الفصل الثاني

المنظور والعرض البياني Graphics

3/ 2/ 1 مقدمة:

تعتبر الأشكال البيانية Graphics and Figures أداة لا غنى عنها indispensable ولابد من استخدامها في أي دراسة علمية لكي توضح البيانات والمعلومات والنتائج بعرض مرئي يقرب الصور الكمية أو النتائج المتداخلة أو المختلطة إلى الأذهان. وهي تعتبر بالنسبة لكثير من المتخصصين (مثل الباحثين في علم الاقتصاد) بمثابة الشاكوش بالنسبة للنجار as a hammer to a carpenter.

وتعتبر الجداول tables هي التوأم الملاصق لتلك الأشكال البيانية التي عادة ما تتواجد معها أينما حلَّت، لكنها تسبقها في الظهور والعرض. ذلك ما سوف يتم توضيحه وشرحه عبر الصفحات التالية.

(1) أشكال ورسومات بيانية Graphs and Figures

ويقصد بها أي مكتوب أو مرسوم أو منقوش تصويري يتم إعداده وعرضه من أجل تقديم صورة حية تمثل أرقامًا أو رموزًا أو بيانات أو معلومات يصعب في بعض الأحيان تصور وضعها الحقيقي. ومن الأنواع الأكثر شيوعًا لها:

أ - الأشكال ذات الأبعاد الثلاثية Solids وهي التي يكون لها طول وعرض وارتفاع Length & width & height. ومن الأمثلة عليها الشكل الهرمي Pyramided، والمكعب Cube والمربع Square. ويمكن أن يطلق على تلك الأشكال الهندسية Geometric figures.

ب- المخطوطات من وثائق تاريخية وغيرها، ورسوم تشريحية لجسم الإنسان والخرائط المصورة أو المخططة والرسوم والمخططات والخرائط الدائرية، والأشكال الشجرية ذات الدلالات الفرعية المتشابكة، وكلها يمكن أن تنتمي إلى عائلة يطلق عليها Figures.

ج- الأعمدة التكرارية Bar charts (متباعدة المسافات) والمدرجات التكرارية المتلاصقة Frequencies Histograms والمضلعات التكرارية ... الخ.

د- الخطوط المستقيمة Straight Lines، والمنحنيات Curves وجميع الأشكال التي تقوم على استخدام أحدها أو توليفة منها هي تنتمي إلى ما يسمى Graphs حيث نقوم عادة على فكرة أساسية تتمثل في محور صادي رأسي، ومحور سيني أفقي يتم تمثيل المتغير التابع على المحور الأفقي، والمتغير المستقل على المحور الرأسي، ثم باستخدام بيانات قياسية لكل بشكل مباشر أو من خلال تطبيق وسائل تحليلية أخرى يمكن الخروج بشكل نهائي يتمثل في خطوط أو منحنيات ممثلة لظواهر معينة مثل منحدر العرض ومنحدر الطلب وخريطة منحيات السواء ... الخ.

(2) القياس Measurement والمقياس Scale

أ- القياس Measurement

يمثل عملية Process أو إجراء Procedure يتم الأخذ به وتطبيقه كمنهج متبع لتقدير الأشياء والمستويات تقديرًا كميًا وفق إطار معين من المقاييس المدرجة، أو لتحديد قيم رقمية طبقًا لقواعد معينة، أو لإعداد مجموعات فئوية أو تصنيفية من المثيرات التي أعدت لتقيس - بطريقة كمية أو كيفية - بعض العمليات العقلية أو السمات أو الخصائص ... الخ.

وهناك عوامل يمكن أن تتأثر بها إجراءات أو عمليات القياس المتبعة مثل:

- الشيء المراد قياسه كطبيعة وكسمات وكخصائص .. الخ؛
- أهداف القياس؛
- طرق القياس ومدى الخبرة في إنجازه وفقًا للضوابط العلمية المتبعة أو المقبولة؛
- ونوع المقياس. وذلك هو المفهوم المقابل الذي نريد توضيحه.

ب- المقياس Scale

هو وحدة القياس المستخدمة في تنفيذ عملية القياس المستهدفة أو هو الأداة المعيارية التي يتم الاستعانة بها لتحديد الأشياء بشكل دقيق كمي في الغالب. وعادة ما يتمثل المقياس (كوحدة أو كأداة قياسية) في أشكال مختلفة من أكثرها شيوعًا:

- المقياس الرقمي العددي Numerical.
- المقياس الفئوي Set scale or range حيث تمثل الوحدة القياسية فيه Set or category من فئة تشمل على رقمين أحدهما يمثل الحد الأدنى من قيمة حالة ما، والآخر يمثل الحد الأقصى من قيمتها، بحيث إذا انخفضت قيمة الحالة عن ذلك الحد الأدنى أو ارتفعت عن الحد الأقصى من قيمتها، بحيث إذا انخفضت قيمة الحالة عن ذلك الحد الأدنى أو ارتفعت عن الحد الأقصى للفئة القياسية،

تصبح الحالة خارج المجموعة المنتسبة إلى ذلك المدى الفئوي القياسي. وذلك مثل الفئات الدخلية والفئات العمرية والفئات القياسية للمستويات المختلفة للطلاب ... الخ.

- مقياس الرسم Drawing scale وهو ما يهمنا الاستفاضة في شرحه في ذلك المقام لارتباطه المباشر بموضع اهتمامنا وعرضنا الحالي.

(3) فئة وفترة الفئة أو مدى The Group or Category vs. set or range

يستخدم مصطلحي «فئة» و «فترة الفئة» للدلالة عادة على ذات المعنى ولكن ذلك ليس صحيحًا تمامًا لأن المصطلح الأساسي الواجب استخدامه هنا هو فئة range of category، بينما (فترة) الفئة تمثل رمز الفئة وصفتها.

(4) فترة الفئة وحدود الفئة Limitations

فترة الفئة غالبًا ما تكون مفتوحة Open بمعنى أنه ليس لها إما حد أعلى (مثل قول أن الفئة العمرية تتمثل في 20 عامًا فأكثر) أو أنه ليس لها حد أدنى (كأن يقال أقل من 20 عامًا).

أما حدود الفئة فتمثل حدودًا دنيا وقصوى للوحدة الفئوية القياسية كأن يقال الأعمال التي تتراوح بين (20–10) عامًا.

ومن الناحية العملية فإن حدود الفئة يمكن حسابها أو تحديدها باستخدام فترات الفئة المتتالية، فالحدود الحقيقية لفئة ما يمكن الحصول عليها أو حسابها بجمع الحد الأعلى لفترة فئة ما، والحد الأدنى لفترة الفئة التالية لها والقسمة على 2.

وفي بعض الأحيان، تستخدم الحدود الحقيقية للفئات كرمز للفئات أو كمؤشر معياري للفئات أو للحالات المندرجة بينها – فمثلاً الفئة العمرية (20-15 عامًا) تشير إلى فئة الشباب، والفئة العمرية (3-1 أعوام) تشير إلى فئة الأطفال.

ولدواعي الدقة القياسية لمثل تلك الفئات، يجب عدم ترك ثغرات قياسية بين

فئة وأخرى في جدول قياسي واحد لأن ذلك يتسبب في وجود حالات مستبعدة عن العمليات القياسية أو التحليلية حيث لا تتطابق قيمها الأصلية مع أحد الحدود الفئوية المستخدمة، فمثلاً إذا كانت حدود فئتين متتاليتين هي (10-20) و (21-31) سنجد ثغرة هنا تتمثل في الواحد الصحيح المفقود بين الفئة الثانية والفئة السابقة لها، ولا يمكن بطبيعة الحال أن يقال (10-20) ثم (20-30) لوجود تكرار في رقم حدي هو «20» لكن أفضل صورة لتكوين تلك الفئات يكون باستخدام الفئات المفتوحة المغلقة كأن يقال مثلاً 10 سنوات إلى أقل من 20 عام (10-<20) ثم 20 إلى أقل من 30 (20- <30) وهكذا.

وفي حالة استخدام تلك القياسات الفئوية في الرسم البياني عادة ما يتم تحديد مقياس رسم رقمي واحد يمثل كل فئة ويتمثل في متوسط الحدين الأدنى والأعلى لكل فئة.

(5) حجم أو طول فترة الفئة Size or Length

هو الفرق بين الحد الأدنى الحقيقي والحد الأعلى الحقيقي للفئة. فإذا كانت جميع الفئات في التوزيع التكراري الواحد لها نفس الطول، فيمكن أن يستخدم كمقياس وسطى محدد لأغراض قياسية مناسبة حيث يرمز له بحرف ما وليكن ط أو C. فعلى سبيل المثال إذا كانت هناك فئتين متتالين هما (10-20) و(21-31) يكون طول الفئة هو 10.

(6) مركز الفئة Center of Set

هو منتصف فترة الفئة أو متوسط حاصل جمع الحد الأدنى والحد الأعلى للفئة وهو يسمى أيضًا بمنتصف الفئة، وعادة ما يتم استخدامه في التمثيل البياني المتصل بموضوع قياساته، ومن الناحية القياسية الرياضية، فإنه يفترض أن القراءات الموجودة داخل فترة فئة ما تأخذ قيمًا تتطابق جميعها مع مركز الفئة. مثلاً إذا كان هناك ثلاث فئات في توزيع تكراري ما هي (10-20) و (20-30) و (30-40). إذن سيكون مركز

الفئة الأولى = $\frac{10+20}{2}=15$، ومركز الفئة الثانية = $\frac{20+30}{2}=25$، ومركز الفئة الثالثة = $\frac{30+40}{2}=35$ فإذا كان هناك قياسًا قدره (27)، فهو لا يقع في الفئة الأولى لكن يقع داخل الفئة الثانية ويمكن أن يمثل في الرسم البياني عند رقم (25) الممثل لمركز تلك الفئة.

(7) التوزيع التكراري Frequency Distribution

وهو يوضح التكرارات المختلفة للقيم المتباينة التي تقيس كل وحدة قياسية، مع عرض توزيع للتكرارات المعنية في شكل حزم أو نقط أو أعمدة .. بشكل يسهل معه الوقوف السريع على أصول تلك التكرارات والمقارنة فيما بينها وهناك بعض القواعد العامة التي يتم إتباعها من أجل تكوين التوزيع التكراري وتتخلص في الآتي:

أ - يتم تحديد أكبر قيمة وأقل قيمة في البيانات الخام، ثم تستخدم هاتين القيمتين لتحديد المدى range (وذلك المدى هو الفرق بين أكبر رقم وأقل رقم).

ب- يتم تقسيم المدى المحسوب إلى عدد مناسب (للمساحة المتاحة للعرض) من الفئات المتساوية الطول. ولكن إذا لزم الأمر، واستدعت طبيعة البيانات خلاف ذلك، فيمكن استخدام فئات ذات أطوال مختلفة أو فئات ذات أطوال مختلفة أو فئات مفتوحة. وعادة ما يتراوح عدد الفئات المحددة بين 5 ، 20 فئة حسب البيانات، ومن أجل تدنية أخطاء التجميع، فعند اختيار الفئات وتحديدها، يجب أيضًا مراعاة أن يتفق مركز الفئة المختارة مع المشاهدات الفعلية.

ج- يتم تحديد عدد المشاهدات التي تقع في كل فترة فئة (أي تكرار كل فئة). وأفضل طريقة لتحديد تلك التكرارات هي إعداد كشف الحزم أو النقط (حيث يتم تمثيل كل مشاهدة بنقطة مثلاً ثم يتم تجميع كل خمس نقط في حزمة واحدة بحيث يسهل بعد ذلك حصر المشاهدات وتكراراتها بطريقة أكثر يسرًا.

(8) المدرج التكراري Frequency Histogram

هو شكل يتكون من مجموعة من المستطيلات لها:

أ - قاعدة على المحور الأفقي (السيني)، مراكزها عند مركز الفئة، وطول القاعدة يتمثل بطول فترة الفئة.

ب- مساحة متناسبة مع تكرارات الفئات.

ج- ويلاحظ أنه إذا كانت كل الفئات لها نفس الأطوال، فعادة ما تكون الارتفاعات مساوية لتكرارات الفئات، أما إذا كانت الفئات متباينة في أطوالها، فيفضل أن يتم تعديل هذه الأطوال.

(9) المضلع التكراري Frequency Polygon

والمضلع يقصد به شكل كثير الأضلاع والزوايا. ويقصد بالمضلع التكراري هنا خط بياني لتكرار الفئة المقابلة لمركز الفئة، ويتم رسمه وفقًا للخطوات التالية:

أ - تحديد مركز الفئة (الحد الأعلى للفئة + الحد الأدنى للفئة) / 2.

ب- توصيل مركز الفئة (الواقع على المحور الأفقي أو السيني) بالتكرار المناظر لها (الواقع على المحور الرأسي أو الصادي).

(10) التوزيع التكراري النسبي Relative Frequency Distribution

التكرار النسبي لفئة هو تكرار الفئة مقسومًا على التكرار الكلي لجميع الفئات، وعادة يعبر عنه كنسبة مئوية، حيث أن مجموع التكرارات النسبية لجميع الفئات يكون إما 100٪ أو واحد صحيح. (حيث يقال مثلاً أن الفئة العمرية (من 15-25) تبلغ نحو 60٪ من الفئات العمرية الأخرى من أطفال وكهول وشيوخ في مصر

فإذا استخدمت التكرارات النسبية، فإن الجدول الشامل لها يجب ألا يسمى بجدول التوزيع فقط لكن يجب إضافة كلما «النسبي» ليقال جدول «التوزيع التكراري النسبي» أو توزيع النسب المئوية أو جدول التكرارات النسبية، وبالمثل يتم تسمية الشكل الممثل له.

والتوزيع التكراري النسبي يتم تمثيله بيانيًا بأحد شكلين: المدرج التكراري، أو المضلع التكراري. حيث تدرج التكرارات (النسبية) على المحور الرأسي أو الصادي مع ملاحظة أن تبديل التكرار من مطلق إلى نسبي لن يغير من الشكل الممثل للتوزيع التكراري.

(11) التوزيع التكراري المتجمع والمنحني التكراري المتجمع
Assembly Frequency Distribution and Cure

يعرف التكرار المتجمع لفئة معينة بمجموع التكرارات المقابلة لجميع القيم الأقل من الحد الأعلى الحقيقي لفئة معينة وهو يتضمن أيضًا تكرار الفئة. فعلى سبيل المثال، نجد أن التكرار المتجمع إلى الفئة العمرية (68-66) والمتضمن تكرارها أيضًا هو 65=42+18+5. وذلك الرقم (65) يعني أن 65 شخصًا أعمارهم تقل عن 68 عامًا. وسوف يتضح ذلك تفصيلاً في الجزء التالي.

(12) التوزيع التكراري المتجمع النسبي ـ المنحنى المتجمع للنسب المئوية

التوزيع التكراري المتجمع النسبي أو المئوي هو عبارة عن خارج قسمة التكرار المتجمع. وتمثيل التوزيع التكراري المتجمع المئوي بشكل بياني يطلق عليه المنحني المتجمع للنسب المئوية.

(13) الدائرة النسبية:

هي قرص أو رسم دائري 360° تتوزع فيها الظواهر الجغرافية وفق الجدول الإحصائي المحسوب.

(14) الهرم السكاني:

يتكون من مجموعة مستطيلات أفقية متلاصقة تبدأ بأطوال هذه المستطيلات في القاعدة ثم تتدرج في انخفاض الطول كلما ارتفعت إلى مستوى أعلى حتى تصل إلى نقطة تمثل قمة القيم التي يمثلها ذلك الشكل الهرمي.

(15) المثلث السكاني

هو ثلاثي الأضلاع كل ضلع منه مقسم إلى وحدات قياسية متساوية وعادة ما يمثل كل ضلع منه فئة عمرية محددة (مثلاً ضلع يمثل الطفولة، وضلع يمثل الشباب والضلع الثالث يمثل كبار السن. ويتم تمثيل التكرارات العمرية كل على الضلع المنتمي إليه بحيث يصبح ذلك المثلث شكلاً تصويريًا ممثلاً للهيكل العمري للسكان.

ونكتفي بهذا القدر من المفاهيم لننتقل إلى عرض بعض النماذج الشائع استخدامها للتمثيل البياني أو التوضيحي للبيانات أو التوضيحي للبيانات الإحصائية التي تمثل بدورها أكثر المدخلات التي تمثل قاسمًا مشتركًا أعظمًا في جميع الدراسات التخصصية المختلفة.

2/2/3 بعض الرسوم والأشكال التوضيحية كنماذج شائعة

كما اتضح مما سبق، فإن هناك العديد من الرسوم والأشكال التي يمكن أن يستعان بأحدها أو ببعضها من أجل توضيح الصورة المعلوماتية أو إضفاء أبعاد محسوسة للجوانب البيانية المرتبطة بالبيانات الخام المستخدمة في أي دراسة علمية أو فكرية متحضرة.

وفي العرض الحالي، سيتم تقديم بعض الأمثلة على أهم الرسوم البيانية وأكثرها استخدامًا بين جميع التخصصات العلمية المختلفة. وسوف يتم البدء بأهم أساس بياني يستخدم على حالة أو مع وسائل بيانية أخرى، أو يستخدم بشكل يختلف وفقًا لطبيعة البيانات محل التوضيح.

أولا: المحور الأفقي (السيني) والمحور الصادي (الرأسي) وكيفية إعدادهما كأساس لبناء الشكل المستهدف

في الغالبية الأعم من الاستخدامات لهذين المحورين البيانيين المفتاحين أنهما يستخدمان معًا وذلك لأن استخدام كل من هذين المحورين بشكل مستقل لا يعطي

دلالة ذات معنى أو مغزى، وحتى إن تم جمعهما داخل شكل واحد فيكون ذلك من أجل استخراج أشكال أخرى (خطوط مستقيمة أو منحنيات أو أعمدة تكرارية أو مدرجات تكرارية... الخ)، تلك الأشكال هي التي تقدم دلالات تصويرية ذات معنى مفيد.

ومع هذا، فقبل التعرض بمزيد من التفصيل للأشكال المرتبطة لهذين المحورين أو القائمة على قيمهما يجب أولاً التعرف على الجوهر المفتاح لرسمهما على صفحات البحث محدودة المساحة، ذلك هو **مقياس الرسم** أو **الوحدة القياسية** التي يتم تحديدها من أجل استخدامها في تمثيل البيانات كثيرة أو كبيرة القيم على مساحة محدودة لصفحة ورقية لا تستوعب مساحتها المعتادة كل البيانات الفعلية.

وفيما يلي أهم الخطوات المتبعة من أجل الإعداد التأسيسي للمحورين المذكورين:

(1) تحديد المتغيرات التي سوف يتم تمثيلها بيانيًا، وإعدادها قياسيًا بحيث يكون لدينا **متغير تابع** Dependent تمهيدًا لتمثيله على المحور الأفقي وعادة ما يرمز له بالحرف العربي س ومن أجل هذا يسمى المحور الأفقي له بالمحور السيني. وباللغة الإنجليزية يرمز له بالرمز X . وفي هذا الخطوة وفي المقابل يتم تحديد **المتغير المستقبل** Independent وتحديد القيم التي يقاس بها تمهيدًا لتمثيله على المحور الرأسي. وعادة ما يطلق على المتغير المستقل بالرمز ص ومن أجل هذا يسمى المحور الرأسي الممثل للمتغير المستقل بالمحور الصادي، ويرمز له بالإنجليزية عادة بالرمز «y»

(2) إذا كان المتغير يقاس بوحدات تمثل في **فئات** (من – إلى) أو فترات فئات (أقل من) أو (أكبر من) ... الخ، فيجب إعداد جدول بكل فئة ممثلة للمتغير (تمهيدًا لتمثيلها على المحور الأفقي). وفي عمود آخر تسجل **تكرارات** كل فئة أو عدد المشاهدات التي تقع داخل كل فئة (تمهيدًا لتمثيلها على المحور الرأسي). وقد

تستبدل **مراكز الفئات** لتمثل فترات الفئات بعد حسابها بقسمة مجموع الحد الأعلى والحد الأدنى لكل فئة على رقم 2 كما أوضحنا سابقًا وذلك تيسيرًا لتمثيلها على المحور الأفقي وفي تلك الحالة سيكون الشكل الممثل لها (خطاً) وليس مستطيلاً يمثل الفئة مزدوجة الأرقام.

(3) بعد إعداد الجدول الإحصائي المناسب الذي يضم ثلاثة أعمدة أحدهما الأرقام المسلسلة للمشاهدات والثاني قياسات المتغير التابع أو السيني، والثالث قياسات المتغير المستقل أو الصادي، يتم البدء في تحديد **وحدة القياس** المناسبة التي تمكن الباحث من تمثيل كل المشاهدات مهما تضخم عددها أو تباينت قيمها على مساحة ورقة محدودة بطبيعتها، بأفضل تمثيل ممكن، وتلك الخطوة تتطلب - بدورها - اتباع عدد من الخطوات المتتابعة تتمثل في الآتي:

أ - تحديد **الوحدات** المناسبة لتمييز المشاهدات محل التمثيل (مثلاً بعملة نقدية وطنية أو أجنبية؛ أطوال جسمية بالسنتيمترات أو بالبوصات؛ الوزن بالكيلوجرامات أو بالأرطال، العمر بالسنوات للكبار أو بالأشهر أو بالأيام لحديثي الولادة.. الخ).

ب- تحديد **الرقم** الممثل لوحدات التمييز المستخدمة (مثلاً عدد سكان دولة بالألف نسمة، أو تحديد قيمة استثمارات البنية الأساسية بالمليون جنيه مصري أو بالدولار الأمريكي، ... الخ).

ج- تحديد **مقياس رسم** مناسب وصالح لإمكانية تمثيل المتغيرات المقاسة بقيمها المتباينة على كل من المحورين الأفقي والرأسي، وبحيث يتواجد الشكل البياني ويظهر بوضوح وبحجم يتلائم مع المساحة المتاحة لعرضه على السطح المستخدم للورقة أو للشاشة أو للسبورة ... الخ، والواقع أنه لم يثبت وجود قاعدة رياضية بعينها يمكن تطبيقها عند تحديد مقياس الرسم هذا. لكن مع هذا، فسوف نقدم للباحث تصورًا منطقيًا لما يجب اتباعه من خطوات مجربة بنجاح في حالات مختلفة:

- يتم تعيين نقطة بداية كل من المحورين الأفقي والرأسي وهي دائمًا نقطة مشتركة لكلا المحورين معًا، تبدأ بقيمة صفر، وهي دائمًا تقع أسفل المحور الرأسي وأول نقطة على المحور الأفقي في ذات الوقت وتسمى بالنقطة الصفرية.
- يحسب المدى range أي الفرق بين أدنى قيمة وأقصى قيمة لكل من المتغيرين الممثلين على المحورين، ثم تحسب المسافة المتاحة الواقعة للرسم (على الورقة .. السبورة.. الخ).
  ويكون مقياس الرسم هو خارج قسمة المدى المحسوب ÷ المساحة الفعلية المتاحة للتمثيل عليها.

ومثال على ذلك = إذا افترض أن لدينا متغير صادي يستهدف تمثيله على المحور الرأسي كانت أدنى قيمة له تبلغ 30 (وحدة)، بينما كان أقصى قيمة لها 150 وحدة. ووجد أن المساحة المتاحة لتمثيل ذلك المتغير الصادي ورسمه على المحور الرأسي على الورق كان 5 وحدات قياس (لتكن الوحدة هي السنتيمتر).

فإذا كان الفرق بين الحد الأقصى والحد الأدنى لقيم المتغير الصادي (المدى) = 150 - 30 = 120

$$\therefore \text{مقياس الرسم} = \frac{\text{المدى}}{\text{المساحة المتاحة}} = \frac{120}{5} = 25$$

وذلك يعني بدء أدنى قيمة للمنحنى المستهدف تمثيله بصفر (عند أدنى نقطة له) ثم 25 ثم 50 ثم 75 ثم 125 ثم 150. ثم يتم تمثيل بيني خلال كل وحدة (أي بين صفر و 25، و 25-50 ، و 50-75 ... الخ). وطبيعي فإن التقسيم عادة ما يتم باستخدام قيم قابل للقسمة. وهو هنا رقم «5» (فمثلاً يتم تقسيم صفر –25 إلى صفر –5، ثم -10 5 ثم 10-15، ثم 15-20، ثم 20-25). وكلما تمكن الباحث من تقسيم المساحات الفعلية إلى أرقام أصغر كلما أصبح التمثيل أكثر دقة، وكلما كانت هناك إمكانية لتمثيل أية أرقام مناسبة لذات المتغير خارجة عما ورد بالبيانات الأصلية.

- وتجدر الإشارة إلى أنه عند اختيار مقياس للرسم، يفضل مراعاة عامل «التجانس» بين الوحدات القياسية والفعلية والمتاحة، فمثلاً إذا كانت الأرقام الممثلة للمتغير المعني بالتمثيل أرقامًا زوجية، يفضل أن يكون مقياس الرسم زوجي حتى يمكن رسم الأرقام المتفرعة في المسافات البينية بين الأرقام المدونة على الشكل. ولتوضيح أهمية تلك الإشارة، نعطي مثالاً أنه إذا كان مقياس الرسم قد حسب على أنه 25، وكانت هناك أرقامًا تتطلب التمثيل البيني مثل 12.5 – سيتم تمثيله في منتصف مسافة المدى المقاس أي عند 12.5 . فإذا كان الرقم التالي المطلوب تمثيله 3.3، سيصبح الأمر أكثر صعوبة في التمثيل ! وذلك يتطلب بدوره ليس فقط تجانس طبيعة مقياس الرسم مع الأرقام الفعلية (أحادية وزوجية صحيحة أو عشرية ... الخ(لكن أيضًا كلما صغرت قيمة مقياس الرسم كلما كانت هناك إمكانية لتمثيل الأرقام المتفرعة بشكل أكثر دقة ووضوحًا، والعكس بالعكس صحيح.
- وبناءً عليه، يمكن استخلاص قاعدة تقريبية عامة عند حساب مقياس الرسم في حالة الأفضل بحيث يتيح فرصة أفضل تمثيل للبيانات الفعلية على المساحات المحددة المتاحة: **أن يتيح استخدامه تغطيه كل البيانات القياسية للمتغير بدءً من حدها القيمي الأدنى وانتهاءً بحدها القيمى الأقصى، وأن تكون المساحة البينية الممثلة قابلة للتجزئة الرقمية إلى أكبر عدد ممكن من الأرقام متناهية الصغر بما يسمح باستيعاب كل الأرقام الأخرى الفرعية والمتفرعة بسهولة وبدقة قدر الإمكان.**

(4) يبدأ بكتابة رقم مسلسل وعنوان للشكل المزمع تمثيل البيانات في إطاره، بحيث يراعى تناسق وتماثل ذلك العنوان مع نظيره الذي تم وضعه في خطوة سابقة عند إعداد وعرض الجدول الشامل للبيانات المعنية. وفي جميع الأحوال، يجب أن يكون العنوان مختصرًا أو دالاً بشكل مباشر على العلاقة محل التمثيل (مثل منحنيات السواء ومنحنيات الطلب الفردية ...).

(5) من البديهي أن أول الخطوات العملية للتمثيل هي وضع نقاط Spots في المواضع التمثيلية المنفردة والمتباينة، ثم يتم بعد ذلك تحديد الشكل البياني في هيكله نهائي التمثيل بعد توصيل النقاط التمثيلية بتتابعها المنطقي وفقًا لخط سير البيانات.

(6) فإن كان **الشكل النهائي** قد ظهر في هيئة خط مستقيم يسمى تمثيلاً خطيًا Linear وإن لم يكن كذلك يسمى منحنى Curve.

(7) من الأهمية بمكان أن نتتبع خط سير ووضع التمثيل التصويري وأن نوضح مغزاه وتفسيره العلمي:

أ - فإذا كان التمثيل خطي Linear، وكان الشكل كله برمته يتواجد في المنطقة التي تقع أعلى المحور السيني الأفقي، فعادة ما تكون الأرقام القياسية للمتغيرات موجبة Positive مما يشير إلى معان أخرى يمكن أن تفسر وقفًا للقوانين وللنظريات المتخصصة ذات الصلة.
أما إذا كان التمثيل يتواجد كله أسفل المحور السيني أو الأفقي، فعادة ما تكون القيم الممثلة سالبة، ويجب الاستعانة بالقوانين وبالنظريات التي يمكن أن تفسر تلك الاتجاهات. وكذلك الحال، فعلى يمين المحور الصادي تكون القيم موجبة، وعلى يسار المحور الصادي تكون القيم سالبة.

ب- وفي حالة المنحنيات. فقد يكون المنحنى مقعر Concave، وفي تلك الحالة تكون أدنى نقطة تمثيلية فيه متجهة ناحية المحور السيني الأفقي، وقد يكون المنحنى محدبًا Convex، وفي تلك الحالة تكون أعلى قيمة له هي التي تقع على أكبر المسافات بعدًا عن المحور الأفقي، وكلٌ يمكن أن يعرض له تفسيرًا منطقيًا وفقًا للقوانين وللنظريات العلمية ذات الصلة.

ج- وفي حالة المنحنيات، يمكن التعرف على وضع العلاقة التي تربط بين المتغيرين الممثلين على كلا المحورين الرأسي والأفقي، وذلك من خلال

نقطة تماس الخط المستقيم مع أعلى نقطة تحدب أو أدني نقطة تقعر المنحنى، بحيث يتم إسقاط خط من نقطة التماس هذه إلى المحور الأفقي فيعطينا القيمة المستهدفة للمتغير التابع المتمثل على الخط الأفقي. وبمد الخط من نقطة التماس إلى الخط الرأسي، فيمكن التعرف على القيمة المناظرة للمتغير الآخر المتمثل على الخط الرأسي.

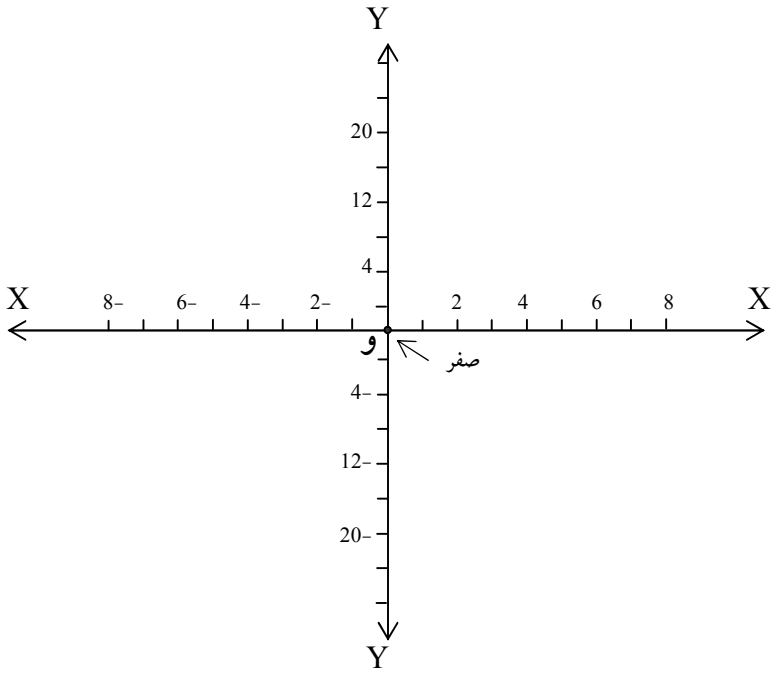
ويفضل التوقف الآن عن ذلك العرض النظري ليتم الانتقال إلى عرض بعض النماذج المختلفة العامة لأكثر الأشكال البيانية شيوعًا في الاستخدام بجميع الدراسات العلمية المختلفة.

ثانيا: نماذج لبعض الأشكال البيانية الأكثر استخداما

(1) تمثيل المحورين السيني والصادي

ونورد مثالاً لشكله الإجمالي في الشكل رقم (4) التالي:

شكل (4) التمثيل للأرقام السالبة والأرقام الموجبة على المحورين السيني والصادي



ويلاحظ من الشكل (4) أن مقياس الرسم على المحور السيني هو (2)، ومقياس الرسم على المحور الصادي هو (8). وأن الأرقام الموجبة للمتغير السيني أو X الممثلة على المحور الأفقي تتواجد على يمين الوضع أو الرقم الصفري (و)، بينما الأرقام السلبية لذات المتغير المقاس على المحور الأفقي تتواجد على يسار الرقم الصفري (و). أما الأرقام الإيجابية التي تقيس المتغير الصادي، فتتواجد أعلى النقطة الصفرية بينما تتواجد أرقامه السلبية أسفل تلك النقطة الصفرية.

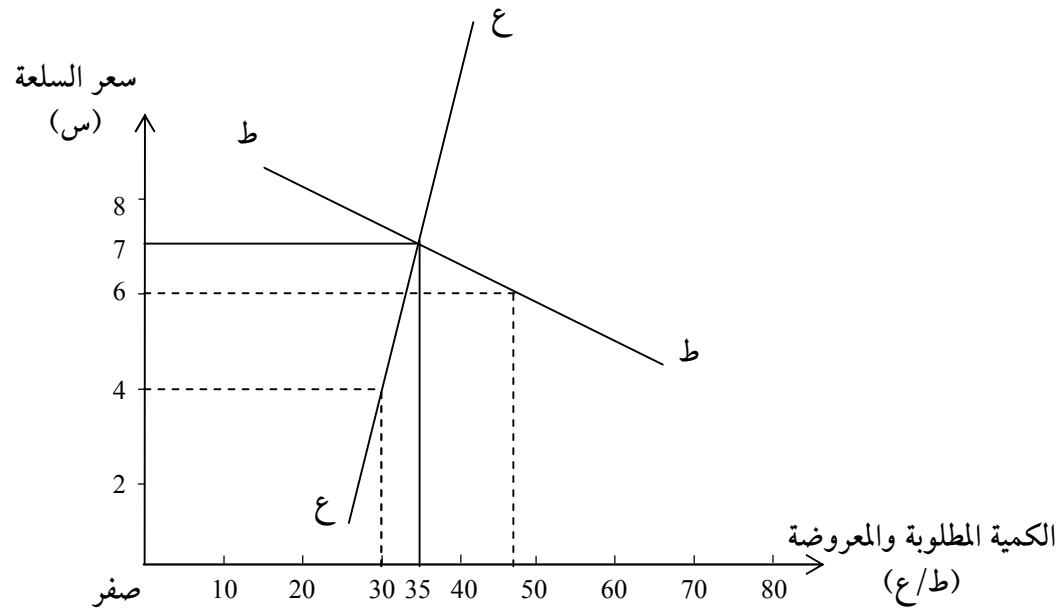
أما النقطة الصفرية ذاتها فهي تمثل نقطة تقاطع المحورين السيني (الأفقي) مع الصادي (الرأسي) حيث تبدأ الوحدات القياسية لكل من المتغيرين السيني والصادي بالصفر.

(2) التمثيل الخطي: الشكل الخطي Linear

وهو عادة ما يمثل المتغيرات التي ترتبط بعضها بالبعض من خلال معادلة خطية بسيطة مثل التي أشرنا إليها سابقًا في معادلة الانحدار الخطي البسيط. ويتم إعداد ذلك الشكل الخطي من خلال تحديد النقاط الممثلة لقيم المتغيرين السيني والصادي ثم توصيل تلك النقاط.

ومن الأمثلة الأخرى على الشكل البياني الخطي ذلك الذي يمثل خط الطلب أو خط العرض مع ملاحظة أن كثير من الدراسات تطلق عليه مسمى (منحنى) على سبيل العادة ليس أكثر، فيقال منحنى الطلب ومنحنى العرض. وفيما يلي مثالاً على الشكل البياني الخطي:

شكل (5) توازن العرض والطلب



في ذلك الشكل تم تمثيل كل من الكمية المطلوبة والكمية المعروضة على المحور الأفقي. وعلى ذلك المحور يتمثل كل 10 وحدات من قيم كل من المتغيرين المذكورين بواحد سنتيمتر على الورقة المعروض الرسم عليها، أما على المحور الراسي فقد وجد أن المدى بين أدنى رقم وأكبر رقم أقل بكثير من نظيره المتمثل على المحور الأفقي، ومن أجل هذا قيس كل وحدتين من (سعر السلعة) بسنتيمتر واحد.

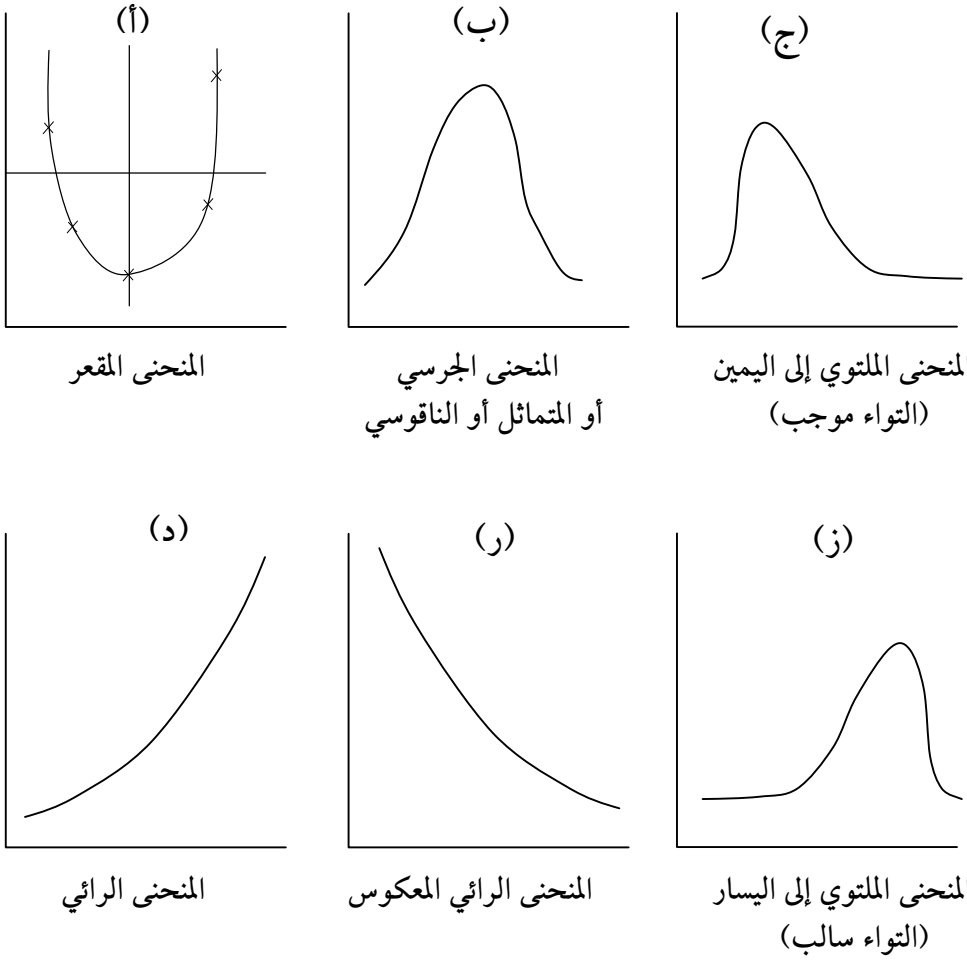
وبافتراض إعداد جدول للعرض والطلب يضم قيم مختلفة لسعر سلعة ما (في عمود)، وقيم الكميات المطلوبة (في عمود ثان) والكميات المعروضة (في عمود ثالث) التي يتم طلبها وعرضها عند كل مستوى سعري، وبأنه قد تم تمثيل القيم للمتغيرات الثلاث بيانيًا فسوف ينشأ من ذلك خط الطلب ط ط الذي يوضح وجود علاقة عكسية بين سعر السلعة والكمية المطلوبة من تلك السلعة. وخط العرض ع ع الذي يوضح وجود علاقة طردية بين سعر السلعة والكمية المعروضة عند كل مستوى سعر مقابل. وتتمثل نقطة التوازن بين العرض والطلب بنقطة تقاطع الخطين الممثلين لهما (و) حيث نلاحظ أنه عند السعر (7 وحدات سعرية)، تتساوى الكمية المطلوب، والكمية المعروضة (35 وحدة). وذلك يعنى أن السعر (7) هو السعر التوازني الذي يتحقق عنده التقاء وتساوى في الكميات المطلوبة مع الكميات المعروضة التي تتمثل برقم توازني موحد لهما.

(3) التمثيل بالمنحنيات Curves

ويحدث ذلك في حالة تمثيل العلاقات الدالة غير الخطية، بحيث يتمثل الشكل في منحيات إما محدبة أو مقعرة. وأقرب مثال يمكن ذكره في ذلك المقام هو ما يرتبط بالشكل السابق رقم (5) حيث يمكن أن يتبدل خطي الطلب والعرض بمنحنيا الطلب والعرض مع ملاحظة أن منحنى العرض دائمًا ما يأخذ اتجاه حرف الراء، وأن أي منحنى يمثل علاقة طردية بين متغيرين لابد أن يأخذ ذات الاتجاه الرائي، بينما يتجه منحنى الطلب دائمًا عكس اتجاه حرف الراء وينطبق ذلك على أي منحنى يمثل علاقة عكسية بين متغيرين.

وفيما يلي بعض الأشكال المختلفة لاتجاهات المنحنيات التي يمثل كل منها نوعًا مختلفًا من البيانات والعلاقات.

شكل (6) مجموعة من أهم أنواعه المنحنيات وأشكالها المختلفة



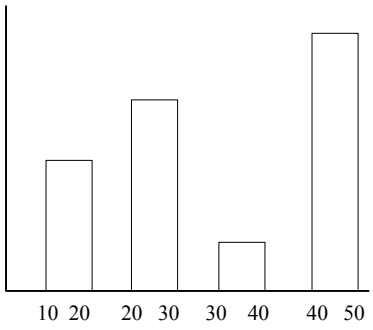
(4) التمثيل بالأعمدة Bar Charts

يمكن أن تستخدم هنا فئات (كل فئة تتكون من حد أدنى وحد أقصى للقيمة المناسبة) أو من مراكز فئات (بقسمة مجموع الحد الأدنى + الحد الأقصى على 2)،

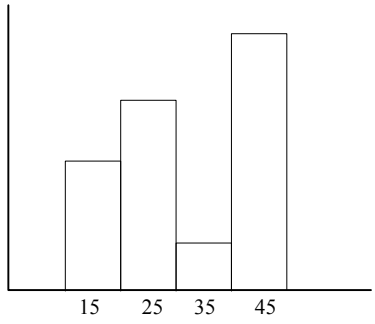
ويمكن أن يتم التمثيل بأعمدة متباعدة (أ) أو بأعمدة متلاحقة (ب)، ويمكن استخدام تكرارات عددية (عادة على المحور الرأسي) بينما يكون المتغير الممثل على المحور الأفقي عبارة عن متغير اسمي غير رقمي القيمة (ج)، ويمكن أن يستخرج من المدرج التكراري ما يسمى بالمضلع التكراري الذي يتمثل في شكل منحنى خطي كبديل للأعمدة التكرارية (د).

شكل (7) أشكال تمثيلية مختلفة باستخدام الأعمدة

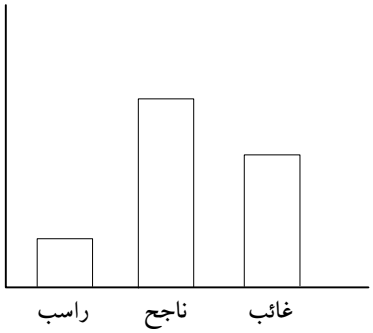
(أ) أعمدة متباعدة



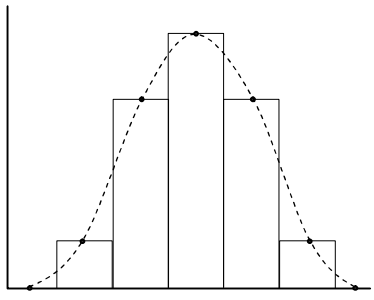
(ب) أعمدة متلاصقة



(ج) مشاهدات إسمية غير رقمية



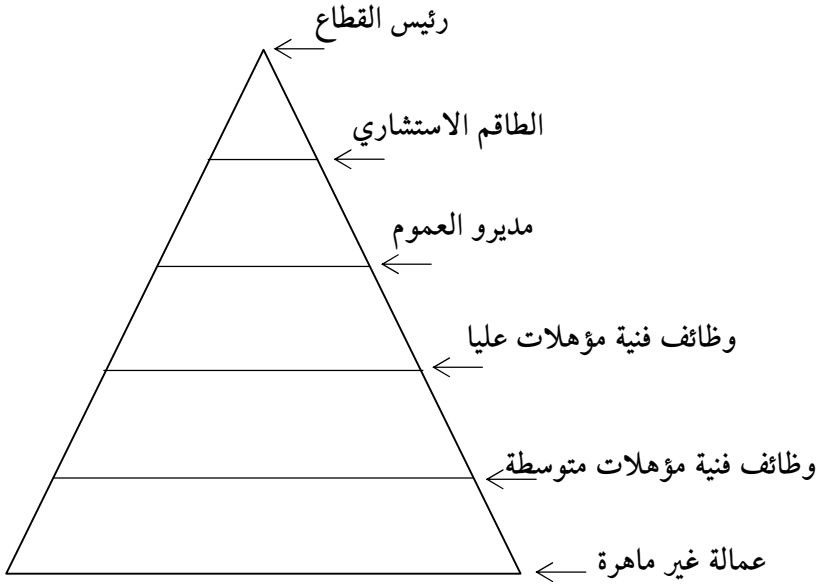
(د) المضلع التكراري
(خط بياني لتكرار الفئة المقابلة لمركز الفئة)



(5) التمثيل الهرمي Pyramide:

حيث يستخدم عادة لعرض فئات مختلفة الأهمية النسبية أو التواجد العددي.. إلخ وذلك مثل الهرم الوظيفي الذي يوجد على قمته على رتبة قيادية، وعلى قاعدته أدني الرتب المهنية، وذلك كما يتضح من شكل (8) التالي:

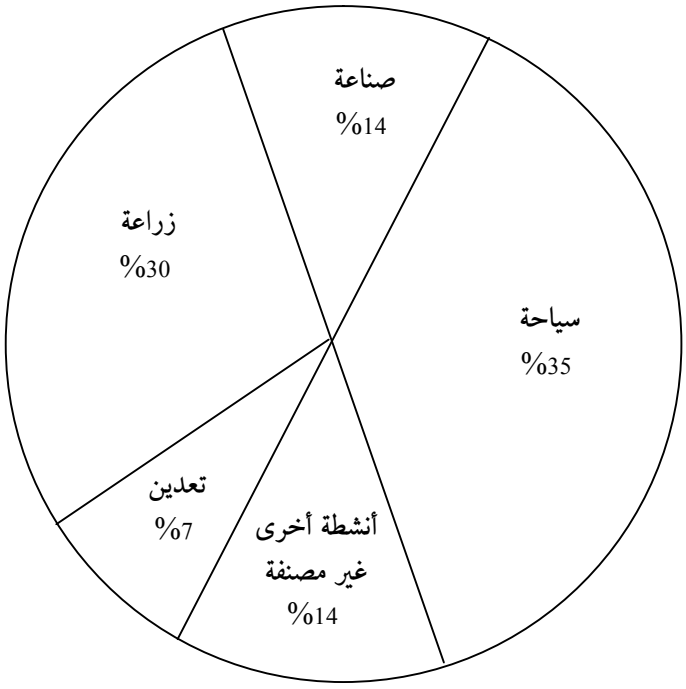
شكل (8) الهرم الوظيفي في مؤسسة ما



(6) الخريطة التوضيحية الدائرية (الرسم الدائري) Circle

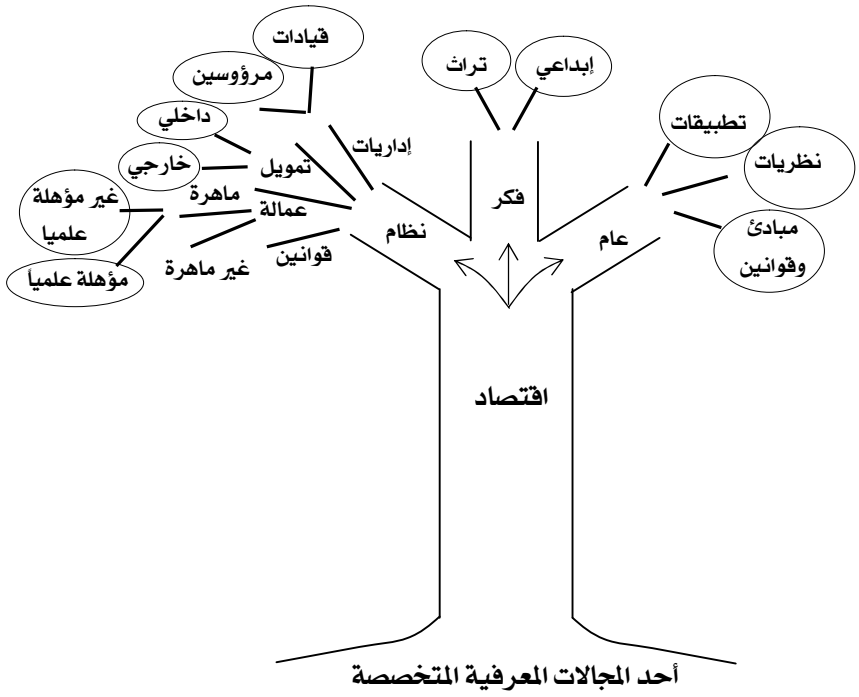
حيث تمثل الدائرة الإطار العام الذي يتم تقسيمه من الداخل إلى مساحات تمثل كل منها منطقة تأشيرية إلى حال معين أو توضيح بياني معين. مثل توضيح التوزيع النسبي للأنشطة الاقتصادية في دولة ما كما يتضح من الشكل التالي:

شكل (9) التوزيع النسبي للأنشطة الاقتصادية في مصر



(7) الشجرة التصنيفية Tree

ومن أهم استخداماتها توضيح البيانات أو المعلومات المتداخلة أو المتشابكة، وكمثال على ذلك بيان علم الاقتصاد وفروعه وتفرعاته المختلفة مثلما يتضح من الشجرة البيانية التصنيفية التالية:



ونفضل الاكتفاء بهذا الحد من عرض الأمثلة على الأشكال البيانية الشائع استخدامها كوسائل توضيحية علمية مختلفة؛ ولنذهب معاً إلى المحطة الأخيرة من مسيرتنا المنهجية، حيث نتعرف في الباب الرابع على كيفية توظيف كل ما سبق إنجازه في المراحل البحثية السابقة في تحليل وعرض النتائج والتعقيبات، مع توضيح الضوابط المرشدة لكيفية كتابة البحث أو الدراسة في شكله النهائي الملائم للتقديم وللتناول بين المجالات العلمية والمعرفية المتخصصة.