نموذج الجاذبية لطلاب مرحلة البكالوريوس

يوتو يوتوف

ترجمه إلى العربية
شهير زكي
(جامعة أورليان)

راجعه
ليلى بغدادي
(البنك الدولي)

DREXEL UNIVERSITY
Center for
Global Policy Analysis
LeBow College of Business

تعمَّم أوراق عمل CGPA لأغراض المناقشة والتعليق. لم تخضع هذه الأوراق لتحكيم علمي أو مراجعة مجلس إدارة CGPA ولا تتحمل CGPA أي مسؤولية عن محتوى وصحة الأوراق في هذه السلسلة.

إلى السادة القائمين بالتدريس

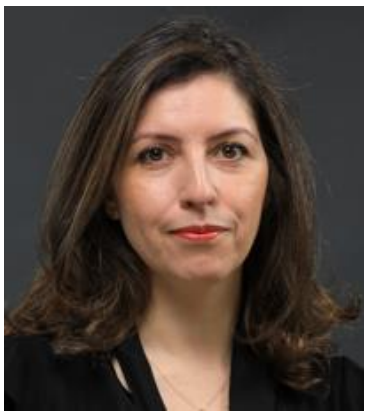
في البداية، أود أن أشكركم على استخدامكم هذا المرجع في مقرركم الدراسي. لقد بذلتُ جهدًا ووقتًا كبيرين في كتابة هذا المرجع، وأرجو أن يكون مفيدًا لكم علما بأن هذه الورقة والبيانات، والرموز البرمجية للتحليل العملي، بالإضافة إلى أسئلة التدريب وحلولها، كلها متاحة مجانًا للجميع. مع ذلك، يُرجى مراعاة ما يلي:

- يرجى التنبيه على طلابكم بضرورة تحميل الفصل، بالإضافة إلى البيانات والرموز البرمجية، مباشرةً من هذا الموقع الإلكتروني :
  https://yotoyotov.com/Gravity_Undergrads.html.
  سيساعدني ذلك في تتبع أثره وتحديد جدوى مواصلة هذا الجهد.
- يرجى إبلاغي بأي ملاحظات أو أي تناقضات أو أخطاء مطبعية أو غيرها في الفصل أو في البيانات والرموز البرمجية المرفقة به. نرحب دائمًا باقتراحاتكم لتحسين الفصل وجعله أكثر فائدة، وذلك عبر البريد الإلكتروني yotov@drexel.edu
- برجاء مراسلتي عبر البريد الإلكتروني yotov@drexel.edu إذا كنتم ترغبون في الحصول على حلول المسائل التدريبية الموجودة في نهاية الفصل.
- وأخيرًا، شجع طلابك على حسن الاستشهاد بالفصل بشكل صحيح إذا قاموا باستخدامه في أي مشاريع بحثية.

الفريق

يوتو يوتوف: يجمع هذا الفصل بين شغفيّ المهنيين الأكبرين: حبي للتدريس واهتمامي بدراسة نموذج الجاذبية للتجارة. لذا، أعتبر هذا الفصل من أهم إسهاماتي، وأرجو أن يكون مفيدًا للعديد من طلاب البكالوريوس والماجستير، وغيرهم ممن قد يستفيدون من مقدمة في نموذج الجاذبية للتجارة. فمن ناحيتي، قررتُ الحصول على درجة الدكتوراه بدافع من حبي للتدريس ونموذج الجاذبية للتجارة، وكرستُ مسيرتي المهنية لهذا النموذج. لذا، قدمتُ إسهاماتٍ عديدة في هذا المجال، شملت تطوير نماذج نظرية، وتقنيات التقدير، وأساليب حسابية، وبناء قواعد البيانات اللازمة لنموذج الجاذبية. بالإضافة إلى ذلك، نُشرت أعمالي الخاصة بنموذج الجاذبية في مجلات أكاديمية مرموقة، واستخدمتُ نموذج الجاذبية لتقديم المشورة والاستشارات للعديد من المنظمات الدولية والحكومات ومراكز الأبحاث. ولعل الأهم في هذا السياق، أنني درّستُ الجاذبية مراتٍ عديدة لمئات الطلاب والباحثين وصناع السياسات من أكثر من 130 دولة. كما أشرفتُ على أبحاث طلاب البكالوريوس في مجال الجاذبية، مما أقنعني بأن نموذج الجاذبية سهل الفهم ومفيد لطلاب البكالوريوس. وفي النهاية، أرى أن هذا الفصل فرصة فريدة لتقديم أحدث الأساليب وأدوات السياسة العملية إلى فصول المرحلة الجامعية الأولى، وأعتبر كتابته شرفاً لي.

شهير زكي: عندما طلب مني يوتو ترجمة هذا الفصل إلى اللغة العربية، لم أتردد لحظةً وذلك لثلاثة أسباب. أولًا، إيماني الراسخ بأن نماذج الجاذبية هي من أهم أدوات التحليل الكمي في التجارة الدولية والتي شهدت تطور نظري وتطبيقي ملحوظ خلال العقود الأخيرة. فلقد استخدمتها شخصيًا في أطروحتي للدكتوراه، ومنذ ذلك الحين استخدمتها في العديد من الأبحاث المنشورة في مجلات علمية محكمة. ثانيًا، على الرغم من وفرة المراجع المتعلقة بنماذج الجاذبية، إلا أن المراجع العربية شحيحة للغاية. لذا، فإن وجود مرجع مهم كهذا باللغة العربية سيزيد من إمكانية وصول شريحة أوسع من القراء إلى أدبيات الجاذبية. ثالثًا، على الصعيد الشخصي، أنا من أشد المعجبين بأعمال يوتو يوتوف. إن ترجمة أعماله إلى لغتي الأم شرف عظيم لي وآمل أن يكون هذا المرجع مفيدًا لجميع الطلاب والباحثين والقراء العرب. وفي الختام، أود أن أتقدّم بخالص الشكر لزميلي العزيز الدكتور مصطفى كامل على مراجعته اللغوية الدقيقة لهذه الورقة.



ليلى بغدادي: عندما طلب مني يوتو وشهير مراجعة النسخة العربية الممتازة لنموذج الجاذبية التي أعدّها شهير، رأيت في ذلك فرصة رائعة للمساهمة — ولو بشكل متواضع — في هذه المنفعة العامة الجماعية الذي يمثّله هذا المقرر، وذلك لعدة أسباب .أولاً، لقد استفدت أنا نفسي من الدروس الإلكترونية التي قدّمها يوتو حول نموذج الجاذبية خلال فترة كوفيد، وكذلك من جلساته في منظمة التجارة العالمية، وهي دروس ساعدتني على تجديد معارفي. ولاحقاً، عندما كنتُ أستاذة في جامعة تونس وحاملة لكرسي منظمة التجارة العالمية، أتيحت لي الفرصة لنقل هذه المعارف إلى مئات الطلبة — بل وحتى إلى بعض الباحثين — ممن كانوا بحاجة إلى مقدمة واضحة حول هذا الموضوع. لقد كانت بساطة المقرر، وطابعه التفاعلي، والمواد المساندة له (الدو فايل، البيانات، والشرح الموجز والمباشر) محل تقدير كبير من طلابي .كما سنحت لي الفرصة لقياس أثر هذا المقرر بشكل مباشر، وأنا على قناعة تامة بأن تدريسه بلغة الطلاب الأم سيعزّز هذا الأثر بشكل أكبر. وأخيراً، فإنني أؤمن بعمق بأن مبادرة يوتو — إتاحة أساسيات نموذج الجاذبية لطلاب العالم كافة، بغضّ النظر عن لغاتهم — تجسّد حقيقة جوهر العلم: علم بلا حدود.

شكر وتقدير

أود أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير للعديد من الزملاء والأصدقاء الذين ساهموا بشكل مباشر وغير مباشر في هذا الفصل، بمن فيهم ديلينا أغنوستيفا، وجيمس أندرسون، وسكوت باير، وريتشارد بالدوين، وريتشارد بارنيت، جيف بيرجستراند، كوزيمو بيفيريلي، إنجو بورشيرت، سيباستيان برادلي، فيديريكو كاريل كاتشيا، كارستن إيكل، بيتر إيجر، غابرييل فيلبرماير، ليساندرا فلاتش، خافيير فلوريس، ليونيل فونتاني، ريبيكا فريمان، جين جروسمان، جان جروسمان، جيمس هاريجان، بينو هايد، إنجا هيلاند، جوليان هينز، بيتر هيرمان، بول كو، أوهيون كوون، ماريو لارك، مايا ليناسك، جيف لوكستيد، مارتينا ماجلي، إنما مارتينيز-زارزوسو، زينيا ماتشكي، خوسيه أنطونيو مونتيرو، آرني ناجينجاست، سيرجي نيجاي، كيفن أورورك، جوردي بانياغوا، بليك بيترز، روبرتا بيير مارتيني، راي ريزمان، فرناندو ريوس أفيلا، آنا ماريا سانتاكرو، موريسيو سيبولفيدا، سيرج شيخر، جواو سانتوس سيلفا، بوب ستايجر، كوستاس سيروبولوس، أنجيلوس ثيودوراكوبولوس، فريد توبال، يوشكا وانر، إردال يالتشين، جانجسو يون، وتوم زيلكين. أتقدم بجزيل الشكر إلى بليز جيانجيوليو لمساعدته القيّمة في جميع جوانب هذا الفصل. كما أُعرب عن امتناني لمركز تحليل السياسات العالمية بجامعة دريكسل لدعمه وتشجيعه. وكما هو الحال في معظم الكتب الدراسية الجامعية، حرصتُ على تقليل عدد المراجع. مع ذلك، أُشير في هذا الفصل إلى بعض الأوراق البحثية والدراسات الرئيسية. وأتحمل كامل المسؤولية عن جميع المعلومات والأخطاء الواردة فيه. كما أتقدم بخالص الشكر الى شهير زكي لتطوعه بترجمة الفصل إلى اللغة العربية، وإلى ليلى بغدادي لمراجعته، وآمل أن يفيد هذا الكثير من الطلاب.

نموذج الجاذبية لطلاب مرحلة البكالوريوس

تُعدّ معادلة الجاذبية «العمود الفقري» النموذجي للتجارة الدولية، والأداةَ الأكثر شيوعًا في تحليل سياسات التجارة. فعلى سبيل المثال، فإن جميع التحليلات الكمية لتعريفات الرئيس الأمريكي دونالد ترامب في مطلع عام 2025، وآثار خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي (BREXIT)، وتأثير العقوبات التجارية على روسيا عقب غزوها لأوكرانيا، والتي حظيت جميعها بتغطية واسعة في وسائل الإعلام، قد استندت إلى نسخ مختلفة من نموذج الجاذبية. ولذلك، ليس من الغريب أن تكون معادلة الجاذبية ربما النموذج التطبيقي الوحيد الذي ظهر على الصفحة الأولى من صحيفة فايننشال تايمز كما هو موضح بالشكل رقم (1).

شكل رقم 1: نموذج الجاذبية في صحيفة فايننشال تايمز

FINANCIAL TIMES

TUESDAY 19 APRIL 2016 — WORLD BUSINESS NEWSPAPER — UK £2.70 Channel Islands £3.00, Republic of Ireland €3.00

Treasury's grim forecasts spark fury from Tory Brexit rebels

-9.5%
Negotiated bilateral agreement (like Canada)
-6.2%
Membership of EEA (like Norway)
-3.8%
...and the key equation
The Treasury's formula for calculating trade

$$\ln(T_{ijt}) = \alpha_0 + Y_t + \alpha_1 \ln(Y_{it} * Y_{jt}) + \alpha_2 \ln(POP_{it} * POP_{jt}) + \alpha_3 \ln(DIST_{ij}) + \alpha_4 COMLANG_{ij} + \alpha_5 COLONY_{ij} + \alpha_6 BORDER_{ij} + \varepsilon_{ijt}$$

Briefing

Big companies look outside for a leader
Big UK companies are breaking with global peers and hiring more chiefs from outside than ever. Last year, 58 per cent came from another group, versus 25 per cent globally.

King quits Villa board after two months
Former governor of the Bank of England Mervyn King has resigned from the board of Premier League club Aston Villa — just two months after joining and two days after the club was relegated.

Crude dips but recovers after talks fail
Brent was roughly flat after the failure of Doha talks aimed at an output freeze on Sunday but a serious sell-off was avoided. Meanwhile, Riyadh policy has a new voice.

Buenos Aires ends 15-year debt exile
Argentina has secured one of the most anticipated comebacks, ending 15 years in exile with a debt sale that attracted bids of more than $500bn. Early signs put 10-year debt yield at under 8 per cent.

Israeli soldier charged over killing
An Israeli soldier has been charged with manslaughter over the shooting of an unarmed Palestinian assailant as he lay on the ground, the first case of its kind in more than a decade.

Datawatch

Counterfeit and pirated goods
% of seized goods' value, 2011-2013

المصدر: صحيفة فايننشال تايمز، 19 أبريل 2016. مستوحى من خطاب بيتر نيري الرئاسي لعام 2019 في مؤتمرRES

تعود المكانة البارزة لمعادلة الجاذبية إلى عدة أسباب رئيسية: امتلاكها قدرة تنبؤية عالية، وقيامها على أسس نظرية صلبة، وبساطتها وسهولة فهمها لمختلف الفئات بما في ذلك طلاب المرحلة الجامعية، إضافة إلى سهولة تطبيقها تجريبيًا في تحليل العديد من قضايا السياسات العامة.

ورغم المزايا الخاصة بالأسس النظرية والنجاح التطبيقي وسهولة التنفيذ، فإن معادلة الجاذبية لم تحظَ بالتغطية الكافية في كتب التجارة الدولية الموجهة لطلاب المرحلة الجامعية. ومن هنا، يهدف هذا الفصل إلى سد هذه الفجوة من خلال:

• تقديم نموذج الجاذبية في التجارة لطلاب المرحلة الجامعية وشرح فوائده وخصائصه التي جعلت منه أداة مهمة وأساسية للتحليل في القسم الأول.

• عرض الأساس النظري لمعادلة الجاذبية البسيطة وتحويلها إلى نموذج جاذبية هيكلي ثم تسليط الضوء على الآثار المهمة لنظرية الجاذبية وعلى تطبيقاتها وتقديراتها في القسم الثاني.

• ترجمة النموذج النظري إلى نموذج قياسي، ومناقشة التحديات القياسية والتوصيات العملية مع تجميع العديد من التوصيات للتقديرات القياسية الخاصة بنموذج الجاذبية في القسم الثالث.

• تقديم تطبيقات عملية باستخدام بيانات حقيقية وعرض أسئلة تدريبية، وإرشادات، وبيانات إضافية، قد تكون مفيدة للمشاريع البحثية التجريبية، ودروس الاقتصاد القياسي، وفي ندوات النقاش، ولكتابة أطروحات البكالوريوس. ويتحقق ذلك في القسم الرابع، بالإضافة إلى سلسلة من الأسئلة التدريبية المُدرجة في نهاية الفصل.

القسم الأول: نموذج الجاذبية: لماذا ندرسه؟ ولماذا يحظى بشعبية كبيرة؟

بناء على استفسارات زملائي الأساتذة، وانطلاقًا من آراء طلاب المرحلة الجامعية الذين اطلعوا على نموذج الجاذبية في التجارة، واستنادًا إلى خبرتي في التدريس والاستشارات الاقتصادية؛ أصبح لدي إيمان راسخ بضرورة تدريس نموذج الجاذبية لطلاب مرحلة البكالوريوس. يوضح الإطار 1 قائمةً بالأسباب التي تدعو إلى تغطية نموذج الجاذبية في مقررات المرحلة الجامعية، وكيف ولماذا يُمكن أن يُفيد طلاب هذه المرحلة.

إطار 1: لماذا ندرس نموذج الجاذبية؟ وكيف يفيد طلاب المرحلة الجامعية؟

- يُعد نموذج الجاذبية أنجح النماذج في التنبؤ بتدفقات التجارة وأكثرها استخدامًا في الأبحاث الأكاديمية وصنع السياسات وذلك بالمقارنة بالعديد من النماذج التقليدية التي يتم تناولها في كتب التجارة الدولية الجامعية.
- يمكن استخدام نموذج الجاذبية لتكملة وتعزيز نظريات التجارة الكلاسيكية، خاصة وأن معادلة الجاذبية التجريبية تمكن الطلاب من اختبار بعض هذه النظريات بشكل تطبيقي.
- يتميز نموذج الجاذبية باستخدامات عملية واضحة وتطبيقات عديدة. فهو نموذج تجريبي يتعامل مع تكاليف التجارة بجدية وواقعية، ويمكن تطبيقه بسهولة باستخدام بيانات حقيقية، مما يثري المقررات الدراسية الجامعية في مجال التجارة التي تركز بشكل كبير على الجانب النظري.
- نظرًا لأسسه البديهية وتمثيله النظري البسيط، فإن نموذج الجاذبية متاح وسهل الفهم لجمهور واسع، بما في ذلك طلاب مرحلة البكالوريوس.
- بفضل التطورات الحديثة في الاقتصاد القياسي والحوسبة، أصبح من الممكن تطبيق نموذج جاذبية تجريبي متطور بمعرفة بسيطة في الاقتصاد القياسي (مثل استخدام طريقة المربعات الصغرى العادية وتأثيرات ثابتة fixed effects) ولتسهيل ذلك، يتضمن هذا الفصل بيانات حقيقية، وأكواد قياسية، وتحليلات عملية، وأسئلة تطبيقية متعلقة بالسياسات.
- يمكن أن يفيد نموذج الجاذبية الطلاب في مجالات تتجاوز التجارة الدولية. فعلى سبيل المثال، يمكن تطبيق نفس الإطار التحليلي والأدوات التجريبية الواردة في هذا الفصل مباشرةً على تدفقات الهجرة الثنائية، والاستثمار الأجنبي المباشر، وبراءات الاختراع العابرة للحدود، وما إلى ذلك.
- إضافةً إلى ملاءمته لتدريس مادة التجارة الدولية لطلاب البكالوريوس، يمكن أن يكون نموذج الجاذبية مفيدًا في دورات الاقتصاد القياسي، وحلقات النقاش الجامعية، وللطلاب الراغبين في كتابة أطروحة جامعية أو العمل على مشاريع بحثية.

نموذج الجاذبية في التجارة:

يفترض نموذج الجاذبية بأن تدفقات التجارة الثنائية (X_{ij}) بين دولتين، أي واردات الدولة j من الدولة i تتناسب طرديًا مع حجم اقتصاد الدولة المصدرة (Y_i) والدولة المستوردة (Y_j)، وعكسيًا مع تكاليف أو عوائق التجارة بينهما (T_{ij}).

$$X_{ij} = \tilde{G}\frac{Y_i Y_j}{T_{ij}^{\theta}}, \quad (1)$$

حيث $\tilde{G}$ هو ثابت الجاذبية التجارية، وθ هي مرونة التدفقات التجارية بالنسبة للصعوبات التجارية، والتي تعكس استجابة التدفقات التجارية للتغيرات في هذه الصعوبات. ولذا، بشكل منطقي، تشير المعادلة (1) إلى أنه كلما كبرت دولتان وتقاربتا جغرافياً، زاد حجم التبادل التجاري بينهما. وتُعد بساطة نموذج الجاذبية التجارية وجاذبيته المنطقية من أبرز سماته.

لماذا تحظى نظرية الجاذبية بشعبية كبيرة؟

هناك أربعة أسباب رئيسية تجعل معادلة الجاذبية للتجارة تحظى بشعبية واسعة بين الاقتصاديين وصناع السياسات. أولاً، كما ذُكر سابقاً، من خلال تشبيهها بقانون نيوتن للجاذبية، يُعد نموذج الجاذبية للتجارة الدولية منطقياً وبديهياً للغاية.

1. معادلة الجاذبية بديهية

يُظهر الإطار رقم 2 التشابه الملحوظ بين معادلة جاذبية التجارة وقانون نيوتن للجاذبية الكونية، حيث يكشف أن التجارة (قوة الجاذبية) بين دولتين (جسمين) تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب حجميهما (كتلتيهما) وعكسيًا مع عوائق التجارة (مربع المسافة) بينهما. بعبارة أخرى، كلما كبرت دولتان وتقاربتا، زادت تجارتهما.

إطار 2: نموذج الجاذبيه في الفيزياء مقابل نموذج الجاذبيه في التجارة

نموذج الجاذبية في الفيزياء	نموذج الجاذبية في التجارة
$F_{ij} = G\frac{M_i M_j}{D_{ij}^2}$	$X_{ij} = \tilde{G}\frac{Y_i Y_j}{T_{ij}^{\theta}}$
حيث F_{ij} تمثل قوة الجاذبية بين جسمين i و j	X_{ij} قيمة التدفقات التجارية بين الدولتين i و j
G ثابت الجاذبية في الفيزياء	$\tilde{G}$ ثابت الجاذبية في التجارة
Mi & Mj كتل الجسمين i و j	Y_i & Y_j تمثل الاحجام الاقتصادية للدولتين i و j
Dij المسافة بين i و j	T_{ij} تمثل تكلفة وعوائق التجارة بين الدولتين i و j
2 مرونة قوة الجاذبية بالنسبة للمسافة	$\theta > 0$ مرونة التجارة الدولية بالنسبة للمعوقات التجارية

ألا أنه ما يميز هذا التشابه اللافت بين معادلات الجاذبية في التجارة والفيزياء، هو إمكانية اشتقاق معادلة الجاذبية

التجارية من نظريات اقتصادية جزئية صلبة.

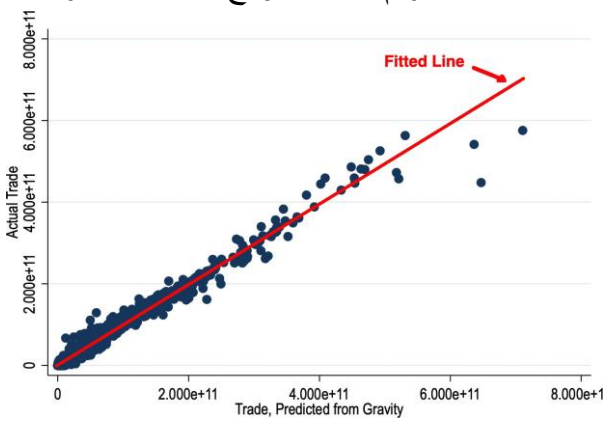
السبب الرئيسي الثاني لشعبية معادلة الجاذبية هو فعاليتها إذ يتنبأ نموذج الجاذبية التطبيقي بتدفقات التجارة الثنائية بدقة ملحوظة.

2. تتمتع معادلة الجاذبية بقدرة تقديرية هائلة

تظهر معادلة الجاذبية تطابقًا قويًا بين بيانات التجارة الفعلية والتجارة المقدَرة، وتقديرات معقولة (من حيث قيم المعلمات والإشارات) لعدد من المتغيرات المستقلة المعروفة باسم "متغيرات الجاذبية التقليدية"، بما في ذلك لوغاريتم المسافة بين الدول، ومتغيرات للحدود المشتركة، واللغة الرسمية المشتركة، والعلاقات الاستعمارية، واتفاقيات التجارة الإقليمية. فعلى سبيل المثال، تنخفض التجارة الثنائية مع زيادة المسافة، ولكنها تزداد عند إبرام اتفاقيات التجارة الإقليمية.

يوضح الشكل رقم 2 الأداء المتميز لنموذج الجاذبية من خلال رسم بياني يوضح إجمالي تدفقات التجارة الثنائية المتوقعة بناءً على نموذج الجاذبية مقابل تدفقات التجارة الفعلية المقابلة لأكبر 100 دولة مُصدِّرة في العالم خلال الفترة 1990-2023. تستند التقديرات في الشكل 2 إلى نموذج اقتصادي قياسي حديث للجاذبية، سيتم تطبيقه في القسم الرابع من هذا الفصل، وتُظهر أن الأداء التجريبي لهذا النموذج غير مسبوق (على سبيل المثال، معامل الارتباط بين التجارة الفعلية والمتوقعة هو 0.99). ومع ذلك، وكما سيتبين أيضًا في القسم الرابع وفي أسئلة التدريب الواردة في نهاية الفصل، فإن حتى نموذج الجاذبية البسيط بثلاثة متغيرات مستقلة فقط يتنبأ بتدفقات التجارة الثنائية بنجاح كبير. تستند التوقعات الواردة في الشكل 2 إلى بيانات متغيرة خلال الفترة 1990-2023. ومن الجدير بالذكر أن معادلة الجاذبية تعمل بكفاءة عالية مع بيانات سنة واحدة (أي بيانات مقطعية) ومع البيانات المجمعة على مدى سنوات (أي بيانات panel). علاوة على ذلك، تعمل معادلة الجاذبية بكفاءة عالية مع البيانات الإجمالية والبيانات المفصلة على أي مستوى من المستويات مثل السلعة، والصناعة، والقطاع، وما إلى ذلك.

شكل رقم 2: دقة نموذج الجاذبية للتجارة



المصدر: المؤلف بالاعتماد على الفصل الرابع من هذه الورقة

أما السبب الرئيسي الثالث لشهرة معادلة الجاذبية فهو أنها مرنة للغاية.

3. معادلة الجاذبية مرنة للغاية

تم استخدام نموذج الجاذبية لشرح التدفقات التجارية وتحديد تأثيرعواملها في مئات الأبحاث الأكاديمية، وهو النموذج المفضل لتحليل السياسات التجارية أيضًا. يتضمن الإطار3 قائمة مفصلة (وإن لم تكن شاملة) بالعوامل "التقليدية" مقابل العوامل "الأكثر غرابة" المؤثرة على التدفقات التجارية. من المؤكد أنه لدراسة تأثيرأي عامل من عوامل التدفقات التجارية أو غيرها من النتائج الاقتصادية عبرها، لا بد من اللجوء إلى أحد أشكال نموذج الجاذبية.

إطار 3: تطبيقات معادلة الجاذبية

- **المحددات التجارية "التقليدية":** المسافة، والتجاور، والناتج المحلي الإجمالي، والسكان، والتنمية، واتفاقيات التجارة التفضيلية، والتعريفات الجمركية، والحروب الجمركية، ودعم الصادرات، والجغرافيا، والتدابير غير الجمركية، وعضوية منظمة التجارة العالمية، والاتحادات الجمركية، والاتحاد الأوروبي، والعملة الموحدة واتحادات العملات، وعضوية منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وعضوية صندوق النقد الدولي، والاستثمار الأجنبي المباشر، والهجرة، والروابط الثقافية، والعلاقات الاستعمارية، واللغة المشتركة، ... إلخ.

- **المحددات التجارية "غير التقليدية".** الجودة المؤسسية، المساعدات الخارجية، الثقة، سمعة الأفراد، سمعة المنتجات، أسعارالصرف، جائحة كوفيد-19، خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي، تشجيع الصادرات، براءات الاختراع، الحواجزالتقنية أمام التجارة، المعايير الصحية والنباتية، ضرائب دخل الشركات، ضرائب القيمة المضافة، الأحداث الرياضية الكبرى (الألعاب الأولمبية وكأس العالم)، الحظر والعقوبات (على سبيل المثال، على روسيا)، النزاعات والحروب، القرصنة، ذوبان الغطاء الجليدي، إغلاق قناة السويس، حروب ترامب الجمركية... إلخ.

للاطلاع على مراجع محددة لمعظم التطبيقات المذكورة أعلاه، يُرجى الرجوع إلى يوتوف (2024).

بالإضافةً إلى قدرة نموذج الجاذبية على استيعاب أي عامل من عوامل التجارة، تبرز أربعة أبعاد أخرى لمرونته:

- أولًا، ينطبق نموذج الجاذبية على أي مستوى من مستويات التجميع، أي على السلع والصناعات والقطاعات، إلخ.
- ثانيًا، على الرغم من أن أسسه النظرية أقل تطورًا مقارنةً بتطور نظرية التجارة، فقد طُبِّق نموذج الجاذبية بنجاح لدراسة تدفقات ثنائية أخرى، بما في ذلك الاستثمار الأجنبي المباشر والهجرة ونقل التكنولوجيا الدولي، إلخ.
- ثالثًا، من السهل جدًا تطبيق نموذج جاذبية تجريبي حديث باستخدام برامج إحصائية قياسية، كما سيتبين

لاحقًا في هذا الفصل.

- أخيرًا، يمكن دمج نموذج الجاذبية بمرونة ضمن نماذج أوسع، بما في ذلك الاستثمار في رأس المال المادي، والنماذج البيئية، وأسواق العمل، إلخ.

أما السبب الرئيسي الرابع لنجاح نموذج الجاذبية فهو إمكانية اشتقاقه بناءً على نظريات اقتصادية جزئية صلبة.

4. تعدد وصلابة الأسس النظرية الخاصة بمعادلة الجاذبية

من أبرز سمات معادلة الجاذبية في التجارة أنه، في ظل افتراضات تقليدية نسبياً، يمكن اشتقاقها بالاعتماد على العديد من نظريات الاقتصاد الجزئي المختلفة. وكما هو موضح في الشكل 3، يمكن اشتقاق معادلة الجاذبية من نظريات التجارة الكلاسيكية التي تُغطى عادةً في كتب المرحلة الجامعية، بما في ذلك نموذج ريكاردو، ونموذج هيكشر-أولين، ونموذج المنافسة الاحتكارية، ونموذج العوامل المحددة. إضافةً إلى ذلك، يمكن اشتقاق معادلة الجاذبية من نماذج التجارة القطاعية، ونماذج التجارة الديناميكية، ونماذج التجارة ذات الروابط بين المدخلات والمخرجات، ونماذج التجارة التي تضم شركات غير متجانسة.

الشكل 3: بعض الأسس النظرية لنموذج الجاذبية للتجارة

المصدر: المؤلف. مقتبس Yotov et al. (2016).

استغرق الأمر وقتًا طويلاً حتى أدرك الباحثون في مجال التجارة أن العديد من نظريات التجارة المختلفة تتلاقى في معادلة جاذبية بسيطة ومنطقية واحدة (انظر الإطار 4). ومع ذلك، بالنظر إلى تاريخ تطورالنموذج، ليس من الغريب أن نستنتج أن محددات التجارة الدولية يمكن تلخيصها في ثلاثة مصطلحات منطقية: محددات من جانب المُصدِّر، ومحددات من جانب المُستورد، ومحددات ثنائية. وينطبق هذا المنطق نفسه على أي علاقة ثنائية اجتماعية أو اقتصادية. وبناءً على ذلك، ينبغي أن تكون الأساليب التجريبية والتحليلات العملية التي سيتم عرضها في القسمين الثالث والرابع قابلة للتطبيق على نطاق أوسع، على سبيل المثال، على الاستثمار الأجنبي المباشر، والهجرة، وتدفقات التكنولوجيا، وما إلى ذلك.

تُشكّل الأسس النظرية لنموذج الجاذبية دلالاتٍ بالغة الأهمية للتحليل التطبيقي الخاص بمعادلة الجاذبية. فعلى سبيل المثال، يُؤدي الالتزام الوثيق بالنظرية إلى تحسين القدرة التقديرية الإجمالية لنموذج الجاذبية، وإلى تقديراتٍ أكثر دقة لآثار السياسات التجارية. وفي سياقٍ متصل، أدى مراعاة بعض السمات النظرية الرئيسية لنموذج الجاذبية إلى حلولٍ لعددٍ من المعضلات البارزة في أدبيات التجارة؛ كالنتيجة غير المنطقية المتمثلة في أن تأثيرات المسافة على التجارة لم تقل بمرور الوقت، أو أن نموذج الجاذبية لا يُمكنه تفسير اختلالات الميزان التجاري الثنائي بشكلٍ صحيح، وغيرها. وقد حفّزت نظرية الجاذبية بعضًا من أهم التوصيات لتقدير نماذج الجاذبية بشكل تطبيقي كحساب تكاليف التجارة متعددة الأطراف، والتي ستُناقش بالتفصيل في القسم التالي. وأخيرًا، تُتيح نظرية الجاذبية ترجمة آثار التجارة إلى نتائج اقتصادية أخرى، كآثارها على سوق العمل، والأثر البيئي، والاستثمار في رأس المال المادي، والنمو الاقتصادي، وما إلى ذلك.

علاوة على ذلك، كما هو الحال مع العديد من النظريات الهامة، لم يكتسب نموذج الجاذبية شهرةً واسعة بين ليلةٍ وضحاها، وإنما استغرق الأمر سنوات عديدة حتى يصبح نموذج الجاذبية مجال اهتمام الاقتصاد التجاري ويصبح النموذج الأساسي للتجارة كما موضح في الإطار 4.

إطار 4: تطور نموذج الجاذبية

بحلول عام 2025، أصبح نموذج الجاذبية يهيمن على مجال التجارة الدولية! مع ذلك، لم يكن طريق شهرته سهلاً. كانت التطبيقات الأولى للجاذبية في الاقتصاد غير نظرية، واعتمدت على المقاربة مع علم الفيزياء. يُنسب الفضل في أول تطبيق للجاذبية في الاقتصاد إلى Tinbergen (1962). قد يكون هذا صحيحًا، ولكن فقط من منظور التجارة الدولية، إذ كان الحائز على جائزة نوبل عام 1969 (على الأرجح) أول من طبّق الجاذبية على تدفقات التجارة الدولية. إلا أنه قبل Tinbergen بزمن طويل، طبّق Ravenstein (1885) معادلة الجاذبية على تدفقات الهجرة. وقد واصل بعض طلاب Tinbergen أبحاثهم حول نموذج الجاذبية في الستينيات والسبعينيات، إلا أن معظم الاقتصاديين في تلك الفترة لم يعتبروا الجاذبية نموذجًا تجاريًا جادًا لافتقارها إلى الأسس النظرية.

رغم وجود بعض النقاشات والجدل حول من كان أول من طبّق مفهوم الجاذبية في الاقتصاد، فإن خبراء اقتصاديات التجارة متفقون بالإجماع على أن الأساس النظري الأول لمعادلة الجاذبية في التجارة، كما نعرفها اليوم، يعود إلى Anderson (1979). ومن اللافت للنظر حقًا أنَّ نموذج أندرسون لعام 1979 يتوافق تمامًا مع التحليلات التطبيقية الحديثة لنموذج الجاذبية، وذلك بعد استيعاب بعض الإضافات النظرية "الطفيفة".

على الرغم من منطقية نموذج الجاذبية، وأدائه التطبيقي الجيد، وأساسه النظري الصلب، إلا أنه واجه صعوبة في كسب تأييد خبراء اقتصاديات التجارة الدولية خلال ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضي. فقد انتقدت العديد من الدراسات الاستقصائية المؤثرة من كتب الاقتصاد الدولي (Handbook of International Economics) - المرجع الأساسي لأبحاث التجارة - نموذج الجاذبية، وشككت في إرثه النظري، وتوقعت أنه لن يكون له أي تأثير على موضوع التجارة الدولية. وبالنظر إلى الماضي، وصف Anderson (2011) تجربة نموذج الجاذبية خلال تلك الفترة بأنها "يتيمة فكرية" (intellectual orphan).

حتى أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، استمر خبراء اقتصاديات التجارة في تجاهل مفهوم الجاذبية نظرًا لسمعته المتواضعة, خلال تلك الفترة، استُخدم بشكل أساسي في تحليل السياسات. إلا أن العديد من التطورات الهامة في أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين أدت إلى العصر الذهبي لـ"الجاذبية الهيكلية" أو ما يعرف بStructural gravity (2002-2012). أولًا، والأهم من ذلك، أن المساهمات النظرية الرائدة ل Eaton and Kortum (2002) وAnderson and van Wincoop (2003) لم تدع مجالًا للشك في أن نموذج الجاذبية يمتلك أسسًا نظرية صلبة. ثانيًا، ساهمت الدراسات التجريبية التي أجراها اقتصاديون مؤثرون، مثل Frankel and Romer (1999) وRose (2000)، في كسر الصورة النمطية السلبية لاستخدام الجاذبية في الدراسات الجادة، وبالتالي بدأت في إعادة إحياء نموذج الجاذبية كأداة تجريبية جديرة بالاحترام. ثالثًا، شهدت هذه الفترة بناء بيانات تجارية كثيرة وعالية الجودة وأساليب وقدرات اقتصادية قياسية أفضل (Baldwin and Taglioni، 2006).

خلال عصرها الذهبي (2002-2012)، رسّخت نظرية الجاذبية مكانتها كنموذج أساسي في التجارة، وظهرت في مئات الأبحاث المحكمة دوليًا، بما في ذلك التطبيقات والتطورات النظرية والمساهمات في التقدير والبيانات الجديدة. كانت معظم الأبحاث المتعلقة بالجاذبية خلال هذه الفترة تطبيقات تجريبية تهدف إلى تقدير تأثير مختلف السياسات ومحددات تدفقات التجارة الثنائية (مثل اتفاقيات التجارة الحرة، وعضوية منظمة التجارة العالمية، والمسافة الجغرافية، والعلاقات الاستعمارية، وما إلى ذلك). وفي الوقت الذي استمر فيه الكثيرون في تطبيق نموذج الجاذبية بشكل بدائي، ساهم الالتزام الوثيق بالنظرية في تعميق فهم محركات نمو التدفقات التجارية، والوصول إلى تقديرات أكثر دقة للنموذج.

شهد "العصر الذهبي لنظرية الجاذبية" تطورات هامة على الصعيد النظري، مثل نموذج الجاذبية على المستوى القطاعي، ونموذج الجاذبية مع الشركات غير المتجانسة، نموذج الجاذبية الديناميكية. وقد ساهم التطور الملحوظ في القدرة الحاسوبية في زيادة الاهتمام بنظرية الجاذبية وتطبيقاتها، وترافق ذلك مع إسهامات جديدة في مجال التقدير، مثل استخدام التأثيرات الثابتة (fixed effects) للمصدرين والمستوردين والعلاقات الثنائية الدول، والتي سيتم تناولها في القسم التالي، بالإضافة إلى استخدام Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML) من قبل Santos Silva and Tenreyro(2006)، والذي رسخ مكانته لاحقًا كأفضل وسيلة لتقدير نموذج الجاذبية.

في ورقة بحثية رائدة، رسّخ .Arkolakis et al (2012) هيمنة نموذج الجاذبية الهيكلية في التجارة، مُثبتين أن مختلف الأسس النظرية الجزئية تتقارب لتُفضي إلى معادلة الجاذبية نفسها. وإلى جانب العديد من التطبيقات الجديدة والتطورات النظرية، استعاد نموذج الجاذبية مكانته البارزة في طبعة 2014 من "Handbook of International Economics"، وهو نفس المنشور الذي تم تجاهله فيه خلال ثمانينيات وتسعينيات القرن الماضي. كما تم تسليط الضوء على نموذج الجاذبية في "Handbook of International Trade and Transportation" لعام 2018، وفي كتب مُخصصة لتحليل السياسات التجارية وتأثير العولمة.

ظلّت معادلة الجاذبية التطبيقية النموذجَ الأمثل للتطبيقات الجديدة، بينما أعاد آخرون النظر في النتائج السابقة باستخدام أساليب جديدة ومحسّنة لقياس تكاليف التجارة وتحديد تأثير مختلف العوامل المؤثرة في التدفقات التجارية (مثل الاتحادات النقدية، والقرصنة، واللغة المشتركة، وأسعار الصرف، والعقوبات الاقتصادية، إلخ). وقد أتاحت البيانات الجديدة (من حيث البلد والقطاع والتغطية الزمنية) استكشاف التأثيرات المتباينة للعديد من السياسات التجارية (مثل اتفاقيات التجارة الإقليمية، والاتحادات النقدية، والعقوبات، إلخ) عبر أبعاد مختلفة. كما تبيّن أن معادلة الجاذبية فعّالة للغاية في قطاعات الخدمات والتعدين والتجارة الزراعية، وعلى أي مستوى من مستويات البيانات، أي من مستوى السلع إلى المستوى الإجمالي. وأصبح من الواضح تمامًا أنه لدراسة تأثير أي عامل مؤثر في التدفقات التجارية، لا بد من الاعتماد على نسخة ما من نموذج الجاذبية. علاوة على ذلك، وبالاستفادة من التطورات في أدبيات التجارة، قام الباحثون وصناع السياسات بتكييف نموذج جاذبية التجارة لدراسة التدفقات الثنائية الأخرى، على سبيل المثال الهجرة والاستثمار الأجنبي المباشر وبراءات الاختراع عبر الحدود، وما إلى ذلك.

شهدت هذه الفترة أيضًا مساهماتٍ كبيرة في مجال التقدير والبيانات والنظرية. فعلى صعيد التقدير، تبيّن أن مُقدّر PPML يتوافق تمامًا مع نظرية الجاذبية، مما أتاح بدوره إجراء تحليل شامل لسياسات التجارة باستخدام برامج إحصائية تقليدية دون الحاجة إلى أي برمجة متقدمة أو متخصصة. كما شهدت النظرية تطوراتٍ هامة (مثل الجاذبية مع روابط المدخلات والمخرجات، والجاذبية مع الديناميكيات الثنائية). وبالتزامن مع أدائها التطبيقي المتميز وأدواتها الاقتصادية والحسابية الجديدة، أدت التطورات في نظرية الجاذبية إلى سلسلة من المساهمات التي ربطت التجارة بنتائج اقتصادية متنوعة، مثل انتشار التكنولوجيا، والبطالة، وانبعاثات الكربون، وغيرها. وقد تم بناء جيل جديد من قواعد بيانات الجاذبية يغطي متغيرات الجاذبية التفسيرية، بالإضافة إلى تدفقات التجارة الدولية والمحلية على مستويات مختلفة، وذلك لدعم التطورات النظرية وتلبية احتياجات التطبيقات الجديدة.

تجلّت القوة والنجاح غير المسبوقين لنموذج الجاذبية في عام 2025، استجابةً للتغييرات المتكررة في الرسوم الجمركية في عهد الرئيس الأمريكي ترامب (على سبيل المثال، فُرضت رسوم جمركية على واردات الصلب الكندية صباح يوم 9 مارس، ثم رُفعت بعد ظهر اليوم نفسه). وبفضل التقدم الكبير في أدبيات نموذج الجاذبية، شهدنا ظاهرةً استثنائيةً حقًا، وهي إمكانية تحليل التأثير الكامل (في إطار توازن جزئي وتوازن عام) للسياسات التجارية في الأجل القصير.

هذا الملخص لتطور نموذج الجاذبية مقتبس من Yotov (2024)، وأحيل القارئ المهتم إلى هذه الورقة لمزيد من التفاصيل والمراجع.

القسم الثاني: نموذج الجاذبية الهيكلي: Gravity with Gravitas

يتضمن هذا القسم ثلاثة أهداف تعليمية رئيسية. أولًا، يقدم نموذج الجاذبية النظري/الهيكلي للتجارة. ثانيًا، يقارن بين معادلات الجاذبية البسيطة والهيكلية مع تسليط الضوء على الاختلافات النظرية الرئيسية بينهما. ثالثًا، يستخلص العديد من النتائج المهمة لنمذجة التدفقات التجارية وتقدير معادلات الجاذبية التجريبية بطريقة متسقة مع النظرية.

1.2. كل الطرق تؤدي إلى... الجاذبية الهيكلية

كما ذُكر سابقًا، فإن إحدى أبرز سمات نموذج الجاذبية في التجارة هي أن معادلة الجاذبية نفسها تمثل العديد من الأسس النظرية للاقتصاد الجزئي، ويمكن اشتقاقها منها، وبعضها تدرس كمواضيع أساسية في كتب التجارة الدولية لمرحلة البكالوريوس (انظر الشكل 3). وباتباع تطور الأدبيات النظرية للجاذبية، سنقدم نموذج الجاذبية الهيكلي المعاصر على مرحلتين. أولًا، وتماشيًا مع النظريات الكلاسيكية للتجارة، نعرض معادلة الجاذبية الهيكلية المقطعية (cross section)[1]:

$$X_{ij} = \frac{Y_i E_j}{Y}\left(\frac{t_{ij}}{T_j T_i}\right)^{-\theta} \quad (2)$$

تتميز نظرية معادلة الجاذبية الهيكلية (2) عن نظيرتها البسيطة الموضحة سابقًا في المعادلة (1) بثلاث خصائص. أولًا، يمثل الحد الهيكلي المرتبط بثابت الجاذبية $\tilde{G}$ قيمة الناتج العالمي $\mathbf{Y}$. ويترتب على ذلك أن التدفقات التجارية الثنائية تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب الحجمين الاقتصاديين للشريكين التجاريين كنسبة من الناتج العالمي.

ثانيًا، يميز نموذج الجاذبية النظري بين قيمة الناتج ($\mathbf{Y_i}$) كمقياس لحجم المُصدِّر، والإنفاق ($\mathbf{E_j}$) كمقياس لحجم المُستورد. وبشكل منطقي، ينبغي أن يكون مقياس الحجم المناسب للمُصدِّر هو طاقته الإنتاجية، بينما ينبغي أن يكون مقياس الحجم المناسب للمُستورد هو طاقته الاستهلاكية. وتبرز أهمية التمييز بين الناتج والإنفاق كمقياسين مناسبين للحجم في نموذج الجاذبية بشكل أكبر على المستوى التفصيلي، حيث قد تكون اختلالات الميزان التجاري القطاعي (أي الفجوة بين الصادرات والواردات الوطنية على المستوى القطاعي) كبيرة جدًا، وذلك، على سبيل المثال، بسبب التخصص القطاعي.

ثالثًا، يُقسّم مصطلح تكلفة التجارة ($\mathbf{T_{ij}}$) من المعادلة (1) إلى ثلاثة مكونات هيكلية في المعادلة (2). بشكل أكثر تفصيلا، يشير $\mathbf{t_{ij}}$ إلى أي معوقات تجارية ثنائية تؤثر بشكل مباشر على التدفقات التجارية بين دولتين، مثل المسافة الجغرافية بينهما، والتعريفات الجمركية، والاتفاقيات التجارية، والعقوبات، وما إلى ذلك. أما $\mathbf{T_i}$ و$\mathbf{T_j}$ فهما تكاليف

[1] تتفق هذه المعادلة مع أكثر أوراق الجاذبية تأثيراً لـ Eaton and Kortum (2002) و Anderson and van Wincoop (2003)، وأحيل القارئ المهتم إلى Yotov et al. (2016) للإطلاع على اشتقاقات بديلة لنموذج الجاذبية بنفس الترميز.

تجارية متعددة الأطراف (**multilateral trade costs**) من جانب المُصدِّر والمستورد على التوالي. وذلك يعكس حقيقة أن التجارة بين دولتين لا تعتمد فقط على حجمهما والمعوقات التجارية الثنائية المباشرة بينهما، بل أيضًا على تكلفة التجارة بين هاتين الدولتين مع دول أخرى. ومن هنا جاءت تسمية "تكاليف التجارة متعددة الأطراف".

لتوضيح فكرة تكاليف التجارة متعددة الأطراف، يُظهر الشكل 4 الولايات المتحدة وكندا وكأنهما على سطح المريخ. على الرغم من أن حجميهما ($\mathbf{Y_i}$ و$\mathbf{E_j}$) وعوامل المعوقات التجارية الثنائية المباشرة ($\mathbf{t_{ij}}$، مثل المسافة بينهما) لم تتغير، إلا أن حجم التبادل التجاري بين البلدين سيزداد لو كانا على المريخ مقارنةً بموقعهما الحالي على الأرض. لماذا؟ لأنهما، على كوكب المريخ، سيكونان أكثر عزلة عن العالم.

الشكل 4: تكاليف التجارة متعددة الأطراف

المصدر: المؤلف بالإعتماد على Krugman (1995).

لذا، لا تعتمد التجارة بين الولايات المتحدة وكندا على تكاليف التجارة بين هذين البلدين فحسب، بل على تكاليف تجارتهما مع جميع الدول الأخرى. وهذا في الواقع أحد الفروق الرئيسية بين نظرية الجاذبية البسيطة ونظرية الجاذبية الهيكلية: إذ تفترض نظرية الجاذبية البسيطة (خطأً) أن تكاليف التجارة الثنائية المباشرة فقط هي المحدد الأساسي للتجارة، بينما تأخذ نظرية الجاذبية الهيكلية في الحسبان تكاليف التجارة متعددة الأطراف.
وأخيرًا، يجب إضافة تعديلين نظريين للوصول إلى نموذج الجاذبية الهيكلية المعاصر الموضح أدناه:

$$X_{ij,t}^{k} = \frac{Y_{i,t}^{k} E_{j,t}^{k}}{Y_{t}^{k}} \left(\frac{t_{ij,t}^{k}}{T_{j,t}^{k} T_{i,t}^{k}} \right)^{-\theta^{k}}, \qquad \forall\, i, j, t, k \tag{3}$$

أولًا، يمكن اشتقاق نموذج الجاذبية على أي مستوى من مستويات مثل السلع والصناعات والقطاعات الاقتصادية وعلى المستوى الإجمالي. ويتجلى ذلك في الرمز العلوي **k** في المعادلة رقم (3)، والذي قد يشير إلى سلعة أو صناعة أو قطاع معين **k**. أما التعديل الثاني فهو الرمز السفلي **t**، والذي يستند إلى حقيقة أن متغيرات الحجم وتكاليف التجارة في المعادلة رقم (3) تتغير بمرور الوقت، تمامًا كما هو الحال في التدفقات التجارية. كما يستند الرمز السفلي **t** إلى نظريات التجارة الديناميكية، التي تشير إلى أن التجارة وتحريرها قد يؤديان إلى تراكم عوامل الإنتاج، مثل رأس المال المادي كالمصانع التجميعية (Maquiladoras) الواقعة على طول الحدود الأمريكية المكسيكية. تجدر الإشارة إلى أنه بدون الرمزين العلوي **k** والسفلي **t**، تصبح المعادلة (3) مطابقة للمعادلة (2). أخيرًا، تشير كل نظرية من نظريات الجاذبية الأساسية إلى أن نموذج الجاذبية ينطبق على التجارة الدولية ($\mathbf{i} \neq \mathbf{j}$) والتجارة المحلية ($\mathbf{i} = \mathbf{j}$).

2.2. التداعيات النظرية لتطبيقات وتقديرات نموذج الجاذبية

تُعدّ الأسس النظرية لمعادلة الجاذبية ذات أهمية بالغة لنجاح نموذج الجاذبية تطبيقيًا، ولتحديد النموذج القياسي بشكل سليم. وسأناقش أهمية كلٍّ من هذه الأسس النظرية الرئيسية بالتفصيل.

تكاليف التجارة متعددة الأطراف (multilateral trade cost) هناك دلالتان أساسيتان لمفهوم تكاليف التجارة متعددة الأطراف في تحديد آثار السياسات التجارية. أولاً، إذا لم تُؤخذ هذه التكاليف في الحسبان بشكل صحيح في نموذج الجاذبية التطبيقي، فإن معادلة الجاذبية ستُقلل من تقدير حجم التجارة بين الدول الأكثر عزلة عن العالم، بينما ستُبالغ في تقدير حجم التجارة بين الدول المحاطة بالعديد من الشركاء التجاريين، كالدول الأوروبية. ثانياً، توضح تكاليف التجارة متعددة الأطراف إلى أي مدى يمكن لدولة ما تحويل تجارتها إلى دول أخرى. وهذا أمر بالغ الأهمية لتحديد آثار العديد من السياسات المعاصرة. فعلى سبيل المثال، أحد الأسباب الرئيسية لعدم فعالية العقوبات المفروضة على روسيا بسبب غزوها لأوكرانيا هو قدرة روسيا على تحويل تجارتها إلى دول غير خاضعة للعقوبات، كالصين والهند وتركيا. وتُجسد تكاليف التجارة متعددة الأطراف هذه الآثار. ومن الأمثلة الحديثة الأخرى الرسوم الجمركية التي فرضتها الولايات المتحدة على كندا في عام 2025 والتي ستضر كندا بشكل خاص نظرًا لعزلتها النسبية عن العالم.

نموذج الجاذبية التفصيلي. تشير النظرية إلى أن نموذج الجاذبية قائم على أي مستوى من المستويات، بدءًا من المستوى السلعي وصولًا إلى المستوى الكلي. ويكمن الأثر الرئيسي لهذه الخاصية النظرية في أن نموذج الجاذبية التطبيقي يتمتع بمرونة عالية، حيث يمكن، وفقًا للسؤال البحثي، التركيز على منتج أو صناعة أو قطاع معين، أو بشكل أوسع، على السلع مقابل الخدمات. وتُعد القدرة على تحليل التدفقات التجارية بشكل منفصل لكل صناعة أو قطاع على حدة أمرًا بالغ الأهمية، نظرًا لاختلاف تكاليف التجارة (مثل تكاليف النقل) بين القطاعات، ولأن العديد من السياسات التجارية (مثل التعريفات الجمركية) تُفرض وتُنفذ على مستوى تفصيلي. وحتى عند تطبيق هذه السياسات على المستوى الكلي (مثل الحظر التجاري الشامل)، قد تختلف آثارها اختلافًا كبيرًا بين المنتجات والصناعات والقطاعات. لذا، يُفضل غالبًا استخدام نموذج جاذبية تفصيلي. وتوفر نظرية الجاذبية دعمًا وتوجيهًا واضحين للتحليلات التفصيلية.

الجاذبية ذات البعد الزمني. يعتبر البعد الزمني محور مهم في النماذج التطبيقية الخاصة بنموذج الجاذبية وله دلالات مهمة. أولًا، يؤدي إضافة المزيد من السنوات إلى بيانات الجاذبية إلى تحليل أكثر دقة لهذا النموذج. ثانيًا، كما سيتبين في القسم التالي، يتيح استخدام بيانات متغيرة مع الزمن (panel) نمذجة مرنة وشاملة وسهلة لجميع معوقات التجارة الثنائية الثابتة مع الزمن (مثل المسافة الجغرافية) في نموذج الجاذبية. ثالثًا، يسمح استخدام البيانات الطولية (panel) برصد تطور وتعديل معوقات التجارة الثنائية وآثار السياسات المختلفة بمرور الوقت. فعلى سبيل المثال، لا تظهر آثار اتفاقيات التجارة الإقليمية بشكل فوري. وقد يكون رصد تغير التدفقات التجارية (بمرور الزمن) استجابةً لإبرام هذه الاتفاقيات مفيدًا لأغراض السياسة العامة. علاوة على ذلك، قد تختلف آثار اتفاقيات التجارة الإقليمية من تسعينيات القرن الماضي اختلافًا كبيرًا عن تأثير الاتفاقيات الحديثة، ولا يمكن رصد هذه الاختلافات دون بيانات متغيرة مع الزمن.

الناتج مقابل الإنفاق. إن الفرق بين قيمة الناتج والإنفاق الذي تشير إليه نظرية الجاذبية له عدة دلالات تجريبية. أولًا، إذا كانت تكاليف التجارة متناظرة (مثل المسافة بين دولتين)، فإن عدم مراعاة الاختلافات بين قيمة الناتج والإنفاق سيؤدي إلى ضعف أداء نموذج الجاذبية، وذلك لأن النموذج سيقوم بتقدير تدفقات تجارية ثنائية متناظرة. ثانيًا، يصبح التمييز بين الناتج والإنفاق أكثر أهمية على المستوى التفصيلي، حيث تكون الاختلافات بين الإنتاج والاستهلاك المحليين أكثر وضوحًا في بعض المنتجات. ثالثًا، حتى مع البيانات الإجمالية، لا يُعد الناتج المحلي الإجمالي أفضل مؤشر لحجم الاقتصاد في نموذج الجاذبية، ليس فقط لأن النظرية تشير إلى ضرورة مراعاة الاختلالات التجارية، بل أيضًا لأن الناتج المحلي الإجمالي يُقاس بالقيمة المضافة (value added)، بينما تُقاس التدفقات التجارية على أساس إجمالي (gross)، مما يُسبب تناقضًا. ولكن لحسن الحظ، كما سيتبين في القسم التالي، توجد تقنيات اقتصادية قياسية بسيطة لمراعاة متغيرات الحجم في نموذج الجاذبية التطبيقية دون الحاجة إلى القلق بشأن تحديات القياس السالف ذكرها أو استعمال بيانات إضافية.

التجارة المحلية. تشير نظرية التجارة إلى أن نموذج الجاذبية ينطبق أيضًا على المبيعات المحلية. علاوة على ذلك، يوفر استخدام التجارة المحلية فوائد كبيرة لتقدير نموذج الجاذبية مع البيانات الدولية. فهو يسمح، على سبيل المثال، بتحديد الآثار المحتملة لتحويل التجارة نتيجة لاتفاقيات التجارة من وإلى الدول غير الموقعة على هذه الاتفاقيات، والآثار الخارجية للعقوبات، وآثار سياسات التجارة غير التمييزية. ولكن بسبب محدودية بيانات التجارة المحلية، لا تزال معظم تقديرات نموذج الجاذبية تُجرى حصريًا باستخدام البيانات الدولية فقط، ولم يصبح استخدام تدفقات التجارة المحلية في تقدير نموذج الجاذبية معمم بعد. لذلك، وتماشيًا مع معظم الدراسات المنشورة حول نموذج الجاذبية، سنركز في هذه الدراسة على تدفقات التجارة الدولية فقط.

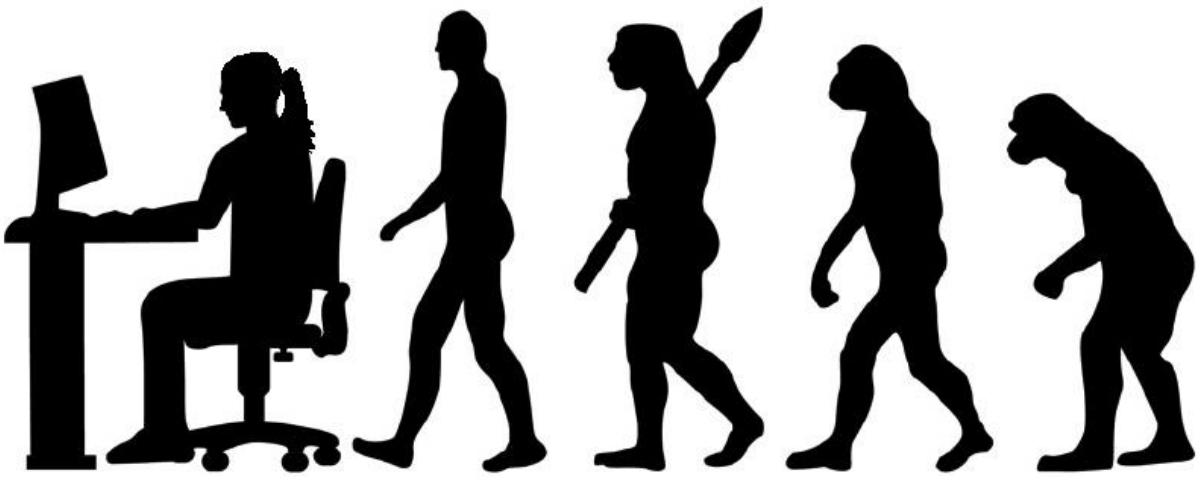
القسم الثالث: من التقديرات البسيطة إلى التقديرات الحديثة لنموذج الجاذبية

يعود جزء كبير من النجاح الباهر لنموذج الجاذبية إلى قدرته التقديرية غير المسبوقة ومرونته التي تتيح له استيعاب العديد من التطبيقات. يهدف هذا القسم إلى تحويل معادلة الجاذبية التطبيقية البسيطة إلى نموذج جاذبية قياسي حديث، والذي يمكن استخدامه لتقدير تأثيرات العديد من محددات التدفقات التجارية. يفترض التحليل معرفة أساسية بالاقتصاد القياسي مثل استخدام طريقة المربعات الصغرى العادية (Ordinary Least Squares) والتأثيرات الثابتة (fixed effects). فلفهم هذا القسم، يجب أن يكون الطالب درس مقررًا في الاقتصاد القياسي. إضافةً إلى ذلك، قد يكون هذا القسم مفيدًا للطلاب الذين سيدرسون مقررًا في الاقتصاد القياسي أو الذين يخططون لكتابة أطروحة جامعية أو إجراء مشروع بحثي مستقل.

بالاستناد إلى الأسس النظرية لنموذج الجاذبية والمعلومات التي تم عرضها حتى الآن، سنطور نموذج الجاذبية الاقتصادي القياسي في خمس خطوات تشير إلى التطور الزمني لتقديرات معادلة الجاذبية كما هو موضح في الشكل 5[2].

الشكل 5: تطور الطرق القياسية لتقدير نموذج الجاذبية

الجاذبية البسيطة **الجاذبية الهيكلية** **الجاذبية الطولية** **الجاذبية ذات التأثيرات الثابتة عالية الأبعاد** **الجاذبية الضربية**



المصدر: المؤلف

ملحوظة: الجاذبية البسيطة Naïve gravity، الجاذبية الهيكلية Structural gravity، الجاذبية الطولية Panel gravity، الجاذبية ذات التأثيرات الثابتة عالية الأبعاد HDFE gravity، الجاذبية الضربية Multiplicative gravity.

[2] أحيل القارئ إلى Larch et al. (2025) للاطلاع على شرح مفصل ومناقشة للتوصيات المتعلقة بتقديرات الجاذبية.

الجاذبية البسيطة: بتطبيق النهج المتبع في القسم السابق، حيث حوّلنا معادلة الجاذبية البسيطة إلى نموذج جاذبية هيكلي، نبدأ بتحديد معادلة تقديرية بسيطة لنموذج الجاذبية. ولتحقيق هذه الغاية، نتبع ثلاث خطوات بسيطة. أولًا، نقوم بتحويل المعادلة (1) إلى معادلة خطية لوغاريتمية للحصول على

$$\ln(X_{ij}) = \ln(\tilde{G}) - \theta \ln(T_{ij}) + \ln(Y_i) + \ln(Y_j) \quad (4)$$

ثانيًا، نُحوّل المعادلة (4) إلى نموذج قياسي باستخدام مؤشرات للمتغيرات المستقلة. تحديدًا، نستخدم الناتج المحلي الإجمالي كمؤشر لحجم المُصدِّر (GDP_i) والمُستورد (GDP_j) ، ونستخدم المسافة الجغرافية ($DIST_{ij}$) واتفاقيات التجارة الإقليمية (RTA_{ij}) كمؤشرين لمعوقات/ محفزات التجارة الثنائية. وفي الواقع، تُعدّ المسافة واتفاقيات التجارة الإقليمية المؤشرين الأكثر استخدامًا لمحددات التجارة في أدبيات الجاذبية[3]. كما أن استخدام المسافة واتفاقيات التجارة الإقليمية كمؤشرين لتكاليف التجارة مفيد من الناحية التعليمية، لأن أحدهما (المسافة الجغرافية) متغير مستمر(continuous variable)، والآخر (اتفاقية التجارة الإقليمية) متغير ثنائي (dummy variable)، يأخذ القيمتين صفر وواحد فقط. تحديدًا، يساوي متغير اتفاقية التجارة الإقليمية واحدًا إذا كانت هناك اتفاقية تجارة إقليمية سارية بين دولتين في سنة معينة، ويساوي صفرًا فيما عدا ذلك. وأخيرًا، نضيف حدًا ثابتًا (β_0)، والذي يتوافق مع ثابت الجاذبية $\tilde{G}$، وحد خطأ (ϵ_{ij})، والذي يكمل أول نموذج قياسي للجاذبية:

$$\ln(TRADE_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 RTA_{ij} + \beta_2 \ln(DIST_{ij}) + \beta_3 \ln(GDP_i) + \beta_4 \ln(GDP_j) + \epsilon_{ij} \quad (5)$$

المعادلة (5) هي الصيغة الأكثر شيوعًا لنموذج الجاذبية القياسي. يمكن تقديرها باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS)، ويمكن تفسير التقديرات الناتجة على النحو التالي: تمثل تقديرات معاملات المتغيرات المستمرة (أي المسافة والناتج المحلي الإجمالي) مرونات. فعلى سبيل المثال، إذا كان تقدير معامل المسافة الجغرافية $\hat{\beta}2 = -0.8$ ، فهذا يعني أنه، مع ثبات العوامل الأخرى، ستؤدي زيادة بنسبة 1% في المسافة بين دولتين إلى انخفاض التجارة بين الدولتين بنسبة 0.8%. لتفسير تأثير أي متغير مؤشر في نموذج الجاذبية (مثل اتفاقيات التجارة الإقليمية)، يمكن تطبيق الصيغة التالية $100 \times [\exp(\beta 1) - 1]$. وبالتالي، على سبيل المثال، إذا كان تقدير الجاذبية لاتفاقيات التجارة الإقليمية هو $\hat{\beta}1 = 0.5$ ، فهذا يعني أن اتفاقيات التجارة الإقليمية التي دخلت حيز التنفيذ خلال فترة الدراسة قد أدت إلى زيادة بنسبة 65% تقريبًا ($100 \times [\exp(0.5) - 1] = 64.87$) في التجارة بين أعضاء اتفاقيات التجارة الإقليمية، مع ثبات العوامل الأخرى.

الجاذبية الهيكلية: نقوم بعد ذلك بتحسين النموذج القياسي البسيط من خلال إدراج الأبعاد النظرية المستمدة من المعادلة (2). فعلى وجه التحديد، نحتاج إلى مراعاة اعتبارين نظريين. أولاً، نحتاج إلى تحديد قيمة الناتج والإنفاق. ثانياً، نحتاج إلى مراعاة تكاليف التجارة متعددة الأطراف. من حيث المبدأ، من الممكن محاولة معالجة هذين التحديين بشكل مباشر، أي باستخدام البيانات المتاحة والقابلة للقياس. ومع ذلك، فإن النهج القياسي الأسهل والأكثر اتساقاً مع النظرية والأكثر شمولاً لمراعاة كل من (أ) الناتج مقابل الإنفاق و(ب) معوقات تكاليف التجارة متعددة

[3] في أسئلة التدريب في نهاية الفصل، نقدم أيضًا مؤشرات أخرى لتكاليف التجارة ومتغيرات السياسة.

الأطراف هو استخدام التأثيرات الثابتة للمصدر والمستورد (exporter and importer fixed effects)، كما يلي:

$$\ln(TRADE_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 RTA_{ij} + \beta_2 \ln(DIST_{ij}) + \pi_i + \psi_j + \epsilon_{ij} \quad (6)$$

هنا، يُمثل πi مجموعة من التأثيرات الثابتة للمُصدِّرين (exporter fixed effects)، أي متغيرات ثنائية (dummy variable) تأخذ القيمة واحد لكل مُصدِّر في البيانات، بينما يُمثل ψj مجموعة من التأثيرات الثابتة للمُستوردين (importer fixed effects)، أي متغيرات ثنائية تأخذ القيمة واحد لكل مُستورد في البيانات. على سبيل المثال، إذا كانت البيانات تشمل 100 دولة، وكل منها مُدرجة كمُستورد ومُصدِّر، فسيكون هناك 100 تأثير ثابت للمُستوردين و100 تأثير ثابت للمُصدِّرين[4]. تتمثل المزايا الرئيسية للتأثيرات الثابتة فيما يلي: (أ) أنها تساعد على قياس أي خصائص (قابلة للملاحظة وغير قابلة للملاحظة) خاصة بالمُصدِّرين والمُستوردين بشكل كامل، بما في ذلك الحجم وتكاليف التجارة متعددة الأطراف. وبالتالي، لا داعي للقلق بشأن المتغيرات غير المدرجة في النموذج ولا بجمع البيانات الخاصة بهذه الأبعاد؛ و(ب) أنها سهلة الإنشاء والتطبيق عمليًا باستخدام برامج إحصائية قياسية وهو ما سنقوم بتوضيحه في القسم التالي. إلا أنه من عيوب هذه التأثيرات الثابتة أنه في حال استخدامها، لا يمكن تحديد تأثير أي متغيرات خاصة بالمصدر أو المستورد، لأن هذه المتغيرات ستكون مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالتأثيرات الثابتة ومدرجة فيها. ولا يؤثر هذا على أهدافنا المتمثلة في تقدير تأثيرات معوقات وسياسات التجارة الثنائية (مثل المسافة الجغرافية واتفاقيات التجارة الإقليمية).

الجاذبية الطولية (panel): تعد الخطوة التالية بسيطة حيث أنها تقتضي إدخال بُعد زمني إلى النموذج القياسي. ويترتب على ذلك أن حد الخطأ وجميع المتغيرات (باستثناء المسافة الجغرافية التي لا تتغير بمرور الوقت) أصبحت الآن تتميز بوجود رمزًا زمنيًا t

$$\ln(TRADE_{ij,t}) = \beta_0 + \beta_1 RTA_{ij,t} + \beta_2 \ln(DIST_{ij}) + \pi_{i,t} + \psi_{j,t} + \epsilon_{ij,t} \quad (7)$$

كما نوقش في القسم السابق، فإن إضافة بُعد زمني إلى التحليل القياسي يتفق مع النظرية ويساعدنا على تحسين أداء النموذج القياسي. علاوة على ذلك، يُتيح لنا البُعد الزمني دراسة تطور آثار اتفاقيات التجارة الإقليمية قبل وبعد دخولها حيز التنفيذ، فضلاً عن الآثار المحتملة لهذه الاتفاقيات التي أُبرمت في فترات زمنية مختلفة. فعلى سبيل المثال، يمكن دراسة اتفاقيات التجارة الإقليمية في التسعينيات مقابل نظريتها في العقد الأول من الألفية الثانية.

جاذبية ذات التأثيرات الثابتة عالية الأبعاد HDFE. يسمح استخدام البيانات المتغيرة مع الزمن بإضافة تأثيرات ثابتة بين أزواج الدول (γ_{ij})، ومن هنا جاء اسم طريقة التقدير المعروفة باسم جاذبية التأثيرات الثابتة عالية الأبعاد

[4] من الناحية القياسية، سيتم حذف أحد التأثيرات الثابتة على جانب المُصدِّر وجانب المُستورد بسبب الارتباط الخطي التام. مع ذلك، لن يؤثر ذلك على تقديرات المتغيرات المستقلة محل الدراسة.

(High Dimension Fixed Effects). التأثيرات الثابتة بين أزواج الدول هي عبارة عن متغيرات ثنائية تأخذ القيمة واحد لكل زوج في البيانات، وتساوي صفرًا فيما عدا ذلك. يصبح نموذج جاذبية HDFE كما يلي

$$\ln(TRADE_{ij,t}) = \beta_0 + \beta_1 RTA_{ij,t} + \gamma_{ij} + \pi_{i,t} + \psi_{j,t} + \epsilon_{ij,t} \quad (8)$$

على غرار التأثيرات الثابتة للمُصدِّر والمُستورد، تقيس التأثيرات الثابتة لأزواج الدول قياس كامل لجميع معوقات التجارة الثنائية التي لا تتغير بمرور الوقت، مثل المسافة والحدود المشتركة، وما إلى ذلك. إلا أنه من سلبيات استخدام هذه التأثيرات الثابتة أنها لا تُتيح لنا تقدير تأثيرات المسافة الجغرافية أو أي متغيرات ثنائية أخرى لا تتغير بمرور الوقت. لذا، لم يعد النموذج (8) يتضمن $\ln(DIST_{ij})$ لأنه مُدمج ضمن التأثيرات الثابتة لأزواج الدول. ومع ذلك، طالما أن الهدف هو الحصول على تقدير قياسي لتأثيرات السياسات المتغيرة بمرور الوقت، مثل التعريفات الجمركية واتفاقيات التجارة الإقليمية والعقوبات، يُوصى بشدة باستخدام التأثيرات الثابتة لأزواج الدول في تقديرات نموذج الجاذبية، إذ يُسهم تضمينها في الأخذ بعين الاعتبار العديد من المتغيرات التي قد تُغفل، ويُقلل الحاجة إلى جمع بيانات أخرى، مما يُحسِّن بشكلٍ كبير القدرة التنبؤية لنموذج الجاذبية. وسيتم توضيح ذلك وتأكيده من خلال التحليل العملي في القسم التالي.

الجاذبية الضربية. للوصول إلى النموذج القياسي المُفضّل، تتمثل الخطوة الأخيرة في معالجة التحدي المتمثل في أن نموذج الجاذبية اللوغاريتمي الخطي يُهمل جميع التدفقات التجارية الثنائية التي تساوي صفرًا (لأن لوغاريتم الصفر غير مُعرّف). ويتمثل التعديل البسيط لمعادلة الجاذبية الاقتصادية القياسية في رفع طرفي المعادلة إلى الأس، مما يؤدي إلى:

$$TRADE_{ij,t} = \exp\left[\beta_0 + \beta_1 RTA_{ij,t} + \gamma_{ij} + \pi_{i,t} + \psi_{j,t}\right] \times \varepsilon_{ij,t} \quad (9)$$

هناك ميزتان إضافيتان تجعلان النموذج القياسي المضاعف أكثر ملائمة. أولًا، كما سيتبين في القسم التالي، يمكن تقدير نموذج الجاذبية المضاعف بسهولة وسرعة باستخدام أوامر مبرمجة في الحزم الإحصائية القياسية. ثانيًا، يبقى تفسير تقديرات معاملات الجاذبية كما هو في النموذج اللوغاريتمي الخطي، الذي يُقدّر باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS). لذا، تمثل المعادلة (9) نموذج الجاذبية القياسي الحديث الذي يستخدمه الباحثون الأكاديميون ومحللو السياسات للحصول على تقديرات لآثار السياسات المختلفة. واستنادًا إلى المعادلة (9)، يلخص الإطار 5 الروابط بين الآثار النظرية للجاذبية وتطبيقها العملي.

إطار 5: ملخص: من النظرية إلى التقدير	
التداعيات النظرية	**التنفيذ التطبيقي**
قياس قيمة الناتج مقابل الإنفاق	استخدام التاثيرات الثابتة للمصدر (السنة) والمستورد (السنة)
قياس تكاليف التجارة متعددة الاطراف	استخدام التاثيرات الثابتة للمصدر (السنة) والمستورد (السنة)
مراعاة تكاليف التجارة الثنائية الثابتة بمرور الوقت	استخدام التاثيرات الثابتة لازواج الدول (او المتغيرات التي لا تتغير بمرور الوقت)
مراعاة تكاليف التجارة الثنائية المتغيرة بمرور الوقت	استخدام البيانات المتغيرة مع الزمن (بيانات طولية) ومتغيرات السياسة التجارية
مراعاة التدفقات التجارية الصفرية	استخدام مقدر PPML المضاعف

أودّ تذكير القارئ بأنّ معادلة الجاذبية، وفقًا للنظرية، تنطبق على أيّ مستوى من البيانات. وبالتالي، يمكن تقدير المعادلة (9) للمنتجات أو السلع الفردية، أو لكلّ صناعة، أو لكلّ قطاع، أو باستخدام البيانات المُجمّعة. والجدير بالذكر أنّ المعادلة (9) سهلة التطبيق والتقدير باستخدام برامج إحصائية قياسية. وسنوضّح ذلك من خلال مثال بسيط في القسم التالي.

القسم الرابع: تطبيقات نموذج الجاذبية: آثار المسافة الجغرافية، والإتفاقيات التجارية، والاتحاد الأوروبي:

يتضمن هذا القسم تحليلًا عمليًا يُطبّق معادلات التقدير من القسم السابق بشكل بسيط. والفرق الوحيد هو أنه بالإضافة إلى تقدير آثار المسافة الجغرافية واتفاقيات التجارة الإقليمية، سنفرق أيضًا بين تأثير الاتحاد الأوروبي وتأثير جميع اتفاقيات التجارة الإقليمية الأخرى. ولتحقيق هذه الغاية، سنُدخل في نموذجنا متغيرًا ثنائي جديد - $EU_{ij,t}$ - يأخذ القيمة واحد إذا كانت الدولتان i و j عضوتين في الاتحاد الأوروبي في السنة t، ويساوي صفرًا فيما عدا ذلك. وبالتالي، يشمل متغير اتفاقيات التجارة الإقليمية جميع الاتفاقيات التجارية الأخرى، ولكنه لا يشمل الاتحاد الأوروبي، الذي يُؤخذ في الاعتبار بشكل منفصل. وهناك أربعة أسباب لهذا التعديل. أولًا، كان تأثير عضوية الاتحاد الأوروبي على التجارة ذا أهمية بالغة لكل من الأكاديميين وصناع السياسات على حد سواء. ثانيًا، من المتوقع أن يكون تأثير الاتحاد الأوروبي مختلفًا/أقوى من آثار اتفاقيات التجارة الإقليمية الأخرى. ثالثًا، هذا مثال على كيفية عزل آثار الاتفاقيات التجارية المختلفة[5]. رابعًا، من منظور منهجي، يُعد الاتحاد الأوروبي مثالًا على مجموعة من الدول شديدة التكامل، وهو ما يتفق مع القسم النظري حيث أن تكاليف التجارة متعددة الأطراف قد يكون لها آثار كبيرة على تقدير آثار الاتحاد الأوروبي.

سيتم إجراء التحليل التجريبي في هذا القسم باستخدام برنامج Stata، ويتضمن هذا القسم جميع الأوامر اللازمة للحصول على النتائج، بالإضافة إلى شرحٍ وتفسيرٍ لها. يتوفر ملف "do" واحد، يجمع جميع الأوامر الواردة في هذا القسم، إلى جانب مجموعة البيانات المستخدمة في التقديرات، على الرابط التالي: **https://yotoyotov.com/Gravity_Undergrads.html**. ومن الجدير بالذكر أن أوامر التقدير التي سيتم تقديمها في هذا القسم سهلة التطبيق في حزم إحصائية قياسية أخرى (ومجانية). وبالتالي، يمكن أن تكون

5 تتضمن أسئلة التدريب في نهاية الفصل المزيد من الأمثلة

متاحة لأي طالب جامعي. ولتسهيل الوصول إليها، يتضمن الموقع الإلكتروني أيضًا البيانات والبرمجيات المستخدمة في هذا القسم بلغة **R**.

بيانات الجاذبية: لإثراء هذا الفصل، قمتُ بتجميع قاعدة بيانات "الجاذبية لطلاب مرحلة البكالوريوس" (**GU**) والتي تستند إلى أحدث بيانات التجارة والسياسات والجاذبية المتوفرة للأكاديميين وصناع السياسات (حتى مارس 2025). وبالتالي، فإن البيانات المستخدمة في التحليل التجريبي في هذا القسم وفي أسئلة التدريب في نهاية الفصل مناسبة لتحليل السياسات والمشاريع البحثية. تتضمن مجموعة بيانات **GU** متغيرات إجمالية للتجارة والجاذبية لأكبر 100 دولة مُصدِّرة في العالم، تغطي 98.9% من الصادرات العالمية، و97.7% من الواردات العالمية، و98.3% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي، للفترة من 1990 إلى 2023. تتضمن القائمة أدناه المتغيرات المستخدمة في التحليل في هذا القسم، بالإضافة إلى وصف موجز ومصادر البيانات. سيتم مناقشة بقية المتغيرات في قسم أسئلة التدريب في نهاية الفصل.

المصدر	رمز الدولة المصدرة ISO - المتغير ID.
المستورد	رمز الدولة المستوردة ISO - المتغير ID.
السنة	السنة (t)، تتراوح من 1990 إلى 2023. المتغير ID
التجارة الدولية	إجمالي التدفقات التجارية الثنائية بين الدولتين (**i**) و(**j**) في السنة (**t**) بالدولار الأمريكي الجاري المصدر: قاعدة بيانات الأمم المتحدة للتجارة (COMTRADE)، https://comtradeplus.un.org/
المسافة الجغرافية	المسافة المرجحة حسب عدد السكان بالكيلومترات بين الدولتين (**i**) و(**j**). المصدر: قاعدة بيانات لجنة التجارة الدولية الأمريكية **(**USITC**)**، https://www.usitc.gov/data/gravity/dgd.htm/
إتفاقيات التجارة الإقليمية	مؤشر اتفاقية التجارة الإقليمية (RTA): مؤشر لوجود اتفاقية تجارة إقليمية (RTA) بين الدولتين (**i**) و(**j**) في السنة (**t**). المصدر: قاعدة بيانات ماريو لارش، https://www.ewf.uni-bayreuth.de/en/research/RTA-data/.
الإتحاد الأوروبي	مؤشر الاتحاد الأوروبي: مؤشر لعضوية الدولتين (**i**) و(**j**) في الاتحاد الأوروبي في السنة (**t**). المصدر: المؤلف. استنادًا إلى بيانات من المفوضية الأوروبية.
الناتج المحلي الإجمالي للمصدر	الناتج المحلي الإجمالي للمصدر (i) في السنة (t) بالدولار الأمريكي الاسمي/الجاري. المصدر: قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية للبنك الدولي، https://datacatalog.worldbank.org/home.
الناتج المحلي الإجمالي للمستورد	الناتج المحلي الإجمالي للمستورد (**j**) في السنة (**t**) بالدولار الأمريكي الاسمي/الجاري المصدر: قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية للبنك الدولي، https://datacatalog.worldbank.org/home

يوضح الشكل 6 جزء من بيانات الناتج المحلي الإجمالي لثلاث دول (كندا والمكسيك والولايات المتحدة) خلال ثلاث سنوات (1993-1995). تُظهر البيانات أن التجارة بين هذه الدول الثلاث كبيرة وغير متناظرة، وتتغير بمرور الوقت. ونظريًا، فإن المسافة لكل زوج متناظرة. من ناحية أخرى، يساوي متغير اتفاقية التجارة الإقليمية واحدًا للتجارة بين كندا والولايات المتحدة في جميع السنوات، نظرًا لاتفاقية التجارة الكندية الأمريكية لعام 1989، بينما يتغير متغير اتفاقية التجارة الإقليمية للتجارة بين الولايات المتحدة والمكسيك وكندا والمكسيك من صفر إلى واحد في عام 1994، بسبب اتفاقية التجارة الحرة لأمريكا الشمالية (نافتا). يساوي متغير الاتحاد الأوروبي دائمًا صفرًا لأن أيًا من هذه الدول ليس عضوًا في الاتحاد الأوروبي. يعكس متغير الناتج المحلي الإجمالي الفرق في الحجم بين الدول. أخيرًا، على الرغم من أنك لن تحتاج إلى إنشاء وإضافة تأثيرات ثابتة (fixed effects) بشكل صريح، يتضمن الشكل 6 أربعة أمثلة على التأثيرات الثابتة. يمثل "CAN_exp_1993" التأثير الثابت للمصدر لكندا في عام 1993، ويمثل "USA_imp_1995" التأثير الثابت للمستورد للولايات المتحدة الأمريكية في عام 1995، ويمثل "CAN_MEX" التأثير الثابت لزوج الدول فيما يخص الصادرات الكندية إلى المكسيك، بينما يمثل "MEX_CAN" التأثير الثابت لزوج الدول فيما يخص الصادرات المكسيكية إلى كندا.

الشكل 6: هيكل بيانات الجاذبية

	Exporter	Importer	Year	Trade	Distance	RTA	EU	GDP_Exporter	GDP_Importer	CAN_exp_1993	USA_imp_1995	CAN_MEX	MEX_CAN
1	CAN	MEX	1993	9.882e+08	3472.085	0	0	5.791e+11	5.302e+11	1	0	1	0
2	CAN	MEX	1994	1.620e+09	3472.085	1	0	5.799e+11	5.536e+11	0	0	1	0
3	CAN	MEX	1995	1.374e+09	3472.085	1	0	6.060e+11	3.802e+11	0	0	1	0
4	CAN	USA	1993	1.136e+11	2134.945	1	0	5.791e+11	6.859e+12	1	0	0	0
5	CAN	USA	1994	1.319e+11	2134.945	1	0	5.799e+11	7.287e+12	0	0	0	0
6	CAN	USA	1995	1.483e+11	2134.945	1	0	6.060e+11	7.640e+12	0	1	0	0
7	MEX	CAN	1993	2.785e+09	3472.085	0	0	5.302e+11	5.791e+11	0	0	0	1
8	MEX	CAN	1994	3.274e+09	3472.085	1	0	5.536e+11	5.799e+11	0	0	0	1
9	MEX	CAN	1995	3.901e+09	3472.085	1	0	3.802e+11	6.060e+11	0	0	0	1
10	MEX	USA	1993	4.072e+10	2492.907	0	0	5.302e+11	6.859e+12	0	0	0	0
11	MEX	USA	1994	5.033e+10	2492.907	1	0	5.536e+11	7.287e+12	0	0	0	0
12	MEX	USA	1995	6.275e+10	2492.907	1	0	3.802e+11	7.640e+12	0	1	0	0
13	USA	CAN	1993	8.804e+10	2134.945	1	0	6.859e+12	5.791e+11	0	0	0	0
14	USA	CAN	1994	1.002e+11	2134.945	1	0	7.287e+12	5.799e+11	0	0	0	0
15	USA	CAN	1995	1.098e+11	2134.945	1	0	7.640e+12	6.060e+11	0	0	0	0
16	USA	MEX	1993	4.832e+10	2492.907	0	0	6.859e+12	5.302e+11	0	0	0	0
17	USA	MEX	1994	5.481e+10	2492.907	1	0	7.287e+12	5.536e+11	0	0	0	0
18	USA	MEX	1995	5.397e+10	2492.907	1	0	7.640e+12	3.802e+11	0	0	0	0

مصدر: مجموعة بيانات "الجاذبية لطلاب المرحلة الجامعية.

يتضمن الجزء المعروض في الشكل 6 ثماني عشرة مشاهدة، وذلك لوجود ثلاث دول، حيث تصدر كل منها إلى دولتين أخريين وتستورد منهما في كل عام من الأعوام الثلاثة، أي (3 دول) × (شريكان) × (3 أعوام) = 18. وبالتالي، لو توفرت البيانات لجميع الأزواج ولجميع الأعوام، لكان عدد المشاهدات في مجموعة بيانات GU هو 100 × 99 × 34 = 336,600. مع ذلك، فإن بيانات GU ليست متوازنة تمامًا، لأن بعض الدول، مثل جمهوريات الاتحاد السوفيتي السابق، لم تكن مستقلة في أوائل التسعينيات، وبيانات تجارتها وناتجها المحلي الإجمالي متوفرة فقط للأعوام اللاحقة. ونتيجة لذلك، يبلغ عدد المشاهدات في قاعدة بيانات (**GU**) **320,920** مشاهدة.

قبل المضي قدمًا في التحليل القياسي، نحتاج إلى تحويل بعض المتغيرات (مثل التجارة والمسافة والناتج المحلي الإجمالي) إلى صيغة لوغاريتمية. ويتم ذلك باستخدام كود **Stata** البسيط التالي:

```
generate ln_trade=ln(Trade)
generate ln_dist=ln(Distance)
generate ln_gdp_exp=ln(GDP_Exporter)
generate ln_gdp_imp=ln(GDP_Importer)
```

تقدير الجاذبية البسيطة. يوضح الجدول التالي أمر **Stata** كيفية تقدير نموذج الجاذبية بشكل تقليدي (ولكنه "بسيط") باستخدام **OLS**، والتي تتوافق مع المعادلة (5)[6]:

```
regress ln_trade ln_dist RTA EU ln_gdp_exp ln_gdp_imp if Year==2023
```

«ln_trade»هو المتغير التابع؛ «ln_dist» و «RTA»و «EU»و «ln_gdp_exp»و «ln_gdp_imp» هي المتغيرات المستقلة. يضمن الشرط «if year==2023» إجراء التقدير لسنة واحدة فقط، وهي 2023، والتي يمكن استبدالها بأي سنة أخرى في البيانات (أي سنة من 1990 إلى 2023).

يوضح العمود (1) من الجدول 1 تقديرات تأثير المسافة الجغرافية على التجارة. بشكل عام، جاءت النتائج كما هو متوقع يمكن تلخيصها في خمس نقاط رئيسية. أولًا، تقدير تأثير المسافة على التجارة سلبي وذو دلالة إحصائية، مما يعني أن زيادة المسافة بنسبة 1% ستؤدي إلى انخفاض التجارة بنسبة 1.179**%**. ثانيا، تُشير تقديرات تأثير اتفاقيات التجارة الإقليمية والاتحاد الأوروبي إلى نتائج إيجابية وذات دلالة إحصائية. ويُشير تقدير تأثير اتفاقيات التجارة الإقليمية، مع ثبات العوامل الأخرى، إلى زيادة في حجم التجارة بين الدول الأعضاء بنسبة 94% (محسوبة كالتالي= 100 × [exp(0.664) − 1] **:**94.25). ثالثًا، وبالنظر إلى طبيعة الاتحاد الأوروبي كنموذج للتكامل العميق، فليس من المستغرب أن يكون أثره على التجارة أكبر. (باستخدام حساب تأثير اتفاقيات التجارة الإقليمية كمثال، هل يُمكنك حساب الزيادة في حجم التجارة بين الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي نتيجةً لانضمامها؟). رابعًا، تؤكد التقديرات الكبيرة والإيجابية ذات الدلالة الإحصائية لتأثيرات الناتج المحلي الإجمالي، سواءً من جانب المستورد والمصدر، على قوة العلاقة القائمة بين حجم التجارة والحجم الاقتصادي للدول. أخيرًا، مع معامل تحديد ($\mathbf{R^2}$) يساوي 0.64، يُقدّم نموذج الجاذبية البسيط مُلاءمة قوية حتى مع 5 مُتغيّرات تفسيرية فقط.

6 تتضمن عناصر خط التقدير هذا ما يلي: "regress" - أمر Stata لتقدير OLS

الجدول 1: تطور تقديرات الجاذبية

	(1) Naive Gravity	(2) Structural Gravity	(3) Panel Gravity	(4) HDFE Gravity	(5) Multiplicative Gravity
ln_dist	-1.179	-1.473	-1.583		
	(0.032)**	(0.034)**	(0.006)**		
RTA	0.664	0.236	0.147	0.103	0.076
	(0.049)**	(0.051)**	(0.010)**	(0.013)**	(0.012)**
EU	0.900	-0.261	-0.526	0.427	0.273
	(0.112)**	(0.117)*	(0.022)**	(0.030)**	(0.024)**
ln_gdp_exp	1.352				
	(0.015)**				
ln_gdp_imp	1.143				
	(0.015)**				
Constant	-37.864				
	(0.600)**				
N	9564	9564	288085	288085	320920
R^2	0.643	0.759	0.772	0.897	

المصدر: المؤلف. الأخطاء المعيارية بين قوسين. + $p < 0.10$، * $p < 0.05$، ** $p < 0.01$.
راجع النص الرئيسي للفصل للاطلاع على تفاصيل كل مواصفة.

تقدير الجاذبية الهيكلية. نجري تغييرين على خط التقدير السابق من أجل تقدير نموذج الجاذبية الهيكلية (6):

```
reghdfe ln_trade ln_dist RTA EU if Year==2023, absorb(Exporter Importer)
```

أولًا، نستخدم الأمر reghdfe[7] مع أنه من الممكن استخدام الأمر القياسي regress الذي تم استخدامه في تقدير المعادلة السابقة، إلا أن الأمر reghdfe مُفضّل هنا، لأنه يُسهّل التعامل مع العديد من التأثيرات الثابتة، وهو التغيير الثاني الذي نُطبّقه في أمر Stata. تحديدًا، يعني استخدام الخيار **(**Exporter Importer**)** absorb أن التقدير يُجرى باستخدام التأثيرات الثابتة للمصدر Exporter والمستورد Importer، والتي ستتحكم في أي خصائص قابلة للقياس وغير قابلة للقياس من جانب المُصدِّر (مثل قيمة الناتج) وجانب المُستورد (مثل الإنفاق)، بالإضافة إلى تكاليف التجارة متعددة الأطراف التي قد تؤثر على التجارة الثنائية. وبالتالي، فإن نتائج التقدير الجديدة، التي تظهر في العمود (2) من الجدول 1، لم تعد تتضمن تقديرات تأثيرات الناتج المحلي الإجمالي على التجارة[8].

7 يعود الفضل في استخدام الأمر "reghdfe" والأمر السريع الآخر للتقديرات ذات التأثيرات الثابتة عالية الأبعاد ("ppmlhdfe")، واللذان سيتم استخدامهما في هذا الفصل، إلى Correia (2016) و Correia et al. (2020) على التوالي.

8 بمجرد تضمين التأثيرات الثابتة، يفقد تقدير الثابت constant تفسيره القياسي. لذلك، يتم حذفه أيضًا.

توجد أربعة اختلافات ملحوظة بين التقديرات في العمودين (1) و(2). أولًا، لا يزال تقدير تأثير المسافة في العمود (2) سالبًا وذا دلالة إحصائية، ولكنه أكبر في القيمة المطلقة. ثانيًا، تقدير الاتحاد الأوروبي أصغر بكثير، بل سالب. تتوافق هذه النتيجة مع مناقشة الآثار النظرية لتكاليف التجارة متعددة الأطراف في القسم السابق. تحديدًا، وكما تنبأت النظرية، بمجرد احتساب تكاليف التجارة متعددة الأطراف، يصبح تأثير الاتحاد الأوروبي أصغر بكثير. ثالثًا، نلاحظ أن تقدير اتفاقية التجارة الإقليمية أصغر أيضًا، ولكنه يظل موجبًا وذا دلالة إحصائية. أخيرًا، قيمة $\mathbf{R^2}$ في العمود (2) أكبر. وهذا متوقع بالطبع، ويعود إلى استخدام التأثيرات الثابتة للمُصدِّر والمستورد، والتي تُراعي جميع المحددات الملحوظة وغير الملحوظة لتدفقات التجارة من جانب المُصدِّر والمستورد على التوالي.

تقدير جاذبية البيانات الطولية: نجري تعديلين على سطر التقدير السابق للحصول على تقديرات جاذبية البيانات الطولية التي تتوافق مع المعادلة (7):

```
reghdfe ln_trade ln_dist RTA EU, absorb(Exporter#Year Importer#Year)
```

أولًا، نحذف عبارة " if year==2023" لأننا نريد استخدام جميع السنوات في البيانات. ثانيًا، نسمح للتأثيرات الثابتة في النموذج الاقتصادي القياسي بالتغير بمرور الوقت، أي أننا نستخدم الآن تأثيرات ثابتة خاصة بالمصدر والسنة (Exporter#Year) وتأثيرات ثابتة خاصة بالمستورد والسنة (Importer#Year). تجدر الإشارة إلى أن أبعاد التأثيرات الثابتة في إطار بيانات طولية تتوافق مع نظرية نموذج الجاذبية الطولية panel (3)، حيث تتغير المتغيرات الخاصة بالمصدر والمتغيرات الخاصة بالمستورد (أي متغيرات حجم الدولة وتكاليف التجارة متعددة الأطراف) بمرور الوقت أيضًا.

تُعرض تقديرات البيانات الطولية في العمود (3) من الجدول 1. نلاحظ أولًا، كما هو متوقع، أن عدد المشاهدات (**N**) في العمود (3) أكبر بكثير. وفي سياق متصل، أي نتيجةً لاستخدام بيانات أكثر، فإن الأخطاء المعيارية في العمود (3) أصغر بالفعل. بالإضافة إلى ذلك، تتشابه نتيجة تأثير المسافة الجغرافية مع نتيجة البيانات المقطعية المقابلة من العمود (2). أما تقدير تأثير اتفاقيات التجارة الإقليمية فهو أصغر، ولكنه لا يزال موجبًا وذا دلالة إحصائية. مع ذلك، فإن تقدير تأثير الاتحاد الأوروبي في العمود (3) كبير سلبي وذو دلالة إحصائية. هذه النتيجة مفاجئة للغاية من منظور السياسات. لكنها ليست مفاجئة من منظور المنهجية، ويعود تفسيرها إلى أن نموذج البيانات المقطعية هذا يُغفل العديد من تكاليف التجارة الثنائية التي قد تكون مهمة. وقد تم حل هذه المشكلة في النموذج التالي.

تقدير جاذبية ذات التأثيرات الثابتة عالية الأبعاد HDFE: يتمثل التعديل التالي على نموذج الجاذبية الطولية في إدخال تأثيرات ثابتة بين أزواج الدول. يُمكن القيام بذلك بسهولة في خيار "absorb" لأمر Stata، حيث نضيف، تأثيرات ثابتة بين أزواج الدول - "**Exporter#Importer**"، بالإضافة إلى التأثيرات الثابتة للمصدر والسنة والمستورد. يصبح سطر التقدير المقابل كما يلي:

```
reghdfe ln_trade RTA EU, absorb(Exporter#Year Importer#Year Importer#Exporter)
```

لاحظ أننا لم نعد نرى المتغير "**ln_dist**" في الأمر الخاص بالتقدير. والسبب هو أنه بمجرد إدخال التأثيرات الثابتة لأزواج الدول، فإنها تقيس بشكل كامل جميع تكاليف التجارة الثنائية الثابتة بمرور الوقت، بما في ذلك المسافة الجغرافية. وبما أن جزءًا كبيرًا من تكاليف التجارة الثنائية يتحدد بالجغرافيا، فإن التأثيرات الثابتة لأزواج الدول تُعد أدوات اقتصادية قياسية فعالة للغاية لقياس العديد من المتغيرات التي يصعب قياسها أو حتى ملاحظتها. وهذا سيمكننا من التركيز على متغيرات السياسة التجارية ذات الأهمية، مثل الاتحاد الأوروبي واتفاقيات التجارة الإقليمية في حالتنا، وهي أيضًا ثنائية ولكنها تتغير بمرور الوقت. إذا كان الاهتمام ينصب على آثار المحددات الثابتة بمرور الوقت لتدفقات التجارة (مثل المسافة، والحدود المتجاورة، واللغة المشتركة، وما إلى ذلك)، فلا يمكن استخدام التأثيرات الثابتة لأزواج الدول لأن إدراجها يحول دون إجراء هذا التقدير. وقد تم تضمين هذه التحليلات في أسئلة التدريب في نهاية الفصل.

تُعرض تقديرات الجاذبية مع تأثيرات الأزواج الثابتة (pair fixed effects) في العمود (4) من الجدول رقم 1. يؤدي هذا النموذج إلى تقدير مختلف تمامًا لتأثير الاتحاد الأوروبي. تحديدًا، أصبح تقدير تأثير الاتحاد الأوروبي كبيرًا وإيجابيًا وذا دلالة إحصائية، كما هو متوقع. أما تقدير اتفاقية التجارة الإقليمية فهو أقل قليلًا من السابق، ولكنه لا يزال إيجابيًا وذا دلالة إحصائية. وكما ذُكر سابقًا، فإن تفسير التغيرات في تقديرات السياسات هو أن النماذج السابقة أغفلت بعض المتغيرات المستقلة الرئيسية الثابتة بمرور الوقت، والتي يتم قياسها الآن بالكامل من خلال تأثيرات الأزواج الثابتة. وبالتالي، طالما أن الهدف محل الاهتمام هو تأثير متغيرات السياسات الثنائية (مثل اتفاقيات التجارة الإقليمية، وعضوية الاتحاد الأوروبي، والتعريفات الجمركية، والعقوبات، وما إلى ذلك)، يُوصى بشدة باستخدام النموذج مع تأثيرات الأزواج الثابتة. وقد أدى استخدام تأثيرات الأزواج الثابتة إلى زيادة إضافية في القدرة التفسيرية للنموذج، كما يتضح من قيمة $\mathbf{R^2 = 0.9}$.

تقدير الجاذبية الضربية: في معادلتنا الأخيرة، قمنا بتقدير نموذج الجاذبية بصيغة ضربية. يصبح التقدير الخطي كما يلي:

```
ppmlhdfe Trade RTA EU, absorb(Exporter#Year Importer#Year Importer#Exporter)
```

تم إجراء تعديلين بسيطين بغرض تمكيننا من تقدير نموذج الجاذبية بصيغة ضربية هما: (أ) استبدال الأمر 'reghdfe' بالأمر 'ppmlhdfe'، و(ب) استخدام مستويات التدفقات التجارية: 'Trade' بدلاً من لوغاريتم التدفقات التجارية 'ln_trade'. يعكس الأمر الجديد 'ppmlhdfe' استخدامنا لمُقدِّر PPML الضربي بدلاً من مُقدِّر OLS. وقد رسّخ مُقدِّر PPML مكانته كمعيار لتقدير الجاذبية لما يتمتع به من مزايا قياسية عديدة مقارنةً بـ OLS، بما في ذلك قدرته، بفضل صيغته الضربية، على مراعاة التدفقات التجارية الصفرية في البيانات[9]. ومن

[9] أحيل القارئ المهتم إلى Santos Silva and Tenreyro (2006) و.Larch et al (2025) لمناقشات مفصلة حول الخصائص الجذابة

الجدير بالذكر أن تفسير تقديرات الجاذبية لا يتغير مع استخدام PPML في عملية التقدير. علاوة على ذلك، وبفضل التطورات الحسابية الحديثة، يتميز مُقدِّر PPML بالصلابة والسرعة.

تظهر المجموعة الأخيرة من تقديرات الجاذبية في العمود (5) من الجدول 1. يُقدّم نموذج الجاذبية المضاعف تقديرًا لاتفاقيات التجارة الإقليمية (RTA) بقيمة 0.076، ما يعني، مع ثبات العوامل الأخرى، أن تأثير اتفاقيات التجارة الإقليمية التي دخلت حيز التنفيذ خلال فترة الدراسة هو زيادة بنسبة 8% تقريبًا بين الدول الأعضاء في هذه الاتفاقيات. ويُشير تقدير الاتحاد الأوروبي إلى تأثير مماثل بنسبة 31% تقريبًا. قد تبدو تقديرات كلا المتغيرين السياسيين صغيرة بعض الشيء، ولكن ينبغي مراعاة ما يلي: أولًا، نظرًا لاستخدام التأثيرات الثابتة لأزواج الدول، فإن تقديراتنا لا تشمل إلا تأثيرات اتفاقيات التجارة الإقليمية التي دخلت حيز التنفيذ بعد عام 1990، وتلك الناتجة عن انضمام أعضاء الاتحاد الأوروبي بعد عام 1990. ثانيًا، قد تكون تأثيرات كل من الاتحاد الأوروبي واتفاقيات التجارة الإقليمية شديدة التباين. فيما يخص اتفاقيات التجارة الإقليمية، سيتم توضيح ذلك في قسم أسئلة التدريب في نهاية الفصل. وأخيرًا، تجدر الإشارة إلى أنه لا يوجد **R2** مذكور في العمود (5)[10]. بدلاً من ذلك، ولتقييم مدى ملاءمة النموذج بشكل عام، أحيل القارئ إلى الشكل 2، والذي تم الحصول عليه بناءً على التقديرات من هذه المواصفات.

لـ PPML لتقديرات الجاذبية.

[10] والسبب هو أن مُقدِّر PPML غير الخطي يُنتج قيمة R^2" زائفة" لا يُمكن مقارنتها بقيم R^2 من مواصفات OLS السابقة. انظر: https://www.statalist.org/forums/forum/general-stata-discussion/general/1528609-ppmlhdfe-pseudo-r2

خاتمة

إذا فهمتَ معنى كل عنصر من عناصر نموذج الجاذبية الضربية الذي ناقشناه، ودوافعه، وآثاره، فقد قطعتَ شوطًا كبيرًا، ويحق لك أن تفخر بنفسك. وكما سيتبين في قسم أسئلة التدريب في نهاية الفصل، فبمجرد إضافة المتغيرات المستقلة المناسبة إلى عملية التقدير، ستتمكن من تقدير آثار العديد من السياسات الثنائية المتغيرة بمرور الوقت (مثل العقوبات، والاتحادات الجمركية، وما إلى ذلك) على التجارة. علاوة على ذلك، إذا كنت مهتمًا بآثار أي محددات ثابتة بمرور الوقت لتدفقات التجارة (مثل المسافة، والروابط الاستعمارية، واللغة الرسمية المشتركة، وما إلى ذلك)، فيمكنك تضمين هذه المتغيرات بدلًا من استخدام التأثيرات الثابتة للزوج من الدول. إجمالًا، أنت الآن مجهز جيدًا لدراسة تأثير العديد من السياسات على تدفقات التجارة باستخدام نموذج جاذبية تطبيقي حديث.

قبل أن نختتم، هناك عنصر أخير لم نتطرق إليه في نموذج الجاذبية القياسي. يتعلق هذا العنصر بمعالجة الأخطاء المعيارية في تقديرات الجاذبية، ولم نناقشه سابقًا لثلاثة أسباب: أولًا، قد يكون الموضوع متقدمًا جدًا بالنسبة لأغراضنا الحالية. ثانيًا، لا توجد ممارسات راسخة لمعالجة هذه المسألة. ثالثًا، لن تتغير تقديرات معاملات المتغيرات المستقلة، بينما قد تزيد الأخطاء المعيارية المقابلة أو تنقص، إلا أن هذا غالبًا ما يؤدي إلى اختلافات طفيفة فقط في نتائج نموذج الجاذبية. لذلك، ودون الخوض في التفاصيل، أوصي باتباع إحدى أكثر الممارسات شيوعًا لمعالجة الأخطاء المعيارية للجاذبية، وذلك ببساطة عن طريق إضافة الخيار **'cluster(Exporter#Importer)'** في نهاية نموذج تقدير الجاذبية. بما أن كبار الاقتصاديين القياسيين الأكاديميين لم يتفقوا على هذا بعد، فلا داعي للقلق، وإذا سُئلتَ عن سبب إجراء هذا التعديل، يمكنك ببساطة الرد قائلًا: "اللوم على يوتوف!".

قائمة المراجع

Anderson, James E. 1979. "A Theoretical Foundation for the Gravity Equation." *American Economic Review* 69 (1): 106–116.

Anderson, James E. 2011. "The Gravity Model." *Annual Review of Economics* 3 133–160.

Anderson, James E., and Eric van Wincoop. 2003. "Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle." *American Economic Review* 93 (1): 170–192.

Arkolakis, Costas, Arnaud Costinot, and Andrés Rodriguez-Clare. 2012. "New Trade Models, Same Old Gains?" *American Economic Review* 102 (1): 94–130.

Baldwin, Richard E., and Daria Taglioni. 2006. "Gravity for Dummies and Dummies for Gravity Equations." NBER Working Paper No. 12516.

Correia, Sergio. 2016. "A Feasible Estimator for Linear Models with Multi-Way Fixed Effects." unpublished manuscript available at http://scorreia.com/research/hdfe.pdf.

Correia, Sergio, Paulo Guimarães, and Thomas Zylkin. 2020. "Fast Poisson Estimation with High- Dimensional Fixed Effects." *The Stata Journal* 20 (1): 95–115. 10.1177/1536867x20909691.

Eaton, Jonathan, and Samuel Kortum. 2002. "Technology, Geography and Trade." *Econometrica* 70 (5): 1741–1779.

Frankel, J.A., and D. Romer. 1999. "Does Trade Cause Growth?" *American Economic Review* 89 (3): 379–399.

Krugman, Paul. 1995. "Increasing returns, imperfect competition and the positive theory of international trade." In *Handbook of International Economics*, edited by Grossman, G. M., and K. Rogoff Volume 3. 1st edition, Chap. 24 1243–1277.

Larch, Mario, Serge Shikher, and Yoto Yotov. 2025. "Estimating Gravity Equations: Theory Implications, Econometric Developments, and Practical Recommendations." Working Papers 2025001, Center for Global Policy Analysis, LeBow College of Business, Drexel University, https://ideas.repec.org/p/drx/ wpaper/2025001.html

Ravenstein, Ernest George. 1885. "The Laws of Migration: Part 1." *Journal of the Statistical Society of London* 48 (2): 167–235.

Rose, Andrew K. 2000. "One money, one market: the effect of common currencies on trade." *Economic Policy* 15 (30): 08–45.

Santos Silva, João M.C., and Silvana Tenreyro. 2006. "The Log of Gravity." *Review of Economics and Statistics* 88 (4): 641–658.
Tinbergen, Jan. 1962. Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy. New York: The Twentieth Century Fund.
Yotov, Yoto V. 2024. "The evolution of structural gravity: The workhorse model of trade." *Contemporary Economic Policy* 42 (4): 578–603.
Yotov, Yoto V., Roberta Piermartini, Jose-Antonio Monteiro, and Mario Larch. 2016. An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model. Geneva: UNCTAD and WTO.

أسئلة تدريبية

صُممت أسئلة التدريب في هذا القسم لتحقيق الأهداف التالية: أولًا، ترسيخ المعلومات والأدوات التي تم تناولها في الفصل. ثانيًا، ممارسة وتطوير مهارات البرمجة. ثالثًا، توفير تطبيقات عملية أكثر واقعية. رُتبت الأسئلة حسب مستوى الصعوبة، من الأسهل إلى الأصعب. كل سؤال مستقل ويمكن/ ينبغي حله على هذا الأساس. بعض الأسئلة مُقسّمة إلى أجزاء، ولا يتطلب حل كل جزء منها سوى بضعة أسطر من التعليمات البرمجية. قاعدة بيانات "Gravity for Undergraduates" هي البيانات الوحيدة المطلوبة لجميع الأسئلة.

1. الفيزياء والتجارة:

استخدم الناتج المحلي الإجمالي (GDP) لكلٍّ من المُصدِّر والمستورِد ومتغير المسافة للسنة 2023 من قاعدة بيانات GU لبناء تدفقات التجارة وفق نموذج الجاذبية التجاري البسيط (1) الوارد في الفصل. وبما يتّسق مع أدبيات التجارة القائمة، افترض أن مرونة التجارة بالنسبة للمسافة الجغرافية هي $\theta=-1$. علاوة على ذلك، وبما أنك ستكون مهتمًا بالارتباط بين تدفقات التجارة المقدر والتدفقات الفعلية، افترض أن ثابت الجاذبية التجارية هو $\tilde{G}=1$. احسب معامل الارتباط بين تدفقات التجارة المُنشأة من نموذج الجاذبية الساذج وتدفقات التجارة الفعلية من البيانات. ما قيمة معامل الارتباط؟ ثم قارن متوسطَي المتغيرين. ما الذي يمكن أن يفسّر الفروق بينهما؟

2. التقديرات المقطعية عبر الزمن.

استخدم قاعدة بيانات GU لتقدير نموذج «الجاذبية البسيطة» من القسم الرابع من الفصل (أي المواصفة الواردة في العمود (1) من الجدول 1) للسنوات 1990 و2000 و2010 و2020. ناقش تطوّر تقديرات متغيرات الجاذبية الخمسة عبر الزمن. (ملحوظة: يمكنك تقدير أربع معادلات منفصلة أو كتابة حلقة تكرارية loop)

3. متغيرات الجاذبية التقليدية

يُعد لوغاريتم المسافة الثنائية، ووجود حدود متجاورة، واللغة الرسمية المشتركة، والعلاقات الاستعمارية، أكثر أربعة مؤشرات استخدامًا في أدبيات التجارة لتمثيل تكاليف التجارة الثابتة عبر الزمن. في هذا السؤال، ستستخدم قاعدة بيانات GU لتقدير آثار هذه المتغيرات «القياسية» للجاذبية على التجارة.

1.3. ابدأ بنموذج «الجاذبية الضربية» من القسم الرابع (أي المعادلة في العمود (5) من الجدول 1) وأضف المتغيرات 'ln_dist' و 'Contiguous_Border' و 'Common_Language' و 'Colonial_Ties' مباشرة إلى هذه المواصفة. هل يمكنك تحديد آثار هذه المتغيرات؟ ولماذا؟

2.3. قم الآن بتقدير نفس المعادلة ولكن من دون التأثيرات الثابتة لأزواج الدول (country-pair fixed effects). ما العنصر الذي يضيف التأثيرات الثابتة لأزواج الدول في المعادلة؟ أزله. هل تحصل على تقديرات للمتغيرات الجديدة من الجزء 3.1؟ فسّر التقديرات الجديدة من حيث الإشارة والحجم.

4 .آثار الاتحادات الجمركية

تعد الاتحادات الجمركية شكل من أشكال الاتفاقيات التجارية الإقليمية، حيث يعتمد الأعضاء سياسة تجارية خارجية مشتركة تجاه الدول غير الأعضاء. لذلك تُعد الاتحادات الجمركية اتفاقيات «أعمق»، ومن المتوقّع أن تعزّز التجارة أكثر من الاتفاقيات التجارية الإقليمية. في هذا السؤال، ستستخدم قاعدة بيانات GU لاختبار هذه الفرضية.

1.4. استخدم بيانات GU وقدّر نموذج الجاذبية الضربية من القسم الرابع (أي المعادلة المبينة في العمود (5) من الجدول 1) بعد إضافة المتغير .'Customs_Union' فسّر وناقش تقدير هذا المتغير.

2.4. بحكم تعريفها، تعد الاتحادات الجمركية اتفاقيات تجارية إقليمية، لذا فإن متغير RTA يشمل بالفعل الاتحادات الجمركية. لذا ينبغي تفسير تقدير 'Customs_Union' في الجزء 4.1 على أنه انحراف عن تقدير RTAs . للحصول على تقدير آثار الاتحادات الجمركية، احسب متغير RTA الثنائي ليأخذ القيمة صفر عندما يكون 'Customs_Union' مساويًا للواحد. ثم أعد تقدير نموذج المطلوب في نقطة 4.1 ثم قارن تقديرات 'Customs_Union'في الجزأين 4.1 و 4.2، ثم فسّر التقدير الجديد.

5 .آثار العقوبات التجارية

أصبحت العقوبات الاقتصادية جزءًا لا يتجزأ من أدوات السياسة الدولية المعاصرة. في هذا السؤال، ستستخدم قاعدة بيانات GU لتقدير آثار العقوبات التجارية الكاملة، مع قياس آثار العقوبات على روسيا.

1.5.ابدأ ببيانات **GU** وقدّر نموذج «الجاذبية الضربية» من القسم الرابع (أي المعادلة المبينة في العمود (5) من الجدول 1) بعد إضافة المتغير 'Trade_Sanction' فسّر وناقش تقدير آثار العقوبات.

2.5. ابدأ بالمعادلة السابقة من الجزء 1.5 وقِس أثر العقوبات على روسيا. لتحقيق ذلك، استخدم المتغير 'Trade_Sanction'لبناء متغير جديد خاص بالعقوبات على روسيا — 'Russia_Sanction' — يأخذ القيمة واحد إذا كانت روسيا طرفًا في عقوبة تجارية، وصفرًا خلاف ذلك. ثم قيس متغير 'Trade_Sanction' ليأخذ القيمة صفر عندما يكون 'Russia_Sanction' مساويًا للواحد، وقدّر نموذج الجزء 5.1 بعد إضافة متغير Russia_Sanction . فسّر نتائجك.

3.5. اعزل آثار عقوبات عام 2022 على روسيا بسبب غزوها لأوكرانيا. لتحقيق ذلك، قسّم متغير 'Russia_Sanction' من المعادلة السابقة إلى متغيرين 'Russia_Sanction_Old' :للعقوبات قبل عام 2022، و 'Russia_Sanction_New' للعقوبات التي فُرضت في عام 2022. ثم قدّر النموذج المطلوب في الجزء 5.2. بعد استبدال متغير 'Russia_Sanction' بالمتغيرين الجديدين الخاصين بالعقوبات على روسيا. ناقش وفسّر نتائجك.

6 .الآثار غير المتجانسة للاتفاقيات التجارية الإقليمية

قد يُخفي تقدير واحد لـ — RTA كما ورد في الفصل — قدرًا كبيرًا من عدم التجانس في آثار هذه الاتفاقيات. في هذا السؤال، ستستخدم قاعدة بيانات GU لاستكشاف عدة أبعاد لعدم التجانس في آثار RTA.

1.6.ابدأ ببيانات GU وقدّر نموذج «الجاذبية الضربية» من القسم الرابع (أي المعادلة المبينة في العمود (5) من الجدول 1) مع السماح بأن تختلف آثار RTAs عبر الفترات 1990–1999 و2000–2009 و2010–2023 **.** (ملحوظة: ستحتاج إلى تقسيم متغير RTA الواحد إلى ثلاث متغيراتRTA ، واحد لكل فترة). ناقش نتائجك**.**

2.6. ابدأ بنموذج «الجاذبية الضربي» من القسم الرابع من الفصل (أي المعادلة المبينة في العمود (5) من الجدول 1) واعزل آثار اتفاقية التجارة الحرة بين أستراليا والصين **(**ChAFTA**)** ابتداءً من عام 2015. لتحقيق ذلك، أنشئ متغيرًا ChAFTA يأخذ القيمة 1 للتجارة بين أستراليا والصين في السنوات التي تلي عام 2014. ثم أضف هذا المتغير إلى نموذج الجاذبية الضربية**.**

3.6. تُقدّم معادلة الجزء 2.6 تقديرًا لـ ChAFTA بوصفه انحرافًا عن أثرRTAs ، وذلك لأن متغير RTA يشمل ChAFTA**.** للحصول على تقدير الأثر الكامل لـChAFTA ، اضبط متغير RTA ليأخذ القيمة صفر عندما يكون ChAFTA مساويًا للواحد. ثم أعد تقدير معادلة الجزء 2.6 وقارن تقديرات ChAFTA في المعادلتين وفسّر التقدير الجديد**.**

4.6. اختبر ما إذا كانت آثار ChAFTA غير متناظرة. (ملحوظة: قسّم متغير ChAFTA إلى متغيرين اعتمادًا على اتجاه تدفقات التجارة، أي من أستراليا إلى الصين ومن الصين إلى أستراليا. ثم استخدم هذين المتغيرين بدلًا من متغير ChAFTA في المعادلة السابقة وقارن تقديراتهما).