الملحق ١

كيف تقرأ الرسوم البيانية

صورة واحدة تساوي الف كلمة

مثل صيني

قبل ان تتمكن من علم الاقتصاد، يجب أن يكون لديك معرفة عملية بالرسوم البيانية. وهي ضرورية بالنسبة الى الاقتصادي بقدر ضرورة المطرقة للنجار. لذلك ان لم تكن الرسوم البيانية مألوفة لديك، فاستغل بعضاً من وقتك في تعلم كيفية قراءتها، وسيكون وقتاً احسنت استغلاله.

فما هو الرسم البياني؟ انه مخطط يبين ترابط مجوعتين أو أكثر من البيانات أو المتغيرات مع بعضهما البعض. والرسومات البيانية مهمة في علم الاقتصاد؛ لأنها تسمح لنا بتحليل المفاهيم الاقتصادي، ودراسة التوجهات التاريخية، علاوة على أسباب اخرى.

وسوف نصادف العديد من الرسومات البيانية المختلفة في هذا الكتاب. وتظهر بعض الرسومات كيف تتبدل المتغيرات مع مرور الزمن (انظر مثلاً، الصفحة الداخلية التي تلي الغلاف)، ويبين البعض الآخر العلاقة بين مختلف المتغيرات (كالمثال الذي سنراه بعد قليل). وسوف يساعدك كل رسم بياني في الكتاب على فهم قانون أو توجه اقتصادي مهم.

حدود امكانيات الانتاج

كان أول رسم بياني صادفته في هذاالكتاب هو حدود امكانيات الانتاج. وكما بينا في هذا الفصل، فإن حدود امكانيات الانتاج تمثل اقصى كمية من زوج من السلع او الخدمات يمكن انتاجهما حسب المواد المتوفرة لاقتصاد ما مفترضين ان جميع المواد موظفة بالكامل.

دعونا نتتبع تطبيقاً مهماً، وهو الاختيار بين الطعام والماكينات البيانات الاساسية لحدود امكانيات الانتاج مبنية في الجدول ١أ-١، والتي تماثل تماماً المثال المذكور في الجدول ١ - ١. تذكر ان كل واحدة من الامكانيات تعطي مستوى واحداً من انتاج الطعام، ومستوى واحداً من انتاج الماكينات. وكلما زادت كمية الطعام المنتجة، كلما تراجعت كمية الماكينات المنتجة. وهكذا، إذا انتج الاقتصاد ١٠ وحدات من الطعام، فإن في وسعه انتاج حدّ اقصى مقداره ١٤٠ من الماكينات، لكن حين تكون مخرجات الطعام ٢٠ وحدة فلا يمكن صناعة اكثر من ١٢٠ ماكينة.

الرسم البياني لامكانيات الانتاج

يمكن تمثيل البيانات الظاهرة في الجدول ١أ - ١ برسم بياني أيضاً. ولبناء الرسم البياني نمثل كل واحد من الأزواج الستة من البيانات الموجودة على الجدول ١أ - ١ بنقطة على المخطط ذي البعدين. ويعرض الشكل ١أ - ١ بيانياً العلاقة ما بين مخرجات الطعام والماكينات المبينة في الجدول ١أ - ١. فكل زوج من الارقام ممثل بنقطة واحدة في الرسم البياني. وهكذا فإن السطر المسمى أ في الجدول ١أ - ١ صور على شكل النقطة أ في الشكل ١أ - ١،

بدائل امكانيات الانتاج

امكانيات	طعام	ماكينات
أ	٠	١٥٠
ب	١٠	١٤٠
جـ	٢٠	١٣٠
د	٣٠	٩٠
هـ	٤٠	٥٠
و	٥٠	٠

الجدول ١أ - ١ ازواج المخرجات المحتملة من الطعام والماكينات.

يبين الجدول ستة أزواج محتملة من المخرجات التي يمكن انتاجها من مصادر معينة لبلد ما. ويمكن للبلد ان يختار واحدة من المجموعات الستة الممكنة.

في الشكل ١ أ – ١ يُعبِّر الخط العمودي الى اليسار والخط الافقي الى الأسفل عن المتغيرين : الطعام والماكينات. المتغير هو بند مهم يمكن تعريفه وقياسه ويتخذ شكل قيم مختلفة في أوقات أو أماكن مختلفة. ومن المتغيرات المهمة التي يدرسها علم الاقتصاد الأسعار، والكميات، وساعات العمل، ودونمات من الأرض، ودولارات من الدخل، وما الى ذلك.

يُشار الى الخط الأفقي باسم «المحور الأفقي» أو باسم «محور السينات» في بعض الأحيان. في الشكل ١أ – ١، تقاس مخرجات الطعام على المحور الأفقي الأسود. ويعرف الخط العمودي باسم «المحور العمودي» أو «محور الصادات». وهو يقيس في الشكل ١أ – ١ عدد الماكينات المنتجة. وتشير النقطة أ في المحور العمودي الى ١٥٠ ماكينة. والزاوية السفلية الى اليسار في الشكل ١أ – ١، حيث يلتقي كلا المحورين تدعى «نقطة الأصل». والتي تعني صفراً من الطعام وصفراً من الماكينات.

المنحنى المتصل. في جميع العلاقات الاقتصادية، يمكن للمتغيرات أن تتغير بمقادير ضئيلة أو بزيادات كبيرة كما هو موضح في الشكل ١أ – ١. لذلك فنحن نرسم العلاقات الاقتصادية عادة على شكل منحنى متصل. ويظهر الشكل ١أ – ٢ حدود امكانيات الانتاج على شكل منحنى سلس، اتصلت فيه النقاط من أ الى و.

وبمقارنة الجدول ١أ – ١ مع الشكل ١أ – ٢ يتضح لنا سبب كثرة استخدام الرسوم البيانية في الاقتصاد. فالمنحنى السلس لحدود امكانيات الانتاج بعكس قائمة الخيارات بالنسبة للاقتصاد. انه أداة بصرية لبيان أنواع السلع المتاحة وبأي كميات. ويمكنك أن ترى بنظرة واحدة العلاقة ما بين انتاج الطعام وانتاج الماكينات.

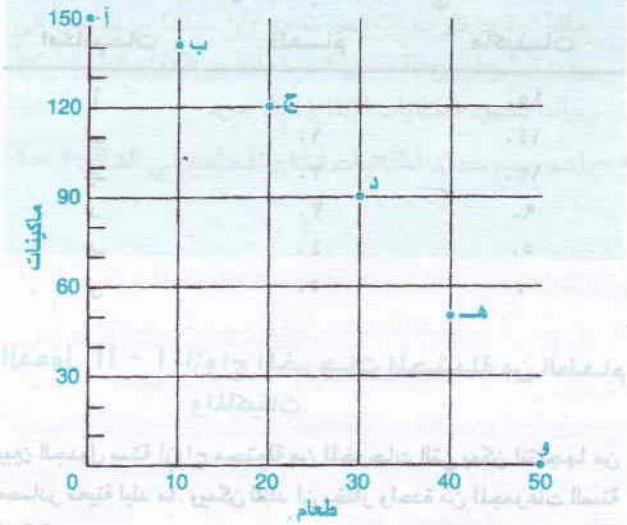
الميول والخطوط

يصور الشكل ١أ – ٢ الحدود القصوى لانتاج الطعام والماكينات . ومن الطرق المهمة لوصف العلاقة ما بين المتغيرات : ميل خط الرسم البياني.

ويمثل **ميل** (slope) خط ما التغيير الحاصل في أحد المتغيرات الذي قد يحدث بسبب تغير يطرأ على متغير آخر. وبتحديد أدق، يعبر الميل عن مقدار التغيير في ص ، على المحور العمودي ، لكل وحدة من التغيير في س ، على المحور الافقي. على سبيل المثال: في الشكل ١أ – ٢، لنقل ان انتاج الطعام قد ارتفع من ٢٥ الى ٢٦ وحدة. فإن ميل المنحنى في الشكل ١أ – ٢ يخبرنا بالتغير الدقيق الذي سيطرأ على انتاج الماكينات. «فالميل هو مقياس عددي دقيق للعلاقة ما بين التغير الحاصل في ص والتغير الحاصل في س».

الشكل ١أ – ١ ستة أزواج محتملة لمستويات انتاج الطعام – الماكينات

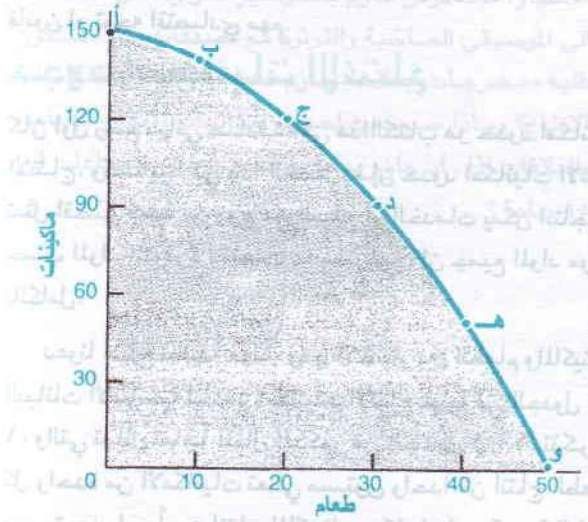
يظهر هذا الشكل البيانات المذكورة في الجدول ١أ – ١ بطريقة بيانية. البيانات هي نفسها بالضبط، لكن عرضها بشكل بصري يمثلها بشكل أوضح.



الشكل ١أ – ٢

منحنى متصل يصل ما بين الأزواج المعينة من النقاط، مشكلاً حدود امكانيات الإنتاج.

حدود امكانيات الانتاج



يمكننا استخدام الشكل ١ أ – ٣ لايضاح كيفية قياس ميل خط مستقيم. لنأخذ مثلاً ميل الخط ما بين النقطتين «ب» و«د». فكر في الحركة من ب الى د وكأنها تحدث على مرحلتين. تبدأ أولاً الحركة الافقية من ب الى جـ والتي تشير الى زيادة بمقدار وحدة واحدة في قيمة س (دون أي تغيير في ص). تأتي بعد ذلك حركة تعويض أفقية الى اعلى أو الى أسفل، تظهر في الشكل ١أ – ٣ باسم م (الحركة الظاهرة ومقدارها وحدة أفقية واحدة اعتمدناها للتبسيط فقط، فالمعادلة تصح لاي مقدار من التغير). وهكذا توصلنا الحركة المكونة من خطوتين من نقطة الى اخرى على خط مستقيم.

لان الحركة ب جـ هي زيادة بمقدار وحدة واحدة على المحور س»، فإن طول الخط جـ د (المسمى م في الشكل ١أ – ٣) يشير الى التغيير في ص لكل وحدة تغيير في س. ويطلق على هذا التغيير في الرسم البياني اسم «ميل» الخط أ ب د هـ.

وغالباً ما يعرف الميل بأنه «قائم فوق امتداد افقي» هو المسافة العمودية، وفي الشكل ١أ – ٣، هو المسافة من جـ الى د. اما «الممتد» فهو المسافة الافقية، وهي الخط ب جـ في الشكل ١ أ – ٣. والامتداد الافقي في هذه الحالة هو جـ د فوق ب جـ. وبالتالي فإن ميل ب د هو جـ د/ب جـ.

النقاط الأساسية الواجب فهمها عن الميول هي التالية :

١ – يمكن التعبير عن الميل برقم. وهو يقيس التغير في ص لكل وحدة تغير في س، أو «قائم فوق امتداد افقي».

٢ – إذا كان الخط مستقيماً، فإن الميل يكون ثابتاً في جميع النقاط الواقعة على هذا الخط .

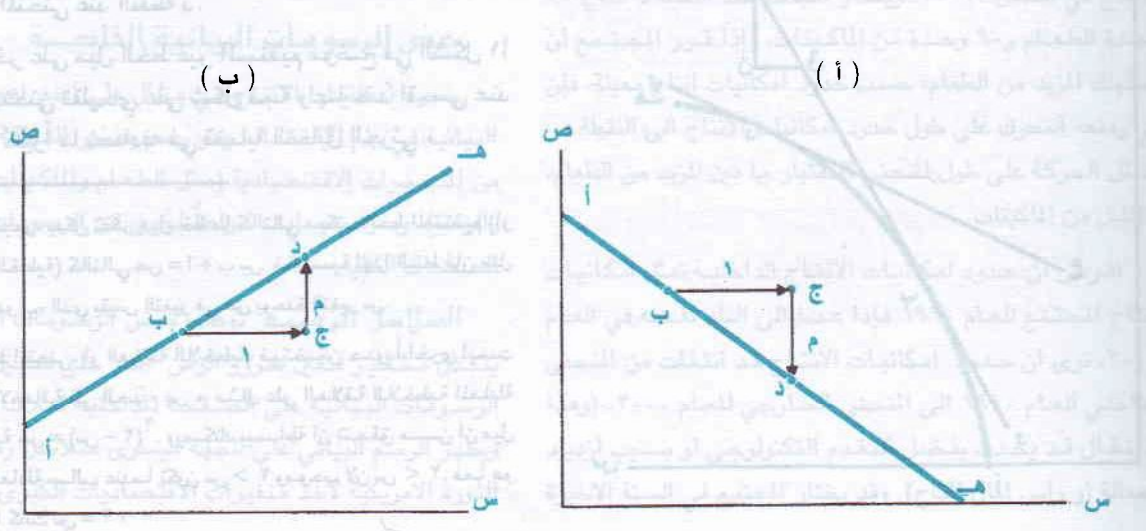
٣ – يبين الميل ما اذا كانت العلاقة بين «س» و «ص» طردية أم عكسية. تحدث «العلاقات الطردية» حين تتحرك المتغيرات في الاتجاه ذاته (أي أنها تزيد او تتناقص معاً)، وتحدث «العلاقات العكسية» حين تتحرك المتغيرات في اتجاهات متعارضة (يزيد احدها وينقص الاخر).

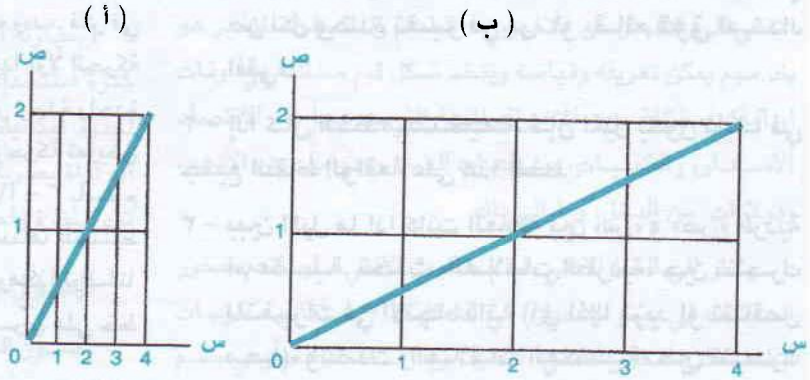
وهكذا، فإن ميلاً سلبياً يشير الى ان علاقة س – ص عكسية، كما في الشكل ١أ – ٣ (أ). لماذا ؟ لأن زيادة في س تستدعي نقصاناً في ص.

يخلط البعض أحياناً بين الميل وشكل الانحدار الشديد. وغالباً ما يكون ذلك صحيحاً – لكن ليس دائماً. فالانحدار الشديد يعتمد على مقياس الرسم البياني. اللوحتان (أ) و (ب) في الشكل ١أ – ٤ يصوران العلاقة ذاتها بالضبط. لكن جرى « توسيع مقياس الرسم الافقي في (ب) مقارنة مع (أ). وإذا ما حسبت بعناية ستجد بأن الميل في الشكلين متساوٍ تماماً (ويساوي ١/٢).

الشكل ١أ – ٣. احتساب ميل الخطوط المستقيمة .

من السهل حساب ميل الخطوط المستقيمة بصفتها «قائم فوق امتداد افقي». وهكذا ففي الشكلين (أ) و (ب) تكون القيمة العددية للميل هي الامتداد الافقي = جـ د/ب جـ = م/١ = ١ لاحظ انه في (أ)، جـ د سالبة وتشير الى ميل سلبي، أو علاقة عكسية بين «س» و«ص».





الشكل أ - ٤ الانحدار الشديد لا يعتبر ميلاً بالضرورة .

لاحظ أنه في حين تبدو (أ) اشد انحداراً من (ب)، فإنهما يوضحان العلاقة ذاتها. فكلاهما له ميل يساوي ١/٢، لكن محور السينات مُدَّ أكثر في (ب) عنه في (أ).

ميل الخط المنحني الخط المنحني أو الخط غير المستقيم (non - linear) هو خط يتغير ميله. وقد نرغب في بعض الأحيان أن نعرف الميل «عند نقطة محددة»، مثل النقطة ب في الشكل أ١ - ٥. ونرى أن الميل في النقطة ب ايجابي. لكن ليس واضحاً كيف يمكننا احتساب الميل.

ولايجاد ميل منحنى متصل عند نقطة معينة، نحتسب ميل الخط المستقيم الذي يلامس، دون أن يقطع، المنحنى عند النقطة المطلوبة. ويطلق على هذا الخط اسم «المماس» للمنحنى. وبمعنى آخر، يمكن قياس فقد حصلنا على ميل المنحنى عند نقطة معينة على انه يساوي ميل الخط المستقيم الملامس للمنحنى عند تلك النقطة . حين نرسم الخط المماس، فإننا نحسب ميله عن طريق التقنية المعتادة في قياس الزاوية القائمة التي ناقشناها سابقاً.

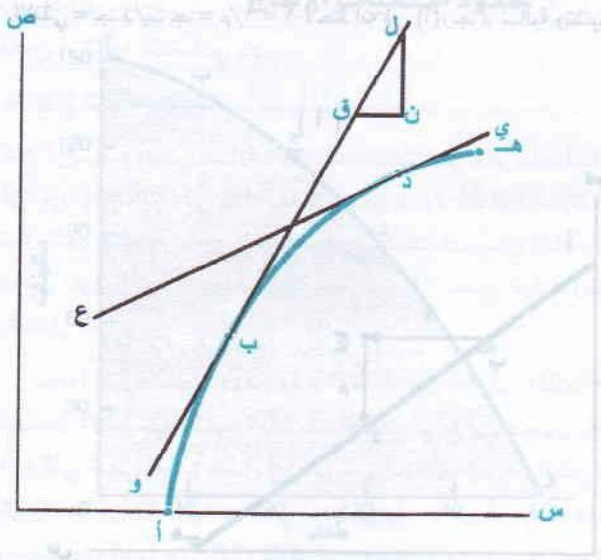
لايجاد الميل عند النقطة ب في الشكل أ١ - ٥، نرسم ببساطة الخط المستقيم و ب ل كمماس للخط المنحني في ب. ثم نحتسب ميل المماس على أساس ن ل/ق ن. وبالمثل، فإن المماس ع ي يعطينا ميل المنحنى عند النقطة د.

مثال آخر على ميل الخط غير المستقيم موضح في الشكل أ١ - ٦. وهو منحنى تقليدي على شكل قبة ولها حدّ اقصى عند النقطة جـ ، كثيراً ما نصادفه في قضايا التحليل الجزئي .

ويمكنا استخدام طريقتنا في الميل الذي يؤول مماساً لاثبات أن ميل المنحنى يكون موجباً دائماً في الجهة التي يرتفع فيها المنحنى وسالباً في الجهة التي يهبط منها . وفي قمة المنحنى، أو حده الاقصى، يكون الميل صفراً بالضبط. وميل قيمته صفراً يعني أن حركة ضئيلة في المتغير س حول الحد الاقصى لن يكون لها تأثير على قيمة المتغير ص [1].

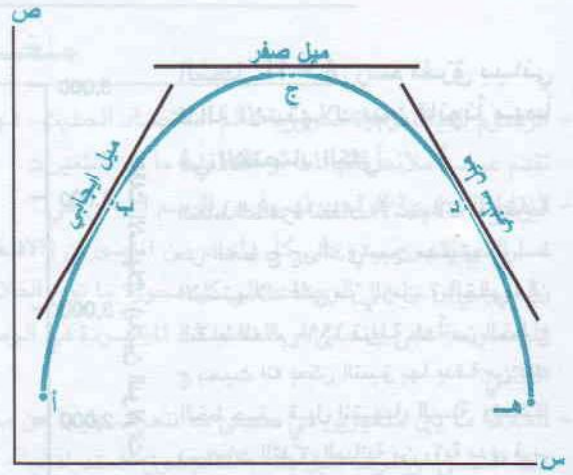
الشكل أ - ٥. مماس يؤول الى ميل لخط منحني .

بإقامة خط مماس يمكننا احتساب ميل خط منحني عند نقطة معينة. وبالتالي فإن الخط و ب ق ل يلامس المنحنى المتصل أ ب د في النقطة ب، ويحتسب الميل عند النقطة ب بمثل الخط المماس عند تلك النقطة، أي مثل ن ل/ ن ق .



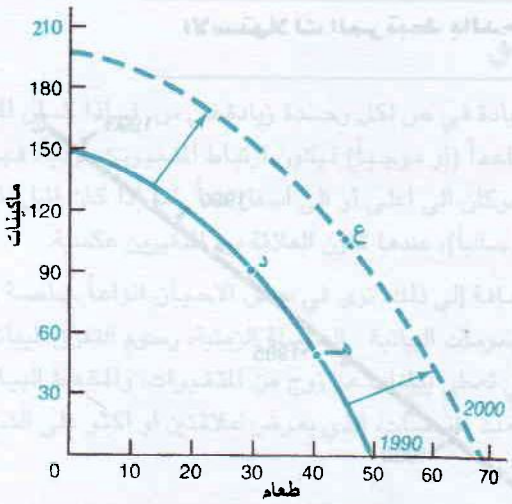
(١) لمحبي الجبر، يمكن تذكّر ميل خط ما كالتالي : يكتب الخط المستقيم (أو العلاقة الخطية) كالتالي ص = أ + ب س. فالنسبة لهذا الخط فإن ميل المنحنى هو ب، الذي يقيس التغير في ص بوحدة التغير س.

أما الخط المنحنى، أو العلاقة اللاخطية، فيتضمن حدوداً أخرى ليست ثوابت بالاضافة الى الحدّ « س ». مثال على العلاقة اللاخطية المعادلة التربيعية ص = (س - ٢)^{٢} . ويمكنك ببساطة أن تتحقق من ان ميل هذه المعادلة سالب عندما تكون س < ٢ وموجب لان س > ٢. فما هو ميلها اذا كانت س = ٢ ؟



الشكل أ - ٦. ميل مختلفة لمنحنيات غير خطية.

ترتفع العديد من المنحنيات في الاقتصاد أولاً، ثم تصل الى حدّ أقصى، ثم تهبط. ويكون الميل في منطقة الارتفاع من أ - جـ موجباً (انظر النقطة ب). وفي منطقة الهبوط من جـ الى هـ يكون الميل سالباً (انظر النقطة د). في اقصى المنحنى، النقطة ج، يكون الميل صفراً. (ماذا عن منحنى على شكل حرف U ؟ ما هو الميل عند الحد الأدنى؟



الشكل أ - ٧. انتقال المنحنيات والحركة على طول المنحنيات.

من المهم جداً، عند استخدام الرسوم البيانية التمييز ما بين «الحركة على طول المنحنى»، (مثل الانتقال من الاستثمار العالي في النقطة د الى الاستثمار المنخفض في النقطة هـ) وبين «انتقال» المنحنى مثل الانتقال من د في سنة ماضية الى ع في سنة تالية).

انتقال الحركة على طول المنحنى

ثمة فرق مهم في علم الاقتصاد ما بين انتقال المنحنيات والحركة على طول المنحنيات ويمكننا تفحص الفرق في الشكل ١أ - ٧. فحدود امكانيات الانتاج الداخلية تعيد علينا حدود امكانيات الانتاج في الشكل ١أ - ٢. ويختار المجتمع عند النقطة د انتاج ٣٠ وحدة الطعام و٩٠ وحدة من الماكينات، وإذا قرر المجتمع أن يستهلك المزيد من الطعام، حسب حدود امكانيات انتاج معينة، فإن في وسعه التحرك على طول حدود امكانيات الانتاج الى النقطة هـ. وتمثل الحركة على طول المنحنى الاختيار ما بين المزيد من الطعام، والقليل من الماكينات.

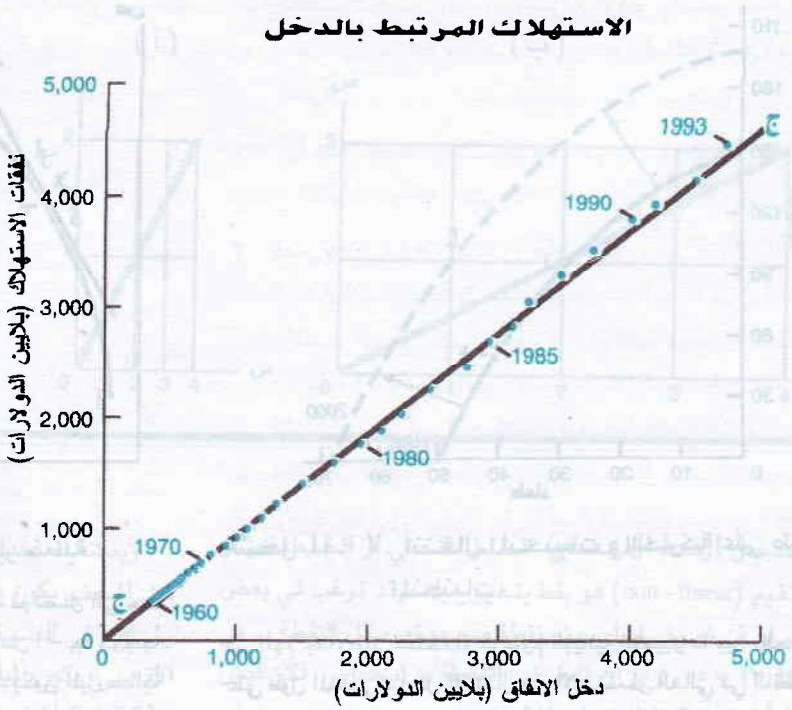
افرض ان حدود امكانيات الانتاج الداخلية تمثل امكانيات انتاج المجتمع للعام ١٩٩٠ فإذا عدنا الى البلد نفسه في العام ٢٠٠٠، نرى ان حدود امكانيات الانتاج قد انتقلت من المنحنى الداخلي للعام ١٩٩٠ الى المنحنى الخارجي للعام ٢٠٠٠. (وهذا الانتقال قد يحدث بفضل التقدم التكنولوجي أو بسبب ازدياد العمالة أو رأس المال المتاح). وقد يختار المجتمع في السنة الاخيرة أن يكون على النقطة ع، مع انتاج طعام وماكينات أكثر مما في « د ، أو هـ ».

النقطة الاساسية في هذا المثال هي أننا نرى في احدى الحالات (التحرك من د الى هـ) حركة على طول المنحنى، في حين نرى في الحالة الثانية انتقالاً للمنحنى (من د الى ع).

بعض الرسومات البيانية الخاصة

حدود امكانيات الانتاج هي مثال على أحد اهم الرسومات البيانية في علم الاقتصاد، وهو رسم يصور العلاقة ما بين اثنين من المتغيرات الاقتصادية (مثل الطعام والماكينات، أو البنادق والزبدة). وسوف تصادف أنواعاً اخرى من الرسومات البيانية في الصفحات التالية.

السلاسل الزمنية توضح بعض الرسومات البيانية كيف يتبدل متغير معين بمرور الزمن. انظر على سبيل المثال، الى الرسومات البيانية على الصفحة للداخلية لغلاف هذا الكتاب. ويظهر الرسم البياني على الجهة اليسرى سلاسل زمنية تبدأ منذ الثورة الامريكية لاحد متغيرات الاقتصاديات الكبرى المهمة، وهي



الشكل أ١ - ٨. رسم تفرّق بياني لدالة الاستهلاك يبين قانوناً مهماً في الاقتصاد الكلي.

النقاط الظاهرة لنفقات الاستهلاك تقع قريبة من الخط ج ج، الذي يبين متوسط الاستهلاك على مرّ الزمن. وبالتالي فإن النقاط للعام ١٩٩٠ قريبة جداً من الخط ج ج بحيث انه يمكن التنبؤ بها بدقة من ذلك الخط حتى قبل انتهاء السنة. وتمكننا رسومات التفرّق البيانية من رؤية مدى قرب العلاقة ما بين متغيرين.

نسبة دين الحكومة الفدرالية الى اجمالي الناتج المحلي (GDP). « نسبة الدين - اجمالي الناتج المحلي» . وتضع الرسومات الخاصة بالسلاسل الزمنية، الزمن على المحور الافقي، والمتغيرات التي تهمنا (وهي في هذه الحالة نسبة الدين - اجمالي الناتج المحلي») على المحور العمودي. ويبين هذا الرسم ان نسبة الدين - اجمالي الناتج المحلي كانت ترتفع بحدة خلال كل حرب كبرى.

رسومات التفرق البيانية (scatter diagram) في بعض الاحيان، تعين مواضع ازواج فردية من النقاط كما في الشكل أ١ - ١ . وغالباً ما تعين مواضع مجموعات من المتغيرات لسنوات عدة. ومن الامثلة المهمة على رسم التفرّق البياني في الاقتصاد الكلي رسم «دالة الاستهلاك»، الموضح في الشكل أ١ - ٨. ويبين رسم التفرّق هذا مجموع الدخل المخصص للانفاق على المحور الافقي ومجموع الاستهلاك (انفاق الاسر على مختلف السلع مثل الطعام، والملبس، والمسكن) على المحور العمودي.

لاحظ أن الاستهلاك مرتبط بشكل وثيق بالدخل، وهو مفتاح حيوي لفهم التغيرات في الدخل والناتج القومي.

رسومات بيانية لها أكثر من منحنى. في احيان كثيرة يكون من المفيد وضع منحنيين في الرسم البياني الواحد، وهكذا نحصل على «رسم بياني متعدد المنحنيات». وأهم مثال على ذلك : «منحنى العرض ومنحنى الطلب» الموضح في الفصل الثالث. ويمكن لهذه الرسومات البيانية ان تعرض علاقتين مختلفتين في الوقت نفسه، كالطريقة التي تستجب بها مشتريات المستهلك للاسعار (الطلب)، وكيف تستجيب قطاعات الانتاج للسعر (العرض). وبرسم هاتين العلاقتين معاً بياناً، يمكننا أن نقرر السعر والكمية التي ستسود في السوق.

بهذا نختتم جولتنا القصيرة في عالم الرسومات البيانية. وما ان تتمكن من فهم مبادئها الأساسية، فسوف تصبح الرسومات البيانية في هذا الكتاب، وفي اماكن اخرى، مصدر متعة وارشاد.

ملخص الملحق

١ – الرسوم البيانية اداة ضرورية لعلم الاقتصاد الحديث ، فهي تقدم عرضاً ملائماً للبيانات أو العلاقات ما بين المتغيرات.

٢ – النقاط الاساسية الواجب فهمها عن الرسم البياني هي : ما الذي يتم رصده على كل واحد من المحورين (الافقي والعمودي) ؟ ما هي الوحدات على كل محور؟ ما نوع العلاقة المرسومة على المنحنى أو المنحنيات الموجودة في الرسم البياني؟

٣ – العلاقة ما بين متغيرين في منحنى ما نتعرف عليها من ميل ذلك المنحنى. ويعرف الميل بأنه «القائم فوق الممتد افقيا»، أو الزيادة في ص لكل وحدة زيادة في س. فإذا كان الميل صاعداً (أو موجباً) فيكون ارتباط المتغيرين طردياً، فهما يتحركان الى اعلى أو الى اسفل معاً. أما إذا كان الميل نازلاً (أو سالباً)، عندها تكون العلاقة بين المتغيرين عكسية.

٤ – اضافة الى ذلك، نرى في بعض الاحيان انواعاً خاصة من الرسومات البيانية : السلسلة الزمنية، رسوم التفرّق البيانية، التي تعطي بيانات عن زوج من المتغيرات، والمخطط البياني متعدد المنحنيات، الذي يعرض علاقتين أو أكثر على الشكل الواحد.

مفاهيم للمراجعة

عناصر الرسم البياني

– المحور الافقي، أو محور السينات.
– المحور العمودي، أو محور الصادات.
– الميل مثل «قائم على امتداد افقي».
– الميل (سالب، موجب، صفر).
– المماس للخط المنحني.

أمثلة على الرسوم البيانية

– الرسوم البيانية للسلاسل الزمنية.
– مخطط التفرّق البياني.
– الرسم البياني متعدد المنحنيات.

أسئلة للمناقشة

١ – فكر في المشكلة التالية التي تواجه اي طالب، بعد ٨ ساعات من النوم اليومي، يتبقى لديك ١٦ ساعة تقسمها ما بين اوقات فراغ وأوقات دراسة. افرض ان وقت الفراغ هو المتغير س، وساعات الدراسة المتغير ص. حدد على خط مستقيم العلاقة ما بين جميع تركيبات «س» و «ص» على ورقة رسم بياني فارغة. احرص على تسمية المحاور وثم بتحديد نقطة الاصل.

٢ – في السؤال الاول، ما هو ميل الخط الذي يوضح العلاقة ما بين ساعات الدراسة وأوقات الفراغ؟ هل هو خط مستقيم؟

٣ – لنفرض أنك تحتاج الى ٦ ساعات من وقت الفراغ في كل يوم، لا أكثر ولا أقل. سجل على الرسم البياني النقطة التي تقابل ٦ ساعات من الفراغ. الان خذ في اعتبارك «حركة على طول المنحنى» : على فرض انك قررت بأنك تحتاج ٤ ساعات فقط من الفراغ في اليوم. عيّن النقطة الجديدة.

٤ – بيّن بعد ذلك «انتقال المنحنى» : وجدت انك بحاجة لساعات نوم أقل وان لديك ١٨ ساعة في اليوم مكرسة للدراسة والفراغ. ارسم المنحنى الجديد (بعد انتقاله).

٥ – احفظ سجلاً لاوقات فراغك وساعات دراستك الخاصة. ارسم منحنى يبين ساعات الفراغ والدراسة في كل يوم . عيّن بعد ذلك ساعات الفراغ والدراسة على مخطط تفرّق بياني. هل تجد أية علاقة ما بين المتغيرين ؟