

عنوان الكتاب : مبادئ الإحصاء

المؤلف : عبد المنعم ناصر الشافعي

سنة النشر : ١٩٣٩

رقم العهدة : د ١٠٧٢٢

الـ ACC : ١٣٩٦٧

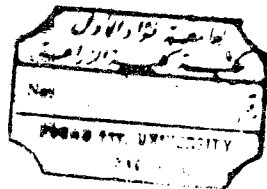
عدد الصفحات : ٣٨٠

رقم الفيـلم : ١٩

A.C 1497V

S  $\frac{C \text{ 251}}{1.4CC}$

2.2  
0.140



# مبادئ الأحصاء

للشيخ الأول

تأليف

عبد المنعم ناصر الشافعي

B. Sc. (Hons.); B. Com.; Ph. D.; F.S.S.

- بكالوريوس الشرف في العلوم الرياضية - بكالوريوس في التجارة
- دكتوراه في الفلسفة - زميل في الجمعية الملكية للاحصاء بلندن
- مدرس بكلية التجارة

[ حقوق الطبع محفوظة للمؤلف ]

تطلب من مكتبة الهيئة المصرية بالقاهرة

الطبعة الأولى

مكتبة الهيئة المصرية  
٤٠ شارع بوزاريات (سكان شارع الأوتو)

١٩٣٩

## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

المقصود من هذا الكتاب أن يكون مرجعاً سهلاً لطالب الإحصاء ، يحتوى على المبادئ الأولية والقواعد البسيطة التي يبنى عليها هذا العلم . ولم أقصد به التعمق في شرح الأسس النظرية والرياضية التي يتناولها البحث الإحصائي ، فأركا ذلك إلى فرصة أخرى . وقد حاولت ما استطعت أن أتجاشى التعرض لهذه المسائل ؛ وقد تجاهلتها عمدآ في بعض النقاط ، للتعفيف عن القارى المبتدىء .

وقد اجتهدت أيضاً أن أقتصد في استعمال الرموز الجبرية والطرق الرياضية ، فلم ألقأ إليها إلا حينما وجدتها أوضح بيانآ وأقصر تمبيرآ من غيرها ؛ وهذه البراهين الرياضية جعلتها في حواشى الصفحات ، بميدة عن صلب الكلام ، حتى لا تتطع على القارى تفكيره إذا اختار أن يهملها . ولذلك فإني أعتذر للقراء غير الميآلين إلى الرياضة عن إدخال هذا القدر اللزوم منها ، وإلى غيرهم إذا لم يجدوا كفايتهم منها . على أن ما يحتاج إليه القارى لفهم هذه البراهين لا يتعمد القواعد الجبرية البسيطة .

وسيرى القارى أنى استمعت بأفكار كثيرة اقتبسها من قراءتى للكتب الأنجليزية والأمريكية ؛ خصوصآ في موضوع الأرقام القياسية الذى شرحه الأستاذ ارفنج فيشر بإسهاب في كتابه المشهور عن الأرقام القياسية ، وفي موضوع الإرتباط عن الأستاذ ف . ميلز ، والمسترج . بول ، وغيرهم من العلماء الإحصائيين مثل كارل بيرسون وآرثر بولى ، في هذه الموضوعات وغيرها .

## الفهرس

صفحة

ب

هـ

٣	— مقدمة في نشوء علم الإحصاء وقائده	الباب الأول	فهرس او سظال
١١	— الطريقة الإحصائية	الباب الثاني	فهرس الجراول
٢٥	— طرق عرض البيانات الاحصائية وتنظيمها وتبويبها	الباب الثالث	
٤٦	— الرسوم البيانية ومعادلاتها التحليلية وتوفيق المنحنيات	الباب الرابع	
٨٤	— التوزيع التكرارى والمنحنى التكرارى	الباب الخامس	
١٣٧	— المتوسطات الاحصائية	الباب السادس	
١٨٣	— التشتت	الباب السابع	
٢١٢	— الارتباط البسيط ومقاييسه	الباب الثامن	
٢٦٢	— الارتباط . خطوط الانحدار المستقيمة والمنحنية	الباب التاسع	
٢٩٩	— الارتباط المتعدد والارتباط الجزئى	الباب العاشر	
٣١٣	— الأرقام القياسية — معناها وكيفية تركيبها	الباب الحادى عشر	
٣٣٦	— الأرقام القياسية — اختبارها وتعديها	الباب الثانى عشر	
٣٦٨	— الأرقام القياسية — اختيار أصلها	الباب الثالث عشر	
٣٧٨	— الأعلام والاصطلاحات الافرنجية		

وإذا كان هذا الكتاب أول اجتهاد فى هذا العلم باللغة العربية — وأغب  
ظنى أن هذا صحيح — فإنى أرجو أن أكون قد وقت بهذا المجهود المتواضع إلى  
قضاء حاجة شعرت بها حينئذ ، وكثيراً ما ألح على زملائى وتلاميذى للسمى فى  
قضاها ، فكانت تحول واجباتى الأخرى دون ذلك .

وإنى مدين بالشكر الوافر إلى حضرة محمد سمير إبراهيم افندى ، صديقى  
وتلميذى من قبل ، حيث قام بعمل الرسوم والأشكال الواردة فى هذا الكتاب ،  
وبذل فى ذلك عناية كبيرة حتى أخرجها على غاية من الإتقان والجمال . وكذلك  
أشكر حضرة عبد الله إبراهيم درويش افندى حيث قام بمراجعة حلول الأمثلة  
وحساباتها ، وقراءة الأصول وإبداء بعض الانتقادات المفيدة .

ولا يفوتنى أن أذكر مع وافر الشكر والثناء ما لقيته من رجال مطبعة مصر  
فى أثناء طبع هذا الكتاب من العناية والاهتمام ، حيث لم يدخروا وسعاً فى  
إخراجه على أحسن وجه ، رغم ما به من صعوبات فنية كبيرة .

الؤلف

عبد المنعم ناصر الشافعى

كلية التجارة

أول يناير سنة ١٩٣٩

رقم الشكل	البيان	صفحة
٢٩	شكل قطع مكافئ بواقع نقط معلومة	٨٢
٣٠	مدرج تكرارى أو هينوجرام	١٠٠
٣١	مدرج تكرارى ومضلع تكرارى	١٠٢
٣٢	المضلع التكرارى والمنحنى التكرارى توزيع درجات بعض التلاميذ	١٠٣
٣٣	المدرج التكرارى والمنحنى التكرارى توزيع أعمار بعض التلاميذ	١٠٤
٣٤	مدرج تكرارى لتوزيع ذى ثبات واسعة المدى	١٠٦
٣٥	مدرج تكرارى لتوزيع ذى ثبات مدها ستان	١٠٨
٣٦	هينوجرام ذو ثبات طول فترةها سنة واحدة	١٠٨
٣٧	منحنى تكرارى لتوزيع أعمار ٨٤٤١ شخصاً	١١٠
٣٨	منحنى تكرارى متماثل	١١١
٣٩	المنحنى التكرارى لأعمار التزوجين من الرجال ( العوالم )	١١٢
٤٠	منحنى تكرارى ملتو إلى اليمين	١١٤
٤١	منحنى تكرارى لتوزيع أعمار التزوجين من الإناث في مصر سنة ١٩٣٥	١١٥
٤٢	منحنى تكرارى ذو فرج واحد - أمين	١١٦
٤٣	المنحنى التكرارى لأعمار التوقيات ( بين عمر ٧٥ و ١٠٠ في ألمانيا سنة ١٩٣٠	١١٨
٤٤	المنحنى التكرارى المتجمع الصاعد لأعمار تليدياً	١١٩
٤٥	المنحنى التكرارى المتجمع التنازل لأعمار ١٧٣٩ تليدياً	١٢٢
٤٦	المنحنى التكرارى المتجمع الصاعد والمنحنى التنازل لأعمار ١٧٣٩ تليدياً	١٢٣
٤٧	منحنى تكرارى ذو قمين	١٢٧
٤٨	المنحنيات التكرارية لثلاث مجموعات مختلفة	١٢٧
٤٩	المنحنيات التكرارية لثلاث مجموعات مختلفة	١٢٧
٥٠	منحنيات تكرارية غير متماثلين ومنحنى المجموعة المركبة منهما	١٣١
٥١	منحنيات تكرارية قريبان من التماثل ومنحنى المجموعة المركبة منهما	١٣١
٥٢	منحنيات تكرارية متماثلان	١٣٢
٥٣	منحنيات تكرارية متداخلان جزئياً ومنحنى المجموعة المركبة منهما	١٣٣
٥٤	منحنيات تكرارية متداخلان ومنحنى المجموعة المركبة منهما	١٣٣
٥٥	منحنيات تكرارية متداخلان في القاعدة ومنحنى المجموعة المركبة منهما	١٣٥
٥٦	تعيين الموالم بالرسم من المنحنى التكرارى العادى	١٥٢
٥٧	تعيين الوسيط بالرسم من المنحنى التكرارى المتجمع	١٦٣
٥٨	إيجاد الريبين بالرسم من المنحنى التكرارى المتجمع	١٦٦
٥٩	منحنى تكرارى ملتو إلى اليسار التول موجباً	٢٠٥

## فهرس الأشكال

رقم الشكل	البيان	صفحة
١	إنتاج المنسوجات في مصر في السنين الأخيرة ١٩٣١ - ١٩٣٦ بملايين الأمتار المربعة	٢٦
٢	الصادرات والواردات المصرية بملايين الجنيهات في ١٩٣٢ - ١٩٣٦	٢٧
٣	عدد سكان القاهرة من ذكور وإناث في التعدادات ١٩٠٧، ١٧٠٠، ٢٧٠٠، ٣٧٠٠	٢٨
٤	أسر القطن في المدة ١٩١٥ - ١٩٣٢ بالنسبة إلى سنة ١٩١٣ كأساس	٢٩
٥	ازيادة والنقص في أسعار بعض المحاصيل في سنة ١٩٣٥ عنها في سنة ١٩١٣	٣٠
٦	تقسيم مصروفات المعيشة على الأبواب المختلفة في مصر وبريطانيا	٣١
٧	حصول القطن المصرى بالقناطر في السنين ١٨٣٠، ١٨٨٠، ١٩٣٠	٣٣
٨	عدد الواخر التي مرت بقناة السويس من سنة ١٨٧٠ إلى ١٩٣٠ ( ١٩١٣ = ١٠٠ )	٣٤
٩	بطاقة من ٣٦ عموداً مستعملة لأحصاء الأجور	٤٠
١٠	بطانة مشقوفة معدة للفرز أو التوبيج	٤١
١١	آلة لتشييب البطانات	٤٢
١٢	آلة كهربائية لفرز البطانات	٤٣
١٣	آلة كهربائية لتوبيج وعمل الجداول	٤٤
١٤	الاتاج المحلى من النسيج في مصر في ١٩٣٧ - ١٩٣٧	٤٧
١٥	الاتاج المحلى والمستورد من المنسوجات والقطن المستلك محلياً	٥٠
١٦	المستلك من القطن في المصانع المحلية - خط بيانى عادى	٥٣
١٧	المستلك من القطن في المصانع المحلية - على ورق نصف لوغاريتشى	٥٤
١٨	شكل تقسيم لوغاريتشى مزدوج	٥٥
١٩	صان حوالة السفن الإنجليزية المارة بقناة السويس	٥٧
٢٠	الخط البيانى لعلاقة ص = ٣ س + ٥	٥٩
٢١	شكل قطع مكافئ متماثل بالنسبة إلى محور ص	٦٤
٢٢	شكل قطع مكافئ محور تماثل يوازى محور ص	٦٥
٢٣	شكل منحنى مصادلة من الدرجة الثالثة	٦٦
٢٤	شكل منحنى الخطأ التباين	٦٨
٢٥	شكل منحنى تكرارى غير متماثل	٧٠
٢٦	توزيع خط مستقيم عام معادلة ص = م س + ب	٧٣
٢٧	توزيع خط مستقيم لنقط معلومة	٧٧
٢٨	خط مستقيم بواقع نقطاً معلومة	٧٩

فهرس الجداول

رقم الجدول	البيانات	صفحة
١	عدد المصانع بمدينة الإسكندرية في سنة ١٩٣٧	٣٧
٢	المنتج محلياً والمستورد من المسوجات والقطن المستهلك محلياً	٥١
٦٨	تيم من وقم ص = ٥ - ٤٤٣ من س = إلى س = ٣	٦٨
٧٠	تيم من وقم ص = ٢ - ٣ من س = إلى س = ١٠	٧٠
٧٦	جدول توفيق مستقيم ( نقطة الأصل في الطرف )	٧٦
٧٨	» » » » » ( الوسط )	٧٨
٨١	» » من الدرجة الثانية	٨١
٨٦	» توزيع أطوال مجموعة من الرجال	٨٦
٨٩	» تكرارى لتوزيع درجات تلاميذ في امتحان معين	٨٩
٩٠	التوزيع التكرارى للدرجات في جدول ع في ثلث مداها درجة كاملة	٩٠
٩١	التوزيع التكرارى السابق في ثلث مدى فترةها درجتان	٩١
٩٢	توزيع الملكية العقارية في مصر سنة ١٩٣٦	٩٢
٩٨	توزيع تكرارى لعدد البغال في مصانع القاهرة سنة ١٩٢٧	٩٨
٩٩	التوزيع التكرارى لأعمار ١٧٣٩ تليفاً	٩٩
١٠٦	توزيع أعمار ٨٤٤١ رجلاً في ثلث مداها ع سنين	١٠٦
١٠٧	توزيع أعمار ٨٤٤١ شخصاً في ثلث مداها سناتن	١٠٧
١٠٩	التوزيع التكرارى السابق في ثلث مداها سنة واحدة	١٠٩
١١٣	أعمار ١١٥٤٧ رجلاً تزوجوا من أنسبات في مصر ١٩٣٥	١١٣
١١٦	أعمار ١١٥٨٥٧ أنسة تزوجن من رجال عراب في مصر سنة ١٩٣٥	١١٦
١١٧	توزيع أعمار المتوفيات ( بين عمر ٧٥ و ١٩٣٠ ) في ألمانيا سنة ١٩٣٠	١١٧
١١٩	التكرارات المتجمعة لأعمار ١٧٣٩ تليفاً	١١٩
١٢١	التكرار المتجمع النازل لأعمار ١٧٣٩ تليفاً	١٢١
١٢٦	توزيع أعمار تلاميذ المدارس الأميرية المتقدمين للامتحانات العام في سنة ١٩٣٥	١٢٦
١٢٩	توزيع أعمار مجموعتين من التلاميذ في المجموعة المركبة منهما	١٢٩
١٤٤	إيجاد الوسط الحسابي لأعمار ١٧٣٩ تليفاً	١٤٤
١٤٥	إيجاد الوسط الحسابي بالطريقة المختصرة باستعمال وسط فرضي	١٤٥
١٤٧	إيجاد الوسط الحسابي لأعمار ١٧٣٣٣ عاملاً باستعمال الطريقة المختصرة	١٤٧
١٤٩	جدول تكرارى مفتوح من أعلى لتوزيع عدد البغال في مصانع القاهرة سنة ١٩٣٥	١٤٩
١٥٠	توزيع أعمار ١٧٣٩ تليفاً	١٥٠

رقم الشكل	البيان	صفحة
٦٠	منحن تكرارى ملئو الى العيين التوار سالياً	٢٠٦
٦١	العلاقة بين متوسط عدد الأطفال والعمر	٢٦٤
٦٢	شكل انتشار نقط على خط مستقيم	٢٦٦
٦٣	شكل انتشار نقط على خط منحن من الدرجة الثانية	٢٦٧
٦٤	خط انتشار هو نفس خط انتشار	٢٦٩
٦٥	خطا انتشار الأعمار وعدد الأطفال	٢٧٤
٦٦	منحن العلاقة بين كمية السباد والمحصول ، المحور الرأسى في الطرف	٢٨٥
٦٧	منحن العلاقة بين كمية السباد والمحصول ، المحور الرأسى في الوسط	٢٨٧
٦٨	الأرقام القياسية لأعمار الحرب بالنسبة إلى سنة ١٩٣٠	٣٢٩

رقم الجدول	البيانات	صفحة
٢٤	توزيع أعمار ٢٢٠٢ مائياً في ثلثات تكرارية مختلفة . . . . .	١٥٧
٢٥	التكرارات المتجمعة لأعمار ١٧٣٩ تليذاً . . . . .	١٦١
٢٦	إيجاد الانحراف المتوسط لأعمار ١٧٣٩ تليذاً . . . . .	١٨٨
٢٧	حساب الانحراف المعياري لأعمار ١٧٣٩ تليذاً من الجدول التكراري . . . . .	١٩٤
٢٧	حساب الانحراف المعياري لأجور ٧٤٣٣ عاملاً بالطريقة المختصرة . . . . .	١٩٧
٢٨	إيجاد الوسط الحسابي والتموال والوسيط والربيعين والانحراف المعياري لأعمار ١٣٤٤ تليذاً	٢٠٩
٢٩	حساب معامل الارتباط بين نسبة البطالة وقيمة الصادرات في إنجلترا . . . . .	٢٢٩
٣٠	د ( بطريقة أخرى )	٢٣٠
٣١	د باختيار وسط فرضي . . . . .	٢٣٣
٣٢	توزيع تكراري مزدوج لأعمار وعدد أطفال ٢٠٠ رجل . . . . .	٢٣٥
٣٣	إيجاد الوسط الحسابي والانحراف المعياري لأعمار الرجال في جدول ٣٢ . . . . .	٢٣٦
٣٤	إيجاد الوسط الحسابي والانحراف المعياري لعدد الأطفال من جدول ٣٢ . . . . .	٢٣٧
٣٥	حساب مثال الارتباط من جدول تكراري مزدوج باختيار وسطين فرضيين . . . . .	٢٤٠
٣٤٢	مجموعات التكرارات على الأنظار ذات الفروق المتساوية في جدول ٣٢ . . . . .	٢٤٢
٣٤٣	حساب الانحراف المعياري للفرق بين مرتبتين من جدول ٣٢ . . . . .	٢٤٣
٣٤٤	حساب الانحراف المعياري لمراتب من جدول ٣٢ . . . . .	٢٤٤
٣٤٤	حساب الانحراف المعياري لمراتب من جدول ٣٢ . . . . .	٢٤٤
٣٤٦	حساب معامل الارتباط بطريقة المجموعات القطرية . . . . .	٢٤٦
٣٤٦	مجموعات التكرارات على الأنظار ذات المجموع المتساوية في جدول ٣٢ . . . . .	٢٤٦
٣٤٧	حساب الانحراف المعياري لمجموع مرتبتين من جدول ٣٢ . . . . .	٢٤٧
٣٥١	حساب معامل الارتباط التقريبي بين نسبة البطالة وقيمة الصادرات في إنجلترا . . . . .	٣٥١
٣٥٦	جدول الاقتران بين الجنسية ونوع العمل . . . . .	٣٥٦
٣٥٨	توزيع ١٤٤ مدرسة حسب النوع والرتبة . . . . .	٣٥٨
٣٥٩	حساب معامل التوافق بين نوع المدرسة ورتبتها من جدول ٤٢ . . . . .	٣٥٩
٣٨٦	توفيق منح من الدرجة الثانية وحساب دليل الارتباط . . . . .	٣٨٦
٣٩٤	توزيع تكراري مزدوج لأعمار الرجال وأعمار زوجاتهم . . . . .	٣٩٤
٣٩٥	حساب الانحراف المعياري لأعمار الزوجات . . . . .	٣٩٥
٣٩٦	حساب الانحراف المعياري لمتوسطات أعمار الزوجات . . . . .	٣٩٦
٣١٦	أسعار محاصيل القطن والقمح والقول والشعير في سني ١٩٣١ و ١٩٣٥ . . . . .	٣١٦
٣١٨	كميات محاصيل القطن والقمح والقول والشعير في سني ١٩٣١ و ١٩٣٥ . . . . .	٣١٨
٣٢٧	أسعار بعض الحبوب المصرية في السنين ١٩٣٠ - ١٩٣٥ . . . . .	٣٢٧
٣٢٧	منايب أسعار الحبوب في جدول ٥٠ . . . . .	٣٢٧
٣٢٨	أنسب أسعار الحبوب في جدول ٥٠ . . . . .	٣٢٨

## مبادئ الإحصاء



# الباء والأهراء

## مقدمة

١ - الإحصاء علم يبحث في طريقة جمع الحقائق الخاصة بالظواهر العلمية والاجتماعية ، وكيفية تسجيلها في صورة قياسية رقمية ، وتلخيصها بطريقة يسهل بها معرفة اتجاهات هذه الظواهر وعلاقات بعضها ببعض ؛ ويبحث أيضاً في دراسة هذه العلاقات والاتجاهات ، واستخدامها في تفهم حقيقة الظواهر ومعرفة القوانين التي تسير تبعاً لها .

٢ - والإحصاء ، بمعنى الحصر والعد ، فكرة قديمة يرجع منشأها إلى عهد بعيد في تاريخ المدنية الإنسانية . ويظهر أن أول من قام بتطبيق هذه الفكرة واستخدامها في تدير سياسة الدول هم قدماء المصريين ، حيث قام بناء الأهرام بعمل تعداد لسكان مصر وثروتها ، واستخدموا النتائج في تنظيم مشروع البناء . وكذلك عمل رمسيس الثاني تعداداً آخر للسكان تمهيداً لعملية إقطاع الأراضى وتوزيمها على السكان بطريقة عادلة . وفي المصور الوسطى نجد أن الملوك ورؤساء القبائل ، ومن بينهم الخليفة المأمون ، قاموا بمثل هذه العملية بين حين وآخر ليتعرفوا عدد ما لديهم من الرجال ومقدرتهم على الدفاع عن أوطانهم أو مهاجمة الغير .

الاحصاء كالم  
بحث في جمع  
الحقائق  
الخاصة  
بشؤون الدولة

٣ — وعندما تدرج الإنسان في مدنيته، وتمددت مرافق الحياة، أصبحت مشاكلها أكثر تعقيداً، واستخدمت فكرة الإحصاء بالتدرج في نواح كثيرة؛ وكانت في كل حالة مساعداً كبيراً في الاهتمام إلى حقيقة الأمور واتجاهات جميع الظواهر الاقتصادية والاجتماعية والعلمية البحتة. وكان استخدام الإحصاء في المبدأ مقصوراً على الأعمال الخاصة بشؤون الدولة، كما بدل على ذلك الأصل اللغوي في اسم هذا العلم وهو بالإنجليزية (Statistics) بناؤه (Stat-ist-ics)، وهو مشتق من كلمة (State) أي « الدولة »، ومعناه « مجموعة الحقائق الخاصة بشؤون الدولة ».

استخدام  
الاحصاء في  
البيانات  
العلمية  
والشؤون  
الحامسة

٤ — ولم يلبث أن انتشر استخدام هذا العلم في نواح مختلفة، وتبينت فائدته كطريقة سليمة من طرق البحث العلمي الدقيق. ولم يقتصر تطبيقه على النواحي التي تهتم بها الحكومات في تدبير سياستها وتصريف شؤونها العامة، بل تمدها إلى جميع الظواهر الاقتصادية والاجتماعية والعلمية البحتة، وكذلك شؤون الأفراد والهيئات الخاصة التي لا تمت للحكومة بصلة ما.

الاحصاء الآن  
علم مستقل، له  
نظرياته  
وقواعده

٥ — وكان مما ساعد على سعة تطبيق هذا العلم ونشر تعاليمه أن توفر على دراسته عدد كبير من العلماء التابعين، فبحثوا نظرياته وبنوها على أسس علمية صحيحة، وهدبوا طرقه العملية على ضوء هذه النظريات، والخبرة العملية التي اكتسبوها من أبحاثهم. وكان من بين هؤلاء بعض فحول الرياضيين، مثل عائلة برنولي، وفردريك جاوس الألماني، ولابلاس الفرنسي، وكتيليه البلجيكي، وجولتون الإنجليزي؛ وفي وقتنا الحاضر لا ينسى فضل كارل بيرسون، وأرثر بولي، وأدني بول في إنجلترا، وإرفنج فيشر في أمريكا<sup>(١)</sup>، وغيرهم في البلاد الأخرى. وهؤلاء الحديثون قد تفرغوا لدراسة علم الإحصاء، واستنباط نظرياته، وكشف غوامضه، وتطبيق هذه النظريات في العلوم الاقتصادية والاجتماعية والعلوم

Bernoulli; F. Gauss; Laplace; Quetlet; F. Galton; Karl Pearson; (١) A. Bowley; U. Yule; Irving Fisher.

الطبيعية والحيوية. وفضل هذه الجهود قد تكونت لدينا الآن ثروة عظيمة من النظريات العلمية والطرق العملية، يتكون منها علم مستقل جليل الشأن، يشغل به عدد كبير من كبار العلماء، وتتميز هذه الثروة العلمية كل يوم بأبحاثهم المتواصلة، وأبحاث تلاميذهم.

كان الاحصاء  
في مبدأ نشأته  
لا يستخدم  
الطريقة الرقمية

٦ — كان علم الإحصاء في بداية نشأته الحديثة يعني فقط جمع البيانات التي تهتم الحكومة؛ وكان التأمون بهذا العمل يهتمون بحفظ هذه البيانات وتسجيلها في دفاتر الحكومة بحيث يمكن الرجوع إليها واستخدامها للاهتمام بها في تصريف أمور الدولة ورسم سياستها. ولم يراع في مبدأ الأمر أن يكون تسجيل هذه الحقائق بطريقة رقمية كما هو المشاهد في الإحصاء الذي عهدنا به الآن، بل كان هذا التسجيل يقتصر على وصف تلك الحقائق بالكلمات العادية بدون الاتجاه إلى استخدام الأرقام لتحديد هذه الأوصاف تحديداً دقيقاً. وربما كانت أول خطوة في هذا الاتجاه هي التي اتخذها آنكرسون (Ankerson)<sup>(١)</sup> المؤرخ الدانيمركي، حيث رسم جدولاً يبين حالات بعض المالك الأوروبي في كتاب نشره في سنة ١٧٤١ عن خمس عشرة دولة. ولم يستعمل آنكرسون الأرقام في هذا الجدول بالذات، بل كان يضع أوصافاً لفظية أمام كل مملكة في الجدول؛ ولكن على كل حال كانت الخطوة التالية لهذه سهلة، وهي استخدام بعض الأرقام للدلالة على صفات معينة.

استخدام  
الطريقة الرقمية  
وظهور علم  
الحساب  
السياسي في  
القرن ١٧ بعد  
الانحياز

٧ — بعد ذلك ظهرت بالتدرج أفضلية استخدام الطريقة الرقمية للدلالة على الظواهر التي كان يطلب مراقبتها وتسجيل أحوالها، لما فيها من تمام الوضوح ودقة التعبير — وبذلك عم استخدام الأرقام. وكانت الظواهر المختلفة تقاس كماً ويعبر عن مقاييسها بأعداد حسابية. ومن ثم أخذ الإحصاء شكلاً جديداً عبر عنه الانحياز في القرن السابع عشر بالحساب السياسي أي (Political Arithmetical)

(١) انظر (Westergaard, "Contributions to the History of Statistics" 1932, p. 12)

وكان هذا يتناول عدد المواليد وعدد الوفيات ، وعدد السكان ، ومقدار ثروتهم ودخلهم ، ومقدار الضرائب المتحصلة ، ومقدار الناتج من المحاصيل المختلفة ، وهكذا . وكان المشتغلون بهذا الفن في ذلك الوقت يأملون الوصول بواسطته إلى معرفة مقدرة المالك المختلفة على الانتاج أو الحرب مثلا إذا هم قارنوها بمملكة معينة عرف عدد سكانها وكيفية محصولها ودرجة خصبها .

٨ - ولما أخذ علم الاحصاء هذا الشكل الجديد ، كان من السهل الاستماعة بالنظريات الرياضية في تفهم مسائله وشرح ما غرض منها ، وتحليلها للوصول إلى حقيقتها . وقد ساهم في ذلك العلماء دانيال برنولي وفرديريك جاوس ولاپلاس بقسط كبير ( من سنة ١٧٠٠ إلى ١٨٢٠ ) خصوصاً في تطبيق نظرية الاحتمالات على المسائل الاحصائية . واستنباط القوانين الاحصائية المبنية على هذه النظرية . والحقيقة أن استخدام هذه النظريات الرياضية والناتج المبنية عليها أكسب الاحصاء صبغة علمية ، وحصل منه علماً مستقلاً محترماً ، وجذب إليه اهتمام العلماء ؛ فأنشأوا جمعيات علمية للاحصاء في البلاد المختلفة ، وعقدوا مؤتمرات دولية لمناقشة مسائل هذا العلم ، وأصدروا المجلات العلمية مملوءة بالأبحاث الجديدة فيه . وفي أوائل القرن الماضي أنشأت الحكومات أقساماً للاحصاء بوزارات التجارة والصحة ؛ وكذلك خصصت الجامعات أقساماً بها لدراسة هذا العلم وعمل الأبحاث فيه .

استخدام  
النظريات  
الرياضية في  
استنباط  
القوانين  
الاحصائية  
وتدعيم نتائجها

٩ - وكان طبيعياً أن يبحث هؤلاء العلماء وتلاميذهم عن تطبيقات لهذه النظريات ، فطرقوا ميادين متعددة ، بعيدة عن المجال الأصلي الذي نشأ فيه العلم ، ألا وهو شئون الدولة . وحصلوا في كل حالة على نتائج علمية خطيرة يؤيدها الواقع الملموس . وهذا مما ساعد على سعة انتشاره ، وبدد ما كلف

علم الاحصاء  
يطبق في بحث  
مسائل علمية  
كبيرة

عند بعض الناس من الشكوك في نتائجه ونظرياته ؛ فأقبلوا على طلبه واستيعاب قواعده ، واستخدموه في بحث المسائل العلمية المختلفة .

١٠ - ومن هذه النواحي الجديدة التي استخدم فيها علم الإحصاء نذكر استخدام الاحصاء في العلوم الطبية البحتة في تحليل مشاهدات أرصاد الكواكب والنجوم ، وكذلك المشاهدات الخاصة بأحوال الجو وتقلباته في علم المترولوجيا ، واستخدام النتائج الإحصائية في تحليل الظواهر الجوية واستنباط قوانينها ، وتطبيقها في التنبؤ بأحوال الجو .

وفي علم الأحياء ( البيولوجيا ) تستخدم الطرق الإحصائية في دراسة الأنجناس والصفات المختلفة من الحيوان والنبات ، ومعرفة خواص كل جنس ، التي تميزه عن غيره ، ومقدار اختلاف مفردات الجنس الواحد في أية خاصية معينة . فمثلاً نرى أن الذكور في الجنس البشري أطول قامة من الإناث في المتوسط ، مع أن الذكور فيما بينهم يختلفون في الطول إلى درجة ما ، وكذلك الإناث . أيضاً أن بعض أصناف القطن أطول تيلة من الأصناف الأخرى ، وأن هذا لا يمنع من أن لوزات الصنف الواحد قد تحتوي على شعيرات تختلف في طولها إلى درجة معينة - وكل هذه خواص تميز الأصناف بعضها من بعض .

وفي علم الوراثة كان علم الإحصاء من أهم العوامل في تقدمه وبناءه على أسس علمية متينة ، حيث يدرس العلماء العلاقات بين خواص الأب والابن في الحيوان والنبات بالطريقة الإحصائية ، ويمكن بذلك تمييز الصفات والخواص المتوارثة من المكتسبة ، وتحديد الظروف التي تحيط بعوامل الوراثة تحديداً دقيقاً لكل صفة أو خاصة . وباستخدام الطريقة الإحصائية يمكن دراسة أثر العوامل الوراثية بعضها في بعض ، ومعرفة أيها أشد أثراً من الآخر في التوريث . فمثلاً

نرى أن ضعف القوى العقلية في الإنسان صفة تنتقل بالوراثة بدرجة أشد من بعض أنواع الصمم ، كما يتبين لنا من إحصاء عدد الحالات التي تنتقل فيها كل من المعاهتين من الأب إلى الابن بطريق الوراثة .

وقد استخدم علماء النفس الطرق الإحصائية في قياس ذكاء الأشخاص والتمييز بين المجموعات المختلفة من الأجناس البشرية ، وفي دراسة العلاقة بين ذكاء الشخص ومهارته في بعض النواحي دون الأخرى ؛ وأمكنهم بواسطتها أيضاً دراسة تأثير البيئات المختلفة في الأخصاء وسرعة نضوجهم العقلي . ومن البارزين في هذا الميدان الأستاذ سبيرمان (Spearman) في جامعة لندن .

١١ - وفي ميدان العلوم الاقتصادية يعتبر علم الإحصاء بمثابة أحد العناصر في العلوم الاقتصادية يرجع إلى زمن بعيد النظريات ليتبينوا صلاحيتها لتفسير الظواهر الاقتصادية والاجتماعية المشاهدة في الواقع . فبواسطة عمل إحصاءات التجارة الخارجية مثلا يمكن دراسة تأثير الضرائب الجمركية على الإنتاج الداخلي ، وعلى مستوى الأسعار . ويعمل إحصاءات عن كمية النقد المتداول وكمية الائتمان ، يمكن درس حالة الأسعار وما يتبعها من رواج في التجارة ونشاط في الأعمال .

١٢ - أما في دوائر الأعمال المالية والصناعية والتجارية ، وخصوصاً في الأعمال ذات النطاق الكبير ، فنجد البيانات الإحصائية هي المرشد الأول الذي يهتدى به المشتغلون بهذه الأعمال في رسم خططهم المالية أو الصناعية أو التجارية ؛ وهم يهتمون بها جدا ولا يبخلون في الإثاق عليها ، لأنهم يعتبرون الإحصاءات بمثابة « ترمومتر » يقيس لهم التغيرات التي تحدث ويسجلها بدقة . فنجد الماليين مثلا يعنون بالإحصاءات التي تدل على حركة النقد وكمية الائتمان وكمية المصدر من

الأوراق المالية الجديدة والقروض ونحو ذلك ، حتى يكونوا على بينة بمجاله السوق المالية ، فلا يؤخذوا على غرة .

وكذلك المنتج يراقب الإحصاءات عن كمية المنتج والخزون من السلع التي يشتغل بها ، وكذلك عن المواد الخام التي ينتظر أن يحتاج إليها ؛ ومن ناحية أخرى يراقب إحصاءات البيع والتصريف ، ويتفحصها ليرى مواطن الضعف فيتلافها ، ويوازن بين كمية الإنتاج والتوزيع .

وفي الأعمال التجارية يهتم أصحابها بإحصاءات الأسعار وحركتها هبوطاً وصعوداً ، وكذلك كمية المعروض من السلع والمطلوب منها ، وقوة الجماهير على الشراء ، والسعى في استغلال هذه القوة الشرائية وتوجيهها بقدر الإمكان نحو شراء سلهم .

١٣ - وفي العلوم الاجتماعية والسياسية تستخدم الإحصاءات كأداة لقياس درجة رفاهية الشعب ورفق مستوى معيشته وثقافته . فنجد المشتغلين بهذه المسائل الاجتماعية يجمعون البيانات الإحصائية لمعرفة مستوى الأجور وتقدير الثروة الأهلية ؛ وبواسطة هذه البيانات ومقارنتها بالبيانات المعروفة عن أسعار الحاجيات تقدر القوة الشرائية للسكان ، وكمية ما يستهلكونه من الأشياء ؛ ويعرف مستوى معيشتهم . وكذلك تجمع البيانات الإحصائية للدلالة على الحالة الصحية للسكان والتعلم والبطالة وغير ذلك من المسائل الاجتماعية الخطيرة .

١٤ - وفي جميع هذه العلوم كثيراً ما يعرض للباحث بعض المسائل المعقدة حيث يلتبس عليه الأمر ، فلا يعرف أي العوامل أو الظواهر أقرب صلة بالموضوع الذي يبحث فيه وأنها أتمراً فيه ؛ فيلجأ إلى تحليل البيانات الإحصائية والنتائج المستنبطة منها ، ويهتدى بذلك إلى تعيين النقط الأساسية ، فيوليها اهتمامه ويعنى

استخدام الإحصاء في المسائل الاجتماعية

الإحصاء يساعد على تحديد النقط الأساسية التي تستلزم البحث والمعالجة

الإحصاء في العلوم الاقتصادية يرجع إلى زمن بعيد

الإحصاء في دوائر الأعمال الخاصة

ببحثها وملاحظتها دون غيرها ، وبذلك يحرص بحثه في دائرة ضيقة ، فيكون مشمراً ومؤدياً إلى أحسن النتائج .

## الباب الثاني

### الطريقة الإحصائية

١٥ - تكلمنا في الباب السابق عن تعريف علم الإحصاء ، ومنشأ فكرته وتطورها ، والمكان الذي يشغله هذا العلم بين العلوم في الوقت الحاضر ، وعن استعماله في العلوم الاقتصادية والطبيعية ؛ وسنتكلم في هذا الباب وما يليه عن الطريقة التي يستخدمها هذا العلم في المسائل التي يعالجها .

١٦ - تبدأ عملية الإحصاء بمشاهدة الظواهر التي نبحثها في الظروف المختلفة - مكانية كانت هذه الظروف أو زمانية - وتسجيل هذه المشاهدات بطريقة يسهل بها الرجوع إليها وتحليلها واستنباط القوانين التي تسيطر عليها الظواهر التي نبحثها . فإذا أردنا مثلاً أن نعرف ما يحمله نبات القطن من اللوز ، فإننا نأخذ بعض النباتات في حقل ما ونلاحظ ما يحمله كل واحد من اللوزات . ثم ننقل إلى حقل آخر ونأخذ غيرها ونلاحظ ما يحمله هذه من اللوز . والسكى يكون عندنا فكرة أصح نلاحظ نباتات من أصناف مختلفة من القطن . وأحسن من ذلك أيضاً أننا نكرر هذه الملاحظات في محاصيل أعوام مختلفة وأراضٍ مختلفة ، حتى يكون حكمنا أقرب ما يكون إلى الصحة . وهكذا نشاهد الظاهرة التي نبحثها في ظروف مختلفة ، وندون ملاحظتنا عنها .

### المراجع

- BOWLEY, A. L., *Elements of Statistics*, Chapter 1.  
CONNOR, L. R., *Statistics in Theory and Practice*, Chapter 1.  
KING, W. I., *Elements of Statistical Method*, Chapter 1.  
MILLS, F.C., *Statistical Methods*, Chapter 1.  
SECRET, H., *Introduction to Statistical Methods*, Chapter 1.  
WESTERGAARD, H., *Contributions to the History of Statistics*.

عملية الإحصاء تبدأ بملاحظة الظواهر التي نبحثها وجمع الحقائق عن أحوالها

١٧ - والطريقة المتبعة في الإحصاء هي - كما يدل عليها الاسم العربي - طريقة العدّ . ففي كل أبحاثنا الإحصائية نمر عن مشاهداتنا للظواهر تمبيراً رقمياً ، ونسجل هذه الملاحظات في صورة رقمية . ففي المثال الذي تقدمناه في البند السابق نمدلوزات القطن التي يحملها كل نبات ؛ كما أننا في إحصاء السكان نمد الأشخاص المقيمين في كل جهة من جهات المملكة ؛ وفي إحصاءات العمل نمد العمال المشتغلين في كل صناعة وعدد العاطلين أيضاً ، وهكذا . وعملية العدّ هذه هي خطوة أساسية في الأعمال الإحصائية ، مما جعل بعض الناس يعرف علم الإحصاء بأنه علم العد ( Science of Counting ) ؛ ولكن هذا تعريف فاصر لابي للمعنى ، وذلك لأن عملية المد ما هي إلا العملية الابتدائية . ومع أنها خطوة أساسية في العمل فإنها ليست كل شيء ، كما سيتضح لنا فيما يلي .

عملية العد  
في الإحصاء  
هي العملية  
الابتدائية ؛  
الإحصاء ليس  
إحصاء علم عد

١٨ - وهذه الحقائق التي نجمعها عن الظواهر التي نريد بحجبها ونسجلها في صيغة رقمية ، نسميها **البيانات الأولية** ( Primary Data ) التي نستخدمها في البحث للوصول إلى الحقيقة . وهذه البيانات تكون بأيدينا بمثابة المواد الأولية بيد الصانع ؛ فهو يعالجها ويهذبها حسب ما تقتضيه قواعد حرفته ؛ ويخرج منها سلعة جديدة قد تختلف كل الاختلاف في شكلها وتركيبها عن المادة المشتقة منها . وكذلك الإحصائي ؛ فهو يعالج هذه البيانات الأولية ، بالتحليل أو التركيب ، ويستخرج منها بيانات ثانوية يستعملها في أبحاثه . ففي مسألة القطن التي ذكرناها مثلاً تأتي بالبيانات الأولية عن عدد اللوز وعدد الشجيرات التي وقتت تحت ملاحظتنا ، ومساحة الأراضي المزروعة . ومن هذه المعلومات الأولية يمكن استخراج متوسط عدد اللوزات التي يحملها كل نبات ، ويمكن أيضاً معرفة متوسط عدد الشجيرات المزروعة في وحدة المساحة في كل قفل ، ومتوسط غلة القطن

البيانات  
الأولية

من الحصول . وبواسطة هذه البيانات الثانوية يمكن دراسة العلاقة بين كثافة الزرع وعدد اللوز على الشجيرات ، وحصول القطن من القطن الشجر . وقد تستعمل هذه العلاقة بمد دراستها ومعرفة حقيقتها في دراسة أخرى أكثر تعمقاً ، وهكذا .

١٩ - ولا ينبغي أن الخطوات والطرق الفنية التي تستخدم في الحصول على المعلومات الثانوية تختلف عن الطرق المتبعة في جمع المعلومات الأولية ، إذ هما مسألتان مختلفتان شكلاً وموضوعاً ؛ والصعوبات التي تعترضنا في جمع البيانات الأولية تختلف تلك التي تصادفنا في تلخيص هذه البيانات أو تركيبها لاستخراج البيانات الثانوية . فنجد جمع الحقائق الأولية مثلاً يجب أن تنفق على الوحدة التي نستعملها في العد ، ونمين الأشياء التي يتناولها العد ، والمصادر التي نعتمد عليها في إمدادنا بهذه المعلومات ، والنظام الذي تتبعه في جمعها ، وهكذا . أما في تركيب هذه البيانات أو تحليلها فالصعوبة هنا من الوجهة النظرية والحسابية .

فإذا أردنا مثلاً أن ندرس مستوى الأسعار العام في بلد ما ، نبدأ بجمع البيانات الأولية عن الأسعار ؛ ولهذا يجب أولاً أن نحدد أي السلع التي نجمع أسعارها ، ثم الوحدات التي نستخدمها في بيان الأسعار ، ثم الهيئات أو الأشخاص الذين نلجأ إليهم في معرفة هذه الأسعار ، وكيفية إرسالها منهم إلينا لتصلنا في مواعيد معينة ، وهكذا .

أما في تلخيص هذه البيانات الأولية بعد ورودها ، فالمسألة حينئذ تنحصر في كيفية تركيب هذه البيانات لتنتج لنا الملخص المطلوب عن مستوى الأسعار ، بحيث يكون ممثلاً عادلاً لحالة السوق ، يأخذ في الاعتبار السلع المختلفة ، كل منها حسب أهميته . وبعد الاتفاق على هذا ، واختيار الصيغة الملائمة ، تصادفنا بعض

الطريقة التي  
تتبعها في جمع  
البيانات  
الأولية وفي  
استخراج  
المعلومات  
الثانوية تختلف  
عن بعضها

الصوبات في الأعمال الحسابية التي ربما تجعل العمل مرهقاً يكلفنا فوق طاقتنا . وكل هذه صوبات تختلف في طبيعتها وطرق معالجتها عن الصوبات الأولى . وسنتقصر في هذا الباب على دراسة المبادئ التي تنبئها في جمع البيانات الأولية ، ونؤجل النظر في كيفية معالجة هذه البيانات واستخدامها في دراستنا للظواهر التي نبحثها إلى الأبواب التالية .

حسبان نحدد المسائل التي تزيد بحثها والظواهر التي تتصل بها ثم نجمع البيانات على هذا الأساس

٣٠ — من البدهي أننا عند دراسة ظاهرة معينة نحدد ، بقدر الإمكان ، مجال البحث حتى يكون منتجاً ، ونقتصر في دراستنا على الظواهر التي لها علاقة بالمسألة التي نبحثها بالذات ؛ وهذه نشرع في ملاحظتها وبتريك غيرها جانباً . ومما يساعدنا في ذلك تحديد المسألة التي تواجها بالذات ، ومعرفة الغرض الذي نرى إليه بعمل هذا البحث . فإذا أردنا مثلاً عمل تقدير لحصول القطن المصري هذا العام ، فالعناصر الأساسية في هذا الموضوع هي ، بلا شك ، مجموع المساحات المزروعة قطناً في جميع أنحاء القطر ، وتقسيم هذه المساحات حسب الأصناف المختلفة من القطن والجبهات ، وحالة الزراعة في هذا العام بالذات — من حيث التبيكير والتأخير مثلاً ، ومن حيث الجور وتأثيره ، ومن حيث الآفات وشدة وقعها والنجاح في مكافحتها والتغلب عليها . وبدهي أن هذه هي العناصر التي لها علاقة بالحصول وتؤثر في مقداره ؛ وكل ما عداها فهو إما لا علاقة له بالحصول أو ذو علاقة بعيدة أو غير مباشرة ، ولا يمكن أن يكون له أي تأثير محسوس .

٣١ — وربما لا تكون هذه الخطوة الابتدائية سهلة كما تبدو في المثال الذي أخذناه ، خصوصاً في المسائل المعقدة حيث لا نعرف بسهولة أي العناصر ذو صلة قريبة أو بعيدة بالظاهرة التي ندرسها ، ونحتاج إلى تفكير طويل قبل الاهتداء إلى تعيين النواحي التي نبحث فيها ونجمع عنها البيانات . فلو أردنا مثلاً دراسة موضوع

أحبنا نأصعب تحديد العناصر المتصلة بالموضوع فعمل دراسة تعبدية لغيرتها

البطالة بين العمال بقصد الاهتداء إلى حل يخفف وطأتها أو يمحوها ، فقد يظن البعض أن الظاهرة الأكثر اتصالاً بها هو مستوى الأجور ؛ ويقول آخر مستوى الأسعار ، أو كمية النقد ، أو كمية الإنتاج ، أو حركة التصدير ، وهكذا . وفي مثل هذه الأحوال يتعين علينا دراسة هذه الظواهر مجتمعة أو منفردة ، وأثر كل واحدة منها ، حتى تبين أيها تتصل بموضوعنا ، فنخصصها بالعناية والدرس ونهمل ما عداها .

٣٢ — قلنا إن البحث الإحصائي يبدأ بعملية العد . وبدهي أن هذه العملية عملية العد تتطلب تعيين وحدة واحدة منها ، والدلالة على هذا العدد بواسطة الأرقام الحسابية المعروفة ؛ كما لو أراد شخص أن يعد ما لديه من النقود فهو يعبر عن هذه الكمية بدلالة القرش والجنيه كوحدة .

فلاجراء عملية العد ، إذاً ، يجب أن نتفق أولاً على وحدة ، ثم نبحث عن عدد ما يحتويه الشيء المحدود من هذه الوحدات . والأصل في الوحدات التي تضاف إلى بعضها لتكون شيئاً معيناً ، أن تكون كلها متماثلة متشابهة متساوية من جميع الوجوه ، أو كما يقول الرياضيون « متطابقة » ؛ فنحن مثلاً لا نضيف وحدات من البرتقال إلى وحدات من المنجه ، وإن كنا نتجاوز أحياناً ونضيف عدد صناديق البرتقال على عدد صناديق اليوسفي المصدرة إلى الخارج على اعتبار أنهما « صادرات مواج » . ومع أن كثيراً منا يعتقد أن « للذكر مثل حظ الأنثيين » ، فهم لا يفضون كثيراً ولا قليلاً إذا قيل لهم إن تعداد القطر المصري سنة ١٩٣٧ كان ١٥٠٤٠٤٠٥٣٥ نسمة ، حتى ولو كان من السكان ٧٠٩٤٧٠١٩٣ ذكوراً و٧٠٩٥٧٠٣٣٢ إناثاً . والحقيقة أننا نكلف الأشياء ضد طبيعتها إذا تطلبنا أن تكون الوحدات متساوية تماماً قبل أن نعدنا سوياً . فمن ذا الذي رأى شيئاً

الوحدات الحسابية مفروض أنها متطابقة

متساويين من جميع الوجوه ؛ فيجب ، إذاً ، أن تتجاوز عن الفروق البسيطة التي نشاهدها بين المردات التشابهية ونمتبرها وحدات متساوية للسهولة ، ونضيفها إلى بعضها أو نطرحها ، كما نجتمع ونطرح الأعداد في عملياتنا الحسابية العادية .

٣٣ - وهذا التجاوز أزم ما يكون في عملية المدّ في علم الإحصاء ، لأن البحث الإحصائي يتناول دائماً المجموعات الكبيرة المكونة من مفردات كثيرة العدد ، ويعتمد في أحكامه ونتائج على أنها تستنبط من دراسة عدد كبير من الحالات ومجموعات تستعمل على مفردات كثيرة . ولذلك لا يهتم الإحصائي بالمفردات ومماها في ذاتها ؛ ولا ينظر إليها إلا من حيث أنها تكون مجموعة معينة ، لها خواص ويميزات معينة ، ربما لا تكون ظاهرة بوضوح في بعض المفردات ، أو تكون بعض المفردات شاذة نوعاً عن المجموعة . والسبب في وجهة النظر هذه - وهي أساسية في البحث الإحصائي على العموم - أن المفردات في كل مجموعة تكون كل واحدة منها ، بحكم انفرادها ، واثمة تحت تأثير ظروف خاصة ؛ وهذه الظروف تؤثر في هذه المفردة تأثيرات مختلفة كما وكيفا . فلو كنا نبحث مقدار ما ينتجه شجر البرتقال من الثمر مثلاً ، لا تقتصر على معرفة ما تنتجه شجيرة معينة ، لأنها قد تكون غرست عفاً في تربة غنية بالغذاء ، أو بالعكس تكون انتابها آفة دون غيرها ، لسبب طاريء ، وهكذا . والحقيقة أن علم الإحصاء لا يبحث في دراسة الأفراد لذاتها ؛ وإنما يقصد منه دراسة المجموعات ومعرفة خواصها ويميزاتها - وذلك باستقراء مفرداتها وإبراز صفاتها المشتركة التي تميزها ، كمجموعة ، عن سائر المفردات والمجموعات الأخرى .

في علم الإحصاء  
تنظر فقط  
إلى المجموعة  
ولا تهتم  
بالمفردات  
كالفرقة بين  
عن المجموعة

٣٤ - والباحث الإحصائي الموفق يمكنه أن يميز بسهولة - حسب خبرته وقوة ملاحظته - بين الفوارق الظاهرية التي يشاهدها بين المفردات التي تقع تحت

يجب تقسيم  
المجموعة إلى  
أجزاء متجانسة  
قبل عددها

ملاحظته فيتنافى عنها ، والفوارق الحقيقية بين هذه المفردات فيأخذها في الاعتبار ؛ ونقسم المفردات إلى مجموعات على أساس هذه الفوارق . فن يبحث في أجور مجموعة كبيرة من العمال مثلاً ، وربما نجد بعض هؤلاء العمال يشتغلون في حرف فنية والبعض الآخر يشتغلون في أعمال عادية ؛ ولعلهم بأن هذا الفارق له دخل كبير في تحديد الأجور فهو يقسم هؤلاء العمال إلى مجموعتين ، ويبحث أجر كل منهما على حدة ؛ وذلك على اعتبار أن أفراد المجموعة الأولى يخالفون أفراد المجموعة الثانية ، ولا يصح إضافة هؤلاء إلى هؤلاء كوحدة متساوية . وكذلك من يبحث في طول شعيرات القطن ، وأحضر لهذا البحث عدداً كبيراً من لوزات القطن المختلفة ، يمكنه أن يهمل الاختلافات التي بين هذه اللوزات من حيث مكان الزرع ، وثقافة زراعتها ، وكية السماد المستعملة ، وذلك بدون أن ينشأ عن هذا الإهمال خطأ كبير في النتيجة التي يصل إليها ؛ ولكنه لا يمكنه أن يتجاهل الفوارق بين هذه اللوزات من حيث الصنف - قطن سكلاريدس أو أشموني أو غير ذلك . ويجب أولاً أن يقسم هذه المجموعة الكبيرة إلى مجموعات أصغر حسب الصنف ، ثم يبحث في مفردات كل مجموعة على حدة حيث تكون كل من هذه المجموعات الصغيرة متجانسة وخالية من المفردات القريبة . وإذا لم يفعل ذلك فلا بد أن يحصل على نتائج غير دقيقة ومضللة .

٣٥ - والخطوة الأساسية في تحديد معنى الوحدة التي نستعملها في عملية العدّ هي تعيين الصفات الرئيسية التي إذا توافرت في مفردة عددها وحدة من الوحدات ، والصفات الأخرى التي لانتهت لها ، وجدت أو لم توجد ، في أي واحدة من هذه الوحدات . وواضح أن جميع الوحدات التي نحصل عليها طبقاً لهذا لن تكون كلها متساوية من جميع الوجوه ، وإنما تشترك فقط في الصفات التي

تحدد معنى  
الوحدة يكون  
بتعيين الصفات  
المهمة التي  
يجب توافرها  
في كل مفردة



عددناها رئيسية ؛ وربما اختلفت بعض الوحدات عن البعض الآخر في الصفات الأخرى التي اعتبرناها غير مهمة .

وبدهى أن تعيين الصفات الرئيسية وغيرها يتوقف بدوره على ظروف المسألة ، والغرض الذي ترمى إليه من عملية العدة ، والصعوبات العملية التي ربما نلحقها في التنفيذ . فإذا أردنا مثلاً إحصاء الشاشية في قطر زراعي ، عددنا الأبقار والجاموس عموماً . أما إذا كان الغرض من هذا الإحصاء تقدير الناتج من اللبن في العام ، فطبعاً نعد الإناث منها فقط ، وربما اقتصرنا على الحلوب من هذه وتركنا غيرعا . وكذلك إذا أردنا إحصاء الآلات الميكانيكية الستمتلة في الصناعة ، وكان الغرض من هذا معرفة مقدرة المؤسسات الصناعية على الإنتاج ، عددنا كل الآلات الموجودة وقتها بالحضان البخاري مثلاً ؛ في حين لو كان الغرض من هذا الإحصاء هو تقدير الإنتاج الحاصل فعلاً فإننا لا نعد إلا الآلات المدارة فعلاً وتترك المعطلة منها .

الوحدات ولو اشترك في الصفات الرئيسية يصح ان تغاوت في هذه الصفات

٢٦ - وكثيراً ما نجد عملياً أن هذه الوحدات التي اعتبرناها متساوية ، تقريباً ، لاشتراكها في الصفات الرئيسية التي نعيها لهذا الغرض ، لا تتساوى بعضها بعضاً في هذه الصفات ، بل تتفاوت فيما بينها تفاوتاً قد يكون كبيراً . فنجد تقدير المنتج من اللبن في العام مثلاً قلنا إننا نعد الإناث من الأبقار والجاموس ؛ والأفضل أن تقتصر على الحلوب منها ليكون التقدير أدنى إلى الصواب . ولكننا نعلم أن كمية اللبن ونوعه يختلفان بين البقر والجاموس . ونعلم أيضاً أن الأبقار الحلوب تتفاوت فيما بينها في كمية اللبن التي تدره كل واحدة في اليوم : فمنها ما تحلب قدحاً ومنها ما تحلب أربعة ، وكذلك في الجاموس . وعلاوة على ذلك فكمية اللبن في كليهما تختلف باختلاف الموسم والفصول ، وبحسب الجو ونوع الغذاء ، وغير ذلك من الاختلافات .

٢٧ - أمام هذه الحقائق العملية ترى أنه من العبث أن نحاول تعريف وحدة العدة التي نستعملها بأنها تتساوى في صفاتها واحدة معينة من المفردات المطلوب عدّها ؛ والأفضل أن نعتبر الوحدة الإحصائية رمزاً يدل على أي واحدة من المفردات التي تشترك في صفة أو عدة صفات معينة ، حتى ولو كان بين هذه المفردات تفاوت في هذه الصفة أو الصفات . وليس من الضروري أن يكون لهذا الرمز وجود ذاتي في الواقع .

وعلى هذا الاعتبار يمكننا أن نقول إن عدد سكان القطر المصري في سنة ١٩٣٧ كان ١٥٩٠٤٠٥٥ نسمة ؛ ونفهم أن الوحدة هنا رمز يدل في نفس الوقت على الفلاح في قرينته ، والتاجر ساكن المدينة ، والمرأة في منزلها ، والياق في مدرسته ، والصانع في عمله ، وهكذا . والكل يشتركون في صفة واحدة وهي أنهم كانوا جميعاً « على قيد الحياة في منتصف الليلة الواقعة بين يومى ١٨ و ١٩ فبراير سنة ١٩٣٧ في الأراضي المصرية » .

وكذلك نقول إن مقدار الوارد إلى مصر من أجهزة الراديو ( للاستقبال ) في سنتي ١٩٣٦ و ١٩٣٧ كان على الترتيب ١٥٣٦٧ و ٢٠٠٠٨٠ جهازاً . ونعلم أن هذه الأجهزة تختلف بعضها عن بعض في النوع والقيمة والحجم ؛ ولا نمنعنا هذا من أن نستنتج أن استعمال هذه الأجهزة في مصر زاد زيادة محسوسة بين السنتين المذكورتين .

٢٨ - وعندنا ندرس صفة معينة نلاحظ عدداً من المفردات التي تظهر فيها هذه الصفة ؛ ونجتهد ، بقدر الإمكان ، أن نقيسها لنحصل على تعبير رقمي لها نستعمله في مقارنة المفردات المختلفة من حيث هذه الصفة . ولإجراء عملية القياس لا بد أن نختار وحدة قياس مناسبة ، سهلة ، عملية ، دقيقة بقدر الإمكان . فإذا أردنا بحث

دراسة الصفات قديماً ونعبر عنها بأرقام

طول القائمة عند مجموعة من الأشخاص مثلا ، نقيس طول كل واحد منهم بالسنتيمتر أو بالقدم والبوصة إذا فضلنا ؛ وبذلك نحصل على قياسات لهذه الصفة في صورة رقمية يمكن بواسطتها التمييز بين الأفراد من حيث أطوالهم . وكذلك إذا أردنا دراسة الوزن أو العمر فإننا نقيس وزن كل فرد بالرطل أو بالكيلوجرام ، والعمر بالسنة أو بالشهر ، وهكذا .

وواضح أن دراسة الأشياء بواسطة قياسها ، والتعبير عنها بصورة رقمية ، هي أحسن طريقة ممكنة ، وهي الطريقة الوحيدة للبحث العلمي الدقيق .

دعم الصفات  
يمكن قياسها  
والمعنى  
بتميز أو  
بمستجاب  
قياسها مباشرة

٢٩ - عملية القياس ليست ممكنة في جميع الأحوال : فهناك بعض الصفات أو الأشياء يمكن قياسها قياساً مباشراً بدون أدنى صعوبة ، كما نرى في صفات الطول والوزن والعمر وأثمان الأشياء وأجر العامل ( النقدي ) وطول ساعات العمل وهكذا . وفي مثل هذه الصفات لا نجد صعوبة في اختيار وحدة القياس التي نستخدمها . وبعض الأشياء يتمدر قياسها ويصعب تحديد وحدة قياسها ؛ وبعضها لا يمكن قياسها بالمرة . فإذا كان لدينا ثلاثة رجال مثلا أمكننا أن نعرف تواريخ ميلادهم ، ونحسب أعمارهم بالسنين وكسورها ؛ ولكن يصعب علينا قياس صفة الصحة أو المرض بينهم قياساً مباشراً ؛ ويصح أن نعرف عن هذا بطريق غير مباشر بأن نقيس الوزن أو ضغط الدم أو النبض . ولكننا هنا لا نقيس صفة الصحة التي نعلمها بالذات وإنما نقيس صفة أو صفات أخرى غيرها نعلم أن بينها وبين الصفة المقصودة ارتباطاً وثيقاً .

أما إذا كنا نبحث في صفة مثل الديانة أو الجنسية أو الحرفة التي يزاؤها كل منهم ، فلا يمكننا أبداً قياس هذه الصفات ولا تعيين وحدتها لقياسها ؛ وكل ما يمكن عمله أن نقول إن الأول ديانته : مسلم ، وجنسيته : مصري ، وحرفته : نجار مثلا ؛ وهكذا للثاني والثالث ، بحسب أنواع الديانة والجنسية والحرفة .

٣٠ - وقبل الشروع في عملية قياس الصفة التي نبحثها يجب أن نقرر إلى أي درجة من الدقة نسير في هذه العملية . وهذا يتوقف طبيعاً على دقة الأجهزة التي نستخدمها ودرجة حساستها ؛ ويتوقف أيضاً على الشخص الذي يقوم بعملية القياس وما يبذل من الوقت والجهد في سبيل الحصول على مقاييس دقيقة . ومن ناحية أخرى يتوقف أيضاً على مقدار الشيء الذي نقيسه ، والظروف الأخرى المحيطة به . ومهما كان فن المعلوم أن الدقة التامة مستحيلة على البشر . ولكن هذا لا يمنعنا طبيعاً من أن نتوخاها ونبذل في سبيلها كل ما يمكننا من وقت وجهود حسب حاجتنا إليها . فنحن نكتفي مثلا أن نعرف وزن جسمنا لأقرب كيلو جرام أو لأقرب نصف كيلو جرام على الأكثر . ولا نهم كثيراً ولا قليلاً إذا كان الوزن الحقيقي أكبر أو أقل مما يسجله الميزان بعشرة أو عشرين أو مائة جرام . ولا نهم بأن وزن أنفسنا على موازين حساسة تعطينا الوزن لأقرب جرام أو نصف جرام ، لأنها تكلفنا أكثر من الحصة مليات التي نضعها في الميزان العادي ، ولأن دقتها الزائدة عما نحتاج إليه لا تبرر الزيادة في الثمن . وكذلك نقيس أطوالنا لأقرب بوصة أو سنتيمتر ؛ في حين أننا نقيس الضغط الجوي لأقرب مليمتر على تدريج البارومتر .

وفي بعض الأحيان نحصل على مقاييس أكثر دقة مما نحتاج إليه فعلا في أعمالنا . وهذه المقاييس نقرنها بالطريقة المعتادة ، وهي أن نهمل الأجزاء التي تقل عن نصف الوحدة المستعملة ، ونجبر الكسور التي تزيد عن النصف إلى الواحد الصحيح .

دقة المقاييس  
تتوقف على  
الأجهزة  
المستعملة  
والفرض  
المفروض من  
البحث

٣١ - ذكرنا أن البحث الإحصائي يتدنى بمجموع الحقائق والبيانات الأولية عن الظواهر التي نريد دراستها ، وهذا يكون بطريق المدد والقياس لوضع هذه الحقائق في صورة عددية . والتنظيم هذه العملية تتبع بعض القواعد العامة .

قواعد جمع  
البيانات  
الإحصائية



## المراجع

- BOWLEY, A. L., *Elementary Manual of Statistics*, Chapter II.  
BOWLEY, A. L. *Elements of Statistics*, Chapters II., III.  
CONNOR, L. R., *Statistics in Theory and Practice*, Chapters II., IV.  
SECRIST, H., *Introduction to Statistical Methods*, Chapters II., IV.

## الباب الثالث

### طرق عرض البيانات

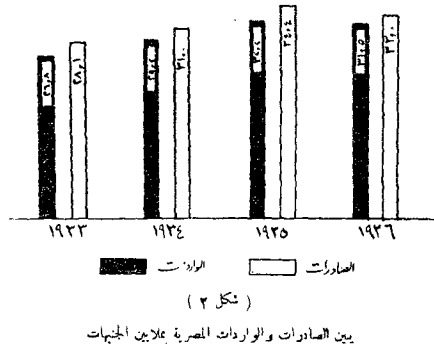
٣٥ — المهمة التي تلي عملية جمع البيانات التي تكلمنا عنها في الباب السابق  
هي ترتيب هذه البيانات وتنسيقها بطريقة تساعد على فهم مدلولها والاستفادة  
الاحصائية إذا سبقت في الصورة الرقمية الجافة ربما لا تشجع الشخص العادي على  
قراءتها والإقبال عليها .

والوسائل التي نستخدمها لتوضيح هذه البيانات ، وكذلك طريقة عرضها ،  
تتوقف على نوع البيانات والغرض المقصود من هذا الايضاح ، والحقائق التي  
نريد إبرازها بصفة خاصة ؛ وسنشرح في هذا الباب بعض هذه الطرق .

٣٦ — يكون لدينا أحياناً سلسلة من الأرقام تدل مثلاً على المستهلك من  
التطن الخام في مصنع معين في عدة سنين متتالية ، أو على قيمة الصادرات أو  
الواردات لبلد معين في سلسلة من السنين المتتالية أيضاً . مثل هذه السلاسل  
الزمنية يمكن توضيحها هندسياً بواسطة أعمدة عريضة ، أو مستطيلات رأسية ،  
تناسب ارتفاعاتها مع الأرقام التي تمثلها هذه الأعمدة أو المستطيلات للسنين  
المختلفة . وهذه توضع بجانب بعضها بطريقة مناسبة يسهل بها عمل مقارنات بين  
السنين المختلفة بمجرد النظر وبسرعة .

تدل الأرقام  
هندسياً  
بواسطة  
خطوط ذات  
الارتفاع  
تناسبه

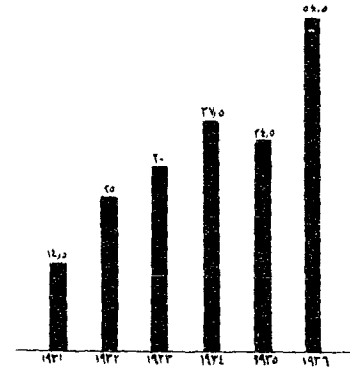
سنة عمودين متجاورين يمثلان قيمتي الظاهرتين في هذه السنة ، بحيث يكون طول كل منهما متناسباً مع الرزم الذي يشمله . وهنا يحسن أن نميز بين هذه الأعمدة ، بألوان مختلفة أو بالتظليل مثلاً ، وذلك منعاً للاعتباس . و(رى) في شكل ( ٢ ) بياناً يوضح الصادرات والواردات المصرية في السنين ١٩٣٣ - ٣٦ بهذه الأعمدة المزدوجة [ الأرقام من نفس المرجع ] .



ولا نجد صعوبة في رسم هذه الأعمدة إذا كانت وحدات القياس للظاهرتين متساوية ، كما في هذه الحالة . فكل من الصادرات والواردات مقدرة قيمتها بملايين الجنيهات . أما إذا كانت الوحدات غير متساوية ، كأن تكون إحدى الظاهرتين محصول القطن مقدراً بالآلاف القناطير ، والأخرى مساحة الأراضي المزروعة قطناً مقدرة بالأفدنة ، فيلزم أن نأخذ هذا في الاعتبار عند تحديد أطوال الأعمدة التي نرسمها لكل من هاتين الظاهرتين .

ويصح أن نستخدم هذه الطريقة أيضاً إذا كان لدينا ثلاث سلسلات من القيم ثلاث ظواهر ، مثل مساحة الأراضي المزروعة أرزاً بالأفدنة ومقدار المحصول

وفي الشكل المرافق ( رقم ١ ) ترى توضيحاً لكليات المنتج محلياً في القطر المصري من المنسوجات القطنية في السنين ١٩٣١ - ١٩٣٦ مقدراً بملايين الأمتار المربعة<sup>(١)</sup> . وباللقاء نظرة سريعة على هذا الشكل يمكن للقارىء أن يأخذ فكرة واضحة عن حركة الإنتاج المحلي في هذه الصناعة في المدة المذكورة . ويلاحظ أن بساطة الشكل ووضوحه مما يساعد على سهولة المقارنة بين السنين وسرعة رسوخ هذه الحقائق في الذهن بدون عناء .



( شكل ١ )  
إنتاج المنسوجات في مصر في السنين ١٩٣١ - ١٩٣٦ بملايين الأمتار المربعة

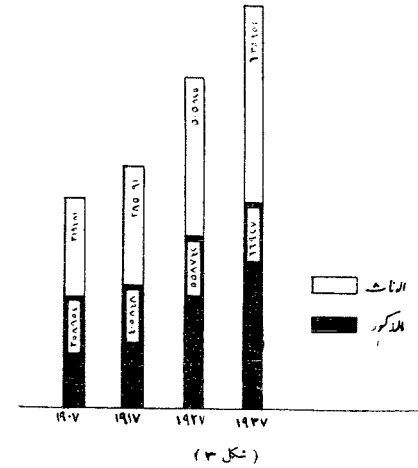
٣٧ - وفي بعض الأحيان يكون لدينا بيانات مزدوجة لعدة سنين ، مثل قيم الصادرات والواردات المصرية في سنين متتالية ، أو مقادير محصول القطن والمساحات المزروعة قطناً في سلسلة من السنين . وفي هذه الحالة نرسم أمام كل (١) الأرقام مأخوذة عن تقرير المستر سيلوس الملحق التجاري البريطاني في مصر - انظر مجلة غرفة الاسكندرية التجارية ، عدد يونية ١٩٣٨ ص ٢٥ .

أعمدة حرجية  
تعلل ظاهرتين  
في شكل  
وأعمدة

بالطن ومقدار المصدر من الأرز كل سنة . وفي هذه الحالة نرسم أمام كل سنة ثلاثة أعمدة تمثل هذه المقادير الثلاثة . ولكن ينبغي أن تؤدى كثرة الأعمدة بهذا الشكل إلى زيادة التعقيد وضياغ الفائدة المرجوة ، وهي الايضاح مع البساطة . ولهذا السبب أيضاً لا يستحسن استخدام هذه الطريقة إذا كان لدينا أرقام لعدد كبير من السنين ، ويجسن أن نلجأ إلى طريقة أخرى .

٣٨ - في بعض الأحيان يكون لدينا أرقام جزئية تكون جملة عامة ؛ مثلاً أرقام المصدر من أصناف القطن المختلفة وجملة المصدر من القطن عن كل سنة ؛

أعمدة مقسمة إلى أجزاء

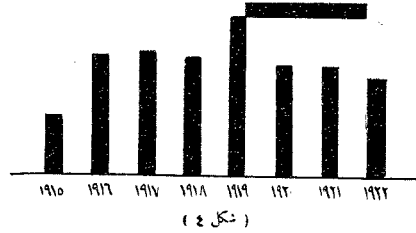


عدد سكان القاهرة من ذكر وإناث

أو عدد السكان الذكور وعدد السكان الإناث وجملة السكان في بلد معين ؛ وهكذا . يمكننا توضيح هذه البيانات في شكل واحد بواسطة أعمدة «تجميعية»

يتكون كل عمود من أجزاء - مميزة عن بعضها بألوان مختلفة - كل منها يمثل رقماً من الأرقام الجزئية ؛ ومجموع هذه الأجزاء - وهو طول العمود الكلى - يمثل رقم الجملة . ونرى (في شكل ٣) تطبيق ذلك لتوضيح كيفية مو عدد سكان القاهرة حسب التعدادات الأربعة الأخيرة : ١٩٠٧ و ١٩١٧ و ١٩٢٧ و ١٩٣٧ .

٣٩ - وفي حالة ما يكون بعض الأعمدة أطول بكثير من الأعمدة الأخرى يجسن أن نكسر الجزء الزائد من العمود ونكمله أقبياً لمسافة مساوية ، حتى يمكن أن يسمه فراغ الورقة . ونرى هذه الطريقة موضحة في شكل ٤ الذى يبين



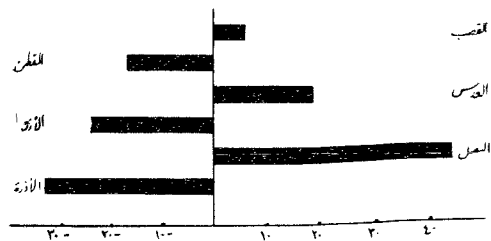
الرقم السنوى لسعر القطن في المدة ١٩١٥ - ١٩٢٢ بالنسبة إلى سعر ١٩١٣ كأساس

حركة أسعار القطن في السنين ١٩١٥ - ١٩٢٢ بالنسبة إلى متوسط سعره في سنة ١٩١٣ كأساس = ١٠٠ . [الأرقام مأخوذة من «الإحصاء السنوى العام» لسنة ١٩٣٥ - ١٩٣٦ صفحة ٥٠٤] .

وإذا كانت المسافة الأقبية الموجودة في الورقة لا تكفى فيصح أن نكسر العمود مرة ثانية إلى أسفل ونستكمل الطول اللازم . وإذا كانت الأعمدة الطويلة كثيرة فيصح أن نضعها إلى ارتفاع معين ؛ والأجزاء الباقية نثنها على شكل أقواس من دوائر . وعلى كل حال يجب أن تترك هذه التفاصيل للتصرف الشخصى بحسب ظروف كل حالة .

عطرط أفقية ٤٠ - في بعض المسائل نستعمل خطوطاً أفقية لتمثيل البيانات الاحصائية. ولتوضيح هذه الطريقة نستخدمها لبيان مقادير الزيادة أو النقص ( في المائة ) في أسعار بعض المحاصيل الزراعية المصرية في سنة ١٩٣٥ بالنسبة إلى أسعارها في سنة ١٩١٣ كأساس ( يساوى ١٠٠ ).

نرسم محوراً رأسياً نبدأ منه القياس . ولكل محصول نرسم خطاً أفقياً يتناسب طوله مع مقدار الزيادة أو النقص ( في المائة ) في السعر . ونرسم كل الخطوط التي تمثل الزيادة على يمين المحور الرأسى والخطوط التي تمثل النقص على يساره . ويحسن أن نرسم في أسفل الشكل محوراً أفقياً نبين عليه مقياس الرسم كما هو مبين في شكل ٥ . [ الأرقام مأخوذة من الإحصاء السنوى العام ١٩٣٥ - ١٩٣٦ ص ٥٠٤ ]



( شكل ٥ )

مقادير الزيادة والنقص في أسعار بعض المحاصيل في سنة ١٩٣٥ عنها في سنة ١٩١٣

٤١ - يمكن أن نستخدم المساحات بدل الخطوط أو الأعمدة لتمثيل البيانات . هنا تكون المساحات متناسبة مع الأرقام التي تمثلها ، كما في الخطوط أو الأعمدة .

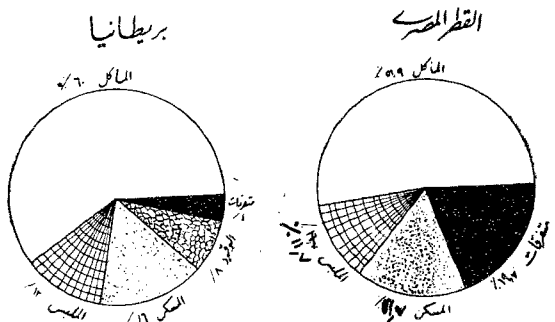
وإذا كانت الدائرة أبسط الأشكال وأحسنها بياناً في حالة استعمال المساحات

المساحات  
قطاعات  
الدائرة

كطريقة للتوضيح ، خصوصاً إذا كانت الأرقام المراد توضيحها عبارة عن نسب مئوية من كمية واحدة .

في هذه الحالة تمثل الجملة العمومية بالمساحة السككية للدائرة ، ونقسمها إلى قطاعات تتلاقى في المركز بحيث تكون مساحاتها متناسبة مع المقادير الجزئية التي تكون الجملة العمومية . وهذه القطاعات تميزها عن بعضها بألوان مختلفة لزيادة الإيضاح .

خذ مثلاً مصروفات الأسرة العادية وتوزيعها بين الأشياء المختلفة الضرورية للمعيشة . تبين من بحث عملته مصلحة الإحصاء المصرية في سنة ١٩٢٠ أن الأسرة العادية توزع مصروفاتها على الأبواب الرئيسية بنسبة ٥١٫٩ ٪ للأكل ، و ١٦٫٧ ٪ للملابس ، و ١١٫٧ ٪ للسكن ، والباقي أي ١٩٫٧ ٪ للمتفرقات .



( شكل ٦ )

تقسيم مصروفات نفقة المعيشة على الأبواب المختلفة في مصر وبريطانيا

لتمثيل هذه البيانات بهذه الطريقة نرسم في الدائرة أربع زوايا رأسها في المركز بحيث تكون النسبة بين مقاديرها تساوى ٥١٫٩ : ١٦٫٧ : ١١٫٧ : ١٩٫٧

وبما أن مساحة قطاع الدائرة تتناسب مع زاوية رأسه ، ينتج أن النسبة بين مساحات القطاعات الرسومة بهذا الشكل تساوى نفس النسبة أى ٥١٩ : ١٦٧ : ١١٧ : ١٩٧ .

وبما أن مجموع الزوايا التي يمكن رسمها في مركز الدائرة يساوى أربع قوائم أى ٣٦٠° ، فنقسم العدد ٣٦٠ بالنسب المطلوبة نتج الزوايا الآتية ومجموعها يساوى ٣٦٠ درجة :

$$٧٠ \quad ٥٥ \quad ٤٤ \quad ١٨٦ \quad ١٢ \quad ٧ \quad ٦٣ \quad ٤٢ \quad ٥٥ \quad ١٢$$

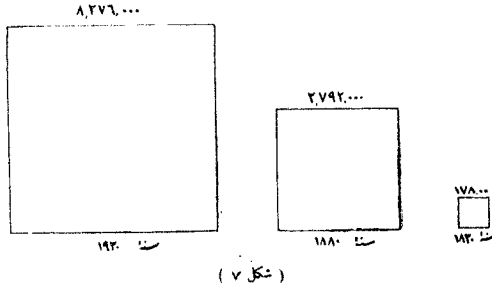
وزى هذه القطاعات في الشكل المرافق (رقم ٦) ، وهو يوضح هذا التقسيم في مصر . وبجانبه أيضاً تقسيم المصروفات المعيشية في بريطانيا حيث النسب هي ٦٠٪ للأكل و ١٢٪ للملابس و ١٦٪ للإيجار السكن و ٨٪ للوقود والإنارة ( وهذا باب جديد لا يوجد له نظير في المصروفات المصرية ، وذلك نظراً لأهمية التدفئة في إنجلترا بسبب برودة الجو ) ؛ وأخيراً ٤٪ للأشياء المتنوعة . وزوايا القطاعات في هذه الحالة هي على الترتيب :

$$٢١٦ \quad ١٢٣ \quad ٤٣ \quad ٣٦ \quad ٥٧ \quad ٤٨ \quad ٢٨ \quad ٤٤ \quad ١٤$$

٤٣ — ويصح استخدام أشكال غير الدائرة في طريقة التمثيل بالمساحات ، مثل المربع ؛ وهو أسهل وأحسنها ولو أن طريقة الدائرة تمتاز عنده في أغلب الأحيان . وعند استخدام هذه الأشكال يحسن رسم شكل منفرد لكل رقم وتوضع بجوار بعضها بسهولة المقارنة . ويلاحظ عند رسم المربعات المتناسبة أن النسب بين مساحتها تساوى مربعات النسب بين أضلاعها ؛ فالربع الذي طول ضلعه سنتيمتران مساحته أربعة أمثال الربع الذي ضلعه سنتيمتر واحد ، وهكذا .

استخدام  
المربعات  
مساحتها  
تتناسب مع  
مربعات  
الأضلاع

لنأخذ مثلاً محصول القطن المصري في السنين ١٨٣٠ و ١٨٨٠ و ١٩٣٠ وهو ، على الترتيب ، ١٧٨٠٠٠ ، ٢٧٩٢٠٠٠ و ٨٢٧٦٠٠٠ من القنطير<sup>(١)</sup> . وزى في شكل ٧ ثلاثة مربعات متناسبت مع هذه الأعداد ، أى أن الأضلاع تتناسب مع جذورها . وهذه الجذور بنسبة ١ : ٣٩٦ : ٦٧٨ تقريباً .



مقدار محصول القطن المصري بالقنطير في سني ١٨٣٠ و ١٨٨٠ و ١٩٣٠

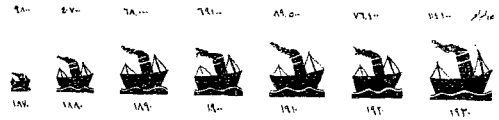
٤٣ — يمكننا أيضاً تمثيل البيانات الإحصائية بصورة مجسمة بواسطة الأشكال الهندسية المهندسية المجسمة المعروفة ، مثل الكرة أو المكعب ؛ وهنا تكون النسبة بين أحجام الأجسام التي تمثل أعداداً معينة تساوى النسبة بين هذه الأعداد . ويلاحظ في هذه الحالة أن حجم الجسم ، مثل المكعب أو الكرة ، يتناسب مع مكعب الضلع ، في حالة المكعب ؛ أو نصف القطر ، في حالة الكرة . فلو أردنا تمثيل الأرقام المذكورة في البند السابق بواسطة ثلاثة مكعبات ، كانت أضلاعها متناسبة مع الجذور التكعيبية للأعداد ١٧٨٠٠٠ و ٢٧٩٢٠٠٠ و ٨٢٧٦٠٠٠ أى بنسبة ١ : ٢٥٠ : ٣٥٨ تقريباً . وكذلك لو أردنا تمثيلها

(١) الأرقام مأخوذة عن تقرير المحقق التجاري البريطاني السابق ذكره (حاشية ص ٢٦)



بكرات كانت النسبة بين أنصاف أقطارها تساوى هذه النسبة نفسها .

٤٤ - يمكن أن نستبدل هذه الأشكال الهندسية المسطحة أو الجسمة رسوماً أو صوراً معينة تكون لها دلالة خاصة ذات صلة متينة بالموضوع الذى نتكلم فيه . فلو حصلنا مثلاً على أرقام امدد البواخر التي مرت بقناة السويس في عدة سنين متتالية ، وأردنا توضيح هذه البيانات بطريقة مشوقة ، يمكننا تمثيل الأرقام بصورة ناخرة وتكبير هذه الصورة أو تصغيرها بنسبة الأرقام المختلفة التي لدينا . وكذلك إذا أردنا عمل مقارنة بين الممالك ( أو التواريخ ) المختلفة من حيث تعداد السكان أو قوة الجيش أو كمية الإنتاج أو الاستهلاك لسلعة معينة وهكذا ، نختار لسلك من هذه الأشياء التي نقارنها رمزاً ( مسطوحاً أو مجسماً ، حقيقياً أو خيالياً ) يكون بسيطاً ما أمكن ، واضحاً ، سريع الدلالة على الشيء أو السلعة المقصودة بالمقارنة ؛ ثم تكبير أو تصغير هذا الرسم لكل مملكة ( أو تاريخ ) بقدر ما يناسب الرقم الخاص بهذه المملكة ( أو التاريخ ) .



( شكل ٨ )

عدد البواخر التي مرت في قناة السويس من سنة ١٨٧٠ إلى سنة ١٩٣٠ ( ١٩١٣ = ١٠٠ كاساس )  
وتحديد المقاسات لكي تتناسب مع الأرقام التي تمثلها بهذه الرسوم والصور يكون بنفس القواعد السابق ذكرها في البندين السابقين على حسب كون الرمز أو الصورة يدل على شكل مسطح أو مجسم . فإذا كان الأول أخذت النسب كما في حالة المساحات المذكورة في بند ٤٢ . وإذا كان الثاني اتبع قاعدة تناسب الحجم ( بند ٤٣ ) .

وفي شكل ٨ نرى تطبيقاً لهذه الطريقة لتوضيح الأرقام ( القياسية بالنسبة إلى سنة ١٩١٣ كأساس يساوى ١٠٠ ) الخاصة بعدد البواخر التي مرت في قناة السويس من سنة ١٨٧٠ إلى سنة ١٩٣٠ . وفي هذا الرسم اعتبرنا الأشكال مسطحة ، ولذلك فأبعاد هذه القطع متناسبة مع الأرقام على حسب قاعدة المساحات . وبلاحظ أن هذه الطريقة مشوقة ، فهي تعطى للبيانات الرقمية الجافة صورة واقعية واضحة ، تفهم بسهولة وترسخ في الذهن بسرعة وبدون عناء عقلي كبير . وفيها مجال واسع للتصرف في اختيار الوسائل الإيضاحية الناجحة التي تساعد في إبراز الحقائق بطريقة جذابة تترك أثراً في نفس القارى لا يمحي بسهولة ولو طال الزمن .

٤٥ - الطرق التي ذكرناها هنا مهيءة إلا أمثلة لما يمكن عمله في هذه الناحية؛ والمجال متسع للتصرف الشخصى في كل حالة بحسب الظروف المحيطة بها ، مثل البيانات المطلوب عرضها والأوساط التي تعرض فيها . وبلاحظ أن الطرق المتقدم ذكرها تتوخى فيها السهولة والوضوح خصوصاً من ناحية المقارنة ( الزمانية أو المكانية ) . ولا نهم كثيراً بتحفيظ الأرقام نفسها لأن هذا يكلف الشخص المعادى عناء ، ينفره من الموضوع .

### تبويب البيانات وعمل الجداول

٤٦ - رأينا عند الكلام في طرق جمع البيانات الإحصائية ، في الباب السابق ، أن هذه البيانات تأتي من مصادر مختلفة ، علاوة على أنها تتناول عدة نواحي وعناصر مرتبطة بعضها ببعض إلى درجة ما . ويتعذر على أى شخص - أو يستحيل عليه - أن يلم بهذه البيانات ويستوعبها ليتهدى إلى الحقيقة بدون أن يجمع شتاتها . وهذا يكون بتبويبها وتقسيمها إلى فروع أو مجموعات متجانسة .

ويراعى في هذا التوزيع أن تشمل المجموعة الواحدة كل الفئات المتحدة في صفة معينة من الصفات الهامة في الموضوع ، أو عدة صفات مرتبطة ببعضها . ولا بأس من تقسيم هذه المجموعات الرئيسية إلى فروع ، وهذه إلى أقسام إذا اقتضى الحال ، وهكذا .

ففي إحصاء للأجور مثل الذى أشرنا إليه في بند ٣٤ يصبح أن تقسم البيانات التى تحصل عليها عن الأجور إلى أقسام بحسب الصناعة التى يشتغل فيها العامل ، أو بحسب الجهة التى فيها مكان العمل . وإذا كانت المجموعات التى تحصل عليها كبيرة العدد وتسمح بتقسيم آخر ، يمكن أن تقسم العمال فى كل صناعة إلى فنيين وغير فنيين مثلا ، وهكذا .

وعلى كل حال فطريقة التوزيع وتعيين الصفات أو الخواص التى تتخذ أساساً لهذا التوزيع لا بد تتوقف على الفرض المقصود من عمل الإحصاء ، والتفاصيل التى تحصل عليها عند جمع البيانات اللازمة .

٤٧ — بعد تقرير النظام الذى تتبعه فى التوزيع ، وتعيين الصفات التى تميز الفئات التابعة لكل مجموعة ، نرصد البيانات التى حصلنا عليها فى جدول مناسب يوضح هذه المجموعات والصفات المميزة لها .

والجدول العادى عبارة عن ترتيب خاص يبين تقسيم البيانات من ناحيتين معينتين . فيمكننا رسم جدول يبين تقسيم المصانع الموجودة بمدينة الإسكندرية مثلا : أولا بحسب الجهة أو القسم من المدينة السكائنة فيه هذه المصانع ؛ وثانياً من ناحية كون هذه المصانع تستخدم عمالاً أو لا تستخدم أحداً . والجدول الآتى يبين هذا التقسيم حسب أمداد سنة ١٩٢٧<sup>(١)</sup> .

(١) انظر التعداد الصناعى والتجارى لسنة ١٩٢٧ رص (١١٢) .

(جدول ١) عدد المصانع بمدينة الإسكندرية فى سنة ١٩٢٧

القســــــــم	مصانع بها مستخدمون	مصانع ليس بها مستخدمون	جملة
المطارين . . . . .	١٣٦٦	٤٧٨	١٨٤٤
الجرمك . . . . .	٨٠٧	٤٥٣	١٢٦٠
ككرموز . . . . .	٧٩١	٤٩٨	١٢٨٩
اللبان . . . . .	٨٠٠	٣٥٧	١١٥٧
المنشية . . . . .	٨٢٧	٤٠٠	١٢٢٧
مينا البصل . . . . .	٣٦٩	٢١٦	٥٨٥
محرم بك . . . . .	٤٦٥	٢١٢	٦٧٧
الزمل . . . . .	٣٤٥	١٥٦	٥٠١
جملة	٥٧٧٠	٢٧٧٠	٨٥٤٠

ويصح تقسيم أحد الأقسام إلى فروع جزئية ، فمثلا المصانع التى بها مستخدمون يمكن تقسيمها إلى فئات بحسب عدد المستخدمين : واحدة تشمل المصانع التى تستخدم من ١ إلى ٤ مثلا ؛ وأخرى تشمل المصانع التى تستخدم من ٥ إلى ٩ ؛ وثالثة للمصانع التى تستخدم ١٠ فأكثر ، وهكذا . وهنا يمكن تقسيم العمود الثانى فى هذا الجدول إلى أربعة أقسام جزئية : واحد لكل من هذه الفئات ، والرابع للجملة . وبالطبع هذا التقسيم لا يمكن إذا لم تكن لدينا البيانات مفصلة .

والقاعدة العامة فى تصميم الجداول هى أن ننظر إلى تقسيم البيانات من

ناحيتين فقط ؛ ونجعل لكل قسم من أقسام الناحية الأولى عموداً خاصاً نسجل فيه الأرقام الخاصة به ؛ ونجعل لكل قسم من أقسام الناحية الثانية سطراً أفقياً تدون فيه البيانات الخاصة به . وكل بيان لا بد أن يكون له صفتان : الأولى تميز القسم الذي ينتمي إليه من أقسام الناحية الأولى ؛ والصفة الثانية تميز القسم الخاص من أقسام الناحية الثانية . وعلى ذلك فكل بيان يرصد في الجدول عند ملتقى العمود والسطر اللذين تعينهما الصفتان . ولا يمكن أن يرصد البيان الواحد في أكثر من مكان واحد إلا إذا كان تقسيم الصفات غير محدد ؛ وهذا عيب كبير في تصميم الجدول ، وخطأ يؤدي إلى الخلط والالتباس . ففي الجدول السابق مثلاً نجد ٧٩١ مصنفاً أمام قسم كرموز ، وتحت المصانع التي بها مستخدمون . ومعنى ذلك أن هناك ٧٩١ مصنفاً كلها كائنة في دائرة هذا القسم وكلها مضمن فيها مستخدمون . فمن الخطأ وضع هذا البيان في أي مكان آخر في الجدول . ويجب أن يشمل السطر الأول مثلاً كل المصانع التي في دائرة قسم المطارين دون سواها ، ووضع في العمود ( ٢ ) كل المصانع التي بها مستخدمون فقط .

مرز بيانات  
عملية أساسية  
لعمل الجداول

٤٨ - هذه الأرقام التي نراها في جدول (١) لا يمكن الحصول عليها مباشرة من البيانات التي ترد لنا من أصحاب المصانع أو المصادر الأخرى عند عمل الإحصاءات الخاصة أو التعدادات العامة . وقد قلنا إننا عند جمع البيانات الإحصائية من هذا النوع ، نطلب من الأشخاص أو الهيئات ملء كشوف مطبوعة نرسلها لهم . وهذه الكشوف عندما نحصل عليها لا بد من « فرزها » بحسب الأنواع التي يشتملها التقسيم المتفق عليه ؛ ثم نعد مفردات كل قسم على حدة فنحصل على الأرقام التي نراها في مثل هذا الجدول . ففي حالة المصانع مثلاً ، نقرز الكشوف أولاً على حسب الجهات . وفي كل جهة نفصل المصانع التي بها مستخدمون من غيرها ، ونعد كل قسم على حدة ؛ ثم نضع الأرقام الناتجة في الجدول .

وهذه العملية يمكن إجراؤها بسهولة إذا كان عدد الكشوف صغيراً ، وكانت البيانات بسيطة وغير معقدة . ولكن ، فيما عدا ذلك ، صعبة جداً ومرهقة للغاية ، ولا يمكن إجراؤها إلا باستخدام الوسائل الآلية الآتى شرحها . وسنشرح الآن طريقة يدوية سهلة يمكن استخدامها في الإحصاءات الصغيرة ، التي لا تمتد إلى بضع مئات .

نرسم الجدول الذي تقسم على نظامه البيانات ، ونجعل الخانات ، في الأعمدة والسطور ، واسعة نوعاً . ثم نتناول الكشوف التي لدينا واحداً بحد واحد ؛ ونعين لكل كشف الخانة التي يدخل تحتها بحسب البيانات المذكورة فيه ، ونضع في هذه الخانة إشارة نصطاح عليها ( نقطة بسيطة بالقلم أو شرطة صغيرة مثل - / أو ) . وعدد هذه الإشارات في كل خانة يدل على عدد الفترات التي تخصها بحسب التقسيم المتبع في الجدول . فلو أنبغنا هذه الطريقة لعمل جدول (١) مثلاً (في الواقع لا نستعمل هذه الطريقة في مثل هذه الحالة لأن العدد كبير جداً) فنستجد في الخانة ملتقى السطر الأول والعمود الثالث ، ٤٧٨ إشارة من هذا النوع . وهذا يدل على وجود مصانع بهذا العدد في دائرة المطارين ليس بها مستخدمون . ويمكن تسمية هذه العملية « تفرغ » البيانات في الجدول .

ولتسهيل عملية العدّ بحسن ، عند وضع الإشارات في الخانات المناسبة ، أن نجعل كل خمس منها بجوار بعضها كوحدة للسند مفصولة عن غيرها من الوحدات بفراغ بسيط ( مثل // // // // // ) . ويكون عدد الإشارات في الخانة يساوي عدد هذه الوحدات مضروباً في ٥ مضافاً إليه الباقي . والأحسن أن نشطب على كل أربعة خطوط أو شرط بالخط الخامس ، فتكون المجموعة على شكل « حزمة » تدل على خمس مفردات ، وهذا أوضح وأكثر اقتصاداً للترغاع الموجود في الجدول .

الوسائل الآلية للتبويب

٤٩ - قلنا إن هذه الطريقة البدوية لا يمكن استخدامها في الإحصاءات الكبيرة، ولا بد من الاستعانة بالوسائل الآلية لتسهيلها. وأحسن الآلات المستخدمة لهذا الغرض هي الآلات البنيتية على نظام البطاقات المثقوبة (Punched-Card System). ويوجد شركتان تصنعان هذه الآلات في الوقت الحاضر، وهما «هولرِيث» و«يُورز - ساماس»<sup>(١)</sup>؛ وهما تحتكران هذه الآلات في جميع بلاد العالم.

والفكرة الأساسية في هذه الآلات هي رصد البيانات المطلوب فرزها أو تبويبها أولاً على بطاقات خاصة مقسمة إلى عدد من الأعمدة، كل منها به عشرة سطور مرقومة من ٠ إلى ٩ (كما في شكل ٩).

رقم البطاقة	مادة الكسب	الاستقطاعات	حصة الاجراء	عدد الاجراء	القسمة	المعاد	التاريخ
١	١	١	١	١	١	١	١
٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢
٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣
٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥
٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦	٦
٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧
٨	٨	٨	٨	٨	٨	٨	٨
٩	٩	٩	٩	٩	٩	٩	٩

(شكل ٩)

بطاقة من ٣٦ عموداً مستعملة لاجراء الاجور

طريقة  
البيانات  
المثقوبة

نصف  
البيانات  
مجموع

القاهرة ويساوي ١٧٥ ملياً في اليوم مثلاً. نعين أربعة أعمدة في البطاقة لرصد الأجور (من ١٤ إلى ١٧ في شكل ٩)؛ ونثقب في العمود الأول (خانة الآحاد) الرقم ٥، وفي العمود الثاني (خانة العشرات) الرقم ٧، وفي الثالث (خانة المئات) الرقم ١. وهكذا كل البيانات الخاصة بهذا العامل، مثل الاستقطاعات وصافي الكسب وعدد الأيام، نرصدها على نفس البطاقة بعد تعيين أعمدة خاصة لكل نوع من البيانات. وفي حالة البيانات غير الرقمية، مثل مكان المصنع: (القاهرة أو الاسكندرية) الخ، أو نوع الصناعة: (مثلاً النسيج أو الأحذية الخ)، يجب أن نستخدم أوراقاً معينة تدل على هذه الأماكن أو الصناعات، نمطها رقم ١ مثلاً والاسكندرية رقم ٢ وهكذا؛ وكذلك في الصناعات وغيرها من البيانات اللفظية. ونجد في شكل ١٠ بطاقة مثقوبة ومدعمة لعملية الفرز والتبويب.

STOCK NUMBER	QUANTITY	BRANCH INVOICING	RETAIL VALUE	COST VALUE
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	6 6 6 6 6 6 6 6 6 6
7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	7 7 7 7 7 7 7 7 7 7
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8	8 8 8 8 8 8 8 8 8 8	8 8 8 8 8 8 8 8 8 8	8 8 8 8 8 8 8 8 8 8	8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	9 9 9 9 9 9 9 9 9 9

(شكل ١٠)

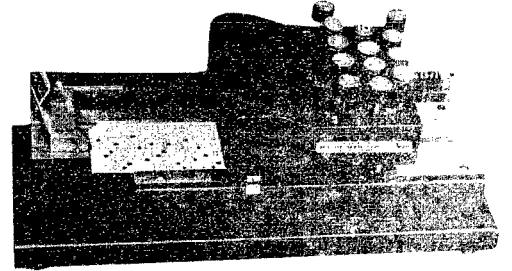
بطاقة مثقوبة مدعمة للفرز أو التبويب

ويوجد آلات خاصة لعمل هذه الثقوب، وآلات أخرى لمراجعتها والتأكد من صحة مطابقتها للبيانات المطلوب رصدها. ويمكن عمل هذه الثقوب ومراجعتها بسرعة كبيرة، تبلغ نحو ٣٠٠ بطاقة في الساعة. وترى آلة التثقيب في شكل ١١.

٥٠ - بعد تثقيب البطاقات ومراجعتها توضع في آلة الفرز انصل الأنواع المختلفة. ويمكن شرح الفكرة في عمل هذه الآلة باختصار كما يأتي:

وهذا الرصد يكون بعمل ثقوب في هذه البطاقة في مواضع معينة بحسب البيان المطلوب رصده. ليسكن هذا البيان هو أجر عامل معين في مصنع في (١) آلات (Powers-Samas, Hollerith). الأشكال ٩ - ١٣ معارة من شركة يورز - مع الشكر.

توضع البطاقات في مستودع خاص؛ ومنه تخرج واحدة بعد الأخرى، فتمر فوق سطح معدني، ويمسها من أعلى مشط معدني أيضاً، عدد أسنانه يساوي عدد الأعمدة في البطاقة. وكل سن متصلة كهربائياً بالسطح المعدني أسفل البطاقة بواسطة دائرة كهربائية تظل مفتوحة (لا يمر فيها تيار) مادامت البطاقة (وهي من ورق عازل لا يوصل الكهرباء) حائلة بين السن والسطح المعدني. وإذا



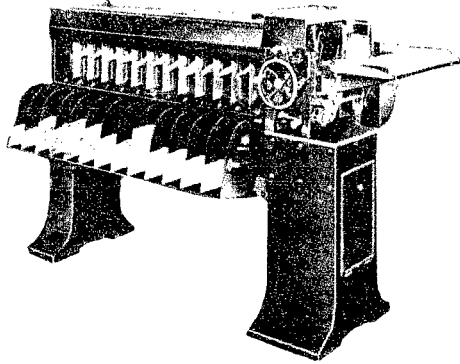
(شكل ١١)

آلة لتفقيط البطاقات

كانت البطاقة مثقوبة، عند الرقم ٦ مثلاً، فعند مرور التقب تحت السن يحصل تماس بين هذا الأخير والسطح المعدني يقفل الدائرة الكهربائية عن طريق هذا التقب عينه. وعند مرور التيار في هذه الدائرة الكهربائية ينتقل تأثيره إلى صف من الصناديق (عدها عشرة مرقومة من ٠ إلى ٩)، فيفتح غطاء الصندوق رقم ٦ وتقع فيه هذه البطاقة عند مرورها؛ وكذلك تقع فيه كل بطاقة مثقوبة عند رقم ٦ في هذا العمود. وهكذا يجمع في كل من الصناديق البطاقات المشفرة الخاصة به.

والمفروض هنا أننا نفرز البطاقات على أساس ثوب كلها موجودة في عمود واحد كل مرة. لنفرض أننا نريد فصل البطاقات حسب الجهات (القاهرة أو

الاسكندرية أو...)؛ ولتكن البيانات الخاصة بالجهات مرصودة بثوب في العمود العاشر من البطاقات. في هذه الحالة نفرز على العمود رقم ١٠ ونترك كل الأعمدة الباقية، أي أن السن رقم ١٠ فقط من المشط المعدني هي التي تغلق الدائرة الكهربائية وتمتصها؛ والأسنان الباقية تعلق عن العمل مؤقتاً.

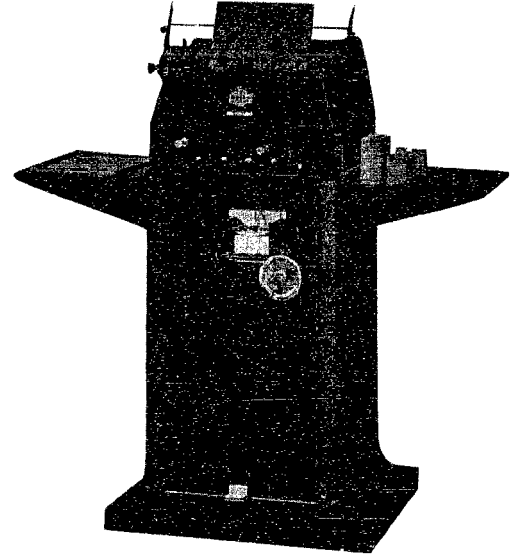


(شكل ١٢)

آلة كهربائية لفرد البطاقات

ونرى في شكل ١٢ صورة لهذه الآلة، وهي بالطبع أكثر تعقيداً في الواقع من الشرح البسيط الذي قدمناه؛ وكل يوم يضاف إليها تحسينات فنية. وهي في العادة تفرد البطاقات بسرعة تبلغ نحو ٢٠٠ بطاقة في الدقيقة. ويوجد في هذه الآلات عدادات على كل صندوق لمعرفة عدد البطاقات التي تنزل فيه، وعداد لمعرفة جملة البطاقات المفروزة. وفي بعضها تتصل هذه العدادات بأداة تدون هذه الأرقام في ورق، قصداً في الجهود الذي يبذل في الكتابة، ولتفادي الخطأ الذي قد يحصل عند قراءة الأرقام على العدادات وكتابتها. وهذه النقطة الأخيرة مهمة جداً من الناحية العملية.

٥١ - العملية التي تلي فرز البطاقات، وربما كانت أشق منها وأكثر تعرضاً للخطأ، هي عملية تبويب البيانات، أي تعريفها من البطاقات المرفوزة في جداول مناسبة، وجمع الأرقام الخاصة بكل مجموعة أو فئة. يوجد الآن آلات للقيام بهذه الأعمال كلها بغاية الدقة والسرعة؛ ولولاها



(شكل ١٣)

ما أمكن عمل الإحصاءات والتعدادات الكبيرة الواسعة النطاق. وهي آلات عمل الجداول (Tabulating Machines). والفكرة في هذه الآلات أن تمر البطاقات المرفوزة في الآلة، واحدة بعد الأخرى، من مستودع خاص. وعند دخول البطاقة تمر بين السطح المدق السابقي

ذكره من أسفل ومشط الأسنمة من أعلى. وتتصل كل واحدة من هذه الأسنمة بذراع يحمل يحمل حروف الكتابة. والمشط «يشعر»، بواسطة الأسنمة، أين توجد الثقوب على البطاقة، وينقل هذا «الشعر» إلى الأذرع التي تحمل الحروف: فتكتب ٦ مثلاً إذا كان هناك ثقب عند ٦ في البطاقة، وهكذا. وتمر البطاقات تباعاً تحت المشط وتكتب الأرقام بدورها على الورق، وتجمع على سابقتها في الوقت نفسه، حتى إذا انتهت مجموعة البطاقات كتب مجموع الأرقام من نفسه بدون احتياج إلى شخص يقوم بعملية الجمع. وبعد ذلك تأتي مجموعة أخرى، وتنتهي وغيرها وغيرها؛ وفي النهاية يكتب المجموع السكلي من نفسه أيضاً.

وفي شكل ١٣ صورة لواحدة من هذه الآلات. وهي، طبعاً، في غاية التعقيد والإتقان، وأقل ما توصف به أنها قطعة ثمينة من ثمرات التقدم العلمي في هذا العصر. وسرعتها في الكتابة تبلغ حوالي ١٠٠ سطر في الدقيقة.

ولا شك أن هذه الآلات قد أدت خدمات كبيرة في سبيل تقدم علم الإحصاء العملي، وساعدت كثيراً على الانتفاع بنتائج الإحصاءات والتعدادات الواسعة النطاق، إذ جعلت من الممكن إخراج هذه النتائج في وقت قصير جداً وبعهد أقل وأيسر كثيراً مما كانت تتطلبه بدونها.

## المراجع

- BOWLEY, A. L., *Elementary Manual of Statistics*, Chapter VI.  
 BOWLEY, A. L., *Elements of Statistics*, Chapter IV.  
 CONNOR, R. L., *Statistics in Theory and Practice*, Chapters V, VI  
 SECRIST, H., *Statistical Methods*, Chapters VI, VII.

## البَيَانُ بِطَرِيقِ

### الرَّسْمِ الْبَيَانِيَّةِ

٥٢ - المنحنى البياني هو خط يرسم بطريقة معينة لتوضيح العلاقة بين ظاهرتين أو كيتين متغيرتين . وبواسطته يرى الإنسان بسهولة كيف تتغير إحدى الظاهرتين مع الأخرى أو تبعاً لها .  
وهذه الخطوط البيانية مستعملة كثيراً في جميع العلوم ، خصوصاً التي تبحث في الظواهر عن طريق مشاهدتها وتقديرها رقمياً . ولذلك سنشرح باختصار طريقة رسمها وخواصها .

تعريف  
الخط البياني

٥٣ - لتأخذ مثلاً كمية الانتاج المحلي في مصر من المسوجات القطنية في السنين ١٩٣١ - ١٩٣٧ ، مقدراً بتلايين الأمتار المربعة . وها هي الأرقام <sup>(١)</sup> :

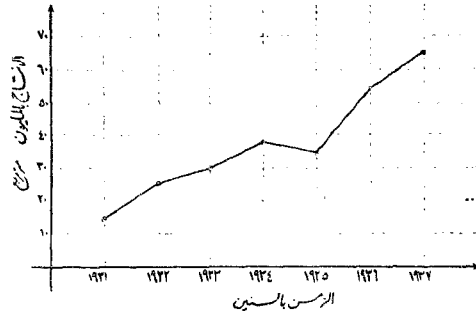
رسم الخطوط  
قياسية

السنين . . .	١٩٣١	١٩٣٢	١٩٣٣	١٩٣٤	١٩٣٥	١٩٣٦	١٩٣٧
الانتاج . . .	١٤ر٥	٢٥ر٠	٣٠ر٠	٣٧ر٥	٣٤ر٥	٥٤ر٥	٦٥ر٠٠

لرسم خط بياني لسلكية الإنتاج في هذه السنين نأخذ ورقة مقسمة إلى مربعات وترسم عليها محورين متعامدين . نسمى ملتقى المحورين « نقطة الأصل » . ونأخذ السنين على المحور الأفقي مبتدئين من اليسار إلى اليمين . لذلك نحدد عليه سبع

(١) مأخوذة عن تقرير الملحق البريطاني المذكور سابقاً (رقم ١٩٣٧ تقريبي)

نقط على مسافات متساوية من بعضها ، وهي تمثل السنين من ١٩٣١ إلى ١٩٣٧ على الترتيب من اليسار إلى اليمين .  
نقيس على المحور الرأسى مسافات متساوية تمثل الوحدات لقياس كمية الإنتاج .  
وليكن طول هذه المسافات التساوية مناسباً بحيث يمكن تعيين نقطة في فراغ الورقة تمثل كل كمية من كميات الإنتاج التي عندنا .



(شكل ١٤)

الانتاج المحلي من التسيج في مصر في السنين ١٩٣١ - ١٩٣٧

أمام كل سنة نقيم عموداً على المحور الأفقي . ونقيس على المحور الرأسى (ابتداء من نقطة الأصل إلى أعلى) مسافة تساوي كمية الإنتاج في هذه السنة ، ونرسم من نهايتها خطاً يوازي المحور الأفقي فيقابل العمود السابق ذكره في نقطة وحيدة . هذه النقطة تدل ، في نفس الوقت ، على السنة ، وعلى كمية الإنتاج في هذه السنة .

الخط الذي يصل بين هذه النقط هو الخط البياني للانتاج في هذه المدة . وهو يوضح كيفية تغير الإنتاج مع الزمن في أثناء هذه المدة . ويمكن إلقاء نظرة

سرعية على الرسم (شكل ١٤) لكي تطبع هذه الصورة واضحة في الدهن ، ويفهم معناها بسرعة وبدون عناء . وفي كثير من الأحيان يساعدنا الرسم البياني ، بوضوحه وسهولته ، في ملاحظة الخواص الهامة للظواهر التي نبحثها والعلاقات التي بينها . وهذا ربما لا يتيسر لنا بالتأمل في جداول مردحة بالأرقام ، حتى ولو أطلنا النظر إليها .

وواضح أن الخط البياني لا يتناول أكثر من ظاهرتين في وقت واحد . لأننا نرسم محورين متعامدين ، كما قلنا ، ونقيس كل ظاهرة على محور . فإذا كان هناك ظاهرة ثالثة متغيرة لابد من وجود محور ثالث خاص بها يكون عمودياً على الاثنين السابقين . وهذا لا يمكن رسمه إلا إذا خرجنا عن مستوى سطح الورقة إلى الفراغ الذي فوقها . والنتيجة أن الخط البياني يكون في الفراغ الجسم بدلاً من مستوى الورقة . ولو أن هذا يمكن تصويره عملاً وعمل نماذج مجسمة له ، إلا أنه صعب ومعقد . فنحن نقتصر هنا على الخطوط البيانية المستوية التي تبين العلاقة بين ظاهرتين فقط .

الخط البياني  
المستوي يمثل  
العلاقة بين  
ظاهرتين فقط

٥٤ - الغرض الرئيسي من الرسم البياني هو توضيح العلاقة بين الظاهرتين اللتين نبحثهما . فيجب الاهتمام بالناحية الفنية للأشكال التي نرسمها ، بحيث يكون منظرها العام مقبولاً شائقاً ، خالياً من التعقيد بقدر الامكان . وهذا يتوقف طبعاً على خبرة الشخص وذوقه .

يرعى أن  
يكون الشكل  
مقبولاً ولا

ويحسن أن يكون الخط البياني واقعاً بالقرب من المحورين ما أمكن ، حتى يسهل مقارنة مواقع النقط عليه بالتدرج على كل منها ، ولثلا يوضع فرائع الورقة بدون فائدة . ولهذا يجب أن نختار مقياس الرسم على المحورين مناسبين للبيانات التي عندنا للظاهرتين . ويجب ألا يكون المقياسان متساويين على المحورين ؛

مقياس الرسم  
على كل محور  
يأخذ أرقام  
الظاهرة التي  
نقاس عليه

قد رأينا في المثال السابق ( شكل ١٤ ) أن وحدة الطول على المحور الأفقي تمثل سنة واحدة ، في حين أنه وحدة الطول على المحور الرأسى أخذناها تمثل ١٠ ملايين من الأمتار المربعة من القماش .

ولا يتحتم أن نبدأ القياس على أى المحورين من الصفر عند نقطة الأصل التي هي ملتقى المحورين ، بل يصح أن نبدأ بأصغر قيمة عندنا . وقد ابتدأنا على محور السنين في الشكل السابق بالسنة ١٩٣١ بجوار نقطة الأصل . ولو حتمنا الابتداء بالسنة ١ بدنا لاحتجنا إلى مسافة طولها ١٩٣٠ سنتيمتراً حتى نصل إلى موقع السنة ١٩٣١ على المحور . ومع ذلك لا فائدة منها لعدم وجود بيانات عن الإنتاج في هذه السنين ، ولا يمكن رسم أى شئ في هذا الفراغ .

٥٥ - الشكل الذي يأخذه الخط البياني صعوداً وهبوطاً يتغير تبعاً لمقياس الرسم الذي تأخذه على كل من المحورين . والمتقصد بمقياس الرسم هنا هو طول المسافة التي نأخذها على المحور الرأسى ، مثلاً ، لتمثل الوحدة المستعملة في قياس الظاهرة المأخوذة على هذا المحور . ففي الشكل السابق ، مثلاً ، أخذنا مقياس الرسم على المحور الرأسى مسافة طولها مليمتر واحد لكل مايون متر مربع من السيج ، وعلى المحور الأفقي سنتيمتر لكل سنة .

إذا كان مقياس الرسم على المحور الرأسى كبيراً بالنسبة للمقياس على المحور الأفقي ، فإن أى زيادة، ولو بسيطة، في كمية الإنتاج تسبب ارتفاعاً كبيراً - نسبياً - في الخط البياني ؛ وانخفاض صغير في الإنتاج يسبب هبوطاً لمسافة كبيرة في المنحنى إذا لو أخذنا مقياس الرسم كبيراً على المحور الرأسى تظهر التذبذبات في المنحنى كبيرة . أى أن المقياس الكبير يبالغ في شدة التغيرات التي تطرأ على الظاهرة . وبالعكس : المقياس الصغير يضعف من حدة هذه التغيرات في نظر القارىء ، ويعمل على تهديد المنحنى وإظهاره خالياً من التذبذبات العنيفة .

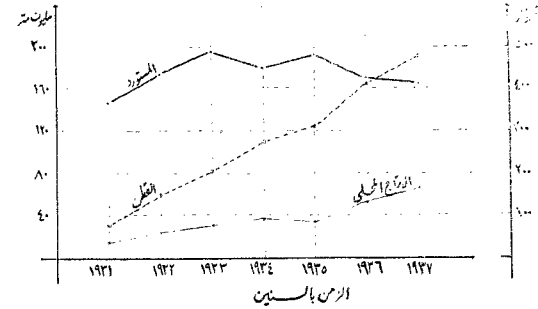
مقياس الرسم  
يؤثر في مظهر  
تغيرات  
الظاهرة

المقياس  
الكبير  
يبالغ في شدة  
التغيرات  
والمقياس  
الصغير  
يضعف من  
أهميتها



٥٦ - تحتاج أحياناً لدراسة ظاهرتين أو أكثر من حيث تغيرهما بالنسبة للزمن أو لظاهرة أخرى مشتركة (أصلية). مثلاً كمية الإنتاج المحلي من المنسوجات القطنية في مدة معينة ، وكمية المستورد منها من الخارج في نفس المدة ، وكمية القطن الخام المستهلك مثلاً .

يمكن رسم خطين بيانيين أو أكثر في نفس الشكل ، كل منها يوضح العلاقة بين ظاهرة من هذه ، والظاهرة المشتركة - وهي الزمن بالسنين في هذا المثال .



الإنتاج المحلي والمستورد من المنسوجات والقطن المستهلك محلياً

في هذه الحالة نأخذ الظاهرة المشتركة (الأصلية) على المحور الأفقي . ثم نرسم لكل واحدة من الظواهر الأخرى (التابعة) خطاً بيانياً يوضح علاقتها مع الظاهرة الأصلية ، بنفس الطريقة السابق شرحها : فنأخذ الظاهرة التابعة على المحور الرأسي ، وبقسمها عليه بمقياس رسم خاص بها . ولعدم الالتباس تميز هذه الخطوط بألوان أو نظم مختلفة .

إذا كانت وحدات الظواهر التابعة متفقة فيمكن عمل تدرج واحد على المحور الرأسي يستعمل للجميع . أما إذا كانت الوحدات مختلفة - كأن تكون إحدى الظواهر مقدره بالقناطير مثلاً والأخرى بالأمتار المربعة - فلا بد من عمل تدرج خاص لكل واحدة على المحور الرأسي في الشكل . وبحسن حينئذ رسم خطين رأسيين متجاورين أو أكثر ، يبين على كل منهما تدرج خاص بظاهرة واحدة من الظواهر التابعة . ويمكن وضع أحد الخطوط على يمين الشكل ، وزيادة في الإيضاح ومنعاً للالتباس .

وزرى ( في شكل ١٥ ) ثلاثة خطوط بيانية تصور في نفس الرسم كمية الإنتاج المحلي من المنسوجات القطنية ، وكمية المستورد من الخارج ، وكمية القطن المستهلك محلياً للفضل ، في المدة ١٩٣١ - ١٩٣٧ ؛ والأرقام هي كالآتي (١) :

جدول (٢) المنتج محلياً والمستورد من المنسوجات والقطن المستهلك محلياً

السنة	الإنتاج المحلي (مليون متر مربع)	المستورد (مليون متر مربع)	القطن المستهلك (مليون متر مربع)
١٩٣١	١٤	١٤٧	٧٨٥٠٠
١٩٣٢	٢٥	١٧٤	١٤٩٧٠٠
١٩٣٣	٣٠	١٩٧	٢٠٤٨٠٠
١٩٣٤	٣٧	١٨٢	٢٧٤١٠٠
١٩٣٥	٤٤	١٩٣	٣٠٦٦٠٠
١٩٣٦	٥٤	١٦٩	٤١١٨٠٠
١٩٣٧	٦٥	١٦٤	٤٧٨٤٠٠

(١) عن تقرير المصحح التجاري البريطاني (أرقام ١٩٣٧ تقريبية) .

ويلاحظ في الشكل أن مقياس الرسم للانتاج المحلى والمستورد متساويان ، ومقياس الرسم لكمية القطن بمخالفهما ؛ وقد أظهرناه منفرداً على يمين الشكل . ويلاحظ أيضاً أنه بينما ترى حركة الإنتاج المحلى والقطن المستهلك في ازدياد مستمر نجد أن كمية المستورد أخذت في الزيادة أولاً ثم عادت فهبطت . وهناك فرق آخر وهو أن الزيادة في القطن الخام المستهلك أسرع بكثير من الزيادة في المنتج محلياً من النسيج ؛ والسبب في ذلك أن بعض القطن المستهلك يغزل فقط ولا ينسج بل يصدر إلى الخارج في صورة غزل .

مقياس ورق  
المعادات  
للمستورد  
البياني العام

٥٧ - في مثل المسائل المتقدمة نستعمل ورق المربعات العادي لرسم الخطوط البيانية المطلوبة . وهذا الورق، كما نعلم، مقسم بخطوط متوازية على أبعاد متساوية في كل من الاتجاهين الأفقي والرأسي، بحيث ينتج من تقابل هذه الخطوط مربعات متساوية الأضلاع قائمة الزوايا . وهذا الورق نستعمله في المسائل المادية حيث نريد بيان العلاقة بين القيم المتناظرة للمتغيرين تحت البحث . ففي المثال المذكور في بند ٥٣ درسنا العلاقة بين مقادير الإنتاج، وهو المتغير « التابع » مقياساً بعدد الأمتار المربعة ، والزمن، وهو المتغير « المتبوع » أو « المستقل » مقياساً بعدد السنين . وكل نقطة على الخط البياني لها « إحداثيان » يمثلان قيمتين متناظرتين للمتغيرين : الإحداثي الأفقي يمثل السنة ، أى قيمة المتغير المستقل ، والإحداثي الرأسي يمثل كمية الإنتاج في تلك السنة أى قيمة المتغير التابع المتناظرة لها .

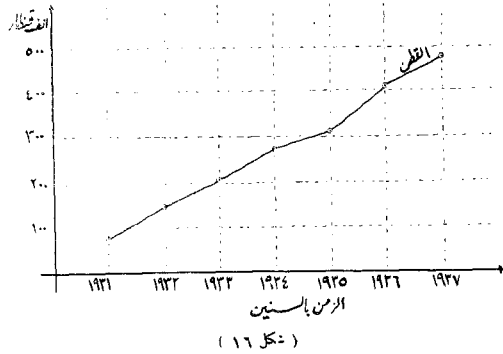
٥٨ - في بعض المسائل نريد دراسة العلاقة بين قيم أحد المتغيرين ولوغاريتمات القيم المتناظرة للمتغير الثاني . ولرسم خط بياني يمثل هذه العلاقة يمكننا استعمال الورق العادي . نأخذ قيم المتغير الأول على المحور الأفقي ، ونستخرج لوغاريتمات قيم المتغير الثاني من جداول اللوغاريتمات بالطريقة المادية ؛ ونأخذ هذه

خط بياني  
لقيم متغير مع  
لوغاريتمات  
قيم متغير آخر

اللوغاريتمات على المحور الرأسي ، وترصد النقط في الشكل كالمعتاد ، ونصل بينها بخط يكون هو الخط البياني المطلوب .

الورق  
اللوغاريتمي

ولكن هذه الطريقة عقيمة ومطولة . فعملية استخراج اللوغاريتمات من الجداول عملية متعبة ومعرضة للخطأ في قراءة الأرقام أو نقلها . ويمكن تقادى هذا كله باستعمال ورق « لوغاريتمي » فيه المحور الرأسي مقسم إلى مسافات تساوى لوغاريتمات الأعداد الطبيعية ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، بواسطة خطوط أفقية بعرض الصفحة . وباستعمال هذا الورق نستغنى عن عملية استخراج اللوغاريتمات من الجداول ، وترصد النقط في الشكل من القيم المعطاة مباشرة ، ونحصل بسهولة على الخط المطلوب .



(شكل ١٦) المستهلك من القطن في المصانع الخلية في مصر . تقسيم ورق عادي

٥٩ - يجب أن نلاحظ هنا أن التقسيمات اللوغاريتمية على المحور الرأسي المقابلة للأعداد ١٠٠ و ٢٠٠ و ٣٠٠ مثلاً لا تكون على أبعاد متساوية كما في الورق العادي (شكل ١٦) . لأننا نعلم أن لوغاريتم ٢٠٠ لا يساوى ضعف لوغاريتم ١٠٠ .