنوع ودرجات الحرية الفعّالة والإحصاء وقيمة p، مرتَّبةً تنازليًا بالإحصاء.

5.9 رسوم الإسهام

لكل حدٍّ في النموذج يُسهم في القيمة المتنبأ بها رسمُ إسهامٍ تفاعلي بـplotly، يُعرض في بطاقةٍ محاطة بإطار. ويعرض اللسان رسومًا لكل أنواع الحدود:

1.5.9 الحدود الملساء أحادية المتغير --- $s(x)$

- **خطٌّ أزرق** بشريط ثقةٍ 95%
- **نقاط انتشارٍ رمادية** تبيّن البواقي الجزئية (في النماذج غير المحوَّلة لوغاريتميًا)
- **خطوطٌ رأسية حمراء متقطّعة** عند مواضع عُقد earth (إن استُورد earth)
- **تلميح التحويم**: قيمة المتغير، والإسهام (بالدولار)، وفترة الثقة 95%، والمعدّل (الميل لكل وحدة)

وفي **النماذج المحوَّلة لوغاريتميًا**، يُعاد المحور الرأسي بالتحويل العكسي إلى إسهاماتٍ بالدولار وفق الصيغة $\bar{y} \times (e^{f(x)} - 1)$، فتصير المنحنيات قابلةً للتفسير بالدولار مباشرةً.
وفي متغيرَي **خط العرض وخط الطول** يُعرض الميل لكل 0.001 درجة لا لكل درجة، لأن ذلك زيادةٌ جغرافية أدلّ.

2.5.9 حدود العامل مع الملساء --- $s(x, \mathbf{by} = \mathbf{factor})$

خطٌّ ملوَّن لكل مستوى من مستويات العامل، مركَّبةً كلها في رسمٍ واحد. وهو مفيدٌ لرؤية كيف يتفاوت أثر متنبئٍ عبر المجموعات (كالأحياء المختلفة).

3.5.9 حدود التفاعل --- $ti(x_1, x_2)$ و$te(x_1, x_2)$

خريطةٌ حرارية تبيّن سطح الإسهام ثنائي الأبعاد. وتدرّج الألوان: أحمر (سالب) → أبيض (صفر) → أزرق (موجب). ويعرض التحويم قيمتَي المتغيرين ومقدار الإسهام.

4.5.9 الحدود المعلمية --- الخطية والعاملية

- **الحدود الخطية العددية**: رسم انتشارٍ لنقاط البيانات مع خط الملاءمة مركَّبًا عليه
- **الحدود العاملية**: رسمٌ شريطي يبيّن متوسط الإسهام لكل مستوى من مستويات العامل

6.9 الارتباط

مصفوفةٌ حرارية تبيّن ارتباطات بيرسون بين كل المتنبئات العددية. وهي متاحةٌ فور استيراد البيانات --- من غير حاجةٍ إلى ملاءمة نموذج.

- تدرّج الألوان: أزرق (-1) → أبيض (0) → أحمر $(+1)$
- قيم الارتباط مطبوعةٌ في كل خلية
- مفيدةٌ في التعرّف على التقوّس المشترك (نظير التعدّد الخطي في الحدود الملساء) قبل الملاءمة

7.9 التشخيصات

مجموعتان من التصويرات التشخيصية:
لوحة التشخيص (عبر `gratia::appraise`): أربعة رسوم --- البواقي في مقابل القيم المُلائَمة، ورسم Q-Q، والمدرَّج التكراري للبواقي، والمستجيب في مقابل القيم المُلائَمة.
ورسم انتشار **الفعلي في مقابل المتنبأ به**: القيم المرصودة في مقابل المتنبأ بها مع خط إسنادٍ متقطّع بزاوية 45 درجة. وفي النماذج المحوَّلة لوغاريتميًا تُعاد القيم بالتحويل العكسي إلى المقياس الأصلي.

8.9 تعديلات RCA

ثلاثة مدرَّجاتٍ تكرارية تُعرض بعد حساب RCA (في نمطَي التقييم والسوق فقط):

- **نسبة تعديل الباقي** --- توزيع تعديلات الباقي بوصفها نسبةً مئوية من سعر البيع
- **نسبة صافي التعديل** --- توزيع صافي التعديلات
- **نسبة التعديل الإجمالي** --- توزيع التعديلات الإجمالية

ويعرض كل مدرَّجٍ المتوسطَ والوسيطَ والانحرافَ المعياري في عنوانه الفرعي، مع خطَّي إسنادٍ متقطّعين للمتوسط والوسيط.

9.9 تحليل التباين

جدول تحليل تباينٍ مجمَّع يدمج الحدود المعلمية والملساء من ملخّص النموذج الجمعي المعمّم. ويعرض الحدَّ والنوع (معلمي أو أملس) وكل الإحصاءات المرتبطة به.

10.9 مخرجات Mgcv

مخرجاتٌ نصّية خام تبيّن:

- توقيت الملاءمة
- صيغة النموذج الجمعي المعمّم
- مخرجات طباعة النموذج
- مخرجات `summary(model)` كاملةً
- العائلة ودالة الربط
- مقاييس التقوّس المشترك الإجمالية

11.9 فحص الإشارة

حين تُستورد عُقد earthUI، يقارن هذا اللسان اتجاه كل متغير في نموذج earth باتجاهه في النموذج الجمعي المعمّم:

- **earth_direction**: متزايد، أو متناقص، أو مختلط (بناءً على إشارات دوال المفصلة)
- **gam_direction**: متزايد، أو متناقص، أو مختلط (مُقدَّرًا من مشتقّة الملساء على شبكةٍ من مئة نقطة)
- **consistent**: FALSE/TRUE
- **warning**: وصف أي عدم تطابق

ويعرض سطر حالةٍ ``كل الاتجاهات متسقة'' أو عددَ المتغيرات التي فيها عدم اتساق.

12.9 التقوّس المشترك

التقوّس المشترك نظيرُ التعدّد الخطي في الحدود الملساء. ويعرض هذا اللسان:

- **جدول التقوّس المشترك الإجمالي**: صفوفٌ لمقاييس الأسوأ والمرصود والمقدَّر، وأعمدةٌ لكل حدٍّ أملس. بترميزٍ لوني: أبيض (أقل من 0.5)، وأصفر (0.8–0.5)، وأحمر (أكثر من 0.8).
- **جدول التقوّس المشترك الثنائي**: مصفوفة أسوأ الحالات الثنائية بالترميز اللوني نفسه.

والقيم التي تتجاوز نحو 0.8 في صف ``الأسوأ'' تدلّ على أن ملساءً ما يمكن تقريبها تقريبًا جيدًا بسائر الملساوات، وهو ما يوحي بالتكرار.

13.9 فحص الأساس

مخرجات `mgcv::gam.check()`: اختبارات كفاية بُعد الأساس لكل حدٍّ أملس. فإن كانت k لملساءٍ ما أصغرَ ممّا ينبغي، علّمها هذا الاختبار بقيمة p منخفضة، موحيًا بأن عليك زيادة k.

10 تنزيل البيانات

بعد الملاءمة يصدّر زرّ **تنزيل المخرجات (Excel)** (القسم 7 من الشريط الجانبي) ملفَّ Excel فيه التنبؤات والتشخيصات إلى مجلد مخرجات mgcv في المشروع النشط.

1.10 أعمدة المخرجات

العمود	الوصف
`basis`	قيمة الحدّ الثابت بعد التحويل العكسي (واحدة لكل الصفوف)
`<var>_contribution`	إسهام كل حدٍّ أملس في التنبؤ. وفي النماذج اللوغاريتمية يُوزَّع تناسبيًا على قيمٍ بالدولار.
`est_<target>`	تنبؤ النموذج (مثل `est_sale_price`)، مُعادًا بالتحويل العكسي من المقياس اللوغاريتمي عند الاقتضاء
`residual`	الفعلي − المتنبأ به
`calc_residual`	للتحقق: الفعلي − مجموع الإسهامات (بعد التحويل العكسي)
`cqa`	درجة الحالة والجودة والجاذبية (CQA) على مقياس 0–10
`residual_sf`	الباقي / مساحة المعيشة (إن عُيّن `living_area`)
`cqa_sf`	درجة CQA محسوبةً من الترتيب عبر `residual_sf`

وفي نمط التقييم يكون الصف 1 (العقار موضوع التقييم) بقيمٍ مفقودة في `residual` و`cqa` و`cqa_sf`. وتُرتَّب الصفوف تنازليًا بـ`residual_sf` حين يكون عمود `living_area` معيَّنًا.
وتظهر علامةُ تأشيرٍ بيضاء على زرّ التنزيل بعد الإتمام بنجاح.

2.10 درجات CQA

ترتّب CQA باقيَ كل صفٍّ في مقابل سائر الصفوف على مقياس 0–10:

- **CQA مرتفعة (نحو 9–10)**: بيع بأكثر بكثير ممّا تنبّأ به النموذج --- والأرجح أن حالته أو جودته أو جاذبيته متفوّقة
- **CQA منخفضة (نحو 0–1)**: بيع بأقل بكثير ممّا تنبّأ به النموذج --- والأرجح أن حالته أدنى أو أن البيعة اضطرارية
- **CQA نحو 5**: قريبٌ من الوسيط

11 حسابات RCA وتنزيلها

سير عمل RCA (منهج قيد البواقي) متاحٌ في نمطَي **التقييم** و**تحليل منطقة السوق**، بعد ملاءمة النموذج. ويجب أن يكون العقار موضوع التقييم في الصف 1.

1.11 فتح حوار RCA

انقر زرّ **حساب تعديلات RCA وتنزيلها** في القسم 8 من الشريط الجانبي. فيظهر حوارٌ مشروط فيه:

- **نوع الدرجة**: CQA أو CQA للقدم المربعة (إن عُيّن `living_area`). ويقيس خيار القدم المربعة باقيَ العقار موضوع التقييم بمساحة المعيشة.
- **درجة CQA للعقار موضوع التقييم**: تقبل قيمًا من 0.00 إلى 10.00. ويبدأ الحقل فارغًا؛ فإن كان قد استُورد نموذج earthUI، نُقل إليه نوعُ الدرجة وقيمتُها اللذان استعملتهما في earthUI من إعدادات المشروع المشتركة.

وانقر **توليد** للحساب والتنزيل. ويُكتب ملف Excel في مجلد مخرجات mgcv بالمشروع النشط (`<os>_out_mgcv`).

2.11 استكمال درجة CQA

1. تُرتَّب درجات CQA للمقارنات وبواقيها
2. ويطبّق استكمالٌ خطي (`approx()`) قيمةَ CQA التي أدخلتها على باقٍ
3. قيمة العقار موضوع التقييم = تنبؤ النموذج + الباقي المستكمَل
4. وتُعامَل الصفوف ذات الوزن 0 كأن باقيها هو باقي العقار موضوع التقييم نفسه

3.11 أعمدة المخرجات

العمود	الوصف
`subject_value`	تنبؤ النموذج + الباقي المستكمَل
`subject_cqa`	درجة CQA التي أدخلها المستعمل
`<var>_adjustment`	إسهام العقار موضوع التقييم − إسهام المقارِن (بالدولار)
`residual_adjustment`	باقي العقار موضوع التقييم − باقي المقارِن
`net_adjustments`	مجموع كل التعديلات
`gross_adjustments`	مجموع القيم المطلقة للتعديلات
`residual_adj_pct`	تعديل الباقي بوصفه نسبةً مئوية من سعر البيع
`net_adj_pct`	صافي التعديلات بوصفه نسبةً مئوية من سعر البيع
`gross_adj_pct`	التعديلات الإجمالية بوصفها نسبةً مئوية من سعر البيع
`adjusted_sale_price`	سعر البيع الفعلي + صافي التعديلات

وتظهر علامةُ تأشيرٍ بيضاء على الزرّ بعد الحساب بنجاح.

12 شبكة المقارنة بالمبيعات

شبكة المقارنة بالمبيعات متاحةٌ في نمط **التقييم** وحده، بعد حساب تعديلات RCA. وهي تولّد مصنَّف Excel مُنسَّقًا صالحًا للإدراج في تقارير التقييم.

1.12 حوار انتقاء المقارنات

نقرُ زرّ **توليد شبكة المبيعات وتنزيلها** يفتح حوارًا مشروطًا يُدرِج كل المبيعات المقارِنة. وتُقسَم المقارنات إلى مجموعتين:

- **المقارنات المُوصى بها** (مؤشَّرة مسبقًا): التعديل الإجمالي $< 25\%$ من سعر البيع، مرتَّبةً بعمر البيعة (الأحدث أولًا). وبحدٍّ أقصى ثلاثون مقارِنًا.
- **المقارنات الأخرى** (بلا تأشيرٍ افتراضًا): بقية المقارنات، مرتَّبةً بنسبة التعديل الإجمالي.

واختر مقارناتك، ثم انقر **توليد شبكة المبيعات** لإنشاء المصنَّف.

الأنواع الخاصة المطلوبة: يجب تعيين `contract_date` و`living_area`. **والأنواع الخاصة المُوصى بها**: `latitude`، و`longitude`، و`lot_size` --- فالشبكة تعمل من دونها لكن بعض الحقول يبقى فارغًا.

2.12 تخطيط المصنَّف

يحتوي المصنَّف المولَّد على أوراقٍ متعددة، تحمل كلٌّ منها ثلاثة مقارنات جنبًا إلى جنب:

- **صفوف الترويسة**: عناوين العقار موضوع التقييم والمقارنات، وأسعار البيع، وتواريخ البيع، وأيام العرض في السوق
- **الصفوف المجمَّعة**: الموقع (خط العرض، وخط الطول، والمنطقة)، ومساحة الموقع (مساحة الأرض، وأبعاد الموقع)، والعمر (العمر الفعلي، والعمر الفعّال)، بعناوين مجموعاتٍ وبنودٍ فرعية
- **صفوف متغيرات النموذج**: صفٌّ لكل حدٍّ أملس، يبيّن إسهام العقار موضوع التقييم وإسهامات المقارنات ومقادير التعديل
- **صفوف الخصائص الباقية**: خلايا فارغة غير مقفلة لإدخال المُقيّم في الخصائص التي لم يلتقطها النموذج (كالحالة والجودة والإطلالة)
- **صفوف الملخّص**: نسبة صافي التعديل، ونسبة التعديل الإجمالي، وسعر البيع المعدَّل، بمعادلات Excel حيّة

3.12 حماية الأوراق وخلايا البواقي

تُحمى كل ورقةٍ منعًا للتحرير العرَضي، غير أن خلايا قيم الخصائص الباقية مفتوحةٌ صراحةً. وهذا يتيح للمُقيّمين إدخال قيمٍ للخصائص غير الموجودة في النموذج مع الحفاظ على حسابات التعديل المسوقة بالمعادلات.

13 تنزيل التقارير

توليدُ التقرير سيرُ عمل Quarto من خطوتين، حلّ محلّ التقرير ذي الخطوة الواحدة في الإصدارات السابقة.

1.13 الخطوة 1: توليد تقرير Quarto

يكتب زرّ **توليد تقرير Quarto** (المتاح بعد ملاءمة النموذج) حزمةَ `qmd/`. مكتفيةً بذاتها في مجلد مخرجات mgcv بالمشروع النشط. وتحمل الحزمة مصدر Quarto، وملفات الرسوم المُصيَّرة مسبقًا (PNG وPDF)، وحمولةً `report_data.rds` فيها كل الجداول وبيانات النموذج الوصفية، وقالبَ نمطٍ `reference.docx` لمخرجات Word. ولأن الحزمة مكتفيةٌ بذاتها، يمكنك تحرير مصدر `qmd/` أو دمجه مع مستندات Quarto أخرى قبل التصيير.

وتُصيَّر الرسوم مسبقًا عند توليد الحزمة؛ فإن أخفق رسمٌ منفرد، كُتبت صورةٌ نائبة وتولَّدت بقية الحزمة طبيعيًا.

2.13 الخطوة 2: تحويل تقرير Quarto

يصيّر قسم **تحويل تقرير Quarto** ملفَّ `qmd/`. إلى صيغة مخرجاتٍ واحدة أو أكثر عبر `quarto::quarto_render()`. ويشير افتراضيًا إلى آخر حزمةٍ مولَّدة، لكن زرّ **الاستعراض** يتيح لك اختيار أي ملف `qmd/*.qmd`. وتتاح ثلاث صيغ:

- **HTML** --- مستند HTML مكتفٍ بذاته. يعمل على كل المنصّات من غير برمجياتٍ إضافية. وهو الافتراض المُوصى به.
- **Word (`.docx`)** --- مُصيَّرٌ بقالب النمط `reference.docx` المرفق. مناسبٌ للتحرير والتوزيع.
- **PDF** --- **يقتضي تنصيبًا لـLaTeX** (انظر متطلبات النظام أدناه). فإن لم يُرصد LaTeX، أُخفي خيار PDF تلقائيًا من مربعات تأشير الصيغ.

ويبقى المُصيِّران القديمان ذوا الخطوة الواحدة، `render_gam_report()` و`export_gam_docx()`، متاحين للاستعمال البرمجي.

3.13 محتويات التقرير

يتضمّن التقرير المولَّد:

- **مجموعة البيانات والنموذج**: ملف البيانات، وحجم العيّنة، والعائلة، والطريقة، ومعلومات الملاءمة
- **ملخّص النتائج**: R^2، وR^2 للتحقق المتقاطع، والانحراف المفسَّر، وAIC، وما يتصل بها من مقاييس الملاءمة
- **معادلة النموذج**: معادلة النموذج بترميز f_i للحدود الملساء وبمعاملاتٍ صريحة للحدود الخطية، مع تعريفات الدوال الملساء. وتلتفّ المعادلات الطويلة على أسطرٍ متعددة في PDF.
- **جداول الملخّص**: الحدود الملساء (درجات الحرية الفعّالة، وF، وقيمة p) والحدود المعلمية (التقدير، والخطأ المعياري، وt، وقيمة p)
- **التفاعلات المفعَّلة**: مصفوفةٌ بحدود التفاعل الموترية وتفاعلات العامل مع الملساء المُدرَجة في النموذج (ولا تُعرض إلا عند وجود تفاعلات)
- **أهمية المتغيرات**: رسمٌ شريطي مرتَّب بإحصاء F (للحدود الملساء) أو بقيمة $|t|$ (للمعلمية)
- **الآثار الملساء** (لكل أنواع الحدود):
  - رسوم الملساوات أحادية المتغير (نسخٌ ساكنة بـggplot2 من الرسوم التفاعلية)
  - رسوم العامل مع الملساء المتعددة الخطوط
  - الخرائط الحرارية للتفاعلات (حدّا ti وte)
  - رسوم الحدود المعلمية (انتشارٌ للعددية، ورسمٌ شريطي للعاملية)
- الخريطة الحرارية لـ**ارتباطات المتنبئات**
- **التشخيصات**: تشخيصات البواقي وانتشار الفعلي في مقابل المتنبأ به
- **ملخّص mgcv**: المخرجات النصّية الكاملة للنموذج المُلائَم
- **ملحق الترميز**: قسمٌ ختامي غير مرقّم يشرح ترميز دالة إسهام القيمة المستعمل في التقرير

وتظهر علامةُ تأشيرٍ بيضاء على زرّ توليد تقرير Quarto بعد التوليد بنجاح.

14 تصدير دوال النموذج

يستطيع mgcvUI تصدير الدوال الملساء للنموذج الجمعي المعمّم المُلائَم شفرةً مستقلة بلغاتٍ متعددة. فتُقيَّم كل ملساء على شبكةٍ من مئتَي نقطة وتُصدَّر جدولَ بحثٍ باستكمالٍ خطي، مما يتيح استعمال النموذج خارج R من غير أي اعتمادٍ على mgcv.

وتصديرُ الدوال برمجيٌّ في الإصدار الحالي. وتأخذ المساعداتُ المصدَّرة كائنَ نتيجةٍ مُلائَمًا (ينتجه fit_gam()) وتكتب الملفات الموصوفة أدناه:

- generate_r_code()، وgenerate_python_code()، وgenerate_cpp_code() --- ملفات مصدرٍ لكل لغة
- export_functions_sqlite() --- قاعدة بيانات SQLite لجداول البحث
- export_functions_zip() --- يحزم أي تركيبةٍ من الصيغ الأربع في أرشيف zip

1.14 دوال R

الملف: gam_functions.R

- تعليقات ترويسةٍ فيها المتغير المستجيب، وR^2، وR^2 للتحقق المتقاطع، والصيغة.
- ثابتٌ باسم INTERCEPT.
- دالة approxfun() واحدة لكل متغيرٍ أملس بمتجهَي y/x محسوبين مسبقًا.
- معاملات الحدود الخطية ثوابتَ مسمّاة.
- الاستعمال: اجمع الحدَّ الثابت، وكلَّ g_var(value)، وكلَّ coef_var * value.

2.14 دوال Python

الملف: gam_functions.py

- استيراد numpy.
- ثابت INTERCEPT.
- لكل متغير: مصفوفتا x_var_ وfx_var_، ودالة g_var(x) باستعمال np.interp().
- معاملات الحدود الخطية ثوابتَ باسم COEF_*.

3.14 ترويسة C++

الملف: gam_functions.hpp

- ترويسةٌ فقط مع #pragma once.
- نطاق الأسماء gam_functions.
- مساعد interp() باستعمال std::lower_bound.
- لكل متغير: دالةٌ مضمَّنة بمصفوفاتٍ ساكنة ثابتة.
- معاملات الحدود الخطية بوصفها constexpr double.

4.14 قاعدة بيانات SQLite

الملف: gam_functions.sqlite

- الجدول smooth_grids: الأعمدة (المتغير، وx، وfx) --- أي جداول البحث ذات المئتَي نقطة.
- الجدول model_info: المستجيب، وr_squared، وcv_rsq، وdev_explained، وaic، وn_obs، والعائلة، والطريقة، والصيغة.
- الجدول linear_terms: المتغير، والمعامل.
- الجدول intercept: قيمة الحدّ الثابت.

15 المقارنة مع earthUI وglmnetUI

تطبيق earth ووحدتا المعالجة اللاحقة فيه مجموعةُ أدواتٍ واحدة لنمذجة الانحدار. فهي تتشارك صيغةَ البيانات نفسها، وأنواعَ الأعمدة الخاصة، وسير عمل RCA، ومجموعات البيانات التجريبية، لكنها تستعمل محرّكات نمذجةٍ مختلفة.

1.15 الفروق الرئيسة

الخاصية	mgcvUI	earthUI	glmnetUI
الطريقة	النموذج الجمعي المعمّم (mgcv)	(earth) Earth/MARS	الشبكة المرنة (glmnet)
العلاقات	لاخطية ملساء	خطية مقطعيًا	خطية
انتقاء المتغيرات	التقليص بـ`select=TRUE`	التشذيب المتدرّج	جزاء لاسو
التفاعلات	الجداءات الموترية (ti/te)	جداءات المفصلات (الدرجتان 2–3)	جداءات ثنائية
الآثار الجزئية	منحنياتٌ ملساء بفترات ثقة	دوال g (خطية مقطعيًا)	ميولٌ خطية
خطّ earth	يستورد العُقد من earth	مصدر العُقد	يستورد أساس المفصلات
تصدير الشفرة	R، وPython، وC++، وSQLite	R، وPython، وC++، وSQLite	---
صيغ التقارير	Word، وPDF، وHTML	Word، وPDF، وHTML	Word، وPDF، وHTML

وثمة ميزةٌ يتفرّد بها earthUI جديرةٌ بالذكر: إذ يتضمّن خاصيةً تجريبية بـDCG/Prolog تستخرج سماتِ العقار المبنينة من ملاحظات MLS النصّية الحرّة.

2.15 الخصائص المشتركة

توفّر الأدوات الثلاث جميعًا:

- شجرة مشاريع `regProj` مشتركة (وافتراضها `~/regProj`) --- فالمشاريع وملفات الإدخال ومخرجات كل طريقةٍ مشتركةٌ بين التطبيقات الشقيقة
- استيراد CSV وExcel مع تحويل أسماء الأعمدة إلى snake_case
- دعم اللغة والمنطقة لأكثر من ثلاثين بلدًا، بفاصل CSV والعلامة العشرية ومقاس الورق
- تعيينات الأعمدة الخاصة (`contract_date`، و`living_area`، و`area`، و`latitude`، و`longitude`، وغيرها)
- الحساب التلقائي لـ`sale_age` من التاريخ الفعّال
- تبديل النمط الداكن/الفاتح (سمة Nord)
- بقاء الإعدادات (بـSQLite أو `localStorage` أو كليهما)
- الخريطة الحرارية للارتباط، وأهمية المتغيرات، والتشخيصات
- تسجيل درجات CQA وسير عمل تعديلات RCA
- شبكة المقارنة بالمبيعات مع انتقاء المقارنات ومخرجات Excel المُنسَّقة
- التوافق مع مجموعات البيانات التجريبية نفسها (`Appraisal_1.csv`)

3.15 سير العمل المُوصى به

- **ابدأ بـearthUI** لاكتشاف المتغيرات المهمة والعلاقات اللاخطية والتفاعلات. فبناءُ earth التلقائي للنموذج يقدّم أفضل نقطة انطلاق.
- **اصقل بـmgcvUI** إن أردت آثارًا جزئية أكثر ملاسةً. واستورد عُقد earthUI لانتقالٍ سلس.
- **استعمل glmnetUI** حين تحتاج إلى نموذجٍ خطي محض مع انتقاءٍ حازم للمتغيرات أو قيودٍ على إشارات المعاملات.
- **قارن الثلاثة** على البيانات نفسها لتقدير ما إذا كان التعقيد الإضافي في النماذج اللاخطية مبرَّرًا.

16 مجموعة البيانات التجريبية: Appraisal_1.csv

1.16 الوصف

مجموعة البيانات التجريبية مشتركةٌ مع earthUI وglmnetUI. وتقع في مجلد `demo_mls/` من مصدر mgcvUI، أو إن كان earthUI منصَّبًا:

```
demo_file <- system.file("extdata", "Appraisal_1.csv", package = "earthUI")
```

ويحتوي الملف على نحو 1,500 سجلّ بيعٍ سكني من تصدير MLS محاكى، مع العقار موضوع التقييم في الصف 1 والمبيعات المقارِنة في بقية الصفوف. وتمثّل البيانات مبيعات منازل أحادية الأسرة في سوقٍ متعددة المناطق، بمدًى من أحجام العقارات وأعمارها ومواقعها.

وهذه ليست بياناتٍ حقيقية، لكنها مبنيّةٌ على حيٍّ واقعي في شمال كاليفورنيا. وقد غُيِّرت كل معلومات التعريف أو أُزيلت.

2.16 الأعمدة

العمود	النوع	النوع الخاص	الوصف
`sale_type`	character	`sale_type`	رمز نوع السجل الذي يميّز العقار موضوع التقييم من المبيعات المقارِنة
`weight`	numeric	`weight`	وزن المشاهدة (0 = استبعاد من الملاءمة)
`id`	numeric	`display_only`	معرّف السجل الداخلي
`property_id`	numeric	`display_only`	معرّف العقار في MLS
`listing_id`	character	`display_only`	رقم الإدراج في MLS
`parcel_number`	character	`display_only`	رقم القطعة لدى مُقيّم المقاطعة (APN)
`street_address`	character	`display_only`	عنوان العقار
`city_name`	character	`display_only`	المدينة
`postal_code`	character	`display_only`	الرمز البريدي
`county_name`	character	`display_only`	المقاطعة
`contract_date`	Date	`contract_date`	تاريخ التعاقد على البيع (يحسب `sale_age`)
`sale_age`	numeric	---	الأيام من تاريخ التعاقد إلى التاريخ الفعّال (محسوبةً مسبقًا)
`coe_date`	Date	`display_only`	تاريخ إغلاق الضمان
`listing_status`	character	`display_only`	حالة الإدراج (مثل ``مباع'')
`sale_price`	numeric	(الهدف)	سعر البيع --- المتغير المستجيب
`rent`	numeric	---	الإيجار الشهري (للنماذج متعددة الأهداف)
`list_price`	numeric	`display_only`	سعر الإدراج
`original_list_price`	numeric	`display_only`	سعر الإدراج الأصلي
`living_sqft`	numeric	`living_area`	مساحة المعيشة الإجمالية بالأقدام المربعة
`ppsf`	numeric	`display_only`	السعر للقدم المربعة
`beds_total`	integer	---	عدد غرف النوم
`baths_total`	numeric	---	إجمالي عدد الحمّامات (مثل 2.5 = كاملان + نصفي)
`lot_size`	numeric	`lot_size`	مساحة الأرض بالأقدام المربعة
`area_id`	integer	`area`	معرّف المنطقة في MLS
`area_text`	character	`display_only`	اسم المنطقة
`age`	numeric	`actual_age`	عمر العقار بالسنوات
`year_built`	integer	`display_only`	سنة البناء
`latitude`	numeric	`latitude`	خط العرض (مُقرَّبًا إلى ثلاث منازل عشرية للنموذج)
`longitude`	numeric	`longitude`	خط الطول (مُقرَّبًا إلى ثلاث منازل عشرية للنموذج)
`latitude6`	numeric	`display_only`	خط العرض بالدقة الكاملة
`longitude6`	numeric	`display_only`	خط الطول بالدقة الكاملة
`garage_spaces`	integer	---	عدد مواقف المرآب
`fp_count`	integer	---	عدد المواقد
`no_of_stories`	numeric	---	عدد الطوابق
`style`	character	---	الطراز المعماري
`view`	character	---	نوع الإطلالة (مثل ``الحي'' أو ``التلال'')
`days_on_market`	integer	`dom`	أيام العرض في السوق
`listing_date`	Date	`listing_date`	تاريخ الإدراج

العمود	النوع	النوع الخاص	الوصف
sale_concessions	numeric	concessions	تنازلات البائع

3.16 بداية سريعة مقترحة

1. شغّل روتين mgcv: earthUI::launch_mgcv()
2. أنشئ مشروعًا جديدًا (القسم 1) بغرض **للتقييم**
3. ضع Appraisal_1.csv في مجلد إدخال المشروع واخترْه في القسم 2 (وانقر **تحديث** عند الحاجة)
4. اختر sale_price هدفًا
5. واضبط تحويل المستجيب اختياريًا على **اللوغاريتم الطبيعي** للحصول على تعديلاتٍ نسبية
6. أسنِد الأنواع الخاصة كما في الجدول أعلاه
7. أدرِج المتنبئات: sale_age، وliving_sqft، وbaths_total، وlot_size، وarea_id (عاملًا)، وage، وlatitude، وlongitude، وgarage_spaces
8. أبقِ الافتراضات: REML، وغاما 1.2 =، والأساس tp، وk تلقائية، وselect = TRUE
9. انقر **ملاءمة نموذج Mgcv GAM**
10. راجع ألسنة الملخّص والإسهام (الرسوم الملساء) والتشخيصات
11. نزّل المخرجات (الخطوة 7) وراجع ترتيب CQA
12. احسب تعديلات RCA (الخطوة 8) بدرجة CQA تقارب 5.00
13. ولّد شبكة مقارنةٍ بالمبيعات (الخطوة 9) بالمقارنات المُوصى بها

17 متطلبات النظام واستكشاف الأعطال

1.17 المنصّات المدعومة

يعمل mgcvUI على **macOS** و**Windows** و**Linux**. والتطبيق مطوَّرٌ ومُختبَرٌ أساسًا على macOS مع RStudio. وترد أدناه ملاحظاتٌ خاصة بكل منصّة.

2.17 إصدار R

يلزم R $\geq$ 4.1.0. ويُنصح بشدة بـRStudio Desktop (2023.06 أو أحدث) --- فهو يتضمّن **Quarto** و**pandoc** (اللازمين لتصيير التقارير) ويوفّر بيئةً مريحة لتشغيل التطبيق.

3.17 حزم R المطلوبة

تُنصَّب الحزم الآتية تلقائيًا بوصفها اعتمادياتٍ:

الحزمة	الغرض
shiny	إطار تطبيقات الويب
mgcv	ملاءمة النماذج الجمعية المعمّمة
valengrCore	النواة التقييمية المشتركة (الأدوار الخاصة، والنقل من earthUI)
ggplot2, plotly	رسوم الإسهام الساكنة والتفاعلية
gratia	استخراج الحدود الملساء والتشخيصات
DT	جداول البيانات التفاعلية
quarto, rmarkdown	توليد تقارير Quarto وتصييرها
readxl	استيراد ملفات Excel
shinyFiles	متصفّحا الملفات والمجلدات
RSQLite, DBI	قاعدتا بيانات الإعدادات والمشاريع (SQLite)
jsonlite	تسلسل حالة المتغيرات

4.17 الاعتماديات الاختيارية

المكوّن	متى يلزم
LaTeX (TinyTeX أو MiKTeX أو MacTeX)	لتوليد تقارير PDF فحسب. فإن لم يُرصد تنصيبٌ لـLaTeX، أُخفي خيار PDF تلقائيًا من قائمة الصيغ المنسدلة. ونصّبه بـ: `tinytex::install_tinytex()`
sysfonts + showtext	خط Roboto Condensed لرسوم ggplot2. فإن لم يتوفّر أو كنتَ دون اتصال، رجع التطبيق تلقائيًا إلى الخط غير المذيّل في النظام.
earth ($\geq$ 5.3.0)	لازمٌ فقط لخطّ الاستيراد من earthUI. وغير مطلوبٍ للاستعمال المستقل.
callr	ملاءمة النموذج في الخلفية (لإبقاء التطبيق مستجيبًا). ومن دونها تجري الملاءمة تزامنيًا.
writexl, openxlsx	تنزيلات Excel (مخرجات النموذج، وRCA، وشبكة المبيعات). ويطالبك التطبيق بها إن غابت.
bslib	تنسيق Bootstrap 5 (Nord الفاتح والداكن).
officer	التصدير البرمجي القديم إلى Word (`export_gam_docx()`).

5.17 ملاحظات خاصة بالمنصّات

macOS 1.5.17

أقلّها مشكلات. ويُنصح بـHomebrew لمكتبات النظام. وإن لزمت تقارير PDF:

```
# In R:
install.packages("tinytex")
tinytex::install_tinytex()
```

Windows 2.5.17

يعمل جيدًا مع RStudio Desktop. وأهم الملاحظات:

- **أجهزة الشركات المقيَّدة**: إن كان المجلد المؤقت أو مجلد بيانات المستعمل مقيَّدًا، فقد يخفق بقاء الإعدادات وتوليد التقارير. وعندئذٍ يعرض التطبيق تحذيرًا في وحدة تحكّم R لكنه يواصل العمل بلا بقاءٍ للإعدادات.
- **LaTeX**: نصّب TinyTeX من R (بالأمر نفسه المذكور لـmacOS أعلاه) أو نصّب MiKTeX من `miktex.org`.
- **المسارات الطويلة**: لـWindows حدٌّ للمسار قدره 260 محرفًا. فأبقِ مسار مجلد عملك قصيرًا.

Linux 3.5.17

الأشدّ تفاوتًا بين التوزيعات. وقد يحتاج مستعملو Debian/Ubuntu إلى مكتبات نظامٍ قبل أن تُترجَم حزم R:

```
sudo apt install libcurl4-openssl-dev libssl-dev \
  libxml2-dev libsqlite3-dev libfontconfig1-dev
```

ولتقارير PDF: `tinytex::install_tinytex()` أو نصّب `texlive-full` من مدير حزم النظام.
وفي الخوادم بلا شاشة، تُصيَّر رسوم plotly التفاعلية بدائلَ ساكنة في التقارير. أما تطبيق Shiny نفسه فيقتضي اتصالًا بمتصفّح ويب.

6.17 التدهور اللطيف

mgcvUI مصمَّمٌ للعمل حتى مع غياب المكوّنات الاختيارية:

المكوّن الغائب	السلوك
لا LaTeX	يُخفى خيار PDF من قائمة صيغ التقرير المنسدلة. ويبقى HTML وWord متاحين.
لا اتصال بالإنترنت / إخفاق الخطوط	يُستبدل بخط Roboto Condensed الخطُّ غير المذيّل في النظام. وتُسجَّل رسالةٌ في وحدة التحكّم.
لا RSQLite / نظام ملفاتٍ للقراءة فقط	لا تبقى الإعدادات بين الجلسات. ويُعرض تحذيرٌ في وحدة التحكّم. ويعمل التطبيق طبيعيًا فيما عدا ذلك.
إخفاق `gratia::appraise`	يعرض لسان التشخيصات والتقاريرُ رسالةً نائبة. واستعمل `mgcv::gam.check()` في وحدة التحكّم بديلًا.
المجلد المؤقت غير قابل للكتابة	يخفق توليد التقرير برسالة خطأ واضحة. وحلُّه بضبط متغير البيئة `TMPDIR` على موضعٍ قابل للكتابة.

7.17 استكشاف الأعطال

1.7.17 ``خيار PDF غير متاح''

لم يُرصد تنصيبٌ لـLaTeX. فنفّذ في R:

```
install.packages("tinytex")
tinytex::install_tinytex()
```

ثم أعد تشغيل التطبيق. فيظهر خيار PDF.

2.7.17 ``الإعدادات لن تبقى''

تعذّر إنشاء مجلد قاعدة بيانات SQLite أو الكتابة فيه. فتحقّق من الأذون على:

- **Linux/macOS**: `~/.local/share/R/mgcvUI/` أو `~/Library/Application Support/R/mgcvUI/`
- **Windows**: `%APPDATA%/R/data/mgcvUI/`

3.7.17 ``رسم التشخيص غير متاح''

تخفق الدالة `gratia::appraise()` أحيانًا على النماذج المعقّدة (كثيرة التفاعلات الموترية، أو ذات العائلات غير المعيارية). وهي مسألةٌ معروفة في المنبع. والحلّ البديل: نفّذ `mgcv::gam.check(model)` في وحدة تحكّم R لرؤية الرسوم التشخيصية مباشرةً.

4.7.17 ``Report error: number of items to replace…''

كانت هذه مسألةً معروفة في الإصدارات السابقة تتصل بحزمة `gratia`. فتأكّد من تنصيب أحدث إصدارٍ من mgcvUI. والإصدار الحالي يلتقط هذا الخطأ وينتج التقرير مع نائبٍ عن قسم التشخيصات.

5.7.17 المنفذ 7880 مستعمَل بالفعل

إن أخفق التطبيق في البدء لأن المنفذ 7880 مشغول (من جلسةٍ سابقة)، فنفّذ:

```
# macOS/Linux:
lsof -ti:7880 | xargs kill

# Windows (PowerShell):
Stop-Process -Id (Get-NetTCPConnection -LocalPort 7880).OwningProcess
```

6.7.17 إخفاق تنصيب الحزم على Linux

مكتبات نظامٍ غائبة. فنصّب ترويسات التطوير المذكورة في قسم Linux أعلاه، ثم أعد `install.packages()`.

References

Wood, S. N. (2003). ?Thin-plate regression splines.? In: *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 65.1, pp. 95–114. DOI: 10.1111/1467-9868.00374.

— (2004). ?Stable and efficient multiple smoothing parameter estimation for generalized additive models.? In: *Journal of the American Statistical Association* 99.467, pp. 673–686. DOI: 10.1198/016214504000000980.

— (2011). ?Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models.? In: *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73.1, pp. 3–36. DOI: 10.1111/j.1467-9868.2010.00749.x.

— (2017). *Generalized Additive Models: An Introduction with R*. 2nd ed. Chapman and Hall/CRC.

Wood, S. N., N. Pya, and B. Säfken (2016). ?Smoothing parameter and model selection for general smooth models (with discussion).? In: *Journal of the American Statistical Association* 111, pp. 1548–1575. DOI: 10.1080/01621459.2016.1180986.

المفاهيم الأساسية

تقديم

(النسخة العربية)

المفاهيم الأساسية● *The Valuation Engineer*
William Bert Craytor، رئيس التحرير• 7 أغسطس 2026
الإصدار 1.0.0
DOI: 10.67330/82vssv81
ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

ينشر باب **المفاهيم الأساسية** معالجاتٍ دقيقة قابلة للاستشهاد للمفاهيم التي تقوم عليها منهجية التقييم الحديثة. وتأخذ المداخلُ مصطلحاتٍ يصادفها المُقيّمون العاملون --- أحيانًا بأسماءٍ أخرى، وأحيانًا من غير أن يتعرّفوها --- فتضعها في سياقها الشكلي: من أين جاءت، وما معناها تقنيًا، وأين تظهر في الممارسة، ولماذا تهمّ قابلية الدفاع.

ويؤسّس العدد الافتتاحي المفاهيمَ الستة الجوهرية للإطار الهيدوني، مرتَّبةً بحيث يبني كل مدخلٍ على مفردات ما سبقه. ويمتدّ التسلسل من **السلعة غير المتجانسة** (خاصّة العقار التي تجعل منهجية التقييم ضرورية أصلًا)، مرورًا بـ**فضاء الخصائص** و**دالة الأسعار الهيدونية** (الجهاز الشكلي الذي ينظّم حزمة السمات التي يمثّلها العقار)، ثم بـ**السعر الضمني** و**الانحدار الهيدوني** (كيف يُستردّ الإسهام الحدّي لكل سمةٍ من بيّنة السوق)، وانتهاءً بـ**المتغير الكامن** (ما الذي تمثّله في الحقيقة الإشارةُ الباقية غير المستردّة في أي نموذجٍ هيدوني).

ويجري في المداخل الستة جميعًا مثالٌ واحد --- ثماني مقارناتٍ من حيٍّ في مدينة Pacifica بولاية كاليفورنيا --- وهو الخيط التعليمي للعدد.

لماذا هذه الستة، بهذا الترتيب

اختيار المداخل الستة ليس اعتباطيًا. فكل مفهومٍ منها حاملٌ لثقل المنهجية الهيدونية الحديثة، وكلٌّ منها يُصادَف حقًّا في ممارسة التقييم اليومية، وكلٌّ منها يُساء فهمه أو يبقى بلا اسمٍ بما يكفي لجعل وضعه في صيغةٍ قابلة للاستشهاد ذا قيمةٍ عملية.

والترتيب تمليه التبعية المفهومية. فـ**السلعة غير المتجانسة** هي الجذر: إذ تسمّي خاصّة العقار (والسيارات المستعملة، وأسواق العمل، وقليلٍ من السلع الأخرى) التي تجعل الإطار الهيدوني كلَّه ضروريًا. و**فضاء الخصائص** هو الجهاز الشكلي لتمثيل السلع غير المتجانسة متجهاتٍ؛ ولا يمكن قول شيءٍ آخر بدقةٍ من دونه. و**دالة الأسعار الهيدونية** هي الموضوع التوازني الذي يطبّق نقاط فضاء الخصائص على الأسعار. و**الأسعار الضمنية** مشتقّاتها الجزئية --- أي الإسهامات الحدّية التي يمكن قراءة كل تعديلٍ في شبكة المقارنة بالمبيعات على أنه يقرّرها، سمّاها المُقيّم كذلك أم لم يسمّها. و**الانحدار الهيدوني** هو المقدّر التجريبي الذي يستردّ الأسعار الضمنية من المعاملات المرصودة؛ وهو المدخل الذي تصير فيه النظرية تحليلًا للبيانات. أما **المتغيرات الكامنة** فتلتقط الخيط من حيث تبدأ بواقي الانحدار: السماتُ غير المرصودة التي تبقى آثارها في الباقي إشارةً مبنينة لا ضوضاءً تُطرَح.

والقارئ الذي يمضي على هذا الترتيب ينبغي أن يخرج بخيطٍ متصل من "لماذا توجد منهجية التقييم أصلًا؟" إلى "ماذا نصنع ببواقي نموذجٍ مُلائَم؟" --- وهي رحلةٌ لا يقطعها معظم المُقيّمين، في خبرة المؤلّف، إلا مجزّأةً على سنواتٍ طويلة من الممارسة.

المثال الجاري

تجري في المداخل الستة جميعًا مجموعةُ بياناتٍ واحدة من ثماني مقارناتٍ سكنية في مدينة Pacifica بولاية كاليفورنيا:

المقارن	GLA (قدم مربعة)	الأرض (قدم مربعة)	الإطلالة	الحالة	سعر البيع
A	1,650	9,000	نعم	جيدة	$1,425,000
B	1,650	7,200	لا	جيدة	$1,280,000
C	1,850	7,500	لا	جيدة	$1,407,500
D	1,450	7,000	لا	جيدة	$1,155,000
E	1,700	8,000	نعم	ممتازة	$1,470,000
F	1,550	7,100	لا	متوسطة	$1,177,500
G	1,700	10,500	لا	جيدة	$1,392,500
H	1,600	7,300	لا	جيدة	$1,312,500

والمثال صغيرٌ عن قصدٍ بحيث يمكن الاستدلال بشأنه يدويًا، وغنيٌّ بما يكفي لاستثمار كل مفهوم. فالمدخل 001 يفحص الفرق البالغ $145,000 بين المقارنين A و B بوصفه إسهامًا مشتركًا لخاصيتين (الإطلالة والأرض) متشابكتين في مشاهدةٍ زوجيةٍ واحدة. والمدخل 002 يضع المقارنات الثماني جميعًا نقاطًا في فضاء خصائص رباعي الأبعاد، ويبيّن أن مقاييس المسافة الساذجة تُخطئ ترتيبها. والمدخل 003 يقترح صورةً دالّيةً لدالة الأسعار الهيدونية في هذا الحي. والمدخل 004 يستردّ الأسعار الضمنية تحليليًا، ويفكّك الفرق الأصلي بين A و B إلى إسهامٍ قدره $127,039 من الإطلالة والأرض، مع $18,000 غير مفسَّرة. والمدخل 005 يلائم النموذج شكليًا بلغة R ويعرض مخرَجات `lm()` كاملةً، بما فيها الأخطاء المعيارية والبواقي. والمدخل 006 يفحص الباقي الوحيد الذي يعجز النموذج عن تفسيره --- انحرافٌ قدره $+\$46,455$ في المقارن H --- ويربطه بصياغة المتغير الكامن التي يقوم عليها منهج قيد البواقي الذي طوّره المؤلّف في موضعٍ آخر.

ومجموعة البيانات متاحة في مستودع العدد على المسار `shared/data/pacifica_comps.csv` لمن يودّ من القرّاء إعادة إنتاج أيٍّ من الحسابات.

كيف يُقرأ هذا العدد

على القارئ الجديد على المنهجية الهيدونية أن يقرأ المداخل الستة بترتيبها. فالتبعيات حقيقية: إذ يفترض كل مدخلٍ المفرداتِ التي أرستها المداخل السابقة، والقفزُ إلى الأمام يستدعي التباسًا لا تستطيع المداخل نفسها استباقه.

أما القارئ ذو الاطّلاع السابق على الانحدار الهيدوني --- ويشمل ذلك معظم المُقيّمين ممن درسوا مقرّرًا متقدّمًا في الإحصاء، أو عملوا بنموذج تقييمٍ آلي، أو قرؤوا أدبيات التقييم الشامل --- فيمكنه أن يستعمل العدد تذكيرًا ومرجعًا. فالمداخل مكتوبةٌ لتكون قابلةً للاستشهاد ذرّيًا؛ فمقالٌ يُنشر في موضعٍ آخر من المجلة ويشير إلى **السعر الضمني** يمكنه أن يربط بالمدخل 004 بمعرّف DOI بدل إعادة اشتقاق المفهوم.

وعلى القارئ المهتمّ تحديدًا بمنهجية منهج قيد البواقي أن يقرأ المدخل 006 أولًا ليفهم صياغة المتغير الكامن، ثم يعود إلى المداخل 005–003 للجهاز الهيدوني الذي يمدّده RCA، ثم إلى المدخلين 002–001 للمفردات التأسيسية التي يقوم عليها كل شيء.

وسيجد القارئ المهتمّ بمسألة **ما الذي يجعل تعديل التقييم قابلًا للدفاع** أن قسم "لماذا يمسّ قابلية الدفاع" في كل مدخل، مقروءًا بالتتابع، يبلغ مبلغ مقالةٍ قصيرة في المكانة المنهجية للتقييم القائم على التعديلات. وتلك المقالة غير مجموعةٍ صراحةً في أي موضعٍ من العدد، لكنها الموضوع الضمني لكل مدخل.

الموقف التحريري

باب **المفاهيم الأساسية** ليس بابًا مدرسيًا. فكل مدخلٍ قصيرٌ بما يكفي لقراءته في جلسةٍ واحدة، ومكتوبٌ لجمهورٍ متمكّنٍ أصلًا من ممارسة التقييم، ومصمَّمٌ ليعطي صياغةً دقيقة لمفهومٍ لا عرضًا شاملًا له. والغاية توفير مرجعٍ ثابت تستطيع سائر مقالات المجلة الاستشهاد به.

وتُراجَع المداخل تحريريًا، وقد تحمل تعليقًا مدعوًّا من متخصّصٍ في الموضوع. وتُنشر برخصة Creative Commons Attribution، وتُسنَد إليها معرّفات DOI عبر Crossref (بوصفه الاستشهاد المعتمد) وعبر Zenodo (بوصفه الأرشيف المُصدَّر). وقد يُصقَل كل مدخلٍ مع الوقت --- فالمراجعات الطفيفة تُحدّث نسخة Zenodo، والمراجعات الكبرى تُحدّث المعرّفين كليهما مع ملاحظةٍ تحريرية تصف التغيير. ومعرّف Crossref يحلّ دائمًا إلى أحدث نسخة؛ أما النسخ التاريخية بعينها فيمكن بلوغها عبر Zenodo.

وستمدّ الأعداد المقبلة مفردات **المفاهيم الأساسية** إلى مجالاتٍ مجاورة: التبعية المكانية، والتوقّع الشرطي، والداخلية، وتحيّز المتغير المحذوف، والتعيين، والجهاز الشكلي الذي يميّز المتغيرات الوكيلة من المتغيرات الكامنة. والاقتراحات بشأن المفاهيم الجديرة بالمعالجة مُرحَّبٌ بها ويمكن إرسالها إلى هيئة التحرير.

المداخل الستة في هذا العدد:

1. **السلعة غير المتجانسة** --- لماذا يجب أن توجد منهجية التقييم أصلًا.
2. **فضاء الخصائص** --- التمثيل المتجهي لسمات الحزمة.
3. **دالة الأسعار الهيدونية** --- التطبيق التوازني من الخصائص إلى الأسعار.
4. **السعر الضمني** --- السعر السوقي الحدّي لكل خاصية.
5. **الانحدار الهيدوني** --- تقدير الدالة من المعاملات المرصودة، مع مثالٍ تطبيقي كامل بلغة R.
6. **المتغير الكامن** --- استرداد الإشارة المبنينة من البواقي.

المراجع.

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

Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132–157.

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

Craytor, B. (2025). Residual Constraint Approach: Framework & Protocol. Zenodo. doi:10.5281/zenodo.14787917

ملحق: الصياغة الشكلية بلغة Prolog

الملف المرافق التالي، وهو مقروء آليًا (`000-overview.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.

السلعة غير المتجانسة

(النسخة العربية)

المفاهيم الأساسية● *The Valuation Engineer*
7 أغسطس 2026 • William Bert Craytor
الإصدار 1.0.0
DOI: 10.67330/s1scsv65
ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

التعريف الشكلي. السلع غير المتجانسة سلعٌ لا يحلّ بعضها محلّ بعض، لأن كل وحدة منها حزمةٌ متمايزة من الخصائص التي يُقيّمها المشترون كلًّا على حدة، ولأن هذه الخصائص لا تُتداول منفردة.

الصياغة الحدسية. السلعة المتجانسة هي ما تفي فيه أي وحدةٍ بالغرض: برميل من خام غرب تكساس، أو مكيال من الذرة الصفراء من الرتبة الثانية، أو كيلوواط/ساعة من الشبكة، أو سهم من شركةٍ بعينها. ومعايير التصنيف أو المواصفات القائمة خلف هذه السلع إنما وُضعت لتجعل الوحدات المفردة قابلةً للإحلال، حتى تنطبق الأسعار على الصنف لا على الوحدة بعينها. أما السلعة غير المتجانسة فهي ما تكون فيه الوحدة المعيّنة ذات شأن — هذا المنزل لا ذاك؛ هذه السيارة المستعملة لا التي بجوارها.

وخاصّتان تجعلان السلعة غير متجانسة بالمعنى الفني. الأولى أن المشترين يعنيهم عددٌ من السمات المتمايزة التي تتباين بين وحدات السوق. والثانية أن تلك السمات مُحزَّمة بحكم تقنية إنتاج السلعة؛ فهي لا تُشترى منفصلة. لا يمكنك شراء مئتَي قدمٍ مربعة من مساحة المعيشة وحدها. ولا يمكنك اقتناء نطاق مدرسةٍ بمعزل عن قطعة أرض. فالخصائص تَرِد محزَّمة، والسوق يُسعّر الحزم كاملةً لا الخصائص نفسها.

والعقار هو المثال النموذجي للسلعة غير المتجانسة، وتظهر فيه هذه الخاصية بقوةٍ غير معتادة. فالخصائص الموقعية غير قابلة للتكرار على الإطلاق: إذ لا يمكن لقطعتَي أرضٍ أن تشغلا الموضع نفسه، فلكل عقارٍ سمةٌ واحدة على الأقل (إحداثياته) تميّزه عن كل عقارٍ آخر في السوق. ثم تُضيف السمات المادية والقانونية والبيئية أبعادَ تباينٍ أخرى إلى متجهٍ يكون في مجموعه فريدًا لكل عقار.

أين يصادفه المُقيّم. كل تعديلٍ في منهج المقارنة بالمبيعات هو إقرارٌ ضمني بأن العقار موضوع التقييم والمقارنات سلعٌ غير متجانسة. فلو كانت العقارات متجانسة لكانت أسعار البيع قابلةً للمقارنة مباشرة، ولما لزمت شبكةٌ أصلًا. وإنما الشبكة محاولةٌ للتوفيق بين أسعار حزمٍ متمايزة بتعديلها لفروق تركيب الحزمة. ويجدر التنبّه إلى ما لا تفعله الشبكة؛ فهي لا تُفكّك سعر البيع قطُّ إلى مساهمات قيمةٍ للسمات. ولا عمود في الشبكة التقليدية لمساهمات القيمة — بل تعديلاتٌ فحسب، تُقدَّر مباشرةً، سمةً سمة.

ويعالج منهج التكلفة عدم التجانس بإعادة بناء الحزمة من مكوّناتها — الأساسات، والهيكل، والتشطيبات، والإهلاك — وتسعير كلٍّ منها على حدة. ويعالجه منهج الدخل بتجريد الحزمة إلى صورةٍ واحدة للتدفق النقدي، حيث تستوعب معدلات الرسملة والعائد عدمَ التجانس على مستوى الحزمة في مضاعفٍ مستمدٍّ من السوق. فمناهج التقييم الثلاثة جميعًا استجاباتٌ منهجية لواقعٍ أساسه أن العقار سلعةٌ غير متجانسة. وهي تختلف في كيفية تدبّر هذا الواقع، لا في مواجهته من عدمها.

ويصادف المُقيّمون عدم التجانس على نحوٍ غير رسمي أيضًا كلما فكّروا في اختيار المقارنات، أو تحليل الأزواج البيعية، أو المقارنة "بين مثيلٍ ومثيله". فالنزوع إلى التماس مقارناتٍ تتشابه في أكبر عددٍ ممكن من السمات هو استجابة الممارس لعدم التجانس: قلّل المسافة بين حزمة العقار موضوع التقييم وحزمة المقارن، يقلّ إسهام المكوّن غير المرصود من الحزمة في فرق أسعار البيع.

لماذا يمسّ قابلية الدفاع. عدم تجانس العقارات هو السبب في وجوب قيام منهجية التقييم بوصفها علمًا قائمًا بذاته. فلو كانت العقارات قابلةً للإحلال لكانت القيمة السوقية مرصودةً مباشرةً من الأسعار المعلنة، ولانحصر التقييم في مجرد استعلام. ولأنها ليست كذلك، وجب استنباط القيمة من أسعار عقاراتٍ ذات صلةٍ لكنها غير مطابقة، وكل خطوة استنباطٍ اختيارٌ منهجي يلزم تسويغه.

والإقرار الشكلي بعدم التجانس يوضّح عدة مسائل عملية تتوقف عليها قابلية الدفاع بمقتضى USPAP وقواعد المعايير. فاختيار المقارنات هو انتقاء وحداتٍ في فضاء الخصائص قريبةٍ من العقار موضوع التقييم بما يكفي لأن تُعمَّم الأسعار الضمنية المستخلصة منها. ومعقولية التعديل تتوقف على ما إذا كان السعر الضمني الكامن وراءه مدعومًا بأدلة السوق. والتوفيق بين المناهج يعكس اجتهاد المُقيّم في أيّ المناهج أقدرُ على تدبّر عدم تجانس هذا العقار بعينه على نحوٍ جدير بالثقة. وكلٌّ من مسائل قابلية الدفاع هذه يزداد وضوحًا متى سُمّيت "السلعة غير المتجانسة" بوصفها الشرط الكامن وراءها.

مثال تطبيقي من الممارسة. عمليتا بيعٍ حديثتان في الحي نفسه بمدينة Pacifica بولاية كاليفورنيا:

السمة	المقارن أ	المقارن ب
مساحة المعيشة (قدم مربعة)	1,650	1,650
غرف النوم / الحمامات	3 / 2	3 / 2
مساحة الأرض (قدم مربعة)	9,000	7,200
الإطلالة	نعم	لا
سعر البيع	$1,425,000	$1,280,000

في إطار السلع المتجانسة يكون هذان العقارُ نفسه: مساحة معيشةٍ متطابقة، وعدد غرفٍ متطابق، والحي نفسه. أما في إطار السلع غير المتجانسة فهما حزمتان متمايزتان، تختلفان في خاصّتين (الأرض والإطلالة) يُقيّمهما المشترون كلًّا على حدة. والفرق البالغ 145,000$ هو المساهمة المشتركة لهاتين السمتين — سعران ضمنيان متشابكان في زوجٍ واحد.

واستخلاص السعرين الضمنيين كلٍّ على حدة يقتضي أزواجًا أكثر، يُفضَّل أن يتباين فيها سمةٌ واحدة في كل مرة. فثلاث عمليات بيعٍ إضافية أو أربع، تغطي تركيبات الإطلالة/لا إطلالة والأرض الكبيرة/الصغيرة، تبدأ في تحديد السعرين الضمنيين منفصلين. ومع تباينٍ كافٍ عبر عددٍ كافٍ من المقارنات، يؤدي الانحدار الهيدوني (hedonic regression) هذا الفصل شكليًا؛ ومع تباينٍ محدود، يبقى المُقيّم مقيَّدًا باستدلال الأزواج البيعية المحصورة، وتتوقف موثوقيته صراحةً على مدى تقارب الحزم بعضها من بعض في فضاء الخصائص.

ويبيّن المثال لماذا يكون عدم التجانس هو الشرط الجذري: فحتى المنزلان "المتطابقان" ليسا متطابقين، وإنما وُجد جهاز التقييم المنهجي بأسره لمعالجة المسافة بينهما.

المراجع.

Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132–157.

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

إحالات: فضاء الخصائص؛ دالة الأسعار الهيدونية؛ السعر الضمني.

ملحق: الصياغة الشكلية بلغة Prolog

الملف المرافق التالي، وهو مقروء آليًا (`001-heterogeneous-good.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.

فضاء الخصائص

(النسخة العربية)

المفاهيم الأساسية● *The Valuation Engineer*
7 أغسطس 2026 • William Bert Craytor
الإصدار 1.0.0
DOI: 10.67330/3yymh010

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

التعريف الشكلي. فضاء الخصائص لصنفٍ من السلع غير المتجانسة هو الفضاء المتجهي الذي تُفهرِس إحداثياته السماتِ التي يُقيّمها المشترون، والذي يُمثَّل فيه كل سلعةٍ بمتجه مستويات سماتها.

الصياغة الحدسية. أثبت المدخل السابق أن السلعة غير المتجانسة حزمةٌ متمايزة من الخصائص. والسؤال التالي طبيعيًا هو: كيف نصف هذه الحزم ونقارن بينها وصفًا شكليًا؟ والجواب، وهو للانكستر (Lancaster, 1966)، أن نعامل كل سلعةٍ نقطةً في فضاءٍ متجهيٍّ محاوره هي الخصائص التي تعني المشترين.

وفي هذا التمثيل لا يعود العقار السكني في Pacifica "منزلًا في Park Pacifica"، بل متجهًا بإحداثيات لمساحة المعيشة، ومساحة الأرض، والإطلالة، والحالة، ونطاق المدرسة، والبعد عن المحيط، وما إلى ذلك. وعقاران يتشاركان كل قيم هذه السمات يشغلان النقطة نفسها في فضاء الخصائص؛ وعقاران يختلفان في أي سمةٍ يشغلان نقطتين مختلفتين. وهندسة الفضاء تُرمّز مدى تقارب عقارين أو تباعدهما على نحوٍ يستوعب كل الأبعاد التي يُفرّق المشترون على أساسها.

ويتوقف بُعد الفضاء على السمات ذات الصلة بالسوق محل الدراسة. ففي تقييمٍ سكني معتاد قد يكون للفضاء ذي الصلة نحو اثني عشر بُعدًا: مادية (مساحة المعيشة، والأرض، وغرف النوم، والحمامات، والعمر، والجودة، والحالة)، وموقعية (نطاق المدرسة، والإطلالة، والقرب من المرافق أو من مصادر الإزعاج)، وقانونية واقتصادية (التقسيم، وحقوق الارتفاق). وفي التقييم التجاري تتحوّل الأبعاد ذات الصلة نحو سمات التدفق النقدي (بنية الإيجار، وجودة المستأجر، ونسبة الإشغال)، غير أن الفكرة الهندسية الكامنة واحدة.

وما يجعل فضاء الخصائص مفيدًا أنه يحوّل حدسًا نوعيًا لدى الممارس ("هذه المقارنات شبيهة بالعقار موضوع التقييم") إلى دعوى كمية ("هذه المقارنات قريبة من العقار موضوع التقييم في فضاء الخصائص"). وما إن تُعرَّف المسافة حتى يصير كل قرارٍ في المقارنة بالمبيعات قابلًا للفحص بوصفه عبارةً عن موضعٍ في الفضاء.

أين يصادفه المُقيّم. يعمل المُقيّمون في فضاء الخصائص على الدوام، دون أن يُسمّوه عادةً. فكل سطرٍ في شبكة المقارنة بالمبيعات محورُ إحداثيات؛ وكل مقارنٍ متجهُ صفٍّ من قيم الإحداثيات؛ وكل تعديلٍ محاولةٌ للتحرك على محورٍ واحد مع تثبيت البقية.

وتوضّح المقارنات الثماني من Pacifica، التي سنستعملها في هذا العدد كله، هذا البناء مباشرةً. فكل مقارنٍ نقطةٌ في فضاء خصائص رباعي الأبعاد تمتدّه مساحة المعيشة، ومساحة الأرض، والإطلالة، والحالة:

المقارن	GLA (قدم مربعة)	الأرض (قدم مربعة)	الإطلالة	الحالة	سعر البيع
A	1,650	9,000	نعم	جيدة	$1,425,000
B	1,650	7,200	لا	جيدة	$1,280,000
C	1,850	7,500	لا	جيدة	$1,407,500
D	1,450	7,000	لا	جيدة	$1,155,000
E	1,700	8,000	نعم	ممتازة	$1,470,000
F	1,550	7,100	لا	متوسطة	$1,177,500
G	1,700	10,500	لا	جيدة	$1,392,500
H	1,600	7,300	لا	جيدة	$1,312,500

والمقارنان A وB من المدخل السابق هما الصفّان الأولان؛ أما الستة الباقية فتوسّع المثال على نحوٍ سنستثمره في بقية العدد. وكل مقارنٍ نقطةٌ في $\mathbb{R}^4$:

- المقارن A عند $(1650, 9000, 1, 2)$.

- المقارن B عند $(1650, 7200, 0, 2)$.
- المقارن G عند $(1700, 10500, 0, 2)$.

وإحداثيا الإطلالة والحالة مُرمَّزان عدديًا (الإطلالة بـ$\{0, 1\}$، والحالة بـ$\{1, 2, 3\}$)؛ أما السعر فليس إحداثيًا من إحداثيات فضاء الخصائص، بل دالةً في الموضع داخله.

لماذا يمسّ قابلية الدفاع. يُحدّد إطار فضاء الخصائص ما يكونه اختيار المقارنات في حقيقته. فالمقارن ليس مجرد "عقارٍ شبيه"، بل نقطةً في المنطقة ذات الصلة من فضاء الخصائص قريبةً من العقار موضوع التقييم. وكلما اقترب المقارن من العقار موضوع التقييم في الفضاء صغُرت التعديلات اللازمة وازدادت موثوقية القيمة المستدلّ عليها.

وتكشف إعادة الصياغة هذه عدة مسائل عملية تُخفيها الشبكة غير الشكلية:

- أي الأبعاد ذو شأن؟ اختيار المحاور قرارٌ نمذجي. فإدراج "الإطلالة" محورًا لا يستقيم إلا إذا كان السوق يُسعّرها على حدة؛ وإدراج "توجيه الفِنغ شوي" لا يستقيم إلا إذا كان قطاعٌ من السوق يُسعّره. والتقييم القابل للدفاع يقتضي الدفاع عن المحاور، لا عن القيم على امتدادها فحسب.

- أي مقياسٍ للمسافة ينطبق؟ قد يختلف مقارنان بمقدار $200,000 في السعر لأنهما متباعدان في فضاء الخصائص، غير أن حساب المسافة يقتضي معايرةً لكل محور. فالمسافة الإقليدية غير المحوَّلة تعامل قدمًا مربعة من مساحة المعيشة معاملة قدمٍ مربعة من الأرض، وليس هذا ما يفعله السوق.

- هل تقع المقارنات في منطقةٍ تكون فيها دالة السعر حسنة السلوك؟ إذا وقع العقار موضوع التقييم في ركنٍ قليل العيّنات من فضاء الخصائص، فلن يقاربه مقارن، وتكون دلالة القيمة استقرائيةً بالضرورة.

مثال تطبيقي من الممارسة. تشغل المقارنات الثماني من Pacifica منطقةً متراصّة نسبيًا من فضاء الخصائص الرباعي الأبعاد. ولننظر في السؤال عن أي المقارنات "أقرب" إلى عقارٍ افتراضي موضوع تقييم عند $(1{,}700,\ 7{,}500,\ 1,\ 2)$ --- أي 1,700 قدم مربعة، وأرض 7,500 قدم مربعة، وإطلالة، وحالة جيدة.

فإن استعملنا المسافة الإقليدية بمحاور غير معايَرة، هيمن بُعد الأرض لأن قيمه (7,000–10,500) أكبر عدديًا بكثير من الإطلالة (0–1) أو الحالة (1–3). والمسافات إلى العقار موضوع التقييم:

المقارن	المسافة (إقليدية غير معايَرة)	ملاحظات
A	1,501	الإطلالة مطابقة؛ الأرض مهيمنة
B	308	الإطلالة مختلفة؛ الأرض قريبة
C	230	الإطلالة مختلفة؛ الأرض قريبة
D	559	الإطلالة مختلفة؛ مساحة المعيشة بعيدة
E	502	الإطلالة مطابقة؛ الحالة مختلفة
F	422	الإطلالة والحالة مختلفتان
G	3,000	الإطلالة مختلفة؛ الأرض بعيدة جدًا
H	224	الإطلالة مختلفة؛ الأقرب جميعًا

وبالمسافة الخام يكون المقارن H أقرب الجيران. غير أن المقارن H بلا إطلالة، والعقار موضوع التقييم له إطلالة. فقد ضلّلنا المقياس الساذج: إذ زاحم المقياس العددي لبُعد الأرض بُعدَ الإطلالة الفئوي، وهو الأهمّ فعليًا للسعر.

والمقياس القابل للدفاع يعاير كل محورٍ بسعره الضمني --- أي تقريبًا بعدد الدولارات التي تساويها وحدةٌ من التباين على ذلك المحور. وما إن تُعاير المحاور بالأسعار الضمنية حتى تكفّ الأرض (نحو $25 للقدم المربعة) عن مزاحمة الإطلالة (نحو $100,000). عندئذٍ يبرز المقارن A، المطابق للعقار موضوع التقييم في الإطلالة، بوصفه المقارن الأوّلي المناسب.

وهذا بالضبط ما يوفّره جهاز الأسعار الضمنية الذي تطوّره المداخل التالية: معايرةٌ مبدئية لفضاء الخصائص تحوّل "القرب" من تخمينٍ هندسي إلى حسابٍ مستمدٍّ من السوق.

المراجع.

Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132–157.

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

إحالات: السلعة غير المتجانسة؛ دالة الأسعار الهيدونية؛ السعر الضمني.

ملحق: الصياغة الشكلية بلغة Prolog

الملف المرافق التالي، وهو مقروء آليًا (`002-characteristics-space.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.

دالة الأسعار الهيدونية

(النسخة العربية)

المفاهيم الأساسية● *The Valuation Engineer*
7 أغسطس 2026 • William Bert Craytor
الإصدار 1.0.0
DOI: 10.67330/9x1a0489
ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

التعريف الشكلي. دالة الأسعار الهيدونية (hedonic price function) هي التطبيق التوازني من نقاط فضاء خصائص سلعةٍ غير متجانسة إلى أسعار المعاملات، والمتكوّن بوصفه غلافًا لدوال المزايدة لدى المشترين ودوال العرض لدى البائعين في سوقٍ تنافسية.

الصياغة الحدسية. صار لدينا الآن مكوّنان: سلعةٌ غير متجانسة (حزمةٌ من الخصائص)، وفضاء خصائصٍ (فضاءٌ متجهيٌّ تكون فيه كل حزمةٍ نقطة). ودالة الأسعار الهيدونية تجمع بينهما. فهي الدالة $p(\mathbf{z})$ التي تُسنِد سعرًا إلى كل نقطة $\mathbf{z}$ في فضاء الخصائص، فتخبرنا بما تدفعه السوق مقابل حزمةٍ بذلك التركيب المعيّن من السمات.

والبصيرة الجوهرية عند روزن (Rosen, 1974) هي أن $p(\mathbf{z})$ لا يختارها مشترٍ بعينه ولا بائعٌ بعينه، بل تنبثق من توازن السوق. فلكل مشترٍ **دالة مزايدة** تعبّر عن أقصى ما يدفعه مقابل أي حزمة، بحسب تفضيلاته ودخله. ولكل بائعٍ **دالة عرض** تعبّر عن أدنى ما يقبله، بحسب تكاليفه وبدائله. ودالة الأسعار الهيدونية هي غلاف هذه المزايدات والعروض --- أي الحدّ الذي يتعامل المشترون والبائعون عنده فعليًا.

وفي العقار، تكون $p(\mathbf{z})$ جوابًا عن السؤال: لو حدّدتَ حزمةً كاملة من الخصائص، فأيّ سعرٍ ستُنتجه السوق لها؟ والجواب ليس اعتباطيًا، بل يعكس التفضيلات الكلية لجميع المشترين في السوق، والتكاليف والبدائل الكلية لجميع البائعين، بوساطة المضاهاة التوازنية بين المشترين والحزم.

ودالة الأسعار الهيدونية هي الموضوع النظري المركزي في التحليل الهيدوني. فالأسعار الضمنية مشتقّاتٌ جزئية لها، والانحدار الهيدوني تقديرٌ تجريبي لها، وقابلية الدفاع عن أي تعديلٍ في منهج المقارنة بالمبيعات تؤول في النهاية إلى دعوى بشأن هذه الدالة.

أين يصادفه المُقيّم. يستدلّ المُقيّمون بشأن $p(\mathbf{z})$ باستمرار، ومن غير أن يسمّوها عادةً. وثمة عدة أنشطةٍ عملية هي في حقيقتها معالجاتٌ ضمنية لدالة الأسعار الهيدونية:

التعديلات في منهج المقارنة بالمبيعات. حين يعدّل المُقيّم المقارنَ B صعودًا بمقدار $100,000 لأن العقار موضوع التقييم ذو إطلالةٍ والمقارن B بلا إطلالة، فهو يقرّر دعوى بشأن $p(\mathbf{z})$: وهي أن الدالة، مع تثبيت سائر الخصائص، تزيد بمقدار $100,000 حين تنتقل خاصية الإطلالة من 0 إلى 1. وهذه عبارةٌ عن الميل الموضعي للدالة p في بُعد الإطلالة.

المطابقة بين المناهج. يبني منهج التكلفة دلالة القيمة من الأسفل، بجمع تكاليف مكوّنات حزمةٍ مُستنسَخة. ويشتقّ منهج الدخل القيمةَ من التدفقات النقدية، التي تعكس في التوازن سعر الحزم المنتجة لتدفقاتٍ مماثلة. ويقرأ منهج المقارنة بالمبيعات السعرَ مباشرةً من معاملاتٍ مرصودة لحزمٍ متشابهة. وفي سوقٍ حسنة الأداء ينبغي أن تتقارب المناهج الثلاثة جميعًا عند النقطة نفسها على $p(\mathbf{z})$. فإذا تباعدت، وجب على المُقيّم أن يحكم أيّ المناهج قاس الدالةَ أوثقَ قياسٍ عند موضع العقار موضوع التقييم في فضاء الخصائص.

تحليل السوق والتعديلات الزمنية. تنزاح دالة الأسعار الهيدونية عبر الزمن مع تغيّر العرض والطلب والتمويل والتوقعات. فمعدّل ارتفاعٍ سنويٍّ قدره 6 بالمئة دعوى بشأن انزياح $p(\mathbf{z})$ في مجملها؛ أما القول بأن العقارات ذات علاوة الإطلالة ارتفعت أسرع من العقارات بلا إطلالة فدعوى بأن الدالة انزاحت انزياحًا متفاوتًا عبر فضاء الخصائص.

لماذا يمسّ قابلية الدفاع. تسمية دالة الأسعار الهيدونية صراحةً توضّح عدة مسائل تأسيسية في قابلية الدفاع:

هل الدالة موجودة؟ يفترض إطار روزن سوقًا تنافسية ذات معاملاتٍ كافية لتكون الدالة التوازنية ذات معنى. أما في الأسواق الضحلة، أو السريعة التغيّر، أو في القطاعات ذات جمهور المشترين الخاصّ، فقد تكون الدالة رديئة التحديد أو غير مستقرة. وعلى المُقيّم العامل في سوقٍ كهذه أن يقرّ بأن الجهاز الاستدلالي يشتغل على أساسٍ نظري مهتزّ.

هل الدالة واحدة في كل مكان؟ يعطي إطار روزن دالةً واحدة لكل قطاعٍ من السوق، لا دالةً واحدة عالميًا. فمدينتا Pacifica وSan Francisco سوقان متمايزتان لكلٍّ منهما دالتها الهيدونية؛ والمساكن الأحادية الأسرة والشقق قطاعان فرعيان متمايزان حتى داخل المدينة الواحدة. والمُقيّم الذي يخلط بين القطاعات إنما يفترض ضمنًا أن دالةً واحدة تمتدّ عليهما معًا، وهذا خطأ في الغالب.

أيّ صورةٍ دالّيةٍ تأخذها p؟ ليس على الدالة أن تكون خطيةً ولا لوغاريتمية-خطية ولا على أي صورةٍ بعينها. فقد بيّن روزن أن p غلافٌ للمزايدات والعروض فحسب، ولم يحدّد شكلها. وتُظهر الدالة تجريبيًا لاخطياتٍ (فالقيمة الحدية لغرفة نومٍ إضافية كثيرًا ما تكون غير ثابتة في مساحة المعيشة)، وتفاعلاتٍ (فعلاوة الإطلالة تتوقف على توجيه قطعة الأرض)، وعتباتٍ (فالمطبخ دون حدٍّ معيّن من الجودة قد يجتذب

خصمًا لا يتناسب مع درجة حالته). والتقدير القابل للدفاع يقتضي إما صورةً دالّيةً تسندها السوق، وإما مقدّرًا مرنًا قادرًا على استرداد الشكل من البيانات.

مثال تطبيقي من الممارسة. سنشتغل في حيّ Pacifica موضع الدراسة على صورةٍ دالّيةٍ جمعية بسيطة سيستثمرها المدخل التالي على نحوٍ أوفى:

$$p(\mathbf{z}) \;=\; \beta_0 \;+\; \beta_{\text{GLA}}\, z_{\text{GLA}} \;+\; \beta_{\text{lot}}\, z_{\text{lot}} \;+\; \beta_{\text{view}}\, z_{\text{view}} \;+\; \beta_{\text{cond}}\, z_{\text{cond}}.$$

حيث GLA مساحة المعيشة الإجمالية، وlot مساحة الأرض، وview الإطلالة، وcond الحالة.

وتنطوي هذه الصورة على افتراضين قويّين: أن إسهام كل خاصيةٍ خطيٌّ في مستواها، وأن الخصائص لا تتفاعل فيما بينها. والافتراضان كلاهما قابلان للاختبار وكثيرًا ما يُخرقان؛ وإنما نتبنّاهما هنا بوصفهما نقطة انطلاق.

وبالنسبة إلى المقارنات الثماني في المثال الجاري في هذا العدد، سيقدّر تحليلنا في المداخل التالية قيمًا للمعاملات β تعطي دالةً قريبةً من:

المعامل	القيمة المقدّرة
(الحدّ الثابت) β_0	\$80,777
(للقدم المربعة) β_{GLA}	\$575
(للقدم المربعة) β_{lot}	\$22.70
(نعم/لا) β_{view}	\$86,179
(لكل درجة) β_{cond}	\$49,824

وبإدخال هذه القيم في الصورة الجمعية تتنبأ الدالة بسعرٍ لأي نقطةٍ في فضاء الخصائص الرباعي الأبعاد. فبالتعويض بإحداثيات المقارن A يخرج سعرٌ متنبأ به قريبٌ من سعره المرصود \$1,425,000؛ وبالتعويض بالعقار الافتراضي موضوع التقييم عند $(1700, 7500, 1, 2)$ تخرج دلالة قيمةٍ لذلك العقار.

وليست غاية هذا المدخل هذه الأرقام بعينها، بل النقلة المفهومية: **أن الدالة موجودة، من حيث المبدأ، قبل أن نقدّرها.** فالدالة خاصّةٌ من خصائص السوق، وتقديرنا محاولةٌ لاستردادها. وقد يكون هذا الاسترداد جزئيًا أو متحيّزًا أو مشوّشًا، والمداخل الثلاثة التالية معنيّةٌ بكيفية إنجاز ذلك الاسترداد على وجهٍ مسؤول.

المراجع.

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

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؛ السعر الضمني؛ الانحدار الهيدوني.

ملحق: الصياغة الشكلية بلغة Prolog

الملف المرافق التالي، وهو مقروء آليًا (`003-hedonic-price-function.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.

السعر الضمني

(النسخة العربية)

المفاهيم الأساسية● *The Valuation Engineer*
7 أغسطس 2026 • William Bert Craytor
الإصدار 1.0.0
DOI: 10.67330/md6wke17
ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

التعريف الشكلي. السعر الضمني لخاصيةٍ ما هو المشتقّة الجزئية لدالة الأسعار الهيدونية بالنسبة إلى تلك الخاصية، مُقيَّمةً عند نقطةٍ في فضاء الخصائص؛ وهو يمثّل السعر السوقي الحدّي لوحدةٍ إضافية من الخاصية، مع تثبيت سائر الخصائص.

الصياغة الحدسية. تُسنِد دالة الأسعار الهيدونية $p(\mathbf{z})$ سعرًا إلى كل حزمة. غير أن معظم الأسئلة العملية في التقييم ليست عن سعر حزمةٍ كاملة، بل عن سعر **مكوّنٍ** بعينه من الحزمة. فكم تساوي الإطلالة؟ وكم تضيف مئةُ قدمٍ مربعة إضافية؟ وكم يُسهم الفرق بين الحالة "الجيدة" و"الممتازة"؟

والسعر الضمني هو الجواب عن هذه الأسئلة. والمصطلح يعود إلى روزن (Rosen, 1974)، الذي بيّن أن الأسعار المرصودة للمنتجات المتمايزة مع خصائصها تُحدّد معًا "مجموعةً من الأسعار الضمنية أو 'الهيدونية'"؛ أما لانكستر (Lancaster, 1966) فقد قدّم التصوّر الأساس للسلع بوصفها حزمًا من الخصائص. ولكل خاصية z_i، السعرُ الضمني هو المعدّل الذي تتغيّر به $p(\mathbf{z})$ حين يتغيّر z_i مع تثبيت سائر الخصائص:

$$\pi_i(\mathbf{z}) \;=\; \frac{\partial p(\mathbf{z})}{\partial z_i}.$$

ووحدات السعر الضمني هي الدولارات لكل وحدةٍ من الخاصية --- دولاراتٌ للقدم المربعة من مساحة المعيشة، ودولاراتٌ للقدم المربعة من الأرض، ودولاراتٌ لكل درجةٍ من الحالة. أما في خاصيةٍ ثنائية كالإطلالة، فالسعر الضمني هو العلاوة الكاملة المدفوعة للانتقال من غياب الإطلالة (0) إلى وجودها (1).

وكلمة "ضمني" تلتقط الواقعة المركزية: أن هذه الأسعار **غير** معلنة. فلا أحد يعرض بيع "قدمٍ مربعة واحدة من مساحة المعيشة" بـ$575. وإنما السعر ضمنيٌّ في أسعار الحزم التوازنية التي **هي** المعلنة، ووجود الجهاز الهيدوني إنما هو لاستخراجه.

والأسعار الضمنية هي مخرَج الإطار الهيدوني ذو الصلة بالتقييم. فالتعديل في شبكة المقارنة بالمبيعات هو، من حيث المبدأ، تقديرٌ لسعرٍ ضمنيٍّ مضروبًا في فرقٍ في الخاصية. وكل تعديلٍ رهانٌ على قيمة π_i عند النقطة ذات الصلة في فضاء الخصائص.

أين يصادفه المُقيّم. شبكةُ تعديلات المقارنة بالمبيعات جدولٌ لتطبيقات الأسعار الضمنية، وإن لم يسمّها المُقيّمون كذلك. فالمُدخل الذي يعدّل مقارنًا بـ"$10,000+ مقابل نقصان 200 قدم مربعة من مساحة المعيشة عن العقار موضوع التقييم" إنما يقرّر أن السعر الضمني لمساحة المعيشة، عند الموضع ذي الصلة في فضاء الخصائص، هو $50 للقدم المربعة. والمُدخل الذي يعدّل بـ$100,000" مقابل إطلالةٍ أدنى" يقرّر سعرًا ضمنيًا قدره $100,000 لخاصية الإطلالة الثنائية. وقابلية الدفاع عن منهج المقارنة بالمبيعات برمّتها تقوم على إمكان إسناد هذه الأسعار الضمنية من السوق. غير أن المُقيّمين، في الممارسة، يقدّرون التعديلات مباشرةً --- من الأزواج المتطابقة، أو من الخبرة، أو من ممارسة الأقران --- من غير أن يحسبوا قطّ إسهامات القيمة الكامنة وراءها؛ فالشبكة التقليدية لا تسجّل إلا التعديلات نفسها. والقراءة القائمة على السعر الضمني تأويلٌ لما تقرّره تلك التعديلات، لا وصفًا لكيفية اشتقاقها.

وهذه التسمية توضّح أيضًا لماذا كان تحليل الأزواج البيعية هو التقنية التأسيسية لاشتقاق التعديلات. فمقارنان يختلفان في خاصيةٍ واحدة بالضبط يعطيان تقديرًا مباشرًا للسعر الضمني لتلك الخاصية: فرق السعر مقسومًا على فرق الخاصية. وموثوقية تحليل الأزواج البيعية تتوقف على ما إذا كان المقارنان قريبين حقًا في فضاء الخصائص قربًا يجعل السعر الضمني المستردّ منهما يتعمّم على العقار موضوع التقييم.

وثمة ثلاث خصائص للأسعار الضمنية تهمّ الممارسة:

إنها موضعية. فالسعر الضمني لمساحة المعيشة عند نقطة 1,650 قدمًا مربعة ليس بالضرورة هو نفسه عند نقطة 2,500. ذلك أن دالة الأسعار الهيدونية لاخطيةٌ عمومًا، فتتفاوت مشتقّاتها الجزئية بتفاوت الموضع في فضاء الخصائص. والتعديل المشتقّ من تحليل أزواجٍ بيعية عند 1,500 قدم مربعة لا ينطبق بالضرورة على عقارٍ موضوع تقييمٍ مساحته 3,000 قدم مربعة.

إنها شرطية. فالسعر الضمني للإطلالة في قطاعٍ سوقيٍّ مطلٍّ على الشاطئ ليس هو نفسه في قطاعٍ داخلي. فالمشتقّة الجزئية تُؤخذ مع تثبيت سائر الخصائص، لكن قيمة تلك المشتقّة تتوقف على **أين** ثُبِّتت تلك الخصائص الأخرى.

إنها تابعة للسوق. فالأسعار الضمنية أسعارٌ توازنية، ومن ثمّ تعكس تفضيلات جمهور المشترين وقت المعاملات. وانزياحُ السوق قد يغيّر الأسعار الضمنية حتى لو لم تتغيّر الخصائص نفسها. والتعديلات الزمنية إقرارٌ ضمنيٌّ بأن الأسعار الضمنية بالأمس قد لا تكون أسعار اليوم.

لماذا يمسّ قابلية الدفاع. تكشف الصياغة القائمة على السعر الضمني مسائلَ في قابلية الدفاع عن التعديلات كثيرًا ما تحجبها الشبكة غير الشكلية:

أين أنت في فضاء الخصائص؟ لا يكون السعر الضمني قابلًا للدفاع إلا إذا قُدِّر قرب موضع العقار موضوع التقييم في فضاء الخصائص. فعلاوة إطلالةٍ مشتقّةٌ من مقارناتٍ داخلية ومطبَّقةٌ على عقارٍ مطلٌّ على الشاطئ استقراءٌ عبر منطقةٍ من فضاء الخصائص يكون سلوك الدالة فيها مجهولًا.

ما الهندسة الموضعية؟ إذا تفاعلت خاصيتان --- كأن تكون الإطلالة أثمن على قطعة أرضٍ أكبر --- فإن معاملتهما جمعيًا على انفصالٍ سوءُ تحديدٍ للنموذج. فالسعر الضمني للإطلالة يتوقف على مساحة الأرض، والتعديلُ الذي يتجاهل التفاعل يبخس البنية الفعلية للدالة.

كيف استُردّ السعر الضمني؟ إن تحليل الأزواج البيعية، ومعامل الانحدار، والقاعدة التقريبية المهنية، و"الحكم المهني" تشير كلها إلى الكمّية نفسها --- السعر الضمني --- لكن بمكانةٍ معرفية شديدة التفاوت. وقابلية دفاع المُقيّم تتوقف على بيان أي مصدرٍ أنتج السعر الضمني المستعمل في كل تعديل.

مثال تطبيقي من الممارسة. في مثال Pacifica الجاري، مع التحديد الجمعي المعتمَد في المدخل السابق، تكون الأسعار الضمنية ببساطة هي معاملات الدالة الخطية:

$$\pi_{\text{GLA}} = \beta_{\text{GLA}}, \quad \pi_{\text{lot}} = \beta_{\text{lot}}, \quad \pi_{\text{view}} = \beta_{\text{view}}, \quad \pi_{\text{cond}} = \beta_{\text{cond}}.$$

وبالمعاملات المقدّرة في المدخل 003:

الخاصية	السعر الضمني	الوحدات
مساحة المعيشة	\$575	للقدم المربعة
الأرض	\$22.70	للقدم المربعة
الإطلالة	\$86,179	لكل نعم/لا
الحالة	\$49,824	لكل درجة

وهذه الأسعار الضمنية تستلزم تحليلًا للأزواج البيعية. وبالعودة إلى الفرق بين المقارن A والمقارن B من المدخل 001:

- للمقارن A إطلالة ($\Delta z_{\text{view}} = +1$)؛ والإسهام $+\$86{,}179$.
- للمقارن A أرضٌ أكبر بـ1,800 قدم مربعة ($\Delta z_{\text{lot}} = +1{,}800$)؛ والإسهام $1{,}800 \times \$22.70 = +\$40{,}860$.
- وسائر الخصائص متطابقة.
- فرق السعر المتنبأ به: $\$86{,}179 + \$40{,}860 = \$127{,}039$.

وكان فرق السعر المرصود \$145,000. فتفكيكُ الأسعار الضمنية يفسّر نحو \$127,000 منه؛ أما الباقي وقدره \$18,000 فيعكس تقلّب المعاينة في مجموعة البيانات الصغيرة (وبعمومٍ أوسع، أنواع العوامل غير المرصودة التي سيتناولها مدخل المتغير الكامن).

وثمة نقطتان عمليّتان جديرتان بالتنويه. الأولى أن افتراض الخطية يؤدي عملًا حقيقيًا هنا: فتحت دالةٍ $p(\mathbf{z})$ لاخطية، قد يكون فرقُ الأرض المادي نفسه أثمنَ على قطعةٍ صغيرة منه على قطعةٍ كبيرة، ويكون التفكيك الجمعي أعلاه متحيّزًا. والثانية أن السعر الضمني البالغ \$22.70 للقدم المربعة من الأرض هو القيمة الحدّية لقدمٍ مربعة إضافية، لا القيمة الكلية للأرض. فالإسهام الكلي لأرضٍ مساحتها 9,000 قدم مربعة في سعر الحزمة هو $9{,}000 \times \$22.70 = \$204{,}300$، غير أن إضافة قدمٍ مربعة واحدة لا ترفع سعر الحزمة إلا بـ\$22.70.

وهذا التمييز --- بين الحدّي والكلي --- مصدرُ لبسٍ غير قليل في لغة التقييم اليومية، وهو من أهم المكاسب المفهومية المترتّبة على تسمية السعر الضمني صراحةً.

المراجع.

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

Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132–157.

Freeman, A. M., III (1979). Hedonic Prices, Property Values and Measuring Environmental Benefits: A Survey of the Issues. *Scandinavian Journal of Economics*, 81(2), 154–173.

Taylor, L. O. (2003). The Hedonic Method. In *A Primer on Nonmarket Valuation* (pp. 331–393). Kluwer Academic Publishers.

Palmquist, R. B. (2005). Property Value Models. In *Handbook of Environmental Economics* (Vol. 2, pp. 763–819). North-Holland.

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؛ الانحدار الهيدوني.

ملحق: الصياغة الشكلية بلغة Prolog

الملف المرافق التالي، وهو مقروء آليًا (`004-implicit-price.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.

الانحدار الهيدوني

(النسخة العربية)

المفاهيم الأساسية● *The Valuation Engineer*
7 أغسطس 2026 • William Bert Craytor
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 المُلائمة 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.

المتغير الكامن

(النسخة العربية)

المفاهيم الأساسية● *The Valuation Engineer*
7 أغسطس 2026 • William Bert Craytor
الإصدار 1.0.0
DOI: 10.67330/11n3g168

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

التعريف الشكلي. المتغير الكامن سمةٌ غير مرصودة تؤثّر في النتائج المرصودة، ويتعيّن استنتاج قيمتها من آثارها في المتغيرات القابلة للرصد لا قياسها مباشرةً.

الصياغة الحدسية. عاملت المداخل الخمسة الأولى متجة الخصائص $\mathbf{z}$ كأنه قابلٌ للقياس كاملًا: مساحة المعيشة، ومساحة الأرض، والإطلالة، والحالة، وما إليها، جميعها متاحةٌ أعمدةً من البيانات. غير أن متجه الخصائص لا يكتمل قط في الممارسة. فبعض السمات غائبةٌ عن البيانات لصعوبة قياسها (جودة التشطيب الداخلي، وانسياب التوزيع الداخلي، والتوجيه الجزئي على المستوى الموضعي الدقيق)، أو لغيابها عن مغذّيات البيانات المعتادة (فسجلات MLS لا تلتقط جودة الإضاءة ولا العزل الصوتي ولا التحسينات الحديثة غير المرخّصة)، أو لأنها لم يُعترف بعد بصلتها بالموضوع (كخصائصَ على مستوى الحي لا يتبيّن أنها تتنبأ بالسعر إلا بعد أن يكشفها التحليل).

وهذه السمات غير المرصودة وذات الصلة هي **المتغيرات الكامنة**. فهي موجودة، وتؤثّر في السعر، لكنها ليست في أعمدة انحدارنا. ولا تزول آثارها لكونها غير مقيسة، بل تتراكم في بواقي النموذج، حيث تبدو "ضوضاءً" من منظور المتغيرات المُدرَجة، وهي في الحقيقة إشارةٌ مبنينة من منظور العملية المولّدة للبيانات.

والمتغيرات الكامنة هي الجسر بين الإطار الهيدوني المثالي وواقع بيانات التقييم الفوضوي. والاعتراف بها صراحةً شرطٌ سابق لأي استدلالٍ أمين بشأن عدم يقين النموذج، وبنية البواقي، وحدود ما تستطيع الخصائص القابلة للرصد تفسيره.

أين يصادفه المُقيّم. يصادف المُقيّمون المتغيرات الكامنة في ثلاثة سياقاتٍ متكرّرة.

تعديلا الجودة والحالة. "الجودة" و"الحالة" بوصفهما فئتين تقييميتين هما نفساهما محاولتان لطيّ بناءٍ كامنٍ متعدّد الأبعاد في مقياسٍ ترتيبي واحد. فتصنيف الحالة C3 في UAD 3.6 يُقصد به تلخيصُ الصيانة المؤجَّلة للعقار، وبِلى التشطيب، وعمر الأنظمة الميكانيكية، والمظهر --- أي من أربع إلى عشر سماتٍ أساسية مكثَّفةً في رقمٍ واحد. والتلخيص برقمٍ واحد وكيلٌ عن بناءٍ كامن؛ وحرفةُ المُقيّم تشمل الحكمَ على مدى التقاط هذا الوكيل للحقيقة الكامنة في كل حالة.

الباقي غير المفسَّر في الشبكة. حين تدلّ ثلاث مقارناتٍ معدَّلة على القيمة لكنها تتباين بأكثر مما هو متوقَّع، كان التباين مُعلِمًا. فقلّما يكون كلُّه ضوضاءَ معاينة؛ بل هو في الأغلب انعكاسٌ لسمةٍ لم يتعرّفها المُقيّم بعد أو لم يعدّل لأجلها. وتحرّي التباين الباقي --- "لماذا تدلّ هذه المقارنة على $50,000 فوق سائرها؟" --- هو صيغة المُقيّم غير الشكلية لاستدلال المتغيرات الكامنة.

التحسين الحديث الذي لا يراه أحد. قد يكون العقار قد خضع لتجديد مطبخٍ، أو استبدال سقفٍ، أو إنشاء وحدة سكنية ملحقة مرخّصة، مما لم ينعكس بعد في بيانات MLS أو بيانات المُقيّم الضريبي. فالتحسين، من منظور المُقيّم، مرصودٌ بالمعاينة الشخصية لا في البيانات. وهو، من منظور الانحدار، كامن. وعلى المُقيّم أن يوفّق بين الملاحظة الشخصية والدلالة المستمدّة من البيانات، وينبغي أن تتقاربا على الإسهام الحقيقي للسمة الكامنة.

لماذا يمسّ قابلية الدفاع. تُدخل المتغيرات الكامنة عدة اعتباراتٍ في قابلية الدفاع لا يتناولها النموذج الخطي الجمعي في المدخل 005 تناولًا مباشرًا.

تحيّز المتغير المحذوف. إذا ارتبط متغيرٌ كامن بمتغيرٍ مرصود، تسرّب أثره إلى معامل المتغير المرصود. فإذا كانت المنازل المباعة حديثًا في Pacifica تنزع إلى امتلاك مطابخَ مجدَّدة (وهي سمةٌ كامنة)، وكان تاريخ التعاقد على بيع المنزل موجودًا في البيانات، فإن معامل عمر البيعة (أي `sale_age` أو "الأيام منذ البيع") سيمتصّ جزءًا من أثر تجديد المطبخ. ومن ثمّ يصير إسهام السعر الضمني المقدَّر لـ`sale_age` متحيّزًا --- إذ يعكس `sale_age` **زائدًا** جزءًا من حالة تجديد المطبخ غير المقيسة. والتقييم القابل للدفاع يقرّ بأن معاملات المتغيرات المرصودة مشروطةٌ بما هو غائبٌ عن النموذج.

تأويل البواقي. تعامل نظرية الانحدار المعيارية البواقيَ ضوضاءً غاوسية متوسطها صفر. أما نظرة المتغير الكامن فتعاملها خليطًا من الضوضاء والإشارة: جزءٌ منها تقلّب معاينة، وجزءٌ أثرٌ تراكمي لسماتٍ غير مرصودة. وتمييزُ أحدهما من الآخر جوهريٌّ منهجيًا. فباقٍ يرتبط بالموقع، أو بتاريخ البيع، أو بهوية المُقيّم، أو بأي مرصودٍ آخر، يوحي بأن المتغير الكامن المقابل قابلٌ للاسترداد جزئيًا.

انتقاء النموذج. إضافةُ مزيدٍ من المتغيرات المرصودة هي العلاج البديهي لتحيّز المتغير المحذوف، غير أن المتغيرات الكامنة الأشدّ أهميةً كثيرًا ما تكون أعصاها على الإضافة إلى النموذج (كتفصيل الحالة الدقيق، وجودة التحسينات الحديثة، والآثار الجزئية على مستوى الحي). والاستجابة القابلة للدفاع قد تكون أحيانًا الإقرار بأن النموذج لن يلتقطها أبدًا، وتخصيصَ التباين غير المفسَّر للباقي بدل حشر متغيراتٍ إضافية قسرًا.

مثال تطبيقي من الممارسة. أنتج الانحدار في المدخل 005 باقيًا غير معتادٍ للمقارن H: إذ بخس النموذج سعره بمقدار 46,455$، في حين وقعت البواقي السبعة الأخرى ضمن نطاق $\pm$18,000$. والخصائص المرصودة للمقارن H --- مساحة معيشة 1,600، وأرض 7,300، وبلا إطلالة، وحالة "جيدة" --- تضعه في وسط العيّنة تمامًا؛ فليس في سِمته المرصودة ما يتنبأ بسعرٍ مرتفعٍ على غير المعتاد. ومع ذلك بيع بمقدار 46,455$ فوق ما يقوله النموذج.

والفرضية الطبيعية أن للمقارن H سمةً كامنة تُسهم في سعره لكنها لا تظهر في البيانات. وهذا بالضبط ما جرى في بناء مجموعة بيانات هذا العدد: فالمقارن H خضع لتجديد مطبخٍ حديث يضيف نحو 60,000$ إلى قيمة حزمته. ولم يكن التجديد في قائمة متغيرات الانحدار، فتراكم إسهامُه في الباقي بدل أن يستقرّ في معامل. والباقي المقدَّر (46,455$) أصغر قليلًا من الإسهام الكامن الحقيقي (60,000$)، لأن الانحدار يوزّع أجزاءً صغيرة من الأثر الكامن على المعاملات الأخرى، فيحيّزها صعودًا في الأبعاد المرتبطة.

وتترتّب على ذلك ثلاث نتائجَ عملية:

عامِل الباقي الشاذّ بوصفه بيّنةً لا خطأً. فالاستجابة الملائمة الأولى لباقي المقارن H ليست إسقاطه بوصفه شاذًّا، بل تحرّي ما في العقار مما يفسّر البخس في التنبؤ. وفي هذه الحالة كانت المعاينة الشخصية أو البحث في سجلات التراخيص ستكشف التجديد. فإخفاق النموذج ذو قيمةٍ تشخيصية.

أدرِك أن المعاملات الأخرى متحيّزة قليلًا. فمعاملات الإطلالة والحالة والأرض امتصّت كسورًا صغيرة من أثر التجديد عبر ارتباطاتها بالخصائص المرصودة للمقارن H. والتحيّز صغيرٌ عند $n = 8$ وسيتقلّص أكثر مع مزيدٍ من المقارنات ومزيدٍ من المتغيرات المرافقة، لكنه ليس صفرًا.

البواقي في مجملها تحمل بنيةً قابلة للاسترداد. وهذه هي الدعوى الجوهرية لمنهجية **منهج قيد البواقي** (Residual Constraint Approach, RCA) التي طوّرها المؤلّف (Craytor, 2025): أن البواقي في بيانات التقييم السكني ليست، على نحوٍ منهجي، ضوضاءً غاوسية مستقلة متماثلة التوزيع. بل تعكس الإسهام المبنين لسماتٍ غير مرصودة --- تفصيل الحالة الدقيق، وتفصيل الجودة الدقيق، والمنفعة الوظيفية، وغيرها من البناءات الكامنة --- مما يمكن استرداده جزئيًا بمعاملة الباقي نفسه إشارةَ متغيرٍ كامن تُنمذَج بدل أن تُطرَح.

ومعالجة RCA للحالة والجودة تجعل هذا البناء ذا المستويين قابلًا للتشغيل. فالتصنيفات الترتيبية لدى المُقيّم --- أي الوكلاء الخشنو التفصيل المذكورون آنفًا، وقد يُسمَّون الحالة-1 (الحالة خشنة التفصيل) والجودة-1 (الجودة خشنة التفصيل) --- من الفجاجة بحيث يمكن معاملتها هي نفسها متغيراتٍ كامنة، ومع ذلك يمكن إدخالها متغيراتٍ انحدارية للحصول على إسهاماتٍ تقريبية للأسعار الضمنية. ثم ينقل البروتوكول تلك الإسهامات المقدَّرة من السمات المقيسة في قسم الانحدار من شبكة المبيعات ويعيدها إلى الباقي، ومنه يُعاد إسنادها إلى المتغيرين الكامنين الدقيقي التفصيل: الحالة-2 (الحالة دقيقة التفصيل) والجودة-2 (الجودة دقيقة التفصيل)، ثم تُصقَل في مقابل بيّناتٍ إضافية كالملاحظات العامة في MLS. فالتصنيف الخشن يقدّم إسنادًا أوّليًا للقيمة؛ أما المتغير الكامن الدقيق فيحمل البنية القابلة للاسترداد. وفي النهاية يحلّ إسهامُ القيمة الدقيق محلّ إسهام القيمة الخشن.

والتوضيح بمقارنٍ واحد هنا أبسطُ صور حدس RCA. ومع مزيدٍ من البيانات ونمذجةٍ أغنى، يمكن تجزئة البنية في الباقي إلى عواملَ كامنة يمكن التعرّف عليها، يُسهم كلٌّ منها في سعر السوق للحزمة على نحوٍ لا يبلغه التحديد الهيدوني المعياري. فالمتغيرات الكامنة ليست إزعاجًا يُضبَط ويُنحّى، بل هي الجبهة التالية في نمذجة التقييم القابلة للدفاع.

المراجع.

Spearman, C. (1904). "General Intelligence," Objectively Determined and Measured. *American Journal of Psychology*, 15(2), 201–292.

Bollen, K. A. (2002). Latent Variables in Psychology and the Social Sciences. *Annual Review of Psychology*, 53, 605–634.

Craytor, B. (2025). Residual Constraint Approach: Framework & Protocol. Zenodo. doi:10.5281/zenodo.14787917

إحالات: فضاء الخصائص؛ دالة الأسعار الهيدونية؛ السعر الضمني؛ الانحدار الهيدوني.

ملحق: الصياغة الشكلية بلغة Prolog

الملف المرافق التالي، وهو مقروء آليًا (`006-latent-variable.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.

أحكام قضائية حديثة

أحكام قضائية حديثة --- الولايات المتحدة

أحكام قضائية حديثة● *The Valuation Engineer*

William Bert Craytor • المجلد 1، العدد 1 • صيف 2026

DOI: 10.67330/fz34f711

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

ملخّصات القضايا بحسب الولاية القضائية

كاليفورنيا

The Retail Property Trust v. Orange County Assessment Appeals Board No. 1. محكمة استئناف كاليفورنيا، حُكم فيها في أبريل 2026.

تناولت محكمة الاستئناف مدى إتاحة الإعفاء من تقدير الضريبة العقارية بموجب المادة 170 من قانون الإيرادات والضرائب في كاليفورنيا، بسبب قيود الوصول التي فرضتها أوامرُ حكومية صدرت خلال جائحة COVID-19. وقد حاجّ مركزُ التسوّق المدّعي بأن تقييد الوصول أثناء الجائحة يشكّل ``ضررًا" لحق بالعقار في مفهوم المادة 170، بما يخوّله الإعفاء من التقدير.

أثرُها في المُقيّمين. سيصوغ تفسيرُ الحكم لـ``الضرر" بموجب المادة 170 مطالباتِ الإعفاء المستقبلية القائمة على انتقاصٍ خارجي المنشأ لمنفعة العقار، سواءٌ نشأ عن أوامر الصحة العامة أو مشاريع البنية التحتية أو غيرها من الإجراءات الحكومية المؤثّرة في الوصول. وعلى المُقيّمين المطلوب منهم إبداء رأي في أثر قيود الوصول في قيمة العقار التجاري أن يراجعوا استدلال المحكمة بشأن ما إذا كانت المنفعةُ المقيَّدة --- تمييزًا لها من الأذى المادي --- تشكّل ضررًا قابلًا للتعويض لأغراض الإعفاء من التقدير.

كولورادو

Cheroutes v. Rocket Mortgage & Solidifi. المحكمة الجزئية الاتحادية، الدائرة الجزئية لكولورادو؛ منظورة، وتحديثات الحالة في 2026.

تزعم الدعوى الأصلية وجودَ تحيّزٍ في التقييم بالمخالفة لقانون الإسكان العادل (Fair Housing Act) فيما يتصل بتقييمٍ أُجري سنة 2021 لمنزلٍ ثنائي الوحدات في Denver قُدّرت قيمته بنحو 640,000$ --- أي بأكثر من 220,000$ دون القيمة المقدَّرة في السنة السابقة. وكان قاضٍ اتحادي قد رفض من قبلُ طلبَ المدّعى عليهم ردَّ الدعوى، قاضيًا بأن على Rocket Mortgage وشركة إدارة التقييم Solidifi أن تدافعا عن المطالبات بدل التنصّل من المسؤولية بحجّة أن المُقرضين وشركات إدارة التقييم لا يُسألون عن سلوك المُقيّمين المستقلّين ذوي الأتعاب. والقضية في مرحلة تبادل البيّنات سنة 2026.

أثرُها في المُقيّمين. القضية هي الوسيلة النشطة الرئيسة لاختبار مسؤولية شركات إدارة التقييم والمُقرضين بموجب قانون الإسكان العادل عن سلوك المُقيّمين ذوي الأتعاب. فإن انتهت المحكمة إلى تحميلهما المسؤولية في الموضوع، اتّسعت اتساعًا كبيرًا دائرةُ الأطراف المعرَّضة لمطالبات الإسكان العادل الناشئة عن التقييمات، وسرى ذلك على الأرجح إلى عقود التكليف بين شركات إدارة التقييم والمُقيّمين.

فلوريدا

دعوى جماعية في فلوريدا تطعن في أتعاب شركات إدارة التقييم المحمَّلة على المقترضين السكنيين. رُفعت في 2 يناير 2026.

تطعن الدعوى في أتعاب شركات إدارة التقييم المحمَّلة على المقترضين برهنٍ عقاري سكني، زاعمةً أن الفارق بين الأتعاب المدفوعة للمُقيّم ذي الأتعاب والأتعاب المحمَّلة على المقترض عند الإقفال يتجاوز الحدود المقرَّرة في القانون الاتحادي وأنه غير مُفصَح عنه إفصاحًا كافيًا. وتقع القضية عند تقاطع اشتراط الأتعاب ``المعتادة والمعقولة" في قانون Dodd-Frank (12 U.S.C. § 1639e) مع نُظُم الإفصاح للمستهلك بموجب Truth in Lending Act وReal Estate Settlement Procedures Act.

أثرُها في المُقيّمين. يختبر التقاضي بنيةَ تعويض شركات إدارة التقييم، وقد يعيد تشكيل ممارسات الإفصاح على مستوى القطاع كلّه إن اعتُمدت الدعوى جماعيةً وفُصل فيها موضوعيًا. وقد تؤثّر النتيجة تأثيرًا غير مباشر في بيئة تحديد الأتعاب للمُقيّمين العاملين عبر شركات إدارة التقييم، بأن تُخضع الفارقَ بين ما تدفعه تلك الشركات وما يُحمَّل على المقترض لتمحيصٍ قضائي.

جورجيا

قضايا Green Rock لحقوق ارتفاق الحفظ. محكمة الضرائب الأمريكية، نوقشت أحكامُها في *Tax Notes* في 2 مارس 2026.

عملت محكمة الضرائب على كل ركنٍ من أركان اختبار الاستعمال الأعلى والأفضل في تقويمها لحقوق ارتفاق الحفظ الممنوحة على قطعتين متجاورتين (Green Rock Property وGreen Rock South) في إقليم Piedmont بولاية جورجيا. وأكّد خبراء مقدّمي الطلب أن الاستعمال الأعلى والأفضل للعقارين قبل منح حقّ الارتفاق كان تشغيلَ محجرِ غرانيت، واستعملوا تحليل التدفق النقدي المخصوم لتقدير قيمةٍ سوقية عادلة قبل الارتفاق تبلغ نحو 13.75 مليون دولار، في مقابل قيمةٍ بعد الارتفاق قدرها 180,000$.

وأبدت المحكمة تحفّظاتٍ على كل ركنٍ من أركان الاختبار. ففي الجواز القانوني، لم تقتنع بأن إعادة التصنيف العمراني للسماح بعمليات المحاجر كانت محتملةً احتمالًا معقولًا، ملاحِظةً على وجه الخصوص أن تغييرًا في تصنيف Green Rock Property قد استُصدر بُعيد طلب تقييمٍ جديد لحقّ ارتفاق الحفظ --- وهو تسلسلٌ وجدت المحكمة تصديقه عسيرًا. وفي الإمكان المادي، وجدت المحكمة أن البيّنة الجيولوجية لمقدّمي الطلب لا تكفي لإثبات إمكان إنشاء محجرٍ قابل للحياة في قطعة Harman Road، رغم العلم العام بوجود غرانيتٍ قابل للتعدين في إقليم Piedmont. وقضت المحكمة كذلك بأنه حتى مع افتراض الجواز القانوني والإمكان المادي، فلن يكون ذلك حاسمًا من غير استيفاء بقية أركان التحليل.

أثرُها في المُقيّمين. الحكم مثالٌ تطبيقي على التطبيق المنضبط المتتابع لاختبار الاستعمال الأعلى والأفضل رباعي الأركان. وهو يعزّز الخطّ الذي أرسته *Ranch Springs, LLC v. Commissioner*, 164 T.C. No. 6 (2025) و*Beaverdam Creek Holdings, LLC v. Commissioner*, T.C. Memo. 2025-53، وهو أن محكمة الضرائب لن تقبل دعاوى الاستعمال الأعلى والأفضل التخمينية، ولو كانت الجدوى العامة للاستعمال المقترح موثَّقةً في الإقليم المحيط. وعلى المُقيّمين الذين يُعدّون تقييمات حقوق الارتفاق أن يطوّروا بيّنةً خاصةً بكل قطعة لكل ركن، بدل الاتّكال على جدوًى إقليمية أو مُسنَدة بالقياس، وأن يتوخّوا حذرًا خاصًّا إزاء أنماط التوقيت --- كتغييرات التصنيف العمراني المستصدَرة بالتزامن مع التكليف بالتقييم --- التي قد تستدعي ارتيابًا قضائيًا.

ميريلاند

استحواذ مدينة Baltimore على مضمار Pimlico Race Course. إجراءات نزع ملكيةٍ للمنفعة العامة، جاريةٌ 2026–2025.

يثير استحواذُ مدينة Baltimore على مضمار Pimlico Race Course بسلطة نزع الملكية للمنفعة العامة مسائلَ في التعويض العادل تتعلّق بالصلة بين قيمة المنشأة العاملة وقيمة العقار في المرافق ذات الاستعمال المتخصّص. ولأن النشاط التشغيلي لـPimlico غيرُ قابلٍ وظيفيًا للفصل عن منشآته المادية، فإن التحليل التقليدي للمبيعات المقارِنة للعقار محدودُ الجدوى، وتتوقّف تقييمات منهج الدخل توقّفًا شديدًا على افتراض استمرار عمليات السباق.

أثرُها في المُقيّمين. يجدر برصد الإجراء كلُّ مُقيّمٍ يُطلب منه تقييم مرفقٍ أحادي الغرض يكون فيه النشاط التشغيلي والعقار غيرَ قابلين للفصل وظيفيًا، كمضامير السباق، واستوديوهات السينما، ومدن الملاهي، والمراسي، وبعض أصول الرعاية الصحية أو الضيافة. فالمنهجية التي ستنبثق من الإجراءات المتقاضى فيها ستؤثّر على الأرجح في كيفية معاملة حسابات التعويض العادل لزيادات المنشأة العاملة في مسائل نزع الملكية المقبلة.

مطالبات قانون الإسكان العادل الاتحادي ضد المُقيّمين

Braxton v. Bank of America. رُفعت في أبريل 2026.

رفعت مالكةُ منزلٍ دعوى على Bank of America وعلى مُقيّمٍ مقرّه Virginia، زاعمةً تمييزًا عنصريًا بالمخالفة لقانون الإسكان العادل. وتؤكّد المدّعية أنها ومستأجريها كانوا حاضرين أثناء التقييم وأن سلوك المُقيّم دلّ على ضغينةٍ عنصرية. وتواصل القضيةُ النمطَ الذي أرسته دعاوى تحيّز التقييم السابقة، ومنها قضية *Connolly/Mott v. loanDepot* في الدائرة الجزئية لميريلاند، وقضية *Austin v. Miller* في مقاطعة Marin بكاليفورنيا، من مطالبات قانون الإسكان العادل التي يرفعها مدّعون أفراد ضد المُقيّمين وشركات إدارة التقييم والمُقرضين.

أثرُها في المُقيّمين. إن استمرار وتيرة رفع دعاوى تحيّز التقييم ضد المُقيّمين الأفراد، مقترنًا بالتراجع الاتحادي عن إنفاذ الأثر التفاضلي، يدلّ على أن حقل التعرّض للمسؤولية قد انزاح: فالمدّعون من القطاع الخاص وجهاتُ إنفاذ الإسكان العادل على مستوى الولايات صاروا المصدر

الرئيس لمسؤولية تحيّز التقييم، بدل الأجهزة الاتحادية. وعلى المُقيّمين مراجعةُ ممارسات التوثيق لضمان أن يكون انتقاء المقارنات، واشتقاق التعديلات، ومطابقة القيمة النهائية، قابلًا للدفاع استقلالًا في مواجهة التمحيص اللاحق، وأن يدركوا أن ما يصدر أثناء المعاينة نفسها من أقوالٍ أو سلوك كثيرًا ما يكون الأساس الوقائعي لمطالبات المدّعين.

أحكام قضائية أوروبية حديثة

أحكام قضائية حديثة● *The Valuation Engineer*

William Bert Craytor • المجلد 1، العدد 1 • صيف 2026

DOI: 10.67330/r1yn1y02

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

النطاق والمصادر

استُمدّ هذا المسح من مصادرَ أوّلية متاحة للعموم حيثما أمكن الوصول إليها --- وأبرزها قاعدةُ بيانات السوابق القضائية الرسمية لمحكمة العدل للاتحاد الأوروبي (curia.europa.eu)، وHUDOC للمحكمة الأوروبية لحقوق الإنسان، والأحكامُ المنشورة للمحكمة المالية الاتحادية الألمانية (bundesfinanzhof.de)، والمحكمةُ الدستورية الاتحادية الألمانية (bverfg.de)، وLégifrance للاجتهاد الفرنسي، وUpper Tribunal (Lands Chamber) للمملكة المتحدة --- ومن التعليقات الثانوية في المطبوعات المهنية والأكاديمية. وقد قُرئت الأحكام الصادرة باللغات الوطنية في أصولها ووُصفت بالإنجليزية؛ وتحتفظ عناوين القضايا بهجائها وعلاماتها الأصلية.

ولم تُستعمل قواعدُ البحث القانوني المتاحة بالاشتراك وحده (juris.de، وbeck-online، وWestlaw UK، وLamy، وAranzadi). وأما أحكام المحاكم الوطنية دون مستوى المحكمة العليا فمسحُها انتقائي، مع إعطاء الأولوية للأحكام ذات الدلالة السابقية أو المنهجية الواضحة. وينبغي التحقق من إحالات القضايا الواردة هنا في التقرير الرسمي للمحكمة قبل الاعتماد عليها في الممارسة أو في نشرٍ لاحق.

وتعامل هذه الحلقة الأساس ألمانيا وفرنسا والمملكة المتحدة بوصفها الولايات القضائية الوطنية الرئيسة. أما إيطاليا وإسبانيا وهولندا ودول الشمال فلا تُمسح على حدة في هذه الحلقة، لكنها ستُضاف في الحلقات الفصلية التالية بحسب ما تقتضيه المادة. وستُمسح سويسرا في الحلقات المقبلة، رغم كونها خارج الاتحاد الأوروبي، لقوّة الأثر المنهجي لمعايير التقييم السويسرية في الممارسة الأوروبية عمومًا.

السياق التنظيمي الأوروبي

ثمة تطوّران تنظيميان على مستوى الاتحاد الأوروبي يمسّان البيئةَ التشغيلية للمُقيّمين مسًّا جوهريًا، وإن لم يكن أيٌّ منهما حكمًا قضائيًا:

قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي ونماذج التقييم الآلي. دخلت اللائحة 2024/1689 (EU) (قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي) حيّز النفاذ سنة 2024، وتسري أحكامُها المتعلقة بنُظُم الذكاء الاصطناعي عالية المخاطر على مراحل حتى أغسطس 2026. وفي 19 مايو 2026 نشرت المفوضية الأوروبية مسوّدة إرشاداتٍ بشأن تصنيف نُظُم الذكاء الاصطناعي عالية المخاطر للتشاور مع أصحاب المصلحة. ويُدرِج الملحق III من القانون تقديرَ الجدارة الائتمانية المتعلق بالأشخاص الطبيعيين ضمن الفئات الثماني لحالات الاستعمال المفترَض أنها عالية المخاطر، وتفصّل مسوّدة الإرشادات هذه الفئة تفصيلًا. ولأن نماذج التقييم الآلي (AVMs) المستعملة في نشأة الرهن العقاري، ومراقبة محافظ الرهون، والاكتتاب التأميني، غيرُ قابلةٍ وظيفيًا للفصل عن تقدير الجدارة الائتمانية للقروض الأساسية، فإن نماذج التقييم الآلي التي تشغّلها مؤسساتُ الائتمان أو شركاتُ التأمين داخل الاتحاد الأوروبي ستُصنَّف، في معظم التشكيلات، نُظُمَ ذكاءٍ اصطناعي عالية المخاطر. وتشمل تبعاتُ الامتثال نُظُمَ إدارة مخاطر إلزامية، وضوابطَ حوكمة بيانات، وتسجيلًا آليًا مع حفظ السجلات ستة أشهر على الأقل، وآلياتِ إشرافٍ بشري تتيح للمشغّلين فهم قرارات النظام وتجاوزها، والتزاماتِ رصدٍ بعد الطرح.

أثرُه في المُقيّمين. على المُقيّمين الأوروبيين أن يتوقّعوا خضوع سير العمل المسنود بنماذج التقييم الآلي لدى عملائهم المُقرضين لمتطلبات توثيقٍ وقابليةِ تفسيرٍ متزايدة زيادةً كبيرة. وحيث يقدّم المُقيّمون مدخلاتِ النموذج، أو بيانات المعايرة، أو المراجعةَ الإشرافية البشرية لمخرجاته، صارت تلك الأنشطةُ نفسُها عناصرَ في وضع امتثال المُقرض للذكاء الاصطناعي عالي المخاطر.

توجيه الأداء الطاقي للمباني (الصيغة المعادة). نُشر التوجيه 2024/1275 (EU)، وهو الصيغة المعادة من توجيه الأداء الطاقي للمباني (EPBD)، في الجريدة الرسمية في 8 مايو 2024، ودخل حيّز النفاذ في 28 مايو 2024. والموعد النهائي لنقله إلى قوانين الدول الأعضاء هو 29 مايو 2026. ومن بين أحكامٍ أخرى، يُلزم التوجيهُ المُعاد الدولَ الأعضاء بإعطاء الأولوية لتجديد الشريحة الأسوأ أداءً وقدرها ستة عشر بالمئة من المخزون المبني غير السكني، والشريحة الأسوأ أداءً وقدرها ثلاثة وأربعون بالمئة من المخزون السكني؛ ويضع معاييرَ دنيا

للأداء الطاقي (MEPS)؛ ويشترط مبانيَ صفريةَ الانبعاثات في الإنشاءات العامة الجديدة من 2028 وفي كل الإنشاءات الجديدة من 2030؛ ويفرض تقديرَ الكربون على مدى دورة الحياة للمباني الجديدة من 2030.

أثرُه في المُقيّمين. سيؤثّر التوجيه المُعاد في تقييمات العقارات عبر عدة قنوات: فعتباتُ الحد الأدنى للأداء الطاقي تنشئ صنفًا جديدًا من التقادم المدفوع بالامتثال؛ وتصنيفاتُ شهادة الأداء الطاقي (EPC) تصير محدِّدًا سعريًا جوهريًا للمخزون السكني والتجاري معًا؛ ويجب أن تنعكس تكاليفُ التجديد اللازمة لبلوغ الامتثال في مناهج التكلفة وفي خصم العمر الاقتصادي المتبقّي. وعلى المُقيّمين أن يتوقّعوا كذلك أن المُقرضين الخاضعين لتوجيه الائتمان العقاري سيشترطون على نحوٍ متزايد معالجةً صريحة لتصنيفات شهادة الأداء الطاقي ولمتطلبات الإنفاق الرأسمالي المتصلة بالمعايير الدنيا للأداء الطاقي في تقييمات الضمانات.

ملاحظات للحلقات التالية

ستتركّز الحلقات الفصلية التي تلي هذه الحلقة الأساس على التغيّرات: الأحكام الجديدة، والفصل في المسائل المنظورة المذكورة هنا (ولا سيما معالجة المحكمة الدستورية الاتحادية الألمانية للقضية *1 BvR 472/26*)، والتشريعات التنفيذية في الدول الأعضاء الناقلة للتوجيه المُعاد إلى القانون الوطني. وسيُضاف الإطارُ القانوني السويسري، ومعالجةُ أحكام المحكمتين العلياوين الإيطالية والإسبانية، والتطوراتُ لدى *Conseil constitutionnel* الفرنسي، بحسب ما تقتضيه المادة.

ملخّصات القضايا بحسب الولاية القضائية

محكمة العدل للاتحاد الأوروبي

(Case C-351/23) *GR Real*. محكمة العدل للاتحاد الأوروبي، حكمٌ صادر في 24 يونيو 2025.

فصلت محكمة العدل في إحالةٍ تمهيدية من محكمةٍ سلوفاكية نشأت عن إجراء تنفيذٍ غير قضائي على رهنٍ عقاري، فقد فيه مستهلكون منزل الأسرة بالمزاد بينما كانت دعاوى الطعن في شروطٍ تعاقدية يُحتمل أنها مجحفة ما تزال منظورة. وقضت المحكمة بأن ضمانات حماية المستهلك بموجب التوجيه 93/13/EEC تقتضي أن تسمح القواعدُ الإجرائية الوطنية بمراجعةٍ قضائية فعّالة لعدالة الشروط التعاقدية قبل جواز بيع المسكن المرهون بالتنفيذ غير القضائي، وأن الإجراءات التي تتيح مضيّ البيع مضيًّا لا رجعة فيه قبل إتمام تلك المراجعة تتنافى مع التوجيه.

أثرُه في المُقيّمين. ليس الحكم قضية تقييمٍ مباشرة، لكنه يعيد تشكيل البيئة الإجرائية التي يُكلَّف فيها بتقييمات ضمانات الرهن وتُستعمل. ففي عدة دولٍ أعضاء لديها إجراءات تنفيذٍ غير قضائي (ولا سيما سلوفاكيا، والتشيك، والمجر، ودول البلطيق)، يكون الأثر العملي إبطاءَ مزاد التنفيذ وإطالةَ المدة التي يُعتمد فيها على تقييم ضمانات المُقرض. وعلى المُقيّمين الذين يُعدّون تقييمات ضماناتٍ لسياقات التنفيذ في تلك الولايات القضائية أن يتوقّعوا بقاء تقارير التقييم قيد الاستعمال مدةً أطول ممّا مضى، وأن تُختبر في مواجهة تحرّكات السوق بين تاريخ التقييم الأصلي والبيع في نهاية المطاف.

المحكمة الأوروبية لحقوق الإنسان

هدم مبنًى في Baku (أذربيجان)، حكمٌ صادر في يوليو 2025. المحكمة الأوروبية لحقوق الإنسان، المادة 1 من البروتوكول رقم 1.

خلصت المحكمة الأوروبية لحقوق الإنسان إلى وقوع انتهاكٍ للحق في التمتّع السلمي بالممتلكات فيما يتصل بهدم مبنًى في Baku ونزع ملكيته، وهو ما أُمر به بعد استنادِ السلطات إلى خطر الزلازل. ووجدت محكمة Strasbourg أن السلطات المحلية، عند تحديد التعويض، لم تقدّم أسبابًا كافية لرفض تقرير التقييم الذي قدّمه مقدّمو الطلب، وأنها اعتمدت من غير مسوّغ مبلغَ رأي الخبير الذي كلّفته المحكمة نفسها وحده. وقضت المحكمة بمبلغٍ إجمالي قدره 75,000 يورو عن الضرر المادي، و3,000 يورو عن الضرر المعنوي، و1,055 يورو عن الأتعاب القانونية.

أثرُه في المُقيّمين. يعزّز الحكم خطًّا من اجتهاد المادة 1 من البروتوكول 1 يقتضي أن تولي المحاكمُ الوطنية اعتبارًا مُعلَّلًا لبيّنات التقييم المتنافسة في دعاوى نزع الملكية، وأن يكون رفضُ تقرير تقييم مقدّم الطلب لصالح رأي خبيرٍ كلّفته المحكمة مُعلَّلًا هو نفسه. وبالنسبة إلى المُقيّمين الأوروبيين العاملين في سياقات نزع الملكية والتعويض العادل، تؤكّد القضية أن قابلية الدفاع التوثيقية لتقرير التقييم --- أي الاستدلال الصريح المُسنِد لانتقاء المقارنات، واشتقاق التعديلات، ومطابقة القيمة النهائية --- هي نفسها مسألةُ حقوقٍ أساسية حين يُقدَّم التقرير إسنادًا لمطالبةٍ ضد الدولة.

فرنسا

Cour de cassation, Chambre commerciale, 19 June 2024, n° 22-24.169. (نوقشت في التعليقات المهنية طوال 2025).

قضت محكمة النقض، في سياق منازعات *valeur vénale* (القيمة السوقية) لضريبة التركات، بأن بيع العقار الموروث الواقع بعد الحدث الخاضع للضريبة (وفاة المورّث، *de cujus*) لا يجوز للورثة استعمالُه لتخفيض الـ*valeur vénale* المُقرَّرة أصلًا، ولو كان سعر البيع اللاحق أدنى بكثير ووقع البيع خلال أشهرٍ من الوفاة. ويطبّق الحكم مبدأ أن الـ*valeur vénale* لأغراض ضريبة التركات تُحدَّد في تاريخ الحدث الخاضع للضريبة، ولا تُصحَّح بالإحالة إلى معاملاتٍ لاحقة على ذلك الحدث في العقار نفسه.

أثرُه في المُقيّمين. يؤكّد الحكم انضباطًا صارمًا بتاريخ التقييم في ممارسة ضريبة التركات الفرنسية، ويحدّ من صلة المبيعات اللاحقة للحدث بوصفها بيّنةً رجعية على القيمة. وعلى المُقيّمين الذين يُعدّون تقييمات ضريبة التركات الفرنسية أن يطوّروا بيّنةَ مبيعاتٍ مقارِنة شاملة مبنيّةً على معاملاتٍ **في تاريخ التقييم أو قبله**، وألّا يقدّموا المبيعات اللاحقة للحدث في العقار موضوع التقييم نفسه بيّنةً مؤكِّدة. والاستدلال نفسه يُرجَّح امتدادُه إلى ضريبة الهبات (*droits de donation*) وإلى سياقات ضريبة الثروة (*IFI*).

Cour de cassation, 3e Chambre civile, 8 January 2026, n° 23-22.803. تقارير الخبرة الودّية (غير القضائية).

أصدرت الغرفة المدنية الثالثة لمحكمة النقض حكمًا يعيد تعريف القيمة القانونية لتقارير الخبرة الودّية (غير القضائية) في الدعاوى المدنية الفرنسية. ويأتي الحكم عقب الإصلاح الإجرائي الأوسع الذي أحدثه المرسوم (*décret*) الصادر في 18 يوليو 2025، الذي جعل الوساطةَ وتسويةَ المنازعات ودّيًا القاعدةَ الافتراضية في الإجراءات المدنية. وأوضحت المحكمة أن تقارير الخبرة الودّية المُعدّة بتكليفٍ تعاقدي من طرفٍ واحد يجوز مع ذلك قبولُها بيّنةً وإيلاؤها وزنًا إثباتيًا، رهنًا بمبدأ المواجهة وبتقدير المحكمة لاستقلال الخبير ومنهجيته.

أثرُه في المُقيّمين. يقوّي الحكمُ الموقفَ الإثباتي لـ*expertises immobilières* المُعدّة خارج إطار الخبراء القضائيين المعيَّنين من المحكمة (*experts judiciaires*)، بشرط أن يراعي التقريرُ المعاييرَ المنهجية للمهنة وأن يكون استقلال الخبير موثَّقًا. وبالنسبة إلى المُقيّمين الفرنسيين العاملين على تقييماتٍ متنازَع فيها في التركات أو الطلاق أو المنازعات التجارية، ينشئ الحكم أساسًا أقوى للاستشهاد بالتقارير المُكلَّف بها من العملاء والاعتماد عليها في التقاضي اللاحق. ومن ثمّ تزداد أهميةُ العناية الخاصة بتوثيق الاستقلال (انتفاء التبعية أو المصلحة الاقتصادية أو صلة القرابة بالعميل) وبتطبيق المناهج التي تفرضها المعايير المهنية.

ألمانيا

Bundesfinanzhof، أحكامٌ صادرة في 12 نوفمبر 2025 (II R 25/24، II R 31/24، II R 3/25). ثلاثيةُ *Grundsteuer-Bundesmodell* --- دستوريةُ نظام تقييم الضريبة العقارية المُصلَح. قضت الدائرة الثانية للمحكمة المالية الاتحادية الألمانية (*Bundesfinanzhof*, BFH) في ثلاث دعاوى نقضٍ متوازية بأن أحكام منهج التقييم برسملة الدخل (*Ertragswertverfahren*) المطبَّق بموجب ما يُسمّى *Bundesmodell* لتقييم العقارات السكنية في إحدى عشرة ولاية ألمانية اتحادية لأغراض الضريبة العقارية المُصلَحة (*Grundsteuer*) النافذة من 1 يناير 2025 أحكامٌ دستورية. وكان المدّعون مُلّاك شققٍ في North Rhine-Westphalia وSaxony وBerlin طعنوا في تقديراتهم بحجّة أن قواعد التقييم المُنظِّمة تخالف مبدأ المساواة العام (المادة 3(1) من القانون الأساسي) وتُنتج قيمًا غير دقيقة على نحوٍ منهجي.

وقضت المحكمة بأن المشرّع أنشأ نظام تقييمٍ **موجَّهًا مفهوميًا نحو القيمة السوقية** (*konzeptionell einer Verkehrswertorientierung folgt*) ومصمَّمًا ليقارب، في المتوسط عبر كل الأعيان المقيَّمة، ``قيمةَ العقار الواقعية موضوعيًا'' ضمن نطاق القيمة السوقية العادلة (*gemeiner Wert*). ووجدت المحكمة أن المشرّع لم يتجاوز الهامش المتاح له في الموازنة بين أهداف نظام التقييم وبين أوجه اللامساواة الملازمة لمثل هذا النظام بالضرورة، وأن الوزن الكبير المُسنَد إلى تفادي ``تراكمٍ تقييمي'' جديد عبر التحديث الدوري الآلي جائزٌ دستوريًا. وشدّدت المحكمة كذلك على أن المكلَّفين يحتفظون بالخيار الذي أرسته قراراتُها (*Beschlüsse*) السابقة الصادرة في 27 مايو 2024 (II B 78/23 وII B 79/23) في إثبات قيمةٍ سوقية عادلة أدنى (*gemeiner Wert*) بتقييمٍ مؤهَّل بموجب § 198 BewG، بقيدٍ هو أن تُسنَد القيمة الأدنى بتقرير تقييمٍ من مُقيّمٍ عقاري معيَّن من جهةٍ عامة يطبّق مناهج تقييمٍ معترفًا بها.

وثمة شكوى دستورية (*Verfassungsbeschwerde*) تدعمها *Bund der Steuerzahler Deutschland* و*Haus & Grund Deutschland* منظورةٌ الآن أمام المحكمة الدستورية الاتحادية (*Bundesverfassungsgericht*) تحت رقم الملف 1 BvR 472/26.

أثرُها في المُقيّمين. الثلاثيةُ أهمُّ اجتهادٍ ألماني في تقييم العقارات في مدة المسح. وأهمّ نتيجةٍ عملية للمُقيّمين هي ارتفاع الطلب على تقييمات ``القيمة الأدنى'' بموجب § 198 BewG (*Verkehrswertgutachten zum Nachweis des niedrigeren gemeinen Werts*) في

الحالات التي تبدو فيها *Grundsteuerwert* المحدَّدة بموجب *Bundesmodell* متجاوزةً القيمةَ السوقية الفعلية للعقار موضوع التقييم. فإقرارُ المحكمة الصريح لهذا المسار، مقترنًا بمسايرتها العامة لـ*Bundesmodell*، يعني أن تقرير التقييم صار الآليةَ العاملة لإنصاف المكلَّف الفرد من المغالاة المنهجية في التقييم. وعلى المُقيّمين أن يتوقّعوا زيادةً مستمرة في التكليفات بمثل هذه التقارير، وأن يضمنوا الامتثال لمنهجية ImmoWertV 2021 ولمتطلبات § 198 BewG. أما الشكوى الدستورية المنظورة أمام المحكمة الدستورية الاتحادية (1 BvR 472/26) فجديرةٌ بالرصد لأي تغيّراتٍ أخرى في هذا الإطار، ويُتوقَّع أن تكون موضوعًا رئيسًا للحلقة الفصلية التالية.

Bundesfinanzhof، حكمٌ صادر في 7 أكتوبر 2025، IX R 26/24. توزيع ثمن الشراء بين الأرض والمبنى (*Kaufpreisaufteilung*). في قضية ضريبة دخلٍ تتعلّق بأساس الإهلاك (*Absetzung für Abnutzung*, AfA) لعقارٍ سكني مؤجَّر، تناولت الدائرة التاسعة للمحكمة المالية الاتحادية منهجيةَ توزيع ثمن الشراء التعاقدي بين مكوّن الأرض غير القابل للإهلاك (*Grund und Boden*) ومكوّن المبنى القابل للإهلاك (*Gebäude*). وكان المدّعون قد طعنوا في اعتماد محكمة الدرجة الأدنى على *Bodenrichtwerte* (القيم الأرضية القياسية) بحجّة أن قاعدة البيانات الأساسية ليست موثَّقةً توثيقًا موثوقًا لموقع العقار موضوع التقييم بعينه.

أثرُه في المُقيّمين. يواصل الحكم خطًّا من اجتهاد المحكمة المالية الاتحادية (ولا سيما BFH II R 25/24 الصادر في 12 نوفمبر 2025 المذكور أعلاه، وBFH IX R 12/21 الأسبق الصادر في 20 سبتمبر 2022) يؤكّد أن ImmoWertV هي مصدر مبادئ التقييم المعترف بها لتوزيع ثمن الشراء. كما توضّح القضية أهميةَ قاعدة البيانات التي تقوم عليها *Bodenrichtwerte*: فحيث لا تملك لجانُ الخبرة التقييمية (*Gutachterausschüsse*) بيانات مبيعاتٍ مقارِنة كافية لموقعٍ بعينه، جاز الطعن في *Bodenrichtwert* على أساس جودة البيانات. وبالنسبة إلى المُقيّمين الذين يُعدّون توزيعات ثمن الشراء أو آراءً في أساس الإهلاك، يعني ذلك أن توثيق قاعدة بيانات *Bodenrichtwert* --- بما فيها *Kaufpreissammlung* الأساسية --- يصير جزءًا من التحليل القابل للدفاع.

المملكة المتحدة

Mehrunnisa Alikhan Ahmed Khan v Wolverhampton City Council، Upper Tribunal (Lands Chamber)، 2025.

أكّدت Upper Tribunal (Lands Chamber) أن تاريخ التقييم الصحيح لتقدير تعويض الشراء الجبري هو التاريخ الذي تؤول فيه ملكية العقار إلى الجهة المستحوِذة بموجب إعلان أيلولةٍ عام (GVD). كما تناولت المحكمةُ الصلةَ بين التقييمات المعاصرة والرجعية: ففي القضية المنظورة، كان التقييم الأول للسلطة المحلية، وقد أُجري فور صدور GVD، £150,000، في حين كان تقييمٌ ثانٍ أُعدّ سنة 2025 أثناء إجراءات المحكمة، بالإحالة إلى تاريخ الأيلولة المفترَض بعد ثلاثة أشهر من إخطار المالك، £120,000. ورغم تأكيد المحكمة لتاريخ التقييم القانوني، فقد فضّلت الرقم المحسوب الأقرب زمنيًا إلى تاريخ صدور GVD، بما أفضى إلى دفعةٍ أعلى للمدّعية.

أثرُه في المُقيّمين. الحكم مُعلِمٌ منهجيًا للمُقيّمين البريطانيين العاملين في سياقات الشراء الجبري. فمع أن تاريخ التقييم القانوني هو تاريخ الأيلولة، فإن تفضيل المحكمة للتقييم المعاصر على تقييمٍ رجعي أُعدّ بعد سنوات، على تاريخ التقييم القانوني نفسه، يوضّح أن بيّنة السوق المعاصرة تحمل وزنًا عمليًا حتى حيث لا تكون مقبولةً شكليًا في تاريخ الأيلولة نفسه. وعلى المُقيّمين أن يضمنوا توثيق تقارير التقييم المُعدّة قريبًا من GVD ببيّناتٍ مُسنِدة كافية لتصلح سجلًّا أوّليًا، توقّعًا لأن تعتمد إجراءاتُ المحكمة اللاحقة على التقرير المعاصر تفضيلًا له على إعادة البناء الرجعية.

أحكام قضائية حديثة في أمريكا اللاتينية

أحكام قضائية حديثة● *The Valuation Engineer*

William Bert Craytor • المجلد 1، العدد 1 • صيف 2026

DOI: 10.67330/ywgzhg47

ترجمة عربية أُعدّت بمساعدة الذكاء الاصطناعي وروجعت تحريريًا؛ النسخة الإنجليزية هي المُعتمدة.

النطاق والمصادر

استُمدّ هذا المسح من مصادرَ أوّلية متاحة للعموم حيثما أمكن الوصول إليها --- وأبرزها مستودعُ قضايا محكمة البلدان الأمريكية لحقوق الإنسان (corteidh.or.cr)، وبوّابتا المحكمة الاتحادية العليا البرازيلية (STF) ومحكمة العدل العليا (STJ) (portal.stf.jus.br، stj.jus.br)، و*Semanario Judicial de la Federación* المكسيكية (sjfsemanal.scjn.gob.mx)، و*Corte Suprema de Justicia de la Nación* الأرجنتينية (csjn.gov.ar)، وبوّابة *Poder Judicial* التشيلية (poderjudicial.cl) و*Diario Constitucional*، و*Corte Constitucional* الكولومبية (corteconstitucional.gov.co) --- ومن التعليقات الثانوية في المطبوعات المهنية والأكاديمية. وقد قُرئت الأحكام الصادرة بالإسبانية والبرتغالية في أصولها ووُصفت بالإنجليزية؛ وتحتفظ عناوين القضايا بهجائها وعلاماتها الأصلية.

ولم تُستعمل قواعدُ البحث القانوني المتاحة بالاشتراك وحده (vLex، وLa Ley، وThomson Reuters Proview Latin America). وأما أحكام المحاكم الوطنية دون مستوى المحكمة العليا فمسحُها انتقائي، مع إعطاء الأولوية للأحكام ذات الدلالة السابقية أو المنهجية الواضحة. وينبغي التحقق من إحالات القضايا الواردة هنا في التقرير الرسمي للمحكمة قبل الاعتماد عليها في الممارسة أو في نشرٍ لاحق.

وتعامل هذه الحلقة الأساس الأرجنتينَ والبرازيل وتشيلي وكولومبيا والمكسيك بوصفها الولايات القضائية الوطنية الرئيسة. أما بيرو وفنزويلا والإكوادور وبوليفيا وباراغواي وأوروغواي والولايات القضائية في أمريكا الوسطى والكاريبي فلا تُمسح على حدة في هذه الحلقة، لكنها ستُضاف في الحلقات الفصلية التالية بحسب ما تقتضيه المادة. وسيُمسح في حلقةٍ مقبلة عملُ التقييم المتصل باستردادِ الملكية في فنزويلا وبالعقوبات في كوبا، لتمايزه المنهجي ولصلته بالممارسة العابرة للحدود.

السياق الإقليمي

بخلاف مسح الاتحاد الأوروبي، ليس لهذا المسح اللاتيني الأمريكي نظيرٌ مباشر للطبقة التنظيمية فوق الوطنية التي يمثّلها قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي وتوجيه الأداء الطاقي للمباني في صيغته المعادة. فتنظيمُ تقييم العقارات في أمريكا اللاتينية وطنيٌّ في الغالب الأعمّ؛ وأهمّ المؤثّرات فوق الوطنية هي اجتهادُ محكمة البلدان الأمريكية لحقوق الإنسان في الحقوق الأساسية بموجب المادة 21 من الاتفاقية الأمريكية (الحق في الملكية)، واعتمادُ المعايير الدولية للتقارير المالية (ولا سيما IFRS 13 في قياس القيمة العادلة) في معظم الولايات القضائية الإقليمية لأغراض التقارير المالية. ومع ذلك يجري في الاجتهاد الإقليمي موضوعان منهجيان يستحقّان الذكر هنا:

تقييم الملكية المشاعة للشعوب الأصلية. أكثرُ التحديات المنهجية تمايزًا في ممارسة التقييم بأمريكا اللاتينية هو تقييم الملكية المشاعة للشعوب الأصلية والمنحدرين من أصلٍ أفريقي في سياقات الاسترداد ونزع الملكية والتعويض. فقد قضى اجتهادُ محكمة البلدان الأمريكية باطّراد بأن الملكية المشاعة للشعوب الأصلية محميّةٌ دستوريًا على قدم المساواة مع الملكية الخاصة الفردية، لكن المناهج التي تُقيَّم بها هذه الملكية --- حيث لا توجد عادةً معاملاتٌ مقارِنة على أساس تجاري محايد، وحيث تُحاز الملكية حيازةً مشاعة غير قابلة للتصرّف، وحيث تكون الدلالة الثقافية والروحية للإقليم جزءًا لا يتجزّأ من قيمته --- ما تزال ناقصة النمو. وحتى أواخر 2025 ظلّ أربعةٌ وعشرون حكمًا للمحكمة لصالح الشعوب الأصلية منظورًا أو ممتثَلًا له امتثالًا جزئيًا فحسب، وفي عدةٍ منها حساباتُ تعويضٍ معلّقة تتوقّف على منهجية تقييمٍ لم تُحسم.

التضخم والعملة والفهرسة في تعويض نزع الملكية. تقتضي عدةُ ولاياتٍ قضائية إقليمية، ولا سيما الأرجنتين، أن تتعامل منهجياتُ التقييم وحساباتُ التعويض مع تضخّمٍ مرتفع، وتقييماتٍ (*tasaciones*) بالعملة الأجنبية، ونُظُم فهرسةٍ معقّدة. وقد قضت المحكمة العليا الأرجنتينية بأن تعويض نزع الملكية المعبَّر عنه أصلًا بعملةٍ أجنبية لا يجوز تحويله إلى العملة المحلية بسعر تعادلٍ مصطنع، وبأن على التقييم أن يعكس القيمة الاقتصادية الحقيقية للعقار وقت التعويض. وتنطبق شواغلُ مماثلة في فنزويلا (فيما يتصل بالاسترداد وبالتقييمات المتعلقة بالعقوبات)

وفي البرازيل دوريًا في مدد التضخّم المرتفع. وبالنسبة إلى المُقيّمين العاملين عبر الولايات القضائية الإقليمية، تكون اعتباراتُ التضخم والعملة هذه جزءًا لا يتجزّأ من منهجية التقييم على نحوٍ لا نظير له في أوروبا ولا في الولايات المتحدة.

ملاحظات للحلقات التالية

ستتركّز الحلقات الفصلية التي تلي هذه الحلقة الأساس على التغيّرات: الأحكام الجديدة لمحكمة البلدان الأمريكية، والفصل في المسائل المنظورة المذكورة هنا، وتطوّرات تنفيذ *Jurisdicción Agraria y Rural* الكولومبية نحو انطلاقها التشغيلي سنة 2027، والتطوّرات في ممارسة قياس القيمة العادلة بموجب IFRS 13. وستُضاف بيرو وفنزويلا والإكوادور وولايات أمريكا الوسطى بحسب ما تقتضيه المادة. وسيُولى اهتمامٌ خاص للتطوير المنهجي لتقييم الملكية المشاعة للشعوب الأصلية، حيث سبقت الأحكامُ الموضوعية لمحكمة البلدان الأمريكية منهجيةَ التقييم العملية المتاحة للمُقيّمين ولسلطات التعويض.

ملخّصات القضايا بحسب الولاية القضائية

محكمة البلدان الأمريكية لحقوق الإنسان

***Comunidad Garífuna de San Juan y sus Miembros vs. Honduras* و*Maya Q'eqchi' Agua Caliente vs. Guatemala*.** محكمة البلدان الأمريكية لحقوق الإنسان، حكمان صادران سنة 2024، نوقشا في الاجتهاد الإقليمي طوال 2025.

فصلت المحكمة في حكمين متزامنين في التزامات غواتيمالا وهندوراس بترسيم الأقاليم الموروثة للمجتمعات الأصلية والمنحدرة من أصلٍ أفريقي، وتسجيلِ ملكيتها، ومنعِ انتزاعها. فمجتمع Maya Q'eqchi' Agua Caliente لم يحصل على سند ملكيةٍ نهائي لإقليمه إلا بعد خمسٍ وأربعين سنة من الإجراءات الإدارية والقضائية؛ ومجتمع Garífuna في San Juan بهندوراس يواجه انتزاعًا مستمرًّا لأراضٍ ساحلية موروثة. وتناول الحكمان التزامات الدولة بموجب المادة 21 (الحق في الملكية) من الاتفاقية الأمريكية بالاعتراف بالملكية المشاعة للشعوب الأصلية وترسيمها وحمايتها. وقد لاحظ المعلّقون الإقليميون أن إطار الاسترداد لدى المحكمة في هذين الحكمين أضيقُ بعض الشيء منه في الأحكام السابقة، ولا سيما في معاملته لـ"الأطراف الثالثة حسنة النية" (*terceros inocentes*) الذين اكتسبوا حقوقًا متداخلة من غير علمٍ بمطالبة الشعب الأصلي.

أثرُهما في المُقيّمين. يعزّز الحكمان أن الملكية المشاعة للشعوب الأصلية والمنحدرين من أصلٍ أفريقي محميّةٌ دستوريًا في منظومة البلدان الأمريكية كلها، وأن تقييم مثل هذه الملكية في سياقات الاسترداد أو التعويض لا يمكن أن يتّكل على المبيعات المقارِنة التقليدية على أساسٍ تجاري محايد (وهي غير موجودةٍ عادةً) من غير استكمالٍ منهجي. وعلى المُقيّمين المكلَّفين في سياقات استرداد أراضي الشعوب الأصلية أن يتوقّعوا وجوب أن يدمج التقييمُ ثلاثة مكوّنات متمايزة: القيمة السوقية الأساسية لأرضٍ ذات خصائص مادية مماثلة في الإقليم؛ وتكاليفَ الفرصة البديلة والتحسينات المنسوبة إلى استعمال الشعب الأصلي؛ والدلالةَ الثقافية والروحية غير الاقتصادية للإقليم، التي يعاملها اجتهادُ المحكمة بعدًا قابلًا للتعويض من أبعاد الحق في الملكية. ومنهجيةُ المكوّن الثالث ما تزال ناقصة النمو وموضوعًا مستمرًّا لاستدلال المحكمة.

Mapuche / Consejo de Todas las Tierras vs. Chile. محكمة البلدان الأمريكية لحقوق الإنسان، حكمٌ صادر سنة 2024 (نوقش في اجتهاد 2025).

أدانت المحكمة الدولةَ التشيلية بانتهاكاتٍ لحقوق الإنسان بحق 135 فردًا من شعب Mapuche فيما يتصل بدعاوى المطالبة الإقليمية التي رفعها Consejo de Todas las Tierras (1992–1989) وبتطبيق تشريعات مكافحة الإرهاب على المطالبات الإقليمية للشعوب الأصلية. ويمدّد الحكمُ مبدأ *Norín Catrimán and others vs. Chile* (2014) ويعترف صراحةً بحق الشعوب الأصلية في تقرير المصير فيما يتصل بالمطالبات الإقليمية.

أثرُه في المُقيّمين. مع أن الأحكام الرئيسة في القضية تتعلّق بضمانات الإجراءات الجزائية لا بمنهجية التقييم مباشرةً، فإن الاعتراف بتقرير المصير للشعوب الأصلية فيما يتصل بالإقليم ينشئ طبقةً إجرائية تؤثّر في عمل التقييم لاسترداد أقاليم الشعوب الأصلية في تشيلي وما يتصل به من سياقات. وعلى المُقيّمين المكلَّفين في مثل هذه السياقات أن يضمنوا أن تتضمّن المنهجيةُ عملياتِ تشاورٍ ملائمة وأن تعترف بتقرير المجتمع لمصيره في كيفية توصيف قيم إقليمه.

الأرجنتين

المبدأ الأرجنتيني بشأن *Tribunal de Tasaciones de la Nación*. مستقرٌّ في اجتهاد 2025.

واصلت المحكمة العليا الأرجنتينية (CSJN) والمحاكم الاتحادية الأدنى تطوير المبدأ المحيط بالتقييمات التي ينجزها *Tribunal de Tasa-ciones de la Nación* (TTN) في مسائل نزع الملكية ونزع الملكية العكسي (*expropiación inversa*). ويقضي المبدأ المستقرّ للمحكمة العليا (Fallos 313:82، المطبَّق مرارًا طوال 2025–2024) بأن تقييمات TTN تحمل وزنًا افتراضيًا بسبب الكفاءة الفنية لأعضاء الهيئة، والأساس الإثباتي الذي تقوم عليه، واطّراد الممارسة؛ وأن الخروج على تقييم TTN يقتضي إثبات خطأٍ أو إغفالٍ ظاهر. وما تزال المحاكم الاتحادية المطبِّقة لهذا المبدأ في 2025–2024 --- ومنها Juzgado Federal de Oberá في *Sosa v. Entidad Binacional Yacyretá* (يونيو 2024، وهي دعوى نزع ملكيةٍ عكسي ناشئة عن خزّان Yacyretá الكهرومائي) --- تعتمد على تقييمات TTN مرساةً عاملة للتعويض.

أثرُه في المُقيّمين. النتيجة العملية للمُقيّمين الأرجنتينيين هي أن تقارير التقييم الخاصة المقدَّمة معارضةً لتقييمات TTN تواجه عبئًا إثباتيًا كبيرًا. فلإزاحة تقييم TTN أو تعديله، يجب أن يبرهن التقرير الخاص على خطأٍ منهجي أو إغفالٍ في عمل الهيئة، لا أن يقدّم مجرّد نتيجة تقييمٍ بديلة. وعلى المُقيّمين الذين يُعدّون مثل هذه التقارير أن يركّزوا النقد المنهجي على انتقاء الهيئة للمبيعات المقارِنة، واشتقاقها للتعديلات، ومعالجتها لظروف السوق المحلية، لا على مقدار الفرق في القيمة وحده.

التقييمات بالعملة الأجنبية وتعادل التعويض. يبقى مبدأ المحكمة العليا القاضي بأن تعويض نزع الملكية المعبَّر عنه أصلًا بعملةٍ أجنبية لا يجوز تحويله إلى البيزو الأرجنتيني بتعادلٍ مصطنع واحدٍ لواحد ساريًا حتى 2025. ويحمي المبدأ المالكين المنزوعة ملكيتهم من تعويضاتٍ تخفق، بسبب التضخم أو سياسة العملة، في أن تعكس القيمة الاقتصادية الحقيقية للعقار وقت التعويض. وقد أُعيد تأكيد المبدأ دوريًا في 2025–2024 فيما يتصل بدعاوى نزع ملكيةٍ طويلة الأمد.

أثرُه في المُقيّمين. على المُقيّمين الأرجنتينيين الذين يُعدّون تقييماتٍ لمسائل نزع الملكية الممتدّة على مدد تضخّمٍ كبير أو تغيّرٍ في سياسة العملة أن يوثّقوا صراحةً الأساسَ النقدي للتقييم، وأن ينظروا في منهجية الفهرسة الملائمة بين تاريخ التقييم وتاريخ الدفع المرتقب. فالتقارير التي تخفق في معالجة التضخم ومخاطر العملة يُستبعد أن تكون مقنعةً للمحاكم المطبِّقة لمبدأ التعويض لدى المحكمة العليا.

البرازيل

Supremo Tribunal Federal, RE 922.144 (Tema 865) من ذوات الأثر العام). المحكمة الاتحادية العليا البرازيلية، حكمٌ صادر سنة 2024 مع تطبيقٍ مستمر في 2025.

قضت المحكمة بأن التعويض في دعاوى نزع الملكية (*desapropriação*) متوافقٌ دستوريًا مع نظام *precatório* الاتحادي المقرَّر في المادة 100 من الدستور الاتحادي. وعلى وجه التحديد، يجب أن يُدفع الفرقُ بين القيمة المودَعة ابتداءً من السلطة العامة (لأغراض الحيازة المؤقتة، *imissão provisória na posse*) والقيمةِ التي تحدّدها الخبرة القضائية في النهاية عبر نظام *precatório* لا بوصفه إيداعًا تكميليًا فوريًا. ويوازن الحكم بين الأمر الدستوري بتعويضٍ ``عادلٍ وسابقٍ ونقدي" (*justa, prévia e em dinheiro*، المادة 5، XXIV) ومتطلبات الدفع المنظَّم في نظام *precatório*.

أثرُه في المُقيّمين. للحكم نتائجُ عملية مباشرة في تقييم الإيداع الأوّلي الذي يُعدّه المُقيّمون العاملون لحساب السلطات النازعة للملكية. فلأن أي بخسٍ في الإيداع الأوّلي سيُدفع لاحقًا عبر نظام *precatório* (وقد ينطوي على تأخيرٍ كبير)، يوجد حافزٌ بنيوي للمدّعين للطعن في التقييمات الأوّلية بوصفها مبخوسة. وعلى المُقيّمين الذين يُعدّون تقييمات الإيداع الأوّلي أن يوثّقوا المنهجية بعنايةٍ خاصة للدفاع عن التقييم في مواجهة الخبرة القضائية اللاحقة، متوقّعين أن الفجوة بين الإيداع الأوّلي والتحديد القضائي النهائي ستخضع لفوائدَ تعويضية (*juros compensatórios*) بموجب اجتهاد المحكمة وإطار Decreto-Lei 3.365/1941.

Superior Tribunal de Justiça, REsp 2.129.162 (*Tema repetitivo*). محكمة العدل العليا البرازيلية، حكمٌ صادر في مايو 2025.

حسمت المحكمة خلافًا متكرّرًا بشأن أتعاب المحاماة في القضايا التي تعدل فيها السلطةُ النازعة للملكية عن دعوى نزع الملكية. وقرّرت أن الأتعاب في حالات العدول يجب أن تتبع إطار المادة 27، الفقرة 1، من Decreto-Lei 3.365/1941 لا القواعدَ الإجرائية العامة في *Código de Processo Civil*. ونشأ الحكم عن دعوى رفعتها Cemig (Companhia Energética de Minas Gerais) طلبًا لحقّ ارتفاقٍ إداري لخط توزيع كهرباء.

أثرُه في المُقيّمين. الحكم إجرائيٌّ لا منهجي، لكن له تبعاتٍ في بنية تكليف المُقيّمين في مسائل الارتفاق الإداري ونزع الملكية. وعلى المُقيّمين المكلَّفين خبراءَ قضائيين (*peritos judiciais*) في مثل هذه الدعاوى أن يضمنوا توثيق ترتيبات الأتعاب بالإحالة إلى إطار المرسوم بقانون المنطبق لا إلى القواعد الإجرائية العامة.

Superior Tribunal de Justiça، المبدأ الخاص بالفوائد التعويضية (*juros compensatórios*). تطبيقٌ مستمر في 2025.

أبقت المحكمة على مبدئها القاضي بأن الفوائد التعويضية في مسائل نزع الملكية لا تسري إلا بعد الحكم القضائي في سند ملكية العقار المنزوع. وتنطبق الفوائد على الفرق بين الإيداع الأوّلي وقيمة التعويض النهائية، بالمعدّل المستقرّ تاريخيًا وقدره اثنا عشر بالمئة سنويًا (Súmula 618 للمحكمة الاتحادية العليا)، وهي تعوّض المالكَ المنزوعة ملكيته عن الفقد المتوقَّع للحيازة قبل دفع التعويض النهائي.

أثرُه في المُقيّمين. على المُقيّمين البرازيليين أن يتوقّعوا أن فجوة التقييم التي يحدّدونها في الخبرة القضائية --- بين الإيداع الأوّلي للسلطة العامة والقيمة السوقية المقدَّرة --- تصير أساسًا لحسابات الفوائد التعويضية. ومن ثمّ تكون الدلالة الاقتصادية للفجوة أكبرَ ممّا يوحي به الفرق الاسمي، ولا سيما في الدعاوى الطويلة.

تشيلي

Corte Suprema, Rol Nº 31.423-2025. المحكمة العليا التشيلية، حكمٌ صادر في سبتمبر 2025.

ردّت المحكمة العليا التشيلية طعنًا بالنقض رفعته شركةُ تطويرٍ عقاري (*inmobiliaria*) على خزانة الدولة (*Fisco de Chile*) في دعوى نزع ملكيةٍ خاصة بموجب المادة 12 من المرسوم بقانون رقم 2.186. وكانت المدّعية قد حاجّت بأن التقييم الذي وضعته لجنةُ الخبراء (*Comisión de Peritos*) أخفق في أن يعكس الاستعمال الأعلى والأفضل للعقار (*mayor y mejor uso*) وقيمةَ المنشآت القائمة والأعمال التكميلية، وطلبت فضلًا عن ذلك تعويضًا عن الكسب الفائت (*lucro cesante*) استنادًا إلى عقد إيجارٍ قائم كان سيدرّ دخلًا إيجاريًا مستقبليًا. وقضت المحكمة بأن حجج المدّعية لا تعدو أن تكون خلافًا مع تقدير محكمة الدرجة الأدنى للبيّنة، لا مخالفةً حقيقية للقواعد القانونية الحاكمة للتقييم، وأن استدلال تلك المحكمة --- المعتمِد على بيّنة لجنة الخبراء مقترنةً بالبيّنة المستندية والشهادية --- كان مؤسَّسًا تأسيسًا كافيًا.

أثرُه في المُقيّمين. يوضّح الحكم قدرَ المسايرة الكبيرة التي يوليها مبدأ المحكمة العليا التشيلية لتقييم لجنة الخبراء في دعاوى نزع الملكية، وضيقَ نطاق المراجعة بالنقض لنتائج التقييم على أساس الخلاف المنهجي وحده. وعلى المُقيّمين الذين يُعدّون تقييماتٍ معارِضة في مسائل نزع الملكية التشيلية أن يركّزوا على خطأٍ منهجي قابل للإثبات في عمل اللجنة لا على استدلال تقييمٍ بديل، وأن يدركوا أن مطالبات الكسب الفائت المبنيّة على ترتيبات إيجارٍ قائمة تواجه متطلباتٍ إثباتية كبيرة.

Corte Suprema (نزع ملكيةٍ في Coquimbo). المحكمة العليا التشيلية، حكمٌ صادر في 17 يوليو 2025.

أيّدت المحكمة العليا التشيلية حكمًا استئنافيًا رفع التعويض في مسألة نزع ملكيةٍ في Coquimbo إلى UF 2,969.75 (استنادًا إلى تقرير مُقيّمٍ خاص) في مقابل المبلغ الذي احتجّت به الدولة وقدره UF 2,349.07 (استنادًا إلى المبيعات المسجَّلة لدى *Conservador de Bienes Raíces*). وشدّدت المحكمة على أن اعتماد محكمة الاستئناف على تقرير المُقيّم الخاص، منظورًا إليه مع البيّنة الشهادية ومع تقرير تقييمٍ إضافي لعقارٍ مجاور، ممارسةٌ جائزة للتقدير المعلَّل للبيّنة (*sana crítica*)، وأن المراجعة بالنقض لا تمتدّ إلى إعادة تقدير ذلك الوزن الإثباتي.

أثرُه في المُقيّمين. حكمُ Coquimbo نظيرٌ لـRol Nº 31.423-2025: فحيث يعلو تقييمُ اللجنة عند طعن مطوّرٍ فيه، يمكن كذلك أن يعلو تقييمٌ أعلى لمُقيّمٍ خاص متى أسنده استدلالٌ منهجي كافٍ وبيّنةٌ مؤيِّدة. والدرس العملي للمُقيّمين التشيليين هو أن منهجية التقييم الخاص وسندَه المستندي حاسمان، وأن بيّنة المبيعات المسجَّلة وحدها لا تكفي لإزاحة تقييمٍ خاص حسنِ الإسناد يستند إلى مقارناتٍ إضافية وبيّنةٍ سياقية.

Tribunal Constitucional، أكتوبر 2025. تقييم العقارات (*bienes raíces*) بموجب قانون الضرائب.

ردّت المحكمة الدستورية التشيلية طعنًا دستوريًا في أحكام *Código Tributario* الحاكمة لتقييم العقارات لأغراض الضريبة العقارية. وحاجّ الوزراء المخالفون بأن القواعد المطعون فيها لا توفّر آلياتٍ كافية للطرف المنفَّذ ضده للاعتراض على التقييم، بما يخلّ بالضمانة الدستورية للإجراء الرشيد والعادل.

أثرُه في المُقيّمين. يحفظ الحكم إطارَ التقييم الإداري القائم للضريبة العقارية التشيلية، غير أن استدلال المخالفين يكشف موطنَ ضعفٍ في الإطار الحالي قد يُعاد النظر فيه في طعونٍ دستورية أو إدارية مقبلة. وعلى المُقيّمين التشيليين الذين يُعدّون تقييماتٍ تتصل بمنازعات الضريبة العقارية أن يرصدوا البيئة السياساتية بعد الحكم، إذ تبدو الإصلاحاتُ الإدارية لتحسين آليات اعتراض المكلَّفين معقولةً.

كولومبيا

Corte Constitucional، إقرار *Jurisdicción Agraria y Rural*. المحكمة الدستورية الكولومبية، حكمٌ صادر سنة 2025.

أقرّت المحكمة الدستورية الكولومبية المراجعةَ الدستورية للتشريع المنشئ للولاية القضائية الزراعية والريفية الجديدة، وهي ولايةٌ قضائية متخصّصة بالأراضي الريفية داخل السلطة القضائية الكولومبية. وأقرّت المحكمة المواد الرئيسة المحدِّدة لموضوع الإصلاح، وإدماجِه في السلطة القضائية، وإنشاءِ محاكمَ ودوائرَ متخصّصة، والجوانبِ المالية. ومن المقرّر أن تبدأ الولاية القضائية الجديدة عملها سنة 2027، وهي مصمَّمةٌ للفصل في منازعات استرداد الأراضي، ومنازعات الملكية الزراعية، والمسائل الناشئة عن تنفيذ اتفاق السلام لسنة 2016. وحتى تاريخ الإقرار، كانت منازعاتٌ زراعية تمسّ أكثر من 61,000 هكتار منظورةً في النظام الإداري والقضائي القائم.

أثرُه في المُقيّمين. ستصير الولاية القضائية الجديدة المحفلَ الرئيس لمنازعات التقييم الناشئة عن دعاوى استرداد الأراضي ومسائل الملكية الريفية في كولومبيا. وعلى المُقيّمين الكولومبيين العاملين في سياقات الاسترداد (ومنهم العاملون لدى Unidad de Restitución de Tierras وInstituto Geográfico Agustín Codazzi) أن يتوقّعوا أن تطوّر المحاكم الجديدة اجتهادَها الخاص في التقييم، وأن تتطوّر المعايير المنهجية عن الإطار الحالي المدفوع إداريًا. وينبغي للممارسين رصدُ الانطلاق التشغيلي سنة 2027 وتطوّرِ حصيلة القضايا الأولى لتلك المحاكم.

إطار التقييم القائم على IGAC لاسترداد الأراضي. تطبيقٌ مستمر في 2025.

ما تزال ممارسة استرداد الأراضي في كولومبيا تعتمد على التقييم التجاري (*avalúo comercial*) الذي يُعدّه Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) أساسًا رئيسًا للتعويض في سياقات الاسترداد والاستبدال، مُكمَّلًا بتقييماتٍ تُعدّها Lonjas de Propiedad Raíz عند الاقتضاء. والإطار مُبيَّنٌ في حكم المحكمة الدستورية SU-034 لسنة 2018 (في المتطلبات الإجرائية للامتثال) وفي أحكامٍ لاحقة منها T-120 لسنة 2024 (في العلاقة بين تقييم IGAC وتفضيلات المستفيد الفرد في حالات التعويض العيني).

أثرُه في المُقيّمين. بالنسبة إلى المُقيّمين العاملين في استرداد الأراضي بكولومبيا، يضع الإطارُ المؤسسي تقييماتِ IGAC في المركز العامل من حساب التعويض، مع تقييمات Lonja de Propiedad Raíz آليةً تكميلية أو لحسم الخلاف. وقد تغيّر الولايةُ القضائية الزراعية والريفية المرتقبة هذه البنيةَ المؤسسية، والوزنُ النسبي لتقييمات IGAC في مقابل Lonja من المسائل التي يُرجَّح أن تطوّرها المحاكم الجديدة.

المكسيك

Suprema Corte de Justicia de la Nación، الالتزام بضريبة الدخل على الفرق بين التقييم والثمن. المحكمة العليا المكسيكية، قرارٌ أُعلن في مطلع 2026.

أعلنت الهيئة العامة للمحكمة العليا المكسيكية (SCJN) دستوريةَ المواد 125 و130(IV) و132 من Ley del Impuesto sobre la Renta (ISR)، التي تقضي بأنه متى تجاوز تقييمُ (*avalúo*) اقتناءٍ عقاري ثمنَ الشراء التعاقدي بأكثر من عشرة بالمئة، عُومل الفرقُ دخلًا تراكميًا للمشتري وخضع من ثمّ لضريبة الدخل. وقضت المحكمة بأن القاعدة لا تخالف المبدأين الدستوريين للتناسب والإنصاف في الضريبة، بحجّة أن اقتناء عقارٍ بثمنٍ أدنى جوهريًا من القيمة السوقية يمثّل زيادةً موضوعية في ذمة المشتري، ومن ثمّ يشكّل منفعةً اقتصادية خاضعة للضريبة.

أثرُه في المُقيّمين. للقرار نتائجُ عملية كبيرة في المعاملات العقارية المكسيكية وفي ممارسة التقييم المُسنِدة لها. فالتقييمات التي ينجزها *corredores públicos* أو غيرهم من المهنيين المُرخَّصين صارت لها الآن تبعاتٌ ضريبية مباشرة على المشترين متى تجاوز التقييمُ الثمنَ التعاقدي بأكثر من عشرة بالمئة. وعلى المُقيّمين أن يتوقّعوا تمحيصًا متزايدًا لمنهجية التقييمات المعاملاتية وطلبًا متزايدًا على تقييماتٍ توثّق أساس المبيعات المقارِنة بصرامةٍ خاصة. كما يرفع القرار ضمنًا من شأن الاختيار المنهجي بين مناهج التقييم البديلة، إذ صار هذا الاختيار قد يؤثّر في الالتزام الضريبي للمشتري.

Suprema Corte de Justicia de la Nación, Amparo en revisión 391/2024. الدائرة الثانية للمحكمة العليا المكسيكية، حكمٌ صادر في 25 يونيو 2025.

فصلت الدائرة الثانية للمحكمة العليا المكسيكية في طعنٍ دستوري رفعته شركةُ تعدين على مرسومٍ يمسّ الإطار القانوني لنزع ملكية القطع التعدينية وما يتصل بها من حقوقٍ تبعية (الشغل المؤقت، وحقوق الارتفاق، وأفضليات امتياز المياه، وأحكام تجديد الإيجار). وقضت المحكمة بأن المرسوم لا يخالف مبدأ عدم الرجعية لأن الأحكام المتأثّرة تتعلّق بمجرّد توقّعاتٍ لحقوقٍ مستقبلية لا بحقوقٍ مكتسبة.

أثرُه في المُقيّمين. للحكم دلالةٌ في تقييم الحقوق التعدينية والعقارات التعدينية بالمكسيك. فتوصيفُ المحكمة لحقوق تمديد القطع التعدينية وما يتصل بها من أحكامٍ بأنها ``مجرّد توقّعات" لا حقوقٌ مكتسبة يؤثّر في تقييم امتيازات التعدين وفي تقدير المخاطر التنظيمية فيه. وعلى المُقيّمين الذين يُعدّون تقييماتٍ لعقاراتٍ تعدينية أو لحقوقٍ متصلة بها في المكسيك أن يعالجوا صراحةً بُعدَ المخاطر التنظيمية في التقييم، وأن يتجنّبوا معاملة القيم المشروطة أو المتوقّفة على التمديد كأنها مكتسبةٌ اكتسابًا تامًّا.