وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
قسم التاريخ والجغرافيا
المدرسة العليا للأساتذة بوزريعة

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المدرسة العليا للأساتذة بوزريعة

العلامة الشيخ مبارك محمد ابراهيمي الميلي الجزائري

قسم التاريخ و الجغرافيا

مطبوعة بيداغوجية موجهة لطلبة السنة الأولى ثانوي

محاضرات في الإحصاء الجغرافي

حسب المقرر الرسمي لوزارة التعليم العالي و البحث العلمي

اعداد : د . قحام يوسف

الموسم الجامعي 2024-2025

المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	
الفصل الأول: التعرف بعلم الإحصاء	
1-1 مفهوم علم الإحصاء	
2-1 التطور التاريخي لعلم الإحصاء	
3-1 علاقة علم الإحصاء بالعلوم الأخرى	
4-1 أهمية علم الإحصاء ومجالات تطبيقاته	
5-1 الطريقة العلمية	
6-1 الطريقة الإحصائي	
7-1 تصميم البحث	
الفصل الثاني: جمع البيانات	
1-2 مصادر البيانات الإحصائية	
2-2 مصادر البيانات الجغرافية	
3-2 طرق جمع البيانات	
1-3-2 أسلوب الحصر الشامل	
2-3-2 أسلوب الحصر الجزئي	
3-3-2 أسلوب المعاينة	

2-3-3-1 تحديد إطار العينة	
2-3-3-2 تحديد حجم العينة	
2-3-3-3 أنواع العينات	
2-3-3-3-1 العينات الاحتمالية	
2-3-3-3-2 العينات غير الاحتمالية	
2-4 طرق التأكد من تمثيل العينة للمجتمع الأصلي	
الفصل الثالث: تصنيف البيانات الجغرافية وعرضها	
3-1 أنواع البيانات الإحصائية	
3-1-1 البيانات النوعية (الوصفية)	
3-1-2 البيانات الكمية	
3-1-2-1 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات منفصلة وبيانات متصلة	
3-1-2-2 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات زمانية وبيانات مكانية	
3-1-2-3 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات مبوبة وغير مبوبة	
3-1-2-4 تصنيف البيانات الى بيانات مطلقة ونسبية	
3-2 عرض البيانات الاحصائية	
3-2-1 العرض الجدولي للبيانات	
3-2-1-1 الجداول التكرارية البسيطة	
3-2-1-2 الجداول التكرارية المزدوجة	

قسم التاريخ والجغرافيا

3-1-2-3 الجداول التكرارية المتجمعة	
3-1-2-4 مصفوفة البيانات الجغرافية	
3-2-2 العرض البياني للبيانات	
3-2-2-1 الأعمدة "الأشرطة" البيانية	
3-3-2-2 المدرج التكراري	
3-3-2-3 المضلع التكراري	
3-3-2-4 المضلع التكراري التجميعي	
3-3-2-5 الدائرة البيانية	
الفصل الرابع: مقاييس النزعة المركزية والتشتت	
4- 1 مقاييس النزعة المركزية	
4-1-1 الوسط الحسابي "المتوسط"	
4-1-2 الوسط الهندسي	
4-1-3 الوسط التوافقي	
4-1-4 العلاقة بين الوسط الحسابي والهندسي والتوافقي	
4-1-5 الوسط الحسابي الموزون "المرجح"	
4-1-6 الوسيط	
4-1-7 المنوال	
4-1-8 العلاقة بين الوسط الحسابي والوسيط والمنوال	

قسم التاريخ والجغرافيا

4-2 مقاييس التشتت	
4-2-1 المدي	
4-2-2 الانحراف الربيعي	
4-2-3 الانحراف المتوسط	
4-2-4 الانحراف المعياري	
4-2-5 التباين	
4-2-6 الخطأ المعياري "القياسي"	
4-2-7 معامل الاختلاف	
4-2-8 الدرجة المعيارية	
المصادر	

تقديم المقرر

من خلال هذا المقرر يتعرف الطالب على استخدام الأساليب الإحصائية في تحليل البيانات الجغرافية مع امكانية استنباط الحقائق العلمية من نتائجها الإحصائية للوصول إلى استنتاجات علمية قابلة للمقارنة والاختبار لتحقيق فائدة علمية وعملية في مجال التخطيط والتنمية البشرية.

المخرجات التعليمية المستهدفة من دراسة المقرر

1. تذكر المعادلات الإحصائية وكيفية تطبيقها جغرافيا،
2. قدرة الطالب على معالجة البيانات الجغرافية احصائياً وترتيبها منطقياً في جداول.
3. استنباط الحقائق العلمية من نتائج العمليات الإحصائية.
4. إجراء المقارنات المكانية والزمانية للظاهرة المدروسة.

طرق التعلم والتعليم

1. محاضرات نظرية لشرح الأساليب الإحصائية كتابةً على السبورة.
2. تمكين الطلاب من حل أمثلة اثناء المحاضرة للتأكد من درجة استيعاب الموضوع.
3. تكليف الطلاب بحل أمثلة كواجب خارج قاعة الدرس.

16- الطيف، بشير إبراهيم، توزيع البريد في المدن، دراسة تحليلية لنمط التوزيع في مدينة بغداد، بحث منشور في مجلة الأستاذ، العدد 20، جامعة بغداد، كلية التربية، 1999.

17- العاني، محمد جاسم سفيان، النماذج الرياضية واساليب التحليل الكمي في التخطيط الحضري والاقليمي، دار الصفا للطباعة والنشر والتوزيع، الأردن، عمان، 2005.

18- العتبي، سامي عزيز عباس، محمد يوسف حاجم الحيتي، منهج البحث العلمي، المفهوم والأساليب والتحليل والكتابة، مطبعة الأصدقاء، بغداد، 2011.

19- العزاوي، علي عبد عباس، برمجيات نظم المعلومات الجغرافية GIS الدليل العلمي والاستخدام، ط1، جامعة الموصل، 2008.

20- العطار، لبيبة حسن، حلاوة، عادل محمد، مقدمة في اساليب التحليل الاحصائي، الدار الجامعة للنشر، الاسكندرية، 2001.

21- العمر، مضر خليل، احمد، محمد دلف، الاتجاهات الحديثة في البحث الجغرافي، النماذج الرياضية والاحصائية والنظرة النظامية، مجلة الجمعية الجغرافية، العدد (13)، 1982.

22- العمر، مضر خليل، الاحصاء الجغرافي، بغداد، 1989.

23- القاضي، دلال، سهيلة عبد الله، محمود البياتي، الإحصاء للإداريين والاقتصاديين، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، عمان، 2005.

24- الناصر، عبد المجيد حمزة، المشهداني، محمود حسن خلف، البطيحي، عبد الرزاق محمد، المدخل في الفكر الإحصائي، الذاكرة للنشر والتوزيع، العراق، بغداد، 2012.

25- الهاشمي، عماد أكرم واخرون، تخطيط المدن، مؤسسة حمادة للدراسات، الجامعة للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، عمان، 2011.

26- الحيتي، صبري فارس، حسن، صالح فليح، جغرافية المدن، دار الكتب للطباعة، الموصل، 2000.

27- الوردي، عدنان هاشم، اساليب التنبؤ الاحصائي، طرق وتطبيقات، جامعة البصرة، كلية الادارة والاقتصاد، مطابع دار الحكمة، 1990.

28- بري، عدنان ماجد عبد الرحمن، النمذجة والمحاكاة، جامعة الملك سعود، 2010.

29- بري، عدنان ماجد عبد الرحمن، هندي، محمود محمد ابراهيم، الاحصاء والاحتمالات، الطبعة الرابعة، جامعة الملك سعود، 2003.

30- حسن علي موسى، الأساليب الكمية في الجغرافية، جامعة دمشق، 2007.

31- خالد محمد داود، زكي عبد الياس، الطرق الإحصائية للأبحاث الزراعية، وزارة التعليم العالي، جامعة الموصل، 1990.

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المدرسة العليا للأساتذة بوزريعة

العلامة الشيخ مبارك محمد ابراهيمي

الميلي الجزائري

قسم التاريخ و الجغرافيا

د . فحام يوسف

حسب المقرر الرسمي لوزارة

التعليم العالي و البحث العلمي

السنة الجامعية 2024-

2025

محاضرات في الإحصاء الجغرافي

مطبوعة بيداغوجية موجهة لطلبة أستاذ التاريخ و الجغرافيا

السنة الأولى ثانوي

﴿وَكُلَّ شَيْءٍ أَحْصَيْنَاهُ كِتَاباً﴾

سورة النبأ الآية 29

المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	
الفصل الأول: التعريف بعلم الإحصاء	
1-1 مفهوم علم الإحصاء	
2-1 التطور التاريخي لعلم الإحصاء	
3-1 علاقة علم الإحصاء بالعلوم الأخرى	
4-1 أهمية علم الإحصاء ومجالات تطبيقاته	
1-5 الطريقة العلمية	
1-6 الطريقة الإحصائي	
1-7 تصميم البحث	
الفصل الثاني: جمع البيانات	
2-1 مصادر البيانات الإحصائية	
2-2 مصادر البيانات الجغرافية	
2-3 طرق جمع البيانات	
2-3-1 أسلوب الحصر الشامل	
2-3-2 أسلوب الحصر الجزئي	
2-3-3 أسلوب المعاينة	

2-3-3-1 تحديد إطار العينة	
2-3-3-2 تحديد حجم العينة	
2-3-3-3 أنواع العينات	
2-3-3-1 العينات الاحتمالية	
2-3-3-2 العينات غير الاحتمالية	
2-4 طرق التأكد من تمثيل العينة للمجتمع الأصلي	
الفصل الثالث: تصنيف البيانات الجغرافية وعرضها	
3-1 أنواع البيانات الإحصائية	
3-1-1 البيانات النوعية (الوصفية)	
3-1-2 البيانات الكمية	
3-1-2-1 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات منفصلة وبيانات متصلة	
3-1-2-2 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات زمانية وبيانات مكانية	
3-1-2-3 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات مبوبة وغير مبوبة	
3-1-2-4 تصنيف البيانات الى بيانات مطلقة ونسبية	
3-2 عرض البيانات الاحصائية	
3-2-1 العرض الجدولي للبيانات	
3-2-1-1 الجداول التكرارية البسيطة	
3-2-1-2 الجداول التكرارية المزدوجة	

3-2-1-3 الجداول التكرارية المتجمعة	
3-2-1-4 مصفوفة البيانات الجغرافية	
3-2-2 العرض البياني للبيانات	
3-2-2-1 الأعمدة "الأشرطة" البيانية	
3-2-3-2 المدرج التكراري	
3-2-3-3 المضلع التكراري	
3-2-3-4 المضلع التكراري التجميعي	
3-2-3-5 الدائرة البيانية	
الفصل الرابع: مقاييس النزعة المركزية والتشتت	
4- 1 مقاييس النزعة المركزية	
4-1-1 الوسط الحسابي "المتوسط"	
4-1-2 الوسط الهندسي	
4-1-3 الوسط التوافقي	
4-1-4 العلاقة بين الوسط الحسابي والهندسي والتوافقي	
4-1-5 الوسط الحسابي الموزون "المرجّح"	
4-1-6 الوسيط	
4-1-7 المنوال	
4-1-8 العلاقة بين الوسط الحسابي والوسيط والمنوال	

4-2 مقاييس التشتت	
4-2-1 المدى	
4-2-2 الانحراف الربيعي	
4-2-3 الانحراف المتوسط	
4-2-4 الانحراف المعياري	
4-2-5 التباين	
4-2-6 الخطأ المعياري "القياسي"	
4-2-7 معامل الاختلاف	
4-2-8 الدرجة المعيارية	
الفصل الخامس: مقاييس التمركز والتشتت المكاني وتحليل العلاقة والاشتراك	
5-1 مقاييس التمركز والتشتت المكانيين	
5-1-1 مقاييس النزعة المركزية للتوزيعات المكانية.	
5-1-1-1 الموقع المتوسط (المتوسط المكاني)	
5-1-1-2 الموقع الوسيط المكاني	
5-1-1-3 الموقع المنوالي	
5-1-2 مقاييس التشتت للتوزيعات المكانية	
5-1-2-1 المسافة المعيارية	
5-1-2-2 كاي تربيع للتمركز المكاني	

5–1–2–3 منحنى لورنز	
5–1–2–4 قرينة لورنز	
5–1–2–5 تحليل الجار الأقرب	
5–2 تحليل العلاقة والاشتراك	
5–2–1 اختبار كاي سكوير	
5–2–2 نسبة التقاطع	
5–2–3 معامل يول	
5–2–4 معامل فاي	
5–2–5 معامل كاما	
الفصل السادس: تحليل الارتباط والانحدار	
6–1 تحليل الارتباط	
6–1–1 الشكل الانتشاري لتحديد طبيعة الاتجاه العام للارتباط	
6–2 أنواع الارتباط	
6–1–3 مقاييس الارتباط	
6–1–3–1 معامل الارتباط للظواهر المقيَسة	
6–1–3–1–1 معامل الارتباط البسيط	
6–1–3–1–2 معامل الارتباط المتعدد	
6–1–3–1–3 الارتباط الجزئي	

6–1–3–2 معامل الارتباط للظواهر غير المقيَّسة	
6–1–3–2–1 معامل ارتباط الرتب لسبيرمان	
6–1–3–2–2 معامل ارتباط الرتب لكيندل	
6–2 تحليل الانحدار	
6–2–1 أهمية تحليل الانحدار	
6–2–2–1 أنواع تحليل الانحدار	
6–2–2–1–1 تحليل الانحدار الخطي البسيط	
6–2–2–1–2 فرضيات تحليل الانحدار الخطي البسيط	
6–2–2–1–3 تقدير معادلة الانحدار الخطي البسيط	
6–2–2–1–4 الاستدلال على جودة توفيق خط الانحدار	
6–2–2–2 الانحدار الخطي المتعدد	
الفصل السابع: السلاسل الزمنية	
7–1 أنواع السلاسل الزمنية	
7–2 تحليل السلاسل الزمنية	
7–2–1 نماذج تحليل السلاسل الزمنية	
7–2–1–1 نموذج حاصل الجمع	
7–2–1–2 نموذج حاصل الضرب	
7–3 عناصر السلسلة الزمنية	

7–4 طرق تقدير الاتجاه العام للسلسلة الزمنية	
7–4–1 طريقة التمهيد باليد	
7–4–2 طريقة شبه المتوسطات	
7–4–3 طريقة المتوسطات المتحركة	
7–4–4 طريقة المربعات الصغرى	
الفصل الثامن: تطبيقات برنامج SPSS في العمليات والتحليل الإحصائي	
8–1 البرنامج الإحصائي SPSS	
8–1–1 نوافذ برنامج SPSS	
8–1–2 أنواع ملفات برنامج SPSS	
8–1–3 طرق تشغيل برنامج SPSS	
8–1–4 صناديق حوار برنامج SPSS	
8–1–5 تهيئة ملفات لإدخال البيانات لبرنامج SPSS	
8–1–6 إدخال البيانات إلى صفحة SPSS	
8-2 الرسوم البيانية باستعمال برنامج SPSS	
8–3 استخراج مقاييس النزعة المركزية والتشتت باستعمال برنامج SPSS	
8–4 استعمال برنامج SPSS في تحليل الارتباط	
8–5 استعمال برنامج SPSS في تحليل الانحدار	
الفصل التاسع: النمذجة	

9–1 مفهوم الأنموذج	
9–2 طبيعة الأنموذج	
9–3 فوائد الأنموذج	
9–4 وظائف الأنموذج	
9–5 خصائص الأنموذج	
9–6 استعمال الأنموذج	
9–7 أنواع النماذج	
9–8 الأساليب الرياضية الأكثر استعمالاً من الجغرافيين في النمذجة	
9–9 اختيار الأنموذج الملائم	
9–10 مراحل بناء الأنموذج	
9–11 مشاكل النماذج	
المصادر	

تقديم المقرر

من خلال هذا المقرر يتعرف الطالب على استخدام الأساليب الإحصائية في تحليل البيانات الجغرافية مع امكانية استنباط الحقائق العلمية من نتائجها الإحصائية للوصول إلى استنتاجات علمية قابلة للمقارنة والاختبار لتحقيق فائدة علمية وعملية في مجال التخطيط والتنمية البشرية.

المخرجات التعليمية المستهدفة من دراسة المقرر

1. تذكر المعادلات الإحصائية وكيفية تطبيقها جغرافيا،
2. قدرة الطالب على معالجة البيانات الجغرافية احصائياً وترتيبها منطقياً في جداول.
3. استنباط الحقائق العلمية من نتائج العمليات الإحصائية.
4. إجراء المقارنات المكانية والزمانية للظاهرة المدروسة.

طرق التعلم والتعليم

1. محاضرات نظرية لشرح الأساليب الإحصائية كتابةً على السبورة.
2. تمكين الطلاب من حل أمثلة اثناء المحاضرة للتأكد من درجة استيعاب الموضوع.
3. تكليف الطلاب بحل أمثلة كواجب خارج قاعة الدرس.

الفصل الأول

مفهوم علم الإحصاء

التطور التاريخي لعلم الإحصاء

علاقة علم الإحصاء بالعلوم الأخرى

أهمية علم الإحصاء ومجالات تطبيقاته

1- مفهوم علم الإحصاء *The concept of statistic*:

هناك العديد من التعريفات الشائعة والمألوفة في الماضي والممتدة إلى ما هو حديث وحاضر وجامع وأقرب إلى البحث العلمي فقديما عرف بأنه جمع المعلومات وترتيبها في جداول أو إبرازها في رسوم بيانية أو أشكال تصويرية .

أما حديثا عرف بأنه العلم الذي يهتم أو يبحث في جمع البيانات وتنظيمها وعرضها وتحليلها وأستقراء النتائج وإتخاذ القرارات بناء عليها هو الذي يهتم بطرق جمع البيانات وتبويبها وتلخيصها بشكل يمكن الاستفادة منها في وصف البيانات وتحليلها للوصول إلى قرارات سليمة في ظل ظروف عدم التأكد ويعني " جمع البيانات " عملية الحصول على قياسات معينة أوتعددات أوقيم مشاهدات لتجربة معينة والتي يجريها الباحث أو الاحصائي وكلما كان جمع البيانات دقيقا كلم زادت ثقة الدارس بالاعتماد على تلك البيانات

ويقصد " بتنظيم وعرض البيانات " تنسيق البيانات في جداول وعرضها بطرق قياسية كالأشكال الهندسية والرسوم البيانية والتوزيعات التكرارية , بحيث تسهل دراستها وتحليلها .

أما " تحليل البيانات " فيقصد بة أيجاد قيم لمقاييس واقترانات معينة يمكن تحديد قيمتها من البيانات قيد الدراسة .

أما "استقراء النتائج واتخاذ القرارات " فهو أهم شيء وأهم أهداف علم الإحصاء وأكثرها فائدة حيث يشمل معظم الدراسات الإحصائية والنظريات والتطبيقات العملية لها , ويتكون من الاستنتاجات التي يتوصل إليها الباحث من تحليل البيانات وهي غالبا ما تكون على شكل تقديرات أو تعميمات أو تنبؤات أو قرارات رفض أو قبول للفرضيات الإحصائية .

كلمة (الإحصاء) كانت تهدف في الماضي إلى عملية العد والحصر حتى سمي الإحصاء بعلم العد The Science of Counting . لفظة(إحصاء) باللغة الانكليزية Statistic كانت تستعمل في أوربا للدلالة على أعمال وحسابات الدولة في شؤون الحرب والضرائب وعدد السكان والمواليد والوفيات والإنتاج. .الخ.

أما الآن فإن الإحصاء قد تطور كثيراً ولاسيما في القرن العشرين إذ أصبح علما مستقلا له أهميته كونه وسيلة وآلية في المنهج العلمي بغية الوصول إلى المعرفة في كافة التخصصات العلمية.

وبشكل عام يعرف الإحصاء بأنه: مجموعة من الإجراءات الرياضية المستعملة لتنظيم البيانات وتلخيصها وتفسيرها وتحليلها للوصول إلى قرار سليم .

و كلمة الاحصاء Statisties أخذت من الكلمة اللاتينية Stata , حيث كان الاحصاء قديما يعرف بأنه الارقام والحقائق التي تتعلق بالدولة , كما كان يطلق عليه ايضا علم الحساب السياسي . وقد تطورت هذه الكلمة حتى شملت جميع فروع الحياة واصبح الاحصاء هو العلم الذي يبحث في طريقة جمع الحقائق الخاصة بالظاهرة محل الدراسة والبحث في كيفية تسجيل هذه الحقائق في صورة رقمية وعرضها بطريقة يسهل بها معرفة اتجاهات هذه الظاهرة وعلاقتها بالظواهر الاخرى .

كما يعرف علم الاحصاء بأنه الدراسة الرقمية للمجتمعات , ويوجز هذا التعريف الحقائق التالية عن موضوع الاحصاء : –

- ✓ أن الاحصاء لا يتناول بالدراسة مفردة بعينها ولكنه يشمل بالدراسة المجتمعات والمجتمع هنا يعني أي تجمع لافراد أو أشياء أو أدوات أو مفردات تجمع بينها صفة أو صفات مشتركة . فكما قد تتناول الدراسة الاحصائية مجموعة من البشر , فأنها قد تتناول أيضا بالدراسة والتحليل مجموعة نتائج لتجربة أو تجارب متكررة في أي مجال من المجالات , كما قد تكون مجموعة السلع التي ينتجها مصنع ما خلال فترة زمنية محددة هي المجتمع موضوع الدراسة الاحصائية .
- ✓ أن تعريف علم الاحصاء بأنه دراسة المجتمعات تجرى على أساس من الشمول , ولكن دراسة مجتمع ما قد تكون على أساس عينة تسحب منه , كما قد تكون على أساس دراسة جميع المفردات التي يتكون منها ذلك المجتمع , والاسباب والظروف التي تدفعنا الى الشمول أو الى الاقتصار على عينة قد تكون أسبابا مادية تتعلق بالامكانيات المادية والوقت المتاح للدراسة , كما قد تكون لاعتبارات احصائية تتصل بدرجة الدقة في التقديرات .
- ✓ ان الدراسة الرقمية للمجتمعات تشمل البحث في أساليب جمع البيانات ووسائل عرضها وتحليلها بقصد الوصول الى نوع من المعرفة المبنية على أسس رقمية للمجتمعات موضوع الدراسة .

وتشير كلمة الاحصاء في الاستخدام العام الى البيانات الرقمية , فالاحصاءات الحيوية , على سبيل المثال هي بيانات رقمية عن المواليد والوفيات وعدد الزيجات وغيرها , والاحصاءات

الاقتصادية هي بيانات رقمية عن فرص العمل والانتاج والاسعار والمبيعات , والاحصاءات الاجتماعية هي بيانات رقمية عن الاسكان والجريمة والتعليم والمعونة الاجتماعية .

وكلمة الاحصاء تعني اشياء مختلفة للفئات المختلفة , فخبراء الارصاد الجوية يقررون احصاء طقس يومي مثل درجات الحرارة المنخفضة أو المرتفعة وكمية الامطار , ولكن علماء الرياضيات والمتخصصون في العلوم السلوكية يستخدمون الكلمة بمعنى مختلف , فالمتخصصون في الرياضيات يصفون الاحصاء على أنها تمثل مجالا رئيسيا في الرياضيات وبالتالي فانهم يستخدمونها لتحديد بناء النظرية والمناهج التي يمكن ان تستخدم في تحليل البيانات . ويسعى المتخصصون في العلوم السلوكية الى الاساليب الاحصائية المناسبة لتحليل نتائج بحث معين .

وكثيرا ما نستخدم كلمة احصاء أو احصائية للتعبير عن مجموعة من الحقائق العددية – وصفية , كمية , نسبية – في شكل جداول , مثل التي تتعلق بالسكان أو الانتاج أو غيرها سواء كانت تتوزع خلال سلسلة زمنية , أو في شكل توزيعات مكانية أو نوعية , وهي بهذا المعنى تعبر عن مجموعة من البيانات فقط . أما الاساليب الاحصائية Statistial Methods فيقصد بها الطرق أو الوسائل المستخدمة في اختصار الكميات الضخمة من أرقام الظاهرة قيد البحث لتحديد خصائصها ودراسة علاقتها بالمتغيرات الاخرى , كما تستخدم في اختبار الفروض والتنبؤات , اضافة الى استخدامها في تحديد صحة المقاييس المستخدمة .

وهناك من يرى أن الاحصاء هو دراسة أساليب واجراءات الحصول على البيانات الكمية.

ويرى اخرون أن كلمة أحصاء لها ثلاثة معان هي :-

- ✓ الاحصاءات أو البيانات : مثال ذلك احصاءات السكان والمواليد والوفيات والانتاج والصادرات والاستهلاك وغيرها .
- ✓ المؤشرات المحسوبة من عينة .
- ✓ علم الاحصاء وهو فرع من فروع الرياضيات يشمل النظريات والطرق الموجهة نحو جمع البيانات ووصفها والاستقراء وصنع القرارات .

ويعرف علم الاحصاء بأنه الفرع من العلم الذي يتعامل مع وسائل وأساليب جمع واستخراج نتائج من البيانات التي نحصل عليها عن طريق عد أو قياس خصائص مجتمعات ظواهر طبيعية . والاحصاء 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 أيضا في دراسة هذه العلاقات والاتجاهات واستخدامها في تفهم حقيقة الظواهر ومعرفة القوانين التي تسير تبعا لها .

والاحصاء أيضا هو عملية جمع البيانات بطريقة منظمة , واختبار هذه البيانات , والتوصل الى الاستدلالات من تلك البيانات , ولذلك فان الاحصاء هو وسيلة يمكن أن تساعد الباحث على حل المشكلات البحثية والتفكير بصورة عقلانية ازاء المشكلات البحثية المختلفة .

ويمكن تعريف علم الاحصاء على أساس أنه الاسلوب الذي يختص بالطرق العلمية لجمع وتنظيم وتلخيص وعرض وتحليل البيانات , وكذلك الوصول الى نتائج مقبولة وقرارات سليمة على ضوء هذا التحليل , وهذا هو المفهوم الحديث للاحصاء , وهو في هذا الاطار يصلح لان يكون فنا أو لونا من المعرفة , واداة متطورة مبسطة لاسلوب البحث العلمي

ولكلمة الاحصائي Statistician أيضا معان متعددة هي :-

- ✓ انها تشير الى الشخص الذي يؤدي عمليات روتينية بالبيانات الاحصائية .
- ✓ أو الى محلل البيانات الذي حصل على تدريب عالى في مجال الاساليب الاحصائية ويستخدمها في جمع وتفسير البيانات .
- ✓ أو الى العالم المتخصص في الرياضيات التطبيقية وهو الشخص الذي يستخدم اساليب رياضية متقدمة في تطوير مناهج احصائية جديدة .

ينقسم علم الإحصاء على قسمين أساسين هما :

- ✓ الإحصاء الوصفي *Descriptive statistic*

هو عمليات إحصائية بسيطة تسعى إلى جمع البيانات Collection of date ثم تصنيفها Classified وتنظيمها Organized وجدولتها Scheduled وتمثيلها بيانياً Represented graphically ثم استخلاص النتائج من خلال بعض المقاييس والطرق الإحصائية لاتخاذ القرارات المناسبة لذلك.

- ✓ الإحصاء الاستدلالي *Inferential statistics*

هو تقنيات Techniques تسمح بدراسة عينات Samples معينة من المجتمع population الإحصائي للتوصل إلى استنتاجات أو استدلالات Inferences conclusions تنسب إلى المجتمع الذي اختيرت منه العينة التي يجب أن تكون ممثلة للمجتمع أفضل تمثيل، ولذا فإن نظرية الاحتمالات Theory of probability تعد عنصرا أساساً في الاستدلال الإحصائي الذي يهتم بموضوعين أساسين هما: التقدير Estimate واختبار الفروض Test of Hypotheses .

مما تقدم يمكن القول: أن علم الإحصاء يبحث في الأمور الآتية:

- ✓ جمع البيانات والمعلومات والحقائق الخاصة بمختلف الظواهر وتسجيلها في صورة رقمية وتصنيفها في جداول منظمة وتمثيلها بيانياً .
- ✓ مقارنة الظواهر بعضها ببعض ودراسة العلاقات فيما بينها واستخدامها في معرفة حقيقة الظواهر والقوانين التي تسيرها .
- ✓ تحليل البيانات واستخلاص النتائج التي يمكن من خلالها إجراء تقديرات أو تنبؤات لاتخاذ قرارات لتحقيق برامج أو أهداف معينة في ظل ظروف عدم التأكد .

2 – التطور التاريخي لعلم الإحصاء *Historical development of statistic*

الإحصاء فكرة قديمة يرجع منشؤها إلى عهد بعيد في تاريخ الإنسانية، فالحاجة قائمة إلى الحصول على معلومات رقمية أو وصفية عن المجتمعات المدنية منذ أن وجدت المجتمعات البشرية المنظمة، وهناك استخدامات إحصائية في الحضارات القديمة –الصينية والهندية والبابلية والمصرية والآشورية– اقتصرت على جمع المعلومات العددية عن السكان والرجال والمواشي والزراعة حيث كانت تسجل في دفاتر واوراق خاصة ترجع اليها الدولة عند الحاجة لتصريف سياسة الدولة ورسمها . (الناصر واخرون، 2012، ص19) .

وللعرب في الإحصاء أثر يجدر ذكره، والمفكر العربي ابن خلدون قد يكون أول من عالج قضايا السكان معالجة علمية، فبحث في عمران الدولة واتساعها وتأخرها وربط كل ذلك بنمو عدد السكان.

وفي القرن السادس عشر ونتيجة لانتشار لعب القمار في أوربا، فقد اتجه المقامرون إلى علماء الرياضيات للحصول على معلومات عن فرص ربحهم أو خسارتهم، ومن أشهر هؤلاء العلماء هم Pascal، Leibitz ، Bernoulli مؤسس نظرية الاحتمالات.

وفي القرن السابع عشر وبالتحديد في الفترة 1609–1681 قام العالم الألماني H. Conring بتدريس علم جديد سماه Staattkunde علم شؤون الحكومات كالأرض والسكان والثروة وغيرها . وفي الفترة 1719–1773 أطلق العالم الألماني G. Achenwall تسمية جديدة

لهذا العلم وهي الإحصاء Statistic وقد نشر كتابه حول مبادئ الإحصاء في الدول الأوربية عام 1749 .

أما العالم الانكليزي Grounx فقد نشر سنة 1666 كتابا درس فيه سجلات نفوس لندن وحسب منها نسب الوفيات ثم أَلّفَ W. Petty سنة 1683 كتابا استخدم فيه الطرائق الكمية وسماه (الحساب السياسي) .

وفي القرن التاسع عشر دخل الإحصاء مرحلة جديدة من مراحل تطوره ولاسيما في بداية 1749–1827 إذ أوضح Laplace في كتابه (النظرية التحليلية للاحتمالات) عام 1812 الفوائد والميزات التي يمكن أن تستخلص من دراسة الظواهر الطبيعية التي أسبابها معقدة جداً إلى حد لا يمكن معه معرفتها جميعاً، فضلاً عن أن Laplace أسهم في ترسيخ مفهوم عمومية التطبيق الإحصائي للطرق الإحصائية بشكل عام وأثبت كون النظرية الاحتمالية أسلوبا ضرورياً لتحسين جميع أنواع المعرفة الإنسانية.

وفي الفترة 1796–1874) استهوى العالم الفلكي البلجيكي A-Quetelet الإحصاء وخاصة موضوع الاحتمالات؛ مما دفعه للمطالبة بإدخال تطويرات على عملية التعداد السكاني، وفي عام 1840 أشار إلى استخدام التوزيع الطبيعي ليس فقط كونه قانوناً للخطأ وإنما لتوضيح توزيع القياسات، وبناء على مبادرته أيضاً انعقد في بروكسل عام 1853 المؤتمر الدولي للإحصاء الذي بشر "بالمعهد الدولي للإحصاء" الذي أسس في لندن عام 1885 .

وفي العصر الحديث توسعت منذ نهاية القرن التاسع عشر والى يومنا هذا طرائق التحليل الإحصائي، فوصلت إلى كل المجالات العلمية وأدى هذا الأسلوب إلى تطوير سريع وكبير للنظرية الإحصائية، ففي الفترة (1822–1911) أنشأ العالم F- Galton فرع جديد للإحصاء أطلق عليه اسم الإحصاء الحيوي Biostatistics الذي امتد حاليا الى ميادين الاختبارات المتعلقة بعلم المداواة والطب العلاجي.

وتعمقت الصلة بين الإحصاء والاقتصاد وظهر علم جديد يسمى Econometrics ويدعوه بعضهم بالإحصاء الاقتصادي وكان من رواده الأوائلV. Pareto ، A.A. Cournot، F. Divisia، L. Walras الحائز على جائزة نوبل عام 1969 في الاقتصاد.

أما أشهر علماء القرن العشرين فهو العالم R. A. Fisher في الفترة 1890–1962 إذ كان أول إسهاماته في تلك الفترة هو اشتقاقه التوزيع المضبوط لمعامل الارتباط، وفي عام 1923 وضع أسلوب تحليل التباين وقدم فيشر آنذاك نظريته في التقدير بطريقة الإمكان الأعظم، وبذلك امتدت إسهامات الإحصاء على يده إلى الزراعة والاقتصاد والوراثة وغيرها (الراوي، 1984، ص9).

وفي الفترة (1891–1967) أصبحت طرق السيطرة على النوعية التي أسهم في تطويرها W. Shewhart من التطبيقات الإحصائية الرئيسة في الصناعة.

وفي عام 1944 اشترك العالم J. Neyman مع العالم Oskar Morganstern بنشر كتاب سمي نظرية المباريات والسلوك الاقتصادي Theory of Games and

وأخيراً يمكن القول بأن أعمال J. Neyman و E. Economic Behavior Pearson و R.A. Fisher تمخضت عن البحوث التجريبية التي جعلت من الطرائق الإحصائية أداة قوية وفعالة في البحث العلمي والتقني وما زال حقل استخدامها في نمو وتطور مستمرين.

وبعد ظهور عصر الحاسبات 1980 وما بعدها، إذ يمكن أن يقال عن هذه الفترة بأنها بداية ظهور أثر الحاسبات على تقدم العمل الإحصائي. وعلى الرغم من أن الآلات الحاسبة تم استخدامها في نهاية القرن التاسع عشر وأنها ساعدت فيما بعد بعض الإحصائيين أمثال Pearson و Fisher في إجراء بحوثهم، ولاسيما في بناء جداولهم الإحصائية في الفترة 1900– 1950، إلا أنها لم تكن شائعة الاستخدام من الكثيرين الذين يستسهلون استخدام جداول اللوغاريتمات والمسطرة المحوسبة Slide Rule بدلا منها.

وعند ظهور أجهزة الكومبيوتر أصبح إتمام العمليات القديمة يأخذ وقتاً أقل وان إجراء العمليات الجديدة الأكثر تعقيداً أصبح ممكناً بفضل كثير من البرامج الجاهزة وخاصة البرنامج SPSS الذي يعدّ من أكثر البرامج الإحصائية استخداماً من شريحة واسعة من الباحثين في مختلف الاختصاصات الإحصائية والطبية والهندسية والزراعية.

3 – علاقة علم الإحصاء بالعلوم الأخرى *Statistics relationship to other sciences*

اكتسب علم الإحصاء أهمية بالغة من إمكانية تطبيق نظرياته ومبادئه وأساليبه المختلفة في كافة المجالات إذ يمكن التعبير عن ظواهره المختلفة ببيانات يمكن تجميعها ومن ثم تصنيفها وجدولتها

وتمثيلها بيانياً ثم استخلاص النتائج من خلال الطرق الإحصائية المستخدمة لاتخاذ القرارات المناسبة لذلك.

ولمعرفة علاقة علم الإحصاء بالعلوم الأخرى سنعرض فيما يأتي بعض تلك العلاقات:

- ✓ علاقة الإحصاء بعلم الاقتصاد:

من الصعب جدا فصل العمل الإحصائي عن العمل الاقتصادي، فأي دراسة اقتصادية هدفها التخطيط أو التقدير أو التنبؤ سواء أكان ذلك على مستوى القطاع الخاص أم الاقتصاد القومي يلزمها توافر البيانات والمعلومات عن كافة المتغيرات المحددة لهذه الدراسة والتي يمكن الحصول عليها باستعمال أسلوب العمل الإحصائي. من هنا يمكن القول بأن علم الإحصاء جزء أساسي وضروري للعمل الاقتصادي وتطوره فأي دراسة اقتصادية إنما تعتمد على أسلوب العمل الإحصائي في تنفيذها، فضلاً عن أن المؤشرات والمقاييس الإحصائية أصبحت من الأدوات اللازمة في صقل العمل الاقتصادي سواء أكان ذلك يتعلق بالعرض والطلب، والإنتاج والاستهلاك، ودراسة السوق، والأسعار، أم الأجور، والادخار والاستثمار أم أي متغير من متغيرات الاقتصاد القومي بصفة عامة سواء أكان ذلك للتخطيط أم لعمل المقارنات، لذا يمكن القول: بأن الاقتصاد هو الإطار الذي نشأ وتطور في كنفه علم الإحصاء.

- ✓ علاقة الإحصاء بعلم النفس:

استعملت الطرق والوسائل الإحصائية في قياس درجة ذكاء الأشخاص وفي دراسة العلاقة بين ذكاء الأشخاص ومهاراتهم.

- ✓ علاقة الإحصاء بعلم الفلك:

استعملت الوسائل الإحصائية في دراسات خاصة في تحديد مدارات الكواكب والنجوم وغيرها من الأجرام السماوية.

- ✓ علاقة الإحصاء بالعلوم الطبية:

يطبق علم الإحصاء في أغلب الدراسات الطبية، ولاسيما في مجال مقارنة الأمراض المختلفة وسبل علاجها وتحديد العلاقة بين الأمراض ومسبباتها وقياس مدى كفاءة الأدوية والعلاجات المستعملة لكثير من الأمراض، إذ تلعب نظرية الاحتمالات والعينات دوراً كبيراً في هذا المجال.

- ✓ علاقة الإحصاء بعلم الديمغرافية: يساعد علم الإحصاء في دراسة تطور السكان عن طريق دراسة معدلات الولادات والوفيات والهجرة، ويمكن استخدام الطرق الإحصائية في دراسة معالم المجتمع الاقتصادية والاجتماعية والمهنية والتعليمية.

- ✓ علاقة الإحصاء بعلم الجغرافية:

استعملت الأساليب والطرق الإحصائية في الدراسات الجغرافية البشرية والطبيعية كدراسة أشكال سطح الأرض، والمناخ، والبحار، والمحيطات، والمدن، والخرائط، والخصوبة، والجرائم، والعمالة، وغيرها .

- ✓ علاقة علم الإحصاء بمجموعة العلوم الاجتماعية:

يعد التطور التكنولوجي الهائل في كافة الميادين ومنها العلوم الإنسانية وما رافقها من استحداث طرق جديدة لمعالجة الموضوعات الاجتماعية والنفسية، وإذ لا يمكن إنكار دور علم الإحصاء في هذا التقدم، فالطريقة الإحصائية، والنهاية المركزية، والارتباط، والانحدار، والاختبارات، وما يشمل ذلك من تطبيقات أساسية لها أهميتها في هذا المجال.

وليس غريباً القول: بأن كل باحث متخصص في مجال العلوم الاجتماعية يجب عليه أن يكون ملماً بالطرق الإحصائية إذا كان يريد أن يرقى بأبحاثه ودراساته الى مستوى روح العصر.

وختاماً يمكن القول بأن الإحصاء هو علم له طرقه العلمية وقوانينه ونظرياته المتعددة التي تعدّ أساساً لكثير من العلوم الأخرى ومنطلقاً لتطورها.

4- أهمية علم الإحصاء ومجالات تطبيقاته: *A wave of the Importance of Statistics and It's application areas*

يعد علم الإحصاء الأسلوب العلمي اللازم لتقصي حقائق الظواهر واستخلاص النتائج منها، ويتضمن أيضاً النظرية اللازمة للقياس واتخاذ القرارات في كافة المجالات الاقتصادية والاجتماعية والسياسية، وبذلك يكون مستودعا لأدق أدوات البحث العلمي الموضوعة تحت تصرف الباحث، وتتجلى أهمية علم الإحصاء بالآتي من الأمور:

- ✓ الإحصاء الوسيلة الأكثر ضماناً في البحث العلمي من خلال استخدام طرقه وقوانينه ونظرياته المتعددة التي يمكن من خلالها تحقيق الأهداف المرجوة من وراء تنفيذ تلك البحوث.

- ✓ للإحصاء دور بارز في مجال التخطيط ورسم السياسات التنموية لكل دولة، إذ يمكن من خلاله توفير البيانات والمعلومات والمؤشرات الإحصائية الدقيقة من أجل بلوغ الأهداف وتمكين القائمين على عملية التخطيط والمتابعة من تنفيذ جميع مراحل الخطط المرسومة.
- ✓ إن علم الإحصاء يمكن أن يعطي تحليلات وتنبؤات مبسطة رقمية أو مرسومة ومعتمدة عالمياً.

أما مجالات تطبيقات علم الإحصاء فهي:

- ✓ البحوث الاقتصادية والإدارية التطبيقية.
- ✓ البحوث البيولوجية والوراثية.
- ✓ البحوث الطبية والصيدلانية التطبيقية.
- ✓ البحوث الهندسية التطبيقية.
- ✓ البحوث الزراعية التطبيقية.
- ✓ البحوث الصناعية التطبيقية.
- ✓ بحوث الرياضة والشباب.
- ✓ البحوث النفسية والاجتماعية .
- ✓ البحوث الجغرافية.

- الطريقة العلمية *The scientific Method*:

هي مجموعة من التقنيات والطرق المصممة لفحص الظواهر والمعارف أو لتصحيح وتعديل معلومات أو نظريات قديمة، وتتلخص خطواتها بما يأتي:

- ✓ تحديد مشكلة البحث. إن التعرف على موضوع المشكلة وتحديد متغيراتها الأساسية ثم صياغتها على هيئة سؤال (أو أسئلة) محددة هي الخطوة الأولى من خطوات الطريقة العلمية.
- ✓ مراجعة البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة بالمشكلة المراد بحثها .
- ✓ صياغة الفروض. الفروض هي مجموعة من الحلول المبدئية المقترحة من الباحث لمشكلة البحث وقد تكون على ثلاث حالات:

أ- تحديد الفروق مثل (توجد فروق بين أعمار الذكور والإناث) .

ب-تحديد العلاقة مثل(هل توجد علاقة بين الإنتاج الزراعي وكمية الأمطار المتساقطة) .

ج- الوصف مثل (ما اتجاهات المهاجرين نحو العودة إلى موطنهم الأصلي)

- ✓ تصميم البحث. يجب على الباحث أن يضع تصميماً يهدف إلى الإجابة على أسئلة مشكلة البحث أو فروضها .
- ✓ اختبار الفروض. يقوم الباحث بجمع البيانات والمعلومات عن الفروض، فإذا كانت تلك البيانات والمعلومات لصالح الفروض تم قبوله كتفسير مقبول للنتائج، وإذا لم تكن لصالح الفرض قام الباحث برفضه.

- ✓ تحليل البيانات. يقوم الباحث في هذه المرحلة باستخدام الأساليب الإحصائية الملائمة لطبيعة البيانات وعلى وفق ما تتطلبه الفروض الموضوعة.

- ✓ تفسير النتائج. يقوم الباحث بمناقشة نتائج بحثه وتفسيرها وعندما يتأكد من صحتها يستطيع تعميمها على ظواهر أخرى مماثلة تخضع لنفس ظروف الظاهرة التي قام بدراستها، فإذا ما انطبقت أيضاً على هذه الظواهر، فعندئذ يمكن أن تصبح قاعدة أو قانوناً علمياً يساعد على التنبؤ بكيفية حدوث الظاهرة مستقبلاً.

- الطريقة الإحصائية *The Statistical Method*:

هي طريقة علمية خاصة بمعالجة الاتجاهات الرقمية لبعض الظواهر العلمية والاجتماعية التي تتمثل في حالات أو مشاهدات متعددة، واستخلاصها والمراحل الرئيسة للطريقة الإحصائية هي:

- ✓ جمع البيانات الرقمية عن الظاهرة أو الظواهر ذات العلاقة بالبحث.

- ✓ تبويب البيانات وتمثيلها بيانياً.

- ✓ تحليل البيانات وحساب المؤشرات الإحصائية كتقديرات لمعالم مجتمع البحث.

- ✓ تحليل معطيات البحث أو الدراسة والتوصل للنتائج.

- ✓ التفسير والتنبؤ بنتائج البحث.

- تصميم البحث:

بعد تحديد مشكلة البحث ومصفوفته وفرضياته يقوم الباحث بتصميم مخطط العمل البحثي تمهيداً لحصر المناهج المناسبة والأدوات والتقنيات المطلوبة، فضلاً عن تحديد متطلبات البحث المادية والجدول الزمني لسير عمل البحث بشكلٍ سليم. ولعل ذلك ما جعل بعضهم يعد تصميم مخطط العمل البحثي عملية اتخاذ للقرارات قبل ظهور الموقف الذي ستنفذ فيه هذه القرارات. ويمكن القول بأن من مستلزمات التصميم أيضاً أن يكون للباحث خطط استراتيجية وأخرى تكتيكية تساعده على تحقيق أهداف بحثه.

فالخطط الاستراتيجية تساعد على تحديد المراحل الكبرى للبحث، والمعالم الرئيسة لنوع المعلومات والبيانات المطلوبة في كل مرحلة، ونوع الأدوات اللازمة لجمعها، ونوع التحليلات الكمية أو الكيفية التي ستجرى عليها الخطط الاستراتيجية، في حين أن الخطط التكتيكية تنشأ لمواجهة المواقف العملية عند جمع البيانات والتصرف في هذه المواقف سواء أكانت متوقعة أم غير متوقعة تصرفا سليماً .(عبد الباسط، 1990، ص126) .

وهناك أمور يجب أن تؤخذ بالحسبان عند التصميم، وهي:-

✓ تحديد أهداف البحث:

إن أهداف البحث تنقسم على هدف علمي وآخر عملي، يتمثل الهدف العلمي في إضافة أو تعديل أو إثراء في النظريات أو القوانين أو القواعد العلمية، أما الهدف العملي فيقصد به تناول

مشكلة ما بالدراسة والتحليل؛ للكشف عن أسبابها وآثارها؛ لتقديم الحلول والتوصيات اللازمة لها .

✓ تحديد متطلبات التنفيذ الفعلي للبحث:

يحتاج تنفيذ البحث إلى إمكانيات مادية للإنفاق على مراحله المختلفة والى إمكانيات بشرية من (عمال، وفنيين، وعدادين، ومساحين، ومتخصصين، . . . الخ) بشكل يضمن تنفيذ البحث بكل سلاسة وعلى الضد من ذلك قد يتعذر على الباحث إنجاز بحثه بشكل سليم.

✓ تحديد إطار البحث:

من الضروري أن يحدد الباحث نوع مجال البحث وطبيعته أو المجتمع الإحصائي الذي يحتوي على جميع الوحدات التي ستتم عملية الاختيار من بينها، فضلاً عن تحديد مكان تواجد تلك الوحدات لتعيين السبل الكفيلة للباحث؛ للوصول إلى البيانات والمعلومات المطلوبة. وللإطار أشكال متعددة، فقد يكون على شكل خريطة تضم جميع المواقع المطلوب دراستها، أو قد تكون على شكل قائمة أو مجموعة قوائم تحتوي على أسماء جميع الوحدات المطلوب دراستها وعناوينها ومواقعها .

✓ تحديد أسلوب جمع البيانات:

يعتمد الأسلوب الذي يستخدم في جمع البيانات الخاصة بالبحث على طبيعة المعطيات التي يراد الحصول عليها بمختلف أنواعها من (توزيعات، وكميات، وعلاقات، وارتباطات، واختلافات)

الفصل الثاني : جمع البيانات

2–1 مصادر البيانات الإحصائية

2–2 مصادر البيانات الجغرافية

2–3 طرق جمع البيانات

2–3–1 أسلوب الحصر الشامل

2–3–2 أسلوب الحصر الجزئي

2–3–3 أسلوب المعاينة

2–3–3–1 تحديد إطار العينة

2–3–3–2 تحديد حجم العينة

2–3–3–3 أنواع العينات

2–3–3–1 العينات الاحتمالية

2–3–3–2 العينات غير الاحتمالية

2–4 طرق التأكد من تمثيل العينة للمجتمع الأصلي

تعد عملية جمع البيانات من المراحل المهمة التي يعتمد عليها البحث الإحصائي، وأن جمعها بأسلوب علمي سليم سيؤدي حتماً إلى الحصول على نتائج أكثر دقة في التحليل، ولدراسة طرق جمع البيانات فإن الأمر يتطلب الإلمام التام بالنواحي الآتية:

أولاً: مصادر البيانات الإحصائية *Sources of Statistical Data*.

ثانياً: أسلوب جمع البيانات *Method of data Collection*.

2-1 مصادر البيانات الإحصائية:

لا يمكن إنجاز أي بحث عملي من غير أن تكون هناك بيانات كافية عن موضوع البحث ومن مصادر موثوق بها؛ كي يتمكن من خلالها الباحث إجراء عملية التحليل الإحصائي لتلك البيانات لاحقاً. ويمكن الحصول على هذه البيانات من مصدرين أساسين هما:

- ✓ البيانات والإحصاءات الرسمية Data and Official Statistics

ويتمثل هذا المصدر بما تنشره الهيئات والمؤسسات الرسمية وشبه الرسمية من البيانات الاقتصادية، والاجتماعية، والتجارية، والزراعية والصناعية، فضلاً عما تنشره الأجهزة الحكومية المختصة كالجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات ومن أمثلة هذه البيانات، أعداد السكان وتصنيفهم وتوزيعهم حسب الموقع الجغرافي وحسب السن والمهنة والجنس، والمستوى العلمي، والدخل وغيرها، وجميع البيانات التي تجمع على وفق هذا الأسلوب تسمى بالبيانات الثانوية، ومن مزاياها توفير الوقت والجهد والكلفة المادية.

✓ البيانات والإحصاءات الميدانية Data and Statistics Field

تعتمد البحوث الميدانية أساساً على المصادر الأولية للبيانات أي مصادر البيانات الطبيعية أو الفعلية، إذ يقوم الباحث نفسه بجمع البيانات بصورة مباشرة عن طريق المقابلة Interview أو غير مباشرة عن طريق الاستبيان Questionnaire بتصميم استمارة استبانة يوجهها إلى أفراد العينة المختارة. والبيانات التي تجمع بهذا الأسلوب تسمى بالبيانات الأولية التي تمتاز بالدقة والثقة ولكن يعاب عليها في أنها تحتاج إلى وقت وجهد وكلفة مادية.

2-2 مصادر البيانات الجغرافية Sources of Geographic Data

معروف أن الجغرافية تُعنى بدراسة الإنسان ونشاطه ضمن البيئة التي يعيش أو يعمل فيها سواء أكانت البيئة الاجتماعية Social Context أم البيئة الطبيعية Physical Environment، لهذا فقد تعددت وتنوعت مصادر البيانات التي يتطلبها البحث الجغرافي.

وقد ذكرنا سابقاً أن مصادر البيانات الإحصائية هي مصادر أولية وأخرى ثانوية، وكذا الحال بالنسبة لمصادر البيانات الجغرافية، إذ تقسم أيضاً على قسمين، هما:

- المصادر الأولية: وهي المصادر التي من خلالها تخضع عملية جمع البيانات والمعلومات لسيطرة الباحث شخصياً وعلى وفق متطلبات البحث وهدفه، إذ تجمع البيانات (الطبيعية والبشرية) ميدانياً من خلال المشاهدة المباشرة والتجربة أو من خلال المقابلة أو الاستبيان.
- المصادر الثانوية: وهي المصادر التي تقوم بجمع البيانات والمعلومات الجغرافية ونشرها على شكل (كتب، ومعاجم، ونشريات، ودوريات علمية، وتقارير، ووثائق، وخرائط، وأطالس،

وأطاريح ورسائل جامعية . . .الخ)، وهذه المصادر قد تكون هيئات رسمية أو شبه رسمية محلية أو دولية ومن أهمها:

- ✓ الديوان الوطني للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات.
- ✓ محطات الأنواء والرصد الجوي.
- ✓ مديريات الزراعة والري.
- ✓ الهيئة العامة للمساحة.
- ✓ مديريات الشرطة والمحاكم.
- ✓ مديريات التربية والتعليم.
- ✓ مديريات البلديات.
- ✓ الوزارات
- ✓ الخطوط الجوية.
- ✓ الغرف التجارية والصناعية.
- ✓ المنظمات الدولية (منظمة الأمم المتحدة والمنظمات المتفرعة عنها، ومنها: منظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO، ومنظمة اليونسكو، ومنظمة العمل الدولية، ومنظمة حقوق الانسان وغيرها)، وجامعة الدول العربية ومنظماتها المختلفة.

2-3- طرق جمع البيانات:

تتطلب عملية جمع البيانات تحديد الأسلوب المناسب لجمعها، وتحديد هذا الأسلوب ليس بالأمر السهل وهي مشكلة حقيقية يواجهها الباحث، وعلى العموم هناك بعض المعايير التي يجب أخذها بالحسبان لاختيار الأسلوب المناسب، وهي:

- ✓ درجة الدقة المطلوبة: في بعض الأحيان يستعمل أسلوب الحصر الشامل عندما نريد بيانات دقيقة وشاملة، مثل حالة البحوث التي تتعلق بحياة الأفراد (أجهزة الغواصين وسلامتها).
- ✓ مدى تجانس الوحدات الإحصائية: فكلما كانت درجة التجانس عالية وخاصة في المجتمعات الكبيرة عندئذ يفضل استعمال أسلوب العينة.
- ✓ المدة الزمنية المخصصة للبحث: فكلما كانت المدة الزمنية طويلة أمكن استخدام أسلوب الحصر الشامل أو الجزئي وبالضد من ذلك يستعمل أسلوب العينة في حالة قصر المدة الزمنية.
- ✓ مدى توفر الامكانيات المالية والبشرية: فعند توافرها بشكل كافٍ يمكن استعمال أسلوب الحصر وعند قلتها يمكن اعتماد أسلوب العينة. وبشكل عام وفضلاً عن المعايير السابقة يعتمد الأسلوب الذي يستعمل في جمع البيانات الخاصة بالبحث على طبيعة الهدف من البحث من جهة، وعلى حجم المجتمع الإحصائي محل البحث من جهة أخرى، وعلى العموم هناك ثلاثة أساليب لجمع البيانات هي:

1- أسلوب الحصر الشامل.

2- أسلوب الحصر الجزئي.

3- أسلوب المعاينة .

2-3-1 أسلوب الحصر الشامل *Complete enumeration method*

هو أسلوب لجمع البيانات من جميع وحدات المجتمع الإحصائي محل البحث والدراسة دون استثناء. ويلجأ الباحث إلى هذا الأسلوب عندما يرغب في الحصول على بيانات تفصيلية عن جميع وحدات المجتمع وعندما يجهل الباحث طبيعة المجتمع لاسيما إذا لم تنفذ عليه دراسات سابقة.

ويمتاز هذا الأسلوب بدقة النتائج والشمولية وعدم التحيز، ولكن الاحتياجات المادية والبشرية والزمنية التي يتطلبها قد تحول دون إمكانية استعماله.

2-3-2 أسلوب الحصر الجزئي *Enumeration Partial Method*

يستعمل هذا الأسلوب في مجالات متعددة خاصة لحصر المؤسسات والمصانع الصغيرة والعاملين في الصناعات الحرفية التي يكون عددها كبيراً وإسهامها في الإنتاج قليلاً (مثل الصناعات النسيجية، والجلدية، والغذائية، وغيرها). وبموجب هذا الأسلوب يتم تقسيم الوحدات الإحصائية على وحدات تتركز فيها الظاهرة المدروسة ونقوم عندئذ بحصرها حصراً شاملاً ((غالباً ما يكون عددها قليلاً))، أما بقية الوحدات فإنها قليلة الأهمية لصغر إسهامها في الظاهرة على الرغم من كثرة عددها، لذا نستغني عنها ونستبعدها من البحث ونقوم بتقدير إسهامها باستعمال إحدى طرق التقدير.

2-3-3 أسلوب المعاينة *Sampling Method*:

قد يكون من الصعب جداً اتباع أسلوب الحصر الشامل في دراسة العديد من الظواهر؛ لذا يمكن للباحث أن يكتفي باختيار عينة من وحدات المجتمع الإحصائي لتحليلها واستخلاص نتائجها وتعميمها على المجتمع الأصلي.

إن هذا الأسلوب أقل دقة من أسلوب الحصر إلا إذا أحسن استعماله على أسس علمية سليمة ودقيقة، فضلاً عن أن تكاليف استعماله المادية والبشرية أقل بكثير من أسلوب الحصر الشامل.

إن نجاح استخدام هذا الأسلوب يتوقف على عوامل عديدة أهمها:

1- تحديد إطار العينة.

2- تحديد حجم العينة.

3- تحديد نوع العينة التي سيتم استعمالها.

2-3-3-1 تحديد إطار العينة *the Sample Frame Specify*:

من الضروري قبل البدء باختيار وحدات العينة عمل مخطط يحتوي على جميع الوحدات التي ستتم عملية الاختيار من بينها، وتحديد مكان تواجد تلك الوحدات لتعيين السبل الكفيلة للوصول إليها في جمع البيانات والمعلومات المطلوبة عنها (عدس، 1978، ص245).

وللإطار أشكال متعددة، فقد يكون على شكل خريطة تضم جميع المواقع المطلوب دراستها أو على شكل قائمة أو مجموعة قوائم تحتوي على أسماء، وعناوين، ومواقع وحدات المجتمع المطلوب

دراسته، ويجب على الباحث التحقق من دقة إطار العينة وصلاحيته وشموليته قبل اختيارها؛ وللحصول على عينة ممثلة للمجتمع تمثيلاً صادقاً من جهة ومطابقتها لهدف البحث ومنهجيته من جهة أخرى.

2-3-3-2 تحديد حجم العينة *Determine of sample size:*

بعد تحديد الإطار العام للمجتمع الذي منه سيتم اختيار العينة يجب أن يكون الباحث جاهزاً لاختيار وحداتها . ولكن قبل عملية الشروع في الاختيار يحتاج الباحث إلى تحديد الحجم الأمثل للعينة المطلوبة؛ لأن صغرها قد يجعلها غير ممثلة لمجتمع الدراسة وبالمقابل فإن كبرها قد يكلف الباحث كثيراً من المال والوقت والجهد، وبشكل عام لا يوجد حجم محدد أو نسبة مئوية محددة من حجم المجتمع الإحصائي يمكن اعتمادها في جميع الدراسات والبحوث. إلا أن هناك مؤشرات يمكن الاهتداء بها لتحديد حجم العينة منها:

- ✓ إذا كان مجتمع الدراسة متجانساً فإن حجم العينة يمكن أن يكون صغيراً، أما إذا كان غير متجانس فلا بد أن يكون حجم العينة كبيراً.
- ✓ درجة الدقة المطلوبة من البحث، إذ يكبر حجم العينة كلما كانت درجة الدقة المطلوبة عالية وبالعكس.
- ✓ توافر الإمكانيات المادية والبشرية، فكلما كان كلاهما متوفرين سيتمكن الباحث من اختيار عينة كبيرة وبالعكس.

- ✓ طبيعة المنهج البحثي الذي سيتبع يؤثر بشكل مباشر على حجم العينة، فإن المنهج التجريبي مثلا يتطلب حجماً كبيراً للعينة.

وبشكل عام في حالة العينات العشوائية يمكن اعتماد الصيغة الآتية لتحديد حجم العينة (عبد الحميد، عبد المجيد، 1981، ص91).

$$n = \frac{t^2}{r^2 + \frac{1}{N}t^2}$$

إذ أن:

n = حجم العينة المطلوبة.

t = قيمة t المجدولة التي تقابل الخطأ المسموح به.

r = احتمال الخطأ.

N= عدد وحدات المجتمع الإحصائي.

مثال:جد حجم العينة المطلوب استخدامها في دراسة إحصائية للعوامل المؤثرة على الخصوبة السكانية لمحافظة ما، يبلغ عدد أسرها 249361 أسرة، إذا أردنا أن يكون مقدار الخطأ بالتقدير 0.04 من الانحراف المعياري واحتمال هذا الخطأ 0.05.

الحل:

$$n = \frac{t^2}{r^2 + \frac{1}{N}t^2}$$

$$n = \frac{(1.96)^2}{(0.05)^2 + \frac{1}{249361}(1.96)^2}$$

$$n = \frac{3.841}{0.0025154} = 1526$$

عدد وحدات العينة التي سيتم سحبها من المجتمع

2-3-3-3 أنواع العينات *Kinds of Samples:*

قبل أن نستعرض أنواع العينات نرى من الضروري تحديد الفرق بين المجتمع والعينة المأخوذة منه

- المجتمع Population:

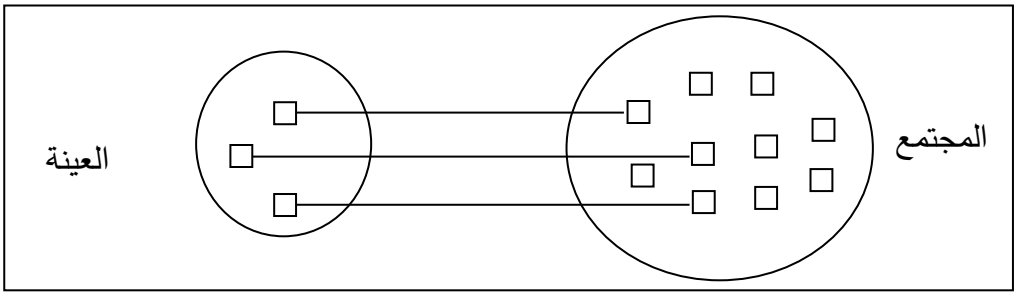
هو جميع المفردات أو الوحدات التي تشترك بصفة واحدة أو عدة صفات وهذه الوحدات قد تكون أجزاء أو أشياء أو قياسات.

وقد يكون المجتمع الإحصائي محدداً Finite Population مثل عدد عمال مصنع ما، وأطوال طلبة كلية ما، وإنتاج مزرعة ما . . . الخ، وقد يكون المجتمع غير محدد Infinite Population إذ من الصعب وقد يكون من المستحيل حصر عدد وحداته، مثل عدد الأسماك في نهر ما، وعدد الحشرات في مزرعة ما . . .الخ.

- العينة Sample:

هي مجموعة صغيرة من وحدات المجتمع الإحصائي يتم جمعها بطرق مختلفة، بحيث تكون ممثلة للمجتمع تمثيلاً صادقاً لغرض دراسته من خلال خصائص تلك العينة(الصالح، السرياني، 1999، ص30) .

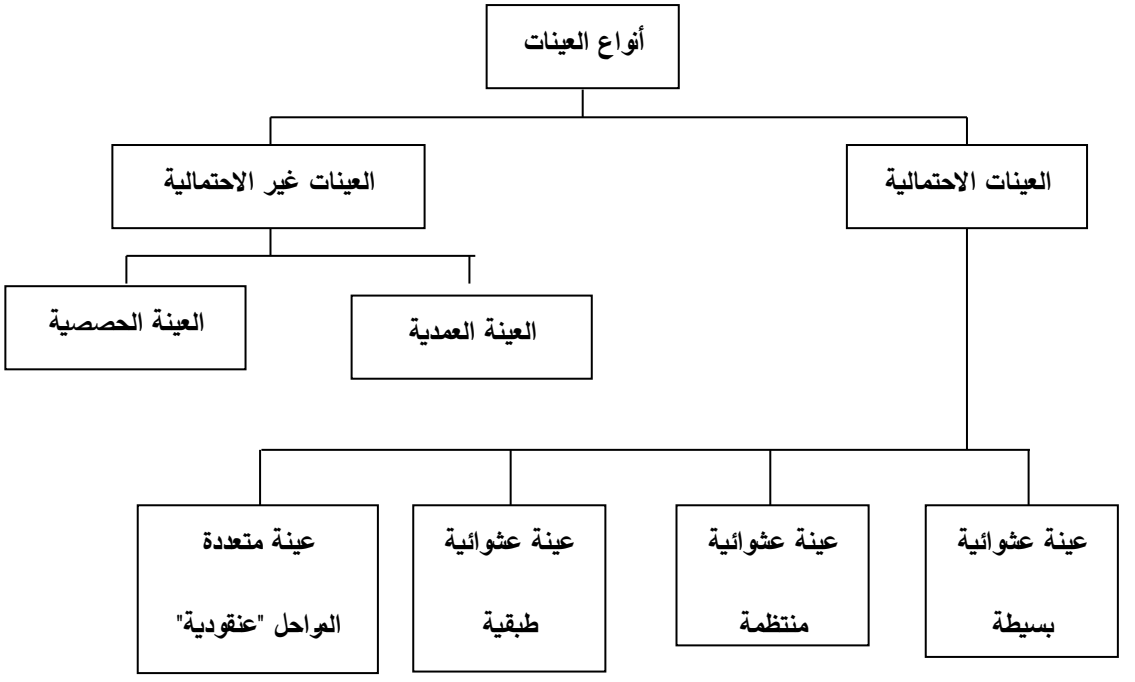
والشكل (1) يوضح الفرق بين المجتمع والعينة المأخوذة منه.



شكل(1) الفرق بين المجتمع والعينة

وبشكل عام تقسم العينات على وفق أسلوب اختيارها على نوعين هما

أولاً: العينات الاحتمالية. ثانياً: العينات غير الاحتمالية.



2-3-3-1 العينات الاحتمالية *Probability Samples:*

هي العينات التي يعتمد اختيار وحداتها على نظرية الاحتمالاتProbability Samples إذ تتمتع كل وحدة من وحدات المجتمع الإحصائي بفرصة الظهور في العينة المختارة بشكل متساوي في حالة العينات العشوائية البسيطة، أو غير متساو في حالة العينات الاحتمالية الطبقية والعنقودية . . .الخ. ومن أهم أنواعها:-

- العينة العشوائية البسيطة *Simple Random Sample:*

وهي العينة التي يتم اختيار وحداتها عشوائياً بعيدا عن أثر العوامل الشخصية، بحيث يكون لجميع وحدات المعاينة Sample Units في المجتمع نفس الفرصة في الظهور، أي أن احتمال اختيار أي وحدة هو $\frac{1}{N}$ ويمكن اختيار العينة بالإرجاع Sampling with Replacement أي إرجاع وحدة المعاينة المسحوبة قبل سحب العينة التي تليها(القاضي، البياتي، 2005، ص208) .

وعموماً يتم اختيار هذه العينة بأحد الأسلوبين الآتيين:

أ- أسلوب القرعة: وبموجب هذا الأسلوب يتم كتابة أسماء جميع الوحدات وأرقامها على بطاقات صغيرة ثم تخلط بعضها مع بعض. ثم نسحب عشوائياً عدداً من الوحدات التي سوف تمثل حجم العينة المطلوبة.

ب-أسلوب استخدام جداول الأعداد العشوائية: في كثير من الأحيان لا يمكن إجراء الاختيار العشوائي عن طريق القرعة، ولاسيما في حالة المجتمعات الإحصائية الكبيرة الحجم، لذا قام بعض الإحصائيين بإعداد جداول خاصة لتسهيل عملية الاختيار العشوائي أطلق عليها جداول الأعداد العشوائية.

ولاختيار عينة من مجتمع ما باستخدام أسلوب جداول الأعداد العشوائية يتطلب إتباع الخطوات الآتية:

- ✓ إعطاء أفراد المجتمع الأصلي أرقاماً متسلسلة تبدأ من الواحد الصحيح.
- ✓ اعتمادا على أعلى رقم سيعطى إلى وحدات المجتمع الأصلي يمكن أن نحدد قيماً إذا كنا سنحتاج إلى أعداد عشوائية من مرتبة واحدة أو اثنتين أو ثلاث أو أربع مراتب وهكذا، فإذا كان عدد وحدات المجتمع مثلا 99 فإننا سنحتاج إلى أعداد عشوائية من مرتبتين، وإذا كان عدد أفراد المجتمع 258 فسنحتاج إلى أعداد عشوائية من ثلاث مراتب وهكذا، وإذا كان لدينا أرقام عشوائية من مرتبتين مثلاً، فنضم كل عمودين موجودين في الجدول بعضها إلى البعض الآخر لنكون منها هذه الاعداد، وهكذا نفعل كلما زاد عدد المراتب.
- ✓ بعد أن تم تحديد عدد الأرقام العشوائية التي نحتاجها نغمض أعيننا ونضع أصابعنا على نقطة ما في الجدول ونبدأ نتجه من هناك بشكل هندسي ثابت أما إلى الأعلى أو إلى الأسفل أو نحو اليمين أو نحو اليسار أو بشكل قطري ونواصل مسيرتنا هذه حتى نحصل على العدد المطلوب من الأرقام الواردة في الجدول التي تقع كلها ضمن الأرقام المعطاة لوحدات المجتمع.

فإذا كان عدد وحدات المجتمع مثلاً (500) وأردنا أن نختار عينة من(50) وحدة، فأننا نأخذ أعداداً عشوائية من ثلاث مراتب وبعد أن نعين نقطة البداية على الجدول نتجه نحو الأعلى أو الأسفل مثلا ونأخذ الأعداد الثلاثين الأولى التي تصادفنا والتي تكون قيمتها أقل من (500). إذا حدث أن وصلنا إلى نهاية الجدول قبل أن نتمكن من اختيار العدد المطلوب للعينة، فإننا نعيد الكرة مرة ثانية مستعملين بداية جديدة لذلك.

– العينة العشوائية المنتظمة *Systematic random sample*:

بموجب هذا النوع من العينات يتم تقسيم المجتمع الأصلي إلى مجموعات متساوية العدد أو الفئات، فإذا كان المجتمع مثلاً يتكون من 1000 وحدة وأريد عينة من 100 فان المجتمع يقسم إلى 1000/ 100 فتكون النتيجة (10) وحدات أو مجموعات متساوية، ومن ثم يتم اختيار الوحدة الأولى عشوائياً من بين وحدات المجموعة الأولى ولتكن رقم 50، وبذلك ستكون الوحدات التالية التي ستسحب ضمن العينة هي (50، 150، 250، 350، .....، 950) ويعاب على هذه الطريقة كون عامل التحيز يدخل فيها ويبعدها من أن تكون عينة عشوائية حقيقية في أغلب الأحيان.

هذا من ناحية، أما من ناحية أخرى فقد يميز الجغرافيون بين نوعين من العينات العشوائية هما

– عينة القوائم *List Sample*

هي العينة التي يتم اختيار وحداتها من قوائم خاصة معدة سلفاً كدليل الهاتف والقوائم التي تتضمن أسماء العمال في المعامل وغيرها. ويتم اختيار وحدات هذه العينة باستخدام جداول الأرقام العشوائية التي سبق ذكرها في العينة العشوائية البسيطة.

- العينة المكانية *Spatial Sample*

هي تلك العينة التي يرتبط إطارها ارتباطا وثيقا بالموقع، بحيث يلعب الموقع دوراً أساسياً في تعيين وحدات الظاهرة المدروسة، لذلك يجب أن تكون العينة ممثلة لكافة التغيرات المكانية التي تطرأ على الظاهرة المدروسة نتيجة اختلاف موقعها، وقبل الشروع بأخذ العينة لابد من تحديد إطارها بدقة، وتحليل المكان يتم بموجب خرائط المنطقة المدروسة.

والعينة المكانية في أغلب الأحيان تأخذ ثلاثة أشكال كما يميزها الجغرافيون وهي

أ- عينة النقاط *Point Sample*

تستعمل هذه العينة عندما يكون الإطار الإحصائي عبارة عن توزيع مكاني، على هيئة نقاط موزعة على خريطة جغرافية، مثل مواقع المصانع، والمساكن، والمحلات التجارية المتفرقة.. وغيرها. ويتم عن طريق تغطية الخريطة بشبكة من الخطوط المتقاطعة أو الإحداثيات السينية والصادية التي تقسم المنطقة على عدد من المربعات المتساوية ثم نختار عدداً من المربعات باستعمال جداول الأرقام العشوائية، إذ أن الرقم العشوائي الأول الذي يتم اختياره يمثل محور السينات للمربع وإن الرقم الثاني يمثل محور الصادات له، وننزلها بشكل إحداثيات على الخريطة، تمثل مواقع العينات بشكل نقاط.

ب-عينة الخطوط *Line sample*

وفيها يكون المطلوب الحصول على عدد من الخطوط العشوائية بدلاً من النقاط، لذا نقوم بإيصال نقاط الإحداثيات السالفة الذكر بعضها ببعض بخطوط بدلاً من أخذ النقاط نفسها .

ج- عينة المساحة *Areal Sample*

وفيها يكون المطلوب الحصول على مساحات معينة بقصد دراستها، فنقوم باتباع الأسلوب السابق نفسه (كما في عينة النقاط)، لكن هنا نقوم بترقيم المسافات بين الخطوط وليس الخطوط نفسها، ويكثر استخدام هذه العينات في الجغرافية الطبيعية لتحديد أنواع النبات الطبيعي أو أنواع الترب أو درجة التضرس في منطقة جغرافية معينة، وتستخدم أيضاً في جغرافية المدن عند تحديد أنماط استخدام الارض على سبيل المثال وغير ذلك.

- العينة العشوائية الطبقية *Stratified Random Sample*

استخدام هذا النوع من العينات يتيح فرص الحصول على تقديرات أكثر دقة من تقديرات الطريقتين السابقتين، ويستعمل هذا النوع من العينات عندما يكون مجتمع البحث مكوناً من مجموعات أو طبقات Strata متجانسة بصفة أو مجموعات صفات محددة لها علاقة بالظاهر قيد البحث أو الدراسة، وبموجب هذا النوع من العينات يتم أخذ عينة عشوائية من كل مجموعة أو طبقة يتناسب حجمها مع حجم تلك المجموعة في المجتمع الأصلي. ان اعتماد هذا النوع من العينات يتم بموجب الخطوات الاتية:

- تحديد الطبقات أو المجموعات أولاً وبشكل واضح ثم وضع كل وحدة معاينة من المجتمع في الطبقة الملائمة لها .

- تحديد حجم كل طبقة أو مجموعة ثم تحديد حجم العينة التي ستسحب من كل طبقة عشوائياً .

فإذا فرضنا أننا بصدد دراسة آراء طلبة المدرسة العليا للأساتذة السنة الاولى البالغ عددهم 1300 طالباً بخصوص الرغبة في تعلم الحاسوب.

والمطلوب اختيار عينة حجمها 10% من المجتمع لتلك الدراسة:

✓ معرفة عدد الطلبة لكل قسم من الأقسام إذ لوحظ ان طلبة الكلية موزعين على النحو الآتي:

طلبة قسم اللغة العربية	200
طلبة قسم اللغة الانكليزية	240
طلبة قسم التاريخ والجغرافية	300
طلبة قسم الفلسفة	350
طلبة قسم الفرنسية	210

✓ ولذا فان حجم مجتمع الدراسة = 200+240+300+350+210=1300

✓ تحديد حجم العينة الكلي= 1300 × 100/10 = 130 طالباً

✓ تحديد حجم العينة من كل قسم بالشكل الآتي:

حجم العينة من طلبة قسم اللغة العربية 200× 100/10=20

حجم العينة من طلبة قسم اللغة الانكليزية 240× 100/10= 24

حجم العينة من طلبة قسم التاريخ والجغرافية 300× 100/10=30

حجم العينة من طلبة قسم الفلسفة 350× 100/10=35

حجم العينة من طلبة قسم الفرنسية 210× 100/10=21

– العينة العشوائية المتعددة المراحل(العنقودية)*Multi-Stage Random Sample*

عندما يلجأ الباحث إلى هذا النوع من العينات يتوجب عليه في المرحلة الأولى تقسيم المجتمع الأصلي على عدة مجموعات رئيسة ثم يختار عشوائياً عينة منها، وفي المرحلة الثانية يختار عشوائياً من العينة التي اختيرت في المرحلة الأولى عينة وهكذا حتى يحصل الباحث على حجم العينة المقرر على وفق هدف الدراسة من جهة وحجم المجتمع الأصلي من جهة أخرى.

إن هذا النوع من العينات يوفر للباحث المرونة الكافية لاختيار العينة المطلوبة وبأكثر من طريقة واحدة، فضلاً عن أنها توفر كثيراً من الوقت والجهد والتكلفة، ولكن يؤخذ عليها احتمالية عدم تمثيلها لمجتمع الدراسة الأصلي ولاسيما في حالة عدم تجانس مجتمع الدراسة الأصلي(عبيدات، وآخرون، 1999، ص94) .

وبشكل عام فإنه في العينة العنقودية يتم اختيار تجمعات أو مناطق مختلفة مثل المدارس، والمزارع، والمصانع وغيرها، ويجب أن تتصف هذه المجموعات أو التجمعات بكل وحداتها بالخصائص نفسها .

2-3-3-3-2 العينات غير الاحتمالية *Non- Probability Samples*

في هذا النوع من العينات يتم اختيار وحداتها طبقا للحكم الشخصي للباحث الذي لا يمكن عزله أو قياسه، أي إن وحدات المجتمع الأصلي للدراسة لا تعطى الفرصة نفسها بالظهور في العينة المختارة، ومن أنواعها:

أ- العينة العمدية *Purposive Sample*

هي تلك العينات التي يتم اختيار وحداتها بشكل مقصود من الباحث دون غيرها بناء على ما تحمله من خصائص ومزايا تنسجم والهدف من الدراسة أو البحث.

فمثلا إذا أراد باحث دراسة آراء الناخبين لشخصية ما فإنه سيختار عينة من الأفراد الذين لديهم -على الأقل- بعض المعلومات عن تلك الشخصية؛ لأنه من غير المنطقي أن تضم العينة أفراداً لا يعرفون أية معلومات عن تلك الشخصية.

ب – العينة الحصصية *Quota Sample*

طبقا لهذا النوع من العينات يتم تقسيم مجتمع الدراسة إلى مجموعات أو فئات أو شرائح ضمن معيار معين ثم يختار الباحث عدداً من الوحدات المطلوبة من كل مجموعة أو شريحة بما يتلاءم وظروف الباحث.

إن هذا النوع من العينات له أهمية كبيرة في بحوث الرأي العام نظراً لسرعة التنفيذ وانخفاض تكاليف إجراءه.

فمثلا إذا أراد باحث دراسة آراء المواطنين حيال ارتفاع أسعار أجور النقل في مدينة ما وعزم على اختيار عينة من (2000) مواطن، فالباحث سيحدد حجم العينة من كل بلدية بناء على حجم سكان تلك البلدية ثم يقوم باختيار أفراد العينة من كل بلدية بصورة عشوائية عن طريق الذهاب إلى الأماكن العامة وإجراء المقابلة الشخصية مع من يلتقي بهم من المواطنين على وفق العدد المحدد لكل بلدية من البلديات التي ستشكل بمجموعها العينة الكلية للبحث.

بعد استعراضنا أنواع العينات نرى من الضروري التنويه بأنه إذا كانت طريقة استخدام المعاينة ضرورة من ضرورات البحث العلمي، فلابد من اختيار العينة اختياراً ممثلا وصادقاً للمجتمع الأصلي، علما أن كثيراً من عمليات المعاينة قد تلجأ إلى أكثر من نوع من هذه العينات أو إلى حل وسط(بين المعاينة المساحية والمعاينة الطبقية مثلاً) .

ومن الضروري للباحث أن يتنبه إلى مواقع الخطأ في اختيار العينة وأهمها:

1- أخطاء التحيز Bias Error وهي التي تحدث نتيجة الطريقة التي نختار بها العينة من المجتمع الأصلي.

2- أخطاء ناتجة عن حجم العينة وتسمى أخطاء الصدفة *Stochastic Error*

3- الأخطاء الناتجة عن ردود أفعال الناس حيال أداة القياس ذاتها أو وسيلته وتسمى أخطاء الأداة Toll Error.

2-4 طرق التأكد من تمثيل العينة للمجتمع الأصلي

إن اختيار العينة بصورة سليمة ودقيقة يؤدي حتماً إلى الحصول على نتائج تكاد تكون قريبة جداً من الواقع الفعلي. ويمكن التأكد من مدى تمثيل العينة للمجتمع الأصلي من خلال الطريقتين الآتيتين وهما

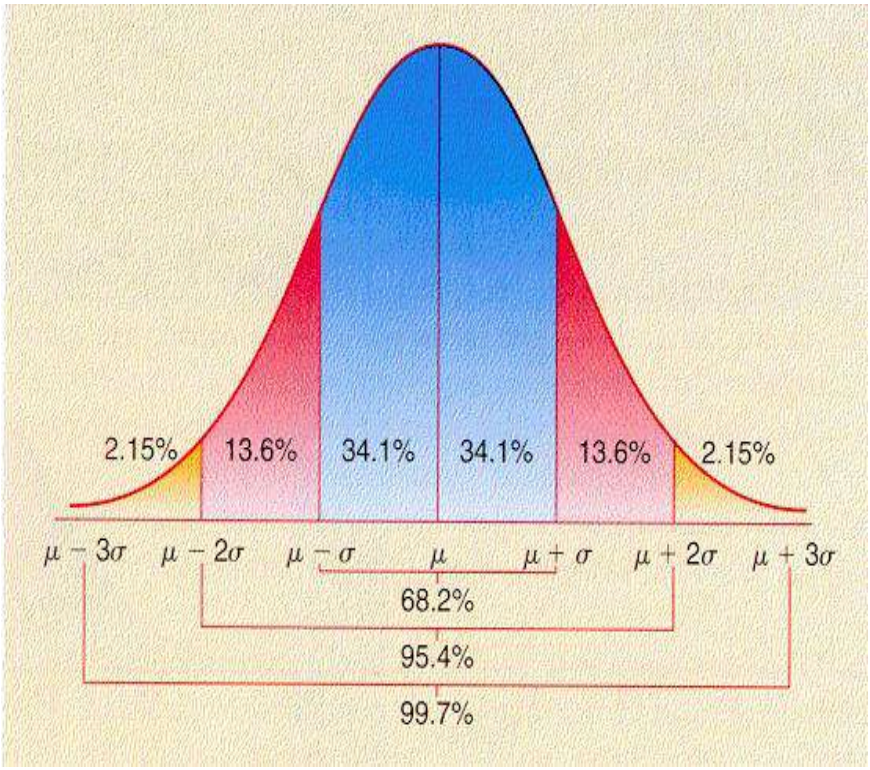
أولاً: طريقة التوزيع الطبيعي Normal distribution Method

يوجد العديد من الخصائص والسمات كالطول والذكاء والعمر تتخذ شكل التوزيع الطبيعي، إذ أن أغلبية الأفراد أو المشاهدات تتركز في منطقة الوسط في حين تتوزع الأقلية منها على الطرفين.

فمثلاً نلاحظ أن متوسط الأعمار يتراوح بين 60-75 سنة تقريباً، لكن نجد أن أقلية من الأفراد تعمر مدة تزيد عن 75 سنة وأقلية أخرى لا تصل أعمارها إلى 65 سنة.

ومثل هذه الحالات تنطبق أيضا على مستوى الذكاء والطول والوزن، فضلا عن بعض الأمور المالية الأخرى كالأرباح أو الأسعار أو الاستثمار. وكما هو معروف من أن التوزيع الطبيعي يتخذ

شكل الجرس، إذ تتركز تقريباً 68% من المشاهدات ضمن انحراف معياري واحد عن الوسط الحسابي للمشاهدات، وقرابة 95% من المشاهدات تقع ضمن انحرافين معياريين عن الوسط الحسابي، وما يقارب من 99% من المشاهدات تقع ضمن ثلاث انحرافات معيارية عن الوسط الحسابي، بحسب ما موضح في الشكل(3) الآتي:



شكل(3) منحنى التوزيع الطبيعي

ويتم التأكد من تمثيل العينة للمجتمع الأصلي بإتباع طريقة التوزيع الطبيعي عن طريق تحديد توزيع العينة المختارة، فإذا كان توزيعها طبيعياً، فإن ذلك يدل على أن العينة ممثلة للمجتمع الأصلي، أما إذا كان التوزيع غير طبيعي فهذا يعني وجود تحيز باختيار العينة، لذا فان العينة ستكون غير ممثلة للمجتمع الأصلي قيد الدراسة والبحث.

ثانياً: طريقة النزعة المركزية *Central Tendency Method*

تستعمل هذه الطريقة بدلا من الطريقة السابقة عندما يكون مجتمع الدراسة الأصلي لا يتخذ شكل التوزيع الطبيعي أصلاً.

فمثلا دخول معظم أفراد دول العالم الثالث متدنية، وبالتالي لا تتخذ شكل التوزيع الطبيعي، لذلك يتم اللجوء في مثل هذه الحالات إلى استعمال مقاييس النزعة المركزية والتشتت، ومنها: مثل الوسط الحسابي والانحراف المعياري، فبعد أن يتم إيجاد قيمها من خلال العينة المختارة يتم مقارنتها مع الوسط الحسابي والانحراف المعياري للمجتمع الأصلي(وهذه عادة ما تكون منشورة في الإحصائيات أو المجلات العلمية المختصة) فإذا كانت النتائج متقاربة عندئذ تكون العينة المختارة ممثلة للمجتمع الأصلي، أما إذا ما وجدت اختلافات جوهرية، فإن ذلك يدل على وجود تحيز في العينة المختارة ومن ثم لا يمكن اعتماد نتائج تلك العينة وعكسها على مجتمع الدراسة الأصلي.

الفصل الثالث : تصنيف البيانات الجغرافية وعرضها

Classification and Presentation of Geographic data

3–1 أنواع البيانات الإحصائية

3–1–1 البيانات النوعية (الوصفية)

3–1–2 البيانات الكمية

3–1–2–1 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات منفصلة وبيانات متصلة

3–1–2–2 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات زمانية وبيانات مكانية

3–1–2–3 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات مبوبة وغير مبوبة

3–1–2–4 تصنيف البيانات الى بيانات مطلقة ونسبية

3–2–1 العرض الجدولي للبيانات

3–2–1–1 الجداول التكرارية البسيطة

3–2–1–2 الجداول التكرارية المزدوجة

3–2–1–3 الجداول التكرارية المتجمعة

3–2–1–4 مصفوفة البيانات الجغرافية

3-2-2 العرض البياني للبيانات

3-2-2-1 الأعمدة "الأشرطة" البيانية

3-3-2-2 المدرج التكراري

3-3-2-3 المضلع التكراري

3-3-2-4 المضلع التكراري التجميعي

3-3-2-5 الدائرة البيانية

واكب تطور الثورة الكمية في الجغرافية، ولاسيما في العشرين سنة الماضية ثورة أخرى موازية لا تقل عنها أهمية وتعرف "بانفجار البيانات" أو الانفجار المعلوماتي(شحادة، مصدر سابق، ص45)، علماً بان ثورة البيانات ليست مقصورة على علم الجغرافية فحسب، بل هي ثورة عامة وفي شتى أنواع العلوم. لذا فإن وفرة البيانات الجغرافية وتنوعها أدّيا إلى تعاظم الحاجة إلى ضرورة تصنيفها وعرضها بطريقة مختصرة تساعد على فهمها وتحليلها إحصائياً، للتعرف عليها ووصفها ومقارنتها بغيرها من البيانات والخروج ببعض المدلولات الإحصائية عن مجتمع البحث أو الدراسة.

3-1 أنواع البيانات الإحصائية:

البيانات بشكل عام هي مجموعة من الحقائق أو المشاهدات غير المنظمة من تلك التي يمكن تسجيلها وقياسها وجمعها من المجتمع الإحصائي أو العينة. والبيانات الجغرافية ليس لها ميزات خاصة بها تميزها عن غيرها من بيانات العلوم الأخرى، لذا فالبيانات الجغرافية شأنها شأن أي بيانات إحصائية أخرى يمكن تقسيمها على نوعين أساسين من أنواع البيانات الإحصائية هما:

3-1-1 البيانات النوعية (الوصفية) *Qualitative data*:

إن هذا النوع من البيانات غير قابل للقياس الكمي "الرقمي" ولكن يمكن ان تصنف او ترتب البيانات على شكل فئات او مجموعات "مستويات" يمكن قياسها بمعيارين أساسين:

1- بيانات وصفية مقاسة بمعيار اسمي Nominal Scales مثل:

- الجنس (ذكر، أنثى) .

- الحالة الاجتماعية (أعزب، متزوج، مطلق، أرمل) .

- التربة (طينية، مزيجية، رملية) .

- التعليم (متعلم، غير متعلم) .

- المهنة (تاجر، مزارع، موظف، عامل) .

2- بيانات وصفية مقاسة بمعيار ترتيبي Ordinal scales مثل:

- تصنيف المنحدرات (خفيفة، متوسطة، شديدة) .

- المستوى التعليمي (أمي، ابتدائي، ثانوي، جامعي، عليا) .

- تقديرات الطلبة (ضعيف، مقبول، متوسط، جيد، جيد جيداً، ممتاز) .

3-1-2 البيانات الكمية *Quantitative data*:

هي البيانات التي تخضع للعمليات الحسابية لأنها تأخذ قيماً رقمية تمثل القيمة الحقيقية للظاهرة المدروسة ومنها مثلاً بيانات الانتاج، والسكان، والدخل، ودرجات الحرارة، والامطار، والعمر، والطول والوزن. . .الخ.

والبيانات الكمية يمكن ان تصنف حسب التصنيفات الآتية:

3-1-2-1 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات منفصلة وبيانات متصلة:

1- البيانات المنفصلة *Discrete data*:

وتسمى ايضاً بالمتغيرات الوثابة وهي البيانات التي لا تمكنها طبيعتها من تجزئة وحدة القياس التي تقاس بها، بل تتحرك عند اعداد معينة دون سواها، مثلاً: عدد المركبات، وعدد الطلبة، وعدد الجسور، وعدد المزارع، وعدد المدن وغيرها .

2- البيانات المتصلة *Continuous data*:

وتسمى أيضاً بالمتغيرات السيارة وهي البيانات التي يمكن تجزئة وحدة القياس التي تقاس بها الى وحدات ومنها مثلاً الطول، والوزن، والارتفاع، والانحدار، والامطار، ودرجات الحرارة، ودرجات الرطوبة وغيرها .

3-1-2-2 تصنيف البيانات الكمية الى بيانات زمانية وبيانات مكانية:

1- البيانات الزمانية *Temporal data*:

تضم البيانات الزمانية جميع البيانات التي تكون منتظمة في اطار زماني محدد، منها مثلاً درجات الحرارة في فصل الصيف، وكميات الأمطار الساقطة في فصل الشتاء، وعدد المغادرين من مطار بغداد في الفترة 2005-2012 وهكذا .

مما سبق يتضح ان هذه البيانات مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بعنصر الزمن وقد تكون أياماً، أشهراً، مواسم، سنوات. . .الخ.

2- البيانات المكانية *Spatial data*:

وتضم جميع البيانات التي تكون منتظمة في اطار مكاني محدد، إذ لا يمكن تفسيرها او فهمها الا من خلال ذلك الاطار، ومنها مثلاً المعدل السنوي لإنتاج البترول في العراق، والمعدل السنوي للأمطار الساقطة في بغداد . . .الخ.

وبشكل عام تأخذ البيانات المكانية ثلاثة أشكال مميزة:

1- البيانات النقطية *Point data*:

هي البيانات التي تمثل مواقع تواجد الظواهر الجغرافية على هيئة نقاط على الخارطة، منها مثلاً مواقع المرائب، ومواقع المدارس، والمصانع، والمزارع، والمدن. . .الخ.

2- البيانات الخطية *Line data*:

وهي البيانات التي تأخذ شكل الخطوط على الخرائط منها مثلاً خطوط المواصلات، وخطوط شبكات الري والبزل، وخطوط شبكات الماء والمجاري. . .وغيرها من الظواهر الجغرافية التي

يمكن أن يكون لها طول معين، ويهتم الجغرافيون بالبيانات الخطية لدراسة أطوالها من جهة والحركة التي تتم عليها من جهة أخرى.

3-1-2-3 تصنيف البيانات الكمية إلى بيانات مبوبة وغير مبوبة:

1- بيانات كمية غير مبوبة *Ungrouped data*:

هي بيانات أولية (خام) raw data جمعت رأساً من المجتمع الإحصائي أو العينة، وهي بطبيعتها قليلة الاستخدام لكونها غير معالجة. ويمكن أن تكون استمارات ميزانية الأسرة أو استمارات التعداد الزراعي وإحصائها قبل وضعها في فئات أو مجموعات أنموذجاً لمثل هذه البيانات.

2- بيانات كمية مبوبة *Grouped data*:

إن البيانات الأولية التي جمعت بالحصر الشامل أو الجزئي أو العينة لا يمكن الاستفادة منها مباشرة في قياس المقاييس الإحصائية، لذا يجب معالجتها بتقسيم هذه البيانات على مجموعات متشابهة تسمى الفئات Classes ونضع في كل فئة الوحدات التي تنتمي إليها والتي تسمى التكرارات Frequency ويسمى التوزيع الناتج من عملية تفريغ البيانات الأولية "الخام" بالتوزيع التكراري Frequency Distribution والجدول الذي يضم هذا التوزيع يدعى بالجدول التكراري Frequency table.

3-1-2-4 تصنيف البيانات إلى بيانات مطلقة ونسبية:

1- البيانات المطلقة *Absolute data*:

تضم البيانات المطلقة مختلف أنواع البيانات الكمية التي لا يوجد لها صفر مطلق منها مثلاً درجة الحرارة فعندما يكون معدل درجة الحرارة لمدينة ما في 14 آذار 10مْ ويوم 15 آذار 5مْ فلا يعني هذا أن درجة حرارة اليوم الأول هي ضعف درجة حرارة اليوم الثاني. وهنا يمكن القول: إن الصفر في درجات الحرارة له معنى إذ هناك درجات حرارة دونه أيضاً.

2- البيانات النسبية *Relative data*:

تضم البيانات النسبية مختلف أنواع البيانات الكمية التي يوجد لها صفر مطلق، منها مثلاً البيانات الخاصة بالمساحات والمسافات وغيرها.

فإذا كانت مساحة مرآب مدينة "أ" 10000م^2 ومساحة مرآب مدينة "ب" 5000م^2 فعندئذ يمكن القول أن مساحة مرآب مدينة "أ" هو ضعف مساحة مرآب مدينة "ب"، كذلك إذا كانت المسافة بين مدرسة المدينة ومسكن احد طلبتها (واحد كم) وبينها وبين سكن الطالب الثاني (كيلومترين) فان المسافة بين المدرسة ومسكن الطالب الثاني هي ضعف المسافة عن مسكن الطالب الأول.

3- البيانات المساحية *Areas data*:

هي البيانات المرتبطة بمساحة الظاهرة الجغرافية مكانياً، ومعلوم أن المساحات يمكن تحديدها بخطوط منها مثلاً، الوحدات الإدارية، والأقاليم الزراعية، والمناطق العمرانية، والمساحة التي يمتد عليها المرآب، والمساحة التي تمتد عليها البحيرة. . .الخ.

3-2 عرض البيانات الإحصائية:

يعد عرض البيانات الإحصائية وتبويبها الخطوة الثانية بعد عملية جمع البيانات في مفهوم التحليل الإحصائي، وتتوقف طريقة عرض البيانات على نوع البيانات وطبيعتها وعلى الحقائق المطلوب إبرازها، وهناك طريقتان أساسيتان لعرض البيانات الإحصائية وتبويبها:

اولاً- العرض الجدولي للبيانات *Tabular presentation*.

ثانياً- العرض البياني والهندسي للبيانات *Grapuical presentation*.

3-2-1 العرض الجدولي للبيانات:

يسمى الترتيب الذي تفرغ فيه البيانات المعالجة بالجدول، ومن اجل ان يكون الجدول الإحصائي واضحاً ومفهوماً ومفسراً للظاهرة المدروسة ينبغي اتباع القواعد الآتية عند تصميمه:

1- يجب أن يكون للجدول عنوان واضح وصريح.

2- يجب ذكر المصدر الذي أخذت منه البيانات الإحصائية.

3- تثبيت عنوان العمود والصف بشكل دقيق.

4- تحديد وحدات القياس الكمي المناسب أما في العنوان الرئيسي للجدول آو مع عنوان العمود والصف.

5- وضع الملحوظات في أسفل الجدول عند الضرورة و ضرورة تحديدها بعلامات مميزة.

والجداول التكرارية هي وسيلة يستخدمها الباحث لاختصار البيانات وهي بحد ذاتها تمثل الخطوة الأولى في عملية التحليل الإحصائي، وتتباين الجداول الإحصائية تبايناً كبيراً سواء أكان هذا التباين من حيث خصائصها أو طريقة تصميمها أو الهدف المراد تحقيقه منها . ويمكن أن نميز بين نوعين من الجداول الإحصائية هما:

3-2-1-1 الجداول التكرارية البسيطة *Simple Frequency tables*

تعرض البيانات على شكل جدول تكراري وبحسب صفة واحدة فقط وقد تكون هذه البيانات بصورة وصفية أو كمية.

أ- عرض البيانات الوصفية *Presentation descriptive data*

مثال: البيانات الآتية تمثل المستوى التعليمي لثلاثين فرداً:

ثانوي	جامعي	أمي	ثانوي	جامعي
أمي	أمي	ثانوي	ابتدائي	ثانوي
جامعي	ثانوي	أمي	أمي	ابتدائي
ثانوي	ثانوي	ثانوي	ثانوي	أمي
أمي	ابتدائي	جامعي	جامعي	ابتدائي

ابتدائي	ابتدائي	ثانوي	أمي	ثانوي

المطلوب:

1- عرض البيانات أعلاه بجدول توزيع تكراري بسيط.

2- عرض البيانات أعلاه بجدول توزيع تكراري نسبي.

الحل:

نكون جدولاً تفريغياً من ثلاثة أعمدة الأول يمثل الظاهرة المدروسة Observation حسب ترتيبها التصاعدي أو التنازلي، والثاني لعلامات التفريغ والثالث يضم التكرار لكل مشاهدة "صفة"، وبذلك فان جدول التوزيع التكراري للمستوى التعليمي سيكون على النحو التالي:

جدول تفريغ البيانات

المستوى التعليمي	تفريغ البيانات	التكرارات
جامعي	𝍸	5
ثانوي	𝍸 𝍸	11
ابتدائي	𝍸 |||	6
أمي		8
المجموع		30

ولكي نحصل على جدول التوزيع التكراري البسيط نأخذ العمودين الاول والثالث تبعاً لما موضح في جدول (1) .

جدول (1) : جدول التوزيع التكراري البسيط

المستوى التعليمي	التكرارات
جامعي	5
ثانوي	11
ابتدائي	6
أمي	8
المجموع	30

المصدر: بيانات افتراضية.

ومن جدول (1) يمكن ان نحصل على جدول التوزيع التكراري النسبي، إذ ان التكرار النسبي:

$$\text{التكرار النسبي} = \frac{\text{التكرار الجزئي}}{\text{المجموع الكلي للتكرارات}}$$

جدول(2) التوزيع التكراري النسبي

المستوى التعليمي	التكرارات	التكرار النسبي
جامعي	5	0.166
ثانوي	11	0.367
ابتدائي	6	0.200
امي	8	0.267
المجموع	30	1.00

ب- عرض البيانات الكمية ***Presentation quantitative data***:

مثال: البيانات الآتية تمثل كميات الأمطار المتساقطة بالملم المكعب على مدينة ما لمدة ثلاثين يوماً:

68	50	60	51	55	56	53	47	61	50
54	61	48	59	52	57	59	54	53	40
57	70	51	53	63	43	54	58	45	53

المطلوب: عرض البيانات أعلاه في جدول توزيع تكراري نسبي

الحل:

إن عرض البيانات في جدول توزيع تكراري يتطلب اتباع الخطوات الآتية(الراوي، مصدر سابق، ص32) .

1- تحديد المدى *The Range "R"*: الذي يمثل الفرق ما بين اكبر قيمة واصغر قيمة في التوزيع .

2- تحديد عدد الفئات *Number of classes "K"*: إن تحديد عدد الفئات يتوقف على حجم البيانات والأهداف المتوخاة من التحليل وخبرة الباحث ولكن يمكن تحديدها على وفق الصيغة الآتية:

$$K = 1 + 3.322 * (Logn)$$

3- تحديد طول الفئة *Class width "W"*: ويسمى أحياناً المدى الفئوي ويمثل سعة الفئة أو المسافة ما بين الحد الأعلى والحد الأدنى للفئة، وطول الفئة يتناسب عكسياً مع عدد الفئات، فكلما كبر طول الفئة قل عددها والعكس صحيح . ويمكن الاعتماد على العلاقة الآتية لتحديد طول الفئة:

$$W = \frac{Range}{NumberofClasses}$$

تحديد الحدين الأدنى والأعلى للفئات *Lower and upper bound of classes*

لكل فئة من فئات التوزيع التكراري بداية ونهاية، إذ تمثل البداية الحد الادنى للفئة او اصغر من ذلك بقليل، والنهاية تعني الحد الاعلى للفئة او اكبر من ذلك بقليل. . ويرمز للحد الأدنى بـ L وللحد الأعلى بـ U .

4- مركز الفئات *Center of Classes "X_i"*:

إن مركز الفئة يمثل المتوسط للحد الأعلى والحد الأدنى لكل فئة أي ان مركز الفئة يمكن حسابه باستخدام الصيغة الآتية: $X_i = \frac{L_i + U_i}{2}$

5- تكرار الفئة *Frequency*:

يمثل تكرار الفئة جزء من وحدات العينة التي تتصف بكونها تقع–من حيث القيمة العددية– ما بين الحدين الأدنى والأعلى للفئة.

$$1 - R = 70 - 40 = 30$$

$$2 - K = 1 + 3.322"Log30"$$

$$= 1+3.322 \text{ "1.477"} = 1+ 4.90 = 5.9 \Rightarrow 6$$

$$3 - W = \frac{R}{K} = \frac{30}{6} = 5$$

بعد ذلك نقوم بإعداد الجدول المطلوب.

جدول (3) التوزيع التكراري للبيانات

الفئات	التكرارات	التكرار النسبي
45–40	2	0.066
50–45	3	0.100
55–50	12	0.400
60–55	8	0.267
65–60	3	0.100
70–65	2	0.066
المجموع	30	1.00

3–2–1–2 الجداول التكرارية المزدوجة *Double Frequency tables*

وهو جدول يجمع بين ظاهرتين تعتمد احدهما على الاخرى في الوقت نفسه، إذ يمثل المحور العمودي فئات او مجاميع احدى الظاهرتين، والمحور الافقي يمثل فئات او مجاميع الظاهرة الاخرى، والمربعات الناتجة من تقاطع المحورين تسجل فيها التكرارات المشتركة بين الظاهرتين.

3–2–1–3 الجداول التكرارية المتجمعة *Cumulation Frequency tables*

في بعض الأحيان قد تكون هناك حاجة الى معرفة القيم او الوحدات "المشاهدات" التي تقل او تزيد عن قيمة معينة، او لمعرفة مدى تركز او تشتت قيم الظاهرة وهي على نوعين:

1- الجدول التكراري المتجمع الصاعد *Increasing cumulative frequency table*

في هذه الحالة نقوم بتجميع التكرارات ابتداءً من الاعلى (الفئة الدنيا) باتجاه الاسفل (الفئة العليا) ويكون التكرار المتجمع الصاعد للفئة الاولى (الدنيا) هو نفس تكرارها الاصلي لعدم وجود تكرار سابق لها .

أما التكرار المتجمع الصاعد للفئة الثانية فسيكون حاصل جمع تكرار الفئة الأولى وتكرار الفئة الثانية وهكذا نستمر بإضافة تكرار الفئة التالية للتكرار المتجمع الصاعد حتى نصل إلى آخر فئة وهي التي يكون تكرارها المتجمع هو مجموع التكرارات الكلية.

2- الجدول التكراري المتجمع النازل *Decreasing cumulative frequency table*

في هذه الحالة نقوم بتجميع التكرارات من الأسفل (الفئة العليا) باتجاه الأعلى (الفئة الدنيا) ويكون التكرار المتجمع النازل للفئة الأولى (الدنيا) مساوياً لمجموع التكرارات الكلية، والتكرار المتجمع النازل للفئة الثانية فسيكون التكرار المتجمع النازل للفئة الأولى مطروحاً منه التكرار الأصلي المناظر له، وهكذا نستمر بالنزول إلى أن نصل إلى آخر فئة وهي التي يكون تكرارها المتجمع النازل مساوياً إلى تكرارها الأصلي، والمثال الآتي يبين التكرارين المتجمعين الصاعد والنازل لكميات الأمطار بالملم المتساقطة على مدينة ما .

جدول (5) التوزيعات التكرارية البسيطة والمتجمعة الصاعدة والنازلة

جدول التوزيع التكراري البسيط		جدول التوزيع التكراري المتجمع			
		الصاعدة		النازلة	
الفئات	التكرارات	الحدود الدنيا للفئات	التكرارات الصاعدة	الحدود العليا للفئات	التكرارات النازلة
10–	3	اقل من 10	صفر	اكثر من 10	100
20–	4	اقل من 20	3	اكثر من 20	97
30–	11	اقل من 30	7	اكثر من 30	93
40–	20	اقل من 40	18	اكثر من 40	82
50–	36	اقل من 50	38	اكثر من 50	62
60–	18	اقل من 60	74	اكثر من 60	26
70– 80	8	اقل من 70	92	اكثر من 70	8
		اقل من 80	100	اكثر من 80	صفر
المجموع	100				

3-2-1-4 مصفوفة البيانات الجغرافية *Geographic Data matrix*

المصفوفة هي الإطار او الشكل الذي ترتب فيه البيانات وعادة ما تكون بشكل مربع او مستطيل مقسم إلى صفوف Rows وأعمدة Columns يختلف عددها على وفق نوعية البيانات المدخلة وحجمها وكلما صغر حجمها أصبحت البيانات أكثر خصوصية وبالعكس كلما اتسعت زادت عمومية البيانات. وتستخدم الأعمدة عادة لإدخال البيانات الخاصة بالظواهر المراد دراستها، فمثلاً إذا كانت لدينا البيانات عن عدد السكان، والذكور، والإناث، والمواليد، والوفيات، ومعدل الدخل، ونريد إدخالها في المصفوفة لغرض دراستها فعندئذ سنخصص عموداً لكل منهما ابتداءً من العمود الأول لعدد السكان، وهكذا حتى نصل إلى العمود الأخير الذي سيخصص للدخل. لذا فان هذه الأعمدة ستمثل الظواهر المدروسة التي تدعى بالمتغيرات Variables لان قيمتها تختلف بين منطقة وأخرى ومن زمن لآخر. (الصالح، السرياني، مصدر سابق، ص86)

أما الصفوف أو الأسطر فتمثل المشاهدات Observations وهي الحالات Cases التي تجري عليها دراسة الظاهرة الجغرافية المطلوبة التي قد تكون دولاً، وأقاليم، ومدناً، ووحدات إدارية، ومصانع، مزارع، ومحطات أنواء جوية وغيرها. والجدول (6) يمثل إحدى أشكال المصفوفات الجغرافية.

3-2-2 العرض البياني للبيانات *Graphical Presentation*:

إن دراسة أي ظاهرة من ظواهر مجتمع ما قد تتطلب تمثيلاً بيانياً إحصائياً للمعطيات التي غالباً ما تكون كثيرة ومتنوعة وصعبة القراءة والاستغلال إذا ما بقيت في شكل جداول إحصائية، ولتوضيحها أكثر يمكن تحويلها إلى أشكال بيانية يمكن من خلالها التوصل إلى خلاصات واستنتاجات وتفسيرات وتنبؤات بتطور الظاهرة مستقبلاً.

لذا يمكن القول بان الأشكال البيانية هي ترجمة مرئية للجداول الاحصائية تمكننا من ابراز خاصية او وتيرة تطور الظاهرة التي يصعب اكتشافها بوساطة الجداول فقط. فضلا عن ان الاشكال البيانية هي صورة من صور التعبير الجغرافي بوساطتها تتحول الأرقام والنسب المئوية الى معلومات وحقائق واضحة ومشخصة تسهل عملية الملاحظة والمقارنة والتحليل واستخلاص النتائج.

والطرائق المستعملة في تمثيل المعطيات الإحصائية بيانياً كثيرة ومتنوعة فمنها العرض باستعمال الأعمدة أو الخطوط او الرسوم البيانية ويمكن تجسيم البيانات الإحصائية بأشكال هندسية مجسمة كالكرة والمكعب، ويمكن الاستعاضة عن هذه الأشكال الهندسية المسطحة او المجسمة برسوم وصور معينة ذات صلة متينة بالظاهرة المعينة.

وفيما يأتي عرض موجز لأهم الأشكال البيانية المبنية على المعطيات الإحصائية التي تخص الظاهرة:

3-2-2-1 الأعمدة "الأشرطة" البيانية *Bar charts:*

هي أشكال هندسية عصرية تمثل مجموعة من المستطيلات الرأسية "الافقية" قواعدها متساوية على المحور الأفقي، أما ارتفاعاتها فتتفاوت تبعاً لاختلاف عدد التكرارات التي تمثلها تلك الأعمدة أو نسبتها . ورسمها يتطلب الخطوات الآتية:

1- نرسم محورين متعامدين احدهما أفقي "المحور السيني" والآخر رأسي "المحور الصادي" .

2- تقسيم المحور الأفقي إلى أقسام متساوية بمقياس رسم مناسب على ان يشمل جميع البيانات وقاعة المستطيل تمثل صفة الظاهرة.

3- تقسيم المحور الرأسي إلى أقسام بمقياس رسم مناسب يمثل التكرارات بحيث كل صفة تقابل التكرار المناسب لها .

مثال:

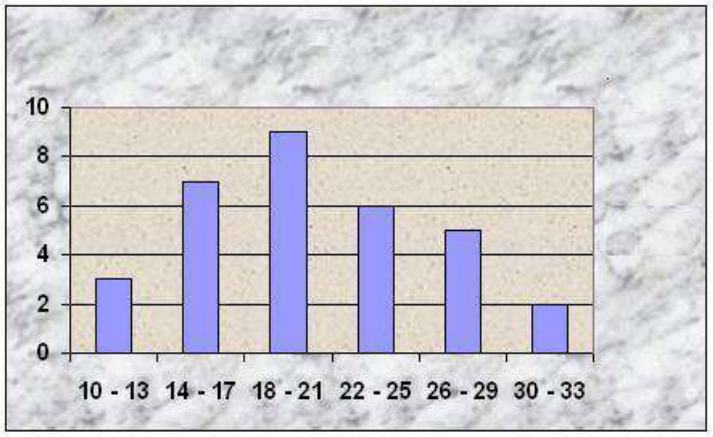
بيانات الجدول (7) تمثل أعمار مجموعة من السياح خرجوا في رحلة جماعية إلى إحدى المناطق السياحية، والمطلوب تمثيلها بشكل أعمدة بيانية.

جدول (7) أعمار وأعداد سياح الرحلة الجماعية

فئات العمر	عدد السياح
13–10	3
17–14	7
21–18	9
25–22	6
29–26	5
33–30	2
المجموع	32

الحل:

عند اتباع الخطوات السابقة لرسم الأعمدة البيانية يمكن أن نحصل على الشكل الآتي:



شكل (4) الأعمدة البيانية للبيانات المطلقة لجدول (7)

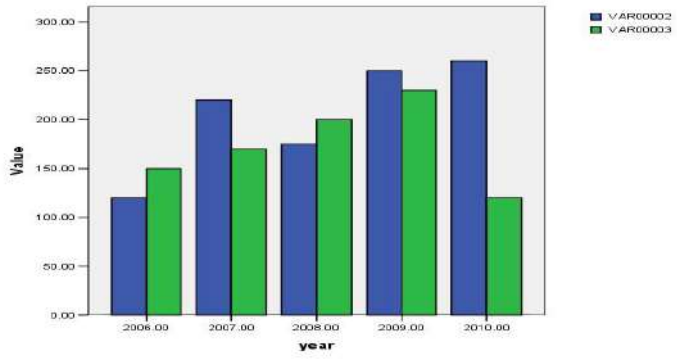
ونستخدم الاعمدة البيانية أيضاً لتمثيل متغيرين او اكثر باستعمال الاعمدة البيانية المتلاصقة Clustered Bar إذ يتم رسم عدد من الاعمدة المتلاصقة يمثل كل منها احد قيم المتغير كما في المثال الآتي:

جدول (8) الصادرات والاستيرادات للسنوات 2006–2010 بالمليار دولار

الواردات imports	الصادرات Exports	السنة Year
150	120	2006
170	220	2007
200	175	2008
230	250	2009
210	260	2010

المطلوب: تمثل البيانات أعلاه بشكل أعمدة بيانية متلاصقة

الحل:عند اتباع الخطوات السابقة لرسم الأعمدة البيانية يمكن أن نحصل على الشكل التالي:



شكل (5) الأعمدة البيانية المتلاصقة للصادرات والواردات

3-3-2-2 المدرج التكراري *Histogram*

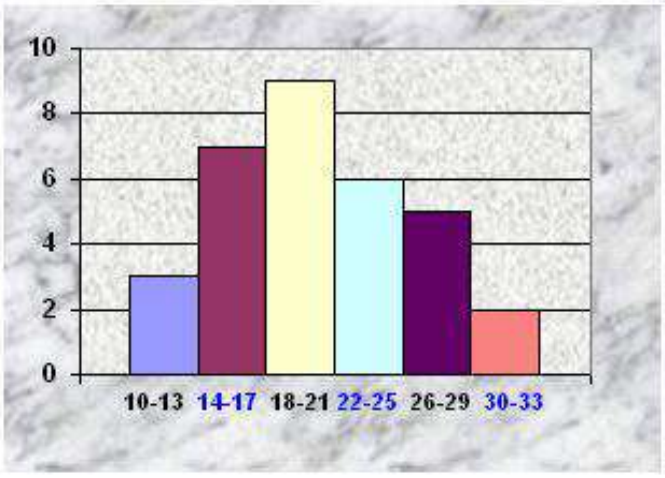
هو مجموعة من المستطيلات الرأسية المتلاصقة، يمثل ارتفاع كل مستطيل تكراراً معيناً لفئة معينة. ورسم المدرج التكراري يتطلب الخطوات الآتية:

1- رسم محورين متعامدين، العمودي منهما يمثل التكرارات والأفقي يمثل الفئات.

2- كل فئة تمثل بمستطيل ارتفاعه تكرار الفئة، وعرض قاعدته طول الفئة.

3- كل مستطيل يبدأ من حيث انتهى اليه مستطيل الفئة السابقة.

والشكل الاتي يمثل المدرج التكراري لبيانات جدول (6) .

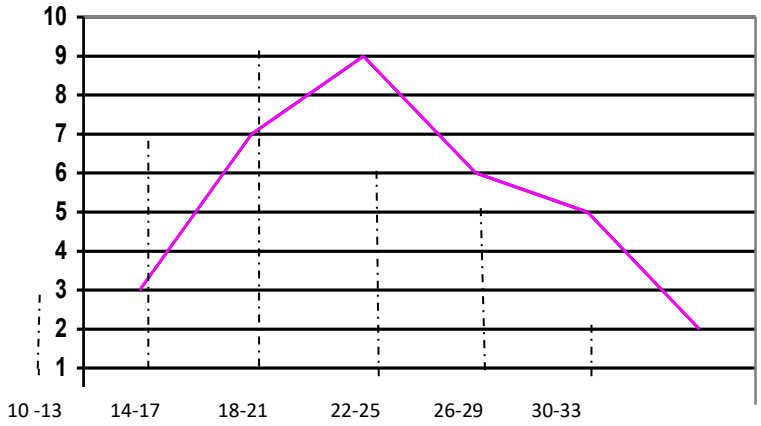


شكل (6) المدرج التكراري للبيانات المطلقة لجدول (6)

3-3-2-3 المضلع التكراري *Frequency polygon*:

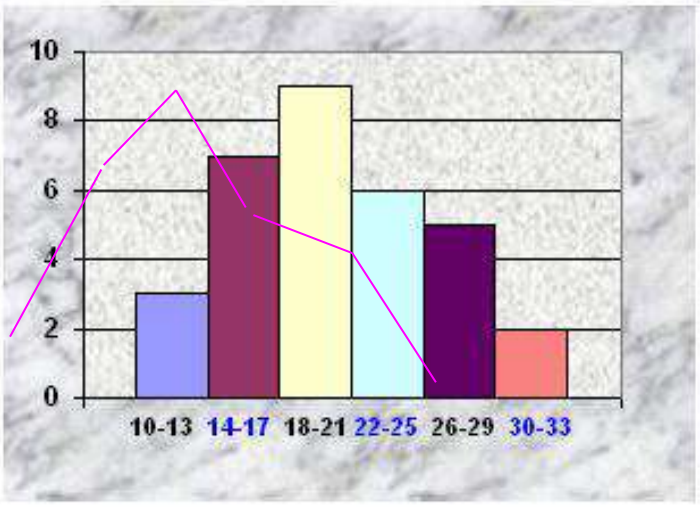
هو سلسلة من الخطوط المستقيمة المنكسرة توصل بين نقاط كل منها واقعة فوق مركز فئة على ارتفاع يمثل تكرار تلك الفئة. ولتمثيل بيانات جدول التوزيع التكراري بمضلع تكراري يتطلب رسم محورين متعامدين، الافقي لمراكز الفئات والعمودي للتكرارات، ثم نوصل النقاط التي احداثياتها مركز الفئات والتكرارات، لنحصل على خط بياني منكسر يمثل المضلع التكراري.

مثال: استخدم بيانات جدول (6) لرسم المضلع التكراري.



شكل (7) المضلع التكراري لبيانات جدول (7)

ويمكن رسم المضلع التكراري باستعمال المدرج التكراري، بعد تنصيف القواعد العليا للمستطيلات التي تمثل مراكز الفئات بنقاط ثم توصيل تلك النقاط بمستقيمات كما في شكل (8).



شكل (8) المضلع التكراري من المدرج لبيانات جدول (6)

3-3-2-4 المضلع التكراري التجميعي *Cumulative Frequency Polygon*

هو سلسلة من الخطوط المستقيمة المنكسرة تصل بين نقاط واقعة فوق الحدود الحقيقة للفئات الممثلة على المحور الافقي وعلى ارتفاع التكرارات المتجمعة الصاعدة او النازلة على المحور العمودي.

أ- المضلع التكراري التجميعي التصاعدي *Increasing Cumulative Frequency Polygon*

ويرسم بإتباع الخطوات الآتية:

1- رسم محورين متعامدين احدهما أفقي والآخر عمودي.

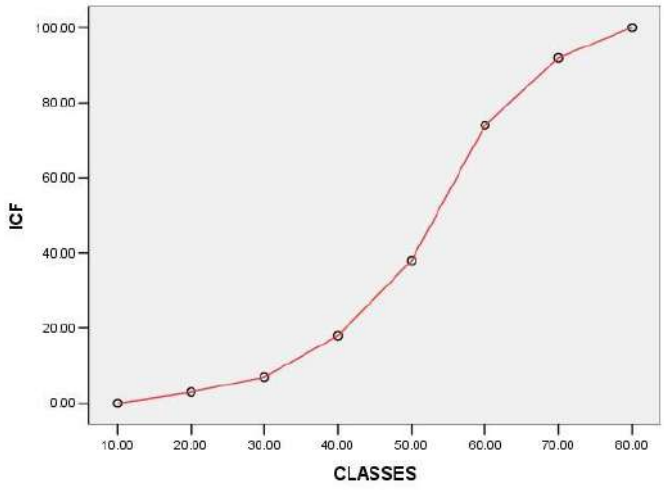
2- تقسيم المحور الأفقي إلى أقسام متساوية لتمثل كافة الفئات.

3- تقسيم المحور العمودي الى اقسام متساوية لتمثل كافة التكرارات التجميعية.

4- تحديد النقاط على الشكل، بحيث تكون الاحداثيات السينية للنقاط الحدود العليا للفئات والاحداثيات الصادية لها التكرارات المتجمعة الصاعدة المناظرة لتلك الفئات.

5- توصيل النقاط التي يتم تحديدها على الشكل بخطوط مستقيمة تلك التي ستبدأ من ادنى تكرار تجميعي الى اكبر تكرار تجميعي.

مثال: ارسم المضلع التكراري التجميعي التصاعدي باستخدام بيانات جدول (4).

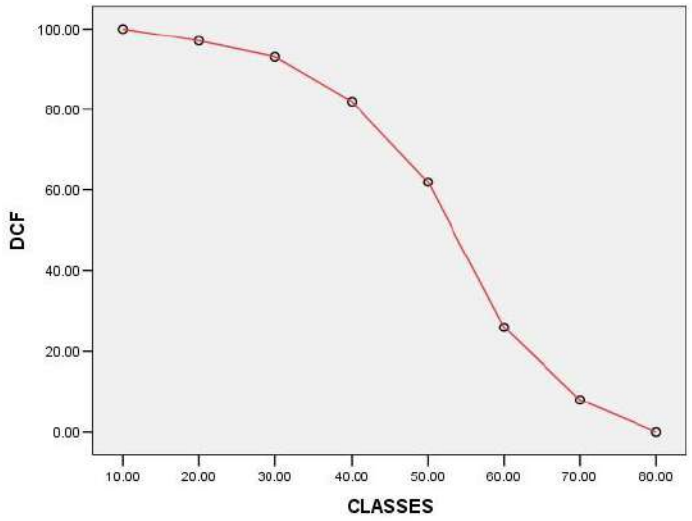


شكل (9) المضلع التكراري التجميعي التصاعدي

المضلع التكراري التجميعي التنازلي *Decreasing Cumulative frequency Polygon*

إن خطوات رسم المضلع التكراري التجميعي التنازلي هي نفس الخطوات المتبعة في المضلع التكراري التجميعي التصاعدي باستثناء التكرارات المتجمعة، إذ أنها ستكون هنا التكرارات المتجمعة النازلة لذا سيبدأ المضلع التكراري التجميعي التنازلي من اعلى نقطة (اكبر تكرار تجميعي تنازلي) تقابل الحد الادنى للفئات الى ادنى نقطة (اقل تكرار تجميعي تنازلي) تقابل الحد الاعلى للفئات.

مثال: ارسم المضلع التكراري التجميعي التنازلي باستخدام بيانات جدول (5)



شكل (10) المضلع التكراري التجميعي التنازلي

3-3-2-5 الدائرة البيانية *The Pie Chart*

هي شكل هندسي تمثل القيمة الكلية للظاهرة، ويتم تقسيمها الى قطاعات جزئية تتناسب مع قيم المجموعات الجزئية التي تتكون منها الظاهرة، وتتمازتلك القطاعات بعضها عن البعض الآخر أما بألوان أو ظلال مختلفة من اجل سهولة الإيضاح.

وكثيراً ما تستخدم الدائرة البيانية في الحالات الآتية:

1- عندما يكون الهدف من الدائرة لمقارنة الأجزاء المختلفة بالنسبة للمجموع الكلي.

2- توضيح التطور النسبي لأجزاء الظاهرة في فترات زمنية متباينة.

3- عندما تكون أجزاء الظاهرة قليلة العدد نسبياً.

وفي أكثر الاحيان تستعمل الدائرة البيانية للبيانات الوصفية، ويتم تحديد الزاوية المخصصة لكل قطاع بالصيغة الآتية=

$$\frac{\text{البيانات الجزئية}}{\text{البيانات الكلية}} \times 360$$

مثال:

التوزيع التكراري الآتي يمثل مساحات قارات العالم بملايين الكيلومترات المربعة، والمطلوب تمثيل هذه البيانات بدائرة البيانات

القطبية الجنوبية	استراليا	أمريكا الجنوبية	أمريكا الشمالية	أوربا	إفريقيا	آسيا	القارة
13	8	18	24	10	30	44	المساحة

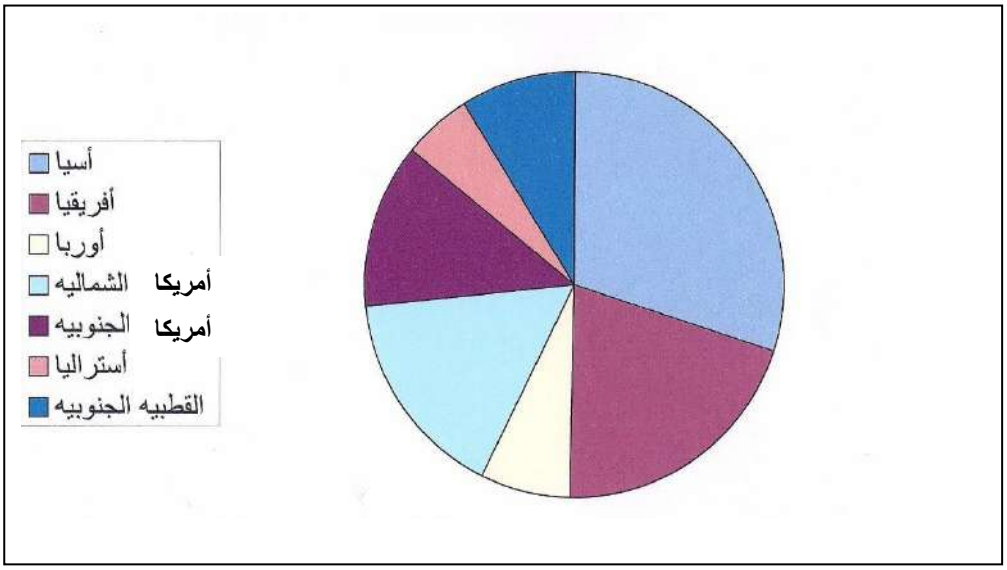
الحل:

1. تحديد مقدار الزاوية.

اسم القارة	المساحة	التكرار النسبي	مقدار الزاوية
آسيا	44	0.30	360=108×0.30
إفريقيا	30	0.20	360=72×0.20
أوروبا	10	0.07	360=25.2×0.07
أمريكا الشمالية	24	0.163	360=58.7×0.163
أمريكا الجنوبية	18	0.122	360=19.6×0.054
استراليا	8	0.054	360=19.6×0.054
القطبية الجنوبية	13	0.09	360=32.4×0.09
sum	147	1.00	360

2. رسم الدائرة:

ترسم الدائرة وتقسم إلى سبعة أجزاء، لكل قارة جزء يتناسب مع مقدار الزاوية المخصصة لها بحسب ما موضح في الشكل(10):



شكل(10) الدائرة البيانية

الفصل الرابع : مقاييس النزعة المركزية والتشتت الفصل الرابع

Measures of central Tendency & Desperation

4- 1 مقاييس النزعة المركزية

4-1-1 الوسط الحسابي "المتوسط"

4-1-2 الوسط الهندسي

4-1-3 الوسط التوافقي

4-1-4 العلاقة بين الوسط الحسابي والهندسي والتوافقي

4-1-5 الوسط الحسابي الموزون "المرجح"

4-1-6 الوسيط

4-1-7 المنوال

4-1-8 العلاقة بين الوسط الحسابي والوسيط والمنوال

4-2 مقاييس التشتت

4-2-1 المدى

4-2-2 الانحراف الربيعي

4-2-3 الانحراف المتوسط

4-2-4 الانحراف المعياري

4-2-5 التباين

4-2-6 الخطأ المعياري "القياسي"

4-2-7 معامل الاختلاف

4-2-8 الدرجة المعيارية

للمعطيات الإحصائية خاصيتان أساسيتان تساعدان على إعطاء مدلولات واضحة لوصف تلك المعطيات وهما: النزعة المركزية ومقاييسها المتمثلة بالمتوسطات التي لها الأهمية الكبرى في موضوع الاستدلال على الخصائص من خلال تقدير قيم عددية لبعض مؤشرات مجتمع الدراسة والبحث التي غالبا ما تكون غير معلومة.

ومقاييس التشتت، فهي المقاييس التي تقيس مدى تشتت قيم المعطيات عن وسطها، أي درجة تبعثر قيم تلك المعطيات عن المركز لتكوين فكرة واضحة عن مدى تجانس تلك القيم.

4- 1 مقاييس النزعة المركزية *Measures of central Tendency*

إن التمثيل الجدولي والرسوم البيانية للبيانات تعد من المؤشرات الإحصائية التي يمكن الاعتماد عليها في وصف الظاهرة، وتقديمها بشكل مختصر وبسيط، إلا أننا نفضل دائماً استعمال طرائق القياس الكمي "العددي" لقياس تجمع البيانات حول قيمة معينة بحيث تمثلها أفضل تمثيل ويحدث هذا عندما تكون تلك القيمة مركز ثقل حقيقي تجذب إليها أكبر عدد من قيم بيانات الظاهرة وبالعكس تفقد تلك القيمة أهميتها إذا ما ابتعد كثير من البيانات عنها .

وتعد مقاييس النزعة المركزية "المتوسطات" من أهم تلك المقاييس العددية استعمالاً لهذا الغرض، ومن أهمها وأكثرها شيوعاً الوسط الحسابي، والوسيط، والمنوال. وهناك أيضاً الوسط الهندسي والوسط التوافقي، لكنهما أقل استعمالاً. ولكل من هذه المتوسطات مزايا وعيوب تعتمد على طبيعة البيانات من جهة، وعلى الهدف من استعمالها من جهة أخرى.

4-1-1 الوسط الحسابي "المتوسط" *The Arithmetic Mean*

يعد الوسط الحسابي أبرز مقاييس النزعة المركزية شهرة وأكثرها استعمالاً، بل لعله من أول المقاييس الإحصائية على الاطلاق وأهمها؛ لما يتمتع به من مزايا وخواص، ولدخوله في حساب كثير من المقاييس الإحصائية الأخرى.

ويعرف الوسط الحسابي بشكل عام بأنه "القيمة التي تساوي مجموع قيم المشاهدات مقسوماً على عددها" ويتم حسابه من البيانات المبوبة وغير المبوبة.

والوسط الحسابي للمجتمع يرمز له بالحرف μ "الحرف اليوناني ميو" أما العينة فيرمز لها بـ $\overline{X}$ ويقرأ X bar.

أولاً- الوسط الحسابي للبيانات غير المبوبة ويحسب باستعمال الصيغة الآتية:

أ- للمجتمع

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{N} x}{N}$$

ب- للعينة

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n}}{n}$$

إذ أن: $\sum X_i$ تمثل مجموع قيم المشاهدات.

N تمثل عدد المشاهدات للمجتمع الإحصائي.

n تمثل عدد المشاهدات للعينة.

مثال:

البيانات الآتية تمثل كمية الأمطار المتساقطة سنوياً "بالمليمترات" على مدينة ما لمدة خمس سنوات 460، 440، 330، 390، 380 والمطلوب حساب متوسط الأمطار المتساقطة في هذه المدة.

الحل:

$$\overline{X} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{460 + 440 + 330 + 390 + 380}{5} = \frac{2000}{5} = 400mm$$

أي أن متوسط الأمطار المتساقطة في الخمس السنوات هو 400 ملم.

ثانياً- الوسط الحسابي للبيانات المبوبة ويحسب باستعمال الصيغة الآتية:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{k} fixi}{\sum_{i=1}^{k} fi} = \frac{f_1x_1 + f_2x_2 + ...+ f_kx_k}{f_1 + f_2 + ...+ f_k}$$

إذ أن $\sum f_i x_i$ تمثل جمع حاصل ضرب تكرار كل فئة f_i في مركز الفئة x_i المقابلة له.

مثال:

التوزيع التكراري الآتي يمثل عدد الأيام الممطرة في مدينة ما.

الفئات: 10-14، 15-19، 20-24، 25-29، 30-34، 35-39، 40-44

التكرارات: 2 3 3 4 3 3 2

والمطلوب إيجاد الوسط الحسابي لعدد الأيام الممطرة لهذا التوزيع.

الحل:

لإيجاد الوسط الحسابي فان الأمر يتطلب إيجاد مراكز الفئات ثم نضرب مركز كل فئة في التكرار المقابل لها ثم نوجد حاصل جمعها وأخيراً نعوض في القانون الخاص بالبيانات المبوبة لنحصل على قيمة الوسط الحسابي.

الفئات	التكرارات Fi	مركز الفئة xi	Fixi
14–10	2	$12 = \frac{14+10}{2}$	24
19-15	3	17	51
24-20	3	22	66
29-25	4	27	108
34-30	3	32	96
39-35	3	37	111
44-40	2	42	84
المجموع	20		540

لذا فالوسط الحسابي يساوي:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{7} f_i x_i}{\sum_{i=1}^{7} f_i} = \frac{540}{20} = 27$$

- خواص الوسط الحسابي:

لحساب الوسط الحسابي يجب أن تكون لدينا بيانات كمية، أي لا يصلح الوسط الحسابي للبيانات الوصفية أو الاسمية أو الترتيبية.

يعتمد الوسط الحسابي في حسابه على جميع قيم المشاهدات من غير إهمال لأي منها .

يتأثر الوسط الحسابي بالقيم المتطرفة والقيم الشاذة، لذا فإنه لا يصلح للتوزيعات الملتوية.

لا يمكن حساب الوسط الحسابي في حالة الجداول المفتوحة سواء أكان ذلك من احد الأطراف أو من كليهما "لعدم إمكانية إيجاد مركز الفئة" .

مجموع انحرافات القيم عن وسطها الحسابي تساوي صفراً، أي $\sum\left(x_i-\bar{x}\right)=0$.

مجموع مربعات انحرافات القيم عن الوسط الحسابي أقل ما يمكن، أي إن $\sum\left(y_i-\bar{y}\right)^2$ ، هي اقل من مجموع مربعات انحرافات القيم عن أي قيمة أخرى غير الوسط الحسابي

إضافة أي قيمة ثابتة إلى الوسط الحسابي أو طرحها منه أو ضربها فيه أو قسمتها عليه يجعل الوسط الحسابي يزداد أو يقل بمقدار تلك القيمة الثابتة.

لا يمكن إيجاد الوسط الحسابي بالرسم البياني على الضد من الوسيط والمنوال.

4-1-2 الوسط الهندسي *The geometric mean*

ويرمز له بالرمز $\overline{G}$ ، والوسط الهندسي لمجموعة من القيم $x_1, x_2, \ldots\ldots, x_n$ هو الجذر النوني لحاصل ضرب تلك القيم.

أولاً- الوسط الهندسي للبيانات غير المبوبة:

يحسب بالصيغة الآتية

$$\overline{G} = \sqrt[n]{(x_1)(x_2)\ldots(x_n)}$$

ونظراً لصعوبة حسابه بالعمليات الحسابية العادية نلجأ إلى الاستعانة باللوغاريتمات بعد أن يتم تحويل الصيغة السابقة إلى الصيغة الآتية:

$$\log \overline{G} = \frac{\sum Log(x_i)}{n}$$

مثال:

اوجد الوسط الهندسي للقيم الآتية: 2، 4، 2، 16

$$\overline{G} = \sqrt[4]{(2)(4)(2)(16)}$$

$$Log\,\overline{G} = \frac{Log(2) + Log(4) + Log(2) + Log(16)}{4} = \frac{2.40824}{4} = 0.60206$$

(وبإيجاد اللوغاريتم المقابل Antilog الذي يرمز له بـ $10^{\times}$ أو من جداول الأعداد المقابلة للوغاريتمات نحصل على قيمة الوسط الهندسي وهي) . $\therefore \overline{G} = 4$

ثانياً: الوسط الهندسي للبيانات المبوبة:

ويحسب بالصيغة الآتية $\overline{G} = \sum \sqrt[f_i]{(x_1^{F1})(x_2^{F2})...(x_n^{Fn})}$ ولتسهيل عملية حسابه يمكن تحويل الصيغة هذه إلى صيغة بشكل لوغاريتم على النحو الآتي:

$$Log\overline{G} = \frac{\sum FiLog(x_i)}{\sum F_i}$$

ولحساب الوسط الهندسي للبيانات المبوبة يمكن إتباع الخطوات الآتية:

- إيجاد مراكز الفئات (x_i).

- إيجاد لوغاريتمات مراكز الفئات (x_i).

- ضرب لوغاريتم مركز كل فئة بالتكرار المقابل له ثم تجمع تلك القيم لنحصل على $\sum F_i Logx_i$

- تقسيم حاصل الجمع $\sum F_i Logx_i$ على مجموع التكرارات لنحصل على لوغاريتم الوسط الهندسي.

- إيجاد القيمة الحقيقية للوسط الهندسي من خلال استعمال جداول الأعداد المقابلة للوغاريتمات أو من خلال الحاسبة من أساس اللوغاريتم الطبيعي (AntiLog) الذي يرمز له بـ 10^x.

مثال:

الجدول الآتي يمثل الأجور اليومية لعشرين عاملاً في إحدى المنشآت السياحية والمطلوب إيجاد الوسط الهندسي لتلك الأجور.

فئات الأجور/ دينار	10-0	20-10	30-20	40-30
عدد العمال	5	8	3	4

الحل:

الفئات	التكرارات	مركز الفئة x_i	$\text{Log } x_i$	$F_i \text{ Log } x_i$
10-0	5	$5 = \frac{10+0}{2}$	0.699	3.495
20-10	8	15	1.176	9.408
30-20	3	25	1.397	4.191
40-30	4	35	1.544	6.176
المجموع	20			23.27

$$Log\,\overline{G} = \frac{23.27}{20} = 1.1635$$

$\therefore \overline{G} = 14.57$ دينار الوسط الهندسي للأجور

➢ خواص الوسط الهندسي:

- يعطي نتائج أكثر اعتدالاً من المتوسط الحسابي.

- عدم تأثره بالقيم المتطرفة ولكن لا يمكن استعماله مع القيم السالبة أو الصفر لعدم جواز جذر القيم السالبة والقيمة صفر تلغي باقي القيم؛ لكون الضرب في الصفر يكون صفراً.

- يعد من انسب المقاييس لحساب متوسطات النسب ومعدلات النمو في الإنتاج أو السكان.

- إن الوسط الهندسي لمجموعة من القيم دائماً يكون أصغر من الوسط الحسابي لتلك المجموعة من القيم أو مساوياً له.

3-1-4 الوسط التوافقي *The Harmonic mean*

الوسط التوافقي من القيم هو مقلوب Reciprocal الوسط الحسابي لمقلوبات هذه القيم. ويرمز له بالرمز $\overline{H}$

أولاً- الوسط التوافقي للبيانات غير المبوبة:

إذا كانت قيم المتغير (X) هي $x_1, x_2, \ldots, x_n$ إذ أن n تمثل حجم المجموعة، فإن الوسط التوافقي يمكن التعبير عنه بالصيغة الآتية:

$$\overline{H} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \ldots + \frac{1}{x_n}} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_i}}$$

مثال:

أحسب الوسط التوافقي من القيم الآتية 10، 20، 40، 50

الحل:

$$\overline{H} = \frac{4}{\frac{1}{10}+\frac{1}{20}+\frac{1}{40}+\frac{1}{50}} = \frac{4}{0.195} = 20.5$$

ثانياً– الوسط التوافقي للبيانات المبوبة:

إذا كانت $x_1, x_2, \ldots, x_n$ تمثل مراكز الفئات في جدول التوزيع التكراري والمرجحة بالتكرارات المناظرة $F_1, F_2 \ldots F_n$ على التوالي، فالوسط التوافقي يمكن التعبير عنه بالصيغة الآتية:

$$\overline{H} = \frac{\sum f_i}{\sum \frac{f_i}{x_i}}$$

مثال:

اوجد الوسط التوافقي من جدول التوزيع التكراري الآتي:

الفئات	7.5–2.5	12.5–7.5	17.5–12.5	22.5–17.5
التكرارات	20	50	20	10

الحل:

الفئات	التكرارات F_i	مركز الفئات x_i	$\frac{1}{x_i}$	$f\frac{1}{x}$
7.5–2.5	20	$\frac{7.5+2.5}{2}=5$	0.2	4
12.5-7.5	50	10	0.1	5
17.5-12.5	20	15	0.06	1.2
22.5-17.5	10	20	0.05	0.5
المجموع	100			10.7

$$\overline{H}=\frac{100}{10.7}=9.34$$

➢ خواص الوسط التوافقي:

– ان الوسط التوافقي أكثر ما يستعمل عندما تعطى مجموعة من البيانات منسوبة الى وحدة ثابتة.

– ان فكرة هذا الوسط معقدة، الا ان طبيعة البيانات احياناً تقتضي استعماله في الحالات التي تعطى فيها البيانات بصورة معكوسة، أي عندما لا تعطى القيم الاصلية بصورة مباشرة، وانما بدلالة وحدات اخرى مثل وحدات النقود "في حالة الاسعار" أو وحدات الزمن "في حالة السرعة".

4-1-4 العلاقة بين الوسط الحسابي والهندسي والتوافقي:

الوسط الحسابي دائماً اكبر من الوسط الهندسي وهذا الأخير اكبر من الوسط التوافقي للقيم نفسها .

أي أن $\overline{H} < \overline{G} < \overline{X}$

مثال:

اوجد الوسط الحسابي، والوسط الهندسي، والوسط التوافقي من القيم الآتية:

5، 10، 20، 40، 50

الوسط الحسابي $\overline{X} = \frac{5+10+20+40+50}{5} = \frac{125}{5} = 25$

الوسط الهندسي $\overline{G} = \sqrt[5]{(5)(10)(20)(40)(50)}$

$$Log\overline{G} = \frac{Log(5) + Log(10) + Log(20) + Log(40) + Log(50)}{5}$$

$$\therefore \overline{G} = 18$$

الوسط التوافقي $\overline{H} = \frac{5}{\frac{1}{5}+\frac{1}{10}+\frac{1}{20}+\frac{1}{40}+\frac{1}{50}} = \frac{5}{0.395} = 12.6$

لذا فان الوسط الحسابي هو "25" وهو اكبر من الوسط الهندسي "18" واكبر من الوسط التوافقي "12.6" .

$$\overline{H} < \overline{G} < \overline{X}$$

أي ان $12.6 < 18 < 25$

4-1-5 الوسط الحسابي الموزون "المرجح" *The Weighted mean*

عندما تكون القيم غير متساوية من حيث الأهمية لمجموعة كبيرة من المفردات، فيتطلب ترجيح تلك القيم بما يتناسب وأهمية كل منها لتصبح عملية حساب وسطها الحسابي مقبولة وهو ما يعرف بالوسط الحسابي الموزون "المرجح" الذي يحسب بالصيغة الآتية:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}$$

اولاً- بالنسبة للبيانات غير المبوبة

مثال:

محل يبيع ثلاثة أنواع من سلعة معينة بأسعار مختلفة، إذ يبيع من النوع الأول 5 كغم بسعر 1200 ديناراً ومن النوع الثاني يبيع 8 كغم بسعر 800 ديناراً ومن النوع الثالث يبيع 12 كغم بسعر 400 ديناراً .

المطلوب: أحسب الوسط الحسابي الموزون لسعر بيع الكغم الواحد من هذه السلعة.

الحل:

$$\overline{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} = \frac{5 \times 1200 + 8 \times 800 + 12 \times 400}{5 + 8 + 12}$$

$$= \frac{6000 + 6400 + 4800}{25}$$

$$= \frac{17200}{25} = 688$$ ديناراً

ثانياً– بالنسبة للبيانات المبوبة:

إن التكرار في القيم المبوبة هو في الواقع يعبر عن مقدار الأهمية النسبية "الوزن" لمركز الفئة المقابلة لهذا التكرار فكلما زاد تكرار الفئة زاد تأثير هذه الفئة على مقدار الوسط الحسابي المحسوب، لذا يمكن القول بأن الوسط الحسابي للبيانات المبوبة ⟸ الوسط الحسابي الموزون

$$\overline{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i f_i x_i}{\sum^{n} w_i f_i}$$

مثال:

التوزيع التكراري الآتي يمثل كمية انتاج السمنت ليوم انتاجي واحد لمصنع أما موزعة حسب عدد المكائن وعدد ساعات العمل المحددة لكل ماكنة وفقاً للطاقة التصميمية لها ؟

الفئات طن	عدد المكائن	الطاقة التصميمية لكل ماكنة
2–0	2	5
4–2	3	6
6–4	6	4

8–6	4	5
10–8	1	4

المطلوب: احسب متوسط انتاجية الماكنة "الوسط الحسابي المرجح" .

الحل:

الفئات	التكرارات f_i	الاوزان w_i	مركز الفئة Xi	$w_i f_i$	$w_i f_i x_i$
0-2	2	5	1	10	10
2-4	3	6	3	18	54
4-6	6	4	5	24	120
6-8	4	5	7	20	140
8-10	1	4	9	4	36
$\sum$	16			76	360

$$\overline{X}_w = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i F_i X_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i F_i} = \frac{\sum_{i=1}^{5} W_i F_i X_i}{\sum_{i=1}^{5} W_i F_i} = \frac{360}{76} = 4.7$$

طن

4–1–6 الوسيط The Median:

هو القيمة التي تقع في منتصف القيم بعد ترتيبها تصاعدياً أو تنازلياً في حالة البيانات الفردية، أو هي قيمة الوسط الحسابي للقيمتين اللتين تتوسطان القيم في حالة البيانات الزوجية.

اولاً– الوسيط للبيانات غير المبوبة.

يمكن حسابه باتباع الخطوات الآتية:

– ترتيب القيم ترتيباً تصاعدياً أو تنازلياً .

– تحديد رتبة الوسيط وهي $\left(\frac{N+1}{2}\right)$ إذ ان N تمثل عدد قيم المجتمع الإحصائي وتستعمل n بدلاً منها في حالة العينة.

– اذا كان عدد القيم فردياً فان الوسيط يكون القيمة التي ترتيبها يساوي $\frac{n+1}{2}$.

– اذا كان عدد القيم زوجياً فان الوسيط يقع بين القيمة التي ترتيبها $\left(\frac{n}{2}\right)$ والقيمة التي ترتيبها $\left(\frac{n}{2}+1\right)$ أي ان:

$$\text{الوسيط} = \frac{\text{القيمة التي ترتيبها } n/2 + \text{القيمة التي ترتيبها } n/2+1}{2}$$

مثال:

اوجد الوسيط من البيانات الآتية:

60,100,40,50,40,30,80

الحل:

بما ان عدد القيم فردي فان قيمة الوسيط ستكون القيمة التي ترتيبها $\frac{(n+1)}{2}$ بعد ترتيب القيم تصاعدياً أو تنازلياً .

100,80,60	50	40,40,30
30,40,40	50	60,80,100

ترتيب الوسيط $\left(\frac{n+1}{2}\right)=\frac{7+1}{2}=4$ أي ان قيمة الوسيط ستكون القيمة الرابعة التي مقدارها 50 سواء أكان ذلك بالترتيب التصاعدي أم التنازلي.

مثال:

اوجد قيمة الوسيط من البيانات الآتية

20,38,40,35,25,23

الحل:

بما ان عدد القيم زوجي فان قيمة الوسيط ستكون الوسط الحسابي للقيمتين الاولى التي ترتيبها $\left(\frac{n}{2}\right)$ والثانية التي ترتيبها $\left(\frac{n}{2}+1\right)$ بعد ترتيب القيم تصاعدياً أو تنازلياً .

	30	
40 38	35 25	23 20
20 23	25 35	38 40

ترتيب الوسيط للقيمة الاولى $\frac{6}{2}=3$ القيمة الثالثة

ترتيب الوسيط للقيمة الثانية $\frac{6}{2}+1=4$ القيمة الرابعة

أي ان قيمة الوسيط هي $\frac{35+25}{2}=30$ قيمة في حالة الترتيب التصاعدي أو التنازلي.

ثانياً– الوسيط للبيانات المبوبة:

لحساب الوسيط من التوزيعات التكرارية يتم من خلال الخطوات الآتية:

– نكون من الجدول التكراري البسيط جدولاً تكرارياً متجمعاً صاعداً أو نازلاً.

– تحديد ترتيب الوسيط الذي يساوي $\frac{\sum f_i}{2}$.

– تحديد فئة الوسيط وهي الفئة التي تقع قيمة الوسيط بين حديها الادنى والاعلى، أي نوجد الفئة التي تقع بها القراءة ذات الترتيب $\frac{\sum f_i}{2}$ ويتم ذلك بان نبحث في عمود التكرار المتجمع الصاعد أو النازل عن قيمتين متتاليتين يقع بينهما ترتيب الوسيط، هاتان القيمتان تناظران رقمين في عمود حدود الفئات وهذان الرقمان هما: الحدان الادنى والاعلى لفئة الوسيط.

– يتم استعمال الصيغة الآتية لحساب قيمة الوسيط

$$med = L + \frac{n/2 - F}{f_m} C$$

إذ أن:

L= الحد الادنى للفئة الوسيطية في حالة التكرار المتجمع الصاعد والحد الأعلى في حالة التكرار المتجمع النازل.

n = عدد القيم في مجموعة البيانات.

F = التكرار المتجمع السابق لقيمة موقع الوسيط.

fm = التكرار الأصلي لفئة الوسيط.

C = طول فئة الوسيط.

مثال:

اوجد الوسيط لبيانات المثال الآتي:

الفئات	التكرارات f_i	الحدود الدنيا للفئات	التكرار المتجمع الصاعد	الحدود العليا للفئات	التكرار المتجمع النازل
10–14	2	اقل من 14	2	أكثر من 10	20
15–19	3	اقل من 19	5	أكثر من 15	18
20–24	3	اقل من 24	8 →10	أكثر من 20	15
25–29	4	اقل من 29	12	أكثر من 25	12 →10

30–34	3	اقل من 34	15	أكثر من 30	8
35–39	3	اقل من 39	18	أكثر من 35	5
40–44	2	اقل من 44	20	أكثر من 40	2

في حالة التكرار المتجمع الصاعد

$$med = L + \frac{n/2 - F}{F_m} C$$

$$= 25 + \frac{20/2 - 8}{4} 4 = 27$$

في حالة التكرار المتجمع النازل

$$med = 29 + \frac{10 - 12}{4} 4$$

$$= 29 + \frac{-8}{4} = 27$$

ويمكن ايجاد الوسيط بيانياً لأي من التكرارين المتجمعين باتباع الخطوات الآتية:

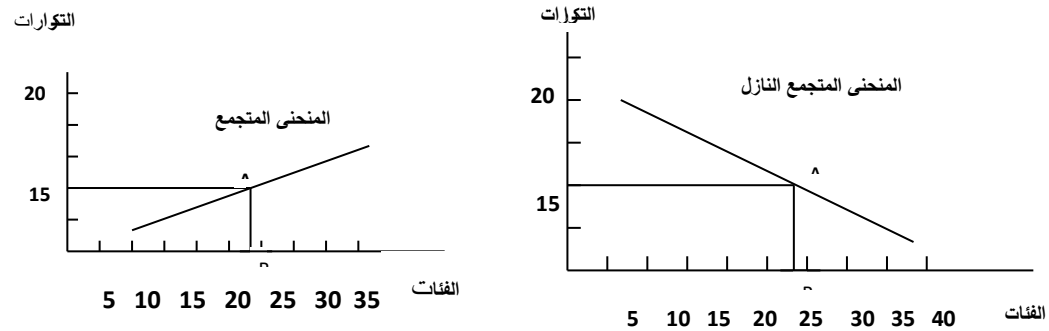
– تمثيل جدول التوزيع التكراري المتجمع الصاعد أو النازل بيانياً .

– تحديد رتبة الوسيط بتقسيم مجموع التكرارات على 2 وحسب مثالنا فانها تساوي 10 .

– نرسم مستقيماً موازياً للمحور الأفقي من نقطة رتبة الوسيط على المحور العمودي حتى يلاقي المنحنى التكراري المتجمع الصاعد أو النازل في نقطة A .

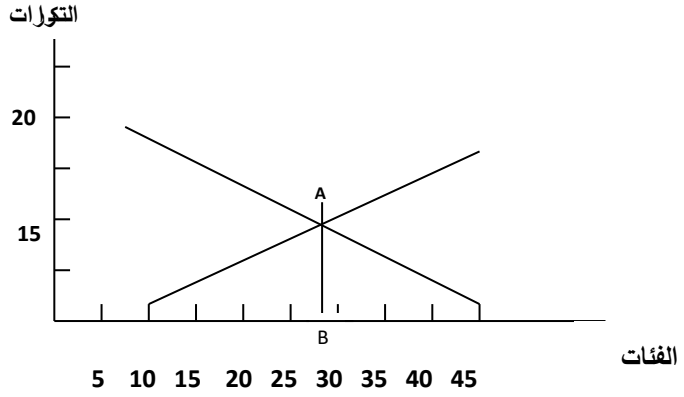
– ننزل من النقطة A عموداً على المحور الأفقي حتى يلاقيه في النقطة B فتكون القيمة على المحور الأفقي المناظرة للنقطة B هي قيمة الوسيط .

والأشكال البيانية الآتية توضح ذلك:



شكل (11) قيمة الوسيط بيانيا من التكرار المتجمع الصاعد أو النازل

ويمكن إيجاد قيمة الوسيط بطريقة أخرى عن طريق رسم كل من المنحنيين التكراريين المتجمع الصاعد والنازل على الشكل الواحد نفسه، ومن نقطة التقاطع ننزل عمودا على المحور الأفقي؛ لنحصل على قيمة الوسيط . بحسب ما موضح في الشكل الآتي:



شكل(12) قيمة الوسيط بيانيا من تقاطع المنحنيين المتجمعين الصاعد والنازل

خواص الوسيط:

لا يتأثر بالقيم المتطرفة أو القيم الشاذة وانما يتأثر بالقيم الوسطى.

يستعمل في التوزيعات الملتوية.

يمكن استعماله في حالة الفئات المفتوحة من احد طرفيها أو من كليهما .

يمكن حسابه من خلال الرسم البياني.

4-1-7 المنوال *The Mode*:

احد مقاييس النزعة المركزية الاقل دقة وغالباً ما يستعمل للمقارنات السريعة التي لا تتطلب درجة عالية من الدقة.

والمنوال لمجموعة من القيم هي القيمة التي تتكرر أكثر من غيرها أو القيمة الأكثر شيوعاً، وقد تكون المجموعة وحيدة المنوال Unmodal أو ثنائية المنوال Bimodal أو قد لا يكون لمجموعة من القيم منوالاً. اما في حالة البيانات المبوبة فتكون قيمة المنوال مركز الفئة المنوالية التي تقابل اكبر تكرار في حالة التوزيع المتماثل.

اولاً- المنوال للبيانات غير المبوبة:

المنوال= القيمة الأكثر تكراراً

مثال:

جد قيمة المنوال من البيانات الآتية:

30,20,25,15,10,20

بما ان القيمة 20 تكررت أكثر من غيرها، لذا ستكون 20 هي القيمة المنوالية الوحيدة.

مثال:

اوجد قيمة المنوال من البيانات الآتية:

20,25,5,15,24,20,10,5

نلاحظ ان لهذه المجموعة قيمتان منواليتان هما 20,5

مثال:

اوجد قيمة المنوال من البيانات الآتية:

12,15,4,10,8,5

نظراً لعدم تكرار أي قيمة من قيم هذه المجموعة فلا يوجد منوال لها .

ثانياً– المنوال للبيانات المبوبة:

ويحسب بالصيغة الآتية:

$$\text{mod} = L + \frac{d_1}{d_1 + d_2} C$$

إذ أن:

L = الحد الادنى للفئة المنوالية "الفئة التي تحتوي على اكبر تكرار" .

d_1 = الفرق بين تكرار الفئة المنوالية وتكرار الفئة السابقة لها .

d_2 = الفرق بين تكرار الفئة المنوالية وتكرار الفئة اللاحقة لها .

C = طول الفئة المنوالية .

مثال:

اوجد المنوال لبيانات المثال الآتي:

الحل:

الفئاتc	التكرارات f	
10–14	2	
15–19	3	
20–24	3	d1= 4 -3 التكرار السابق
25–29	4	تكرار الفئة المنوالية
30–34	3	d2=4-3 التكرار اللاحق
35–39	3	
40–44	2	
	20	

لذا فإن المنوال يساوي:

$$Mod = L + \frac{d_1}{d_1 + d_2} c$$

$$= 25 + \frac{1}{1+1} 4$$

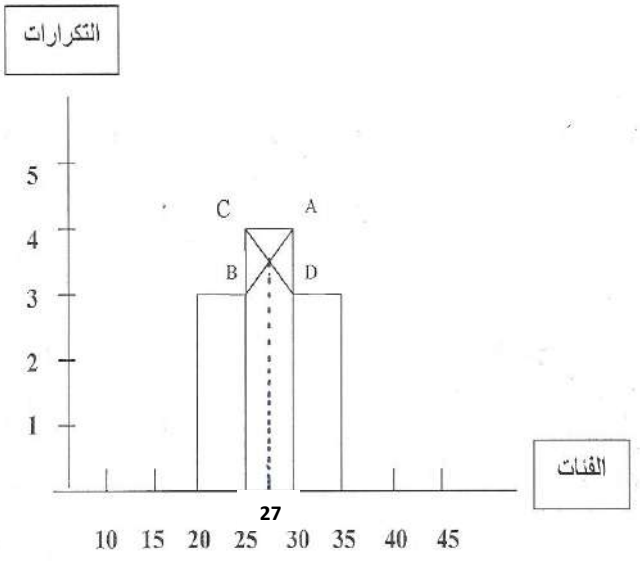
$$= 25 + \frac{4}{2} = 27$$

ويمكن حساب قيمة المنوال بيانياً من المدرج التكراري باتباع الخطوات الآتية:

تمثيل فئة المنوال والفئتين السابقة واللاحقة لها بمدرج تكراري.

نصل الرأس الأيمن العلوي لمستطيل الفئة المنوالية 'A' بالرأس الأيمن العلوي للمستطيل السابق له 'B' ونصل الرأس الأيسر العلوي لمستطيل الفئة المنوالية 'c' بالرأس الأيسر العلوي للمستطيل اللاحق له 'D' .

ننزل عمود من ، موضح في الشكل الآتي:



شكل (13) قيمة المنوال بطريقة الرسم البياني

خواص المنوال:

يتميز بسهولة حسابه رياضياً وبيانياً .

لا يتأثر بالقيم المتطرفة.

يمكن حسابه في حالة الفئات المفتوحة من احد طرفيها أو من كليهما .

يمكن استعماله مع القيم الكمية والنوعية.

يتأثر بطول الفئة في التوزيع، إذ تتغير قيمته بتغير عدد الفئات في التوزيع التكراري؛ (لان تغير عدد الفئات يغير قيمة مركز الفئة التي تحتوي على اكبر تكرار)(شريجي، مصدر سابق، ص83) .

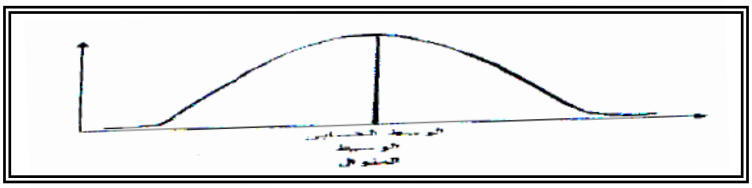
4-1-8 العلاقة بين الوسط الحسابي والوسيط والمنوال:

هناك علاقة بين الوسط والوسيط والمنوال وتأخذ هذه العلاقة اربع حالات مختلفة وهي:

1- في حالة التماثل Symmetry وتجانس شكل المنحنى تماماً، كما في شكل (14) إذ تتطابق المتوسطات الثلاثة (الوسط الحسابي=الوسيط=المنوال) أي

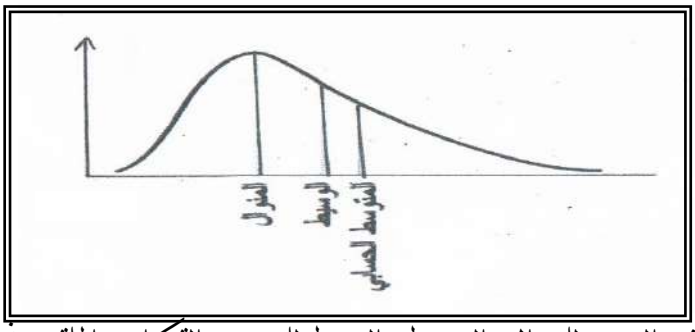
Mean = Med = Mod

أي الوسط= الوسيط= المنوال



شكل (14) التوزيع المتماثل

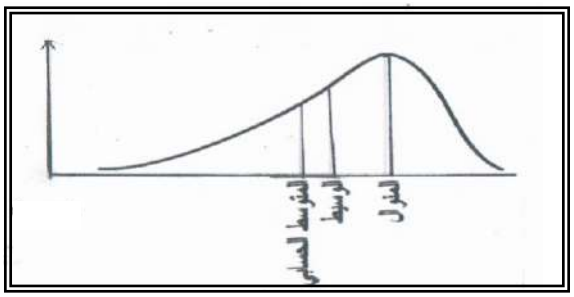
2- في حالة كون المنحنى غير متماثل أي مفرطحاً Skewness والتفرطح نحو جهة اليمين أي ان الالتواء موجب (+) لذا فان العلاقة تكون mean > med > mod أي ان الوسط الحسابي أكبر من الوسيط وهذا أكبر من المنوال بحسب ما موضح بالشكل



شكل (15)الموضع النسبي للمنوال والوسيط والوسط للمنحنى التكراري الملتوي نحو اليمين

3- في حالة كون المنحنى غير متماثل أي مفرطحاً والتفرطح نحو جهة اليسار أي ان الالتواء سالب (-) لذا فان العلاقة تكون mean < med < mod

أي ان الوسط الحسابي اصغر من الوسيط وهذا اصغر من المنوال(دومينيك، 1999، ص21) . بحسب ما موضح في الشكل (16) .



شكل (16) الموضع النسبي للمنوال والوسيط والوسط للمنحنى التكراري الملتوي نحو اليسار

4- في حالة كون منحنى التوزيع ذا تفرطح معتدل فان العلاقة تكون

Mean - mod = 3(mean-med)

أي ان الوسط الحسابي- المنوال= 3 (الوسط الحسابي – الوسيط) وهذه العلاقة هي علاقة ليست دقيقة ولكنها تقريبية. (طيبة، 2007، ص65)

4-2 مقاييس التشتت *Measures of Dispersion*:

ان مقاييس النزعة المركزية قد تكون غير كافية لوصف مجموعة من البيانات وصفاً كاملاً، فقد تتساوى بعض العينات في وسطها الحسابي على الرغم من اختلاف توزيع بياناتها حول مركزها . فالعينات الآتية ذات وسط حسابي واحد ولكنها بلا شك تختلف عن بعضها .

عينة (1): 12، 11، 8، 9، 10

عينة (2): 19، 5، 16، 7، 3

فبالرغم من أن الوسط الحسابي يساوي "10" للعينتين إلا أن التشتت أو الاختلاف بين القيم في كل عينة غير متساو، فمن الواضح أن بيانات العينة الأولى أكثر تقارباً فيما بينها أي اقل تشتتاً وتباعداً فيما بينها" من بيانات العينة الثانية (شرف الدين، 2012، ص52) .

لذا دعت الحاجة لإيجاد مقاييس لقياس درجة تجانس "تقارب" أو تشتت "تباعد" قيم البيانات بعضها عن البعض الآخر. هذه المقاييس تسمى مقاييس التشتت أو الاختلاف، وهي مقاييس

عددية تستعمل لقياس مجموعة البيانات ووصفها ولمقارنة مجموعات البيانات المختلفة بعضها مع البعض الآخر.

وقد تكون قيمة التشتت أو التباين مساوية للصفر اذا لم يكن هناك اختلاف بين البيانات "أي إذا كانت جميع البيانات متساوية في قيمتها" في حين يكون التشتت أو التباين كبيرا اذا زادت الاختلافات بين البيانات وبعدت في قيمتها عن متوسطها الحسابي. لذا يعد تشتت القيم أو تباينها مقياساً لتركز البيانات حول المتوسط، أو قربها بعضها من البعض الآخر، ومما لا شك فيه ان تجانس البيانات داخل أي مجتمع احصائي أو أي عينة من المقاييس المهمة التي لا يمكن للباحث ان يستغني عنها باي مقياس اخر من مقاييس المتوسط. ومن اشهر واهم مقاييس التشتت وأهمها هي:

1- المدى.
2- الانحراف الربيعي.
3- الانحراف المتوسط.
4- الانحراف المعياري.
5- التباين.
6- الخطأ المعياري.
7- الدرجة المعيارية.

4-2-1 المدى *The Range*:

يعد المدى من أسهل مقاييس التشتت تعريفاً وحساباً ويعطينا فكرة سريعة عن مدى تفرق البيانات.

والمدى لمجموعة من البيانات هو الفرق بين اكبر قيمة واقل قيمة في المجموعة ويرمز له بـR ويحسب بالصيغة الآتية:

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

اولاً- في حالة البيانات غير المبوبة:

مثال:

احسب المدى من البيانات الآتية:

16، 12، 6، 8، 10، 4

R=16-4 =12

ثانياً- في حالة البيانات المبوبة:

المدى هنا يمثل الفرق بين الحد الأعلى للفئة العليا (الأخيرة) والحد الأدنى للفئة الدنيا (الأولى).

مثال: احسب المدى لجدول التوزيع التكراري الآتي:

الفئات:	10-5	15-10	20-15	25-20	30-25
التكرارات:	4	5	6	2	3

الحل:

الحد الأعلى للفئة الأخيرة = 30

الحد الأدنى للفئة الأولى = 5

$$\therefore R = 30 - 5 = 25$$

ميزات المدى:

بساطته وسهولة فهمه وحسابه.

هو مقياس تقريبي غير دقيق للتشتت، على الرغم من بساطته وسهولة فهمه، ولا يستعمل إلا في حالات محددة.

عيوب المدى:

تقل كفاءته اذا وجد في العينة قيم شاذة.

لا يعتمد في حسابه على كل المفردات لذا لا يؤشر استبعاد أي رقم مفرد في العينة قيمة المدى.

يصعب تقديره من الجداول التكرارية المفتوحة.

4-2-2 الانحراف الربيعي *Interqartil Range*:

للتخلص من عيوب المدى المطلق يمكن ترتيب قيم المجموعة ترتيباً تصاعدياً أو تنازلياً ثم نستبعد الربع الأصفر من القيم "Q_1" والربع الأعلى "Q_3" ونكتفي بالنصف الأوسط لمجموعة القيم،

وبذلك نتخلص من القيم الشاذة "المتطرفة" (بري، هندي، 2003 ،ص137) وبعد ذلك نأخذ المدى للقيم الوسطى لقياس مدى تشتتها، بحسب ما موضح في الشكل الآتي:

25%	25%	25%	25%

Q_3 Q_2 Q_1

شكل (17) يوضح الربيعيات الثلاث

وبشكل عام يحسب الانحراف الربيعي على وفق لطبيعة البيانات.

اولاً– في حالة البيانات غير المبوبة:

بعد ترتيب القيم تصاعدياً أو تنازلياً نجد الربيعين الادنى والاعلى بمعرفة ترتيبهما .

ترتيب الربيع الأدنى Q_1 = $\frac{\text{عدد القيم } +1}{4}$

ترتيب الربيع الأعلى Q_3 = $\frac{3(\text{عدد القيم } +1)}{4}$

الانحراف الربيعي Q_2 = $\frac{Q_1 - Q_3}{2}$

مثال: احسب الانحراف الربيعي من البيانات الآتية:

165، 168، 174، 160، 169، 167، 172، 176، 164

الحل: ترتيب القيم تصاعدياً

9	8	7	6	5	4	3	2	1
179	174	172	169	168	167	165	164	160

ترتيب الربيع الأدنى = $\frac{\text{عدد القيم} + 1}{4} = \frac{9 + 1}{4} = \frac{10}{4} = 2.5$

∴قيمة الربيع الأدنى Q_1= القيمة الثانية من القيم المرتبة تصاعدياً + $\frac{1}{2}$ الفرق بين القيمة الثانية والثالثة

$$(164 - 165)\frac{1}{2} + 164 =$$

$$1 \times \frac{1}{2} + 164 =$$

$$164.5 =$$

ترتيب الربيع الأعلى= $\frac{3(\text{عدد القيم} + 1)}{4} = \frac{3(9 + 1)}{4} = \frac{30}{4} = 7.5$

∴ قيمة الربيع الأعلى Q_3= القيمة السابعة من القيم المرتبة تصاعدياً + $\frac{1}{2}$ الفرق بين القيمة السابعة والثامنة.

$$(172 - 174)\frac{1}{2} + 172 =$$

$$2 \times \frac{1}{2} + 172 =$$

$$1 + 172 = 173$$

∴ الانحراف التربيعي Q=

$$Q = \frac{Q_1 - Q_3}{2}$$

$$= \frac{173 - 164.5}{2}$$

$$= \frac{8.5}{2}$$

$$= 4.25$$

ثانياً– من البيانات المبوبة:

مثال: الجدول الآتي يوضح حجم العمالة في بعض مزارع القطن والمطلوب إيجاد الانحراف الربيعي للأعداد العمال في هذه المزارع.

الفئات	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80
التكرارات	3	6	8	13	7	4	3

الحل:

الفئات	التكرارات	التكرار المجتمع الصاعد
10–20	3	3
20–30	6	9
30–40	8	17
40–50	13	30

60–50	7	37
70–60	4	41
80–70	3	44
المجموع	44	

ترتيب الربيع الأدنى= $\frac{1 \text{ (مجموع التكرارات)}}{4} = \frac{(44)1}{4} = 11$

قيمة الربيع الأدنى Q_1= **ترتيب الربيع الأدنى – التكرار الصاعد السابق لترتيب الربيع الأدنى** × **طول الفئة**

الحد الأدنى لفئة الربيع الأدنى+

$$= 30 + \frac{9-11}{8} \times 10$$

$$= 32.5$$

ترتيب الربيع الأعلى = $\frac{3 \text{ (مجموع التكرارات)}}{4} = \frac{(44)3}{4} = \frac{132}{4} = 33$

قيمة الربيع الأعلى Q_3= **ترتيب الربيع الأعلى – التكرار المجتمع السابق له** × طول الفئة

التكرار الأصلي لفئة الربيع الأعلى

الحد الأدنى لفئة الربيع الأعلى+

$$= 50 + \frac{(30-33)}{7} \times 10$$

$$= 54.28$$

$$\therefore \text{الانحراف الربيعي } Q = \frac{Q_1 - Q_3}{2}$$

$$= \frac{32.5 - 54.28}{2}$$

$$= \frac{21.78}{2}$$

$$= 10.89$$

وتجدر الإشارة هنا، إلى إن هذا المقياس سهل الحساب والتطبيق ولا يتأثر بالقيم الشاذة "المتطرفة" إلا انه يعد اقل دقة من غيره من مقاييس التشتت؛ لأنه يهمل 50% من القيم عند حسابه. فضلاً عن إنه يفيد في قياس التشتت من التوزيعات التكرارية المفتوحة من طرف واحد أو من كليهما .(أبو عمه، هندي، 2007، ص99) .

3-2-4 الانحراف المتوسط *The Mean Deviation*:

يعرف الانحراف المتوسط بانه الوسط الحسابي للقيم المطلقة للانحرافات عن المتوسط. علماً ان القيمة المطلقة للانحراف هي انحراف القيمة عن متوسط المجموعة باهمال الاشارة الجبرية المرافقة لها، ويعبر عن ذلك بخطين رأسيين vertical lines يوضعان حول الرقم. ويحسب بالصيغة الآتية:

أولاً- للبيانات غير المبوبة:

$$M.D = \frac{\sum |x_i - \mu|}{N}$$

للمجتمع

$$M.D = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n}$$

للعينة

وبشكل عام يحسب الانحراف المتوسط باتباع الخطوات الآتية:

استخراج المتوسط الحسابي $\bar{x}$.

نحسب انحراف القيم عن وسطها الحسابي باهمال الاشارة.

جمع الانحرافات وتقسيمها على عددها (n) لنحصل على الانحراف المتوسط.

مثال: اوجد الانحراف المتوسط من البيانات الآتية:

8، 12، 9، 6، 15، 7، 13

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{70}{7} = 10$$

- نستخرج الوسط الحسابي

- نحسب انحراف القيم عن وسطها الحسابي

x_i	$x_i - \bar{x}$	$\lvert x_i - \bar{x} \rvert$
8	-2	2
12	2	2
9	-1	1
6	-4	4

5	5	15
3	-3	7
3	3	13
20	0	$\sum 70$

قيمة الانحراف المتوسط

$$\therefore M.D = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n} = \frac{20}{7} = 2.85$$

ثانياً: للبيانات المبوبة:

$$M.D = \frac{\sum f_i |x_i - \mu|}{\sum f_i}$$

للمجتمع

$$M.D = \frac{\sum f_i |x_i - \bar{x}|}{\sum f_i}$$

للعينة

مثال: احسب الانحراف المتوسط من التوزيع التكراري الآتي:

الفئات	6–4	8–6	10–8	12–10	14–12	16–14
التكرارات	3	5	8	6	7	2

الحل:

الفئات C	التكرارات F_i	مركز الفئة x_i	$F_i x_i$	$\bar{x} - x_i$	$\lvert\bar{x} - x_i\rvert$	$F_i \lvert\bar{x} - x_i\rvert$
6–4	3	5	15	5–	5	15

15	3	3-	35	7	5	8-6
8	1	1-	72	9	8	-8 10
6	1	1	66	11	6	-10 12
21	3	3	91	13	7	-12 14
10	5	5	30	15	2	-14 16
75		0	309		31	المجموع

$$\overline{X} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} = \frac{309}{31} = 10$$

$$M.D = \frac{\sum f_i \left| x_i - \overline{x} \right|}{\sum f_i} = \frac{75}{31} = 2.4$$

قيمة الانحراف المتوسط

ويعاب على الانحراف المتوسط كونه مقياساً للتشتت، بأنه غير قابل للمعالجة الجبرية؛ لكونه يهمل الإشارات الجبرية، لذا فانه لا يميز بين الانحرافات السالبة والموجبة، لأنه عديم الفائدة على الإطلاق من الناحية الإحصائية.

4-2-4 الانحراف المعياري *Standard Deviation*:

إن هذا المقياس يعد من أهم مقاييس التشتت وأكثرها شيوعاً واستعمالاً؛ لدقته وقابليته للعمليات الجبرية فضلاً عن انه يدخل في حساب كثير من المقاييس الإحصائية الأخرى.

والانحراف المعياري هو الجذر التربيعي الموجب لمتوسط مربعات انحرافات القيم عن وسطها الحسابي، ويرمز له بـ (σ) في حالة المجتمع و(S) في حالة العينة.

ويحسب بشكل عام بإتباع الخطوات الآتية:

استخراج الوسط الحسابي للمجتمع أو العينة.

إيجاد انحرافات القيم عن وسطها الحسابي.

تربيع انحرافات القيم عن الوسط الحسابي.

جمع مربعات الانحرافات وإيجاد متوسطها ثم جذرها للحصول على الانحراف المعياري.

والانحراف المعياري يحسب للبيانات غير المبوبة والمبوبة على وفق الصيغ الآتية:

أولاً: للبيانات غير المبوبة:

للمجتمع

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^{\,2} - \frac{\left(\sum x_i\right)^2}{n}}{N}}$$

أو

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x-\mu)^2}{N}}$$

للعينة

$$S = \sqrt{\frac{\sum x_i^{\,2} - \frac{\left(\sum x_i\right)^2}{n}}{n-1}}$$

أو

$$S = \sqrt{\frac{\sum \left(x - \bar{x}\right)^2}{n-1}}$$

مثال: احسب الانحراف المعياري من البيانات الآتية:

3، 4، 9، 5، 7، 8، 6الحل: بالطريقة المطولة

$\left(\bar{x} - x_i\right)^2$	$\bar{x} - x_i$	x_i
9	3-	3
4	2-	4
9	3	9
1	1-	5
1	1	7
4	2	8
0	0	6
28	0	المجموع 42

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{42}{7} = 6$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum \left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{28}{6}} = \sqrt{4.66}$$

$$\therefore S = 2.16$$

الحل بالطريقة المختصرة:

X_i	X_i^2
3	9
4	16
9	81
5	25
7	49
8	64
6	36
المجموع 42	280

$$S = \sqrt{\frac{\sum x_i^{\,2} - \frac{\left(\sum x_i\right)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{280 - \frac{(42)^2}{7}}{6}}$$

$$S = \sqrt{\frac{280 - 252}{6}} = \sqrt{4.66}$$

قيمة الانحراف المعياري $\therefore S = 2.16$

ويمكن أن نحصل على قيمة التباين من خلال تربيع قيمة الانحراف المعياري إذ $(2.16)^2$ التي تساوي 4.66.

ثانياً: للبيانات المبوبة:

للمجتمع

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i x_i^{\,2} - \frac{\left(\sum f_i x_i\right)^2}{\sum f_i}}{\sum f_i}}$$

أو

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i \left(x_i - \mu\right)^2}{\sum f_i}}$$

للعينة

$$S = \sqrt{\frac{\sum f_i x_i^{\,2} - \frac{\left(\sum f_i x_i\right)^2}{\sum f_i}}{\sum f_i - 1}}$$

أو

$$S = \sqrt{\frac{\sum f_i \left(x_i - \bar{x}\right)^2}{\sum f_i - 1}}$$

مثال: احسب الانحراف المعياري من جدول التوزيع التكراري الآتي:

الفئات	62–60	65–63	68–66	1–69	74–72
التكرارات	5	18	42	27	8

الحل بالطريقة المطولة:

الفئات	التكرارات F_i	مركز الفئة x_i	$F_i x_i$	$\bar{x} - x_i$	$\left(\bar{x} - x_i\right)^2$	$f_i\left(\bar{x} - x_i\right)^2$
60–62	5	61	305	6.45–	41.602	208.012
63–65	18	64	1152	3.45–	11.902	214.245
66–68	42	67	2814	0.45–	0.202	8.505
69–71	27	70	1890	2.55	6.502	175.567
72–74	8	73	584	5.55	30.802	246.420
المجموع	100		6745			852.750

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} = \frac{6745}{100} = 67.45$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum f\left(x - \bar{x}\right)^2}{\sum f_i - 1}} = \sqrt{\frac{852.750}{99}}$$

$$S = \sqrt{8.613}$$

قيمة الانحراف المعياري $\therefore S = 2.93$

الحل بالطريقة المختصرة:

الفئات	التكرارات	مركز الفئة	$F_i x_i$	x_i^2	$f_i x_i^2$

			x_i	F_i	
18605	305	3721	61	5	62–60
73728	1152	4096	64	18	65–63
188538	2814	4489	67	42	68–66
132300	1890	4900	70	27	71–69
42632	584	5329	73	8	74–72
455803	6745			100	المجموع

$$S = \sqrt{\frac{\sum f_i x_i^{\,2} - \frac{\left(\sum f_i x_i\right)^2}{\sum f_i}}{\sum f_i - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{455803 - \frac{(6754)^2}{100}}{100-1}} = \sqrt{8.6136}$$

قيمة الانحراف المعياري $\therefore S = 2.93$

4–2–5 التباين *Variance*:

يعد التباين من افضل مقاييس التشتت وأدقها، وأكثرها استعمالاً، ولاسيما في المجالات التطبيقية، ويعمل التباين على قياس متوسط تشتت قيم المجموعة حول وسطها الحسابي.

ويعرف التباين بانه مجموع مربعات انحرافات القيم مقسوماً على عددها، ويرمز لتباين المجتمع بـ σ^2 ولتباين العينة بـ S^2، ويحسب على وفق طبيعة البيانات وبحسب ما يأتي:

أولاً: للبيانات غير المبوبة:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}$$

للمجتمع

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

للعينة

مثال: جد التباين من البيانات الآتية: 3، 7، 9، 5، 8، 4، 6

الحل:

x_i	$\bar{x} - x_i$	$(\bar{x} - x_i)^2$
3	3–	9
7	1	1
9	3	9
5	1–	1
8	2	4
4	2–	4
6	0	0
$\sum 42$	0	28

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{42}{7} = 6$$

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{28}{6} = 4.66$$

قيمة التباين

ويمكن بجذر قيمة التباين ان نحصل على قيمة الانحراف المعياري أي $\sqrt{4.66}$ التي تساوي 2.16.

ثانياً: للبيانات المبوبة:

$$\sigma^2 = \frac{\sum f_i (x_i - \mu)^2}{N}$$

للمجتمع

$$S^2 = \frac{\sum f_i \left(x_i - \bar{x}\right)^2}{\sum f_i - 1}$$

للعينة

مثال: جد التباين من التوزيع التكراري الآتي:

الفئات	8–4	12–8	16–12	20–16	24–20
التكرارات	3	2	2	4	2

الحل:

الفئات	التكرارات F_i	مركز الفئة x_i	$F_i x_i$	$\bar{x} - x_i$	$\left(\bar{x} - x_i\right)^2$	$f_i\left(\bar{x} - x_i\right)^2$
8–4	3	6	18	8–	64	192
12–8	2	10	20	4–	16	32
16–12	2	14	28	0	0	0

64	16	4	72	18	4	16-20
128	64	8	44	22	2	20-24
416		0	182		13	المجموع

$$\overline{X} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} = \frac{182}{13} = 14$$

$$S^2 = \frac{\sum f_i \left(x_i - \bar{x}\right)^2}{\sum f_i - 1} = \frac{416}{12} = 34.66$$

4-2-6 الخطأ المعياري "القياسي" *Standard Error*:

قد يقوم الباحث بأخذ عينات عشوائية مختلفة من مجتمع إحصائي متجانس، فأوساطها الحسابية ستكون بالتأكيد مختلفة وبالتالي فان انحرافاتها المعيارية المحسوبة من تلك العينات ستكون مختلفة أيضاً نتيجة لما يعبر عنه بخطأ المعاينة.

ان الانحراف المعياري الذي يقيس تشتت المتوسطات الحسابية لتلك العينات عن الوسط الحسابي للمجتمع الإحصائي المأخوذة منه تلك العينات يسمى بالخطأ المعياري "القياسي" الذي يحدث بمحض الصدفة، وليس للباحث سيطرة عليه، ويرمز له (S. E) الذي يحسب (شحادة، 2011، ص83) بقسمة قيمة الانحراف المعياري على الجذر التربيعي لعدد وحدات "مفردات" العينة أي $S.E = \frac{s}{\sqrt{n}}$

وتجدر الإشارة هنا إلى انه كلما زاد حجم العينات المأخوذة من المجتمع يصبح من المتوقع ان يكون التغاير بين معدلاتها اقل من التغاير بين معدلات العينات ذات الأحجام الصغيرة.

مثال: قام باحث جغرافي بأخذ مجتمعين متساويين في انحرافهما المعياري البالغ 2 واخذ عينات من المجتمع الأول بحجم 16 ومن المجتمع الثاني بحجم 64 فالخطأ القياسي من المجتمع الأول يساوي

$$S\overline{Y} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{2}{\sqrt{16}} = \frac{2}{4} = 0.5$$

والخطأ القياسي من المجتمع الثاني يساوي

$$S\overline{Y} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{2}{\sqrt{64}} = \frac{2}{8} = 0.25$$

من النتائج في أعلاه يتضح لنا أن الانحراف القياسي لمعدلات العينات المأخوذة من المجتمع الثاني مساوية لنصف الانحراف القياسي لمعدلات عينات المجتمع الأول.

لذا يمكن القول بأن دقة معدل العينة $\left(\overline{Y}\right)$ في تمثيل معدل المجتمع " μ " تعتمد اعتماداً كبيراً على زيادة حجم العينة المأخوذة من ذلك المجتمع.

وللخطأ المعياري استعمالات متعددة منها:

يعد الخطأ المعياري مقياساً لدرجة الاعتماد على متوسط العينة، فكلما انخفضت قيمة الخطأ المعياري أمكن الاعتماد عليه وبالعكس.

يستعمل الخطأ المعياري في مجالات التقييس وضبط جودة الانتاج واختبارات المعنوية.

يعطي للباحث فكرة عامة عن متوسط المجتمع " μ " محل الدراسة والبحث.

4-2-7 معامل الاختلاف *Coefficient of Variation*:

ويعرف بأنه الانحراف المعياري معبراً عنه كنسبة مئوية من الوسط الحسابي، ويرمز له بالرمز C.V ويحسب على وفق الصيغة الآتية.

$$C.V = \frac{\sigma}{\mu} \times 100$$

للمجتمع

$$C.V = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

للعينة

وهناك صورة اخرى لمعامل الاختلاف اذا تعذر حساب الانحراف المعياري (σ) والوسط الحسابي ($\bar{X}$) كما في حالة الفئات المفتوحة، أو وجود قيم شاذة متطرفة، وفي هذه الحالة يمكن حساب معامل الاختلاف من الصيغة الآتية(عودة، القاضي، 2002، ص199).

$$\text{معامل الاختلاف (C.V)} = \frac{\text{الانحراف المعياري}}{\text{الوسيط}} \times 100$$

ويستعمل معامل الاختلاف لأغراض المقارنة بين مجموعتين أو أكثر فكلما كان معامل الاختلاف للمجموعة اصغر كانت قيم المجموعة أكثر تجانساً والعكس صحيح. ان هذا المعامل يعد أفضل أنواع مقاييس التشتت كونه يعتمد على أفضل مقاييس النزعة المركزية من جهة، وعلى أفضل مقاييس التشتت من جهة أخرى. فضلاً عن ان القيم الناتجة من حسابه التي تكون بشكل نسبة مئوية مجردة من وحدة القياس "كالأوزان، والأحجام، والأطوال، ووحدات النقد المختلفة

وغيرها" تساعد الباحث في إمكانية قياس مقدار التشتت والتبعثر لصفات تختلف في وحدات القياس.

وعلى العموم يمكن القول بأن الحد الأعلى لمعامل الاختلاف الذي يمكن قبوله في التجارب الحقلية يجب ان لا يزيد عن 20% اما في التجارب المختبرية أو التجارب المسيطر عليها فيجب ان لا تزيد قيمة هذا المعامل عن 15%.

مثال:

من بيانات الجدول الآتي جد أي من الدول هي اقل تشتتاً في توزيع الدخل الفردي السنوي؟

الدولة	الوحدة النقدية	متوسط الدخل $\overline{X}$	الانحراف المعياري σ
A	يورو	1500	900
B	باون	2200	1100
C	دولار	1600	1040

الحل:

بتطبيق صيغة معامل الاختلاف للمجتمع σ نحصل على

1- بالنسبة لدولة A $C.V_A = \frac{900}{1500} \times 100 = 60\%$

2- بالنسبة لدولة B $C.V_B = \frac{1100}{2200} \times 100 = 50\%$

$$C.V_C = \frac{1040}{1600} \times 100 = 65\%$$

3- بالنسبة لدولة C

فالتشتت في توزيع الدخل في الدولة B اقل مما هو عليه في الدولة A وC فضلاً عن أن التشتت في توزيع الدخل في الدولة A اقل مما هو عليه في الدولة C .

لذا يمكن القول بأن الدولة B أكثر عدالة في توزيع الدخل الفردي لمجتمعها من الدولة A وC .

8-2-4 الدرجة المعيارية *Standard Score*:

هي تعبير كمي يدلنا على انحراف الدرجة "المشاهدة" الخام عن الوسط الحسابي باستخدام الانحراف المعياري مقياساً، فهي تحدد موقع الدرجة الخام من الوسط الحسابي اتجاهاً وبعداً، فالاتجاه تحدده الاشارة "+ أو –" فاذا كانت موجبة فتكون اعلى من الوسط الحسابي وبالضد من ذلك إذا كانت الإشارة سالبة. اما البعد فيعني كبر القيمة، فكلما كبرت القيمة ابتعدت عن الوسط الحسابي وبالعكس من ذلك.

وتستعمل الدرجة المعيارية لمقارنة قيمتين أو أكثر مختلفتين من حيث وحدة القياس ويرمز لها بالحرف Z وتحسب بالصيغة الآتية.

$$Z = \left(\frac{x - \bar{x}}{S} \right)$$

مثال: كانت درجات احد طلاب المرحلة الرابعة لعلوم الرياضيات لمادتين دراسيتين بحسب ما يأتي:

	التحليل الكمي	بحوث العمليات
درجة الطالب X	82	88
الوسط الحسابي لطلبة المرحلة $\bar{x}$	74	79
الانحراف المعياري لطلبة المرحلة S	10	15

المطلوب: في أي المادتين كان تحصيل الطالب افضل بالنسبة لمستوى المرحلة؟

الحل:

الدرجة المعيارية لمادة التحليل الكمي

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{S} = \frac{82 - 74}{10} = 0.8$$

الدرجة المعيارية لمادة بحوث العمليات

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{S} = \frac{88 - 79}{15} = 0.6$$

بما أن قيمة Z الخاصة بالتحليل الكمي اكبر من قيمة Z الخاصة ببحوث العمليات، لذلك يمكن القول بأن تحصيل الطالب بمادة التحليل الكمي أفضل من تحصيله في بحوث العمليات، على الرغم من أن الدرجة الخاصة ببحوث العمليات تدل على الضد من ذلك.

من هذا كله يمكن القول بأن من فوائد الدرجة المعيارية انها تعطينا صورة عن مكان الدرجة من الوسط الحسابي وبالتالي نستطيع أن نتعرف على موقع الطالب بالنسبة لزملائه.

5- مقاييس التمركز والتشتت المكاني وتحليل العلاقة والاشتراك

5-1 مقاييس التمركز والتشتت المكانيين.

5-1-1 مقاييس النزعة المركزية للتوزيعات المكانية.

5-1-1-1 الموقع المتوسط (المتوسط المكاني).

5-1-1-2 الموقع الوسيط المكاني.

5-1-1-3 الموقع المنوالي.

5-1-2 مقاييس التشتت للتوزيعات المكانية.

5-1-2-1 المسافة المعيارية.

5-1-2-2 كاي تربيع للتمركز المكاني.

5-1-2-3 منحنى لورنز.

5-1-2-4 قرينة لورنز.

5-1-2-5 تحليل الجار الأقرب.

5–2 تحليل العلاقة والاشتراك.

5–2–1 اختبار كاي سكوير .

5–2–2 نسبة التقاطع.

5–2–3 معامل يول.

5–2–4 معامل فاي.

5–2–5 معامل كاما .

5-1 مقاييس التمركز والتشتت المكانيين:

لقد اشرنا في الفصلين الرابع والخامس إلى بعض الأساليب الإحصائية الخاصة بمقاييس النزعة المركزية والتشتت من البيانات الرقمية التي لا تنتظم ضمن إطار مكاني معين، ونظراً لحاجة الجغرافيين لاستعمال مقاييس النزعة المركزية والتشتت ضمن إطارها المكاني كون البعد المكاني للظواهر الجغرافية هو محور اهتمامهم، لذلك ارتأينا تسليط الضوء على بعض الأساليب الكمية لقياس التمركز والتشتت المكانيين للتوزيعات الجغرافية.

5-1-1 مقاييس النزعة المركزية للتوزيعات المكانية:

يعرف هذا النوع من المقاييس بمقاييس التمركز المكاني أو بمقاييس الموقع المركزي أو بمقاييس النزعة المركزية المكانية للانماط النقطية. وتشمل هذه المقاييس الموقع المتوسط، والموقع الوسيط، والموقع المنوالي.

5-1-1-1 الموقع المتوسط (المتوسط المكاني) *Spatial mean*:

هو الموقع الذي يحتل الموضع المركزي بين النقاط، بحيث يكون مجموع بعد النقاط عنه اقل من أي موقع اخر في الخريطة. (السماك، العزاوي، 2011، ص186).

مثال:

احسب المتوسط المكاني للتوزيع الجغرافي الاتي لمزارع القطن في احدى المناطق الجغرافية:

رقم المزرعة	Y	X
1	3	2
2	4	4
3	6	5
4	2	7
5	3	4
6	1	3
7	2	3

الحل:

لتسهيل عملية الحل نتبع الخطوات الآتية:

1- رسم محورين احدهما عمودي (Y) والآخر أفقي (X) ومن ثم نوقع احداثيات جميع مواقع المزارع على هذين المحورين.

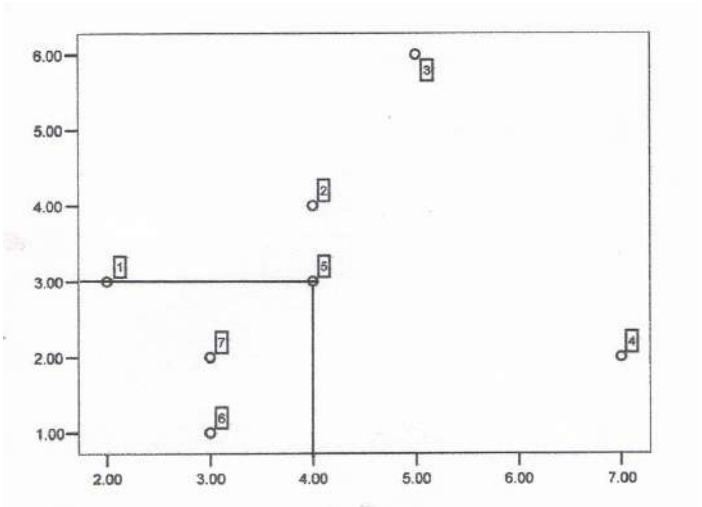
2- حساب المتوسط الحسابي للاحداثي العمودي (Y) والاحداثي الافقي (X)

إذ ان:

$$\overline{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{21}{7} = 3$$

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{28}{7} = 4$$

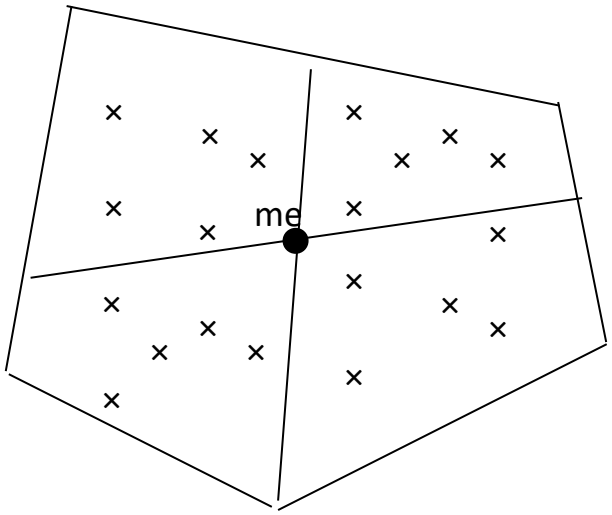
3- نحدد الموقع المتوسط عند نقطة التقاء (تقاطع) متوسط الاحداثيات للمحورين (Y) و(X)، كما في الشكل (18) إذ يتضح ان المزرعة رقم (5) هي التي تمثل نقطة التقاطع والتي تمثل الموقع المتوسط للتوزيع.



شكل (18) المتوسط المكاني للتوزيع المفترض لمزارع القطن

5-1-1-2 الموقع الوسيط "الوسيط المكاني" *Median centre*:

الوسيط المكاني أو الموقع الوسيط هو الذي يتوسط بقية المواقع، ويمثل القلب لتوزيعها المكاني، بحيث يقع نصفها الى الشرق منه، ويقع النصف الاخر الى الغرب منه، ويقع نصف المواقع الى الشمال منه، ويقع النصف الاخر الى الجنوب منه. ونستطيع تحديد الموقع الوسيط على الخرائط من غير استعمال اية معادلات إحصائية، بل بتحديد نقطة تقاطع محورين متعامدين يقسم كل منهما المواقع على نصفين متساويين. (شحاده، 2002، ص195) كما في الشكل (19).



شكل (19) الموقع الوسيط "الوسيط المكاني"

مثال:

النقاط الاتية تعبر عن مراكز استطانية بشرية والمطلوب ايجاد الوسيط المكاني لها .

رقم المراكز الاستيطاني	Y	X
1	4	10
2	8	16
3	9	8

4	12	24
5	16	18
6	13	28
7	10	11
8	20	30

الحل:

1- نحسب الوسيط للاحداثي العمودي (Y) وكالآتي:

أ- نرتب الاحداثيات تصاعدياً أو تنازلياً .

4، 8، 9، 10، 12، 13، 16، 20

ب- ترتيب الوسيط $\frac{n}{2}$ ، $\frac{n}{2}+1$

$\frac{8}{2}=4$ ، $\frac{8}{2}+1=5$

∴ الوسيط = (القيمة الرابعة + القيمة الخامسة)/2

$$= \frac{12+10}{2} = 11$$

2- نحسب الوسيط للاحداثي الافقي (X) بحسب الآتي:

أ- نرتب الاحداثيات تصاعدياً أو تنازلياً .

8، 10، 11، 16، 18، 24، 28، 30

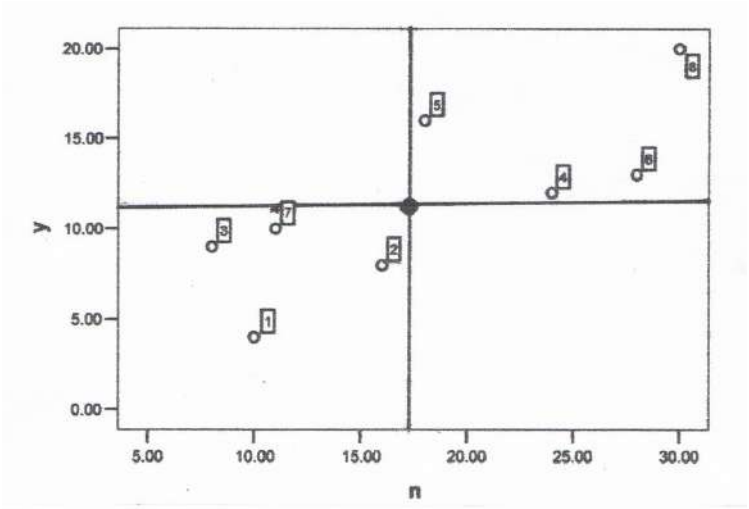
ب- ترتيب الوسيط $\frac{n}{2}$ ، $\frac{n}{2}+1$

$\frac{8}{2}=4$ ، $\frac{8}{2}+1=5$

∴ الوسيط = (القيمة الرابعة + القيمة الخامسة)/2

$$= \frac{18+16}{2} = 17$$

لذا فالموقع الوسيط (الوسيط المكاني) للبيانات السابقة هو: "11، 17" بعد ذلك يمكن تحديد الموقع الوسيط "الوسيط المكاني" بنقطة تقاطع الاحداثين العمودي والافقي بحسب ما موضح في الشكل الآتي:



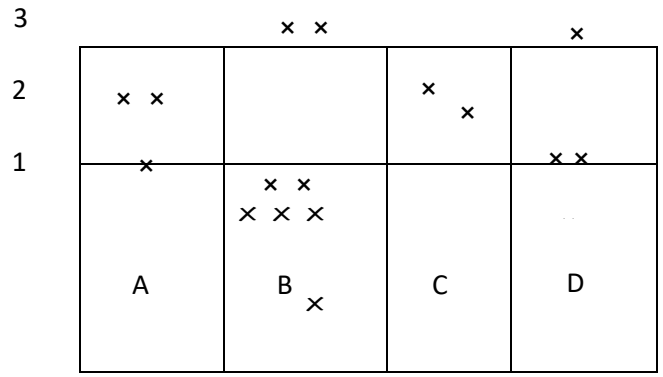
شكل (20) الموقع الوسيط "الوسيط المكاني"

نلاحظ من الشكل (20) ان الوسيط المكاني توسط المراكز الاستيطانية بحيث ان نصفها وقع في اعلى المحور الافقي ووقع النصف الاخر في اسفله، فضلاً ان نصفها وقع الى الشرق من المحور العمودي والنصف الاخر وقع الى غربه.

5-1-1-3 الموقع المنوالي (المركز المنوالي) *Mode centre*:

لتحديد الموقع المنوالي للتوزيعات المكانية يتطلب حصر المنطقة التي يوجد فيها التوزيع وتقسيمها على مربعات متساوية المساحة عن طريق انشاء مجموعة من الاحداثيات (العمودية والافقية) . ثم نقوم بعد ذلك بحصر النقاط الموجودة في كل مربع من المربعات التي تم انشاؤها . بعد ذلك يتم تحديد المنوال بكونه المربع الذي يضم اكبر عدد ممكن من النقاط التي تم حصرها . (شحادة، مصدر سابق، ص198) .

فالموقع المنوالي في الشكل (21) هو المربع ذو الاحداثيات (B,2) لانه يحتوي على خمس نقاط، بينما لا يحتوي أي مربع اخر أكثر من ثلاث نقاط.



		×	

شكل (21) الموقع المنوالي

وفي الحقيقة ان وجود منوال واحد، أو أكثر في منطقة الدراسة دليل على تركز مكاني في بؤر معينة يتطلب تحليل اسبابها، سواء أكانت الظاهرة قيد البحث طبيعية ام بشرية فعند دراسة الجريمة، أو انتشار مرض معين، أو ظاهرة مناخية أو جمورفولوجية معينة، فان وجود المنوال دليل على وجود مسببات محلية تتطلب الدراسة والتحليل في الظروف البيئية التي ادت الى تكوينها وتواجدها في هذا المكان دون غيره وإذ أن وجود المنوال يعد سبب كافياً للجغرافي لدراسة هذه الظاهرة بصورة معقمة.

5-1-2 مقاييس التشتت للتوزيعات المكانية:

5-1-2-1 المسافة المعيارية *Standard distance*:

تعد المسافة المعيارية من اهم مقاييس التشتت للتوزيعات المكانية ومن أكثرها استعمالاً لتوزيع المواقع حول مركزها المتوسط، وهي تتبع نفس فلسفة الانحراف المعياري في التوزيعات غير المكانية. والمسافة المعيارية لاي توزيع مكاني نقطي هي الجذر التربيعي لمربع انحرافات احداثيات النقاط "مواقع النقاط" عن المراكز المتوسطة لتلك النقاط ويرمز لها بـ SD، وتحسب بالمعادلة الاتية:

$$SD = \frac{\sqrt{\left(\sum d_i^{\,2}\right)}}{n}$$

إذ ترمز d^2 الى مربع انحرافات النقاط عن الموقع المتوسط.

وترمز n الى عدد النقاط.

ولتسهيل العمليات الحسابية فان الجغرافيين يستعملون احدى المعادلتين الاتيتين:

الأولى $$SD = \sqrt{\frac{\sum\left\{\left(x-\bar{x}\right)^2 + \left(y-\bar{y}\right)^2\right\}}{n}}$$

او

$$SD = \sqrt{\left(\frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2\right) + \left(\frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2\right)}$$

الثانية

إذ ان:

x= الاحداثي الشرقي

y= الاحداثي الشمالي

$\bar{x}$= متوسط الاحداثي الشرقي

$\bar{y}$= متوسط الاحداثي الشمالي

n= عدد النقاط

مثال:

احسب المسافة المعيارية للتوزيع المكاني للمجمعات التسويقية لمدينة ما .

المجمع	الاحداثي الشرقي y كم	الاحداثي الشمالي X كم
A	2	3.5
B	5	4

C	4	5
D	3	4
E	4	1
F	3	1.5
G	3	3
K	4	2

الحل:

المجمع	Y	X	$Y-\overline{Y}$	$X-\overline{X}$	$\left(Y-\overline{Y}\right)^2$	$(X-\overline{X})^2$	$\sum($
A	2	3.5	-1.5	0.5	2.25	0.25	
B	5	4	1.5	1	2.25	1	
C	4	5	0.5	2	0.25	4	
D	3	4	-0.5	1	0.25	1	
E	4	1	0.5	-2	0.25	4	
F	3	1.5	-0.5	-1.5	0.25	2.25	
G	3	3	-0.5	0	0.25	0	
K	4	2	0.5	-1	0.25	1	
Σ	28	24	0	0	6	13.5	
المتوسط	$\frac{28}{8}=3.5$	$\frac{24}{8}=3$					

$$SD = \sqrt{\frac{\sum\left\{\left(Y-\overline{Y}\right)^2+\left(X-\overline{X}\right)^2\right\}}{n}} \quad \therefore$$

$$SD = \sqrt{\frac{19.5}{8}}$$

$$SD = \sqrt{2.4375}$$

كم المسافة المعيارية للتوزيع SD=1.56

الحل:

باستعمال المعادلة الثانية نصمم جدولاً لخطوات الحل بحسب الآتي:

	Y	X	Y^2	X^2
A	2	3.5	4	12.25
B	5	4	25	16
C	4	5	16	25
D	3	4	9	16
E	4	1	16	1
F	3	1.5	9	2.25
G	3	3	9	9
K	4	2	16	4
	28	24	104	85.5
المتوسط	$\frac{28}{8}=3.5$	$\frac{24}{8}=3$		

$$SD=\sqrt{\left(\frac{\sum y_i^2}{n}-\bar{y}^{-2}\right)+\left(\frac{\sum x_i^2}{n}-\bar{y}^{-2}\right)} \quad \therefore$$

$$SD=\sqrt{\left(\frac{104}{8}-(3.5)^2\right)+\left(\frac{85.5}{8}-(3)^2\right)}$$

$$SD=\sqrt{(13-12.25)+(10.687-9)}$$

$$SD=\sqrt{(0.75)+(1.687)}$$

$$SD=\sqrt{2.437}$$

كم المسافة المعيارية للتوزيع SD=1.56

بعد استخراج قيمة المسافة المعيارية، نرسم شكلاً بيانياً يمثل محوره العمودي بعد المجمع عن (Y) ومحوره الأفقي بعد المجمع عن (X)، ثم نرسم حول الموقع المتوسط دائرة نصف قطرها يساوي المسافة المعيارية البالغة 1.56كم، فاذا كانت تلك الدائرة صغيرة، فان التوزيع المكاني يكون مركزاً، أما إذا كانت الدائرة كبيرة، فان التوزيع المكاني يكون متشتتاً، أي ان مساحة الدائرة تتناسب طردياً مع درجة انتشار التوزيع المكاني. (شحادة، مصدر سابق، ص201). ولرسم الشكل البياني للمسافة المعيارية يتطلب استخراج قيمة الوسطين الحسابيين للمحورين (Y) و(X) لتحديد الموقع المتوسط وكالآتي:

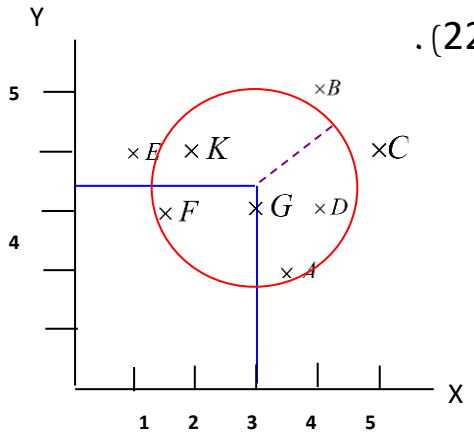
المول	y	X
A	2	3.5
B	5	4
C	4	5
D	3	4
E	4	1
F	3	1.5
G	3	3
K	4	2

$\sum$	28	24

$$\overline{Y} = \frac{28}{4} = 3.5$$

$$\overline{X} = \frac{24}{8} = 3$$

بعد حساب الوسط الحسابي لكلٍ من (Y) و(X) وبعد معرفتنا بقيمة المسافة المعيارية SD البالغة 1.56 كم، نرسم دائرة نصف قطرها يساوي المسافة المعيارية بوحدات رسم المحورين نفسها ويكون مركز الدائرة هو نقطة تقاطع الوسط الحسابي لكلٍ من (Y) و(X). كما موضح في الشكل (22).



شكل (22) المسافة المعيارية

2-2-1-5 كاي تربيع للتمركز المكاني:

كاي تربيع مقياس احصائي استعمله الجغرافيون في الآونة الأخيرة للكشف عما اذا كانت الظاهرة الحقيقية الممثلة بالنقاط كالمدن والقرى والآبار، وقمم الجبال وغيرها موزعة توزيعاً عشوائياً، أو ان توزيعها يشكل نمطاً معيناً بعيداً عن التوزيع العشوائي، لذا فإن كاي تربيع هو اختبار يجريه الباحث للتأكد مبدئياً من ان نمط التوزيع بعيد عن العشوائية وقيمة كاي تربيع تدل على درجة اقتراب أو ابتعاد نمط التوزيع الحقيقي "المشاهد" عن نمط التوزيع العشوائي المتوقع للعدد نفسه من النقط الموزعة. ويمكن ايجاد قيمة كاي تربيع هذه من تطبيق الصيغة الآتية.

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

إذ ان:

Fo= التكرار الحقيقي لقيم الظاهرة المدروسة.

Fe= التكرار المتوقع لقيم الظاهرة المدروسة.

ان ايجاد قيمة مربع كاي للقيم الممثلة بالنقاط يتطلب تغطية المنطقة المدروسة بشبكة من المربعات المتساوية المساحة. والمشكلة تبرز في تحديد المساحة المناسبة للمربع الواحد لانه من الامور المهمة جداً في عملية التحليل الاحصائي، فكبر مساحة المربعات تعكس احتمال احتواء كل منها على عدد كبير من النقاط وبالعكس. وقد اقترح بعض الباحثين بعض الصيغ الرياضية لحساب عدد المربعات لتغطية المنطقة المدروسة، غير ان افضلها هي قسمة

مساحة المنطقة على عدد النقاط ثم ضرب الناتج باحد القيم 2، 3، 4، 5. . .الخ، بحيث يحصل على المساحة الملائمة للمربع الواحد أو على عدد المربعات المطلوبة. (الصالح، السرياني، 1999، ص219) .

وبشكل عام فإن عدد المربعات ورسمها يعتمد على خبرة الباحث نفسه على ان يراعي ان لا تكون هناك مربعات خالية من النقاط من جهة، فضلاً عن إعطاء فرصة متكافئة لكل نقطة من النقاط بان تقع داخل أي مربع من المربعات المحددة.

مثال:

أراد باحث جغرافي تحديد ما إذا كان هناك اختلاف معنوي بين التوزيع الحقيقي وبين التوزيع العشوائي لـ 96 مستوطنة بشرية في منطقة معينة مُثلت بالشكل الآتي:

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12

13× × × ×	14× × × ×	15× × ×	16× × ×

شكل (23) التوزيع المكاني لنقط المستوطنات شبكة المربعات

الحل:

1- ينظم جدول لغرض حساب قيمة كاي تربيع يتضمن الاعمدة الاتية

العمود الاول لارقام المربعات.

العمود الثاني للتوزيع الفعلي Fo .

العمود الثالث للتوزيع المتوقع Fe .

العمود الرابع لحساب الفرق بين التوزيع الفعلي والتوزيع المتوقع.

العمود الخامس لتربيع الفرق بين التوزيع الفعلي والتوزيع المتوقع.

العمود السادس لتقسيم مربع الفرق على التوزيع المتوقع ثم تجمع قيم هذا العمود للحصول على قيمة كاي تربيع بحسب ما موضح في جدول (9) .

2- يحسب التوزيع المتوقع بقسمة عدد النقاط على عدد المربعات أي $\frac{96}{16} = 6$ ونضعه في العمود الثالث.

جدول (9) حساب مربع كاي لتوزيع مستوطنات شكل (23)

1	2	3	4	5	6
رقم المربع	التوزيع الفعلي Fo	التوزيع المتوقع Fe	$(Fo-Fe)$	$(Fo-Fe)^2$	$\frac{(Fo-Fe)^2}{Fe}$
1	5	6	−1	1	0.166
2	6	6	0	0	0
3	7	6	1	1	0.166
4	8	6	2	4	0.666
5	4	6	−2	4	0.666
6	10	6	4	16	2.666
7	7	6	1	1	0.166
8	5	6	−1	1	0.166
9	6	6	0	0	0
10	5	6	−1	1	0.166
11	7	6	1	1	0.166

12	3	6	−3	9	1.5
13	8	6	2	4	0.666
14	7	6	1	1	0.166
15	5	6	−1	1	0.166
16	3	6	−3	3	0.5
المجموع					7.992

3- بما ان القيمة المحسوبة البالغة (7.992) اصغر من القيمة المجدولة بدرجة حرية (n-1) أي (16-1)=15 ومستوى معنوية 0.05 البالغة (24.996) .

لذا نقبل الفرضية القائلة بانه لا يوجد فرق معنوي بين التوزيع الفعلي والتوزيع العشوائي، أي لا يوجد اختلاف مهم وجوهري بين التوزيعين.

5-1-2-3 منحنى لورنز *Lorenz Curve*:

يستعمل الجغرافيون منحنى لورنز لإغراض عديدة أهمها قياس درجة التركيز في التوزيعات المكانية، ويستعملونها أيضاً لقياس مدى الانتشار في تلك التوزيعات. ومن الاستعمالات الرئيسة لها قياس مدى اختلاف التوزيعات التكرارية عن التوزيع المنتظم *(Regular*

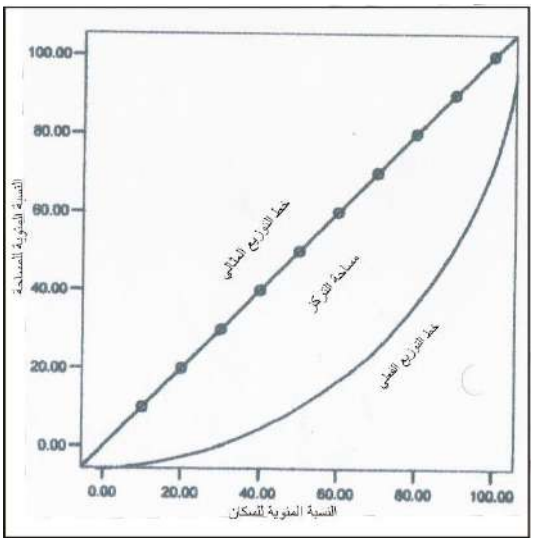
(Distribution). ويختلف تحليل منحنى لورنز عن تحليل الجار الأقرب (Nearest-Neighbour Analysis) اذ انه يوازن بين التوزيعات الفعلية والتوزيع المثالي المنتظم، في حين يقيس تحليل الجار الاقرب درجة اختلاف التوزيع الحالي عن التوزيع المركز.

ويستعمل لقياس درجة تركيز شرائح معينة من السكان مثل دراسة توزيع الأقليات العرقية أو الدينية في أحياء أو مناطق محددة من المدن ولاسيما عند دراسة سكان المدن الكبيرة، ومقارنة هذا التوزيع بتوزيع السكان الاصليين لإظهار التفاوت في التوزيع، أو تركيز الظاهرة في فئات ومناطق محددة الانتشار. ويمكن استعمال منحنى لورنز لقياس درجة تخصص معين في إحدى الصناعات أو الخدمات.

استعمل لورنز فكرة التوزيعات المتجمعة الصاعدة في رسم منحنى بياني لمعرفة مدى العدالة أو المساواة في توزيع بعض الظواهر المختلفة. وأساس هذه الفكرة انه لو وجدت ظاهرتان المطلوب توضيح العلاقة بينهما مثل المساحة وعدد السكان، وكانت المساحة موزعة، بحيث ينال 10% من السكان 10% من المساحة، أو 50% من السكان ما نسبته 50% من المساحة، فان التوزيع المثالي سيكون خطاً مستقيما يمثل الخط (أ ج) الذي يمثل قطر المربع في الشكل (24).

اذ ان أي نقطة على هذا الخط توضح ان (صفر%) من السكان يتوزعون على(صفر%) من مساحة الدولة، و 10% من السكان يتوزعون على 10% من المساحة، و 20 % من السكان يتوزعون على 20% من المساحة، وهكذا حتى 100% من السكان يتوزعون على 100% من مساحة الدولة، وهذا يعني ان الخط (أ ج) يمثل الخط المثالي للتوزيع،

وتقاس عدالة التوزيع وانتظامه بقرب أو بعد المنحنى الذي يمثل توزيع الظاهرة، أو خط التوزيع الفعلي عن الخط (أج) خط التوزيع المثالي.(الصالح، والسرياني، مصدر سابق، ص240) .



شكل(24) منحنى لورنز

ويمكن إظهار التفاوت في التوزيع من خلال منحنى لورنز وكذلك من خلال قرينة لورنز(معامل جني) .

مثال:

لمعرفة مدى انتشار السكان وتركزهم في المحافظات الجنوبية من العراق من خلال معرفة توزيع السكان على المساحات الأرضية التي يعيشون عليها .

الحل: نقوم برسم منحنى لورنز على النحو الآتي:

1- نجمع بيانات عن المساحة وعدد السكان في المحافظات الجنوبية، لاحظ الجدول(10) الأعمدة (1، 2، 3) .

جدول (10) المساحة وعدد السكان للمحافظات الجنوبية من العراق لعام 1997م

المحافظة (1)	المساحة (كم2) (2)	عدد السكان(نسمة) (3)	النسبة المئوية للمساحة % (4)	النسبة المئوية للسكان % (5)	معامل التفاضل (6)
البصرة	19070	1556445	19.1	40.8	2.13
ذي قار	12900	1184796	12.9	31.1	2.41
ميسان	16072	637126	16.1	16.7	1.03
المثنى	51740	436825	51.9	11.4	0.21
المجموع	99782	3815192	100 %	100%	

المصدر: المجموعة الإحصائية السنوية، لعام 2001، ص5، و ص39

2- نحول المساحة وعدد السكان إلى نسبة مئوية، أي نقسم المساحة في كل محافظة من المحافظات السابقة على المجموع العام لمساحة تلك المحافظات، ونضرب الناتج × 100، ونكرر الطريقة نفسها في عدد السكان(الاعمدة 4 و5) من الجدول السابق.

3- نحسب معامل التفاضل، بقسمة النسبة المئوية للسكان على النسبة المئوية للمساحة (العمود 6).

4- ترتيب القيم في جدول جديد تصاعديا أو تنازليا بموجب معامل التفاضل، الجدول (11).

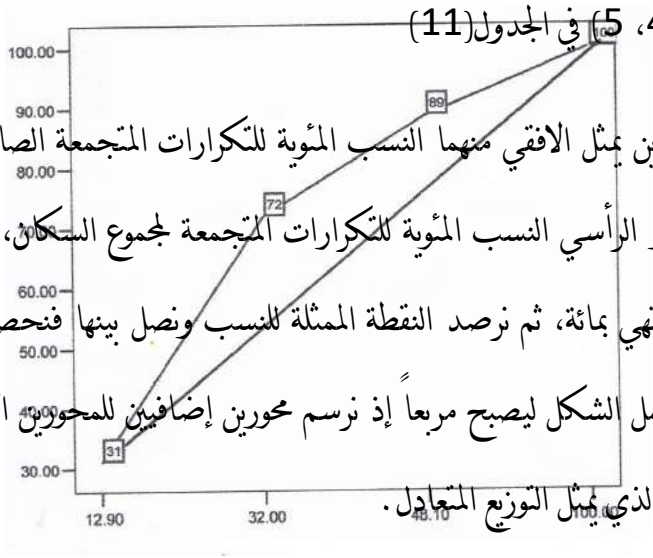
جدول (11) ترتيب المحافظات بموجب معامل التفاضل

المحافظة (1)	المساحة% (2)	السكان% (3)	المتجمع الصاعد للمساحة(4)	المتجمع الصاعد للسكان(5)	معامل التفاضل (6)
ذي قار	12.90	31.1	12.9	31.1	2.41

البصرة	19.1	40.8	32	71.9	2.13
ميسان	16.1	16.7	48.1	88.6	1.03
المثنى	51.9	11.4	100	100	0.21

5- نعمل التوزيع المتجمع الصاعد لكل من النسبة المئوية للمساحة والنسبة المئوية للسكان، الاعمدة(4، 5) في الجدول(11)

6- نرسم محورين يمثل الافقي منهما النسب المئوية للتكرارات المتجمعة الصاعدة للمساحة، ويمثل المحور الرأسي النسب المئوية للتكرارات المتجمعة لمجموع السكان، ويبدأ كل محور بالصفر وينتهي بمائة، ثم نرصد النقطة الممثلة للنسب ونصل بينها فنحصل على منحنى لورنز، ونكمل الشكل ليصبح مربعاً إذ نرسم محورين إضافيين للمحورين الاصليين، ونصل قطر المربع الذي يمثل التوزيع المتعادل.



السكان

شكل(25) منحنى لورنز لتوزيع السكان في المحافظات الجنوبية من العراق لعام 1997م

7- ان المساحة المحصورة بين المنحنى وخط التوزيع المتساوي تبين مساحة التركز، وكبرها يدل على تركز السكان في مساحة قليلة من الارض، وهذا بعيد عن التوزيع المثالي. وكلما صغرت هذه المساحة قرب توزيع السكان من التوزيع المثالي.

8- ان التكرارات النسبية المتجمعة الصاعدة مع منحنى لورنز تعد من مؤشرات قياس تركز السكان على اساس الكثافة. وان نظرة على الجدول(11)، الاعمدة(4، 5) يظهر لنا ان أكثر من ثلثي السكان حوالي(71.9%) يتركزون في(32%) من المساحة العامة، بينما يتركز(88.6%) من السكان في (48.1%) فقط من المساحة العامة، لاحظ الشكل(25).

5-1-2-4 قرينة لورنز *Lorenz Index*:

يمكن إظهار التفاوت في التوزيع من خلال منحنى لورنز ومن خلال قرينة لورنز أيضاً (معامل جني (Gini Coefficient)). ويمكن استعمال قرينة لورنز لقياس درجة تركز العاملين في الأنشطة الاقتصادية وفي انتشار أو تركز التوزيعات المكانية.

مثال:

الجدول(12) يوضح توزيع سكان العراق حسب النشاط الاقتصادي بموجب تعداد عام 1997م. المطلوب استخدام قرينة لورنز لقياس درجة تركز العاملين في الأنشطة الاقتصادية المختلفة.

جدول(12) توزيع عدد العاملين في العراق حسب النشاط الاقتصادي بموجب تعداد عام 1997م(*)

النشاط الاقتصادي	الزراعة والاصيد والاحراج	التعدين والمحاجر	الصناعة التحويلية	الكهرباء والماء	التشييد والبناء	تجارة الجملة والمفرد والفنادق والمطاعم	النقل والخزن والمواصلات	التأمين والتمويل والعقارات	خدمات المجتمع والخدمات الاجتماعية	ا

	لغابات	لنفط الخام		غاز						
عدد العاملين	950317	308317	2194651	282677	218355	9033 80	2731 52	4021 3	1372936	

(*) عدا محافظات كردستان.

المصدر: المجموعة الإحصائية السنوية لعام 2001، ص57-60

الحل:

يمكن إيجاد أو حساب قرينة لورنز من خلال إتباع الخطوات الآتية:

1- نرسم جدولا مكونا من تسعة أعمدة.

2- نضع الأنشطة الاقتصادية في العمود الأول، والتكرارات المطلقة أي عدد العاملين في تلك الأنشطة في العمود الثاني.

3- نقوم بتحويل التكرارات المطلقة إلى تكرارات نسبية ونضعها في العمود الثالث.

4- نرتب التكرارات النسبية ترتيبا تنازلياً ونضعها في العمود الرابع.

5- نقوم بحساب التكرار المتجمع الصاعد للتوزيع الفعلي (التكرارات النسبية) وإيجاد المجموع العام لها (A) ويساوي (745.5) ونضعها في العمود الخامس.

6- تحديد التكرارات النسبية لكل فئة من فئات النشاط الاقتصادي، بعد التوزيع التكراري توزيعاً منتظماً. ويتم الحصول على التكرارات النسبية للتوزيع المنتظم بقسمة العدد(100) على عدد الفئات ونضعها في العمود السادس.

7- نقوم بحساب التكرار المتجمع الصاعد للتوزيع المنتظم (التكرارات النسبية)، وإيجاد المجموع العام لها(R) الذي يساوي(111) ونضعه في العمود السابع.

8- تحديد التكرارات النسبية لكل فئة من فئات النشاط الاقتصادي بعد التوزيع التكراري توزيعاً مركزاً. ونفترض في هذه الحالة أن التكرارات جميعها مركزة في فئة واحدة هي الفئة الأولى، وان بقية الفئات خالية من التكرارات ونضعها في العمود الثامن.

9- نقوم بحساب التكرار المتجمع الصاعد للتوزيع المركز(التكرارات النسبية)، وإيجاد المجموع العام لها (M) والذي يساوي (900) ونضعه في العمود التاسع.

جدول(13) قرينة لورنز لعدد العاملين في الأنشطة الاقتصادية المختلفة في العراق لعام 1997م

النشاط الاقتصادي	عدد العاملين	التكرارات النسبية %	التكرارات النسبية مرتبة تنازلياً	التكرار المتجمع الصاعد للتوزيع الفعلي (A)	التكرارات النسبية للتوزيع المنتظم	التكرار المتجمع الصاعد للتوزيع المنتظم(R)	توزيع مركز	التكرار المتجمع الصاعد للتوزيع المركز(M)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)

الزراعة والصيد والغابات	950317	23.5	34.0	34.0	11.1	11.1	100	100
التعدين واستخراج النفط الخام	30831	0.8	23.5	57.5	11.1	22.2	صفر	100
الصناعات التحويلية	219451	5.4	22.4	79.9	11.1	33.3	صفر	100
الكهرباء والغاز والماء	282677	0.7	6.8	86.7	11.1	44.4	صفر	100

التشييد والبناء	21 83 55	5.4	5.4	92.1	11.1	55.5	صفر	100
تجارة الجملة والمفرد والفنادق والمطاعم	90 33 80	22.4	5.4	97.5	11.1	66.6	صفر	100
النقل والخزن والمواصلات	27 31 52	6.8	1.0	98.5	11.1	77.7	صفر	100
التأمين والتمويل والعقارات	40 21 3	1.0	0.8	99.3	11.1	88.8	صفر	100

خدمات المجتمع والخدمات الاجتماعية	1372936	34.0	0.7	100.0	11.1	99.9	صفر	100
المجموع العام	4036902	100		745.5		111		900

10- يتم حساب قرينة لورنز(معامل جني) من نتائج الجدول السابق وبتطبيق المعادلة الآتية:

$$I = (A - R)/(M - R)$$

إذ ان:

I= قرينة لورنز (معامل جني) للتركز

A= المجموع العام للتكرار المتجمع الصاعد للتوزيع الفعلي= 745.5

R= المجموع العام للتكرار المتجمع الصاعد للتوزيع المنتظم = 111

M= المجموع العام للتكرار المتجمع الصاعد للتوزيع المركز= 900

ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة تكون قيمة قرينة لورنز (معامل جني) تساوي:

I=(745.5-111)/(900-111)

= 634.5/789

= 0.8

ومن هذه النتيجة نستخلص ان توزيع العاملين في الانشطة الاقتصادية في العراق لعام 1997 فيه نسبة عالية من التركز، اذ ان قرينة لورنز تتراوح بين (صفر-1) إذ يمثل الصفر التوزيع المنتظم، وعندما يكون التوزيع مركزاً فيمثله الواحد .

5-1-2-5 تحليل الجار الأقرب *Nearest- Neighbor Analysis*:

تقنية تحليل الجار الأقرب من تقنيات تحليل الأنماط المكانية الواسعة الانتشار والاستعمال عند الجغرافيين، ولهذا السبب قد أسيء استعمالها في احيان كثيرة.

يعد علم الجغرافية بأنه علم التوزيع والعلاقات المكانية، إذ يمثل التوزيع (Distribution) جوهر العمل الجغرافي، أي دراسة توزيع الظواهر المختلفة على سطح الأرض بوصفها وتحليلها وتفسيرها . والذي يهم الجغرافي في دراسته للتوزيع هو معرفة ما إذا كان التوزيع يشكل نمطاً (Pattern) محدداً أو انه مجرد توزيع عشوائي. فإذا كان التوزيع يشكل نمطاً محدداً فان ذلك يعني ان هناك قوى وعوامل وراء هذا النمط. أما إذا كان التوزيع عشوائياً (Random) فان ذلك يشير إلى قوى الصدفة (power of chance) وإذا كانت القوى المسؤولة عن توزيع الظاهرة تعود للصدفة فمن الصعب إعطاء تفسير لهذا التوزيع. ونمط التوزيع هو الطريقة والشكل والاتجاه الذي تأخذه مفردات الظاهرة تحت الدراسة في توزيعها المكاني فوق مساحة معينة من سطح الأرض. (السعيد، 1409هـ، ص700)

تعنى هذه التقنية بالنقط المفردة وتحسب المسافة بين النقط المتجاورة فعندما تكون النقط متكتلة فبالتأكيد ستكون المسافة بينها قصيرة، والعكس صحيح أيضاً . أي تكون المسافة اكبر عندما تكون النقط موزعة توزيعاً منتظماً .

ويعد تحليل الجار الأقرب من النماذج الأولية الخاصة لإيجاد تعبير كمي لأنماط التوزيعات على سطح الأرض لمتغير ما، فمثلاً نرغب في التعرف فيما اذا كانت القرى في المنطقة الشمالية الجبلية من العراق تتوزع بشكل عشوائي، أو ضمن مجموعات متباينة أو مجموعات هندسية، أو مجموعات دائرية أو قريبة من الدائرية، أو فيما اذا كان توزيعها متعادلاً ومنتظماً على سطح الأرض. (قربة، بدون، ص79)

ويمكن تعريف الجار الأقرب بانه "النسبة بين معدل المسافات الحقيقية الفاصلة بين مراكز التوزيع (النقط) وبين معدلها بالتوزيع النظري المتوقع (العشوائي) مما يتيح امكانية الحصول على معيار كمي- احصائي ليستدل به على نوع أنماط التوزيع المكاني وهيأتها لتلك المراكز ومدى انحرافها عن العشوائية" .

والصيغة الرياضية لحساب الجار الاقرب هي:

(Hammoud & Mc Cullagh, 1973, 271)

$$C = 2 \times \overline{D}\sqrt{n/s}$$

C= دليل المجاورة (معيار الجار الاقرب)

$\overline{D}$ = معدل المسافات الحقيقية الفاصلة بين النقاط في التوزيع.

n= عدد النقاط (مراكز التوزيع) .

s= المساحة.

وتستعمل علاقة الجار الاقرب في بعض الحزم الحاسوبية داخل برامجيات نظم المعلومات الجغرافية GIS.

لابد من الاشارة الى ان الاشكال (forms) المختلفة التي تتخذها الظواهر الجغرافية هي انعكاس لنوع الانماط السائدة. وكلما تغيرت الانماط تغيرت الاشكال. ولما كانت الانماط المحددة نتيجة عوامل وقوى دائمة التغير، فمعنى ذلك أن اهتمامنا بالأنماط سيقودنا إلى الاهتمام بالعمليات (Processes) التغييرية التي تؤدي الى تكون الأنماط بتوزيعها المختلف. فالذي يبدو واضحاً أن دراسة الأنماط والتأكد من وجودها أمر جوهري في البحث الجغرافي الحديث الذي يركز على الجوانب التي اشرنا اليها وهي: (أبو عياش، بدون، ص160).

1- العمليات التغييرية (Processes).

2- انماط التوزيع Patterns of Distribution.

3- الاشكال (forms).

فمثلاً يحتاج الباحثون في بعض الاحيان لمعرفة ما اذا كان توزيع انواع معينة من الحقول والمزارع وتوزيع المستقرات البشرية، وتوزيع الاسواق المركزية، أو توزيع مراكز البريد، أو

توزيع مراكز الاطفاء، وتوزيع انواع معينة من النباتات، وغيرها يشكل نمطاً أو انه مجرد توزيع عشوائي.

ويأخذ توزيع الظواهر على سطح الارض ثلاثة انواع من التوزيعات:

1- توزيع عشوائي Random Distribution

2- توزيع متجمع أو عنقودي Clustered Distribution

3- توزيع متناسق Uniform Distribution

وتتراوح الانماط في توزيعاتها بين اقصى تجمع (Maximum Clustering) وتناسق مطلق (absolute uniform) ففي الحالة الاولى يكون توزيع الظواهر حول نقطة واحدة، وفي الحالة الثانية يأخذ التوزيع الشكل السداسي (Hexagonal Lottice) أما التوزيع العشوائي في منطقة ما فهو الذي يكون لكل ظاهرة فيه الفرصة نفسها الممنوحة للظواهر الاخرى ان تحتل أي مكان فيها . أو أن يكون للمكان الفرصة نفسها الممنوحة لبقية الاماكن في المنطقة التي تقع فيها الظاهرة.

ولحساب مسافة التجاور بين النقط لابد من القيام بالخطوات الآتية:

1- تحديد النقط المطلوب تحليل المسافة بينهما، اذ يعتمد تحليل الجار الاقرب على قياس المسافات الفاصلة بين كل نقطة في منطقة ما والنقطة أو النقاط الاقرب اليها . واذا كانت

هذه النقاط تمثل مدناً فلابد أن تكون هذه المدن باحجام متساوية أو متقاربة، وان تكون وظائفها متشابهة.

2- حساب المسافة بين كل نقطة واقرب نقطة لها، وتقنية حساب المسافة بين موضع عنصر من على سطح الارض وباقي مواضع هذا العنصر نفسه داخل اقليم ما، فانها تقوم على اختيار موضع نحسب منه المسافة عن باقي المواضع للعنصر نفسه، ثم نقوم بتكرار هذه العملية لكافة المواضع الاخرى. وتحسب المسافة بين النقط المتماثلة في الحجم، ويعتمد حجم السكان اساسا لهذا الغرض أو أي معيار اخر يخدم البحث وهدفه.

3- ايجاد متوسط أو معدل المسافات $\overline{D}$ وهو مجموعها مقسوما على عددها (مجموع المسافات / عدد النقاط). وان معدل أو متوسط المسافات أو الابعاد بين كل موضع واقرب جار له من النوع نفسه يدعى بقرينة الانتشار (Dispersion Indices) التي تعتمد في المقارنات الجغرافية بصورة كبيرة، ولتأشير درجة تقارب وتباعد النقط عن بعضها نعتمد المعادلة الآتية:

$$\bar{D} = \frac{D_1 + D_2 + \ldots\ldots + D_n}{n}$$

فالمسافات الفعلية هي التي يتم قياس ابعادها بينما المسافات النظرية أو المتوقعة هي التي تقاس بوساطة صيغة نظرية معينة. وتصبح نسبة متوسط المسافات الفعلية الى متوسط المسافات النظرية مقياسا لمدى تباعد توزيع النقاط الفعلي عن التوزيع العشوائي لها.

4- حساب كثافة التوزيع(عدد النقاط / المساحة)، وغالبا ما يلجأ الباحثون الى تحديد منطقة الدراسة بشكل هندسي(مربع، أو مستطيل، أو مثلث، أو دائرة) بحيث تشمل جميع النقاط المطلوب دراسة توزيعها، ومن ثم حساب المساحة على اساس مقياس رسم الخريطة.

$$\text{كثافة التوزيع} = \frac{n\ (\text{عدد النقاط})}{s\ (\text{المساحة})}$$

5- ويتم حساب دليل المجاورة (C) بالاعتماد على المعادلة الاتية:

$$C = 2 \times \bar{D} \sqrt{n / s}$$

وتتراوح قيمة دليل المجاور المعدة عن أنماط التوزيع بين الصفر (التكتل الكامل) أي نمط متجمع في بقعة واحدة، وقيمة (2.1419) التي تمثل (النمط المتبعثر الكامل) أي النمط المتباعد منتظم التوزيع سداسي الشكل، أما القيم التي تزيد عن هذه القيمة فتأخذ المفهوم نفسه لهذه القيمة الحدية وهو التوزيع المثالي، وبالإمكان الاعتماد على جداول خاصة لمعرفة أو تقدير درجة عشوائية التوزيع؛ لأن الفرضية الصفرية هنا تقول بان التوزيع عشوائي، بمعنى أن موقع نقطة ما لا يرتبط بتوزيع النقاط الأخرى. فاذا كانت قيمة الدليل المحسوبة اكبر من قيمة الدليل الحرجة عندها ترفض الفرضية الصفرية ويكون الاستنتاج بان هذا

التوزيع ليس توزيعا عشوائيا وبدرجة ثقة احصائية معينة(95% مثلا)، هذا في حالة قيمة الدليل اكبر من واحد، اما اذا كانت القيمة اقل من واحد وتقترب من الصفر فيجب ان تقل هذه القيمة عن القيمة الحرجة لترفض الفرضية الصفرية القائلة بعشوائية التوزيع، وان ذلك يعبر عن توزيعات متجمعة أو عنقودية، ويجب ان نعلم بان القيمة واحد والقيم القريبة منه تعبر عن توزيعات عشوائية.

وتحسب درجة الحرية هنا بعدد النقاط. أي ان على الباحث ان يحدد درجة الثقة الاحصائية المطلوبة، وبمعرفة عدد النقاط وحسابه دليل المجاورة يستطيع عندها ان يحدد انتظامية أو تكتلية النمط أو عشوائيته وبدرجة محددة من الثقة الاحصائية (حسب الجداول المعتمدة).

وللمساحة تأثير كبير في حساب دليل المجاورة، لذلك يتطلب حسابها اهتماما خاصا وان تكون المقارنات على اساس تساوي المساحة ووحدة القياس(كلم، ميل) ووحدة مقياس رسم الخريطة ايضا.

اما عندما يكون عدد النقاط كبيراً فأما يعتمد مربع كاي للتحقق من عشوائية التوزيع أو تعتمد عينات من النقاط.

ولا يشترط هاكيت وزملاؤه (Hggette at el. 1977, 445) شمول جميع النقاط في حساب دليل المجاورة إلا ان اختيار العينات أمر يتطلب حذراً ودقة في حساب الدليل، وهم هنا يقترحون:

1- اما حساب مسافة المجاورة لجميع النقاط ضمن مربع أو مربعات شبكية تسقط على الخريطة وتختار عشوائيا .

2- أو حساب مسافة المجاورة لمجموعة من النقاط على طول خط مختار عشوائياً .

مثال تطبيقي:

في هذا المثال نحاول تحديد نمط التوزيع الجغرافي لمراكز التوزيع لمكاتب البريد في مدينة بغداد، وسنستخدم لهذا الغرض تحليل الجار الأقرب أو (صلة الجوار) الذي شاع استخدامه في الدراسات الجغرافية. ولكي تكون مراكز التوزيع البريدي موزعة في مدينة بغداد على نحو أكثر فعالية، بحيث تؤدي تلك المراكز خدماتها لجميع سكان المدينة على نحو متجانس ومتوازن، فانه يجب ان يخطط لتوزيعها مكانياً في جميع الاحياء المشغولة بالسكان في مدينة بغداد الى ان تصل قيمة المجاور الاقرب لهذه المراكز الى (2) أو قريبة من (2.1419) .

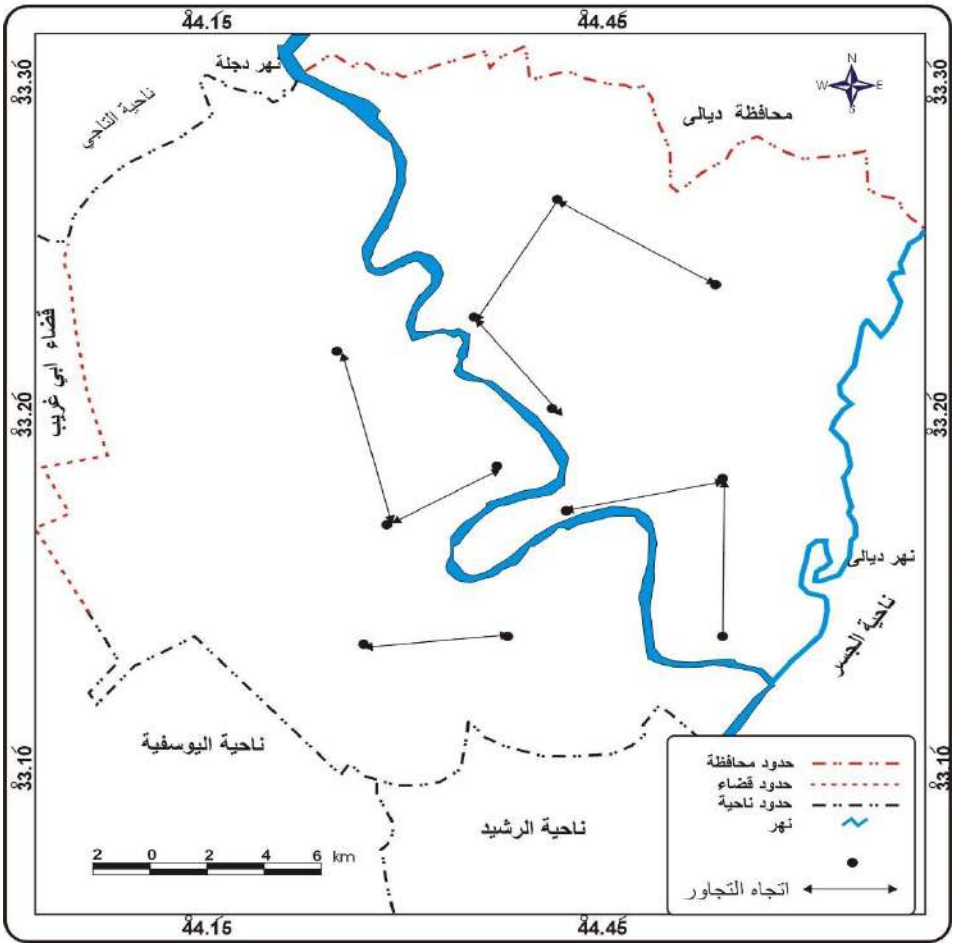
ولتحديد نمط التوزيع في مدينة بغداد قام احد الباحثين بدراسة مدينة بغداد بجانبيها الكرخ والرصافة كلا على انفراد لتحديد نمط التوزيع في كل جانب ثم قام بعد ذلك بدراسة مدينة

بغداد كوحدة واحدة، فظهر بدلالة الاسهم التي تشير الى التجاور الاقرب في جانبي الكرخ والرصافة الى تكون مجموعتين في كل من الكرخ والرصافة بحسب ما موضح في الخريطة (1) وهي في جانب الكرخ (الطيف، 2001، ص461-468):

1- المجموعة الاولى وتضم مركزي توزيع (نقطتين) هما مركز الانتصار الذي يجاور مركز الدورة بمسافة 8.5كم ومركز الدورة الذي يجاور مركز الانتصار بمسافة 8.5 كم.

2- المجموعة الثانية وتشكلها ثلاث نقاط هي مركز الحرية يجاور مركز اليرموك بمسافة 9 كم. ومركز اليرموك يجاور مركز 8 شباط بمسافة 5 كم. ومركز 8 شباط يجاور مركز اليرموك بمسافة 5 كم.

خريطة (١) التجاور الاقرب في جانبي الرصافة والكرخ من مدينة بغداد



وعند القيام بجمع المسافات المقاسة داخل كل مجموعة تم الحصول على المجموع الكلي للمسافات الفاصلة بين كل مركز واقرب مجاوريه. إذ كان الرقم الاجمالي لجانب الكرخ 36كم بحسب ما موجود في الجدول (14) .

جدول (14) التجاور الأقرب لجانب الكرخ

ت	مركز التوزيع	المجاور الاقرب	المسافة (كم)	المساحة (كم^2)
1	الحرية	توزيع اليرموك	9	113.45
2	اليرموك	توزيع 8 شباط	5	64.9
3	8 شباط	توزيع اليرموك	5	21.65
4	الانتصار	توزيع الدورة	8.5	90.6
5	الدورة	توزيع الانتصار	8.5	47
			36	337.6كم^2

لذا فان معدل المسافات الحقيقية بين النقط $\overline{D}$ هو:

$$\overline{D} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5}{n}$$

$D_1+D_2....+D_5$= ناتج قياس المسافات بين كل نقطة واخرى.

n= عدد النقاط أو عدد مرات القياس وبالتعويض.

$$\overline{D} = \frac{36}{5}$$

$$\overline{D} = 7.2Km$$

وهذا هو معدل التباعد أيضاً في جانب الكرخ من مدينة بغداد وبتطبيق المعادلة الرياضية يتم الحصول على قيمة المجاور الاقرب إذ أن:

$$C = 2 * 7.2\sqrt{\frac{5}{337.6}}$$

$$C = 1.7$$

ولهذه القيمة الاستدلالية للمجاور الاقرب يظهر النمط المتباعد غير المنتظر من حيث المسافة والتوزيع.

أما في جانب الرصافة فقد ذكرنا أنها ظهرت في مجموعتين أيضاً، هما:

1- المجموعة الأولى وتتألف من ثلاث نقط هي مركز الزعفرانية تجاور مركز بغداد الجديدة بمسافة 7.6 ومركز بغداد الجديدة يجاور مركز الجادرية بمسافة 5.7كم ومركز الجادرية يجاور مركز بغداد الجديدة والمسافة بينهما هي 5.7كم.

2- المجموعة الثانية وتتكون من اربع نقاط هي مركز الفداء يجاور مركز الشعب بمسافة 6 كم ومركز الشعب يجاور مركز الاعظمية بمسافة 5.7 كم. ومركز الاعظمية يجاور مركز الرصافة بمسافة 5.6 كم ومركز الرصافة يجاور مركز الاعظمية بمسافة 5.6 كم.

وعند القيام بجمع المسافات المقامة داخل كل مجموعة تم الحصول على المجموع الكلي للمسافات الفاصلة بين كل مركز واقرب مجاور له إذ كان الرقم الاجمالي لجانب الرصافة 41.9 كم بحسب ما هو موضح في الجدول (15) .

جدول (15) التجاور الأقرب لجانب الرصافة

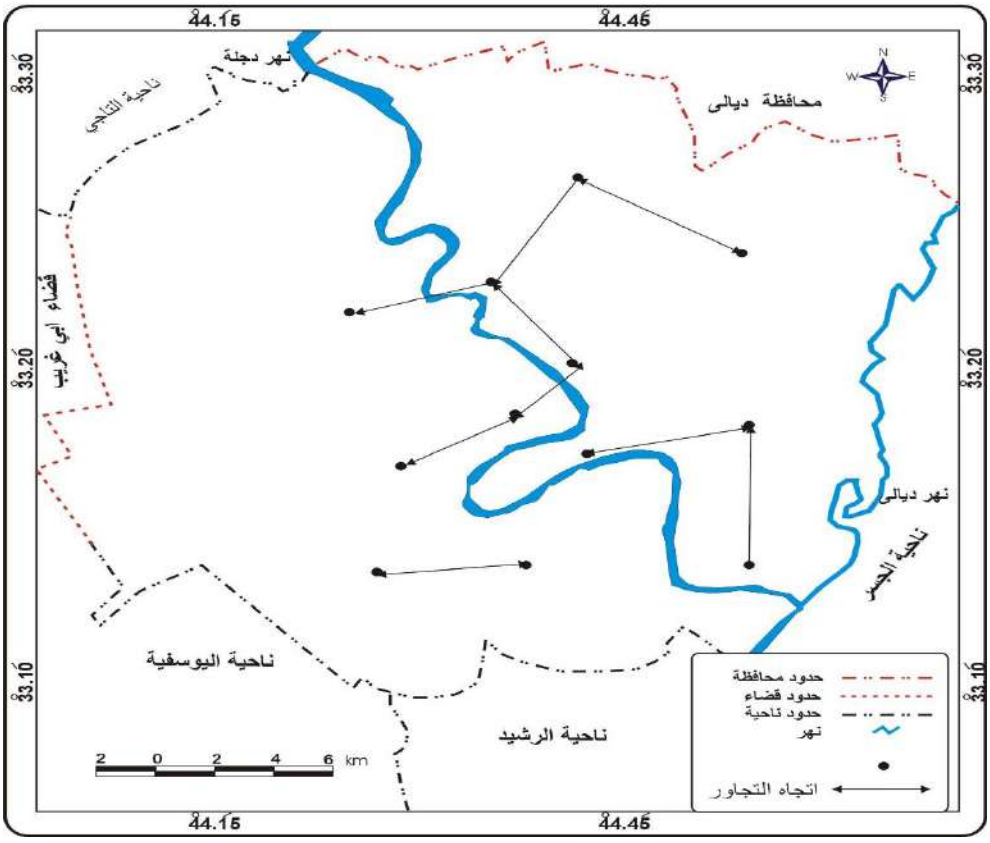
ت	مركز التوزيع	المجاور الاقرب	المسافة (كم)	المساحة ($كم^2$)
1	الفداء	مركز الشعب	6	65.5
2	الشعب	مركز الاعظمية	5.7	43.34
3	الاعظمية	توزيع الرصافة	5.6	23.1
4	الرصافة	توزيع الاعظمية	5.6	9.6

5	بغداد	توزيع الجادرية	5.7	90.25
6	الجادرية	توزيع بغداد الجديدة	5.7	23.89
7	الزعفرانية	توزيع بغداد الجديدة	7.6	27.5
			41.9	283.18

وبتطبيق طريقة المجاور الاقرب في جانب الرصافة كانت قيمة دليل المجاورة (C)= 1.8 وبهذه القيمة الاستدلالية للمجاور الاقرب يظهر نمط التوزيع في جانب الرصافة هو النمط المتباعد غير المنتظم من حيث المسافة والتوزيع وهو بهذا لا يختلف عن نمط التوزيع في جانب الكرخ.

وعند تطبيق هذا النموذج الرياضي العلمي على مراكز التوزيع البريدي في مدينة بغداد كونها وحدة دراسية واحدة، لاحظ الخارطة (2) .

خريطة (2) التجاور الأقرب لمدينة بغداد



ظهر وباتباع الطرق السابقة نفسها ان قيمة (صلة الجوار) المجاور الاقرب هي (1.5) وهذه القيمة تشير الى ان نمط توزيع مراكز التوزيع في مدينة بغداد هو النمط المتباعد غير المنتظم، اذ يتضح من الخارطة (2) وجود بعض المساحات الواسعة نسبياً خالية من مراكز التوزيع البريدي أو بعيدة عن تلك المراكز وتشكل تلك المساحات العامل الرئيس في عدم ارتفاع قيمة المجاور الاقرب الى أكثر من (1.5) وعلى هذا الاساس فالتحليل الجغرافي لمراكز التوزيع البريدي يشير الى ضرورة زيادة عدد تلك المراكز وتوزيعها بصورة أكثر فعالية.

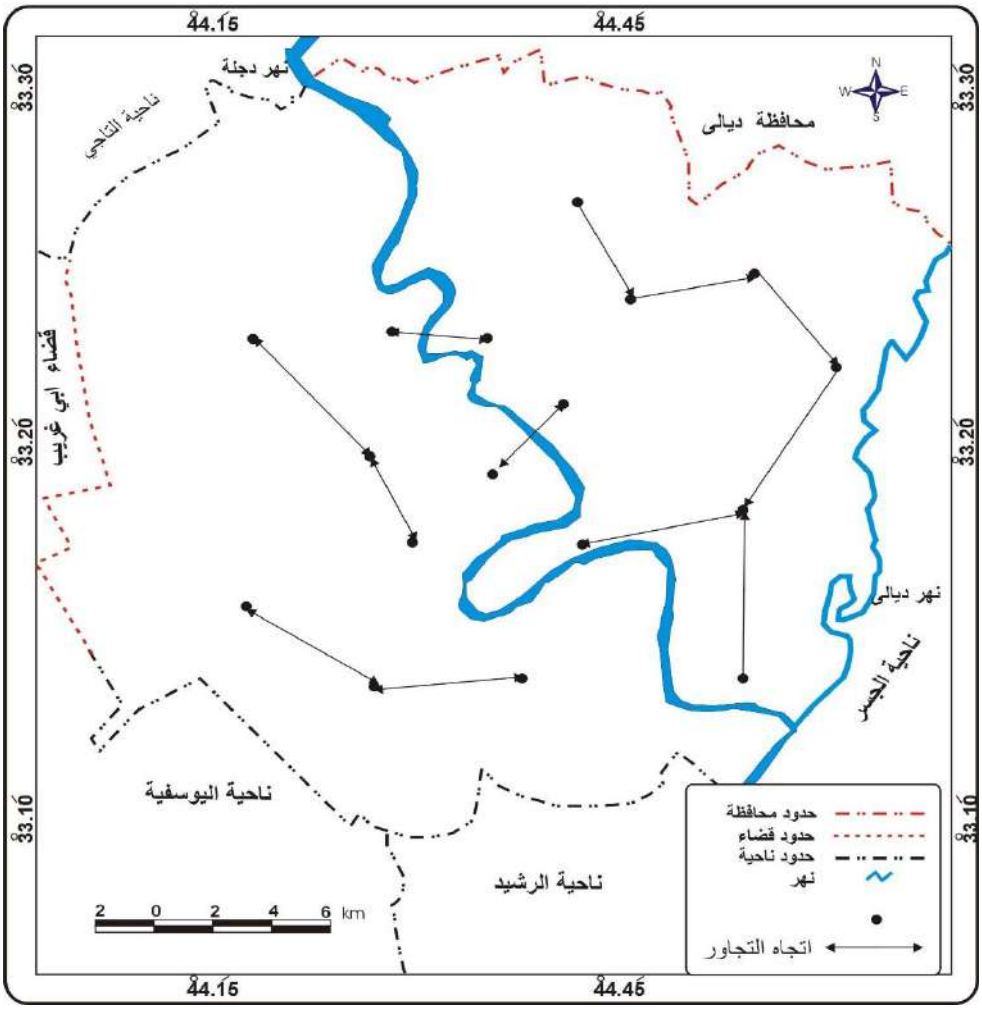
وقد حاول الباحث إيجاد توزيع جديد لمراكز التوزيع البريدي لتحقيق الأهداف السابقة يقوم على أساس اخذ التوزيع الحالي من مراكز التوزيع وإجراء تغييرات متتالية عليه بإضافة بعض المراكز، بحيث تقود تلك التغيرات إلى توزيع المراكز توزيعاً متوازناً في جميع الأحياء المشغولة بالسكان في مدينة بغداد .

والخارطة (3) توضح التوزيع المقترح لخدمات مراكز التوزيع البريدي ومنها يظهر:

1- استحداث خمسة مراكز توزيع مساعدة اثنان منها في جانب الرصافة هما: مركز توزيع في حي الخنساء والاخر في جميلة، واستحداث ثلاثة مراكز توزيع مساعدة في جانب الكرخ، هي: مركز توزيع مساعد في الشعلة ومركز توزيع مساعد في حي الخضراء ومركز توزيع مساعد في حي بدر .

2- ويرى التوزيع المقترح ضرورة نقل مركز توزيع الحرية من مكانه واستحداث مركز للتوزيع في الكاظمية .

خريطة (3) التجاور المقترح لخدمات التوزيع البريدي لمدينة بغداد



وعند اختبار التوزيع المقترح بتطبيق طريقة تحليل المجاور الأقرب إلى مراكز التوزيع الجديدة في مدينة بغداد، وبإتباع الطرق السابقة كانت قيمة صلة الجوار (2.14) وهذه القيمة تشير الى ان هذا النمط هو نمط التوزيع المتباعد المنتظم السداسي الشكل، وهو ما يتفق والطموح الذي ينبغي ان تسعى اليه الجهات المسؤولة في إدارة البريد .

5-2 تحليل العلاقة والاشتراك:

كثيراً ما اهتم الجغرافيون في دراستهم للظواهر الجغرافية المكانية بطبيعة العلاقة بين المتغيرات المسببة لهذه الظواهر، ومن ثم تحديد نوع هذه العلاقة ودرجة قوتها . إذ قد تكون هذه العلاقة عكسية (سالبة) بمعنى ان زيادة احد المتغيرين يصاحبه نقص في المتغير الآخر أو بالعكس. أو قد تكون هذه العلاقة (طردية) إذ أن المتغيرين كلاهما يتجهان نحو الزيادة أو النقص معاً . ومن أهم المعايير الإحصائية المستعملة لهذا الغرض هي:-

5-2-1 اختبار كاي- سكوير:

هو مقياس إحصائي يرمز له بالحرف اليوناني X^2 ويقرأ كاي سكوير Chi-Asquare . أول من أوجده (كارل بيرسون) Karl pearson سنة 1900 (الصوفي، 1985، ص7) .

واتسع استعماله فيما بعد حتى أصبح واحداً من الأساليب المعتمدة والمعروفة في التحليل الإحصائي ولاسيما في المجالين الآتيين:

1- تحديد وجود العلاقة (ارتباط) بين مجموعتين أو أكثر من البيانات استناداً إلى صفات معينة بينهما وهذا ما يعرف بالتصنيف الثنائي.

2- لاختبار مدى تطابق (Goodness-of-fit) التوزيع المتوقع مع التوزيع الحقيقي ويستعمل في دراسة متغير مصنف واحد .

والفكرة الأساسية لاختبار كاي تربيع بنيت على تعين الفرق بين القيم المشاهدة (الحقيقة) التي تستحصل من العينة من جهة والقيم المناظرة لها المتوقع الحصول عليها من المجتمع من جهة ثانية واختبار مدى هذا الفرق.

وتحسب قيمة مربع كاي من خلال الصيغة الآتية: $$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

إذ أن:

Fo= التكرارات المشاهدة.

Fe= التكرارات المتوقعة.

فاذا كانت قيمة X^2 المحسوبة اكبر من القيمة المجدولة عند مستوى المعنوية ودرجات الحرية المحددة من (الملحق رقم 4) . يرفض الفرض العدمي Null Hypotheses الذي يرمز له بـHo والذي ينص على عدم وجود اختلاف مهم وجوهري بين التوزيع الحقيقي المشاهد وبين التوزيع النظري المتوقع.

لصالح الفرض البديل Al-ternative Hypotheses الذي يرمز له بـHi والذي ينص على وجود اختلاف مهم وجوهري بين التوزيع الحقيقي المشاهد وبين التوزيع النظري المتوقع.

لابد عند تحديد قيم مربع كاي المجدولة من ايجاد ما يعرف بدرجات الحرية degree of freedom ويرمز لها بـdf التي تتحدد على اساسها قيم مربعات كاي وهي تحسب على اساس (1-N)، إذ ان N تمثل عدد المجموعات، فاذا كان عدد المجموعات (5) فان درجة الحرية تبلغ 4–1=3. (خالد، زكي، 1990، ص487)

وفي حالة التصنيفات الثنائية تحسب درجات الحرية بالصور الآتية:

$$df = (r-1)(c-1)$$

إذ ان:

r= عدد الصفوف في الجدول.

c= عدد الاعمدة في الجدول.

مثال:

قام باحث جغرافي باخذ عينة من 170 شخصاً لدراسة العلاقة بين الجنس وعادة التدخين بحسب ما مبين في الجدول الاتي، والمطلوب معرفة فيما اذا كان معياراً الجنس وعادة التدخين مستقلين أو لا عند مستوى معنوية 0.05.

الجنس / التدخين	ذكر	انثى	المجموع
مدخن	80	20	100

غير مدخن	40	30	70
المجموع	120	50	170

الحل:

نحدد الفرضية:

1- إن معياري التدخين والجنس مستقلان في تصنيف العينة Ho .

2- إن معياري التدخين والجنس غير مستقلين في تصنيف العينة Hi .

3- ان القيم المبينة في الجدول اعلاه تمثل القيم المشاهدة (القيم الفعلية) ولحساب قيمة كا^2 فهذا يتطلب الحصول على القيم المتوقعة اولاً

وهذا يتم من خلال الصيغة الرياضية الآتية:

$$fe = \frac{\sum r \sum c}{n}$$

إذ أن:

$\sum r$ = مجموع الصف.

$\sum c$ = مجموع العمود .

n= حجم العينة الاجمالي.

وللحصول على القيمة المتوقعة للخلية الاولى تتبع الآتي:

$$fe = \frac{(100)(120)}{170}$$

$$= \frac{12000}{170}$$

$$= 70.588 \cong 71$$

ويمكن الحصول على التكرارات المتوقعة للخلايا الثلاثة الباقية بالطرح من مجموع الصفوف ومجموع الأعمدة أو بتكرار استخدام الصيغة السابقة.

القيمة المتوقعة للخلية الثانية في الصف الأول= 100-71=29

القيمة المتوقعة للخلية الثانية في العمود الأول=120−71=49

القيمة المتوقعة للخلية الثانية في العمود الثاني=50−29=21

جدول التكرارات المتوقعة المناظرة للتكرارات المشاهدة

الجنس / التدخين	ذكر	انثى	المجموع
مدخن	71	29	100
غير مدخن	49	21	70
المجموع	120	50	170

ولحساب مربع كاي نطرح القيم المتوقعة من القيم الفعلية (المشاهدة) ثم نربع قيمة الناتج ونقسمه على القيمة المتوقعة لكل خلية من خلايا الجدولين السابقين لنحصل على قيمة X^2.

$$X^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe} = \frac{(80-71)^2}{71} + \frac{(20-28)^2}{29} + \frac{(40-49)^2}{49} + \frac{(30-21)^2}{21}$$

$$= 9.44$$

القرار الإحصائي:

بما أن القيمة المحسوبة أكبر من القيمة المجدولة لـ X^2 والبالغة 3.841 عند مستوى معنوية 0.05 ودرجة حرية واحدة، لذا نرفض فرضية العدم Ho لصالح الفرضية البديلة Hi القائلة بوجود علاقة واضحة ومثبتة إحصائياً بين عادة التدخين والجنس.

5-2-2 نسبة التقاطع *Cross product ratio*:

تستعمل هذه النسبة في قياس اشتراك متغيرين بعضهما مع البعض الآخر باعتماد قراءتين لكل منهما. وتستعمل اعتيادياً في المسوحات والاستبيانات الميدانية، وتعتمد فيها التكرارات (تكرار الحدوث من عدمه). (العمر، مصدر سابق، ص271).

مثال:

من بيانات جدول (16) الذي يمثل نوع التعليم (ثانوي أو جامعي) والدخل، احسب نسبة التقاطع (العلاقة درجة الاشتراك) وبين نوع الدراسة والدخل.

جدول (16) يبين نوع التعليم (ثانوي أم جامعي)

التعليم / الدخل	ثانوي	جامعي	المجموع
اقل من 12.000.000	100A	70B	170
أكثر من 12.000.000	C 60	D 70	130
المجموع	160	140	300

الحل:

1- ايجاد ناتج ضرب تكرار المربع A في تكرار المربع D.

2- ايجاد ناتج ضرب تكرار المربع B في تكرار المربع C.

3- تقسيم ناتج الخطوة (1) على ناتج الخطوة (2) .

4- اذا كانت نسبة التقاطع مساوية الى (واحد)، فهذا يعني عدم وجود اشتراك بين المتغيرين، وكلما زادت نسبة التقاطع دل هذا على وجود علاقة مشاركة بينهما . (العمر، المصدر نفسه، ص271)

نسبة التقاطع= $\frac{(70\times100)}{(60\times70)} = \frac{(D\times A)}{(C\times B)}$

$= \frac{7000}{4200}$

$= 1.66$

وهذا يعني ان نسبة الاشتراك هذه واطئة لانها قريبة جداً من الواحد . واذا تمكن الباحث من زيادة مفردات العينة الى 700 شخصاً مثلاً بحسب ما موضح في الجدول الاتي:

التعليم / الدخل	ثانوي	جامعي	المجموع
اقل من 12.000.000	300A	120B	420
أكثر من 12.000.000	100C	180D	280
المجموع	400	300	700

نسبة التقاطع= $\frac{(D \times A)}{(C \times B)} = \frac{(180 \times 300)}{(100 \times 120)}$

$= \frac{54000}{12000}$

$= 4.5$

ويعني هذا ان نسبة التقاطع (الاشتراك) هي نسبة عالية مما يدل على وجود علاقة اشتراك موجبة وقوية بين المتغيرين.

5-2-3 معامل يول *Yule coefficient*:

يستعمل معامل يول أيضاً عندما يكون هناك متغيران وبقراءتين فقط لكلٍ منهما، وتبلغ قيمته بين (+1) و(-1)، اما طريقة حسابه فتتم على وفق الخطوات الآتية:

1- ضرب تكرار الخلية (A) بتكرار الخلية (D).

2- ضرب تكرار الخلية (B) بتكرار الخلية (C).

3- طرح ناتج الخطوة الثانية من ناتج الخطوة الاولى.

4- جمع ناتج الخطوة الاولى مع ناتج الخطوة الثانية.

5- تقسيم ناتج الخطوة الثالثة على ناتج الخطوة الرابعة.

معامل يول= $\frac{(C\times B)-(D\times A)}{(C\times B)-(D\times A)}$

مثال:

اراد باحث جغرافي دراسة العلاقة بين التحضر وامتلاك سيارة شخصية ووجد الاتي:

	يمتلك	لا يمتلك	المجموع
حضر	80A	30B	110
ريف	C 30	D 60	90
المجموع	110	90	200

الحل:

معامل يول= $\frac{900-4800}{900-4800}=\frac{(30\times30)-(60\times80)}{(30\times30)+(60\times80)}$

$$=\frac{3900}{5700}$$
$$=0.68$$

وبذلك يمكن القول ان هذه القيمة (0.68) تدل على وجود علاقة اشتراك موجبة وقوية بين التحضر وامتلاك السيارة الشخصية.

5-2-4 معامل فاي *Phi coefficient*:

يستعمل هذا المعامل ايضاً عندما تكون البيانات للمتغيرين X وY غير قابلة للترتيب التصاعدي أو التنازلي ومنه متغير الجنس (ذكر، انثى) أو متغير التدخين (مدخن، غير مدخن) أو متغير التعليم (متعلم، غير متعلم) . .الخ. لذا نكون جدول من (2×2) خانة للمتغيرين والصفتين، ويمكن صياغته بالصورة الاتية لتسهيل عملية الحساب.

	x_i	x_i	Total
y_i	a	b	a + b
y_i	c	d	c + d
Total	a + c	b + d	a + b + c + d

ويحسب معامل فاي من الصيغة الرياضية:

$$r_{\Phi} = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)}}$$

مثال:

قام باحث جغرافي بدراسة على 50 شخصاً لمعرفة العلاقة بين الجنس والتدخين والحصول على البيانات الاتية:

	ذكر	انثى	المجموع
يدخن	20A	4B	24
لا يدخن	C 16	D 10	26
المجموع	36	14	50

المطلوب:

احسب معامل فاي لبيان العلاقة بين التدخين والجنس.

الحل:

$$r_{\Phi} = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)}}$$

$$= \frac{(20 \times 10) - (4 \times 16)}{\sqrt{(36)(14)(24)(26)}}$$
$$= \frac{200 - 64}{\sqrt{314496}}$$
$$= \frac{136}{560.8}$$
$$= 0.24$$

ولمعرفة درجة الثقة الإحصائية بالنتيجة هذه لابد من إيجاد ما يعادلها في تربيع كاي وباعتماد المعادلة الآتية: (العمر، مصدر سابق، ص275)

تربيع كاي= المجموع × تربيع فاي

$= 50 \times (0.24)^2$

$= 50 \times 0.0576$

$= 2.88$

بما أن القيمة الإختبارية (المسحوبة) البالغة (2.88) اقل من القيمة المجدولة بمستوى معنوية 0.05 ودرجة حرية (1) البالغة (3.84) لذا فإننا نستدل من ذلك على عدم وجود علاقة مثبتة إحصائياً بين عادة التدخين والجنس.

5- 2-5 معامل كاما *Gamma coefficient*:

لاحظنا سابقاً أن نسبة التقاطع ومعامل يول وفاي اعتمدت على متغيرين وبقراءتين فقط، ولكن كثير من الظواهر الجغرافية قد تعتمد على أكثر من متغيرين ويمكن ان يكون هناك أكثر من قراءتين لذا نلجأ في مثل هذه الحالات إلى استعمال معامل كاما الذي يمكن من خلاله تحديد اتجاه العلاقة من جهة، ودرجة قوتها من جهة أخرى.

(L. Cohen & M. Holliday, 1982, P80)

ولتوضيح استخدام هذا المعامل نعتمد المثال الآتي:

مثال:

من البيانات الآتية حدد نوع العلاقة واتجاهها بين الدخل والمستوى التعليمي باستعمال معامل كاما .

الدخل والمستوى التعليمي

المستوى التعليمي / الدخل	جامعية	ثانوية	ابتدائية
أصحاب الدخول العالية	10	3	2
أصحاب الدخول المتوسطة	2	16	1
أصحاب الدخول المنخفضة	0	4	13

الحل:

لتحديد نوع العلاقة واتجاهها بين الدخل والمستوى التعليمي يتطلب الامر معرفة قيمتين أساسيتين (A) و(B)، وتحسب قيمة (A) بالصيغة الآتية:

1- ضرب قيمة الخلية الأولى من اليمين بمجموع قيم الخلايا الملاصقة لها بالزاوية التي تقع في الصف الثاني والثالث وبدءً من العمود الوسط بحسب ما موضح في الشكل الآتي:

الدخل والمستوى التعليمي

المستوى التعليمي / الدخل	جامعية	ثانوية	ابتدائية
أصحاب الدخول العالية	10	3	2
أصحاب الدخول المتوسطة	2	16	1
أصحاب الدخول المنخفضة	0	4	13

$A_1 = 10 \times (16+1+4+13)$

$= 10 \times (34)$

$= 340$

2- تجرى ذات العملية مع الخلية الاخرى في الصف نفسه.

المستوى التعليمي / الدخل	جامعية	ثانوية	ابتدائية
اصحاب الدخول العالية	10	3	2
اصحاب الدخول المتوسطة	2	16	1
اصحاب الدخول المنخفضة	0	4	13

$$A_2 = 3 \times (1+13)$$

$$= 3 \times (14)$$

$$= 42$$

3- تجرى ذات العملية مع الخلية الأولى في الصف الثاني بحسب ما موضح في الشكل الآتي:

المستوى التعليمي	جامعية	ثانوية	ابتدائية

الدخل			
أصحاب الدخول العالية	10	3	2
أصحاب الدخول المتوسطة	2	16	1
أصحاب الدخول المنخفضة	0	4	13

$$A_3 = 2 \times (4+13)$$

$$= 2 \times (17)$$

$$= 34$$

4- نجري ذات العملية مع الخلية الثانية في الصف الثاني بحسب ما موضح في الشكل الآتي:

المستوى التعليمي / الدخل	جامعية	ثانوية	ابتدائية
اصحاب الدخول العالية	10	3	2
اصحاب الدخول المتوسطة	2	16	1
اصحاب الدخول المنخفضة	0	4	13

$A_4 = 16 \times (13)$

$= 208$

5- نقوم بعد ذلك باستخراج قيمة (A) النهائية وكما يلي

$A = 340 + 42 + 34 + 208$

$= 624$

6- تجرى ذات العمليات أعلاه وباتجاه معاكس من اليسار، إذ تبدأ من آخر خلية في الصف الأول باتجاه اليمين بحسب ما موضح في الشكل الآتي:

المستوى التعليمي / الدخل	جامعية	ثانوية	ابتدائية
أصحاب الدخول العالية	10	3	2
أصحاب الدخول المتوسطة	2	16	1
أصحاب الدخول المنخفضة	0	4	13

$$B_1 = 2 \times (0+4+2+16)$$

$$= 2 \times (22)$$

$$= 44$$

المستوى التعليمي / الدخل	جامعية	ثانوية	ابتدائية
اصحاب الدخول العالية	10	3	2
اصحاب الدخول المتوسطة	2	16	1
اصحاب الدخول المنخفضة	0	4	13

$B_2 = 3 \times (2+0)$

$= 6$

المستوى التعليمي / الدخل	جامعية	ثانوية	ابتدائية
أصحاب الدخول العالية	10	3	2
أصحاب الدخول المتوسطة	2	16	1

أصحاب الدخول المنخفضة	0	4	13

$B_3 = 1 \times (4+0)$

$= 4$

المستوى التعليمي / الدخل	جامعية	ثانوية	ابتدائية
أصحاب الدخول العالية	10	3	2
أصحاب الدخول المتوسطة	2	16	1
أصحاب الدخول المنخفضة	0	4	13

$B_4 = 16 \times (0)$

= صفر

∴ قيمة B النهائية تساوي

$B = 44 + 6 + 4 + 0$

$= 54$

7- نحسب قيمة معامل كاما التي هي:

$$\text{معامل كاما} = \frac{(B-A)}{(B+A)}$$

$$= \frac{(54-624)}{(54+624}$$

$$= \frac{570}{678}$$

$$= 0.84$$

ويعني هذا وجود علاقة قوية وموجبة بين الدخل والمستوى التعليمي؛ لأن مقدار هذه القيمة قريب جداً من القيمة العليا لمعامل كاما التي تتراوح بين (+1) و(–1) .

الفصل السادس

6- تحليل الارتباط والانحدار

6-1 تحليل الارتباط

6-1-1 الشكل الانتشاري لتحديد طبيعة الاتجاه العام للارتباط

6-2 أنواع الارتباط

6-1-3 مقاييس الارتباط

6-1-3-1 معامل الارتباط للظواهر المقيسة

6-1-3-1-1 معامل الارتباط البسيط

6-1-3-1-2 معامل الارتباط المتعدد

6-1-3-1-3 الارتباط الجزئي

6-1-3-2 معامل الارتباط للظواهر غير المقيسة

6-1-3-2-1 معامل ارتباط الرتب لسبيرمان

6-1-3-2-2 معامل ارتباط الرتب لكيندل

6-2 تحليل الانحدار

6-2-1 أهمية تحليل الانحدار

6-2-2-1 أنواع تحليل الانحدار

6-2-2-1-1 تحليل الانحدار الخطي البسيط

6-2-2-1-2 فرضيات تحليل الانحدار الخطي البسيط

6-2-2-1-3 تقدير معادلة الانحدار الخطي البسيط

6-2-2-1-4 الاستدلال على جودة توفيق خط الانحدار

6-2-2-2 الانحدار الخطي المتعدد

الفصل السادس

6- تحليل الارتباط والانحدار *Correlation Analysis & Regression*

تم التطرق في الفصول السابقة إلى الطرائق والأساليب الإحصائية المختلفة لجمع البيانات وتصنيفها وتبويبها واستخراج بعض المقاييس الإحصائية الوصفية التي يمكن من خلالها إعطاء فكرة واضحة عن طبيعة تلك البيانات ومنها االمتوسطات ومقاييس التشتت المختلفة.

إن جميع هذه الطرق قد اعتمدت على البيانات المجمعة من متغير واحد فقط (Y) أو (X)، ولكن في كثير من الأحيان يواجه الباحث حالات تتطلب دراسة متغيرين أو أكثر في آن واحد للتعرف على طبيعة والعلاقة التي ترتبط بها تلك المتغيرات ونوعها وقوتها .

وبشكل عام تقاس تلك العلاقة إحصائياً باستعمال أسلوبين رئيسين هما: الارتباط (Correlation) والانحدار (Regression) وهما أسلوبان متشابهان في نواحٍ كثيرة جداً ولكنهما مختلفان في عدة نواح. فالارتباط يقيس درجة العلاقة واتجاهها بين المتغيرين، بينما الانحدار يبحث في العلاقة بين المتغيرات من خلال معادلة رياضية يمكن بوساطتها تفسير أو تقدير أو التنبؤ بأحد المتغيرين من خلال المتغير الآخر.

6-1 تحليل الارتباط *Correlation Analysis*:

الارتباط هو أداة من أدوات التحليل الوصفي لمعرفة العلاقة بين متغيرين مستقلين (x_1, x_2) يمثل كل منهما ظاهرة معينة، أو بين متغير مستقل واحد (X) ومتغير معتمد (Y). أو بين (Y) ومجموعة من المتغيرات المستقلة $(x_1 \ldots\ldots x_n)$.

والارتباط هو وصف قوة العلاقة بين المتغيرات المتعددة في تفسير بعضها، لتحديد مدى تأثر هذه المتغيرات بعضها ببعض ليحدد بذلك أو ليصف العلاقة (الترابطية) بين المتغيرات.

لذا فالارتباط هو وصف درجة تأثر احد المتغيرين بالاخر وبيان مدى العلاقة الواقعة بين هذين المتغيرين.

والمقياس الأساس لهذه العلاقة يدعى معامل الارتباط Correlation Coefficient وهو مقياس كمي لقياس قوة هذه العلاقة ويرمز له في حالة المجتمع بـ(ρ) "رو" وفي حالة العينة بـ"r" الذي تتراوح قيمته بين (الصفر و±1). وبما اننا في كثير من النواحي التطبيقية نتعامل مع بيانات عينة مسحوبة من المجتمع الإحصائي؛ لذا فاننا سنركز على حساب معامل ارتباط العينة "r" كونه قيمة تقديرية لمعامل ارتباط المجتمع المأخوذة منه العينة.

ان معامل الارتباط بشكل عام يركز على نقطتين اساسيتين هما:

1- نوع العلاقة التي تأخذ ثلاثة اشكال اعتماداً على اشارة معامل الارتباط وهي:

أ- العلاقة الطردية "الموجبة" بين المتغيرين أي " $r > 0$ " إذ أن زيادة احد المتغيرين (x) يصاحبه زيادة في المتغير الثاني (y) أو العكس يصاحبه نقص في المتغير الأول (x) يقابله نقص في المتغير الثاني (y).

ب- العلاقة العكسية "السالبة" بين المتغيرين أي " $r < 0$ " إذ أن أي زيادة في المتغير الأول (x) يقابلها نقص في المتغير الثاني (y) أو العكس من ذلك، أن أي نقص في المتغير الأول (x) يقابله زيادة في المتغير الثاني (y).

جـ- انعدام العلاقة بين المتغيرين أي " $r = 0$ " إذ أن أي زيادة أو نقص في المتغير الأول "x" لا يؤدي إلى أي تغير في المتغير الثاني "y".

2- قوة العلاقة التي يمكن الحكم عليها من خلال درجة قرب أو بعد قيمة r عن (±1)، إذ أن قيمة معامل الارتباط تقع في المدى $(-1 < r < 1)$. وكلما اقتربت قيمة معامل الارتباط من الصفر دلت على عدم وجود علاقة خطية بينهما، بمعنى قد تكون هناك علاقة الا انها غير خطية. ولقد صنف بعض الإحصائيين درجات قوة العلاقة بالشكل الآتي:- (شرف الدين، 2010، ص81).

ارتباط سالب	

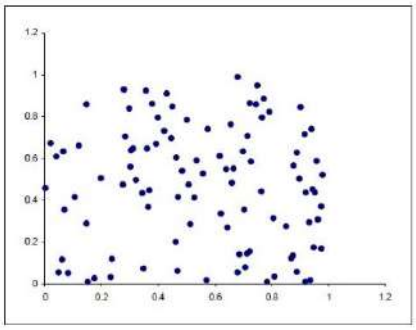
متوسط	ضعيف	ضعيف جداً	ضعيف جداً	ضعيف	متوسط	قوي	قوي جداً

شكل (26) درجات قوة معامل الارتباط

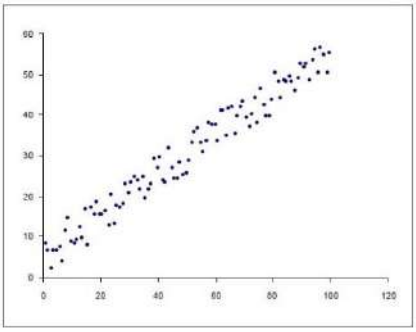
6-1-1 الشكل الانتشاري لتحديد طبيعة الاتجاه العام للارتباط:

ان تحديد الارتباط ورسم الشكل الانتشاري يعتمدان على وجود متغيرين يمكن ان يكون احدهما مستقلاً X والاخر معتمداً "تابع" Y، ولكل قيمة من المتغير X توجد قيمة تقابلها من المتغير Y . فاذا ما تم جمع البيانات عن ازواج قيم هذين المتغيرين، وتم تمثيلهما بيانياً فيما يسمى بشكل الانتشار Scatter diagram الذي يمكن من خلاله تكوين فكرة عامة تساعد الفحص البصري للباحث للتعرف على طبيعة العلاقة التي تربط بين هذين المتغيرين، فاذا كانت تلك القيم مبعثرة "متباعدة" دل ذلك على ضعف العلاقة التي تربط بين المتغيرين، اما اذا كانت القيم محددة "متقاربة" ويمكن تمثيلها بخط مستقيم دل ذلك على وجود علاقة بين المتغيرين، ان هذه المعلومات ذات درجة عالية من الاهمية في التحليل الإحصائي واتخاذ القرارات، عندما تظهر المتغيرات درجة عالية من الترابط، فيمكن الافتراض بوجود علاقة بين المتغيرات، وبشكل عام فان هذه العلاقة يمكن ان تأخذ واحداً من الأشكال الآتية:

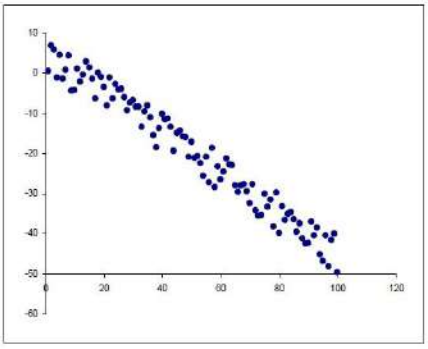
(E. Pecican, Tanansyiou, 1989, P152)



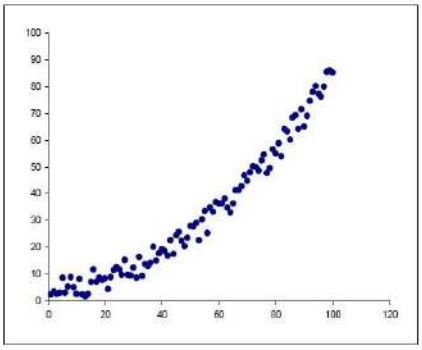
عدم وجود ارتباط



ارتباط خطي موجب



ارتباط خطي سالب



ارتباط غير خطي

شكل (27) أمثلة من أشكال الانتشار

6-2 أنواع الارتباط:

إن الارتباط الذي يمثل الظواهر التي يمكن التعبير عنها كمياً "عددياً" يمكن تقسيمه إلى ثلاثة أنواع تبعاً لعدد المتغيرات التي يتضمنها وهي:

1- الارتباط البسيط *Simple correlation*:

إن هذا النوع من الارتباط يهتم بدراسة العلاقة بين متغيرين احدهما مستقل (x) والأخر معتمد (y).

2- الارتباط المتعدد *Multiple correlation*:

وهذا النوع يهتم بدراسة العلاقة بين اكثر من متغيرين مستقلين ومتغير معتمد .

3- الارتباط الجزئي *Partial correlation*:

وهو الذي يهتم بدراسة العلاقة بين زوج من المتغيرات فقط من بين مجموعة من المتغيرات الاخرى التي يتم تثبيت تأثيرها عن طريق استبعادها أو عزلها . ان الفرق بين الارتباط البسيط والارتباط الجزئي هو ان الاول يقيس قوة العلاقة واتجاهها بين متغيرين ضمن تأثيرات المتغيرات الاخرى، في حين يقيس الثاني قوة العلاقة واتجاهها بين متغيرين بعد استبعاد تأثير المتغيرات الاخرى.

فمثلاً اذا كان لدينا ثلاثة متغيرات Y, X_2, X_1 فمن الممكن قياس الارتباط الجزئي بين أي اثنين منها وعزل اثر المتغير الثالث باستعمال معامل الارتباط الجزئي.

3-1-6 مقاييس الارتباط:

بعد الاستعانة بالشكل الانتشاري يمكن للباحث من التحديد المبدئي "الاولي" لنوع الارتباط بين المتغيرات "ارتباط خطي موجب أو سالب أو ارتباط غير خطي" ولقياس نوع تلك العلاقة وقوتها نستعمل مقاييس خاصة تسمى بمقاييس الارتباط التي تقسم إلى نوعين أساسيين هما:

6-1-3-1 معامل الارتباط للظواهر المقيسة:

ويشمل دراسة العلاقة بين الظواهر القابلة للقياس الكمي "الرقمي" وهذا يشمل جميع الظواهر التي يمكن التعبير عنها بصورة رقمية ومنها الطول والوزن، وكمية الأمطار المتساقطة، والإنتاج الزراعي، وغيرها من الظواهر التي يمكن التعبير عنها رقمياً . وتقسم إلى الأنواع الآتية:

1- معامل الارتباط البسيط .

2- معامل الارتباط المتعدد .

3- معامل الارتباط الجزئي .

6-1-3-1-1 معامل الارتباط البسيط *Simple correlation coefficient*

يستعمل لقياس العلاقة بين متغيرين ذوي قيم مستمرة Contiunous variables، ويعد معامل ارتباط بيرسون Pearson من اهم مقاييس الارتباط وأقواها ولاسيما عندما تكون العلاقة بين المتغيرين خطية Linear، وكثيراً ما يستعمل هذا المعامل في المجالات التطبيقية ومنها العلاقة بين الانتاج والكلفة، والاستهلاك والدخل، والطول والوزن، والانتاج الزراعي والمطر، والعلاج والمرض وغيرها .

ان الصيغة الاساسية لمعامل بيرسون لحساب ارتباط العينة هي:

$$r = \frac{\sum Y_i X_i - \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i)}{n}}{\sqrt{\sum Y_i^2 - \frac{\sum (Y_i)^2}{n}} \sqrt{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}}$$

مثال:

البيانات الآتية تمثل الكمية المعروضة من سلعة ما وسعر الوحدة الواحدة منها .

الكمية المعروضة (Y):	3	5	7	2	9	11	6	8	6
سعر الوحدة (X):	2	2	5	4	5	6	3	5	4

المطلوب:

احسب معامل الارتباط البسيط (بيرسون) بين الكمية المعروضة والسعر .

الحل:

Y_i	X_i	Y_iX_i	Y_i^2	X_i^2

3	2	6	9	4
5	2	10	25	4
7	5	35	49	25
8	4	32	64	16
9	5	45	81	25
11	6	66	121	36
6	3	18	36	9
8	6	48	64	36
6	4	24	36	16
$\sum 63$	37	284	485	171

$$r = \frac{\sum Y_i X_i - \frac{\left(\sum Y_i\right)\left(\sum X_i\right)}{n}}{\sqrt{\sum Y_i^2 - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{n}}\sqrt{\sum X_i^2 - \frac{\left(\sum X_i\right)^2}{n}}}$$

$$r = \frac{284 - \frac{(63)(37)}{9}}{\sqrt{485 - \frac{(63)^2}{9}}\sqrt{171 - \frac{(37)^2}{9}}}$$

$$r = \frac{284 - 259}{\sqrt{485 - 441}\sqrt{171 - 152}}$$

$$r = \frac{25}{\sqrt{44}\sqrt{19}} = \frac{25}{(6.63)(4.35)} = \frac{25}{28.59} = 0.86$$

وهذا يدل على ان العلاقة بين الكمية المعروضة والسعر هي علاقة موجبة وقوية في الوقت نفسه.

6-1-3-1-2 معامل الارتباط المتعدد

Multiple correlation coefficient

في معظم الدراسات العلمية النظرية والتطبيقية والتخطيطية لا تعتمد علاقة الارتباط على متغيرين احدهما يمثل المتغير المعتمد "التابع" (Y) والاخر يمثل المتغير المستقل (X)، بل يمتد ليشمل عدداً من المتغيرات المستقلة التي تؤثر بشكل أو باخر على المتغير المعتمد. فمثلاً إنتاج محصول زراعي معين يعتمد على (خصوبة التربة، وكمية المياه، وكمية الاسمدة، ودرجات الحرارة، والسطوع الشمسي) وغيرها، فضلاً عن أن الانتاج الصناعي لسلعة ما يتوقف على (حجم الاستثمار، والمواد الاولية، والأيدي العاملة، والطاقة المستعملة) وغيرها.

لذا فان انتاج المحصول الزراعي أو الانتاج الصناعي لاية سلعة هو المتغير المعتمد (Y) بالنسبة الى المتغيرات المستقلة الاخرى التي تؤثر عليه، لذا فان دراسة العلاقة بين المتغير المعتمد (Y) ومجموعة المتغيرات المستقلة $(X_n...X_3, X_2, X_1)$ في آن واحد هو ما يطلق عليه بالارتباط المتعدد الذي يمكن قياسه بمعامل الارتباط المتعدد الذي يقيس قوة العلاقة بين اكثر من متغيرين من المتغيرات العشوائية المتصلة التوزيع "توزيع متعدد

Multivariate distribution". ويرمز لهذا العامل بالحرف R. ان حساب قيمة هذا المعامل ما هو الا امتداد لحساب قيمة معامل الارتباط البسيط (r) بإضافة متغيرات مستقلة اخرى له. وقيمة معامل الارتباط المتعدد تقع ايضاً بين الصفر و ± 1 (الصفاوي، 2008، ص315).

وكلما كانت قيمته قريبة من الواحد دل ذلك على قوة العلاقة بين المتغير المعتمد والمتغيرات المستقلة وبالعكس اذا كانت قيمته قريبة من الصفر. سوف نقتصر في دراستنا لهذا المعامل على العلاقة الخطية بين ثلاثة متغيرات Y وX_1 وX_2 لنحصل على الصيغ الآتية:

$$= \frac{n\sum YX_1 - \sum Y \sum X_1}{\sqrt{N\sum Y_I^2 - \left(\sum Y_I\right)^2}\sqrt{n\sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2}} \; r_{YX_1}$$

$$= \frac{n\sum YX_2 - \sum Y \sum X_2}{\sqrt{n\sum Y_1^2 - \left(\sum Y_1\right)^2}\sqrt{n\sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2}} \; r_{YX_2}$$

$$= \frac{n\sum X_1X_2 - \sum X_1 \sum X_2}{\sqrt{n\sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2}\sqrt{n\sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2}} \; r_{X_1X_2}$$

لذا فان الصيغة النهائية لحساب معامل الارتباط المتعدد هي:

$$= \sqrt{\frac{r^2{}_{YX_1} + r^2{}_{YX_2} - 2r_{YX_1}r_{YX_2}r_{X_1X_2}}{1 - r^2{}_{X_1X_2}}} \; R_{YX_1X_2}$$

مثال:

جد قيمة معامل الارتباط المتعدد من الجدول الآتي:

Y	X_1	X_2
2	1	1
3	6	8
2	5	2
1	7	6
4	10	8

الحل:

العمليات اللازمة للحصول على معامل الارتباط المتعدد بين Y والمتغيرين X_1 وX_2.

Y	X_1	X_2	YX_1	YX_2	X_1X_2	Y_i^2	X_1^2	X_2^2
2	1	1	2	2	1	4	1	1
3	6	8	18	24	48	9	36	64
2	5	2	10	4	10	4	25	4
1	7	6	7	6	42	1	49	36
4	10	8	40	32	80	16	100	64
$\sum$12	29	25	77	68	181	34	211	169

$$r_{YX_1} = \frac{n\sum YX_1 - \sum Y \sum X_1}{\sqrt{n\sum Y_i^2 - \left(\sum Y_i\right)^2}\sqrt{n\sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2}}$$

$$= \frac{5(77)-(12)(29)}{\sqrt{5(34)-(12^2)}\sqrt{5(211)-(29)^2}}$$

$$= \frac{383-348}{\sqrt{(170-144)}\sqrt{(1055-841)}} = \frac{37}{\sqrt{26}\sqrt{214}} = \frac{37}{74.5} = 0.49$$

$$= \frac{n\sum YX_2 - \sum Y \sum X_2}{\sqrt{n\sum Y_i^2 - \left(\sum Y_i\right)^2}\sqrt{n\sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2}} \; r_{YX_2}$$

$$= \frac{5(68)-(12)(25)}{\sqrt{5(34)-(12)^2}\sqrt{5(169)-(25)^2}} = \frac{40}{}$$

$$\frac{340-300}{\sqrt{(170-144)}\sqrt{(845-625)}} = \frac{40}{\sqrt{26}\sqrt{220}} = \frac{40}{75.6} = 0.53$$

$$= \frac{n\sum X_1X_2 - \sum X_1 \sum X_2}{\sqrt{n\sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2}\sqrt{n\sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2}} \; r_{X_1X_2}$$

$$= \frac{5(181)-(29)(25)}{\sqrt{\sum 5(211)-(29)^2}\sqrt{5(169)-(25)^2}} \; r_{X_1X_2}$$

$$= \frac{905-725}{\sqrt{(1055-841)}\sqrt{842-625}} = \frac{180}{\sqrt{214}\sqrt{220}} = \frac{180}{217} = 0.83$$

$$= \sqrt{\frac{r^2{}_{YX_1} + r^2{}_{YX_2} - 2r_{YX_1}r_{YX_2}r_{X_1X_2}}{1-r^2{}_{X_1X_2}}} \; R_{YX_1X_2}$$

$$= \sqrt{\frac{(0.49)^2 + (0.53)^2 - 2(0.49)(0.53)(0.83)}{1-(0.83)^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.240 + 0.280 - 2(0.431)}{0.312}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.52 - 0.431}{0.312}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.089}{0.312}} = \sqrt{0.285} = 0.53$$

من قيمة معامل الارتباط المتعدد اعلاه البالغة 0.53 يمكن القول بأنه توجد علاقة موجبة بين المتغير المعتمد (Y) والمتغيرات المستقلة (X_1 وX_2) ولكنها علاقة ضعيفة.

6-1-3-1-3 الارتباط الجزئي *Partial Correlation*:

لقد عرفنا سابقاً أن الارتباط المتعدد يدرس العلاقة بين المتغير المعتمد "التابع" ومجموعة من المتغيرات المستقلة في آن واحد . أما الارتباط الجزئي فانه يدرس العلاقة بين متغيرين اثنين فقط من تلك المتغيرات عندما تكون باقي المتغيرات الأخرى ثابتة بعزلها أو استبعاد أثرها إحصائياً .

فمثلاً إذا كان لدينا ظاهرة معينة (Y) وهناك مجموعة من المتغيرات المستقلة (X_1, X_2, X_3, X_4) تؤثر بشكل متفاوت على هذه الظاهرة فإيجاد معامل الارتباط الجزئي بين المتغيرين X_1, X_3 سيتم مع استبعاد اثر المتغيرين X_2, X_4، والغرض الأساس من هذا الاستبعاد هو لمعرفة طبيعة العلاقة بينهما ومدى جدوى بقاء احدهما أو كليهما على وفق درجة تأثيرهما على المتغير المعتمد (Y).

إن حساب قيمة معامل الارتباط الجزئي يتم على وفق الخطوات الآتية:

1- ايجاد معاملات الارتباط البسيط (r) بين المتغيرات المدروسة.

2- ايجاد معامل الارتباط الجزئي من الصيغة الآتية:

أ- صيغة معامل الارتباط الجزئي بين Y وx_1 بثبات X_2

$$R_{YX_1X_2} = \frac{r_{YX_1} - r_{YX_2} r_{X_1X_2}}{\sqrt{1 - r^2_{X_1X_2}} \sqrt{1 - r^2_{YX}}}$$

ب- صيغة معامل الارتباط الجزئي بين Y وX_2 بثبات X_1.

$$R_{YX_2X_1} = \frac{r_{YX_2} - r_{YX_1} r_{X_1X_2}}{\sqrt{1 - r^2_{X\ X_2}} \sqrt{1 - r^2_{YX_1}}}$$

مثال:

قام باحث باختيار عينة من ستة عمال يعملون في احد مصانع الاغذية وقد جمع معلومات عن مقدار الانتاج الشهري لهؤلاء العمال الستة، ومدة الخدمة الفعلية لهم في المصنع، وكانت بيانات العينة بحسب الآتي:

مقدار الانتاج (بالطن)	1	4	4	5	8	9

لكل عامل Y:

الطاقة التصميمية للانتاج (بالطن) X_1:	3	5	8	12	12	15
مدة الخدمة الفعلية لكل عامل (بالسنة) X_2:	2	4	6	8	9	9

المطلوب: ايجاد معاملات الارتباط الجزئي وبيان ايهما اكثر تأثيراً على الانتاج.

الحل:

ان حساب معامل الارتباط الجزئي يتطلب اولاً حساب معاملات الارتباط البسيط بين المتغيرات الثلاث، وهذا يقتضي تكوين الجدول الاتي:

Y	X_1	X_2	YX_1	YX_2	X_1X_2	Y^2	X_1^2	Y_2^2
1	3	2	3	2	6	1	9	4
4	5	4	20	16	20	16	25	16
4	8	6	32	24	48	16	64	36
5	12	8	60	40	96	25	144	64
8	12	9	96	72	108	64	144	81
9	15	9	135	81	135	81	225	81
$\sum$31	55	38	346	235	413	203	611	282

$$= \frac{\sum X_1 Y - \frac{\sum X_1 \sum Y}{n}}{\sqrt{\sum X_1^2 - \frac{\left(\sum X_1\right)^2}{n}} \sqrt{\sum Y^2 - \frac{\left(\sum Y\right)^2}{n}}} \quad r_{YX_1}$$

$$= \frac{346 - \frac{(55)(31)}{6}}{\sqrt{611 - \frac{(55)^2}{6}} \sqrt{203 - \frac{(31)^2}{6}}} = \frac{62}{67.8} = 0.91$$

$$= \frac{\sum X_2 Y - \frac{\sum X_2 \sum Y}{n}}{\sqrt{\sum X_2^2 - \frac{\left(\sum X_2\right)^2}{n}} \sqrt{\sum Y^2 - \frac{\left(\sum Y\right)^2}{n}}}$$

r_{YX_2}

$$= \frac{235 - \frac{(38)(31)}{6}}{\sqrt{282 - \frac{(38)^2}{6}} \sqrt{203 - \frac{(31)^2}{6}}} = \frac{38.67}{42} = 0.92 \quad r_{YX_2}$$

$$= \frac{\sum X_1 X_2 - \frac{\sum X_1 \sum X_2}{n}}{\sqrt{\sum X_1^2 - \frac{\left(\sum X_1\right)^2}{n}} \sqrt{\sum X_2^2 - \frac{\left(\sum X_2\right)^2}{n}}} \quad r_{X_1 X_2}$$

$$= \frac{413 - \frac{(55)(38)}{6}}{\sqrt{611 - \frac{(55)^2}{6}} \sqrt{282 - \frac{(38)^2}{6}}} = \frac{64.7}{66.4} = 0.97$$

بعد استخراجنا قيم معامل الارتباط البسيط للمتغيرات الثلاث البالغة $r_{X_1} = 0.91$ ، $r_{X_2} = 0.92$ ، $r_{X_1X_2} = 0.97$ نبدأ بتطبيق قانون الارتباط الجزئي $YX_1.X_2$ بتثبيت X_2 و $YX_2.X_1$ بتثبيت X_1.

$$r_{YX_1X_2} = \frac{r_{YX_1} - r_{YX_2} r_{X_1X_2}}{\sqrt{1-\left(r_{X_1X_2}\right)^2}\sqrt{1-\left(r_{YX_2}\right)^2}}$$

$$= \frac{0.91-(0.92)(0.97)}{\sqrt{1-(0.97)^2}\sqrt{1-(0.92)^2}} = \frac{0.02}{0.097} = 0.20$$

$$R_{YX_2X_1} = \frac{r_{YX_2} - r_{YX_1} r_{X_1X_2}}{\sqrt{1-\left(r_{X_1X_2}\right)^2}\sqrt{1-\left(r_{YX_1}\right)^2}}$$

$$= \frac{0.92-(0.91)(0.97)}{\sqrt{1-(0.97)^2}\sqrt{1-(0.91)^2}} = \frac{0.04}{0.100} = 0.4$$

من نتائج الارتباط الجزئي اعلاه يمكن القول بأن المتغير الثاني "مدة الخدمة الفعلية للعمال" اكثر اهمية في التأثير على كمية الانتاج (Y) من متغير الطاقة التصميمية للمصنع.

6-1-3-2 معامل الارتباط للظواهر غير المقيسة:

توجد بعض الظواهر لا يمكن قياسها كمياً "رقمياً" وقد تكون على شكل صفات أو على شكل رتب ومن هذه الظواهر، الحالة الاجتماعية، والحالة الصحية لافراد المجتمع، والتدخين، والإشباع، والذكاء وغيرها، وهذه الظواهر لا يوجد مقياس رقمي لقياسها وكل ما نستطيع ان نقوم به هو تصنيف افراد المجتمع من حيث الحالة الصحية مثلاً الى اصناف متدرجة، اما من الاعلى الى الادنى أو بالعكس. مثلاً ابتداءً من الحالة الصحية الممتازة وانتهاء بالحالة الصحية السيئة، وهكذا نطبقه على بقية الظواهر المماثلة الاخرى.

ومن اهم تلك المقاييس هي:

1- معامل ارتباط الرتب لسبيرمان.

2- معامل ارتباط الرتب لكيندل.

6-1-3-2-1 معامل ارتباط الرتب لسبيرمان

Spearmiain's Rank correlation coefficient

وهو من المقاييس المهمة والشائعة الاستعمال في الحالات الآتية:

1- اذا كان كلا المتغيرين أو احدهما من النوع الترتيبي ordinal variables القابل للترتيب التصاعدي والتنازلي.

2- إذا كان كلا المتغيرين أو أحدهما لا يتبع التوزيع الطبيعي، أو في حالة البيانات اللامعلمية ويعتبر كمعامل بديل لمعامل ارتباط بيرسون.

وقد اكتسب معامل سبيرمان في الدراسات الجغرافية مكانة منمازة نظراً لكون كثير من البيانات الجغرافية هي بيانات غير كمية، وامتد استعماله الى البيانات الكمية، وان قوته في قياس الارتباط لا تقل عن 0.91 من قوة معامل بيرسون. (شحادة، مصدر سابق، ص397)

وقد استنبط سبيرمان معادلة لحساب معامل ارتباط الرتب الذي يرمز له بالرمز (r_s) وعلى وفق ما يأتي:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n} d_i^2}{n(n^2-1)}$$

إذ ان:

n تمثل عدد ازواج الرتب.

di تمثل الفرق بين رتب مستويات المتغير الاول (Y) ورتب مستويات المتغير الثاني (X).

1، 6 تمثل ثوابت مبرهنة بصرف النظر عن n وdi.

مثال A:

الجدول الآتي تقديرات لكفاءة اداء خمسة من العاملين في مصنع ما وتحصيلهم الدراسي:

كفاءة الاداء (y)	جيد جداً	ضعيف	ممتاز	جيد	متوسط	مقبول
التحصيل الدراسي (X)	دبلوم	متوسط	بكالوريوس	يقرأ ويكتب	ثانوية	ابتدائية

المطلوب:

احسب قيمة معامل الارتباط بين كفاءة الاداء والتحصيل الدراسي وما هي مدلولاته؟

الحل:

ترتب التقديرات تصاعدياً بالشكل كالآتي:

كفاءة الاداء Y	ضعيف	مقبول	متوسط	جيد	جيد جداً	ممتاز
الرتب	1	2	3	4	5	6

التحصيل الدراسي X	يقرأ ويكتب	ابتدائية	متوسطة	ثانوية	دبلوم	بكالوريوس
الرتب	1	2	3	4	5	6

y	X	رتب y	رتب x	$di=y_i-x_i$	di^2
جيد جداً	دبلوم	5	5	صفر	صفر
ضعيف	متوسط	1	3	–2	4
ممتاز	بكالوريوس	6	6	صفر	صفر
جيد	يقرأ ويكتب	4	1	3	9
متوسط	ثانوية	3	4	–1	1
مقبول	ابتدائية	2	2	صفر	صفر
$\sum$				صفر	14

$$r_s = 1-\frac{6\sum di^2}{n\left(n^2-1\right)} = 1-\frac{6(14)}{6(36-1)} = 1-\frac{84}{210} = 1-0.4 = 0.6$$

أي ان هناك ارتباط موجب ومتوسط بين كفاءة الاداء والتحصيل الدراسي.

مثال B:

البيانات الآتية تمثل معدل انتاج الدونم من محصول الحنطة في المناطق شبه المطرية وكمية الامطار المتساقطة للمدة من 2005-2009.

السنة:	2005	2006	2007	2008	2009
معدل انتاج الدونم/ كغم:	150	200	120	180	90
كمية الامطار المتساقطة /كم:	25	30	20	28	26

المطلوب:

اوجد معامل ارتباط الرتب (سبيرمان) بين معدل انتاج الدونم من محصول الحنطة وكمية الامطار المتساقطة.

الحل:

نقوم باعداد الجدول الآتي لتسهيل العمليات الحسابية لمعامل ارتباط سبيرمان.

Y معامل الانتاج	X كمية الامطار	ترتيب Y	ترتيب X	$di=y_i-y_i$	d_i^2
150	25	3	4	1-	1
200	30	1	1	صفر	صفر
120	20	4	5	1-	1
180	28	2	2	صفر	صفر
90	26	5	3	2	4
				صفر	6

$$r_s = 1 - \frac{6\sum di^2}{n(n^2-1)}$$

$$= 1 - \frac{6(6)}{5(25-1)}$$

$$= 1 - \frac{36}{120}$$

$$= 1 - 0.3$$

$$= 0.7$$

وتدل قيمة معامل ارتباط سبيرمان اعلاه على وجود علاقة موجبة أو متوسطة بين انتاتج القمح وكمية الامطار المتساقطة في تلك السنوات.

6-1-3-2-2 معامل ارتباط الرتب لكيندل *Kendalls Tau*:

وهو من المقاييس المهمة لقياس ارتباط الرتب بين المتغيرات التصنيفية (الرتبية) ولاسيما من العينات الصغيرة الحجم التي يقل عدد وحداتها عن عشرة.

ويتطلب استعمال هذا المعامل ان نرتب احد المتغيرات Y_i ترتيباً تصاعدياً أو تنازلياً ثم نضع ترتيب المتغير الاخر X_i مقابل ترتيب المتغير الاول؛ لتصبح على شكل ازواج Pairs، ثم نحدد عدد الازواج المتوافقة Concordant وغير المتوافقة Discordant.

فاذا كان الزوج الاول من القيم على سبيل المثال (1، 2) والزوج الثاني الذي يليه (3، 4) فانهما متوافقان؛ لأن كلا رقمي احد الزوجين كلاهما اكبر من نظيريهما في الزوج الاخر، لاحظ ان (4 اكبر من 2 و3 اكبر من 1) وسنرمز لعدد الازواج المتوافقة بالرمز Nc.

اما اذا كان لدينا الزوج (2، 3) والزوج الذي يليه (4، 1) فانهما مختلفان أو غير متوافقين، إذ أن احد الرقمين اكبر من نظيره في الزوج الثاني بينما الاخر اصغر من نظيره (في اتجاهين مختلفين). ونرمز لعدد الازواج المختلفة Nd.

اما الازواج التي بينها تشابه Ties في احد الارقام أو في كليهما لا تعتبر متوافقة أو مختلفة وهي: (2، 4) و(1، 4) أو (2، 5) و(2، 5) .

لذا فان معامل كيندل لارتباط الرتب يأخذ الصيغة الآتية:

$$Kt = \frac{Nc - Nd}{n(n-1)/2}$$

Or

$$Kt = \frac{2(Nc - Nd)}{n(n-1)}$$

إذ أن n تمثل عدد الازواج الكلية.

Nc عدد الازواج المتوافقة.

Nd عدد الازواج المختلفة.

مثال:

البيانات الآتية تمثل كمية انتاج الدونم من محصول القمح وكمية الامطار المتساقطة لسبع مزارع في مناطق متفرقة.

كمية الانتاج/كغم: Y_i	800	1000	600	1100	900	700	500
كمية الامطار/سم: X_i	35	40	25	30	22	15	20

المطلوب: احسب قيمة معامل ارتباط كيندل بين الانتاج وكمية الامطار.

الحل:

1- نرتب المزارع ترتيباً تصاعدياً حسب كمية الانتاج.

2- نضع ترتيب المزرعة بالنسبة لكمية الامطار مقابل ترتيب الانتاج وبالشكل الآتي:

Yi الانتاج كغم/دونم	Xi الامطار	ترتيب Yi	ترتيب Xi	علامة الترتيب	Nc +	Na -
1100	35	1	2	−1+1+1+1+1+1	5	1
1000	40	2	1	+1+1+1+1+1	5	0
900	25	3	4	−1+1+1+1	3	1
800	30	4	3	+1+1+1	3	0
700	22	5	5	+1+1	2	0
600	15	6	7	−1	0	1
500	20	7	6	صفر	0	0
					18	3

بعد ان تم عمل الجدول اعلاه نبدأ بملاحظة ترتيب الانتاج (Yi) والامطار (Xi) ونسجل لكل ترتيب اختلافه عن الترتيب الذي يليه باعطاء +1 للرقم الأكبر (التوافق Nc) و–1 للرقم الاصغر (عدم التوافق Nd)، مبتدئين بالرقم (2) الذي هو اول ترتيب في المتغير (Xi) . فمثلاً هذا الرقم يوجد بعده الارقام على التوالي (1، 4، 3، 5، 7، 6) فعند مقارنة الرقم (2) من الزوج الاول نلاحظ انه اكبر من الرقم (1) من الزوج الذي يليه لذا يعطى (–1)، في حين عند مقارنته مع الارقام الاخرى نجد ان جميعها اكبر من الرقم (2) لذلك يعطى لكلٍ منهما العلامة (+1) . وهكذا بالنسبة الى بقية الازواج، بعد ذلك نجمع عدد الازواج المتوافقة ثم الأزواج غير المتوافقة وهنا بالإمكان تطبيق معامل كيندل بحسب ما يأتي:

$$Kt = \frac{Nc - Nd}{n(n-1)/2}$$

$$= \frac{18-3}{7(7-1)/2}$$

$$= \frac{15}{42/2}$$

$$= \frac{15}{21} = 0.71$$

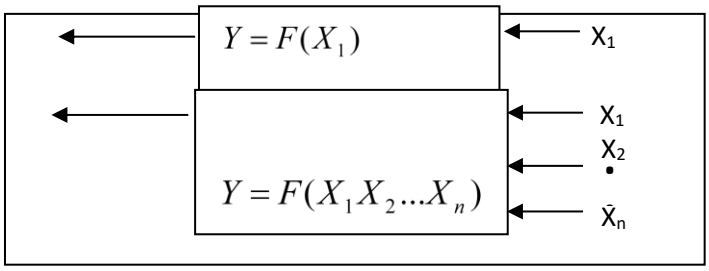
أي أن هناك ارتباطاً موجباً ومتوسطاً بين كمية إنتاج القمح وكمية الأمطار المتساقطة.

6–2 تحليل الانحدار *Regression Analysis*:

هو أداة Tool إحصائية تمكننا من بناء أنموذج إحصائي لتقدير العلاقة بين متغير كمي واحد وهو المتغير التابع "المعتمد" dependent variable ومتغير كمي مستقل independent variable، وهذا ما يطلق عليه بالانحدار البسيط simple regression، أو مع عدة متغيرات كمية مستقلة وهذا ما يطلق عليه بالانحدار المتعدد multipul regression . وقد تكون هذه العلاقة خطية linear أو غير خطية Non linear "لوغاريتمية، أُسّية. .الخ" .

والصيغة العامة لهذا الأنموذج الذي يوضح العلاقة الدالية بين المتغير التابع والمتغير المستقل أو بين مجموعة المتغيرات المستقلة هي:

$$Y = f(x_1 \ldots x_n)$$



إذ أن:

Y تمثل المتغير التابع.

$x_n \ldots . x_1$ تمثل المتغيرات المستقلة "وهي المتغيرات المسببة أو المؤثرة في تغير المتغير التابع.

فاذا اعطيناها قيمة ما (أي قيمة تنتمي لمجموعة الاعداد الحقيقية) فهنا قيمة Y ستتحدد بمعرفة قيمة X لذلك عرف المتغير X بالمتغير المستقل في حين Y تتعين قيمتها تبعاً لقيمة X لذلك عرفت Y بالمتغير التابع (أي تبعاً لقيمة X).

والانحدار يعنى بالبحث عن هذه العلاقة بين المتغيرات X وy وأن المعادلة $Y = B_0 + B_1 X_1$ تحتوي على B0 وB1 وهما قيمتان ثابتتان إذ تمثل B0 معامل التقاطع (ثابت المعادلة) الذي يعكس قيمة المتغير التابع Y في حالة انعدام قيمة المتغير

المستقل، أي في حالة كون X مساوية للصفر، اما B_1 فتمثل ميل الخط المستقيم "$B_0+B_1X_1$" ويعكس مقدار التغير في Y اذا تغيرت X بوحدة واحدة.

6-2-1 أهمية تحليل الانحدار:

1- يستعمل الانحدار بشكل اساس لأغراض التنبؤ Prediction والتخطيط Planning والتقدير Estimation ويهدف الى التنبؤ بقيمة متغير معين اذا عرفت قيمة متغير اخر مرتبط به، مثل التنبؤ بالاستهلاك اذا عرف الدخل، والتنبؤ بالانتاج الزراعي اذا عرفت كمية المياه المتوافرة للزراعة، والتنبؤ بالخصوبة السكانية اذا عرف عدد النساء في سن الحمل وغيرها .

2- بيان نسبة التباين في المتغير التابع التي يمكن تفسيرها نتيجة علاقته بالمتغير المستقل.

3- قياس قوة العلاقة ونوعها بين المتغير التابع والمتغير المستقل في الانحدار البسيط أو مع مجموعة المتغيرات المستقلة في حالة الانحدار المتعدد .

4- الاستدلال على المجتمع ووصفه من خلال المعادلة التقديرية للانحدار .

5- واخيرا فإن اهمية تحليل الانحدار لا تقتصر على تقدير ما ستكون عليه قيمة المتغير التابع بالنسبة لقيمة المتغير المستقل في مكان ما أو زمان ما، وانما ايضا في تمكيننا من العودة الى الماضي لمعرفة ظروف بعض الظواهر (حسن، 2007، 268) .

6-2-2-1 أنواع تحليل الانحدار:-

هناك نوعان من تحليل الانحدار اولهما الانحدار الخطي الذي يهتم بدراسة العلاقة بين المتغيرات بشكل معادلة خطية، وثانيهما الانحدار غير الخطي ويهتم هذا النوع من الانحدار بدراسة العلاقة بين المتغيرات على شكل منحى وليس خطاً مستقيماً . والانحدار الخطي هو الأكثر شيوعاً واستعمالاً وهو على نوعين: الاول الانحدار الخطي البسيط الذي يمكن من خلاله التنبؤ بالعلاقة بين المتغير التابع ومتغير واحد يؤثر فيه، اما الانحدار المتعدد فهو الذي يهتم بالعلاقة بين المتغير التابع وعدة عوامل مستقلة تؤثر فيه .

وسنكتفي هنا بشرح مفصل للأسلوب الخطي في تحليل الانحدار وإذا ما دعت الحاجة إلى الأسلوب غير الخطي فيمكن الرجوع إلى العديد من المصادر في علم الإحصاء .

6-2-2-1-1 تحليل الانحدار الخطي البسيط

Simple linear Regression Analysis

إن الهدف الأساس من تحليل الانحدار الخطي البسيط هو دراسة أو تحليل اثر متغير كمي على متغير كمي آخر والأمثلة كثيرة على ذلك، ومنها :

1- دراسة اثر الدخل على الزواج.

2- دراسة اثر التعليم على الخصوبة السكانية .

3- دراسة اثر الأمطار على الإنتاج الزراعي.

4- دراسة اثر الطاقة على الإنتاج الصناعي.

5- دراسة اثر التلوث على صحة الفرد.

6- دراسة اثر العرض على سعر السلعة.

7- دراسة اثر الضباب على الحوادث المرورية.

8- دراسة اثر الرياح على تعرية التربة.

9- دراسة اثر الدخل على الاستهلاك.

10-دراسة اثر الزيادة في وزن الجسم على ضغط الدم.

وهناك امثلة اخرى عديدة في مختلف ميادين الحياة الاقتصادية والاجتماعية والطبيعية.

نموذج الانحدار الخطي البسيط *Simple Regression Model:*

إن الباحث في تحليل الانحدار البسيط يهتم بدراسة العلاقة بين متغيرين فقط أحدهما تابع (Y) والآخر مستقل (X).

إن الخطوة الأولى لدراسة هذه العلاقة هي جمع البيانات عن هذين المتغيرين ثم تمثيلها بيانياً. فإذا فرضنا إن القيم المتناظرة للمتغيرين X وY هي (Y_1, X_1) و(Y_2, X_2)

و . . . $(Y_N X_N)$ ومثلنا قيم المتغير المستقل (X) على المحور الأفقي وقيم المتغير المعتمد (Y) على المحور العمودي ورسمنا الشكل الانتشاري Scatter Diagram فانه يمكن معرفة العلاقة بين المتغيرين من خلال تتبع نقط الشكل الانتشاري، وقد نلاحظ أن النقط في هذا الشكل تمثل خطاً مستقيماً أو قريباً جداً من المستقيم، أو قد تأخذ واحداً من الأشكال الأخرى المبينة في الشكل (27) . ومن الجدير بالذكر انه ليس بالضرورة أن تقع جميع النقط على الخط المستقيم، إذ يمكن أن تنحرف بعض النقط عن هذا الخط لسبب أو لآخر وتسمى تلك النقط في هذه الحالة بالنقط المتطرفة أو الشاذة.

ولكي يكون هذا الخط مستقيماً أو غير مستقيم وممثلاً للبيانات المدروسة فانه يجب ان يمر بعدد كبير منها ويتوسط ما تبقى منها بشكل مقبول، أي أن يكون مجموع مربعات انحرافات قيم النقط في الشكل الانتشاري عن نظيراتها على خط الانحدار اقل ما يمكن.

مما سبق سيتمكن الباحث من تكوين فكرة مبدئية واضحة عن نوع العلاقة التي تحكم هذين المتغيرين ودرجتها، فاذا كانت هناك علاقة خطية أو قريبة منها فان أنموذج الانحدار الخطي يمكن ان يأخذ شكل معادلة خطية من الدرجة الاولى تعكس المتغير التابع Y كونها دالة function في المتغير المستقل (X).

$$Y = B_0 + B_1 X$$

ولما كان من غير المتوقع ان تقع جميع نقاط القيم على الخط تماماً، فان العلاقة الخطية التامة في الصيغة السابقة في اعلاه يجب ان تعدل كي تضم حد الخطأ العشوائي ε_i .

$$Y = B_0+B_1X + \varepsilon_i$$

$$\begin{bmatrix} Total \\ \text{var}\, iation \\ in \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Explained \\ \text{var}\, iation \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} un\exp laind \\ \text{var}\, iation \end{bmatrix}$$

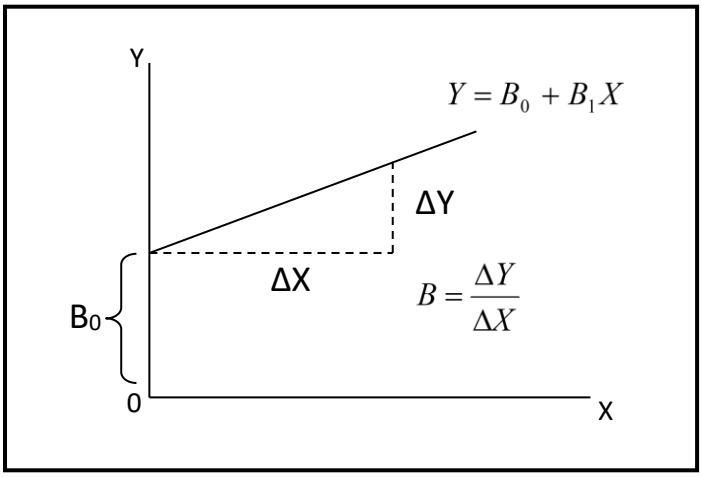
$$\begin{bmatrix} \text{التغوات في المتغير} \\ \text{التابع} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{التغوات في} \\ \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{التغوات في} \\ \end{bmatrix}$$

أي أن الجزء الأول من التغيرات في المتغير التابع (Y) يمكن توضيحه "تفسيره" بالتغيرات في المتغير المستقل (X)، اما الجزء الثاني فيوضحه التأثير العشوائي (εi) .

إن المعادلة $Y = B_0 + B_1X + \varepsilon i$ تؤكد أن (Y) وهو المتغير التابع دالة خطية في المتغير المستقل (X) . أي أننا لو مثلنا هذه المعادلة برسم بياني فسنلاحظ أنها تمثل خطاً مستقيماً بحسب ما موضح في الشكل (28) وان B_0 وB_1 هي ثوابت الأنموذج إذ أن B_0 تمثل ثابت التقاطع Intercept، أي أنها على الرسم البياني تمثل المسافة بين الصفر

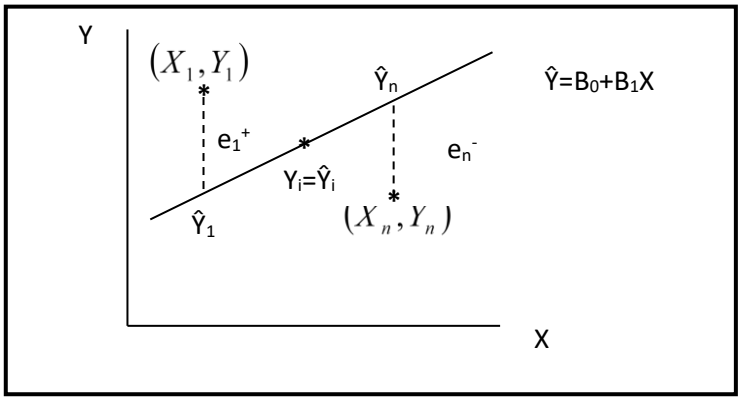
والنقطة التي يقطع فيها الخط المستقيم B_0+B_1 محور المتغير التابع (Y) وهي بذلك تمثل قيمة (Y) عندما تكون قيمة (X) معدومة (صفر) .

اما B_1 فهو ميل الخط المستقيم ويطلق عليه معامل الانحدار slope، ويمثل مقدار التغير في (Y) عندما يتغير المتغير المستقل (X) بوحدة واحدة والشكل الآتي يوضح ذلك:



شكل (28) الشكل البياني لمعادلة الانحدار الخطي البسيط

أما $i\varepsilon$ فانه يعبر عن الخطأ العشوائي الذي يمثل الفرق بين القيمة الفعلية والقيمة المقدرة $\hat{Y}=Y-\left(B_0+B_1X\right)$. فاذا كانت القيمة الفعلية (Yi) اعلى خط الانحدار فيكون الفرق ei موجباً أما اذا كانت القيمة الفعلية اسفل خط الانحدار فيكون الفرق ei سالباً وتكون قيمة ei صفراً عند تساوي القيمتين الفعلية والتقديرية على خط الانحدار، بحسب ما موضح في الشكل الآتي:



شكل (29) الشكل البياني للخطأ العشوائي

وبإمكاننا أن نقيس مدى جودة توفيق خط الانحدار بحساب مجموع مربع انحرافات القيم $\sum\left(y-\hat{y}\right)^2=\sum ei^2=e_1^2+e_2^2+..e_n^2$ فاذا كان مجموع مربع انحرافات القيم عن الخط صفراً أو صغيراً كان توفيق الخط للمشاهدات أفضل ما يمكن.

6-2-2-1-2 فرضيات تحليل الانحدار الخطي البسيط:

يعد تحليل الانحدار من أكثر الأساليب الإحصائية شيوعاً واستعمالاً من كثير من الباحثين؛ لسهولته وملائمته تحليل كثير من الظواهر ولاسيما الجغرافية منها، إلا أن استعماله يتطلب عدة افتراضات يجب تحقيقها لضمان الحصول على نتائج تحليلية سليمة. واهم تلك الافتراضات هي: (البلداوي، 2009، ص220)

1- يجب أن يكون المتغير التابع متغيراً كمياً ولا يجوز غير ذلك، أما المتغيرات المستقلة فيجوز أن يكون بعضها كمياً والبعض الآخر نوعياً.

2- ان العلاقة بين المتغير التابع والمتغير المستقل هي علاقة خطية linear، أي ان تكون نسبة التغير في المتغير التابع ثابتة Fixed، مقارنة مع نسبة التغير في المتغير المستقل.

3- ان يتبع كل من المتغير التابع والمتغير المستقل التوزيع الطبيعي Normal Distribution.

4- ان يتبع الخطأ العشوائي (εi) التوزيع الطبيعي بوسط حسابي يساوي صفراً وتباين يساوي σ^2 عند كل قيمة من قيم المتغير المستقل.

5- ان يكون تباين الخطأ العشوائي متجانساً Homoscedasticity عند كل قيمة من قيم المتغير المستقل.

6- ان لا يوجد ارتباط ذاتي Autocorrelation بين الاخطاء العشوائية Random Errors، ويعني هذا عدم تأثر الظاهرة المدروسة في الزمن (t) بالزمن (t+1) أو (t-1)، غير ان هذا نادر ما يحصل في الجانب التطبيقي، إذ أن اغلب البيانات عادة ما تكون متأثرة بالمشاهدة السابقة ومؤثرة بالمشاهدة اللاحقة. أو قد تحدث هذه المشكلة نتيجة اهمال بعض المتغيرات المستقلة من العلاقة المدروسة لسبب أو لاخر، أو قد تحدث نتيجة للصياغة غير الدقيقة للأنموذج الرياضي للمشكلة المبحوثة.

7- يجب ان تخلو البيانات الخاصة بأنموذج الانحدار من القيم المتطرفة Outliers. فكلما تضاعفت تلك القيم في تقدير معاملات الانحدار اثر ذلك بشكل سلبي على تلك التقديرات، وفي بعض الحالات الشاذة قد تتمكن نقطة واحدة متطرفة من تغيير اتجاه خط الانحدار كلياً.

8- استقلالية البواقي Independence of Residuals بمعنى ان الباقي لاي نقطة لا يعتمد على الباقي في النقطة أو النقاط الاخرى.

6-2-2-1-3 تقدير معادلة الانحدار الخطي البسيط:

Estimation of simple linear Regression Equation

اذا كنا معنيين بدراسة العلاقة بين متغيرين مختلفين فان الخطوة الاولى لدراسة هذه العلاقة هي جمع البيانات عنها ثم تمثيلها بيانياً، فاذا افترضنا ان ازواج القيم للمتغيرين Y وX هي $(x_1, y_1)...(x_2, y_2)(x_n, y_n)$ ومثلت قيم (y) على المحور العمودي وقيم (x) على المحور الافقي، ورسمنا الشكل الانتشاري وقد لاحظنا ان النقط في الشكل الانتشاري قد اخذت اتجاهاً خطياً. وللوصول الى افضل خط يمثل تلك العلاقة بين المتغيرين نتبع طريقة المربعات الصغرى الاعتياديةOrdinary least squares method التي تتصف مقدراتها بانها افضل مقدر خطي غير متحيز Best linear unbiased Estimator.

أي:

1- انها خطية Linearity.

2- انها غير متحيزة Unbaisedness.

3- لها اصغر تباين.

لذا فان طريقة المربعات الصغرى تتمثل في ايجاد قيم تقديرية للثوابت B_0 وB_1 على اساس تصغير مجموع مربعات الاخطاء الى اقل ما يمكن أي:

$$Min\sum_{i=1}^{n} ei^2 = Min\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - B_0 - B_1 X_i\right)^2$$

وهذا التقدير للثوابت B_1,B_0 يمكننا الحصول عليه من حل المعادلتين الطبيعيتين الآتيتين في المجهولين B_1,B_0:

1- $\sum Y = nB_0 + B_1 \sum X$

2- $\sum XY = B_0 \sum X + B_1 \sum X^2$

وبذا نحصل على قيم B_1,B_0 بحسب ما يأتي:

$$\hat{B}_1 = \frac{\sum XY - n\bar{x}\bar{y}}{\sum X^2 - n(\bar{x})^2}$$

أو

$$\hat{B}_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

أما $\hat{B}_0$

$$\hat{B}_0 = \bar{Y} - \hat{B}\,\bar{X}$$

وبعد أن تصبح قيم المعلمتين B_0 وB_1 معلومتين يمكننا توقع قيم (Y) في ضوء أي تغير يحدث في قيم (X)، لذا تكون معادلة الانحدار المقدرة هي:

$$\hat{Y} = \hat{B} + \hat{b}_1 X$$

مثال:

البيانات الآتية تمثل كمية انتاج القمح (بألف كغم) والمساحة المزروعة بالهكتار للمدة من 2001 لغاية 2010.

142	125	175	140	162	158	138	130
50	25	69	59	64	67	44	38

المطلوب:

1- تحديد المتغير التابع والمتغير المستقل.

2- رسم الشكل الانتشاري.

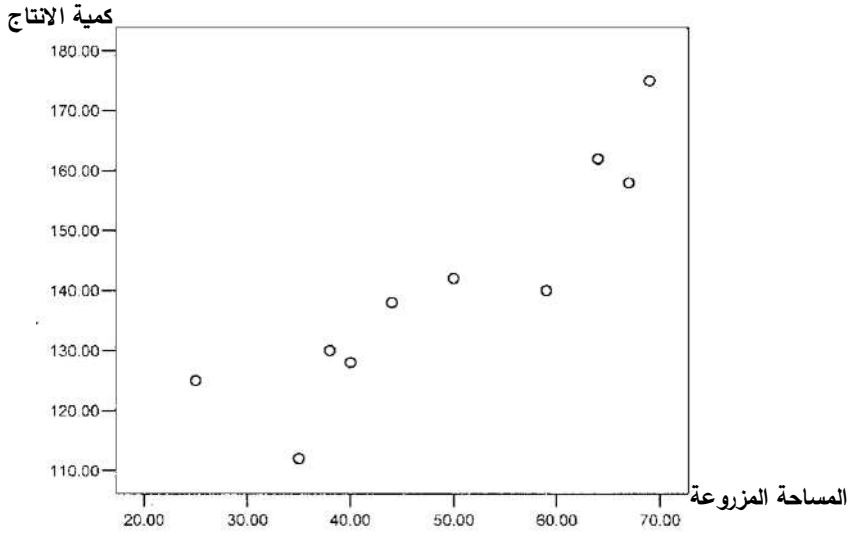
3- تقدير معادلة الانحدار.

4- ما الكمية المتوقعة من انتاج الحنطة عند زيادة المساحة الى 80 هكتار؟

الحل:

اولاً- المتغير التابع (Y) يتمثل بالكمية المنتجة من محصول القمح والمساحة المزروعة تتمثل بالمتغير المستقل (X).

ثانياً- ان رسم الشكل الانتشاري يتطلب رسم محورين العمودي لتمثيل الكميات المنتجة والافقي لتمثيل المساحات المزروعة ويتضح ذلك من الشكل (30).



شكل (30) الرسم الانتشاري للمتغيرين Y وX

ثالثاً– تقدير معادلة الانحدار:

لحساب ثوابت معادلة الانحدار B_1, B_0 يتطلب ترتيب البيانات في الجدول الآتي الذي يمكن من خلاله وباستعمال الصيغ الرياضية الخاصة بالانحدار نحصل على تلك الثوابت:

السنة	Y_i	X_i	$\sum X_i Y_i$	$\sum X_i^2$	$\sum Y_i^2$
2001	112	35	3920	1225	12544
2002	128	40	5120	1600	16384
2003	130	38	4940	1444	16900
2004	138	44	6072	1936	19044
2005	158	67	10586	4489	24964
2006	162	64	10368	4096	26244
2007	140	59	8260	3481	19600
2008	175	69	12075	4761	30625

2009	125	25	3125	625	15625
2010	142	50	7100	2500	20164
$\sum$	1410	491	71566	26157	202094

$$\overline{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{1410}{10} = 141$$

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{491}{10} 49.1$$

$$\hat{B} = \frac{\sum XY - n\overline{X}\,\overline{Y}}{\sum X_i^2 - n\left(\overline{X}\right)^2}$$

$$= \frac{71566 - 10(49.1)(141)}{26157 - 10(49.1)^2}$$

$$= \frac{71566 - 69231}{26157 - 24108.1}$$

$$= \frac{2335}{2048.9} = 1.140$$

$$\hat{B}_0 = \overline{Y} - \hat{B}\,\overline{X}$$

$$= 141 - (1.140)(49.1)$$

$$= 85.026$$

إذن معادلة الانحدار المقدرة هي:

$$\hat{Y} = 85.026 + 1.140(X)$$

من المعادلة أعلاه يمكن القول انه في حالة عدم زيادة المساحة المزروعة فان كمية الإنتاج ستكون 85.026 ألف كغم، وكلما زادت المساحة المزروعة بمقدار هكتار واحد فأنها ستؤدي إلى زيادة في كمية الإنتاج بمقدار 1.140 ألف كغم.

رابعاً- إن الكمية المتوقعة من إنتاج محصول الحنطة عند زيادة المساحة المزروعة إلى 80 هكتار أي أن X=80 هي:

$$\hat{Y} = 85.026 + 1.140(80)$$

$$\hat{Y} = 85.026 + 91.2$$

$$\hat{Y} = 176.2$$ ألف كغم

6-2-2-1-4 الاستدلال على جودة توفيق خط الانحدار

Inference about goodness of fit regression line

من المواضيع المهمة في عملية تحليل الانحدار هو ايجاد فترات الثقة ***Confidence intervals*** لكل من ثوابت خط الانحدار B_0 وB_1، واختبار الفرضيات حول هذه الثوابت من خلال تباين الخطأ العشوائي أو الانحراف المعياري للاخطاء العشوائية ei، الذي يقيس درجة انتشار نقاط شكل الانتشار حول خط الانحدار ومربع معامل الارتباط

R-square، كونه مقياساً لجودة التوفيق، إذا أن R^2 يبين النسبة المئوية من التغيرات الكلية في المتغير التابع (Y) التي يمكن توضيحها بوساطة المتغير المستقل (X).

ومعروف ان القيمة الفعلية للمتغير التابع (Y) تتكون من جزءين هما:

$$Y_i = \hat{Y}_i - \hat{e}_i$$

أي ان التغيرات الكلية في المتغير التابع $\left(Y_i - \hat{Y}\right)$ يمكن ارجاعها الى

$$\left(Y_i - \hat{Y}\right) \quad = \left(\hat{Y}_i - \overline{Y}\right) \quad \hat{e}i$$

+

الاختلاف بسبب الخطأ العشوائي+ الاختلاف بسبب الانحدار= الاختلاف الكلي

ومن ثم يعبر عن مكونات مجموع المربعات الكلي بجزءين هما:

$$\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \overline{Y}\right)^2 \quad = \quad \sum_{i=1}^{n}\left(\hat{Y}_i - \overline{Y}\right)^2 \quad + \quad \sum_{i=1}^{n}\hat{e}i$$

Rotal sum of squares	=	Regression sum of squares	+	Error sum of squares
مجموع الكلي للمربعات		مجموع مربعات الانحدار		مجموع مربعات الاخطاء
SST	=	SSR	+	SSE

مما سبق يمكن استخلاص مؤشرين لجودة الأنموذج هما:

1- معامل التحديد *determinant coefficient*:

ويعبر عنه بنسبة مجموع مربعات الانحدار "SSR" الى مجموع المربعات الكلية "SST" ويطلق عليه ايضاً "مربع معامل الارتباط الخطي البسيط R-square" ويرمز له بـ R^2 وتتراوح قيمته بين الواحد الصحيح والصفر، ويحسب بالصيغة الآتية: (شحادة، 2011، ص443)

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum\left(\hat{y}_i - \bar{y}\right)^2}{\sum\left(y_i - \bar{y}\right)^2}$$

$$= \frac{\hat{B}_1^2 \sum\left(X_i - \bar{X}\right)^2}{\sum\left(Y_i - \bar{Y}\right)^2} = \frac{\hat{B}_1\left(\sum X_i^2 - \frac{\left(\sum X_i\right)^2}{n}\right)}{\left(\sum Y_i^2 - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{n}\right)}$$

ومعامل التحديد للبيانات المثال السابق هو:

$$R^2 = \frac{(1.140)^2\left(26157 - \frac{(491)^2}{10}\right)}{202094 - \frac{(1410)^2}{10}}$$

$$= \frac{1.2996(2049)}{202094 - 198810} = \frac{2662.88}{3284} = 0.81$$

وهذا يعني ان 81% من التغيرات الكلية في كمية انتاج القمح (Y) ترجع الى التغيرات التي تطرأ على المساحة المزروعة بالقمح (X)، وان 19% ترجع الى تغيرات اخرى وتغيرات عشوائية.

2- الخطأ المعياري للتقدير *Standard Error of Estimate*:

هو مقياس درجة انتشار القيم الحقيقة للمتغير التابع (Y) حول خط الانحدار المقدر ($\hat{Y}$) . وبمعنى اخر انه يقيس مدى ابتعاد أو اقتراب القيم الحقيقة لY عن خط الانحدار المقدر. فاذا كانت قيمته كبيرة دل ذلك على ان انحرافات القيم الفعلية للمتغير التابع (Y) عن القيم المقدرة لها كبير ومن ثم يكون الأنموذج غير كفوء وبالعكس كلما اقتربت قيمته من الصفر عندها تقترب القيمة الحقيقة لY من خط الانحدار المقدر. ويحسب الخطأ المعياري بالصيغ الآتية:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum\left(Y_i - \hat{Y}\right)^2}{n-2}}$$

او

$$S_e = \sqrt{\frac{Syy - bSxy}{n-2}}$$

ومن بيانات المثال السابق نفسه يمكن ايجاد قيمة الخطأ المعياري Se باستعمال الفروق بين القيم الفعلية (Y_i) والقيم التقديرية ($\hat{Y}_i$) بحسب ما موضح في الجدول (17) .

جدول (17)

القيم الفعلية والقيم المقدرة ومجموع مربعات الانحرافات للخطأ

Y_i	$\hat{Y}_i = 85.026 + 1.140(x)$	$Y_i - \hat{Y}_i$	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
112	124.93	-12.93	167.18
128	130.63	-2.63	6.91
130	128.35	1.65	2.72
138	135.18	2.81	7.89
158	161.34	-3.377	11.55
162	157.98	4.02	16.16
140	152.28	-12.22	149.32
175	163.67	11.33	128.36
125	113.53	11.47	131.56
142	142.02	-0.02	0.0004
1410		صفر	621

لذا فإن:

$$= \sqrt{\frac{\sum\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n-2}}$$

S_e

$$S_e = \sqrt{\frac{621}{10-2}}$$

$$S_e = \sqrt{77.625}$$

قيمة الخطأ المعياري

$S_e = 8.81$

ويمكن ايجاد قيمة Se من بيانات المثال السابق نفسها وهي $\sum Y_i^2 = 202094$، $\sum Y_i = 1410$، b=1.140، n=10، $\sum X_i^2 = 26157$، $\sum X_i = 491$، $\sum X_i Y_i = 71566$

باستعمال الصيغة الآتية: $S_e = \sqrt{\frac{Syy - bSxy}{n-2}}$

إذ أن $Syy = \sum Y_i^2 - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{n}$

$$= 202094 - \frac{(1410)^2}{10}$$
$$= 202094 - 198810$$
$$= 3284$$

$$Sxy = \sum X_i Y_i - \frac{\left(\sum X_i \sum Y_i\right)}{n}$$

$$= 71566 - \frac{(491)(1410)}{10}$$

$$= 71566 - 69231$$

$$= 2335$$

$$S_e = \sqrt{\frac{3284 - (1.140)2335}{10-2}} \quad \therefore$$

$$S_e = \sqrt{\frac{622.1}{8}}$$

$$S_e = \sqrt{77.7625}$$

$$S_e = 8.81 \quad \therefore$$ قيمة الخطأ المعياري

6-2-2-2 الانحدار الخطي المتعدد *Multiple Linear Regression*

اقتصرت دراستنا السابقة على دراسة العلاقة بين متغيرين ولكن كثيراً ما يصادف الباحث ظاهرة لا ترتبط بمتغير واحد فقط وانما ترتبط وتتأثر بعدة متغيرات.

فمثلاً قد يكون اهتمام الباحث منصباً على دراسة العلاقة بين كمية انتاج محصول القمح ودرجة خصوبة التربة ودرجة الحرارة والامطار والمياه الجوفية وغيرها من المتغيرات المستقلة.

وفي هذه الحالة ومثيلاتها قد يهتم الباحث بدراسة العلاقة الكلية بين متغير تابع dependent variable ونرمز له (Y) وعدة متغيرات مستقلة independent variables ونرمز لها $(X_k,...,X_2,X_1)$.

لذلك فان أنموذج الانحدار الخطي البسيط $\hat{Y} = B_0 + BX$ سيتوسع ليأخذ الصيغة الآتية $\hat{Y} = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + ... + B_kX_k$.

إذ أن:

B_0 تمثل Y-intercept، أي قيمة Y عندما تكون جميع قيم X_i صفراً.

$B_k,....,B_2,B_1$ تمثل معاملات الانحدار الجزئية التي تمثل التغير في Y لكل وحدة تغير في X_i، لذلك في حالة العلاقة الخطية المتعددة وعند وجود (K) من المتغيرات المستقلة فان عدد ثوابت تلك العلاقة سيصل الى (k+1) أي $(B_k,...B_2,B_1,B_0)$ التي يتطلب تقديرها استعمال الصيغ الآتية:

$$\hat{B}_1 = \frac{\left(\sum X_{1i}Y_i\right)\left(\sum X_{2i}^2\right) - \left(\sum X_{2i}Y_i\right)\left(\sum X_{1i}X_{2i}\right)}{\left(\sum X_{1i}^2\right)\left(\sum X_{2i}^2\right) - \left(\sum X_{1i}X_{2i}\right)^2}$$

$$\hat{B}_2 = \frac{\left(\sum X_{2i}Y\right)\left(\sum X_{1i}^2\right) - \left(\sum X_{1i}X_{2i}\right)}{\left(\sum X_{1i}^2\right)\left(\sum X_{2i}^2\right) - \left(\sum X_{1i}X_{2i}\right)^2}$$

$$\hat{B}_0 = \overline{Y} - \hat{B}_1\ \overline{X}_1 - \hat{B}_2\ \overline{X}_2$$

وسوف نقتصر في عرضنا هذا الموضوع على العلاقة الخطية بين ثلاثة متغيرات فقط، منها متغير تابع واحد (Y) واخرين مستقلين X_1 وX_2. اذ ان التعميم لأكثر من ثلاثة متغيرات يحتاج الى بعض الاساليب والعمليات الإحصائية التي قد تخرج من مجال تركيز دراستنا في الوقت الحاضر.

مثال:

الجدول الآتي يمثل الكمية المطلوبة (Y) من سلعة ما، وسعرها (X_1) ودخل المستهلك (X_2) لمدة عشر سنوات.

والمطلوب: ايجاد معادلة انحدار Y (الكمية المطلوبة) على X_1 وX_2 باستعمال طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية OLS.

جدول (18)

الكمية المطلوبة من سلعة ما وسعرها ودخل المستهلك

السنة	الكمية Y	السعر X	الدخل X_2
2000	50	9	600
2001	55	8	700
2002	60	7	800
2003	65	6	1000
2004	70	6	900
2005	75	5	1200
2006	80	5	1400
2007	85	4	1800
2008	90	4	1600
2009	95	3	1700

الحل:

لغرض تقدير قيمة ثوابت معادلة الانحدار $\hat{B}_2, \hat{B}_1, \hat{B}_0$ باستعمال طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية OLS سوف يتم اعداد جدول يتضمن كافة العمليات الحسابية المطلوبة لذلك:

جدول(19)

الحسابات المطلوبة لتقدير ثوابت معادلة انحدار Y على X_1 وX_2

Y_i	X_{1i}	X_{2i}	$(Y_i - \bar{Y})$	$(X_{1i} - \bar{X}_{1i})$	$(X_{2i} - \bar{X}_{2i})$	$Y_i X_{1i}$	$Y_i X_{2i}$	$X_{1i} X_{2i}$	Y_i^2	X_{1i}^2	X_{2i}^2
50	9	600	-22.5	3.3	-570	-74.25	1282 5	-1881	506.25	10.89	32400

55	8	700	-17.5	2.3	-470	-40.25	8225	-1081	306.25	5.29	220900
60	7	800	-12.5	1.3	-370	-16.25	4625	-481	156.25	1.69	136900
65	6	1000	-7.5	0.3	-170	-2.25	1275	-51	56.25	0.09	28900

70	6	900	-2.5	0.3	-270	-0.75	675	-81	6.25	0.09	7290 0
75	5	1200	2.5	-0.7	30	-1.75	75	-21	6.25	0.49	900
80	5	1400	7.5	-0.7	230	-5.25	1725	-161	56.25	0.49	5290 0
85	4	1800	12.5	-1.7	630	-21.25	7875	-1071	156.	2.	3969 00

									25	89	
90	4	1600	17.5	-1.7	430	-29.75	7525	-731	306.25	2.89	1849000
95	3	1700	22.5	-2.7	530	-60.75	11925	-1431	506.25	7.29	2809000
$\sum Y_i$ 725	$\sum X_{1i}$ 57	$\sum X_{2i}$ 11700	$\sum Y_i$ 0	$\sum X_{1i}$ 0	$\sum X_{2i}$ 0	$\sum Y_i X_{1i}$ −252.5	$\sum Y_i X_{2i}$ 56750	$\sum X_{1i} X_{2i}$ −6990	$\sum Y_i^2$ 2062.5	$\sum X_1^2$ 32.1	$\sum X_{2i}^2$ 1701000

$\overline{Y} = 72.5$	$\overline{X}_1 = 5.7$	$\overline{X}_2 = 1170$									

ومن الجدول (19) يمكن تقدير ثوابت معادلة الانحدار باستعمال الصيغ الآتية:

$$\hat{b}_1 = \frac{\left(\sum X_{1i}Y_i\right)\left(\sum X_{2i}^2\right) - \left(\sum X_{2i}Y_i\right)\left(\sum X_{1i}X_{2i}\right)}{\left(\sum X_{1i}^2\right)\left(\sum X_{2i}^2\right) - \left(\sum X_{1i}X_{2i}\right)^2}$$

$$= \frac{(-252.5)(1701000) - (56750)(-6990)}{(32.1)(1701000) - (-6990)^2} = -5.716$$

$$\hat{b}_2 = \frac{\left(\sum X_{2i}Y_i\right)\left(\sum X_{1i}^2\right) - \left(\sum X_{1i}Y_i\right)\left(\sum X_{1i}X_{2i}\right)}{\left(\sum X_{1i}^2\right)\left(\sum X_{2i}^2\right) - \left(\sum X_{1i}X_{2i}\right)^2}$$

$$= \frac{(56750)(32.1) - (-252.5)(-6990)}{(32.1)(1701000) - (-6990)^2} = 0.010$$

$$\hat{b}_0 = \bar{Y} - \hat{b}_1 \bar{X}_1 - \hat{b}_2 \bar{X}_2$$
$$= 72.5 - (-5.716)(5.7) - (0.010)(1170) = 93.5$$

لذا فان معادلة الانحدار المقدرة ستكون:

$$\hat{Y} = 93.5 + (-5.716)(X_1) + (0.010)(X_2)$$

من المعادلة في أعلاه يمكن القول: أن الكمية المطلوبة من السلعة ستكون 93.5 عندما تكون قيمة X_2, X_1 صفراً.

وان الكمية المطلوبة من السلعة ستنخفض كلما زاد سعر السلعة (X_1) بوحدة واحدة بشرط ثبات قيمة X_2 . وأن الكمية المطلوبة من السلعة سترتفع كلما زاد دخل المستهلك (X_2) بوحدة واحدة على شرط ثبات قيمة

(X_1) وهذا كله يتفق ومنطق النظرية الاقتصادية التي تفرض وجود علاقة عكسية بين الكمية المطلوبة من السلع الاعتيادية وسعرها، وعلاقة طردية بين دخل المستهلك والكمية المطلوبة من تلك السلع.

الفصل السابع

7- السلاسل الزمنية

7–1 أنواع السلاسل الزمنية

7–2 تحليل السلاسل الزمنية

7–2–1 نماذج تحليل السلاسل الزمنية

7–2–1–1 نموذج حاصل الجمع

7–2–1–2 نموذج حاصل الضرب

7–3 عناصر السلسلة الزمنية

7–4 طرق تقدير الاتجاه العام للسلسلة الزمنية

7–4–1 طريقة التمهيد باليد

7–4–2 طريقة شبه المتوسطات

7–4–3 طريقة المتوسطات المتحركة

7–4–4 طريقة المربعات الصغرى

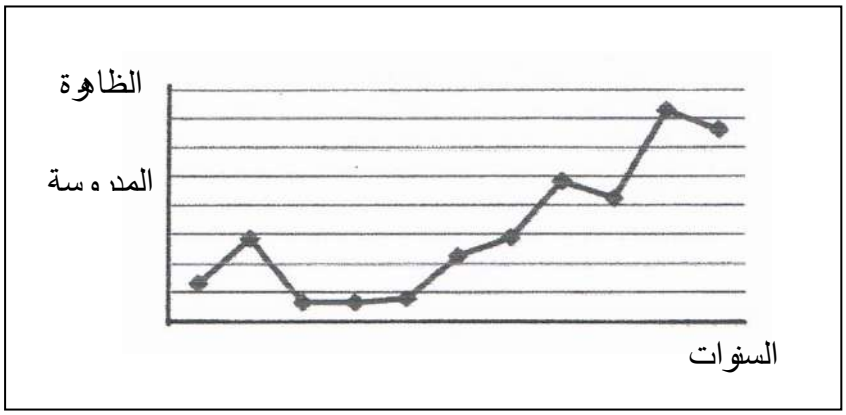
الفصل السابع

7- السلاسل الزمنية *Time Series*:

السلسلة الزمنية هي مجموعة المشاهدات (البيانات) المرتبطة بزمن ما، مثل السلاسل التي لها علاقة بعناصر المناخ، ومنها درجات الحرارة اليومية في شهر من اشهر السنة أو فترة زمنية محددة أو كمية الامطار اليومية في شهر معين من اشهر فصل الشتاء، أو مثلا تتابع الهزات والبراكين، أو السلاسل التي تعتمد على السكان مثل سلاسل عدد المواليد والوفيات اليومية في شهر من اشهر السنة، أو سلاسل النمو السكاني.

وتعبر السلسلة الزمنية عن قيم ظاهرة معينة تظهر في فترة زمنية متتالية ومتساوية، وتتكون تلك السلسلة من متغيرين أحدهما مستقل ويمثل الزمن واخر تابع ويمثل قيم الظاهرة.

ان الخطوة الأولى في دراسة السلسلة الزمنية رسم ما يسمى بالمنحنى التاريخي لها، ويتم ذلك برسم محورين احدهما افقي والاخر عمودي، فالأفقي يمثل الزمن والعمودي يمثل قيم الظاهرة، إذ يتم تعيين نقاط الفترات الزمنية مقابل قيمها، وتوصل ببعضها بخط متصل فيظهر الخط بشكل معبر عن مقدار القيم ارتفاعا أو انخفاضا، الشكل(31) .



الشكل(31) مخطط للسلسلة الزمنية

7-1 أنواع السلاسل الزمنية:

هناك عدة انواع من السلاسل الزمنية سوف نتناول اهمها وهي: (سمور، 2010، ص548):

أ- السلاسل الاقتصادية *Economical Series*:

هي السلاسل التي لها علاقة بالاقتصاد، ومنها أرباح الشركات في اشهر السنة، والصادرات والواردات في الاعوام السابقة، وأسعار الاسهم اليومية في شهر من اشهر السنة.

ب- السلاسل الفيزيائية *Physical Series*:

هي السلاسل التي لها علاقة بالطبيعة ومنها السلاسل التي لها علاقة بالمناخ (كمية الامطار اليومية في شهر من اشهر فصل الشتاء، ودرجات الحرارة اليومية في شهر من اشهر فصل الصيف، ودرجات الرطوبة اليومية في مدينة ساحلية) وتتابع الهزات الارضية والبراكين.

ج- سلاسل التسويق *Marketing Series*:

هي السلاسل التي تعتمد على تسويق المنتجات الزراعية والتجارية، ونعدها احيانا نوعا من انواع السلاسل الاقتصادية، لكن لأهميتها فصلت في بند خاص بها ومنها بيانات التسويق اليومية في شهر من اشهر السنة.

د- السلاسل السكانية *Inhabitants Series*:

هي السلاسل التي تعتمد على السكان ومنها سلاسل عدد المواليد والوفيات اليومية في شهر من اشهر السنة، وعدد حالات الزواج والطلاق اليومية في شهر معين من اشهر السنة وسلاسل النمو السكاني.

ه- سلاسل مراقبة الانتاج *Production Supervision Series*:

هي سلاسل تعتمد على مراقبة الانتاج الصناعي، والزراعي والحيواني بشكل يومي أو شهري، وفحص عينات من الانتاج بصورة دورية قد تكون يومية أو شهرية.

و- السلاسل الثنائية *Binary Series*:

هي السلاسل التي تحدث بمرور الزمن، ونأخذ إحدى القيمتين صفراً أو واحداً، إذ نأخذ قيمة صفر إذا كانت النتيجة فشلا، ونأخذ قيمة واحد إذا كانت النتيجة نجاحا .

ز- السلاسل النقطية *Dot Series*:

هي السلاسل التي تحدث بشكل عشوائي في أوقات مختلفة، وغير متوقعة، منها حوادث السيارات والكوارث الطبيعية مثلاً.

وبشكل عام إذا كانت (Y0, Y1, Y2,..., Yn-1) مجموعة من المشاهدات تشكل سلسلة زمنية، حدها الأول (Y0) وحدها الاخير (Yn-1)، ويمكن كتابة هذه السلسلة الزمنية على شكل مجموعة من الازواج المرتبة مقطعها الأول الزمن ومقطعها الثاني قيمة المشاهدة ومجموعة الازواج المرتبة هي:

(0, Y0), (1, Y1), (2, Y2)....(n-1, Yn-1)

ويمكن تمثيل مجموعة الازواج المرتبة السابقة التي تمثل السلسلة الزمنية بالجدول الآتي:

Time	0	1	2	.....	n-1
Data	Y0	Y1	Y2	.....	Yn-1

2-7 تحليل السلاسل الزمنية:

ان طرق تحليل السلاسل الزمنية تحاول تعريفنا بثلاثة مكونات جزئية للنزعة السائدة في البيانات ذات الطبيعة الاقتصادية أو التجارية. أما المكونات فهي الاتجاه Trend (T)، والدورة Cycle (C)، والموسمية (S) Seasonality فأما الاتجاه فيمثل سلوك البيانات على المدى البعيد ويمكن ان يكون هذا السلوك في حالة تصاعد أو تنازل أو في حالة استقرار. أما الدورة فتمثل الانتعاشات (UPS) والانحسارات (downs) للاقتصاد أو لصناعة معينة وهي شائعة مع السلاسل الزمنية الممثلة للناتج القومي الاجمالي (GNP) بالارقام القياسية للانتاج الصناعي، والطلب على السكن، ومبيعات البضائع الصناعية ومنها مثلاً السيارات والادوات الكهربائية، وأسعار البورصة، وأسعار الأسهم، وعرض النقود، ومعدلات الفائدة، وغيرها . والموسمية فانها

ترتبط بتذبذبات دورية ثابتة الفترة من تلك التي يمكن ان تتسبب بعوامل منها مثلاً درجات الحرارة، وسقوط الأمطار، والشهر المعين من السنة، وأوقات الاجازات وغيرها: (الوردي، 1990، ص 97) .

يمكن وصف البيانات في هذا التحليل بالطريقة الآتية:

البيانات = النزعة + خطأ

أي ان البيانات = دالة (الاتجاه، الدورة، الموسمية) + خطأ

لهذا يوجد (بالاضافة الى مكونات النزعة) عامل الخطأ أو العشوائية، وهذا العامل يمكن إيجاد نتيجته بطرح قيمة التأثير المتجمع للمكونات الجزئية للنزعة من قيم البيانات الفعلية.

ان طرق تحليل السلاسل الزمنية هي من اقدم طرق التنبؤ. فقد تم استعمال هذه الطرق في بداية القرن العشرين من اقتصاديين حاولوا تحديد الدورات الاقتصادية للسيطرة عليها، إن هناك العديد من طرق التحليل ولكنها تجتمع في هدف واحد. إلا ان المطلوب هو عزل كل مكونة من مكونات السلسلة الزمنية عن غيرها من المكونات باكثر دقة ممكنة. ان المبدأ الأساس لمثل هذا الفصل هو محأولة ازالة الموسمية أولاً، ثم الاتجاه ثانياً واخيراً الدورة. اما المتبقي في سلسلة البيانات فيفترض انه يمثل العشوائية في البيانات التي يمكن تحديدها ولكن لا يمكن التنبؤ بها (الوردي، المصدر السابق، 98) والصيغة العامة لطريقة تحليل السلاسل الزمنية هي:

$$Y_t = f(T_t, S_t, C_t, E_t)$$

إذ تمثل:

Y_t = البيانات الفعلية عند الزمن t.

T_t = المكونة الاتجاهية للبيانات عند الزمن t.

S_t = المكونة الموسمية للبيانات عند الزمن t.

C_t = المكونة الدورية للبيانات عند الزمن t.

E_t = المكونة العشوائية للبيانات عند الزمن t .

7-2-1 نماذج تحليل السلاسل الزمنية:

إن تحديد العناصر يحتاج الى معرفة علاقة تلك العناصر بعضها ببعض ومن ثم تحديد تأثيرها على السلسلة من ناحية القيمة والاتجاه، وتوجد عدة أنموذجات لتحليل السلاسل الزمنية منها :

7-2-1-1 أنموذج حاصل الجمع *Additive model*:

يفترض الأنموذج أن العلاقة بين العناصر الأربعة علاقة تجمعية، بمعنى أن قيمة الظاهرة عند أي نقطة زمنية هي محصلة القيمة الاتجاهية عند هذه النقطة مضافاً اليها تأثيرات التغيرات الموسمية والدورية والعرضية عند النقطة نفسها، فلو رمزنا لقيمة الظاهرة عند نقطة معينة بالرمز (Y) وللقيمة الاتجاهية بالرمز (t)، وللتغيرات الموسمية بالرمز (S)، والتغيرات الدورية بالرمز (C)، والتغيرات العرضية بالرمز (I)، فتكون الصيغة هي الآتية:

$$Y = T + S + C + I$$

ومن تلك العملية يظهر عدم تأثير العناصر الأربعة بعضها ببعض، أي ان قيمة أي عنصر لا تؤثر ولا تتأثر بقيم العناصر الثلاثة الاخرى، وتتكون القيم من وحدات قياس متشابهة منها مثلاً الطن أو المتر أو أي وحدة مناسبة لقياس الظاهرة.

7-2-1-2 نموذج حاصل الضرب *Multiplicative model*:

يفترض هذا الأنموذج ان قيمة الظاهرة عند نقطة زمنية هي القيمة الاتجاهية عند هذه النقطة الزمنية مضروبة في تأثير العناصر الأربعة عند النقطة نفسها، فمن المثال السابق تكون الصيغة هي الآتية:

$$Y = T.S.C.I$$

يختلف هذا الأنموذج عن السابق في ان الاتجاه العام يكون بقيم اصلية اما بقية العناصر فتكون بنسب مئوية، ويفترض تأثير العناصر الاربعة بعضها بالبعض الآخر. (العطار، وحلاوة، 2001، ص129)

3-7 عناصر السلسة الزمنية:

عند دراسة كثير من الظواهر الجغرافية نجد أن جميع هذه الظواهر متأثرة بمرور الزمن تأثيراً معيناً، . ولمعرفة طرائق تمثيل الظواهر المرتبطة بعامل الزمن لابد لنا من دراسة التغييرات المختلفة التي تطرأ على سير الظاهرة المدروسة بفعل العوامل المؤثرة العديدة التي ترتبط بعامل الزمن. فنجد أن بعض الظواهر تزداد قيمتها وتتصاعد بمرور الزمن، وبعضها الآخر يؤثر فيها الزمن ويترك فيها اثراً تنازلياً. وبعض الظواهر يكون فعل الزمن فيها بارزاً حاداً موجباً أو سالباً، وبعضها لا يكاد أن يكون محسوساً ولا يظهر اثره الا بعد مرور فترة طويلة من الزمن، ولتركيب سلسلة زمنية لظاهرة ما نعمل على مشاهدتها مدة من الزمن ونسجل أثناء المشاهدة القيم المختلفة التي تتخذها في فترات زمنية منتظمة. ويستفاد من دراسة السلسلة الزمنية في التعرف على سلوك الظاهرة في الماضي وفي إمكانية التنبؤ بما يمكن أن تكون عليه في المستقبل أو في أزمنة ليس لدينا عنها بيان.

وهناك أربعة عوامل تؤثر على السلسلة هي:

1- تأثير الاتجاه العام *Secular trend, T*:

إن اثر الاتجاه العام على السلسلة الزمنية يمكن تحديده بمعدلات الزيادة في قيمة الظاهرة سواء أكان نحو الزيادة أو النقصان في الوحدات الزمنية المتساوية. وهذا الأثر لا يظهر جلياً بل يحتاج الى عدد كبير من الوحدات الزمنية أي فترة طويلة من الزمن، وهي انعكاس للعوامل المختلفة المحيطة بالظاهرة المدروسة، وتكون تلك التغيرات بشكل تدريجي ومنتظم. ومثال ذلك أن عدد سكان أي بلد يزداد سنوياً وتمثل هذه الزيادة اثر الاتجاه العام في هذه السلسلة.

2- التأثير الموسمي *Seasonal variation, S*:

وهي تغيرات منتظمة تؤثر على الظاهرة ويقتصر حدوثها في أوقات معينة ويتكرر حدوثها في فترات زمنية معينة عادة ما تكون اقل من سنة، وربما تكون بعد مرور موسم، أو فصل زمني معين، أو شهرية، أو أسبوعية، أو يومية، حسب طبيعة الظاهرة المدروسة، ومن الأمثلة على ذلك: أن استهلاك النفط يزداد على المستوى العالمي في فصل الشتاء، أو أن استهلاك الكهرباء يزداد في فترات معينة من النهار ويقل في فترات أخرى، أو يزداد حجم المرور في أوقات الصباح وفي نهاية الدوام التي تسمى أوقات الذروة من كل يوم في معظم المدن.

3- التأثير الدوري *Cyclical movement, C*:

وهي تغيرات منتظمة تكون على فترات زمنية طويلة وعادة ما تكون عدداً من السنين، وتكون على شكل ملامح مميزة للظاهرة وبصورة رتيبة تتمثل بانخفاض ملحوظ أو زيادة ملحوظة في قيمة الظاهرة دورياً فضلاً عن تأثير الاتجاه العام أو الموسمي.

ومن الأمثلة المهمة للتغيرات الدورية ما يسمى بدورات الاعمال في النظام الرأسمالي، وتتراوح مدتها من (2-15 سنة)، وهذا النوع من الدورات يشمل فترات رخاء اقتصادي، يعقبها فترات ركود أو كساد اقتصادي،

ثم دورة انفراج في الازمة الاقتصادية، ويحاول الاقتصاديون تفسير هذه الدورات بعوامل خارجية وعوامل اخرى داخلية في داخل النظام الاقتصادي، (الصالح، والسرياني، المصدر السابق، ص498) .

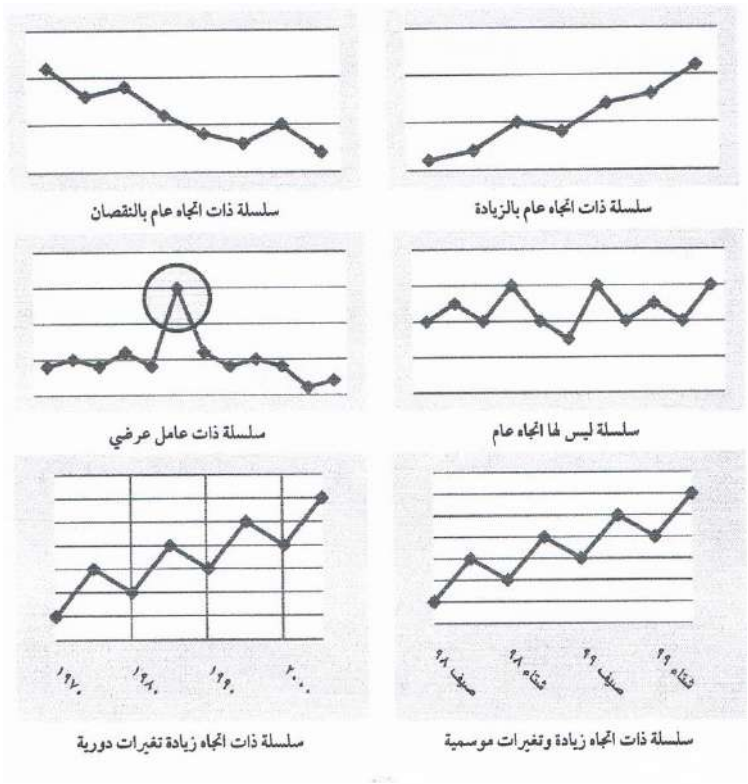
4- التأثير الفجائي *Irregular variation, I*:

وهي تغيرات عرضية أو فجائية لا تحدث بانتظام، بمعنى انه ليس لها نمط معين أو قاعدة ثابتة، فقد تتكرر أو لا تتكرر، أي هي هزات حادة غير متوقعة قد تصيب الظاهرة، وقد تكون هذه التأثيرات سلبية أو إيجابية. ومثال هذه التأثيرات العرضية أو المفاجئة حينما يصاب الانتاج بنكسة خطيرة نتيجة الاضطرابات العمالية أو حالة الحروب، أو تحدث هذه التأثيرات بالصدفة ويصعب التنبؤ بها وتقدير حجمها وتحديد طبيعتها مثل الكوارث نتيجة الزلازل أو الأوبئة.

ومن الجدير بالذكر ان هذه المؤثرات السابقة تسبب تغيرات في مجرى الظاهرة المرتبطة بالزمن، فقد تخضع الظاهرة المدروسة لجميع هذه المؤثرات في وقت واحد أو يخضع بعضها لذلك. فتؤثر كل واحدة في الظاهرة تأثيراً معيناً وفي اتجاه معين، الأمر الذي ينجم عنه تقلبات صاعدة أو هابطة في خط سير الظاهرة، ولذلك يهتم الجغرافيون بدراسة مثل هذه التغيرات ومعرفة أسبابها لتفادي تأثيرها السيئ في المستقبل.

تظهر السلسلة الزمنية باشكال عديدة يمكن ملاحظة أشهرها من خلال الرسوم الموجودة في الشكل (32)، إذ نلاحظ إن الشكل (أ) يمثل سلسلة زمنية ذات اتجاه عام بالزيادة، وهذا الاتجاه العام في نمو مستمر، أما الشكل (ب) فيوضح إن الظاهرة المدروسة في هذه السلسلة ذات اتجاه بالنقصان، ويظهر الشكل (جـ) سلسلة ليس لها اتجاه عام. أما الشكل (د) فيظهر سلسلة ذات عامل عرضي (فجائي) تخضع له الظاهرة المدروسة، والسبب إن الذبذبات في المنحنى تكون على فترات أكثر من سنة، في حين يظهر الشكل (هـ) التغيرات الموسمية التي تحدث لمبيعات احدى المؤسسات على مدى أربعة فصول ، إذ تظهر مدى الاختلاف الفصلي في حجم

المبيعات. ويظهر الشكل (و) التغيرات الدورية التي تخضع لها الظاهرة المدروسة والسبب ان الذبذبات في المنحنى تكون على فترات اكثر حماسة. (الصالح، والسرياني، المصدر السابق، ص501) .



شكل (32) اتجاهات السلاسل الزمنية

7-4 طرق تقدير الاتجاه العام للسلسلة الزمنية:

يوجد العديد من الطرق لاحتساب السلسلة الزمنية وتقدير الاتجاه العام للظاهرة المدروسة أهمها:

7-4-1 طريقة التمهيد باليد *Scattered method*:

وهي أن ترسم خطاً مستقيماً أو منحنياً يمر بالقرب من اغلب النقاط التي تمثل القيم الفعلية للسلسلة الزمنية، ثم يحدد الاتجاه العام للسلسلة بمعادلات الخط الممهد للسلسلة وهو ميل الخط الذي يبين التحرك العام لبيانات

السلسلة بغض النظر عن أي تحركات اخرى. وتعتمد هذه الطريقة على المهارة والتقدير الشخصي للباحث في توفيق هذا الخط. وتختلف نتائجها باختلافه. وهذه الطريقة غير دقيقة، لأنها تعتمد على التقدير الشخصي الذي يختلف من شخص لاخر.

7-4-2 طريقة شبه المتوسطات *Semi Average method*:

تنماز هذه الطريقة بسهولتها الا انها غير دقيقة وتتلخص بتقسيم بيانات السلسلة قسمين متساويين (اذا كان عدد السنوات فردياً نستعيد السنة الاولى او الوسطى) ويعد حساب الوسط الحسابي لكل قسم من القسمين ووضعه في منتصف كل قسم ثم نقوم برسم خط مستقيم يصل بين هاتين النقطتين، وهذا الخط يبين الاتجاه العام طويل المدى.

7-4-3 طريقة المتوسطات المتحركة *Moving- Averages methad*

إن طريقة المتوسطات المتحركة تساعد على التخفيف من حدة الاختلافات بين القيم المتعاقبة باستبدالها بالوسط الحسابي لمجموعة من القيم وسطها القيمة المستبدلة (الزويلف، المصدر السابق، ص141) .

وتعتمد هذه الطريقة على استعمال متوسطات متحركة، إذ نختار عدداً من السنين ونحسب متوسط قيم الظاهرة لهذه السنين ثم نترك القيمة الأولى من قيم الظاهرة ونأخذ متوسط القيمة لعدد مماثل من السنين. ثم نترك القيمة الثالثة من قيم الظاهرة لنأخذ متوسط القيمة لعدد مماثل من السنين، وهكذا سنحصل على الوسط الحسابي المتحرك لقيمة الظاهرة الأصلية. وبهذا نستطيع التخلص من شدة تباين القيمة الشاذة في السلسلة بتوزيعه على مجموعة مفردات السلسلة إذ أن هذه الطريقة تجعل كل مجموع يضم قيمة شاذة واحدة.

وبرسم خط المتوسطات المتحركة يمكن استنتاج خط الاتجاه العام.

7-4-4 طريقة المربعات الصغرى *Least square method*:

إن طريقة توفيق مستقيم باستعمال قاعدة المربعات الصغرى هي طريقة مناسبة حينما يتعذر توفير البيانات الكافية عن حجم العمل المتوقع في فترة التقدير والعلاقة بين حجم العمل وأعداد القوى العاملة. فضلاً عن أنها طريقة مناسبة حينما يخضع عدد العاملين المكون للسلسلة الزمنية لنمو خطي منتظم.

وهذه الطريقة تعني إيجاد خط انحدار (خط الاتجاه العام) لسلوك الظاهرة المدروسة رياضياً بحيث يكون مجموع مربعات انحرافات النقاط عن هذا الخط الممثل للاتجاه العام اصغر ما يمكن. وفي حال استعمال هذه الطريقة في السلاسل الزمنية فان عنصر الزمن يشكل المتغير المستقل. وقيم الظاهرة المدروسة تمثل المتغير التابع.

وتعتمد هذه الطريقة على الحقيقة المسلم بها رياضياً وهي أن الاتجاه العام لأي خط مستقيم يتحدد بتقاطع الخط مع المحور الرأسي وبظل الزاوية التي يحدثها هذا التقاطع.

وعلى ذلك تكتب معادلة خط الاتجاه العام على شكل معادلة الانحدار البسيط على الوجه الآتي:

$$Y = \alpha + BX$$

إذا أن Y: تمثل القيمة الاتجاهية للمتغير التابع (الظاهرة المدروسة).

α وB: ثابتا معادلة الانحدار.

X: الزمن أو قيم السنوات المتتالية في السلسلة الزمنية.

ونحصل على قيمة كل من (α وB) من الصيغتين الآتيتين:

$$\hat{b} = \frac{\sum XY - N\overline{X}\overline{Y}}{\sum X^2 - N\overline{X}^2}$$

$$\hat{\alpha} = \overline{y} - \hat{b}\overline{x}$$

إذ أن n: تمثل عدد السنين.

وبما أن المتغير المستقل هو الزمن وأنه ذو قيمة كبيرة لذا يمكن اختصار العمليات الحسابية عن طريق إعطاء السنوات أرقاماً رمزية صغيرة، كأن نحدد بأن عام 1995 يرمز له بالرمز (1) وعام 1996 بالرمز (2) وعام 1997 بالرمز (3) وهكذا، وعلينا ذكر بداية هذا الرمز عقب معادلة خط الاتجاه العام مباشرة. حتى يستطيع الباحث استعمال المعادلة بدقة. (الصالح، والسرياني، المصدر السابق، ص509).

مثال:

البيانات التالية تمثل المعدل السنوي للامطار المتساقطة في مدينة ما في المدة 2001 لغاية 2010:

السنوات	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
المعدل السنوي للامطار المتساقطة / سم	20	25	22	32	29	34	41	37	43	46

المطلوب:

1- تعيين الاتجاه العام بطريقة التمهيد باليد .

2- تعيين الاتجاه العام بطريقة اشباه المتوسطات.

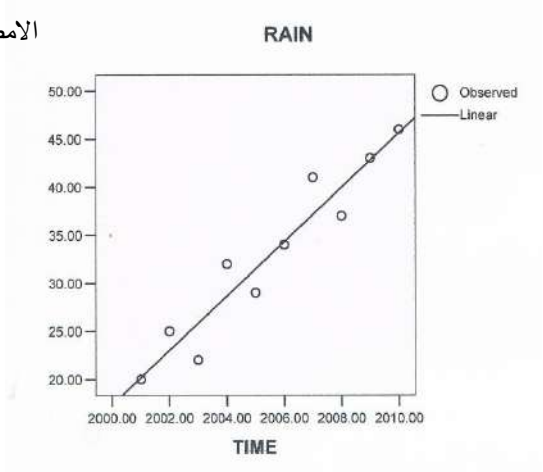
3- تعيين الاتجاه العام بطريقة المتوسطات المتحركة.

4- تعيين الاتجاه العام بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية.

الحل:

اولاً- تعيين الاتجاه العام بطريقة التمهيد باليد:

نرسم محورين الافقي يمثل الزمن (السنوات) والعمودي يمثل معدلات الامطار المتساقطة، ثم نرسم خطاً مستقيماً يمر بالقرب من اغلب النقاط التي تمثل القيم الفعلية للسلسلة الزمنية بحسب ما موضح في الشكل الآتي:



الامطار

السنة

ثانياً: تعيين الاتجاه العام بطريقة اشباه المتوسطات:

السنة	معدل الامطار المتساقطة سم	المجموع	شبه المتوسط	القيمة الاتجاهية $\hat{Y}$
2001	20	128	$\frac{128}{5} = 25.6$	19.76
2002	25			22.68
2003	21			25.60
2004	32			28.52
2005	29			31.44
2006	34	201	$\frac{201}{5} = 40.2$	34.36
2007	41			37.28
2008	37			40.20
2009	43			43.12
2010	46			46.04

فإذا كانت معادلة خط الاتجاه العام هي $y = \alpha + bx$

وكانت سنة 2003 سنة أساساً أي هي نقطة الاصل فإن $\alpha = 25.6$ لذا فان قيمة B ستكون

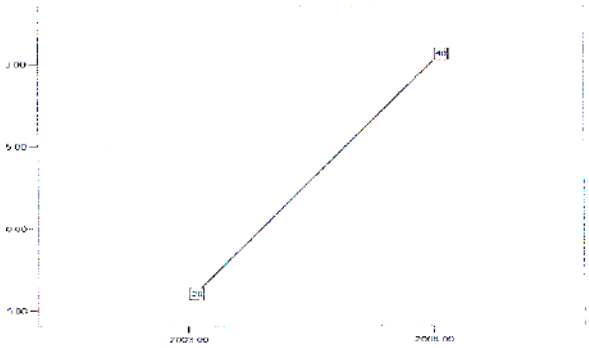
B= الفوق بين الوسطين / الفوق بين الزمنين

$$B = \frac{40.2 - 25.6}{2003 - 2008} = \frac{14.6}{5} = 2.92$$

$$\therefore \hat{Y} = 25.6 + 2.92(x)$$

من نتائج الجدول في أعلاه نحصل على الشكل البياني (33) الذي يمثل شكل الاتجاه العام.

الامطار



السنوات

شكل (33) الاتجاه العام بطريقة اشباه المتوسطات

ملحوظة: لتقدير $\hat{Y}$ لاي سنة سابقة او لاحقة لسنة الاساس فاننا نحسب قيمة X بمقدار بعد السنة المدروسة عن سنة الاساس. فمثلاً لتقدير المعدل السنوي لسقوط الامطار لعام 2012 تتبع ما ياتي:

$$\hat{Y}2012 = 25.6 + 2.92(9) = 51.88$$

اما إذا أخذت سنة سابقة لسنة الاساس 2001

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= 25.6 + 2.92(X) \\ &= 25.6 + 2.92(-2) \\ &= 25.6 + (-5.84) \\ &= 25.6 - 5.84 \\ &= 19.76\end{aligned}$$

اما اذا اخذنا سنة 2008 سنة اساس فان معادلة التقدير ستكون

$$\hat{Y} = 40.2 + 2.92(X)$$

واذا اردنا معرفة القيمة الاتجاهية لسنة 2005

$$\hat{Y}\,2005 = 40.2 + 2.92(X)$$
$$= 40.2 + (-8.76)$$
$$= 40.2 - 8.76$$
$$= 31.44$$

اما اذا اردنا معرفة القيمة الاتجاهية لسنة 2010

$$\hat{Y}\,2010 = 40.2 + 2.92(X)$$
$$= 40.2 + 2.92(2)$$
$$= 40.2 + 5.84$$
$$= 46.04$$

اما اذا اردنا معرفة القيمة الاتجاهية لسنة 2012

$$\hat{Y}\,2012 = 40.2 + 2.92(X)$$
$$= 40.2 + 2.92(4)$$
$$= 40.2 + 11.68$$
$$= 51.88$$

ثالثاً: تعيين الاتجاه العام بطريقة المتوسطات المتحركة:

متوسط متحرك خماسي	مجموع متحرك خماسي	متوسط متحرك ثلاثي	مجموع متحرك ثلاثي	معدل سقوط الامطار	السنوات

	السنوي سم				
2001	20	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ
2002	25	67	22.33	ـــــ	ـــــ
2003	22	79	26.33	128	25.6
2004	32	83	27.66	142	28.4
2005	29	95	31.66	158	31.6
2006	34	104	34.66	173	34.6
2007	41	112	37.33	184	36.8
2008	37	121	40.33	201	40.2
2009	43	126	42	ـــــ	ـــــ
2010	46	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ

رابعاً: تعيين الاتجاه العام بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية:

السنوات	المعدل السنوي للامطار المتساقطة سم Y	X	$\sum XY$	$\sum X_i^2$	القيمة الاتجاهية $\hat{Y} = \alpha + BX$
2001	20	1	20	1	20.16
2002	25	2	50	4	22.99
2003	22	3	66	9	25.82
2004	32	4	128	16	28.65
2005	29	5	145	25	31.48
2006	34	6	204	36	34.31
2007	41	7	287	49	37.14
2008	37	8	296	64	39.97
2009	43	9	387	81	42.80
2010	46	10	460	100	45.63
	329	55	2043	385	

$$\overline{Y} = \frac{329}{10} = 32.9$$

$$\overline{X} = \frac{55}{10} = 5.5$$

$$\hat{b} = \frac{n\sum XY - \sum X_i \sum Y_i}{n\sum X_i^2 - \left(\sum X_i\right)^2}$$

$$= \frac{10(2043) - (55)(329)}{10(385) - (55)^2}$$

$$= \frac{2335}{825} = 2.830$$

$$\hat{\alpha} = \overline{Y} - \hat{B}\,\overline{X}$$

$$= 32.9 - (2.830)(5.5)$$

$$= 17.335$$

∴ معادلة الاتجاه العام هي

$$\hat{Y} = 17.335 + (2.830)(X)$$

تقدير معدل الأمطار التي ستتساقط في عام 2013

$$\hat{Y} = 17.335 + (2.830)(13)$$

$$\hat{Y} = 17.335 + 36.79$$

$$\hat{Y} = 54.125$$

الفصل الثامن

8–1 البرنامج الإحصائي SPSS

8–1–1 نوافذ برنامج SPSS

8–1–2 انواع ملفات برنامج SPSS

8–1–3 طرق تشغيل برنامج SPSS

8–1–4 صناديق حوار برنامج SPSS

8–1–5 تهيئة ملفات لادخال البيانات لبرنامج SPSS

8–1–6 إدخال البيانات الى صفحة SPSS

8–2 الرسوم البيانية باستعمال برنامج SPSS

8–3 استخراج مقاييس النزعة المركزية والتشتت باستعمال برنامج SPSS

8–4 استعمال برنامج SPSS في تحليل الارتباط

8–5 استعمال برنامج SPSS في تحليل الانحدار

الفصل الثامن

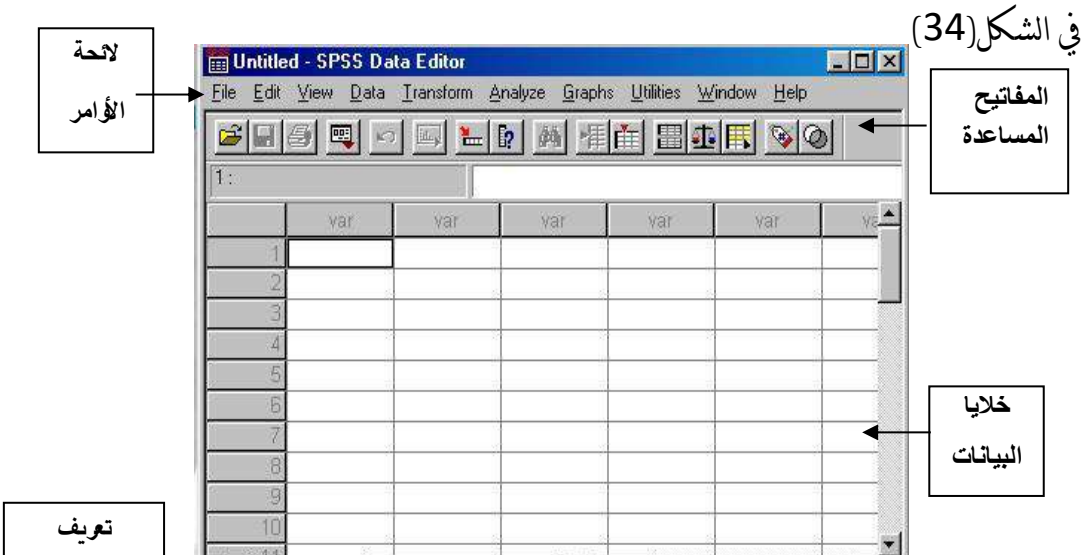
8-1 البرنامج الإحصائي *SPSS*:

إن البرنامج الإحصائي SPSS هو مختصر لـatistical Package for Social Science " الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية" وهي حزمة حاسوبية متكاملة لإدخال البيانات وتحليلها . وتستعمل بكثرة من الباحثين وفي مختلف البحوث العلمية التي تشتمل على العديد من البيانات الرقمية لتحليل واستخراج النتائج على هيئة تقارير إحصائية أو أشكال بيانية أو بشكل توزيع اعتدالي أو كان إحصاءً وصفياً بسيطاً أو معقداً و تستطيع الحزمة جعل التحليل الإحصائي مناسبا للباحث المبتدئ والخبير على حد سواء .

ويعد محرر البيانات Data Editor لبرنامج SPSS الواجهة الأولية للحزمة، وهي واجهة تشبه الجداول الالكترونية وتستعمل لإدخال البيانات الخام لأول مرة، ومن خلاله يمكن قراءة البيانات وتعديلها أو تغيير البيانات Data Files، علماً بأن هذه الملفات لا تستطيع استخراج أي نوع من النتائج؛ لأن الحصول على النتائج يتطلب ان ترسل تلك الملفات الى نوع اخر من الملفات تلك التي تسمى بملفات المخرجات Output Files .

إن ملفات المخرجات هذه تحتوي على جميع النتائج التي تنجز بعد القيام بالعمليات الإحصائية المطلوبة من الباحث، وبعد التأكد من صحة النتائج المطلوبة من الباحث، عليه ان يخزن تلك النتائج؛ لأن فقدها يؤدي الى اعادة اجراء العمليات الإحصائية كاملة وطلب النتائج من البرنامج مجدداً .

من خلال هذه المقدمة البسيطة للبرنامج spss يمكننا تقسيم هذا البرنامج الى أربعة أقسام رئيسة بحسب ما موضحة في الشكل(34)



شكل(34) محرر البيانات

1. لائحة الأوامر Command Functions.
2. شاشة البيانات Data View.
3. شاشة تعريف المتغيرات Variable View.
4. لائحة التقارير والمخرجات Output Navigator.

8-1-1 نوافذ برنامج *SPSS*:

تتوافر في برنامج spss العديد من النوافذ واهمها:

1. نافذة محرر البيانات *Data Editor*.

وتعرض هذه النافذة محتويات ملف معين من البيانات ويمكن تكوين ملف جديد أو تحوير ملف موجود، وتفتح هذه النافذة تلقائياً عند تشغيل البرنامج.

2. نافذة المعارض *Viewer*.

هذه النافذة تعرض جميع النتائج الإحصائية والجداول والمخططات ويمكن تنقيح تلك النتائج وخزنها .

3. نافذة مسودة المعارض *Draft Viewer*.

من خلال هذه النافذة يمكن عرض المخرجات كونها نصاً اعتيادياً (بدلاً من جداول محورية تفاعلية) . لذا لا يمكن تحوير الجداول والمخططات في هذه النافذة مطلقاً .

4. نافذة محرر الجداول المحوري *Pivot table Editor*.

من خلال هذه النافذة يمكن تحوير الجداول المحورية بعدة طرق.

5. نافذة محرر المخططات *Charts Editor*.

يمكن من خلال هذه النافذة تحوير المخططات على وفق الهدف منها .

6. نافذة محرر النصوص *Text output Editor*.

من خلال هذه النافذة يمكن خزن خيارات صناديق الحوار، إذ يمكن تحويرها لاضافة اوامر وميزات لا تتوافر في الاوامر القياسية لبرنامج spss .

7. نافذة محرر الخطوط *Script Editor*.

هذه النافذة تتيح امكانية خلق الخطوط الأساسية وتحويرها .

8-1-2 أنواع ملفات برنامج *spss*:

في برنامج spss تتوافر الأنواع الرئيسة الآتية من الملفات:

1. ملفات البيانات *Data Files*.

تتكون هذه الملفات باستعمال محرر البيانات Data Editor وهي تحتوي على البيانات التي تستعمل في التحليل الإحصائي.

2. ملفات المخرجات الإحصائية *Output Files*.

تحتوي هذه الملفات على مخرجات التحليل الإحصائي أو المخططات.

3. ملفات التعليمات *Syntax*.

تحتوي هذه الملفات على الاجراءات الإحصائية التي تخزن على شكل اوامر.

8-1-3 طرق تشغيل برنامج *spss*:

إن تشغيل برنامج spss يمكن ان يتم من خلال احدى الطريقتين الاتيتين:

أولاً: النقر مرتين Double – click بزر الماوس الايسرعلى ايقونة برنامج spss (عند وجودها على سطح المكتب) .

ثانياً: من خلال الزر Start وحسب التسلسل التتابعي الآتي:

Start ⟶ spss programs ⟶

إذ تظهر نافذة Data Editor تلقائياً .

استعمالات جهاز الماوس *Mouse*:

1. النقر Click: النقر بزر الماوس الأيسر وقد تشير إلى ذلك بالنقر (للاختصار) ويستعمل لأغراض التأثير والتحديد والتنفيذ .
2. النقر المزدوج Double – Click: نقر زر الماوس الايسر مرتين متتاليتين وقد تشير الى ذلك بالنقر مرتين (للاختصار) .
3. النقر Click بزر الماوس الأيمن: ويفيد في إظهار قائمة الاوامر المختصرة Short Command List فضلاً عن أنه يفيد في اظهار تعليق أي نص يرد في صندوق الحوار أو في مؤشر محتسب في الجداول المحورية.

8-1-4 صناديق حوار برنامج *spss*:

إن صندوق الحوار Dialog Box في برنامج spss وكما هو الحال مع البرامج التي تعمل مع نظام Windows يتيح اختيار المتغيرات التي يرغب الباحث في اجراء التحليلات الإحصائية عليها فضلاً عن أنه يعد بديلا عن كتابة الاوامر البرمجية المعقدة التي يكون الهدف منها إنجازاً إحصائياً معيناً . وبشكل عام يتكون الصندوق من:

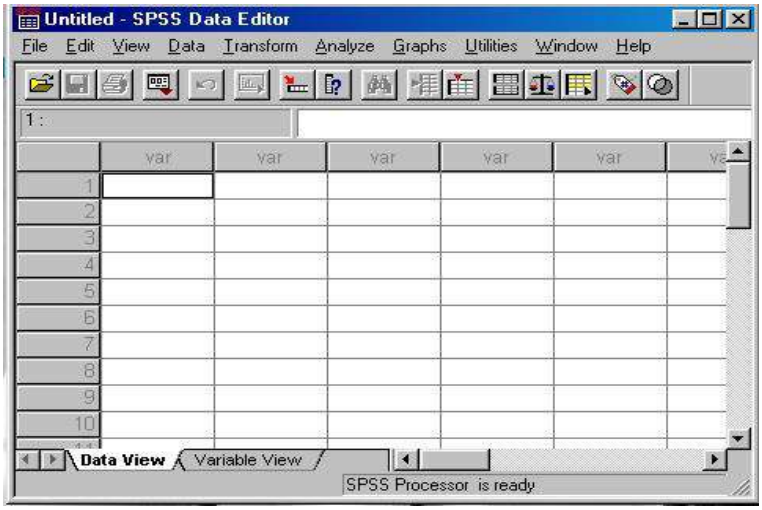
1. قائمة المتغيرات المصدر *Sourse Variable List*: وتشمل كافة المتغيرات الموجودة في الملف الحالي من ذات الانواع المسموحة الاستعمال في الأسلوب الإحصائي المختار .

2. قوائم المتغيرات الهدف *Command Pushbuttons*: وهذه الأزرار تقوم باعلام البرنامج لتنفيذ عمل معين مثلا تمشية البرنامج أو الحصول على مساعدة . . . الخ.

8-1-5 تهيئة ملفات لادخال البيانات لبرنامج *spss*:

أولاً: Data View:

إن تهيئة الملفات لبرنامج spss ينفذ من خلال محرر البيانات Data Editor وهو ورقة نثر مقسمة إلى أعمدة وصفوف، إذ أن الأعمدة تمثل المتغيرات Variables والصفوف تمثل الحالات Cases، فضلاً عن ان الورقة هذه تحتوي على عدد كبير من الخلايا Celles، وكل خلية Cell هي تقاطع المتغير مع الحالة. ويتم عرض البيانات الحقيقية في هذه الورقة من خلال قائمة تحتوي على مجموعة من الأوامر الآتية الموضحة في شكل (35) spss Data Editor.



شكل (35) spss Data Editor

1. ملف File لفتح الملفات وحفظها .

2. تحرير Editor ويستعمل لقص القيم ونسخها ولصقها .

3. عرض View ويستعمل للتحكم في شكل القيم وشرحها .

4. بيانات Data لغرض عمل تغير شامل على ملف البيانات.

5. اعادة التشكيل Transform ويستعمل عندما يراد تغيير متغيرات محددة في ملف البيانات وحساب متغيرات جديدة وبناء على قيم موجودة.

6. تحليل Analysis ويمكن من خلال هذه الاوامر اختيار مجموعة كبيرة من العمليات الإحصائية منها مثلاً (مقايس النزعة المركزية، ومقاييس التشتت، والارتباط، والانحدار، والاختبارات الإحصائية(Z، t، وتحليل البيانات، ومربع كاي . . .الخ) .

7. الاشكال Graphs ويستعمل هذا الامر لاعداد الرسوم البيانية ومنها (المنحنى، والاعمدة، والمدرج التكراري، والدائرة البيانية وغيرها) .

8. أدوات Utilities للحصول على معلومات عن المتغيرات وللتحكم في ظهور متغيرات معينة في مربع الحوار وللتحكم في شاشة العرض الرئيسة.

9. نافذة window لتحويل نوافذ spss أو لتصغير جميع نوافذ spss المفتوحة.

10. المساعدة help للحصول على الصفحة الاساسية للبرنامج أو الدخول على شاشة المساعدة في العديد من اوجه spss .

ثانياً: Variable View:

هذه الصفحة تحتوي على شرح ووصف لكل المتغيرات الموجودة في محرر البيانات، علما أن الصفوف تحتوي على المتغيرات بينما الاعمدة تبين وصف هذه المتغيرات وتشمل:

1. اسم المتغير Name: ويشمل اسماء المتغيرات التي يجب ان تبدأ بحرف، اما الباقي فيمكن ان يكون حروفاً أو ارقاماً أو نقطة، أو @، أو #، أو $. فضلاً عن أن الاسماء يجب ان لا تنتهي بنقطة وأن لا يتعدى الاسم عن ثمانية حروف.

2. نوع المتغير Type: معروف ان جميع البيانات هي ارقام ولكن يمكن ادخال القيم على هيئة حروف أو نقط أو بشكل رموز للعملة النقدية.

3. عرض المتغير Width :أن عرض المتغير يعتمد على نوع المتغير.

4. تسمية المتغير Labels: يجب ان يتم وصف كامل للمتغير.

5. المفقود Missing: لتحديد البيانات المفقودة إذ يمكن تصنيفها على هيئة: متروكة بسبب المستجيب في حالة الاستبانة أو متروكة: بسبب سوء الفهم . . .الخ.

اما بخصوص الاوامر التي تتضمنها هذه الصفحة فهي:

1. ملف File فتح المخرجات وحفظها وطباعتها .

2. تحرير Editor قطع المخرجات ونسخها ولصقها .

3. عرض View للتحكم بمسطرة الاوامر.

4. ادراج Insert لغرض ادراج فاصل صفحة أو عنوان أو نص أو أي هدف من برنامج آخر.

5. تشكيل Format لتغيير حدود مخرجات محددة.

6. تحليل Analysis لاختيار أي من العمليات الإحصائية واختباراتها .

7. ادوات Utilities لغرض الحصول على معلومات عن متغير ما وللتحكم في المتغيرات التي تظهر في صندوق الحوار.

8. نافذة Window للتحول بين نوافذ spss أو لتصغير جميع نوافذ spss المفتوحة.

9. المساعدة Help للحصول على الصفحة الاساسية لبرنامج spss أو الدخول على شاشة المساعدة في العديد من اوجه spss.

ملحوظة: يمكن إظهار ورقة Variable View عن طريق نقر Variable View أو النقر مرتين على اسم المتغير (أعلى العمود) في ورقة Data View . وللانتقال من ورقة Variable View إلى ورقة data view انقر عروة data view أسفل ورقة Variable View أو انقر مرتين رقم (السطر) في Variable View

8-1-6 إدخال البيانات إلى صفحة *SPSS*:

بعد أن تم التعرف على طبيعة برنامج SPSS وعمله تأتي مرحلة إدخال البيانات إلى صفحة spss، التي يمكن إيضاحها من خلال البيانات الآتية والتي تمثل قيود مجموعة من الأشخاص في اختبار معين.

Id	gender	b date	Gradel
Ali	1	16-3-1984	87
Nadia	2	23-11-1987	96

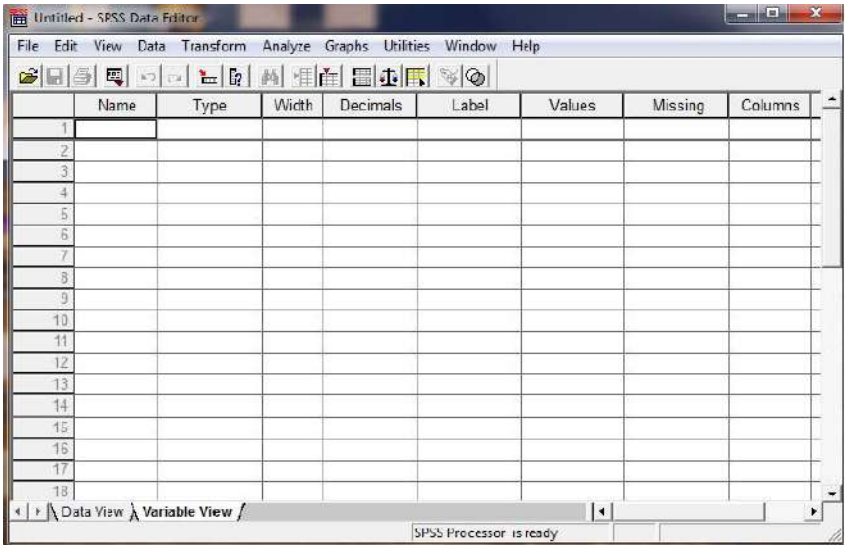
Marwa	2	23 -11- 1987	90
Alzahraa	2	22-10- 1995	95
Ruqaya	2	1-1- 1997	92
Mohammad	1	1-1- 1997	92

إن هذه البيانات يتم ادخالها في ورقة Data View والبيانات في هذه الورقة هي متغيرات (كل عمود في الورقة يمثل احدى المتغيرات) والمتغيرات هذه يمكن تقسيمها على وفق ما يأتي:

1. المتغير الاول (الاسم id) وهو متغير رمزي String.
2. المتغير الثاني (الجنس gender) إذ يرمز للذكر بالرقم (1) وللأنثى بالرقم(2) وهو متغير Numeric.
3. المتغير الثالث(الميلاد bdate) ونوعه متغير تاريخ date.
4. المتغير الرابع (الدرجة Grade) وهو متغير رقمي Numeric.

خطوات الإدخال:

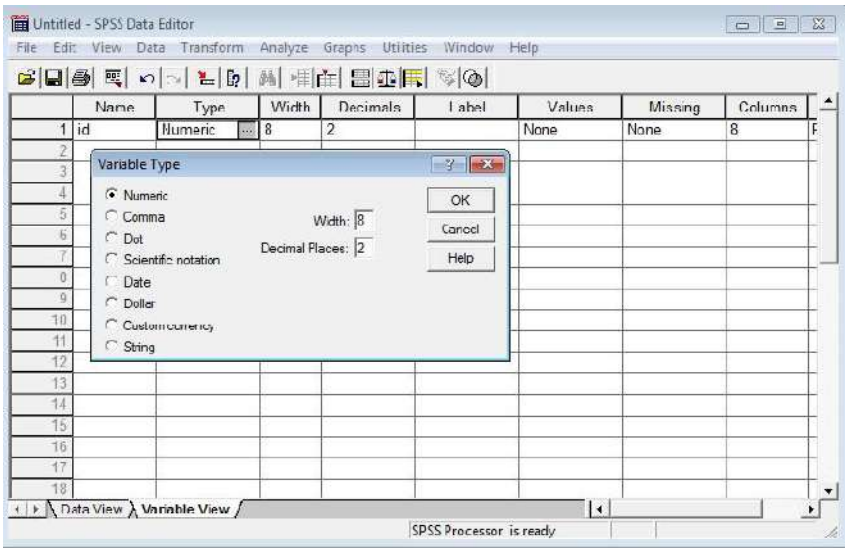
1. من الصفحة الرئيسة Spss- Data Editor، انقر علامة التبويب Variable View الموجودة في القسم الأيسر السفلي من النافذة



شكل(36) spss Data Editor

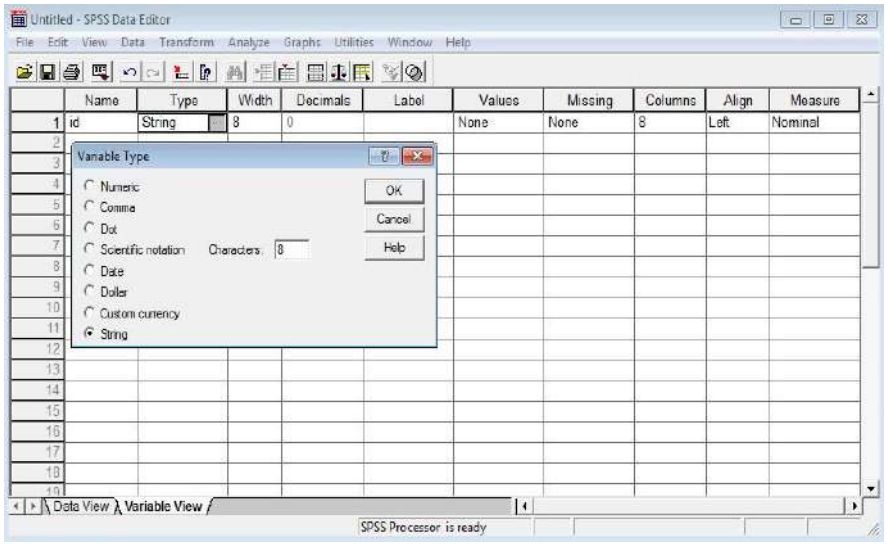
الذي ينتج عن الشكل (36) أعلاه والذي يمثل كل سطر فيه متغيراً من المتغيرات المطلوب إدخالها .

2. في العمود Name اكتب id كما في الشكل (A37) .



شكل (A37) spss Data Editor

3. في العمود Type انقر الرمز [. . .] ثم انقر الخيار String بحسب ما موضح في الشكل (B37)

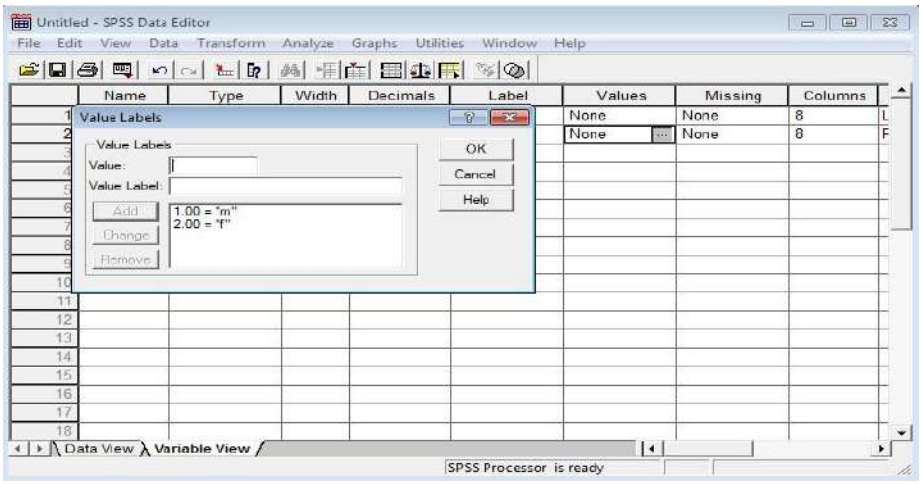


شكل (B37) Variable Type

ثم انقر الزر ok ليتم تعيين نوع المتغير.

4. في العمود width نعدل القيمة لتصبح 8، ويمكن زيادة أو نقص العرض من خلال الاسهم الى الاعلى أو الاسفل.

5. في العمود Label قد تكون هناك حاجة الى تعيين عنوان للقيمة كون المتغير يستعمل قيماً عددية للتعبير عن قيم غير عددية مثلا المتغير gender يستعمل الرقم (1) للتعبير عن الذكور males [1, m] والرقم (2) للتعبير عن الاناث Females [2, f] بحسب ما موضح في الشكل (38).



شكل(38) Value Labels

6. لإعطاء عنوان لقيم المتغير gender نتبع الخطوات الاتية:

a. انقر الخلية التي تقع تحت العمود Value وفي سطر المتغير gender في صفحة Variable View.

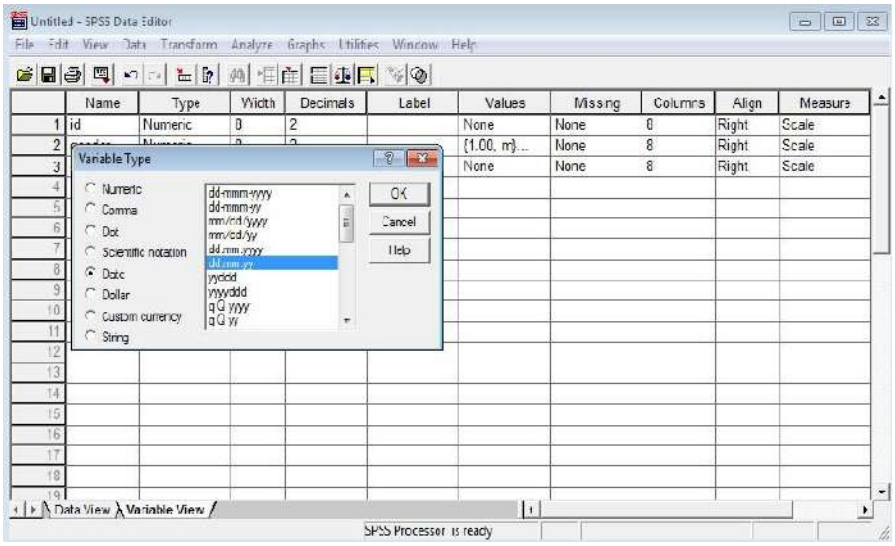
b. يظهر صندوق الحوار Variable View.

c. انقر المستطيل المقابل لـ Variable واكتب الرقم (1)، ثم انقر المستطيل المقابل لكلمة Value Label واكتب الحرف (m) ثم انقر الزر Add لإضافة العنوان.

d. انقر المستطيل المقابل لـ Value واكتب الرقم (2) انقر المستطيل المقابل لكلمة Value Label واكتب الحرف f ثم انقر الزر Add لإضافة (2, p) لاضافة العنوان، كما في الشكل (38)

e. انقر الزر ok فيتم اضافة (1, m) الى العمود Value .

7. بالنسبة لمتغير الميلاد bdate نختار النوع Date من صندوق الحوار Variable type بحسب ما موضح في الشكل (39)

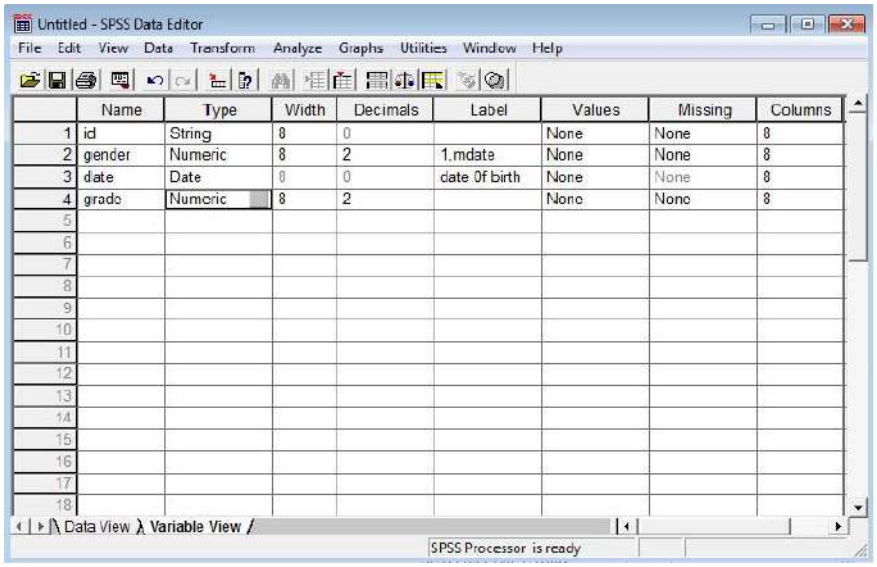


شكل(39) Variable Type

ويمكن ان نختار احد انواع كتابة التاريخ وقد اخترنا dd. mm.yy ليعبر عن النوع المطلوب للتاريخ.

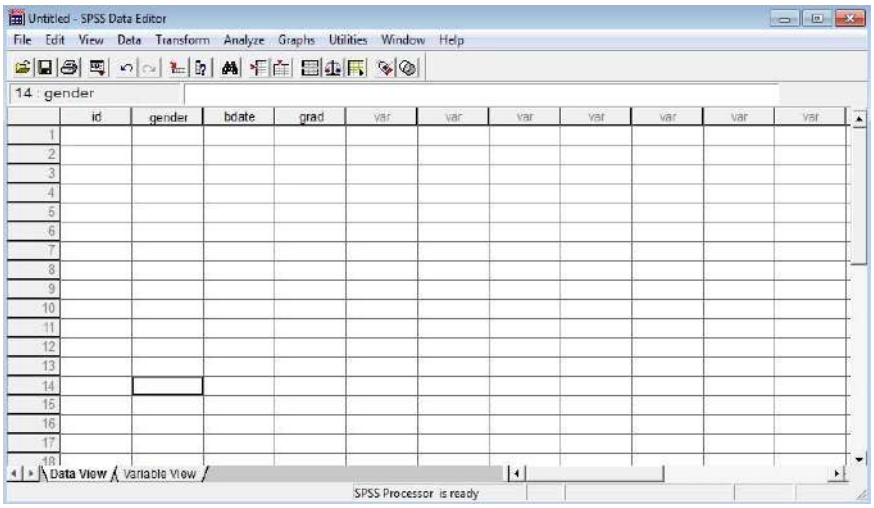
8. بالنسبة لمتغير الدرجة grade فسنختار النوع Numeric من صندوق الحوار Variable type .

بعد تعريف المتغيرات الاربعة المذكورة في مثالنا السابق تظهر شاشة Variable View بحسب ما موضح في الشكل (40)



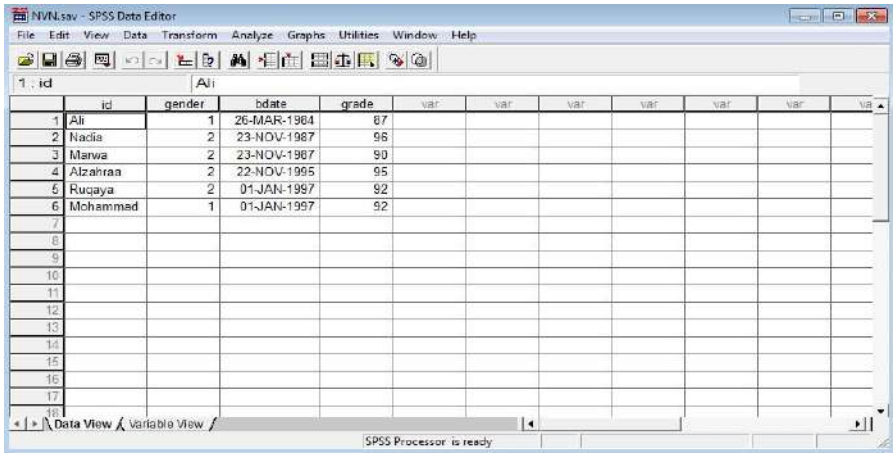
شكل (40) spss Data Editor

بعدها ننقر عروة Data View للانتقال الى الشكل (41) لكي نبدأ بادخال البيانات



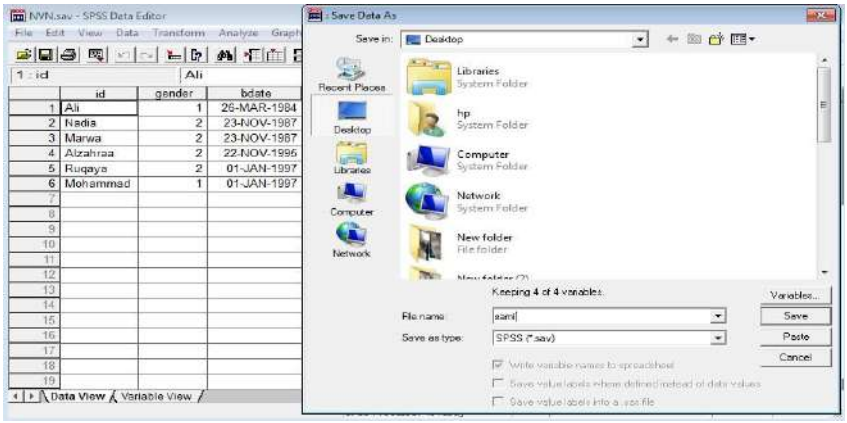
شكل (41) spss Data Editor

اما حسب المتغيرات أو حسب الحالات فنقوم بوضع إشارة الماوس على الخلية الاولى في المتغير لتصبح الخلية الفعالة Avtive Cell وادخال القيم وضغط مفتاح enter أو مفتاح الاسهم والانتقال الى الخلية الثانية وهكذا، و بعد اتمام عملية الادخال تظهر ورقة Data View بحسب ما موضح في شكل (42) .



شكل (42) spss Data Editor

ولغرض خزن الملف الذي يتم تكوينه باسم sami نختار من القوائم save As File فيظهر صندوق الحوار Save data as بعد ذلك نكتب اسم الملف sami في المستطيل المقابل لـ File name ثم ننقر زر save، بعد ذلك يتم خزن الملف باسم Sami . sav بحسب ما يظهر في الشكل (43) .



شكل (43) Save Data As

واذا كانت هناك حاجة إلى هذا الملف مستقبلا فنختار من شريط القوائم

File open، ثم نكتب اسم الملف المخزون ونوعه في صندوق الحوار open .

2-8 الرسوم البيانية *Charts* باستعمال برنامج *SPSS*:

تعد الرسوم البيانية إحدى أدوات الإحصاء الوصفي إذ يمكن من خلالها عرض البيانات الإحصائية بطريقة سهلة ومبسطة ومعبرة في الوقت نفسه عن طبيعة الظاهرة المدروسة. ومن أهم تلك المخططات هي:

a. الأعمدة البيانية Bars.

b. الخطط البيانية Lines.

c. الدائرة البيانية Pie.

d. المدرج التكراري Histogram.

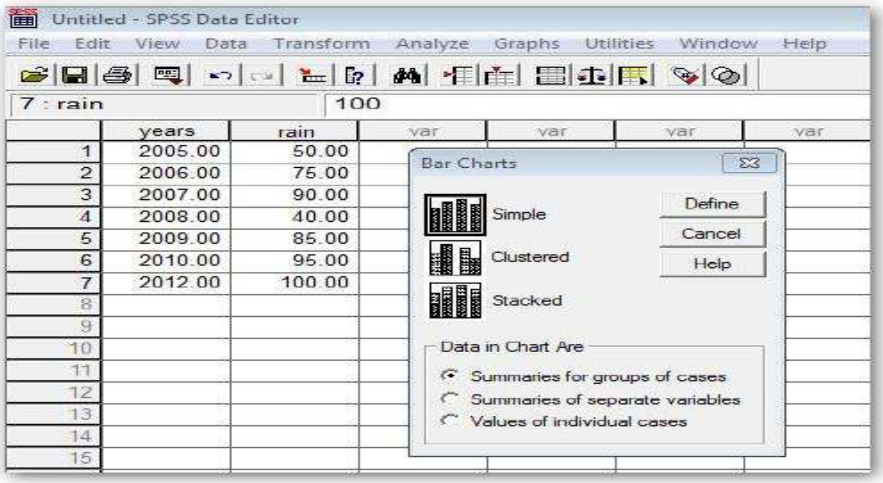
مثال:

البيانات الآتية تمثل المعدلات السنوية لسقوط الامطار في احدى المدن، والمطلوب رسم كل من الاعمدة البيانية والخطوط البيانية والدائرة البيانية:

Years	Rain
2005	50
2006	75
2007	90
2008	40
2009	85
2010	95
2011	100

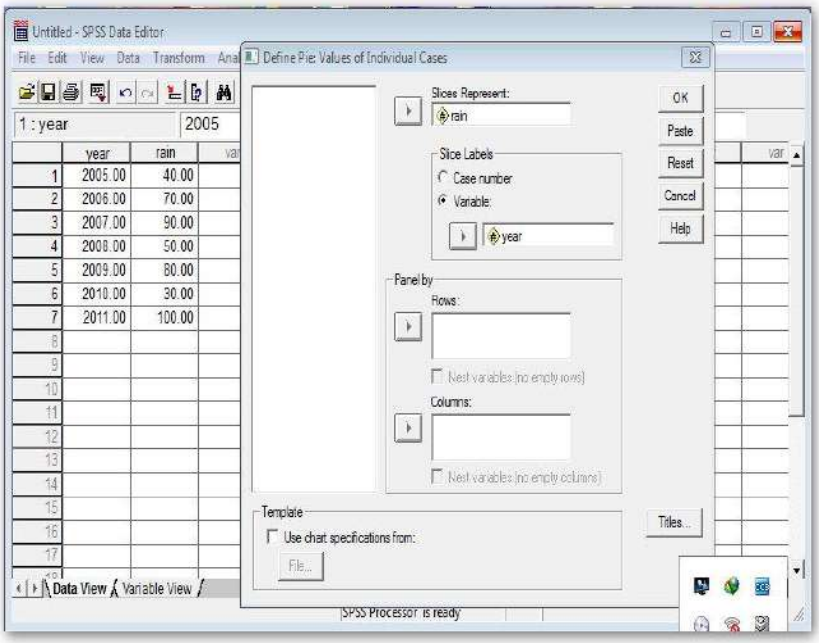
الحل:

1- بالنسبة للاعمدة البيانية يتم الحصول عليها من القائمة Graphs، ثم نضغط على الامر الفرعي Bar لنحصل على مربع الحوار Bar Charts بحسب البيانات في الشكل (44).



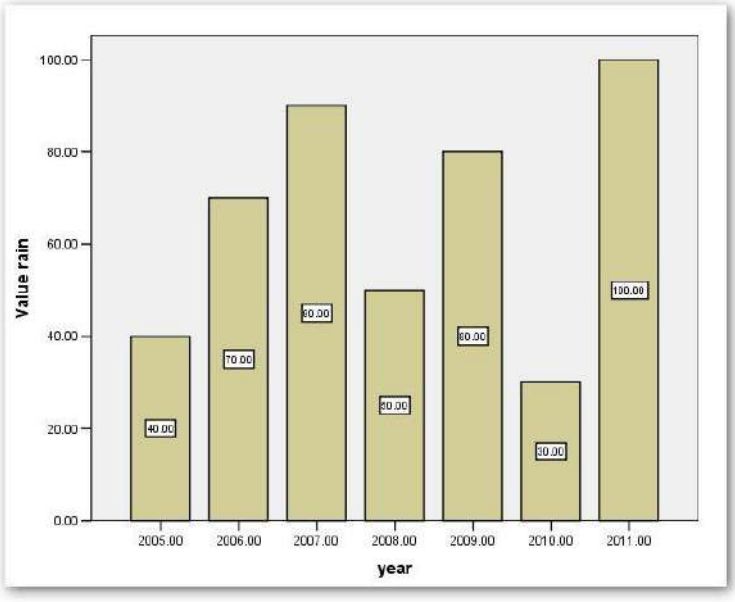
شكل (44) صندوق حوار Bar Charts

نؤشر على الشكل Simple وعلى الدائرة المقابلة Value Of Individual Cases ثم نضغط على الزر Define فيظهر صندوق الحوار Define Simple Bar فيحول المتغير Rain الى المستطيل الذي يقع اسفل Bars Represent، ثم نؤشر على الدائرة المجاورة لـ Variable، بعد ذلك تحول متغير الزمن Year الى المستطيل الذي يقع اسفل Variable، بحسب ما يظهر في الشكل (45).



شكل (45) صندوق حوار Define Simple Bar

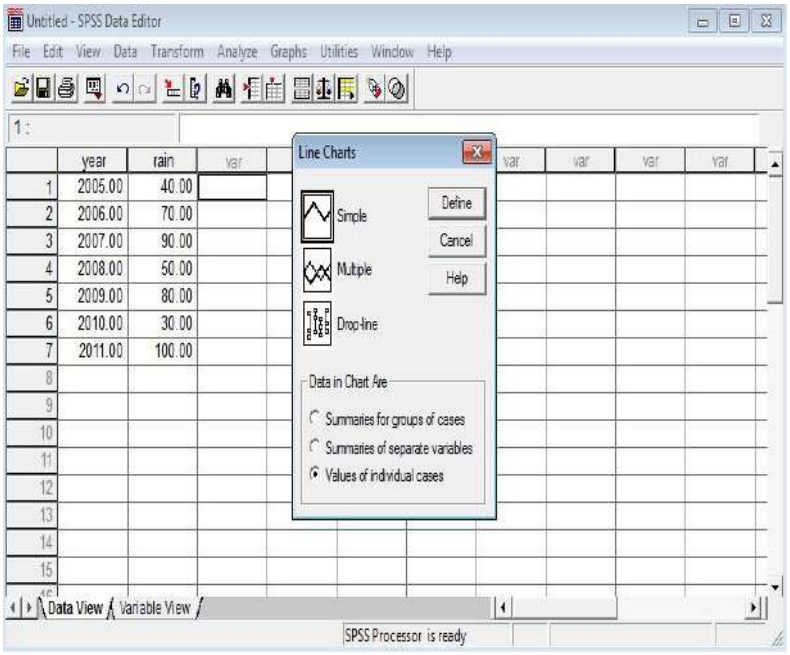
بعد ذلك ننقر بالماوس ok لنحصل على الشكل (46)



شكل (46) الأعمدة البيانية

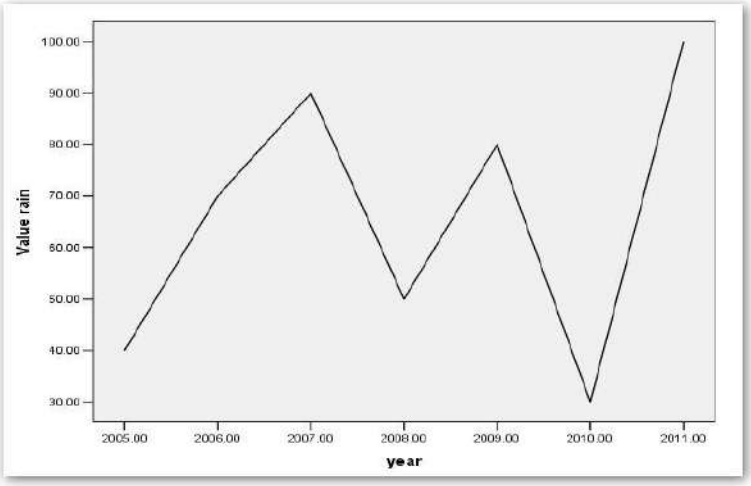
2- الخط البياني:

كما في حالة الاعمدة البيانية من القائمة Graphs نختار Line فنحصل على صندوق الحوار Line Charts، نؤشر على الشكل Simple ثم ننقر على الدائرة المجاورة Value Of Individual Cases بحسب ما موضح في الشكل (47).



الشكل (47) صندوق حوار Line charts

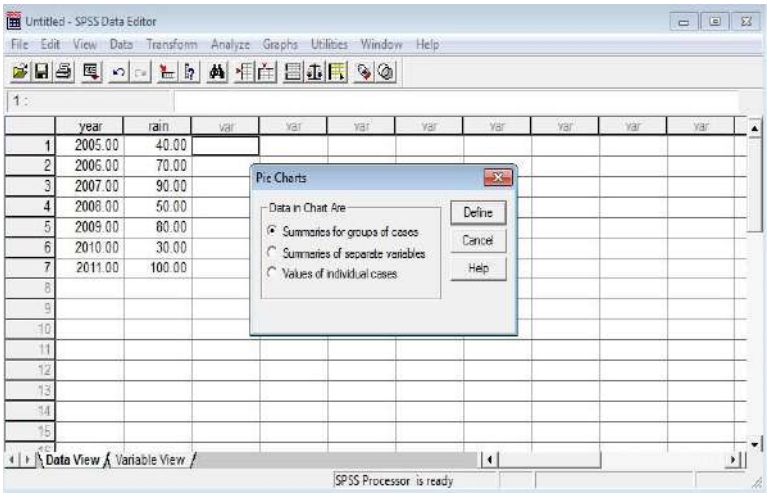
بعد ذلك نضغط على الزر Define، فيظهر صندوق حوار Define simple line ، نقوم بتحويل متغير المطر Rain الى المستطيل الذي يقع اسفل Line represents ، ثم نضغط على الدائرة المجاورة لـ Variable وننقل متغير الزمن Year الى المستطيل الذي يقع اسفل Variable، واخيرا ننقر على الزر ok لنحصل على الشكل (48) الذي يمثل الخط البياني:



شكل (48) الخط البياني

3- الدائرة البيانية

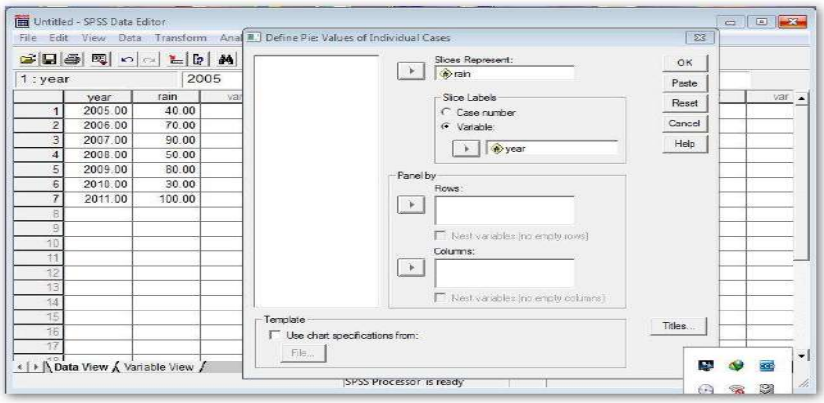
من القائمة Graphs نختار Pie فيظهر صندوق الحوار Pie Charts بحسب ما موجود في الشكل (49).



شكل (49) صندوق حوار Pie Charts

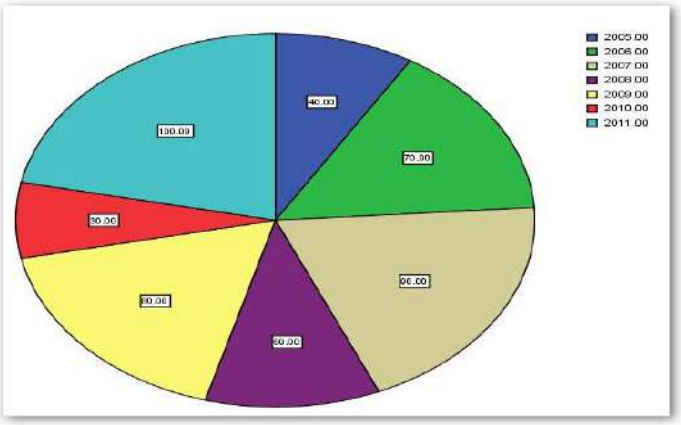
نؤشر على الدائرة المجاورة لـ Value Of Individual Cases ثم ننقر بالماوس الزر Define فيظهر صندوق حوار Define Pie، نقوم بإدخال متغير المطر Rain في المستطيل الذي يقع أسفل Slices

represent، ثم نؤشر على الدائرة المجاورة لـ Variable، بعد ذلك ندخل متغير الزمن Year في المستطيل الذي يقع أسفلها بحسب ما موضح في الشكل (50) .



شكل (50) شاشة Define Pie

بعد ذلك ننقر الزر ok لنحصل على الشكل (51)



شكل (51) الدائرة البيانية

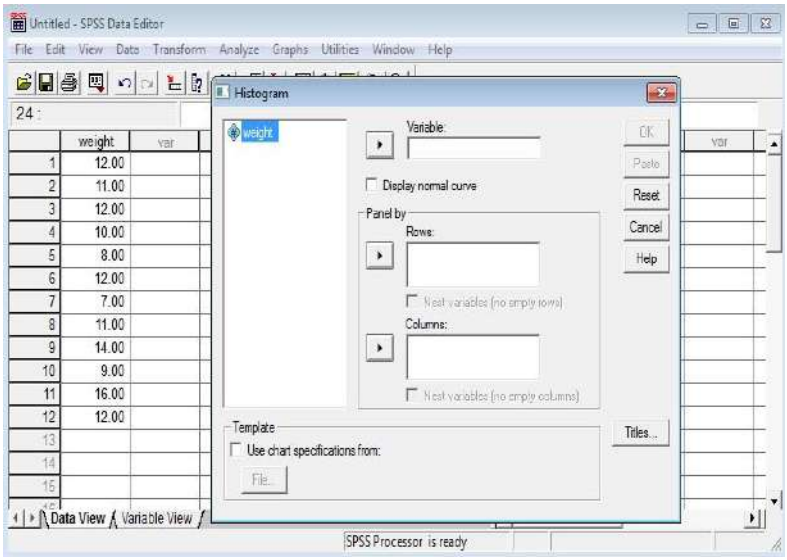
4- المدرج التكراري:

بعد إدخال البيانات الآتية التي تمثل أوزان اثني عشر طفلاً

9	7	10	12
16	11	8	11

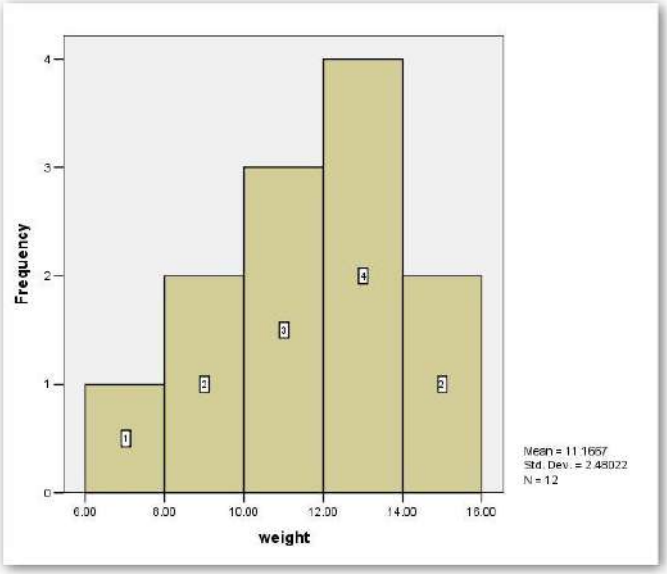
12 14 12 12

من القائمة Graphs نختار Histogram فيظهر صندوق الحوار Histogram، بحسب ما موضح في الشكل (52).



شكل (52) صندوق حوار Histogram

نحول متغير الوزن Weight إلى المستطيل الذي يقع أسفل Variable، ثم ننقر الزر ok فنحصل على الشكل (53) الذي يمثل المدرج التكراري.



شكل (53) المدرج التكراري

8-3 استخراج مقاييس النزعة المركزية والتشتت باستعمال نظام *SPSS*

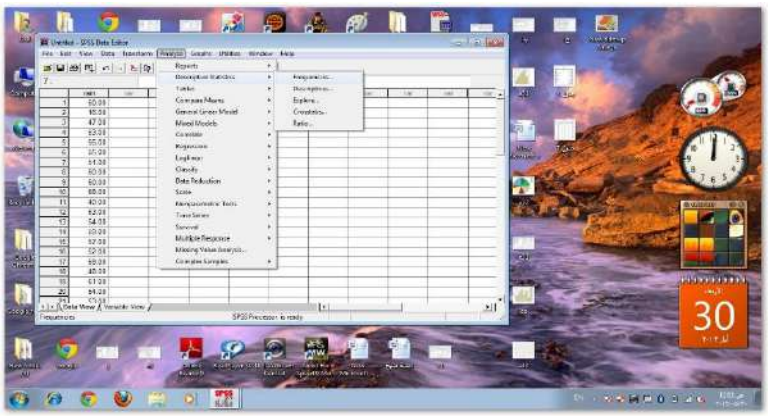
يمكن أن نستخرج مقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت باستعمال برنامج spss، ومن المثال الآتي الذي يبين كميات الأمطار المتساقطة على مدينة ما لمدة ثلاثين يوماً من السنة

43	61	54	51	50
63	54	59	60	16
53	53	57	50	47
51	45	52	68	53
70	58	59	40	56
57	54	48	53	55

بعد إدخال بيانات متغير المطر Rain في شاشة محرر البيانات Data Editor، نختار من شريط القوائم

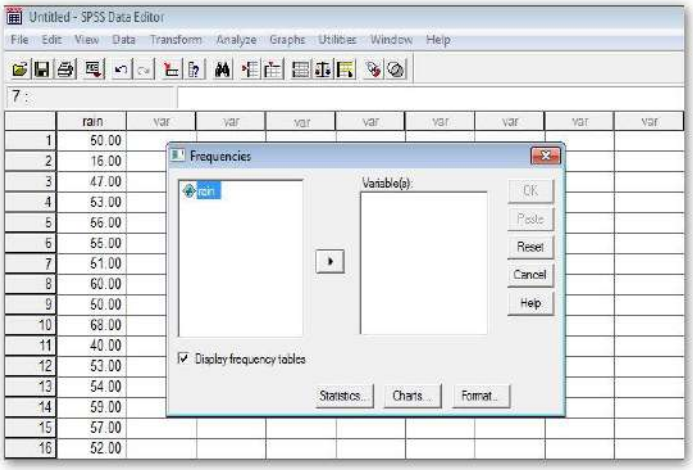
Analyze ⟵ Descriptive statistics ⟵ frequencies

بحسب ما موضح في الشكل (54) .



شكل (54) شاشة محرر البيانات Data Editor

نضغط بالماوس على Frequencies فيظهر لنا صندوق حوار Frequencies بحسب ما هو واضح في الشكل (55) .



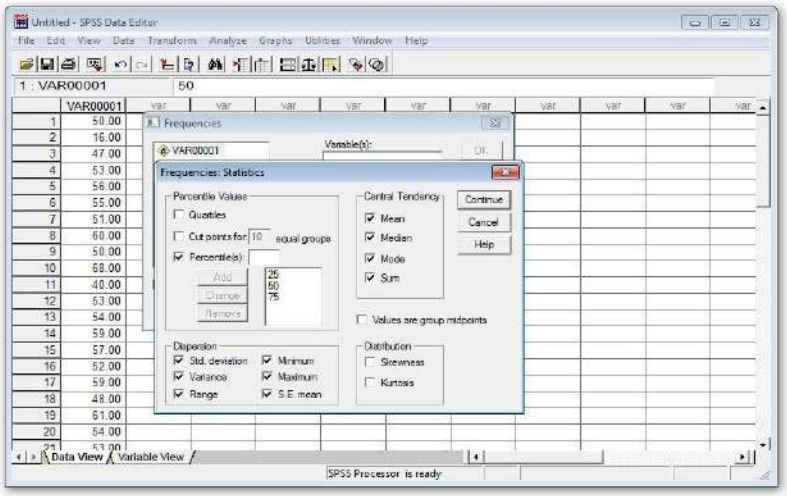
شكل (55) صندوق حوار Frequencies

نضغط بالماوس على المتغير Rain لنحوله إلى الجهة اليسرى في المربع الذي يقع أسفل (5) Variable في صندوق الحوار .

علما انه:

أولاً: إذا ما تم تأشير Display Frequency table فانه سيعرض لنا الجدول التكراري لمتغير المطر Rain.

ثانياً: عند الضغط على زر Statistics يظهر لنا صندوق حوار Frequencies Statistic الموضح في الشكل (56).



شكل (56) صندوق حوار Frequencies Statistics

ومن هذا الصندوق يمكن ان نختار الآتي:

1. Central tendency ومنها نختار مجموعة المتوسط ومجموع القيم:

أ. المتوسط الحسابي mean.

ب. الوسيط median.

ج. المنوال mod.

د. مجموع القيم sun.

2. Dispersion ومنها نختار مجموعة مقاييس التشتت:

a. الانحراف المعياري std. deviation.

b. التباين Variance.

c. المدى Range.

d. اصغر قيمة Minimum.

e. أكبر قيمة Maximum.

f. الخطأ المعياري المتوسط S. E. mean.

3- Percentile Values ومنها نختار الربيعيات Quartiles لنحصل على:

a. الربيع الأول Percentile 25.

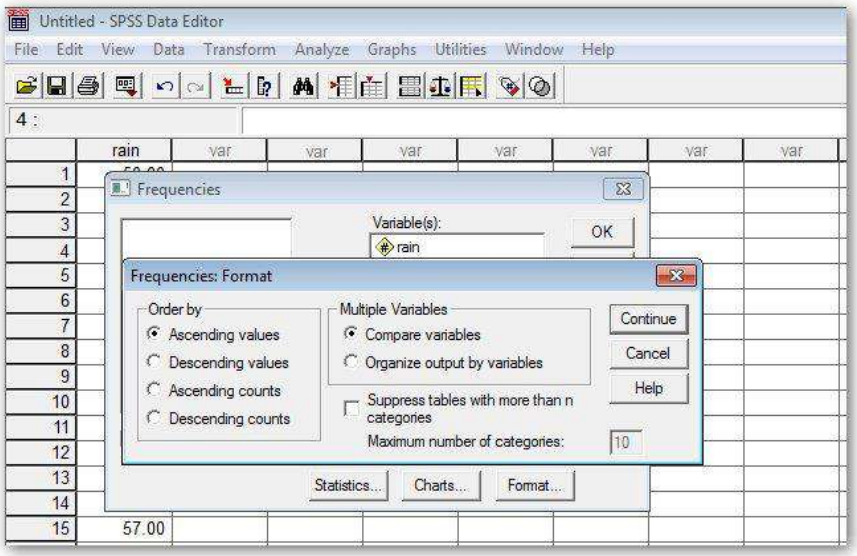
b. الربيع الثاني Percentile 50.

c. الربيع الثالث Percentile 75.

بعد أن تم تأشير كل ما هو مطلوب من مقاييس نضغط بالماوس على الزر Continue لنعود إلى صندوق الحوار Frequencies.

ثالثاً: في حالة الضغط بالماوس على الزر chart نحصل على الرسوم البيانية لكل من Bar، Histograms، Pie بعد تأشير المطلوب منها، نضغط على Continue لنعود إلى صندوق حوار Frequencies.

رابعاً: في حالة الضغط على الزر Format يظهر لنا صندوق حوار Format بحسب ما موضح هو في الشكل (57):



شكل (57) صندوق حوار Frequencies Format

يحتوي هذا الصندوق على ما يأتي:

a. ordered by لترتيب البيانات في جدول تكراري تصاعدي أو تنازلي.

b. Multiple variable ويستعمل هذا الأمر في حالة وجود أكثر من متغير في صندوق حوار Frequencies، وأخيرا بعد ما تم تحديد ما هو مطلوب من مقاييس (إحصائية Statistics ورسوم بيانية charts وترتيب البيانات وتنظيمها Format)، نضغط بالماوس على ok لتظهر النتائج الآتية:

جدول (20) مخرجات مقاييس النزعة المركزية والتشتت

Statistics

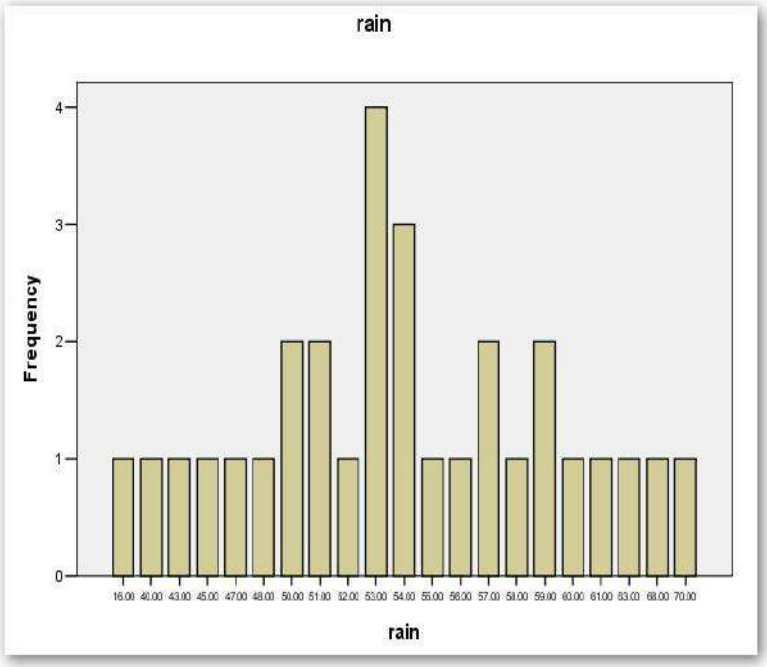
VAR00001

N	Valid	30
	Missing	0
Mean		53.0000
Std. Error of Mean		1.74922
Median		53.5000
Mode		53.00
Std. Deviation		9.58087
Variance		91.793
Range		54.00
Minimum		16.00
Maximum		70.00
Sum		1590.00
Percentiles	25	50.0000
	50	53.5000
	75	58.2500

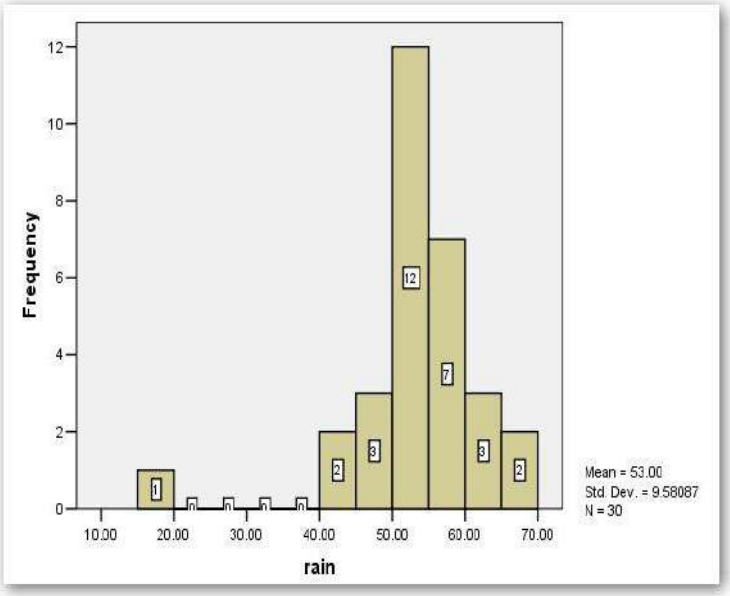
جدول (21) التكرارات المطلقة والنسبية

VAR00001

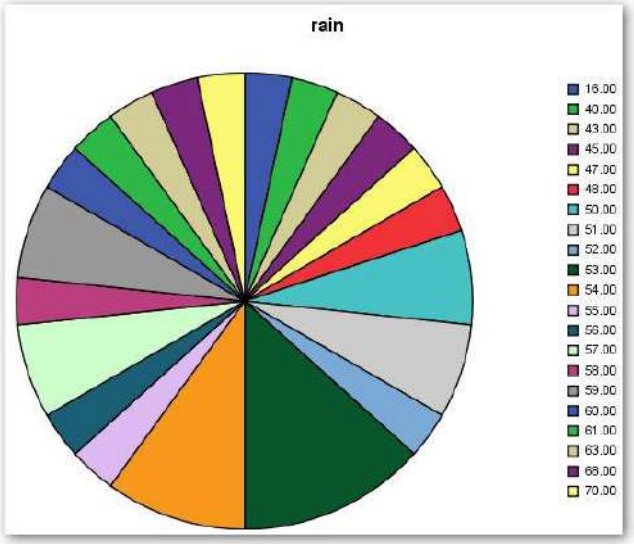
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	16.00	1	3.3	3.3	3.3
	40.00	1	3.3	3.3	6.7
	43.00	1	3.3	3.3	10.0
	45.00	1	3.3	3.3	13.3
	47.00	1	3.3	3.3	16.7
	48.00	1	3.3	3.3	20.0
	50.00	2	6.7	6.7	26.7
	51.00	2	6.7	6.7	33.3
	52.00	1	3.3	3.3	36.7
	53.00	4	13.3	13.3	50.0
	54.00	3	10.0	10.0	60.0
	55.00	1	3.3	3.3	63.3
	56.00	1	3.3	3.3	66.7
	57.00	2	6.7	6.7	73.3
	58.00	1	3.3	3.3	76.7
	59.00	2	6.7	6.7	83.3
	60.00	1	3.3	3.3	86.7
	61.00	1	3.3	3.3	90.0
	63.00	1	3.3	3.3	93.3
	68.00	1	3.3	3.3	96.7
	70.00	1	3.3	3.3	100.0
	Total	30	100.0	100.0	



شكل (58) الأعمدة البيانية



شكل (59) المدرج التكراري



شكل (60) الدائرة البيانية

8-4 استعمال برنامج *SPSS* في تحليل الارتباط:

قياس العلاقة بين متغيرين (Y) و (X) في حالة الارتباط الخطي البسيط Simple Liner Correlation، او قياس العلاقة بين (Y) ومجموعة من التغيرات المستقلة (X_n.....X_1) في حالة الارتباط الخطي المتعدد Multiple Correlation Coefficient، وتتراوح قيمة معامل الارتباط بين الواحد الصحيح والواحد السالب، وكلما اقتربت القيمة من الواحد فهذا يعني ان العلاقة بين المتغيرات المدروسة قوية جدا وبالعكس كلما اقتربت من الصفر.

أولاً- الارتباط البسيط:

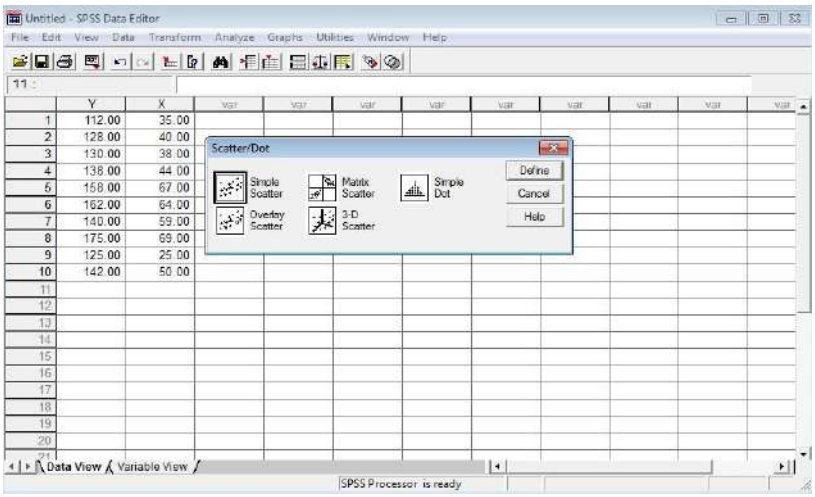
سنعتمد المثال الذي سبق استعماله في قياس الارتباط البسيط في الفصل(6) لحساب الارتباط البسيط بين الكمية المعروضة والسعر.

6	8	6	11	9	8	7	5	3	Y

4	6	3	6	5	4	5	2	2	X

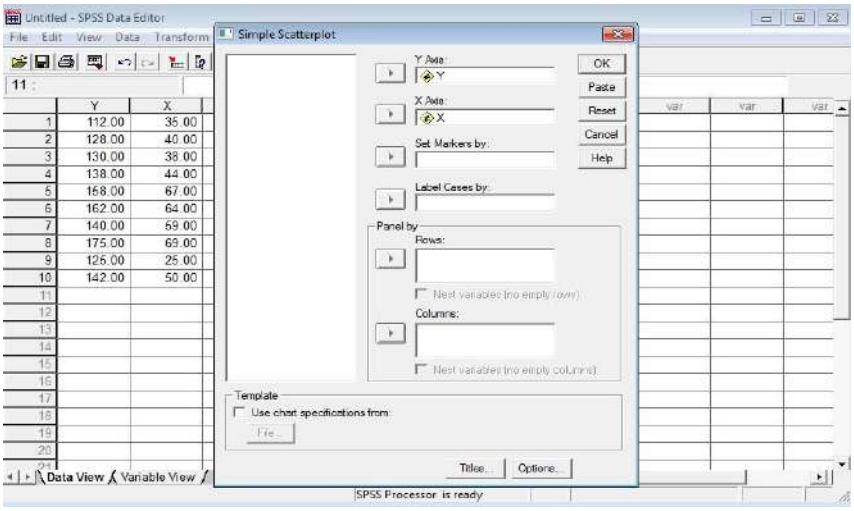
وقبل متابعة إجراءات الحصول على نتائج تحليل الارتباط، من الضروري التعرف على الشكل الانتشاري لمعطيات مثالنا من اجل التحقق من العلاقة بين (Y) و (X) هل هي علاقة خطية أم غير خطية، ويمكن الحصول على ذلك بحسب الآتي:

من القائمة Graphs نؤشر على الأمر الفرعي Scatter / Dot فيظهر صندوق حوار Scatter / Dot بحسب ما موضح في الشكل (61) .



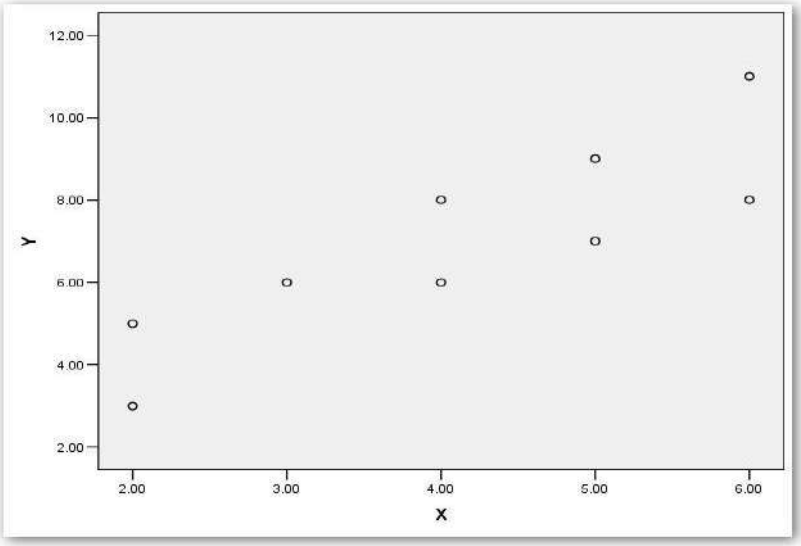
شكل (61) صندوق حوار Scatter / Dot

نؤشر على الشكل Simple Scatter ثم نضغط على الزر Define، فتظهر شاشة Simple Scatter plot الظاهرة في الشكل (62) .



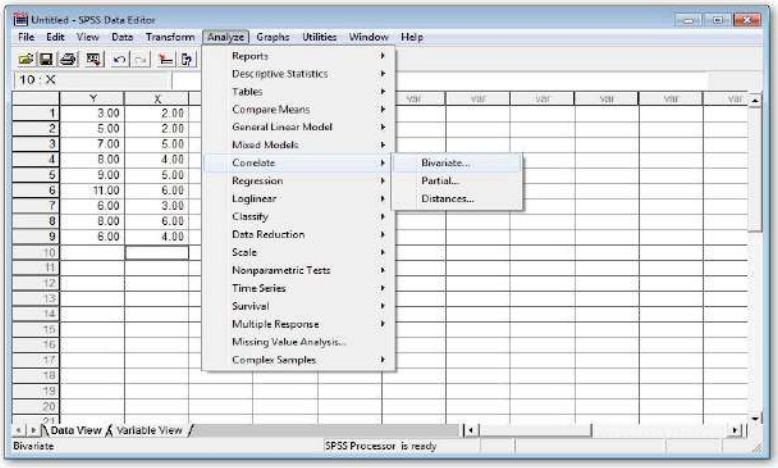
شكل (62) صندوق حوار Simple Scatter plot

ننقل المتغير (Y) إلى المستطيل الذي يقع أسفل Y Axis وننقل المتغير (X) إلى المستطيل الذي يقع أسفل X Axis، نضغط الزر ok لنحصل على الشكل الانتشاري.



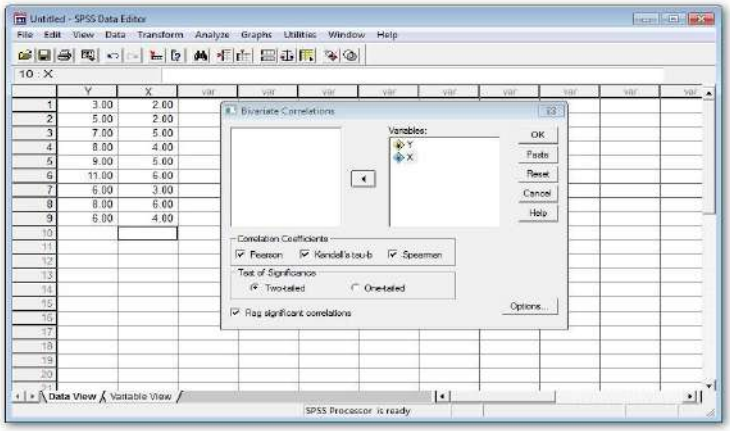
شكل (63) الشكل الانتشاري للمتغيرين X, Y

من الشكل(63) يتضح لنا ان العلاقة بين (Y) و (X) هي علاقة خطية، بعد ذلك نبدأ بإجراءات الحصول على معامل الارتباط الخطي البسيط إذ نختار من القائمة Analyze ومنها الامر الفرعي Correlate ثم الخيار المرفق Bivariate الظاهر في الشكل(64) .



الشكل (64) قائمة Analyze

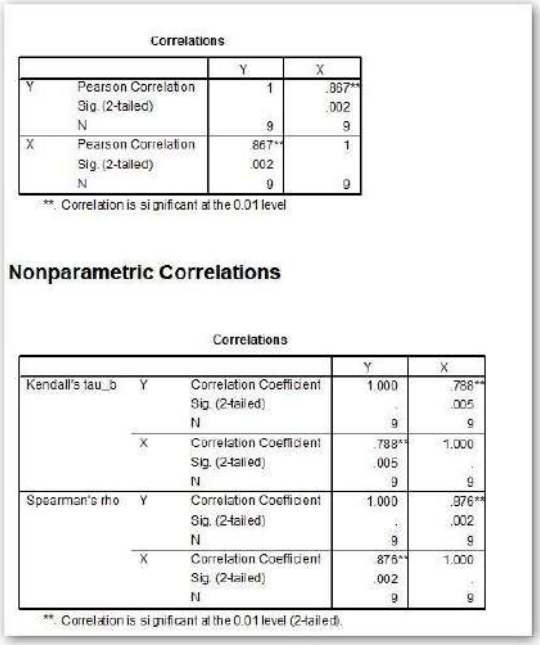
نضغط على Bivariate لنحصل على صندوق Bivariate correlation Analyze الظاهر في الشكل(65) .



شكل (65) صندوق حوار Bivariate correlations

ننقل المتغيرين (Y) و (X) الى المستطيل الذي يقع اسفل Variables ونؤشر على معامل الارتباط البسيط Pearson ويمكن أيضاً ان نؤشر على معامل ارتباط kendalls tau- b ومعامل ارتباط spearman، نضغط بالماوس على الزر ok لنحصل على نتائج ارتباط بيرسون وكندال وسبيرمان بحسب ما هو موضح في الجدول (22) وهي النتائج نفسها التي حصلنا عليها غير استعمال البرنامج.

جدول (22) نتائج تحليل الارتباط بين الكمية المعروضة والسعر



Correlations

		Y	X
Y	Pearson Correlation	1	.867**
	Sig. (2-tailed)		.002
	N	9	9
X	Pearson Correlation	.867**	1
	Sig. (2-tailed)	.002	
	N	9	9

**. Correlation is significant at the 0.01 level

Nonparametric Correlations

Correlations

			Y	X
Kendall's tau_b	Y	Correlation Coefficient	1.000	.788**
		Sig. (2-tailed)	.	.005
		N	9	9
	X	Correlation Coefficient	.788**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.005	.
		N	9	9
Spearman's rho	Y	Correlation Coefficient	1.000	.876**
		Sig. (2-tailed)	.	.002
		N	9	9
	X	Correlation Coefficient	.876**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.002	.
		N	9	9

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ثانياً– الارتباط الجزئي:

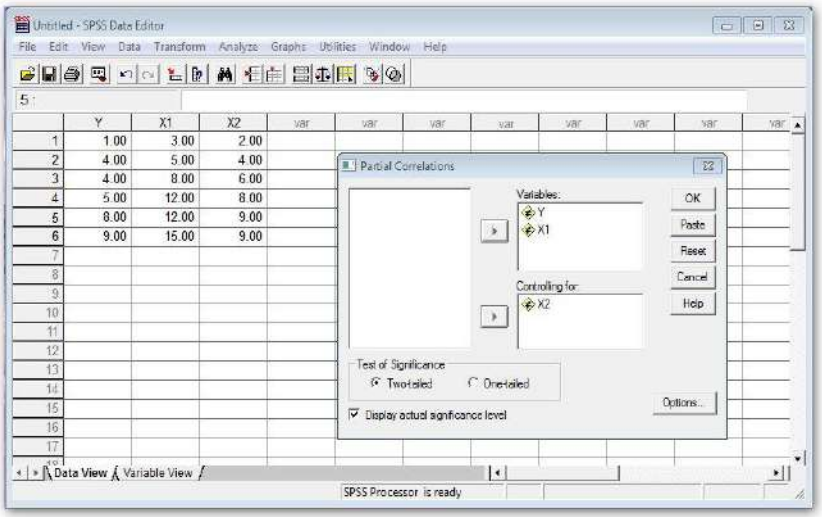
باستعمال المثال الذي سبق استعماله في الفصل (6) في موضوع الارتباط الجزئي بين مقدار الانتاج لكل من عامل (Y)، والطاقة التصميمية للانتاج (X_1) ومدة الخدمة الفعلية (X_2).

9	8	5	4	4	1	y
15	12	12	8	5	3	X1
9	9	8	6	4	2	X2

من القائمة نختار

Analyze ← Correlation ← Partial

فنحصل على صندوق حوار Partial correlation الموضح في الشكل (66).



شكل (66) صندوق حوار partial correlation

وفي هذا الصندوق نستخدم السهم الجانبي لنحول المتغير (Y) و (X1) الى المستطيل اسفل Variable و (X2) الى المستطيل اسفل Control Ling for ، والمعنوية نؤشر اسفل test of significance نضغط على ok لنحصل على جدول الارتباط (23) .

جدول (23) مخرجات معامل الارتباط الجزئي

Correlations

Control Variables			Y	X1
X2	Y	Correlation	1.000	.218
		Significance (2-tailed)	.	.725
		df	0	3
	X1	Correlation	.218	1.000
		Significance (2-tailed)	.725	.
		df	3	0

ونلاحظ ان قيمة معامل الارتباط الجزئي بين المتغيرين (Y) و (X1) بتثبيت X2 كانت 0.21.

ومن اجل الحصول على قيمة معامل الارتباط الجزئي بين المتغيرين (Y) و (X2) نجري عمليات الاختبار نفسها وعندما نصل إلى صندوق حوار Partial Correlation نحول بالمؤشر الجانبي المتغيرين (y) و (X2) إلى المستطيل أسفل Variable والمتغير (X1) إلى المستطيل أسفل control line for ونضغط على الزر ok لنحصل على جدول الارتباط(24) .

جدول (24) مخرجات معامل الارتباط الجزئي

Correlations

Control Variables			Y	X2
X1	Y	Correlation	1.000	.315
		Significance (2-tailed)	.	.605
		df	0	3
	X2	Correlation	.315	1.000
		Significance (2-tailed)	.605	.
		df	3	0

نلاحظ من الجدول أن قيمة معامل الارتباط الجزئي بين (Y) و (X2) بتثبيت (X1) كانت 0.315 .

إن نتائج الارتباط الجزئي التي حصلنا عليها من البرنامج هي النتائج نفسها التي حصلنا عليها من دونه سابقاً .

ثالثاً– الارتباط المتعدد:

إن موضوع الارتباط المتعدد يرتبط بموضوع الانحدار لانه يبحث في علاقة وتأثير المتغيرات المستقلة وتأثيرها (X1) على المتغير التابع (Y)، وان هذه العلاقة تقوم على أساس أنها خطية، لذا فان قيم كل من (R) و ($\hat{R}^2$) ونتائج اختبار معنويتها باستعمال F-test هي من ضمن مخرجات تحليل الانحدار Regression Analysis (البلداوي، ص383) .

وباستعمال المثال الذي سبق استعماله في حساب معامل الارتباط المتعدد في الفصل (6) بين المتغيرات الآتية:

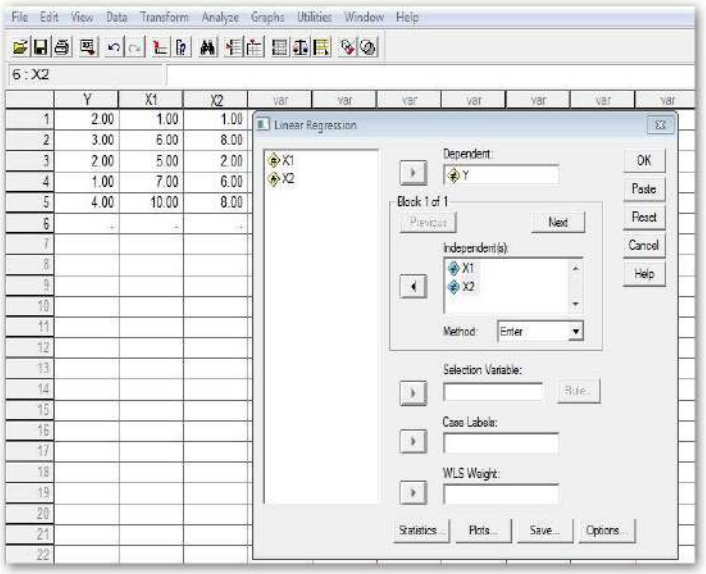
4	1	2	3	2	y

10	7	5	6	1	X1
8	6	2	8	1	X2

من القائمة نختار

Analyze ← Regression ← Linear ←

فنحصل على صندوق حوار Linear Regression الموضح في الشكل(67) .



شكل(67) صندوق حوار Linear Regression

بواسطة المؤشر الجانبي ننقل المتغير التابع (Y) الى المستطيل الذي يقع أسفل Dependent، ثم ننقل المتغيرين (X2, X1) الى المستطيل الذي يقع تحت Independent، نضغط على زر Statistics بواسطة الماوس فيظهر صندوق حوار Linear Regression، نؤشر المربعات الصغيرة التابعة لكل من Estimatesو model fit و R squared change ثم نضغط على زر Continue لنعود

الى صندوق حوار Linear Regression ، نضغط على الزر ok لنحصل على مخرجات الانحدار ومن ضمنها قيمة معامل الارتباط

R. Adjusted square & R- square

ان النتيجة التي حصلنا عليها سابقا بدون البرنامج البالغة R= 0.53 هي النتيجة نفسها التي حصلنا عليها من خلال البرنامج، بحسب ما موضحة في جدول(25) .

جدول(25) مخرجات معامل الارتباط المتعدد

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.539[a]	.290	-.420	1.35844	.290	.409	2	2	.710

a. Predictors: (Constant), X2, X1

5-8 استعمال برنامج SPSS في تحليل الانحدار *Regression Analysis*

يعبر أنموذج الانحدار عن العلاقة بين المتغير التابع (المعتمد) Dependent Variable واحد أو أكثر من المتغيرات المستقلة Independent Variable، فإذا احتوى النموذج على متغير مستقل واحد فيسمى عندئذ بأنموذج الانحدار البسيط ***Simple Regression model*** بينما اذا احتوى على اثنين أو اكثر من المتغيرات المستقلة فيسمى بأنموذج الانحدار المتعدد ***Multiple Regression Model*** كما ان شكل النموذج قد يكون خطياً Linear Model او غير خطي Non Linear Model

أولاً- استعمال برنامج *SPSS* في نموذج الانحدار الخطي البسيط

كما عرفنا سابقا ان الصيغة العامة لهذا النموذج هي

$Y= B_0 + B_1X + E$

حيث أن:

Y = المتغير التابع

X = المتغير المستقل

B_0 = ثابت التقاطع Independent Parameter

$B_1 = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$ معلمة الميل Slop Parameter والذي يساوي B_1

E = الخطأ العشوائي (الفرق بين القيمة الحقيقية Y والقيمة التقديرية $\hat{Y}$ ويطلق عليه بالمتبقي حيث ان $E = Y - \hat{Y}$.

وبشكل عام ان الطريقة المتبعة في تقدير معالم أنموذج الانحدار B_0 و B_1 هي طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية *(OLS) Least Squares Method*

مثال:

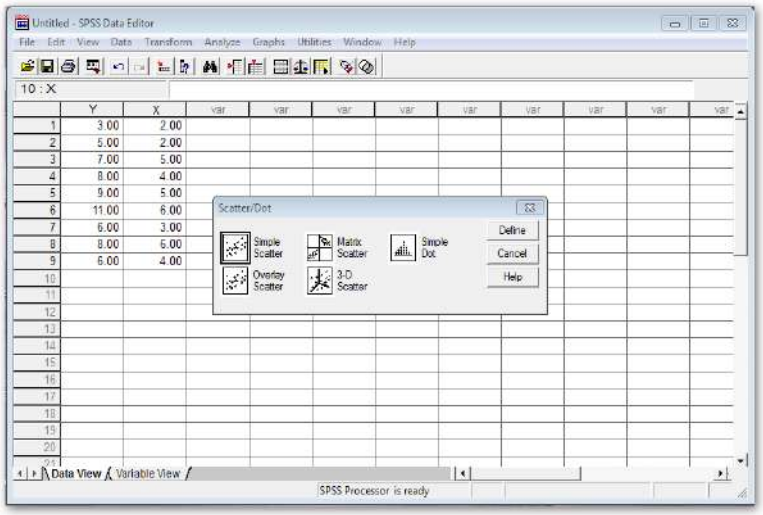
سوف يتم انشاء ملف بمعطيات المثال الذي سبق استخدامه في تحليل الانحدار البسيط في الفصل السادس والذي يتضمن البيانات الاتية

كمية الإنتاج /ألف كغم		L 7 5			L 6 3		L 3 0			L 2 5	L 4 2

	المساحة المزروعة/ هكتار										

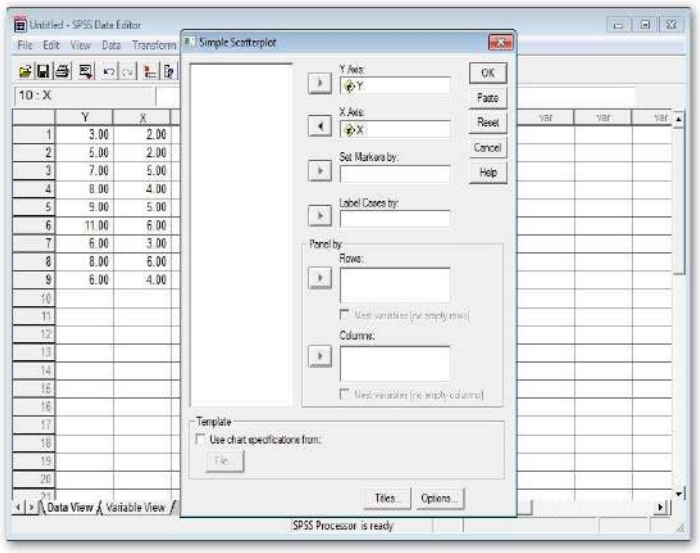
الخطوة الأولى:

إنشاء ملف بمعطيات المثال أعلاه، بتسمية متغير كمية الإنتاج Y ومتغير المساحة المزروعة X في صفحة Variable View ومن ثم نقلها إلى صفحة Data View لغرض تحديد الشكل الانتشاري من خلال القائمة Graphs والنقر على Scatter / Dot ليظهر الشكل (68) .



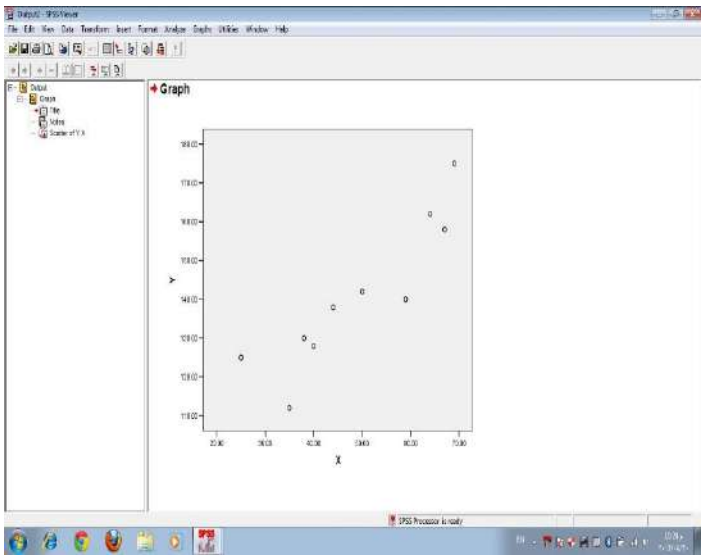
شكل (68) Scatter / Dot

نختار من صندوق حوار Scatter / Dot بواسطة المؤشر المربع Simple Scatter ثم نضغط على زر Define لتظهر لنا شاشة Simple Scatter Plot، بواسطة المؤشر ننقل المتغير Y الى المستطيل الذي يقع أسفل Y Axis ثم نقل المتغير X الى المستطيل الذي يقع أسفل X Axis وكما هو موضح في الشكل(69)



شكل(69) شاشة حوار Simple Scatter Plot

ننقر على الزر ok في شاشة Simple Scatter Plot لنحصل على الشكل الانتشاري الموضح في الشكل (70) .



شكل(70) الشكل الانتشاري

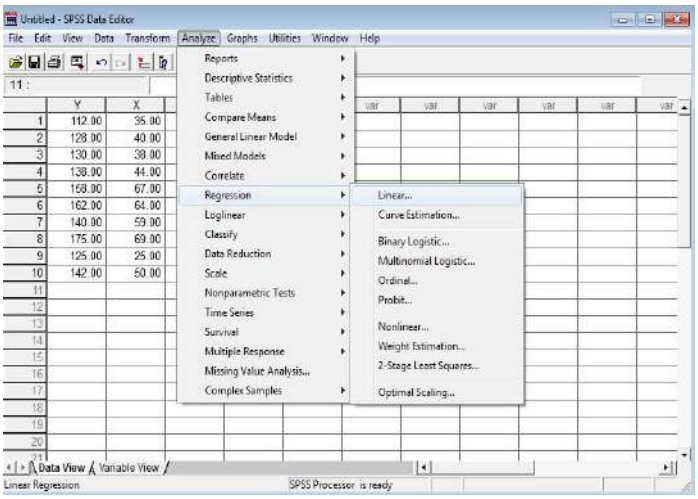
ومن خلال الشكل الانتشاري (70) يمكن ان نقرر ان شكل أنموذج الانحدار هو نموذج خطي يمكن دراسته من خلال الصيغة الآتية

$$Y= B_0 + B_1X + E$$

الخطوة الثانية:

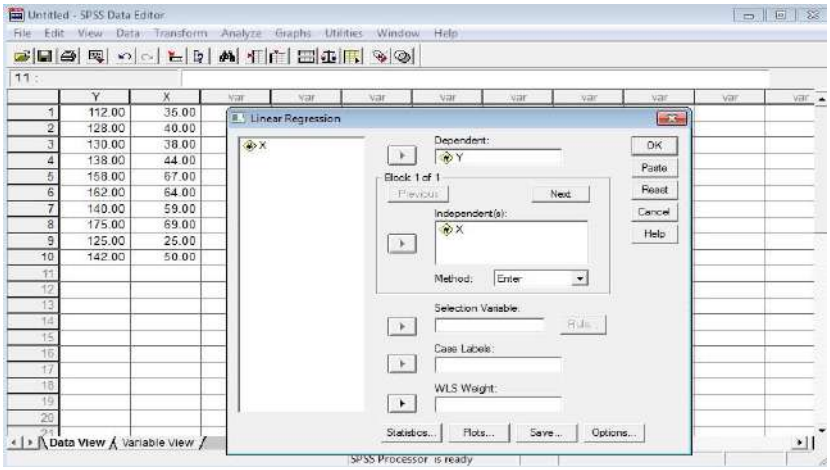
تقدير معلمات أنموذج الانحدار من خلال القائمة Analysis

ومنها الامر الفرعي Regression ومن ثم التأثير على الخيار Linear كما موضح في الشكل(71)



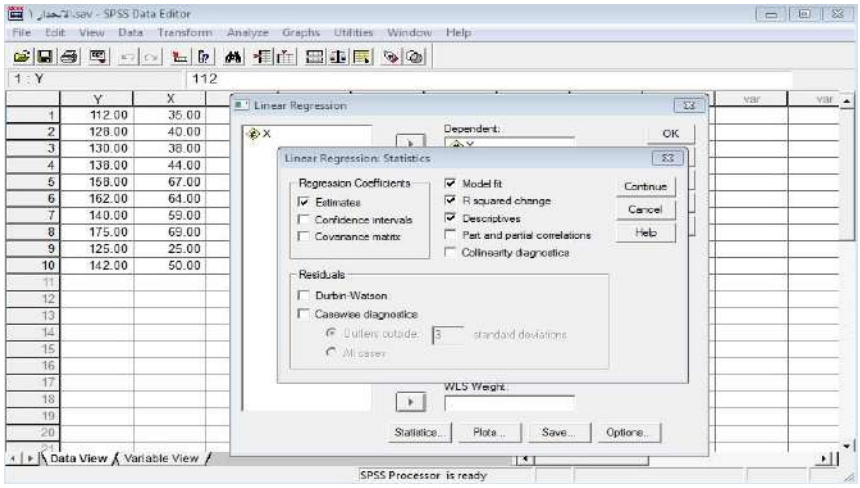
شكل(71) شاشة Analyze

عند تأثير خيار Linear يظهر لنا صندوق حوار Linear Regression والموضح في الشكل (72) ثم بواسطة المؤشر ننقل المتغير التابع Y الى المستطيل الذي يقع أسفل Dependent كما ننقل المتغير المستقل X الى المستطيل الذي يقع أسفل Independent



شكل (72) صندوق حوار Linear Regression

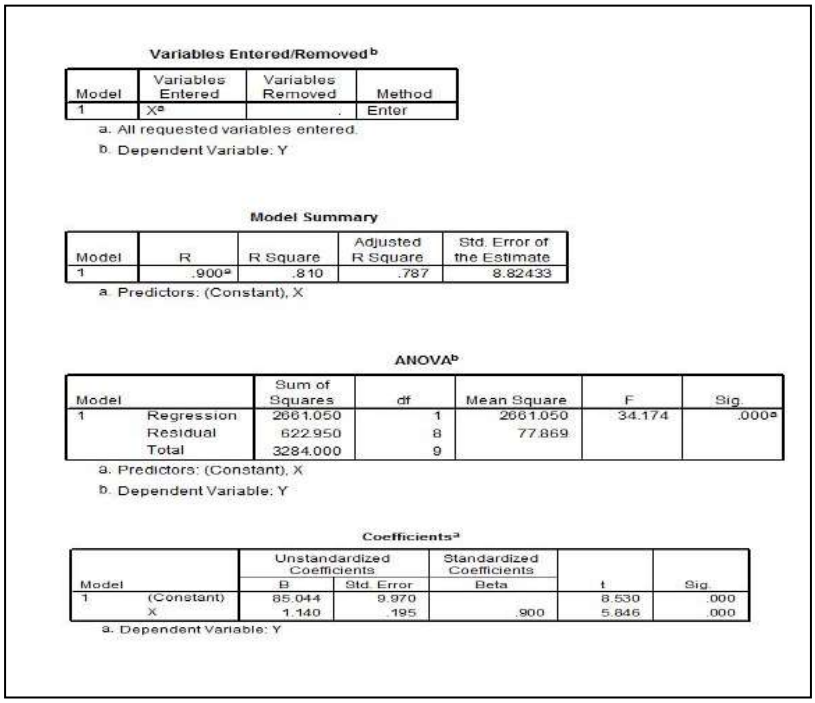
من صندوق حوار Linear Regression نضغط على زر Statistics لتظهر لنا شاشة Linear Regression Statistics، بواسطة المؤشر نؤشر على المربعات المجاورة لكلاً من Model fit, Estimates ، R squared change، Descriptives إذا كنا نرغب في الحصول على بعض مقاييس النزعة المركزية او التشتت وكما هو موضح في الشكل (73) .



شكل(73) صندوق حوار Linear Regression Statistics

نضغط على زر Continue لنعود الى صندوق حوار Linear Regression ومن ثم نضغط على زر OK لنحصل على نتائج تحليل الانحدار وكما هي موضحة في جدول 26 .

جدول (26) مخرجات تحليل الانحدار الخطي



Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Y

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.900[a]	.810	.787	8.82433

a. Predictors: (Constant), X

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2661.050	1	2661.050	34.174	.000[a]
	Residual	622.950	8	77.869		
	Total	3284.000	9			

a. Predictors: (Constant), X

b. Dependent Variable: Y

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	85.044	9.970		8.530	.000
	X	1.140	.195	.900	5.846	.000

a. Dependent Variable: Y

ولغرض تسهيل فهم ومقاومة المخرجات أعلاه يمكن كتابتها بالصيغة الاتية:

Y= 85.044+ 1.140(X)

S.E 9.970 0.195

T 8.53 5.84

R= 90

R^2 = 81

$\bar{R}^2$ = 0.78

F= 34.174 df = (1, 8)

ان نتائج المعادلة اعلاه هي نفس النتائج التي حصلنا عليها في الفصل السادس بالتحليل اليديوي.

ثانياً- استعمال برنامج SPSS في تحليل الانحدار الخطي المتعدد:

ان خطوات تحليل الانحدار الخطي المتعدد هي ذات الخطوات الي تم اتباعها في تحليل الانحدار الخطي البسيط، مع التأكيد على نقطتين اساسيتين هما:

1- في صندوق الحوار linear Regression (شكل72) وفيه يتم استخدام المؤشر لنقل المتغير المعتمد (التابع) Y اى المستطيل اسفل Dependent والمتغيرات المستقلة X_1،. . . . ، X_n الى المستطيل لذي يقع اسفل Independent

2- من صندوق حوار Linear Regression يتم اختيار طريقة التحليل Method، اذ بواسطة المؤشر يمكن الضغط على السهم المتجه للاسفل في المستطيل المجاور لـ method فتظهر لنا قائمة منسدلة تتضمن مجموعة من طرق التحليل وهي:

a. Enter: ادخل كافة المتغيرات المستقلة إلى نموذج الانحدار

b. Stepwise: ادخل المتغيرات واحدا بعد الآخر بخطوات متسلسلة إلى النموذج مع استبعاد المتغيرات غير المؤثرة بوجود بقية المتغيرات.

c. Remove: استبعاد المتغيرات غير المهمة بخطوة واحدة من الأنموذج.

d. Backward: استبعاد المتغيرات غير المهمة واحدا بعد الآخر من الأنموذج.

e. Forward: إدخال المتغيرات بشكل متسلسل واحدا بعد الآخر إلى الأنموذج مع عدم استبعاد أي من المتغيرات غير المؤثرة.

ويمكن للباحث اختيار أية طريقة تتفق وهدف ابحث، ولكن يفضل اختيار الطريقة الثانية Stepwise وخاصة عندما يكون هدف البحث الحصول على أنموذج لإغراض التنبؤ أو السيطرة أو التحكم، في حين إذا كان الهدف من البحث هو التفسير والتحليل الوصفي عندها يفضل اختيار الطريقة الأولى Enter .

مثال:

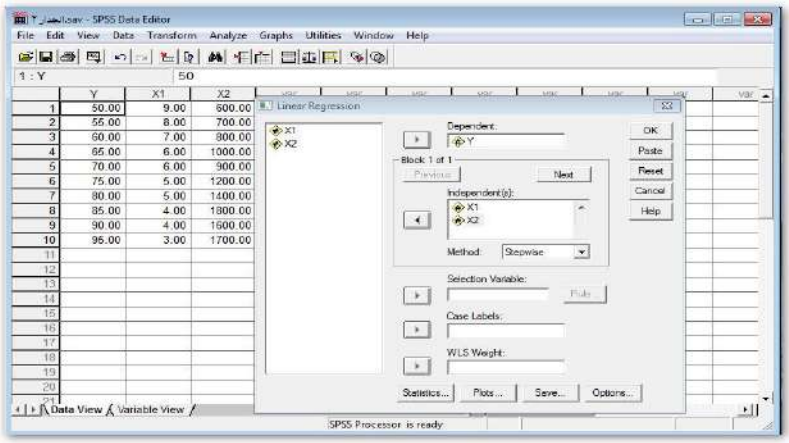
سوف يتم إنشاء ملف بمعطيات الجدول(18) الذي سبق استخدامه في تحليل الانحدار المتعدد في الفصل السادس بخصوص الكمية المطلوبة من سلعة ما وسعرها ودخل المستهلك

الكمية Y	50	5	60	65	70	75	80	85	90	95
السعر X_1	9	8	7	6	6	5	5	4	4	3
الدخل X_2	6000	7000	8000	10000	9000	12000	14000	18000	16000	17000

كما بينا سابقاً أن خطوات تحليل الانحدار الخطي المتعدد هي ذات خطوات تحليل الانحدار الخطي البسيط مع بعض الملاحظات التي يجب أخذها بنظر الاعتبار علما بأن البداية ستكون من النقر على

Linear Regression Anllyze ←

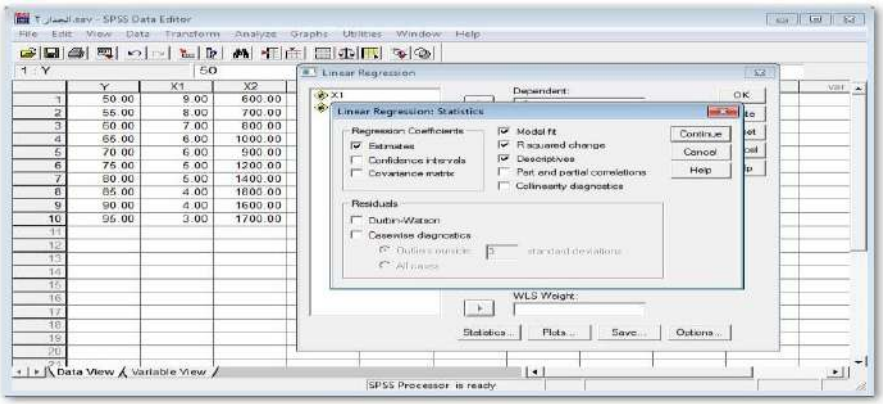
وعند الضغط على Linear سيظهر لنا صندوق الحوار Linear Regression وبواسطة المؤشر ننقل المتغير المعتمد Y إلى المستطيل الذي يقع أسفل Dependent، ثم نقل المتغيرين X_1 و X_2 إلى المستطيل الذي يقع أسفل Independent كما هو مبين في الشكل (74)



شكل (74) صندوق حوار Linear regression

نضغط على زر Statistics فتظهر لنا شاشة

Linear Regression Statistics



شكل (75) صندوق حوار Linear regression statistics

بواسطة المؤشر نؤشر على المربعات المجاورة لكلاً من Estimates، model fit و R squared وللتحليل الوصفي Descriptives نضغط على Continue لنعود الى صندوق الحوار Linear Regression

حيث تم اختيار طريقة التحليل method بواسطة المؤشر الذي يتم توجيهه على السهم المتجه للاسفل فنختار من القائمة المنسدلة Enter لغرض ادخال المتغيرين المستقلين (X_1 و X_2) الى الأنموذج.

بعد ذلك نضغط على الزر ok لنحصل على نتائج التحليل كما هي موضحة في الجدول (27) .

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Y	72.5000	15.13825	10
X1	5.7000	1.88856	10
X2	1170.0000	434.74130	10

Correlations

		Y	X1	X2
Pearson Correlation	Y	1.000	-.981	.958
	X1	-.981	1.000	-.946
	X2	.958	-.946	1.000
Sig. (1-tailed)	Y	.	.000	.000
	X1	.000	.	.000
	X2	.000	.000	.
N	Y	10	10	10
	X1	10	10	10
	X2	10	10	10

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X2, X1[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Y

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.985[a]	.971	.963	2.90029	.971	119.097	2	7	.000

a. Predictors: (Constant), X2, X1

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2003.618	2	1001.809	119.097	.000[b]
	Residual	58.882	7	8.412		
	Total	2062.500	9			

a. Predictors: (Constant), X2, X1

b. Dependent Variable: Y

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	93.527	16.815		5.562	.001
	X1	-5.715	1.578	-.713	-3.621	.008
	X2	.010	.007	.284	1.440	.193

a. Dependent Variable: Y

جدول (27) مخرجات تحليل الانحدار الخطي المتعدد

ويمكن كتابة معادلة نموذج الانحدار الخطي المتعدد بالصيغة الاتية:

$$Y = 93.5 + (-5.716)(X_1) + (0.010)(X_2)$$

S.E 16.8 105 0.007

T 5.562 -3.621 1.440

R= 0.98

$R^2 = 0.97$

$\bar{R}^2 = 0.96$

F= 19 df = (2,7)

من الجدير بالذكر ان النتائج التي حصلنا عليها من خلال برنامج SPSS هي نفس النتائج التي سبق الحصول عليها يدوياً في الفصل السادس.

الفصل التاسع

9- النمذجة

9-1 مفهوم الأنموذج

9-2 طبيعة الأنموذج

9-3 فوائد الأنموذج

9-4 وظائف الأنموذج

9-5 خصائص الأنموذج

9-6 استعمال الأنموذج

9-7 أنواع النماذج

9-8 الأساليب الرياضية الأكثر استعمالاً من الجغرافيين في النمذجة

9-9 اختيار الأنموذج الملائم

9-10 مراحل بناء الأنموذج

9-11 مشاكل النماذج

الفصل التاسع

9 – النمذجة

مقدمة:

تعرف النمذجة بأنها جزء من المحاكاة (Simulation) للواقع، وقد تم تطوير عمليات المحاكاة بشكل رئيس للحصول على إجابات تتعلق بتجارب لا يمكن أو يصعب القيام بها، والمثال على ذلك يكمن في صعوبة إيجاد بعض الحلول بدقة عند التفكير في بعض الإشكاليات والمسائل العلمية التي نرغب بإيجاد حل لها .

وأصبح من الضروري اغناء التوجه العلمي المستند إلى الجانب الأكاديمي والتطبيقي وتخطي الجانب الوصفي في الدراسات الجغرافية سواء أكان ذلك في الدراسات الجغرافية الجامعية الأولية أو في الدراسات العليا، إذ يتم التركيز على النمذجة المتقدمة وتطبيقاتها .

يستعمل تعبير الأنموذج بشكل تقليدي في عدد من الأساليب المختلفة، وفي شكل الأنموذج المبسط تمثيل للحقيقة في شكل مثالي، إذ أن عملية بناء الأنموذج في الحقيقة عملية تمثيل، وكونه رد فعل تقليدي للإنسان للتعقيد الظاهر حول العالم وجعله مبسطاً، يحلل العقل العالم الحقيقي إلى سلسلة من الأنظمة المبسطة.

فالأنموذج مزج من الحقيقة لأنها دعامة هامة من دعائم المفاهيم التي تمكننا من فهم ما نقوم به من أبحاث، والأنموذج في حد ذاته لا يعبر عن الصدق الكامل ولكن يمثل التعبير العام عنه. ويستعمل الأنموذج من اجل مساعدة الباحث في الاستنتاج بشرط افتراض علاقة تمثيل أو ارتباط بين بعض المظاهر أو الظواهر في الواقع الفعلي وبين الأنموذج الذي نطلق عليه في هذه الحالة بالشبيه أو النظير. وبناء على ذلك فان الاستعمال النافع والمفيد للأنموذج يتضمن تطوراً سريعاً، وصياغة سهلة للظواهر بشكل اكثر تبسيطاً، حتى يسهل استعمالها ورصدها وضبطها والسيطرة عليها وعمل الاستنتاجات فيها، وهذه بدورها يمكن إعادة تطبيقها على الظاهرة

الحقيقية في نهاية المطاف، لمعرفة مدى صدقها أو انطباقها على الحقيقة والخروج بعد ذلك بقوانين وأحكام عامة لها ارتباط بسير الظاهرة وشكلها وعملها .

ويجب توظيف الأنموذج لتحقيق الهدف الرئيس للبحث، أي ان اختيار الأنموذج يعتمد في الدرجة الأولى على القضايا الرئيسة التي تناقشها الدراسة والأهداف المراد تحقيقها، ومن ثم جودة فعالية الأنموذج أو درجته أنما تقاس بدرجة تمثيله للمشكلة محل الدراسة وليس على أساس جودة صيغته الرياضية ودرجة تعقيدها (دياب، 2010،ص 677–678) .

إن التقدم التقني والمعلوماتي وما توفره الإمكانات الهائلة لأجهزة الحاسوب وتطور تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد RS مكنت الجغرافيين ولأول مرة من استعمال وتقويمها نماذج معقدة بمقاييس واسعة على المستويين المكاني والزماني. ومكنت التطورات في الرياضيات الجغرافية علم الجغرافية من استعادة وحدته كونه مركباً معقداً من البيئات الطبيعية والبشرية وساعدته على ابتداع نماذج قابلة للتطبيق على الحاسوب الآلي وأدى مزيداً من التطور الإضافي، فضلاً عن أنه كان له دور اكبر في التحليلات المكانية والنمذجة، فضلاً عن تأثير الثورة المعلوماتية في فروع علم الجغرافية المختلفة.

1–9 مفهوم الأنموذج:

الأنموذج ليس من السهل وضع تعريف بسيط له، لذا لم يتفق العلماء على تعريف واحد، يحددون به مفهوم الأنموذج، ولعل هذا يرجع احياناً الى تنوع اغراض النماذج ووظائفها، ونتج عن ذلك تعريفات متعددة تنطبق على استعمالات النماذج وتطبيقها ووظائفها .

لقد قام (تشاو) عام 1962، بجمع عدة تعاريف أهمها: ((إن الأنموذج عبارة عن اطار مرجعي، أو وصف لشيء ما، أو نظير أو شبيه، أو منهج مقترح للبحث، أو تمثيل دقيق للشيء المطلوب دراسته، أو عرض موجز للحالة قيد الدراسة، أو صورة تبين كيف يعمل نظام ما، أو نظرية تفسر تركيب أو بنية شيء ما)) .

فالأنموذج: كلمة ذات معان متعددة، عرفه الإنسان منذ القدم وقد عرفه الجغرافيون من خلال خرائطه ومصوراته المجسمة للظواهر، لان الجغرافي الآن لا يصف الظواهر بل هو عالم يبحث في الحقيقة عن الجوهر وليس المظهر للوصول الى النتائج والتحكم بها ومعرفة القوانين التي تحدد سلوك الانسان (العمر، احمد، 1982، ص 119) .

ويعرف الأنموذج: بأنه إطار شكلي لتمثيل السمات الأساسية للنظام المعقد بعلاقات رئيسة قليلة. وهذا الأنموذج يمكن ان يأخذ صيغة (أشكال، أو معادلات رياضية، أو برامج حاسوب)

(P. Samuelson and W. Nordhaus, 1989,p 547)

والأنموذج هو شيء أو تصور يستعمل لتمثيل شيء آخر، انه واقع مصغر ومحول إلى هيئة يمكننا الإحاطة بها وفهمها . (ولترجي، 1990، ص12) .

ويعرف الأنموذج أيضاً بأنه ((تجميع معلومات حول نظام ما لغرض دراسته ولوصف هذا النظام ولدراسته يجب أن نبني أنموذجاً لغرض إجراء تجارب وللاجابة على اسئلة وافتراضات لا يمكن اجراؤها على النظام مباشرة وذلك حتى لا يضطرب النظام الاصلي ويحدث ارتباك في عمله يؤدي الى تغيير النظام وفقدانه لخواصه الأصلية)) . (بري، 2010، ص13) .

ويعرف بأنه (تجريد مبسط للظواهر الحقيقية وللواقع المراد دراسته وعلاج مشاكله. فالنماذج الرياضية تصمم لكي تصف جوانب مختلفة مثل السكن أو التسوق أو النقل وغيرها) . (الهاشمي وآخرون، 2011، ص9)

ويمكن أن نورد تعريفاً مبسطاً للأنموذج، فعلى الرغم من تعدد تعاريف الأنموذج، إلا انه يمكن أن يعرف على انه مجموعة من الرموز والمفاهيم التي تهدف إلى تمثيل الواقع على وفق نظام معين، وتسهم النماذج في فهم كثير من الظاهرات من خلال تبسيطها وإبراز مكوناتها أو الترابط فيما بين هذه المكونات. (الخريف، 2010، ص 231) .

من هذا نرى أن للنماذج أهدافا وإغراضا هامة فالعلم حينما يستعملها فإنه يرمي إلى تجسيد بعض المعاني التي تعبر عن طبيعة شيء ما .

وان الأنموذج يستعمل للوصول إلى الفرضية، ويساعد الباحث على الاستنتاج، في ضوء الارتباط بين الظاهرة في الواقع والأنموذج الذي يمثله بشكل عرض مبسط وبصياغة سهلة، يسهل استعمالها لرصد الظاهرة وضبطها والسيطرة عليها ، وعمل الاستنتاجات فيها ، ويمكن إعادة تطبيقها على الظاهرة الحقيقية لمعرفة صدقها وانطباقها على الواقع، والخروج بقوانين وأحكام عامة. إن عمل الأنموذج يعني الاستعاضة عن الظاهرة المدروسة بأنموذج يمثل الواقع ويحاول تفسير أحدى ظواهره، ثم التنبؤ بسلوكها في المستقبل في ظروف معينة.

تعد الخريطة إنموذجاً لما تمثله من سطح الارض، وهي اداة مصغرة ومبسطة تساعد الجغرافي على الفهم والاستنتاج، ويعتمد هذا على دقة تمثيلها للواقع بكل عناصره. والمهندس قبل ان يشرع في البناء يقوم بعمل إنموذج له بالرسم أو بالشكل المجسم ومنه يستطيع ان يتحقق من إمكانية التنفيذ وفحص بعض النظريات، والأفكار التي يحملها في ذهنه. وأن أنموذج طائرة مصنوعة من الخشب، البلاستك والصمغ يشكل أنموذجا لطائرة حقيقية.

2-9 طبيعة الأنموذج *(The Nature Of Model)*:

طبيعة الأنموذج هي البيانات المبسطة لتمثيل الواقع وبدرجة من التجريد وبمقدار من الاحتمالية في نجاحه عند تطبيقه، ويمكن ان يظهر بشكل صورة أو معادلة أو جهاز أو شكل بياني. ان النماذج يمكن ان تكون نظرية أو قانوناً أو فرضيات أو فكرة بنيوية، ويمكن ان تكون قاعدة أو علاقة أو معادلة، ويمكن ان تشمل تركيب من البيانات، وفيما يخص وجهة نظر الجغرافيا فأنها يمكن ان تكون التفكير بترجمة العالم الحقيقي مكانيا من خلال نماذج مكانية وزمانية لاعطاء نماذج تاريخية.

والنظرية قد تحتوي على اكثر من أنموذج واحد . اذ يمكن أن نقول بان النماذج اوطأ من النظريات وما عدا ذلك ليس هناك امتياز بين الانموذج والنظرية وان الامتياز الوحيد بان النظرية ملخصاً .

ويمكن تمييز ما يأتي (Richard J. Chorley and Haggett, 1967,p 21)

- الأنموذج قد يعد شكلا للنظرية.
- الأنموذج مبسط وهو تنظيم للحقيقة ويقدم مميزات أو علاقات هامة وبافتراض تعميم الشكل.
- النماذج تقريبية وشخصية جداً، وأنها لا تتضمن كل الملاحظات والمقاييس المرتبطة، والسماح لبعض السمات الأساسية من الحقيقة بالظهور.
- تعني هذه الانتقائية بان النماذج لها درجات مختلفة من الاحتمالية ومدى محدود من الشروط المنطبقة عليها .
- النماذج الأكثر نجاحا هي التي تمتلك احتمالية عالية من التطبيق والتشكيلة الواسعة من الشروط الملائمة.

وبشكل عام فان كل النماذج بحاجة لتحسين المعلومات الظاهرة لتمثيل نماذج مختلفة من الحقيقة أو قريبة من الحقيقة. والتعبير الحقيقي المطلق أو الخاطئ لا يمكن أن يطبق في تفسير النماذج.

إن السمة الأساسية في بناء النماذج تتضمن موقفاً انتقائياً جداً من المعلومات من خلال إزالة التفاصيل العرضية وتقريباً للانتقائية ويسمح لبعض السمات ذات العلاقة الأساسية بالعالم الحقيقي بالظهور عند تعميم الشكل.

والنماذج يمكن ان تكون صوراً انتقائية في ذلك الأنموذج الناجح الذي يحتوي على الاقتراحات لامتدادها الخاص وتعميمها .

وفيما يخص وجهة نظر الجغرافية يمكن ان تشمل التفكير بترجمة العالم الحقيقي مكانياً من خلال نماذج مكانية وزمانية لإعطاء نماذج تاريخية.

والأنموذج هو بناء بسيط للواقع ويقدم سمات مهمة مفترضة أو علاقات بشكل عام. والنماذج هي تقريبات شخصية جدا بحيث لا تشمل كل الملاحظات المرتبطة أو القياسات، ولكنها قيمة في حجب التفاصيل العرضية وتسمح بظهور السمات الاساسية للواقع. هذه الانتقائية تعني ان النماذج تختلف في درجة الاحتمالية وحدود مدى الظروف التي تعمل فيها . ان النماذج الأكثر نجاحا هي التي تمتلك احتمالية كبيرة في التطبيق ومدى واسعاً من الظروف التي تبدو فيها ملائمة. ان قيمة الأنموذج تأتي مباشرة من مستوى التجريد أي تحويل الملموس الى شبيه له ولكن برموز معينة. كل النماذج بحاجة الى برهان بكونها معلومات أو مشاهدات عن الواقع الظاهر.

لقد استعمل مصممو الطائرات مثلا النماذج المصغرة التي من الممكن اختبارها وتدميرها في جهاز قناة الريح وبكلفة صغيرة لغرض تشكيل استنتاجات حول مواصفات الرحلة المحتملة للطائرة وبالحجم الاعتيادي. وبالمثل فقد استعمل مخططو المدن والمعماريين ولعدة سنوات النماذج الفيزيائية المصغرة في حل مشاكل التصميم الحضري.

هذا التمثيل هو أنموذج مجرد للحالة الحقيقية التي من الممكن ان تكون تصوراً عقلانياً أو توصيفاً مكتوباً أو لفظياً، ومهما تشكل، فانها الوسيلة التي بوساطتها نصف النظام الحقيقي لانفسنا أو للاخرين. ان المدير يتعامل باستمرار بنماذج عقلية وشفهية للشركة، في حين ان المخطط يتعامل باستمرار بنماذج للنظام الحضري أو مكونات اجزائه. لذا فانهم قد لا يهتمون باستعمال الأنموذج وانه ليس من المهم ان تكون نماذجهم صحيحة. انهم يركبون ببساطة ويبنون أو ينشئون للاستبدال في افكارنا للنظام الحقيقي الممثل(العاني، 2005، ص 19) .

3-9 فوائد الأنموذج *Benefits Of Model*:

1- يشكل جسرا بين مستويات الملاحظة والنظرية. أي وسيلة فهم عند دراسة الواقع. لاسيما عندما يكون الواقع واسع المساحة جداً أو صغيراً جداً أو يتضمن علاقات لا ترى مباشرة.

2- لكونه نظرة بنيوية تفسيرية للواقع، فانه يركز على تبسيط البيانات وتقليلها وتركيزها وعمل التجربة وشمولية دوره.

3- يجعل الواقع مرئيا ومفهوما أكثر مما هو عليه. مثل نماذج عن الطبقات السفلى من قشرة الأرض، أو أنموذج التعرية النهرية.

4- بسبب الانتقائية في البيانات فهو يوفر إطاراً من المعلومات المعروفة والرصينة والمنظمة والمختصرة بحيث توضح كيفية حدوث أو عمل النظام المدروس. وبدون الانشغال بالتفاصيل غير المهمة لتفسير المشكلة وحلها.

5- يفسر عمل الأنظمة المعقدة لانه نظام ابسط ويوضح تفاعل العناصر في الواقع. وهو بهذا يقدم الجدوى الاقتصادية من خلال اختصار الوقت والجهد.

6- المعيارية، إذ به تقارن الظاهرات باخرى مألوفة. وكلما كان الأنموذج يتصف بالدقة اصبح مقياسا ناجحا في الحكم على ظواهر اخرى. فالقانون كان في البدء انموذجا بنى على افتراض خضع للاختبار وثبتت صحته فصار معيارا في العالم الحقيقي.

7- البنيوية فيه تجعله طريقاً للوصول الى النظريات والقوانين. ان النماذج والنظريات مترابطة جداً، ربما تختلف فقط في درجة الاحتمالية التي بها يتم توقع الحقيقة. احيانا يكون الانموذج لازما للنظرية، لانه يمكنها من التطلع الى المستقبل وهذا احد اهداف النظرية. والانموذج يكون جزءً من النظرية وموضوعها، وهو مقدمة للوصول الى الفرضيات أو اختبارها ومعرفة مدى صلاحيتها.

8- الأنموذج يبحث عن ما يجسده من الواقع، وإلا فهو ليس بشيء. كما هو الحال في افكار الفنانين التي تتجسد بشكل لوحة أو تمثال للتعبير عن شيء من الواقع وان اختلف أسلوب التعبير أو التمثيل في مواده وقياساته عن

الواقع. وبذلك يكون الأنموذج هدفاً يتمثل بفهم مشكلة محددة وتفسيرها ومعالجتها، والا فسيكون ضرباً من الخيال لا ينفع في شيء.

9-4 وظائف الأنموذج *Factions of Model*:

إن النماذج تؤدي خدمات جليلة للباحث وللجغرافي وتتعدد هذه الفوائد بحسب نوعها وطبيعة استعمالها وسوف نوجز هذه الفوائد والوظائف بالآتي: (Chorley & Haggett, 1967, 29)

1- الوظيفة النفسية (Psychological Function): تسمح هذه الوظيفة بالنظر وإدراك بعض الظواهر والمجموعات التي لا يمكن إدراكها بسبب تعقيدها أو وضعها الخاص.

2- الوظيفة الاكتسابية (Acquisitive Function): إن الأنموذج يهيئ كماً هائلاً للمعلومات من حيث مصادرها ونوعها.

3- الوظيفة التنظيمية (Organization Function): وفيها تنظم المعلومات المتعلقة بالموضوع.

4- الوظيفة المنطقية (Logical Function): الأنموذج يشرح الوضع بعقلانية، وهو يساعد في شرح كيف ظهرت أو تطورت تلك الظاهرة.

5- الوظيفة المعيارية (Normative Function): تسمح هذه الوظيفة بإجراء مقارنات واسعة بين الظواهر ولاسيما مع الظواهر المألوفة والمعروفة.

6- الوظيفة النظامية (Systematic Function): وفيه ينظر للحقيقة من زاوية نظامية والأنموذج يعرض هذا التركيب ويتفحصه.

7- الوظيفة التركيبية أو العمرانية (Constructional Function): ان النماذج تمثل المرحلة الأساس لبناء النظريات والقوانين، والنماذج والنظريات على صلة فنية واحدة والفرق بينهما بدرجة الاحتمالات في التنبؤ والقوانين هي نصوص ذات احتمالية عالية وبهذا تكون نماذج ولكن ليس كل أنموذج هو قانون.

8- وظيفة القرابة أو الصلة (Cognation Function): إذ تقرر النماذج الصلة بالعلم.

9- الوظيفة التفسيرية (Interpretation Function): والغاية منها هو تقديم تفسير للنظرية، بمعنى ان كل جملة وقعت في هذه النظرية هو بيان معنى.

وقد بين روبرتس وظائف النماذج بما يأتي:

أ- يمكن تحليل عدة عناصر وتحديد علاقتها حتى أن كانت معقدة التركيب والعلاقة.

ب- يمكن ان تحلل اكبر عدد ممكن من المعلومات التفصيلية.

ج- تسهل النماذج عملية الاستنتاج من مجموعة الاحتمالات.

د- توضيح العلاقة بين العناصر وتشجع على النظرة الثاقبة لداخل النظام.

ه- تقدم فائدة تحديث المعلومات التي يحتاجها المخطط.

9-5 خصائص الأنموذج *Characteristics Of Model*:

إن تعبير الأنموذج يستعمل في عدد من الطرق المختلفة، فهو كاسم يدل على التمثيل، وكصفة تدل على درجة الكمال، وكفعل يدل على الإظهار أو يظهر أي شيء يشبهه، وهناك عدد من الخصائص التي يجب توافرها في الأنموذج ليكون ملبيا للغرض الذي وضع لأجله، وهذه الخصائص هي:

1- التجريد والتبسيط: فالأنموذج يختزل كثيراً من التفاصيل حتى يتمكن من التعبير عن الحقيقة الأولية، لضرورات تفرضها طبيعة المحاكاة نفسها التي بالضرورة لا تسمح بإدخال طبيعة الوسط الجغرافي أو البيئي.

2- دقة التمثيل أو عدم المبالغة: إذ أن الأنموذج يمثل أو يصور الواقع وبدرجة معينة من الكمال والوضوح في إظهار الواقع. إذ أن المبالغة أو التقصير في تمثيل الواقع يؤدي إلى فشل الأنموذج.

3- عدم الانحياز: تقوم النماذج الرقمية أو الرياضية على المبادئ الكارتيزية المنطقية أي على أسس المنطق والتحكم العقلي وتبتعد عن التحيز أو عن الأهواء الفردية.

4- النماذج هي دوما قابلة للتعديل والتطوير والتحسين وذلك لتغير النظريات العلمية المرتبطة بها أو الناشئة عنها ولتغير الأدوات والوسائل العلمية التي أدت الى تصميمها . (قربة، بلا تاريخ، ص 35) .

5- قابل لتطبيق أكثر من مرة: إذ أن الأنموذج يمكن تطبيقه ثانية، وهو شرط لنجاحه ولاسيما في العلوم التجريبية، ويعمل بناة النماذج الجغرافية على الحكم على قيمة الأنموذج من خلال إمكانية إعادة التطبيق في العالم الحقيقي.

6- الأنموذج عبارة عن نسيج تركيبي: إذ ترتبط مكوناته الأساسية والمتغيرات التي يتألف منها ترتبط بعضها مع البعض الآخر بعلاقات ووشائج قوية، وعلى هذا فالأنموذج الجيد كالنظرية الجيدة تساعدنا على التنبؤ بحقائق جيدة عن عالم الواقع، وهذه التنبؤات يمكن استعمالها فرضيات يمكن اختبار مدى صحتها . (الصالح، السرياني، المصدر السابق، ص 557) .

7- الأنموذج نظير للواقع ويمتاز بالبساطة وسهولة صياغته والسيطرة عليه، وهو مألوف بحيث يعطي استنتاجات يمكن تطبيقها ثانية في العالم الواقعي، ومن خلال الاستنتاجات يتم الكشف عن العلاقات الموجودة في العالم الحقيقي.

8- يجب ان لا تتوقع من الأنموذج تقديم حلول لجميع مشاكل الظواهر المدروسة، وإنما الحل سيتركز على العناصر التي يريد الباحث إظهارها وتفسيرها . فالباحث يصمم الأنموذج لحل بعض المشكلات، ولذا فان حدود الأنموذج لحل المشكلات محددة بالإطار الذي وضعه الباحث، وهذا ما يطلق عليه اسم حدود الأنموذج، أو سيادة الأنموذج، أو صلاحية الأنموذج لحل المشكلات (الصالح، السرياني، المصدر نفسه، ص 557) .

9- الأنموذج هو نظير لعالم الواقع، فعند تحويل جزء من عالم الواقع إلى أنموذج فإننا نقوم بترجمته إلى لغة أو صيغة أخرى مثل الخريطة أو المعادلة الرياضية وغيرها، مما يجعل الأنموذج مشابها لعالم الواقع مشابهة مخصوصة تعتمد على نوع الأنموذج المستعمل في الدراسة.

10- لكل أنموذج مدى معين من الظروف التي ينجح فيها . وقبل هذا فهو معرض للفشل أو النجاح، ولكن الأنموذج المفضل هو الذي يعطي أجوبة دقيقة، فضلاً عن ذلك فان نماذج غير دقيقة يمكن ان تكون ذات قيمة.

11- الجودة في النماذج: يعد الأنموذج جيد الاستعمال عندما يتوافق والمهمة التي استعمل من اجلها، واستطاع أن يحققها بالصورة الآتية: (قربة، المصدر السابق، ص 82):

أ- تغطية حقل أو مجال المسألة المدروسة الحقيقي.

ب- الحصول على النتائج المنشودة ضمن الفترة المطلوبة.

ج- أن يسمح بإعادة استعماله أي أن لا يصمم لمرة واحدة من غير التمكن من إعادة صياغته ليتلاءم مع المتغيرات والمحددات الطارئة أو المستحدثة.

9-6 استعمال الأنموذج *Using Of Model*:

النماذج أدوات رصينة تعين الباحث في الوصول إلى نتائج محددة، بسبب ما تقدمه هذه النماذج من مزايا علمية وعملية في جميع مراحل بناء الأنموذج، وان الاستعمال النافع والمفيد للنماذج يتضمن تطورا سريعا وصياغة سهلة

للظواهر بشكل أكثر تبسيطاً، حتى يسهل استعمالها ورصدها وضبطها والسيطرة عليها وعمل الاستنتاجات فيها، وهذه بدورها يمكن إعادة تطبيقها على الظاهرة الحقيقية في نهاية المطاف، لمعرفة مدى صدقها وانطباقها على الحقيقة والخروج بعد ذلك بقوانين وأحكام عامة لها ارتباط بسير الظاهرة وشكلها وعملها .

إن النماذج التي يمكن بناؤها يمكن أن تستعمل في الأغراض الآتية:(Minshul, 1975, p119)

1- تستعمل النماذج للتعبير عن بعض الحقائق بقصد توضيح بعض خصائصها الممتازة من خلال اختزال كثير من الظواهر المعقدة أو الصعبة الفهم أو ما يعرف باسم التجريد .

2- انها تنظر لعالم الواقع فعند تحويل جزء من عالم الواقع الى أنموذج فاننا نقوم بترجمته الى لغة أو صيغة منها الخريطة أو المعادلة الرياضية وغير ذلك.

3- يمكن من خلال النماذج التنبؤ بحقائق جديدة عن عالم الواقع وهذه التنبؤات يمكن استعمالها الفرضيات.

4- تستعمل النماذج لاثبات صحة النظرية أو الفرضية.

5- يمكن بوساطة النماذج تحليل عدة عناصر وتحديد علاقاتها حتى أن كانت معقدة التركيب.

6- تسهل النماذج عملية التحليل والاستنتاج من مجموعة الاحتمالات.

7- تكون النماذج بمثابة معيار لمعرفة درجة الابتعاد عن الصورة المثلى.

8- انها تنظم المعلومات وتساعد على معرفة النقص وتوضيح بعض المشاكل القائمة وفي تقييم مقارنة البدائل الاستراتيجية.

9- يعد الانموذج مهماً ومفيداً عند وضع الخطة كونه يستعمل في المراحل الآتية:

أ- عند التحليل يساعد في تحديد ووضع وتوضيح المشاكل.

ب- عند تشكيل السياسة وتصميم الخطة.

ج- عند تقييم البدائل التخطيطية ومقارنتها .

9-7 أنواع النماذج *Types Of Models*:

هناك تصانيف عديدة للنماذج، اذ تصنف حسب الاسلوب الرياضي، أو حسب الهدف من استعمالها، وهناك تصنيف عام للنماذج أو تصنف من وجهة نظر الجغرافيين، وسوف نتناول التصانيف هذه هي:

أولاً: تصنيف النماذج حسب الاسلوب الرياضي:

1- نماذج الجاذبية Gravity Models:

وهي تستعمل اسلوب Gravity analogy ، وتستعمل في نماذج التسوق shopping model أو في تخطيط النقل عند حساب عدد الرحلات بين المناطق المرورية (Traffic Zones) التي تكون المنطقة الحضرية، وتعد نماذج الجاذبية من الاساليب الكمية المتطورة التي استعملت على نطاق واسع في البحث الجغرافي، مثل دراسة العلاقة بين المدينة واقليمها أو دراسة افضل المواقع لتوسع المدينة، ان دراسة حركة الهجرة بين المدن أو الدول، أو دراسة اثر الانشطة الاقتصادية، وغير ذلك من المجالات، وقد شمل الأنموذج العديد من التعديلات بمرور الزمن حسب تطور الحاجة، ومن الصيغ المعمول بها حالياً ما يأتي:

$$Iij = \frac{F(Ri, Aj)}{F(Dij)}$$

إذ أن:

Iij= قوة التفاعل بين النقطتين i و j

R= دالة قوة التنافر الى i

A= دالة قوة الجذب الى j

Ri= قياس يمثل عوامل تنافر مرافقة أو مرتبطة بالهجرة، مثل الهجرة الخارجية.

Aj = قياس يمثل عوامل جذب تعود إلى الذهاب، مثل الهجرة الداخلية.

Dij= المسافة بين i و j

وتم تطوير الأنموذج من زيف (Zeif) واستعمل لقياس الهجرة بين مدينتين وحسب الصيغة الاتية (الدليمي، 2011، 200-202):

$$Iij = K\frac{Pi, Pj}{Dijb}$$

إذ أن:-

b و k= قيم ثابتة

Pi= سكان المدينة الاولى

Pj= سكان المدينة الثانية

Dij= المسافة بين المدينتين

وتم تطوير الأنموذج من كافري وهيربرت واستعمل لتقدير تأثير كلية ما أو جامعة على الاقتصاد المحلي للمناطق التي توجد فيها، بحسب ما يأتي:

$$e_L = \frac{\frac{RsL}{DL^2}}{\frac{R_2L}{DL^2} + \frac{R_{SN1}}{DN1^2} + \frac{R_{SN2}}{DN2^2} + \frac{R_{SNn}}{DNn^2}}$$

إذ أن:-

e_L = مجموع نفقات غير المقيمين، وتكون بشكل مفرد، ويمكن عملها محلياً .

RsL= مدة البيع بالمفرد في المنطقة المحلية.

D_L= معدل المسافة أو زمن الرحلة لمواقع فردية، ويتم عمل معادلة لتلك المنطقة المحلية.

R_{SNn}= مجموع فترة البيع بالمفرد ومن خلال المنافسة بين محلين متجاورين

DNn= معدل المسافة أو زمن الرحلة الى محلات المفرد، مقارنة منافسة بين محلات متجاورة.

واستعمل الأنموذج من لاوري (Lowry) لقياس قوة الجذب لمدينة تقع بين مدينتين اعتمادا على المسافة وحجم السكان، كما في الصيغة الثانية، كما استعمل لاوري الأنموذج لقياس الهجرة بين مدينتين اعتماداً على مستوى الاجور، اذ تكون الهجرة من i الى j بسبب ارتفاع الاجور في المدينة الأخيرة وانخفاضها في المدينة الاولى، وقلة الايدي العاملة في الثانية ايضا ولاسيما غير الماهرة، وفي الوقت نفسه تحدث هجرة معاكسة من j الى i ولاسيما الماهرة لقلتها في الاخيرة، ويعتمد المسافة بين المدينتين، على وفق الصيغة الآتية:

$$Mij = K\left[\frac{Ui}{Uj} \times \frac{Wj}{Wi} \times \frac{LiLj}{Dij}\right]e_{ij}$$

إذ أن:-

M= عدد المهاجرين

L= اشخاص في قوة العمل

U= غير المهاجرين في سنة القياس

W= الاجور بالساعة في الصناعة

D= المسافة الجوية

K = ثابت الجاذبية

e = حدود الخطأ

وقد كرر رايلي (Railly) صياغة الأنموذج بشكل اصبح اكثر فائدة مثل قياس نسبة الرحلات بين مدينتين أو التجارة المتوقعة:

$$Pi = \frac{Ri}{Ri + Rj} \times 100$$

إذ أن:-

Pi= نسبة معدل الرحلات أو التجارة المتوقعة الى i

Ri= قيمة رايلي للمكان i

Rj= قيمة رايلي للمكان j

وطور رايلي الأنموذج لقياس نطاق تجارة منطقة المدينة ومن خلال توقع المسافة القصوى التي يقطعها الناس لغرض التسوق وحسب

القانون الاتي:

$Ba= D_{ac}/1+(Sqrt\ of\ Pc/Pa)$

إذ أن:

Ba= نقطة توقف المسافة للمدينة a

D_{ac}= المسافة بين a و c

Pc= سكان c

Pa = سكان a

2- النماذج الخطية Linear Models:

وهي نماذج شائعة الاستعمال في التخطيط والبحوث الجغرافية، والنماذج الرياضية بشكل عام تبنى على قاعدة العلاقة بين العناصر المتغيرة في النظام. والعلاقات بين المتغيرات عادة تكون معقدة وصعبة التعريف. والنماذج التي تبنى على قاعدة العلاقات الخطية تسمى بالنماذج الخطية.

ويمكن ان تصنف إلى نوعين:

أ- العلاقة الخطية البسيطة *Simple Model*:

وهي النماذج التي تكون العلاقة بين متغيرات الأنموذج توضع بمعادلة خطية. سميت بالمعادلات الخطية لان المتغيرات تتغير باتجاه النسبة لكل واحد. وفي هذا النوع يكون متغير مستقل واحد، ويمكن ان نعبر عنها بالمعادلة الخطية الآتية:

$$Y = a + b\,x$$

إذ أن:-

a, b = ثوابت عددية

Y= عدد الرحلات الخارجة من منطقة سكنية معينة

X= معدل حجم الاسرة في المنطقة

وتشير المعادلة بوجود علاقة خطية بين المتغير المعتمد (Y) والمتغير المستقل (X) والثوابت العددية (a, b) تشير الى العلاقة العددية بين المتغير التابع والمستقل، واذا علمت قيم هذه الثوابت (a, b) نستطيع ان نحصل على قيمة (Y) لكون قيمة (X) معطاة.

وبالإمكان حساب القيم يدويا، اما اذا كانت الأرقام كبيرة من المشاهدات فهناك عدد من البرامجيات المتوفرة التي من الممكن استعمالها لحساب القيم بسرعة وسهولة. ومن الممكن استعمال هذه المعادلة الخطية في التنبؤات البسيطة بإدخال القيم المستقبلية للمتغير المستقل (X) للمعادلة.

ب- نماذج متعددة المتغيرات *Multiple –Variable Models*:

نستطيع استعمال صفة القيمة الخاصة للنماذج الخطية في وصف العلاقات ليس فقط بين متغيرين ولكن بين عدة متغيرات.

إذا كان هناك اثنين أو أكثر من العوامل المؤثرة على المتغير المعتمد، فالأنموذج البسيط لمتغيرين يجب أن يمتد لقياس تأثير كل عامل يعمل ضمن تأثيره مع الآخر.

وهذا يحتم على إيجاد العدد الكلي لعدد الرحلات للأسرة فعدد الرحلات لا يعتمد على حجم الأسرة فقط ولكن حتما تعتمد على عدد العاملين في الأسرة وعدد السيارات التي تمتلكها الأسرة.

هذه العلاقة يجب أن توصف بمعادلة متغير خطي متعدد بالشكل الآتي (العاني، 2005، ص76):

$$Y= a + b_1 X_1 + cX_2 + dX_3$$

إذ أن:-

Y= عدد الرحلات للأسرة

X_1 = عدد الأشخاص في الأسرة

X_2= عدد العاملين في الأسرة

X_3= عدد السيارات الممتلكة في كل أسرة

بحسب ما موضح فان الاحرف الصغيرة في المعادلة d, c, b, a هي ثوابت عددية توصف بكمية التغيرات بالمتغير المعتمد (Y) المرتبطة بتغيرات المتغيرات المستقلة.

3- نماذج الامثلية *Optimization Models*:

إن هذا النوع من النماذج الامثلية يهدف إلى التنبؤ بمواقع الأنشطة والتفاعلات فيما بينها، ولكن بالوقت نفسه يحاول الوصول إلى الحل الأمثل، فعلى سبيل المثال عندما تكون هناك عدة مواقع بديلة لتوسع المدينة خلال السنوات العشر القادمة فان نماذج الامثلية يمكن أن تحدد النمط الأمثل للتوسع ضمن قيود ومحددات معينة.

والأسلوب المتبع عادة في هذه النماذج للوصول إلى الحل الأمثل هو البرمجة الرياضية *(Mathematical Programming)* وهو أسلوب فعال في المساعدة على اختيار القرار الأفضل وخاصة عندما يكون أما صانع القرار أو المخطط مجموعة بدائل ويكون لديه معيار يتم على أساسه الوصول إلى الحل الأمثل وهذا المعيار قد يكون تصغير الكلفة *Cost Minimization* أو تصغير استعمال الموارد الطبيعية أو تقليل الاضطرابات السياسية وغيرها وذلك يعتمد على دور صانع القرار وعلى المعلومات التي يحصل عليها (Green berg, 1978,p 4-5).

4- النماذج الهجينة *Hybrid Models*:

وهي النماذج التي تستعمل اكثر من اسلوب من الاساليب الثلاثة السابقة. وهي تستعمل النماذج الشاملة الكبيرة التي تضم عدداً كبيراً من الانشطة الحضرية والمجزئة *Dissagregated* بصورة واسعة، وتحاكي عدة قطاعات من النظام الحضري، مثلاً يقسم السكان حسب الفئات العمرية، والسكن، وهيكل الأسرة، وموقع العمل، وموقع الخدمات، وموقع الصناعات. وضمن هذه النماذج تكون هناك نماذج فرعية مثل نماذج التسوق والنماذج الخاصة بالخدمات العامة وشبكة النقل واسعار الأراضي وغيرها . (Foot, 1981, 205).

ونماذج كهذه تتطلب مجموعة كبيرة من المعادلات التي تتضمن نماذج الجاذبية والنماذج الخطية فضلاً عن نماذج الأمثلية، وعلاقات أخرى تستنتج من الشواهد التجريبية ومتطلبات هذه النماذج من المعلومات هائلة جداً وتتطلب وقتاً كبيراً ولذلك فهي مكلفة جداً.

ثانياً: تصنيف النماذج حسب الهدف من استعمالها:

وهو التصنيف الأكثر شيوعا ويقسم النماذج إلى ما يأتي:

1. النماذج الوصفية *Descriptive Models*:

وهي نماذج تحاول وصف الحالة الراهنة وتحليلها لنظام حضري معين باستعمال العلاقات التي تربط بين المتغيرات الرئيسة في النظام الحضري.

ان النماذج الوصفية الجيدة لها قيمة علمية بسبب اعلانها اكثر حول هيكل البيئة الحضرية وتقليل التعقيد الظاهر للعالم المرئي الى اللغة الملاصقة القريبة للعلاقات الرياضية، وانها تعطي اثباتاً مستنداً للطرق التي يؤثر من خلالها كل شيء في المدينة على الآخر.

ان غرض الباحث الذي يحاول وضع نموذج وصفي هو محاولة تكرار الخصائص الهامة الموجودة في ظاهرة ما وحصرها وتبيانها، بغرض التقليل من تعقيد الظواهر الحقيقية وتحويلها الى لغة خاصة وعلاقات رياضية سهلة التناول. ان مثل هذا النوع من النماذج يعطي طريقا مختصرا للعمل الميداني، وذلك عن طريق إيجاد قيم أكيدة موثوقة لمتغيرات يصعب قياسها فيما لو استعملت بدون النماذج.

إن مقياس انجاز الباحث في هذا المجال يعتمد على الأمور الآتية عند بناء الأنموذج:

1. نسبة البيانات المدخلة إلى الأنموذج
2. دقة عملية بناء الأنموذج وتكالفها، ومقارنتها بدقة وتكاليف دراسة المتغيرات المطروحة للبحث من غير استعمال الأنموذج.
3. مدى انطباق هذا الأنموذج في أمكنة أخرى، وفي أزمنة أخرى خلاف الوقت والمكان الذي صمم الأنموذج لهما .

فإذا كانت المعلومات والبيانات سهلة التناول وليست معقدة ولا تستغرق جهدا وتكلفة كبيرة ولا يمكن تعميم نتائجها يجب العدول عن عملية بناء الأنموذج، لان الغرض الأساس هو الوصف، وهذا يمكن تحقيقه بدون صياغة الأنموذج. أما إذا كان الأمر غير ذلك فان عملية بناء الأنموذج تكون أكثر فائدة لكونها تعطينا نتائج وصفية دقيقة لاسيما إذا صممت باستعمال الحاسوب.

2. النماذج التنبؤية *Predictive Models*:

وهذه النماذج تحاول ان تتوقع أو تصف الوضع المستقبلي للظاهرة قيد الدراسة، بمحاكاة سلوك تلك الظاهرة أو باستعمال علاقات تحليلية وديناميكية من اجل استنتاج Extrapolate السلوك الذي سيحصل في المستقبل.

إن التنبؤ بالمستقبل لظاهرة ما يقتضي فهم العلاقة بين اشكال الظاهرة والعمليات المسببة لها . ففي الانموذج الوصفي يمكن ان نكتفي بذكر الظاهرة (Y) مرتبطة بالظاهرة (X) ولكن حينما يكون الهدف هو التنبؤ بقيمة (Y) في المستقبل، فالانموذج لابد ان يحاول ايجاد علاقة سببية، كأن نقول: إذا تغيرت (X) قيمة واحدة، فان ذلك سينجم عنه تغير في قيمة (Y) بنسبة معينة.

وإذا استطاع الانسان ان يخمن أو يتوقع اتجاه خط سير المسبب فان معرفة القيمة المستقبلية لهذا المسبب ستمكننا من التنبؤ بالقيمة المستقبلية للظاهرة الناجمة عن هذا المسبب.

وهناك ما يسمى بالتنبؤ الشرطي (Conditional Prediction)، وهو محاولة معرفة الظاهرة في المستقبل حينما نتوقع حدوث وقائع غير معلومة لدى المخطط الآن. وهذه الوقائع تكون في الغالب خارجة عن ارادة الباحث. وفي هذه الحالة فان الانموذج سيتخذ الصورة الآتية: اذا حدث (X) فان (Y) سوف يتبعه في الحدوث، من دون التأكيد صراحة من احتمال حدوث(Y) . وهنا لابد من وضع العديد من الاحتمالات لمحاولة

التغلب على العوامل الخارجية ان وجدت، وهذا ينقلنا الى الانموذج الذي يصمم للاستفادة منه في التخطيط .

(الصالح والسرياني، المصدر السابق، ص 572) .

3. النماذج التشخيصية Prescriptive models:

وهي من نماذج الامثلية ضمن نماذج التخطيط التي تحاول أن تحدد الوضع المستقبلي لظاهرة معينة كالنظام الحضري في ضوء أهداف محددة مسبقاً .

والنماذج التشخيصية تجد الدعم الأكبر في الدول ذات الاقتصاد الاشتراكي اذ تمتلك هذه الدول وسائل مباشرة وفعالة للتدخل إذ يكون التركيز على رفاهية المجتمع كله وتوزيعها المتجانس، والسلطة التخطيطية في هذه الحالة تأخذ دورا فعالا أكثر ليس فقط بالقرارات التي تخص الخدمات العامة بل كذلك في وضع قيود ومحفزات على القطاع الخاص (إن وجد) من اجل منفعة المجتمع كله أو قطاع معين من المجتمع (R. Sharpe, J. Roy, MAPT Taylor, 1982,p 209-220)

إن المستويات المختلفة أعلاه يمكن النظر إليها على أنها جزء من هيكل هرمي، إذ انه من اجل التشخيص يجب أن نكون قادرين أولا على التنبؤ بجوانب معينة من النظام الحضري، وأن التنبؤ يفترض وجود علاقات وصفية كخطوة أولى وللأغراض التخطيطية فإننا نهتم أكثر بالمستويين الأول والثاني في هذه الهرمية وهي النماذج التنبؤية والنماذج التشخيصية.

ومع ذلك فان وضع تميز حاد بين النماذج التنبؤية والنماذج التشخيصية هو عمل محير في نمذجة النظام الحضري لسببين (Sharpe R. 1980,p 241) هما:

أ. ان النماذج المسماة تنبؤية تفترض نوع من السلوك الامثل سواء أكان ذلك عن وعي أو دون وعي في دور الاشخاص والمؤسسات أو السلطة التخطيطية.

ب. ان العديد من النماذج التشخيصية Prescriptive تتضمن التفاعلات السلوكية مثل الجاذبية أو علاقات المستخدم- المنتج أو السلوك الأكثر احتمالا لمتخذي القرار عند وضع الاهداف والقيود . فضلا عن ذلك فان النماذج التنبؤية دائما تعير Calibrated على بيانات سابقة بما في ذلك سلوك اتخاذ القرارات السابقة لمختلف

السلطات التخطيطية. أي ان الأنموذج سوف يعطي نتائج مبنية عن القرارات التخطيطية التي اتخذت سابقا وهي قرارات سلوكية قد لايمكن تفسيرها رياضياً .

ثالثاً: التصنيف العام للنماذج:

تقسم النماذج إلى أربعة أنواع وهي (الصالح، السرياني، 2000، ص 557–566):

1. النماذج الرياضية *Mathematical Models*:

هذه النماذج تؤدي الى استبعاد العلاقات اللفظية أو الوصفية والاستعاضة عنها بما يعرف بالنماذج الرياضية التي تستخدم في المعالجة الأحصائية أو في غيرها من المشكلات التي تتعلق بقياس المتغيرات وتحليلها، وقد تبدو هذه النماذج معقدة بعض الشيء خصوصا لأولئك الذين ليست لهم خلفية رياضية جيدة، ضمن هذا النوع يمكن تمييز نوعين من النماذج الرياضية وهما:

أ. النماذج الحتمية *Deterministic Models*: إذ تعتمد هذه النماذج على النظريات الرياضية التقليدية القائلة بان هناك سببا ينتج عنه نتيجة (Cause and effect) وهذه النماذج تتألف في الغالب من علاقات رياضية تشتق منها معادلات خاصة بطريقة المنطق الرياضي وهي تعطي اجابة واحدة محددة في المعادلة المستعملة.

ب. النماذج الاحتمالية *Stochastic Models*: هذه النماذج مبنية على نظرية الاحتمالات، لهذا فان ما تعطيه من نتائج اقل تحديدا من سابقتها اذ انها تعطي مجموعة من الاجابات الممكنة أو المحتملة وهذه النماذج تتلائم وطبيعة علم الجغرافية.

2. النماذج التجريبية *Experimental Models*:

هذه النماذج تقليد لجزء من الواقع، واهم مميزاتها هي امكانية السيطرة على المتغيرات الداخلة في الدراسة، فنميز نوعين من النماذج هما :-

أ. الأنموذج القياسي *Scale Model*: يستعمل هذا الانموذج في الميادين الطبيعية بشكل خاص، وهو تقليد للظاهرة المدروسة ولكن بمقياس مختلف، فمثلا عند دراسة اكثر الامواج على الشواطئ فان هذه الدراسة تتطلب وقتاً طويلاً جداً يزيد على عمر الباحث لمعرفة آثارها، لذلك يلجأ الباحث لدراسة هذا الاثر بطريقة اصطناعية ويمكن التحكم بها من خلال إيجاد خزان ماء ويزود بحركة تشابه الأمواج لمعرفة قوة الأمواج وأثرها واتجاهها وطولها وعلى ميل خط الشاطئ.

ب. الانموذج النظيري *Analogue Model*: يستعمل هذا الانموذج في تحليل بعض العلاقات المتشابكة الموجودة في الظاهرة المدروسة عن طريق استعمال بعض الظواهر المصممة تجريبيا من تلك التي يمكن الاستعانة بها لتوضيح بعض الفروق المطروحة، ومن هذه النماذج الفكرة التي تحاول الاستفادة من الدوائر الكهربائية في دراسة حركة المرور في المدينة.

3- النماذج الطبيعية *(Natural Models)*:

هي تقليد ظروف طبيعية معروفة لدى الباحث ويحولها الى ظروف متشابهة يسهل معرفة ابعادها وتفسيرها على ضوء الظروف الطبيعية المعروفة وتصنف الى نوعين هما :

أ. الأنموذج الطبيعي التاريخي *(Natural Historical Model)*: وهو نقل تجربة حدثت في زمان معين والنظر في امكانية استعمالها في زمن آخر، مثال ذلك: التنبؤات التي يقوم بها علماء الارصاد الجوية لمنطقة من المناطق، بناء على المعلومات المتوافرة لديهم لسنوات طويلة عن المنطقة المدروسة.

ب. الانموذج الطبيعي النظيري *Natural Analogue Model*: وهو عملية الاستفادة من نقل بعض الظواهر الطبيعية عن طريق معرفة ابعادها وكيفية عملها وارتباط بعضها بالبعض الاخر، في تصميم خطة عمل يمكن تطبيقها على ظاهرات اخرى مشابهة.

ومن الامثلة على ذلك محاولة بعضهم دراسة مجاري الانهار ونقاط التقائها وروافدها، ومميزات مجاريها من حيث الاتساع والضيق، وغير ذلك من صفات النظام النهري ووضع ذلك في هيئة انموذج يمكن الاستفادة منه في دراسة نظام المواصلات البرية والطرق الرئيسة والفرعية، وغير ذلك من خصائص شبكات المواصلات المختلفة.

4- النماذج البيانية *Graphical Model*:

وهي ابسط انواع النماذج وتستعمل على نطاق واسع في الدراسات الجغرافية منذ زمن طويل، وتأخذ عدة اشكال ومنها الخرائط والاشكال والرسوم البيانية وهذه النماذج هي وصفية في الغالب، وتتكون من تمثيل بعض مظاهر الظاهرة المدروسة، وان ابسط مثال على ذلك هو أنموذج النطاقات الدائرية في المدن الذي وضعه برجس لتفسير نشوء المدن الامريكية وتطورها، الذي طبقه على مدينة شيكاغو.

رابعاً: التصنيف الجغرافي للنماذج:

ان النماذج الجغرافية بشكل عام تنبثق من قاعدة أو اطار نظري وبالتالي فان النظرية هي البيئة الفلسفية أو الوسط العلمي المنطقي للنماذج القائم على مختلف المشاهدات والملاحظات المتحققة وعلى مجموعة القياسات أو التجارب التي تستند على فرضيات علمية اولية سبق ان قدم تعريفها ومفهومها وشروطها .

يمكن ان تصنف النماذج الجغرافية الكمية أي النماذج المصممة أو الموضوعة من الجغرافي التصنيف الآتي (قربة، المصدر السابق، ص73-76) .

1. النماذج الرقمية البسيطة:

هي النماذج التي تستعمل البيانات الرقمية وتعتمدها لتصميمها باستعمال مجموعة الاساليب الكمية والرياضية القابلة للاستعمال من الجغرافي أي باستعمال الاساليب التي طوعت جغرافياً .

2. النماذج البنائية:

وهي النماذج التي تستعمل البيانات الرقمية التفصيلية لخصائص اصغر المكونات الجغرافية العلمية لسطح الارض القابلة للدراسة، لتشخيص وحداتها الداخلية والتعرف على طبيعة توزيع هذه الوحدات وتكرارها داخل المكون الجغرافي المدروس وتعتمد على حساب الفئات والجدولة المتقاطعة Cross tabulation دون عمليات حسابية.

والانموذج البنائي يستعمل في عملية التصنيف من اجل عزل وحدات المكون الجغرافي وتشخيصها أو للمتغير قيد الدراسة ان لم تكن وحداته أو مكوناته معروفة وكذلك من اجل تكوين المجموعات المتشابهة بين الوحدات أو عناصر المتغير للتعرف على خصائصها المختلفة، ونعتقد ان نماذج التصنيف مثل تصنيف كوبن للمناخات وكافة التصنيفات الاخرى المشابهة لها تعد من النماذج البنائية الهامة جدا في الجغرافية وخاصة في العلوم المناخية المختلفة ومنها الهيدرومناخ، والمناخ الزراعي والمناخ الطبي والمناخ الحيوي وغيرها .

3. النماذج الإحصائية:

هي النماذج القائمة على استعمال تصميم أو بنية الطرق الاحصائية والمعبر عنها بواسطة المعادلات الاحصائية الوصفية المتقدمة، أو التي تنتج عن تقنية جديدة في اسلوب استعمال الطرق المتقدمة جغرافياً أو نتائجها التي نحصل عليها على شكل معادلة أو متراجحة رياضية.

وتعد النماذج الاحصائية من اهم النماذج الرقمية الجغرافية؛ لانها تقوم على استعمال روح العلاقة الاحصائية عند تصميم الانموذج الرقمي الحسابي الجغرافي، وخير الامثلة على ذلك نماذج التغير ونماذج تحديد الانحراف ونماذج التقييم والتنبؤ، وتنحدر نماذج التقييم والتنبؤ من عمليات حساب الانحدار البسيط والمتعدد .

4. النماذج الكيفية:

وهي النماذج الكيفية أو الوصفية عالية الاستعمال في العلوم الجغرافية التي تتركز في محورين رئيسين:

أ. النماذج المستعملة لمحاكاة التغيرات المجالية: لمختلف العناصر والمكونات الجغرافية لسطح الارض، والمقصود هنا النماذج الكارتوكرافية، وتعد مختلف الطرق الكارتوكرافية وعمليات الترميز وقواعدها المستندة على طرق رياضية للتحليل المكاني كطرق الـ (Krining) وغيرها من الطرق الآلية التي توفرها النظم الحديثة مثالاً عنها .

ب. النماذج المستعملة لمحاكاة التغيرات الزمنية: وهي النماذج المتأتية من مختلف الطرق والاساليب البيانية اليدوية منها أو الآلية.

5. النماذج الحاسوبية:

هي النماذج التي توفرها الأدوات الجغرافية المتقدمة والمستعملة على نطاق واسع من الجغرافية العربية في الوقت الراهن. والمقصود بذلك برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS وبرامج تقنيات الاستشعار عن بعد المختلفة والكثيرة التي تعد حزم الـ ERDAS أكثرها استعمالاً. ومن الجدير بالذكر احتواء هذه البرامج على لغات خاصة للبرمجة تسمح بوضع أو تصميم نماذج حاسوبية تدعى بالـ VBA تمكن الباحث من اداء عمليات كثيرة فضلاً عن ما هو متاح داخل النظم نفسها .

وتسمى هذه النماذج في بعض المراجع العلمية بالنماذج الالية، وهي من اعقد انواع النماذج الرقمية وتتطلب السيطرة على لغات النمذجة الخاصة في بعض الميادين التي غالباً ما تستعمل لغات على غرار لغة الـ (Visual Basic) أو (C++) وغيرها .

خامساً: يمكن تصنيف النماذج إلى خمسة أنواع أساسية حسب ما يرى الباحثان وحسب أهميتها في التطبيقات والدراسات الجغرافية وهي:

1. النماذج السببية: وهي النماذج الكثيرة الاستعمال والتطبيق في البحوث الجغرافية، والاستفادة من وسائلها عن طريق صياغة المشكلة على هيئة أنموذج، والنماذج متعددة ومختلفة الاستعمال وفي هذا المجال يتم التمييز بين ثلاثة أنواع من النماذج والأساليب الكمية وهي:

أ- تحليل الانحدار *Regression Analysis*:

وهي النماذج التي يكون فيها المتغير الرئيس معتمداً على متغيرات تفسره وتشرح سلوكه، كما في نماذج تحليل الانحدار التي تسمح بالحصول على نتائج كمية هامة متمثلة في (معادلة الانحدار)، التي تعد هي بحد ذاتها صيغة كمية أي أنموذجاً كمياً متكاملاً وصحيحاً علمياً لمحاكاة العلاقة بين عنصرين أو عدد من العناصر تتبادل التأثير فيما بينها(سبب ونتيجة، وفعل ورد فعل) وهي بحد ذاتها أنموذج رقمي يصلح في التنبؤ والتقدير. وعمليات تحليل الانحدار تشكل 60% من العمليات الجغرافية المستعملة في بناء النماذج الكمية الرقمية الجغرافية، لان هذا التحليل يقدم المعالجة الامثل للعلاقة بين متغيرين أو العلاقة بين متغير وعدد من المتغيرات الاخرى. وهذا يعني في الواقع ان تحليل الانحدار هو من اهم الموضوعات التي يجب التركيز عليها عند دراسة الجغرافي للاساليب الكمية(قربة، المصدر السابق، ص 77)، وتم دراسة هذا الاسلوب وتطبيقه في الفصول السابقة.

ب- تحليل المدخلات والمخرجات *Input - Output Analysis*

تعد من احد الأساليب الهامة في التخطيط الإقليمي الاقتصادي لما تقدمه من توضيح للسلوك الإنتاجي والتوزيعي لقطاعات الإنتاج المختلفة، وطبيعة العلاقات القائمة بينها، وبين القطاعات الاقتصادية الاخرى. ويقوم هذا الاسلوب على جدولة مبسطة للعلاقات المتبادلة (بين أنشطة الاقاليم أو المقاطعات أو القطاعات الاقتصادية المختلفة داخل الاقليم الواحد أو فيما بين الاقاليم)، اذ يتم تصميم جداول خاصة بالمدخلات التي تعبر عن الاحتياجات وجداول اخرى للمخرجات التي تعبر عن عمليات الانتاج بشكل تتضح معه عمليات التخطيط. وإبراز التغيرات الاقتصادية التي تطرأ أو تحدث في هذه المبادلات في فترة زمنية معينة وتصاغ تلك العلاقات رياضيا بطريقة تعبر عن مقدار التفاعل بين هذه العلاقات مما يوضح درجة الترابط بين عناصر الإنتاج المختلفة بمعنى أنه يمكن رصد أو جدولة، مدخلات كل صناعة عن الصناعات الأخرى، أو القطاعات الاقتصادية الأخرى، ومخرجات كل صناعة أو قطاع والناجمة عن هذه المدخلات وتفاعلاتها وتأثيراتها .

ج- البرمجة الخطية *Linear Programming*:

هي من النماذج الخاصة بتحديد الامثلية، أي النماذج التي تسعى الى تحديد الحد الامثل عن طريق تصغير أو تعظيم دالة الهدف، وتعادل اهمية البرمجة الخطية اهمية تحليل الانحدار في انشاء نماذج خطية في مجالات جغرافية طبيعية وبشرية عديدة وليس فقط في الجغرافية الاقتصادية.

وتعد من النماذج الرياضية الهامة، التي تهدف الى حل المشكلات المرتبطة بمتغيرات كثيرة، في ظل قيود أو محددات معينة، تكون على الاغلب في شكل متراجحات أو معادلات خطية. وهي اداة من ادوات التخطيط، تساعد على تخفيض كل زيادة في التكاليف، وتحقيق اقصى ما يمكن من عوائد الانتاج بأقل فاقد. ومعها برزت الصيغة الرياضية لمشكلات الامثلية. وتبرز العلاقة بين البرمجة الخطية، والمشاكل الجغرافية في كونها تستطيع ان توفر الحل الرياضي لاشكاليات التوزيع الحركي، من المصدر الى جهة الوصول (للسلع مثلا أو للبشر)، وتحديد افضل السياسات الانتاجية لخليط من السلع، بهدف استغلال الطاقة الانتاجية الى اقصى حدودها، أو لتحقيق اعلى ربح أو عائد، ويكون كل ذلك في ظل القيود، أو المحددات المحيطة، أو التي يفرضها النظام من جراء عوامل خارجية متحكمة. تستعمل أيضاً البرمجة الخطية في مشاكل النقل والتوزيع، اذا ما اراد الجغرافي مثلاً ان يحدد مسارات النقل التي تحقق اعلى كفاءة توزيعية ممكنة، بين مناطق الانتاج والتوزيع لتحقيق اعلى عائد وبأقل جهد أو كلفة مثلاً (محمد علي، 2001، ص 93).

2. نماذج الجاذبية *Gravity Models*:

إن نماذج الجاذبية والتفاعل المكاني المستعملة كثيرا في التخطيط الحضري والاقليمي والدراسات الجغرافية في السنوات الاخيرة، وقد بدأت اعتمادا على قانون الجاذبية لعالم الفيزياء اسحاق نيوتن الذي ينص على ان(أي كتلتين في الكون تجذب احدهما الاخرى بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما) . وقد حدث العديد من التطوير والتغيرات لهذا الأنموذج (نماذج الامكانيات- نماذج الفرص الوسطية) . (ن. كلايسون، 1978، ص39) . ومؤخراً وبدعم من ولسن فان طريقة جديدة ظهرت في نموذج الجاذبية في مجال التخطيط الحضري والاقليمي هي تحديد التفاعل بين مدينتين أو اكثر من خلال متغيرات – تدفق السكان- أو – تجارة المفرد، وقد استعمل رايلي Raily هذا الأنموذج في التوصل الى قانون الجاذبية لتجارة المفرد الذي مفاده ((أنه في حالة وجود مدينتين تقومان بتزويد مدينة ثالثة اصغر حجماً منهما . فان كل واحدة منهما تزود المدينة الصغيرة بما يتناسب طرديا مع سكانها وعكسياً مع مربع المساحة)) . (الهيتي، حسن، 2000، ص 364) . لقد استعمل أنموذج الجاذبية في التخطيط الحضري من اجل التنبؤ بمستوى السكان الواقعين في منطقة معينة أو للتنبؤ بعدد الرحلات بين مناطق العمل والسكن والاسواق وما يتعلق بامور النقل. كذلك استعمل الأنموذج في تقدير حجم المصروفات المتدفقة من المناطق السكنية في المدينة الى رحلات التسوق وغيرها من الدراسات. وهكذا يظهر بان نماذج الجاذبية استعملت في تحليل التفاعل المكاني Spatial Interaction بين عناصر النظام الحضري(السكان- المؤسسات والانظمة الاقتصادية والاجتماعية) .

ومن نماذج الجاذبية التي تستعمل بشكل واسع في البحوث الجغرافية هي:-

أ- أنموذج التفاعل المكاني *Spatial Interaction Model*:

يعد أنموذج التفاعل المكاني احد اساليب نماذج الجاذبية التي يعتمدها مخططو المدن التي يتم تحليل مختلف مستويات الفعاليات البشرية وقياسها في المناطق الحضرية سواء أكان ذلك على نطاق الافراد أو مجموع السكان أو حركة السلع أو الخدمات المقدمة لهم، ومن الاستعمالات التخطيطية لنماذج الجاذبية هو قياس قوة الجذب بين مناطق التوسع الحضري المقترحة وقطاعات المدينة القائمة، التي ستشكل في المستقبل الشكل المتروبولتاني للمدينة اذ يوضح هذا المعيار قوة الجذب بين كل بديل والمدينة، فكلما كانت قوة الجذب عالية بينهما يعد افضل ولهذا ترتب البدائل حسب قوة الجذب مع المدينة، ويكون قانون قوة الجذب التنافسي بين بدائل التوسع ومركز المدينة وفق الصيغة الآتية (الدليمي، 2011، ص 234) .

$$Tij = \frac{G\dfrac{PjPi}{dijb}}{G\dfrac{P1Pi}{di1} + G\dfrac{P2Pi}{Pi2} + G\dfrac{P3Pi}{di3} + \ldots + G\dfrac{PnPi}{din}}$$

إذ أن:-

j = بديل التوسع المتنافس

i = مركز المدينة على أساس حجم السكان (PiPj)، أو المسافة بين كل بديل ومركز المدينة dij

G = ثابت التفاعل بين طرفي الجذب

b = عائق المسافة (مقداره ثابت =2) .

ويعتمد في التقييم على حجم السكان المتوقع استيعابهم في كل بديل وحجم سكان المدينة والمسافة بين كل بديل ومركز المدينة، وإذا ما تم تجاوز تفسير صيغة القانون المذكور أعلاه فانه يشير إلى نسبة قوة الجذب لكل بديل قياسا بالبدائل الأخرى.

ويمكن استعمال القانون بصيغة مبسطة فيما يأتي:-

$$Tij = \frac{Pjdij^{-b}}{\sum Pjdij^{-b}}$$

إذ أن:-

Pj = الطاقة الاستيعابية البديلة

dij= حجم سكان المدينة

ب-أنموذج هانسن *Hansen's Model*:

يعد هذا الأنموذج من أوائل نماذج الجاذبية الذي وضعه (هانسن W. G. Hansen) عام 1959م، كونه احد نماذج الموقع Locaction Model، إذ صمم من اجل التنبؤ بموقع السكان أو مناطقهم السكنية، فان تحديد رغبة السكان في السكن في منطقة ما يتأثر بعامل (سهولة الوصول) من تلك المنطقة وإليها .

فمثلا توزيع السكان على مناطق مختلفة إنما يعتمد على سهولة وصول العاملين من مواقعهم السكنية إلى محلات العمل، لذلك يذهب الباحثون في نماذج الجاذبية إلى وصف على انه أنموذج احتمالي كونه لا يصف العلاقة التفاعلية بين الانطقة كما تفعل نماذج الجاذبية وإنما يصف احتمال التفاعل بين مواقع السكان والعمالة بالرجوع الى عامل سهولة الوصول، وقد اصطلح هانسن على هذه العلاقة بمؤشر النفاذية (An Accessibility Index) ويمكن ايجاد هذا المؤشر من خلال الصيغة الآتية:

Aij = Ej/ dijb

إذ أن:

Aij = سهولة الوصول من النطاق i إلى المنطقة j

Ej= مجموع العمال في المنطقة j

dij= المسافة بين i و j

b = قوة مرفوعة لها المسافة

وعلى هذا الأساس فان المؤشر الإجمالي لسهولة الوصول لكل منطقة هو

(Aij = Ej/ dijb)

ولم يتقيد هانسن بعامل واحد في تحديد حجم السكان الذين يمكن ان ينجذبوا الى مكان ما معطى (Given Area) بل أدرك وجود عامل مهم يمكن ان يؤثر في جذب السكان إلى ذلك المكان وهو المساحة المتاحة لأغراض سكنية أي الطاقة المتاحة لاستيعاب السكان.

واوضح هانسن ان تاثير هذين العاملين (عامل سهولة الوصول والطاقة الاستيعابية) يمكن دمجهما لحساب امكانية التنمية لكل منطقة من خلال ضرب عامل سهولة الوصول بكل منطقة (Ai) في الطاقة الاستيعابية لها (Hi) بحسب ما يأتي:

Hi ×Di= Ai

ان امكانية التنمية (D) المحسوبة لكل منطقة يمكن عدها مقياساً لجذب كل منطقة استناداً الى الطاقة الاستيعابية المخصصة لاقامة السكان وسهولة وصول العمال منها الى محلات العمل ومن هذا الاحتمال (مقياس الجذب لكل منطقة يمكن إيجاد توزيعات احتمالية للسكان على المناطق من خلال قسمة امكانية التنمية لكل منطقة على الاحتمال الكلي (مجموع احتمالات المناطق) الذي لا تتجاوز قيمته واحداً) .

ليتم بعد ذلك تقدير عدد السكان الذي سيتولد في كل منطقة Gi اعتماداً على امكانية التنمية النسبية لكل منطقة وحجم السكان الكلي المعطى أي أن:

/ Σ Ai Hi Gi= Gt. Ai Hi

or

Hi= Gt. Di / Σ Di

وبالتالي يمكن الخروج بجدولة تمثل عملية مقارنة من السكان المتولد (المتوقع) في كل منطقة (Predicied Population Gi) . والسكان الاصلي لها (G) ولاعطاء صورة واضحة عن قدرة أنموذج هانسن على تحديد التوزيعات البديلة للعمال اعتمادا على اوقات الرحلات البديلة ومختلف الطاقات الاستيعابية وبشكل سريع يمكن توضيح عمل نموذج هانسن وآليته بالخطوات الآتية:

1. يتم حساب مؤشر النفاذية لكل منطقة (Ai)
2. يضرب مؤشر النفاذية (Ai) بطاقة التملك (Hi) للحصول على امكانية التنمية (النمو الكامل) (Di) .
3. جمع معدلات امكانية التنمية لكل منطقة (Di) لايجاد اجمالي النمو الكامل $\sum Di$.
4. قسمة امكانية التنمية في كل منطقة (Di) على اجمالي النمو الكامل لايجاد النمو الكامل النسبي لكل منطقة .

Di Σ Di /

5. ضرب النمو الكامل النسبي لكل منطقة باجمالي السكان (السكان الحقيقي للحصول على السكان المتوقع لكل منطقة) .

Di Σ Gi=Gt. Di /

3. نماذج التخصيص *Allocatiuon Models*:

تختلف نماذج التخصيص عن نماذج أو نظرية الموقع العادية، من حيث انها تناسب الواقع المكاني المعقد والمتشابك، وحيثما تكون المشكلة الموقعية كبيرة الحجم وهناك العديد من المتغيرات أو المعايير التي يجب اخذها

في الحسبان، مما يتطلب صياغة رياضية اكثر تعقيدا لمعالجة مثل هذه النوعية من المشاكل، لاسيما في حالة السطوح المكانية غير المتساوية أو المتجانسة. وللاجابة على تساؤلات مثل: الى أي حد يقترب نمط معين من الخدمات الى الموقعية المثلى؟ لذا تحاول هذه النماذج الا تكون بالضرورة معيارية Normative بل، تشخيصية Perscriptive، تأخذ الوضع الراهن في حسبانها. ولعل هذا التوجه النموذجي الحديث طرأ في بداية الستينيات، وهي تفترض ان هناك مجموعة من النقاط الموزعة على السطح الجغرافي المعين، ومن ثم يمكن اعطاء وزن الى كل منها ثم هناك مجموعة اخرى من المراكز المتمركزة والمفترضة وغير المحددة الموقع تماماً. فتكون مشكلة الموقع والتخصيص التي تعبر عن العلاقة بين هاتين المجموعتين المذكورتين اعلاه، وفي اعم وابسط صورها، هو ايجاد المواقع للمراكز(م)، وتخصيص كل نقطة أو جزيئة منها الى مركز معين، وبطريقة تحقق تعظيم الدالة وظيفية ذات اغراض معينة. وبهذا تكون نماذج التخصيص في الواقع، هي تفريعة ربما من النظرية المركزية، مع معيار يجب ان يتعاظم به، وقد استعمل فيما بعد الرياضيات المتقدمة التي ساعدت على التطور والتحسن المستمر لنماذج التخصيص بشكل كبير. وقد جذبت هذه النماذج، خاصة فيما يتعلق بنماذج مواقع الخدمات، اهتمام الجغرافيين، ولان هذه النماذج تتيح لهم ان يحلوا المشاكل الموقعية التقليدية التي طرحها كريستالر Christaller، وويبر Webber، بطريقة اسرع، وتحت ظروف متنوعة أو محددات متعددة، وشروط نقل (مواصلات) متشابكة أو متداخلة على السطح الفضائي أو الحيز المكاني. وبزغ بعض الجغرافيين، فيما بعد، في استعمال اساسيات هذه النماذج في تطوير ما هو اعقد من نماذج ذات خوارزميات يمكنها ان تعاظم من اكثر من معيار (معايير متعددة Multi- Criteria)، التي يتحقق من خلالها وضع موقعي أمثل أو اقرب اليه. اما تعبير تخصيص (Allocation) فيشير الى التوزيع الفني للمصادر أو المهام أو المسؤوليات في داخل البرنامج (محمد علي، المصدر السابق، ص95).

فمنهجية نماذج التخصيص، اداة سهلة للتوجه التشخيصي الحديث، والمؤسس على ابعاد القاعدة المعيارية في الدراسات الميدانية، الذي يبنى على اساس نظرية الموقع، وقد وجد ان له علاقة وثيقة بنظم المعلومات الجغرافية

GIS إذ أن كليهما يدعمان التحليل المكاني بشكل كبير، فهما يكاد يكونان، وجهين لعملة واحدة من حيث ان كلا منهما يبرز الاخر، ويسهل كلاهما مهمة الآخر.

واذا كان الغرض من الانموذج هو تقدير توزيع استعمالات الارض مستقبلا فانه حتى اذا كان التحليل مجزءً من حيث البيانات لكل منطقة Zone فانه سوف يحصل نوع من التعميم Averaging بين المناطق والقطاعات لذا فان محاولة ايجاد الحل الامثل للنظام غير مجدي؛ لان المناطق ذات المنفعة الاعلى ***High Utility***) سوف تشغل وتترك بقية المناطق فارغة (Foot, 1981,p 198-201)، وهذا ما لا يحصل في نماذج الاحتمالية العظمى ***(Entroy Maximization)*** أو الجاذبية التي يتم تعييرها ***Calibrated*** لتحاكي التوزيع الفعلي لاستعمالات الارض، اذ انها لابد ان تعطي لكل منطقة حجماً معيناً من كل نشاط.

ان أنموذج التخصيص هو نسخة محورة من نموذج البرمجة غير الخطية التي طورها بروتشي Brotchie لايجاد التوزيع الامثل لمجموعة من الانشطة على اساس تعظيم المجموع الكلي (المنافع– الكلف) للتفاعل بين هذه الانشطة، وبين هذه الانشطة والبيئة وهذه الصيغة ما هي الا تطوير لمسائل التخصيص Assignement التي اوجدها كوبمانز (Koopmanns) عام 1957.

ان الانشطة قد تختلف من حيث المقدار (A_{im}) والنوع وأن المناطق Zones قد تختلف من حيث الشكل والموقع وقابلية الاستيعاب (Zj) وقد تملأ بنشاط واحد فقط أو خليط من الانشطة أو تملأ جزئيا، والرمز (m) يمثل الفترة الزمنية اما دالة الهدف فانها تتضمن كلف ومنافع التفاعلات بين الانشطة على الممرات (Pathes) أو الطرق التي تربط بين المناطق المختلفة، ووالمنافع والكلف المترتبة على انشاء وتشغيل نشاط معين (i) في المنطقة (j) على فترات زمنية عديدة.

اذا كانت (aijm) هي الجزء من النشاط (i) والمطلوب توقيعه في المنطقة (j) وفي الفترة الزمنية (m) فان المشكلة التخطيطية يمكن ان تصاغ بالشكل الآتي: اختيار المجموعة أو التركيبة الملائمة من (aijm) من اجل

تعظيم مقياس الجودة أو دالة الهدف U(aijm) (Sharpe R. Brotchie. J.F and Ahern P. A, p 345-362)

$$U_{(aijm)} = \sum_{i}^{N} \sum_{j}^{M} \sum_{K}^{N} \sum_{L}^{M} \sum_{m}^{T} \sum_{n}^{Y}$$

Sijklmn RjLmn BijkLmn

$$\sum_{i}^{N} \sum_{K}^{N} aijmAim \le Zj, j = L, M$$

$$\sum_{j}^{M} aijm = L, i = I, N; m = L, T$$

For all i, j, m $aijm \ge 0$

إذ أن:

Sijklmn= حجم التفاعل بين αkl و αij خلال الفترة m

RjLmn= طول الطريق أو المسار بين المنطقة j والمنطقة L

BijkLmn = (المنافع – الكلف) لوحدة التفاعل بين αij و αkl خلال الفترة m

Cijm= (المنافع – الكلف) لانشاء وتشغيل وحدة النشاط αij خلال الفترة m

N= عدد المناطق، M= عدد الأنشطة، T= عدد الفترات الزمنية

Y= عدد أنواع وسائط النقل

والأنموذج أعلاه هو مسألة برمجة لا خطية إذ المتغيرات هي (αijm)، إلا أن القيود هي دوال خطية، إذ أن دالة الهدف غير خطية لوجود القيم B, R, S, C وهي دوال معقدة لمتغيرات غير معتمدة.

4. النماذج الرقمية المحوسبة *Digital Models By Computer*:

وهي النماذج التي يتم إعدادها بواسطة التقنيات الحديثة المتقدمة، التي أضافت سهولة فهم وتواصل كبيرين، بسبب خصائصها الإبداعية والخلاقة وديناميكيتها المتزايدة القادرة على محاكاة البيئة الحقيقية بعدة درجات من الواقعية التي أضافت تصويرا مرئيا ومحاكاة كرافيكية تظهر البيانات بشكل سلس، فضلاً عن إمكانية الملاحة في وقت حقيقي (Real time Rendaring) . إن الإمكانات التصويرية في التخطيط والتصميم للبيئة الجغرافية المراد بناؤها عن طريق استعمال تلك التقنيات تعطينا الإمكانات على التسريع بعملية النمذجة المكانية والتحليل المكاني، وتساعد في تشكيل الأفكار والتطورات للباحثين على نحو واسع .

إن الثورة المعلوماتية والمعرفية تتطلب القيام بمحاكاة (Simulate) عمليات الأنظمة البيئية الطبيعية والحضرية ووظائفها على افتراض انه يتم القيام بتجهيزها من حقول جديدة من العلوم المختلفة .

تأخذ النماذج (Models) البيانات المطلوبة من قاعدة البيانات وتستعمل لكي تقوم بإقامة التحليل المطلوب أو المحاكاة وخزن نواتج النماذج من قاعدة بيانات أيضا . وان هذه التقنيات في أنظمة البيانات الأخرى يتم استعمالها فيما بعد لغرض عرض النماذج الذي يكون على وجه العموم على نحو خريطة أو صورة يمكن فهمها من جميع المشاركين في الدراسات البحثية أو العلمية التخطيطية، ومن النماذج الرقمية المحوسبة التي يستعملها الجغرافي هي:-

أ- الخرائط الرقمية *Digital Maps*

لقد تم إعادة وضع المفهوم الاصطلاحي لرسم الخرائط على انه(عملية نقل معلومات مكانية موقعية تتضمن مدخلات وحالات تحويل وتسلم معلومات وهي طبقا لهذا الأمر يمكن ان يتم تحليلها كنظام) .

(Mac Eachren, 1995, p.80)

في الوقت الذي ازداد فيه استعمال الحواسيب، توسع اهتمام من يقوم برسم الخرائط واستعمالها إلى أنواع جديدة من البيانات وصيغ جديدة للاظهار(التمثيل) وخرائط تعاونية(تفاعلية) .

(Mac Eachren and the ICA Commission on Visualization, 1998,p. 79)

وان ظهور الخرائط الرقمية يعطي احتمالية بوضع منصة الانطلاق لتطور أنظمة المعلومات الجغرافية GIS والتصوير المرئي العلمي عن طريق الإشارة الجغرافية.

إن الخرائط تمثل نتائج المسح الميداني في شكل مرئي وهي بذلك تشكل نماذج بسيطة عن العالم الحقيقي. ولكن على الرغم من ذلك فان الخرائط لا يمكنها أن تصور الواقع تماماً لأسباب عديدة أهمها:

1. الابتعاد عن الحجم الحقيقي.
2. فقدان البعد الثالث.
3. عدم القدرة على قراءة الخرائط بصورة مرضية.
4. يمكن الكشف عن أسرار الطبيعة من دون خرائط.

على الرغم من ذلك فان نماذج الخرائط تعطي تصورا عن الواقع الحقيقي وتستعمل طريقة التعميم لتوضيح حقائق معينة تساعد الباحثين على رؤية العالم الحقيقي في ضوء جديد.

ان دورة اعداد الخريطة تمر بمرحلتين:

أولاً: وضع استمارة نموذجية فيها معلومات عن الواقع الحقيقي.

ثانياً: اختيار أنموذج لتوضيح الواقع.

من البديهي أن تبدأ دورة إعداد الخريطة مرة أخرى من وجهة نظر منقحة عن الواقع الحقيقي، على سبيل المثال سلسلة الرحلات عبر منطقة معينة يتم فيها استعمال الخرائط دليلاً للمنطقة وهذه تغطي الحد الأدنى للمنطقة وأيضا خرائط استعمالات الأرض.

وترسم الخريطة بعد جمع البيانات من الحقل ويتم بعد ذلك مقارنة بين الواقع والحقيقة، ويمكن اختبار بعض العلاقات بين استعمال الأرض والعوامل المادية والاقتصادية والثقافية.

في حالات كثيرة مثل هذه الاختبارات سوف تشمل تصميم خرائط جديدة لكل الاتجاهات والعلاقات في محاولة للكشف عن بعض الأنماط المعقدة عن الواقع الحقيقي. على سبيل المثال دراسة حوض التصريف يتم تحديد تفاصيله عن طريق الخرائط وهي تمثل تشريح نموذجي عن البيئة الطبيعية لحوض التصريف.

من البديهي أن الخرائط هي وسائل لتدفق المعلومات وأفضل من غيرها من الوسائل، ولكن الوظائف التي تؤديها الخريطة هي مماثلة بغض النظر عن نوعها .

إن رسم الخرائط وإنشائها يجمع بين خصائص العلم والفن على حد سواء، ويتم استعمال أجهزة الحاسوب لمعالجة وإخراج الخرائط. وان المهارة في استعمال هذه التقنية تعتمد على إمكانية رسم الخرائط بصورة مكتملة واستعمال أسلوب التعميم فتنتج الخرائط النهائية.

إن إعداد خرائط تكون بشكل أنموذج يستند على أبعاد المساحة المطلوب رسم خريطة لها والترابط بين الظواهر المساحية. ولبناء أنموذج خرائطي تتبع المراحل الآتية:

أولاً: مرحلة جمع المعلومات والبيانات عن العالم الواقعي(الحقيقي) التي يتم جمعها من الدراسة الميدانية واستعمال المرئيات الفضائية، ومن ثم يتم تصنيف البيانات على شكل جداول خاصة، ومن ثم يتم معالجتها باستعمال البرامج الإحصائية في الحاسوب لإعداد أنموذج خرائطي.

ثانياً: مرحلة التجريد، إذ يقوم رسام الخريطة أو المختص باستبعاد بعض البيانات غير الضرورية والتركيز على بعض البيانات التي تفيده في إعداد الأنموذج وصولاً إلى مرحلة التعميم، إذ أن فقدان بعض المعلومات الخرائطية لا تفقد من قيمة الأنموذج الخرائطي الذي يمثل العالم الحقيقي. وكثير من رسامي الخرائط يعتمدون على المنهج

التجريبي للوصول الى التعميم، باستعمال بعض العناصر المهمة في إعداد الأنموذج الخرائطي ويحتاج ذلك إلى خبرة وتجربة سابقة من رسامي الخرائط، مثل رسم السواحل والأنهار، اذ يتم استعمال التعميم بشكل ملحوظ عن طريق تصغير المساحة باستعمال مقياس الرسم.

ثالثاً: مرحلة إعداد خرائط تمثل صورة مبسطة عن الواقع الحقيقي.

رابعاً: مرحلة قراءة الأنموذج الخرائطي.

خامساً: مرحلة وضع الاستنتاجات عن العالم الحقيقي.

سادساً: مرحلة اختبار الأنموذج إذ يتم التأكد من المعلومات للوصول الى مدى فائدة هذا الأنموذج ومقدار ما يقدمه من عون لفهم الواقع الحقيقي.

أما الأنموذج الكارتوكرافي فهو مجموعة من الخرائط على هيئة طبقات تشترك فيما بينها في اطار كارتوكرافي واحد يعتمد على المرجعية المكانية المعروفة بالإحداثيات والأنموذج الكارتوكرافي يحتوي على بيانات وصفية تحدد المساحة، والموقع الجغرافي، والمدة الزمنية، وبيانات اخرى تتعلق بالخصائص التصنيفية لمنطقة الدراسة التي تغطيها (الخزامي، 2007، ص407).

ب- نظم المعلومات الجغرافية *Geographic Information System (G. I. S)*

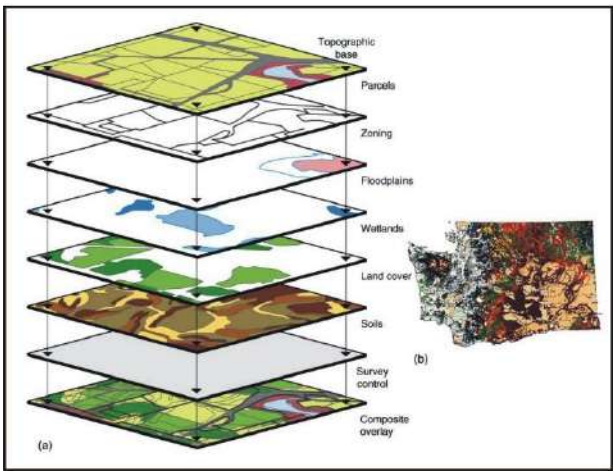
وهي أسلوب تطبيقي لتكنولوجيا الحاسوب الآلي المتطورة تجمع ما بين البرامجيات الخرائطية (Software) المختصة في بناء الخرائط ومكونات الحاسوب المادية (Hardware) المستندة الى مجموعة من الاجراءات والاساليب المتبعة لجمع البيانات حاسوبياً وتخزينها وتحليلها وعرضها على هيئة معلومات، للاستفادة منها في التطبيقات الجغرافية غير المحددة عليها، كونها وسيلة فعالة في دعم صناعة القرار واعداد الخطط المناسبة مع احتمالات تعديلها وتطويرها. وبرزت اهمية نظم المعلومات الجغرافية ودورها كونها وسيلة متقدمة للتعامل مع البيانات في جميع المجالات العلمية بصورة عامة والدراسات الجغرافية بصورة خاصة، وساعدت على احداث نقلة علمية متطورة في الوسائل والاساليب التحليلية والتطبيقية، وقد انعكس التطور الهائل في تقنية المعلومات على منظومة التعليم وعلى تحديث البرمجيات التعليمية، وهذا سيؤدي بدوره الى انحسار طرق التعليم التقليدية،

ومعلوم ان البشرية تمر في الوقت الحالي بثورة معلوماتية ضخمة منها ما هو بالجانب البشري وهي المعلومات المتعلقة بالسكان وخصائصهم الاقتصادية والاجتماعية والديموغرافية، ومن هذه المعلومات ما هو بالجانب الطبيعي ويستمد معلوماته من الطبيعة مثل المعلومات الخاصة، بالجيمورفولوجيا والتربة، والهيدرولوجيا والمعلومات المناخية. اذ تقوم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وهي اهم تطبيقات تكنولوجيا المعلومات، على استعمال ملحقات نشطة Active Hardware وبرمجيات قوية Power Software وبيانات مكانية Spatial Data في الرسم الآلي (Automated Cartography) والتحليل الواسع Extensive Analysis للمعلومات المرتبطة بالاماكن، اذ تعد احد الدعائم الاساسية في دعم اتخاذ القرارات على جميع المستويات وفي شتى المجالات في المؤسسات الحكومية والجامعات والمعاهد لكونها تعد من التقنيات الحديثة والمهمة في عصرنا الحالي كونها اداة معالجة وتحليل مناسبة وجيدة يحتاج اليها المخطط ومتخذ القرار في عمليات التخطيط والتنمية وفي عمليات ادارة المصادر والموارد البيئية. وحل المشكلات وفق منظور علمي متطور (العزاوي، 2008، ص25).

والعلاقة بين نظرية القرار Decision Theory ونظام المعلومات الجغرافية علاقة وثيقة، بسبب عدد من التطبيقات التي يمكن ان تستعمل وظائف التحري، والبحث، والاستقصاء المكاني، التي توفرها آلية نظم المعلومات الجغرافية وتستفيد منها، وفي عمليات التوفيق، والتوازن، والمقاصة بين أهداف أو أغراض متعارضة هذا من ناحية، ومن ناحية ثانية فانه يمكن من خلال عمليات نظم المعلومات الجغرافية الوظيفية والتحليلية عرض عدد من الخيارات التي يجب ان تطرح وتناقش ويتوصل إلى أفضلها. إذا نظم المعلومات الجغرافية تعاظم من استعمال نظرية القرار، وتساعد على التوصل الى الافضل، من خلال طرائقها التحليلية المفيدة وقدرتها على العرض المرئي للبدائل التخطيطية (محمد علي، المصدر السابق، ص94).

وتبرز قوة التحليل في انظمة المعلومات الجغرافية في تخزين البيانات في أكثر من طبقة (Layer) واحدة، وتستخدم بعض البرامج مصطلح (Theme) أي موضوع بدلا من طبقة، بحيث تكون كل طبقة تحتوي على معالم لها

التصنيف نفسه، للتغلب على المشاكل التقنية الناتجة عن معالجة كميات كبيرة من المعلومات دفعة واحدة، اذ تعطي قدرة تحليلية افضل، لأن التغلب على مشكلة في طبقة الطرق مثلا، افضل من معالجتها في كامل النظام، باضافة لربط الطبقات بجداول أو معلومات غير مكانية (Non- Spatial) مرتبطة بالمعلم نفسه، وتعد هذه السمة اساسية في نظام المعلومات الجغرافية، الشكل (76) .

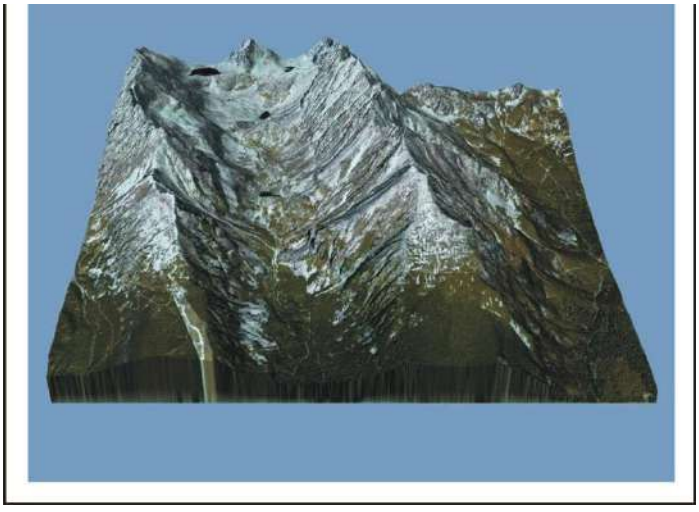


شكل(76) السمة الأساسية في نظم المعلومات الجغرافية وتخزين المعلومات في طبقات

توفر أنظمة المعلومات الجغرافية إمكانات كبيرة في عمليات بناء نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM) Digital Elevation Models، الذي يعرف على انه (عملية تمثيل البعد الثالث (Z) لظاهرة مستمرة باستعمال طريقة معينة.

وتساعد نماذج الارتفاع الرقمي (DEM) على فهم طبيعة السطوح الإحصائية وطرق تمثيلها كما لو كانت ببعد ثالث، وهي قضية هامة إذ أن أي ظاهرة طبيعية أم بشرية يمكن تمثيلها بسطح إحصائي يتغير ببعد ثالث على وفق المنظور.

إن وجود النماذج الرقمية للارتفاعات ضروري جدا من اجل القيام بالتصحيح الهندسي والراديومتري للأرض الظاهرة في مرئيات الاستشعار عن بعد (Rs)، وتسمح هذه النماذج بالحصول على خطوط التسوية ونماذج الارض معطية بذلك معطيات اخرى مفيدة بالتحليل. من النادر حاليا استعمال تقنيات التخريط من اجل الحصول على استعمالات نظم المعلومات الجغرافية ومع تحسين المعلومة التي نحصل عليها من معطيات الارتفاعات (تخريط المستنقعات والفيضانات وادارة الغابات) وتستعمل المعطيات الارتفاعية ايضا في انتاج المخططات الطوبوغرافية، تستعمل المعطيات الارتفاعية بعد دمجها مع المرئيات الفضائية في الحصول على مناظر مجسمة مفيدة في السياحة وتخطيط الطرق وغيرها، ويتم استعمال الأنموذج الرقمي للارتفاعات في إدارة المصادر الطبيعية والتخطيط العسكري، الشكل (77)



شكل (77) أنموذج ارتفاع رقمي DEM لجبال ابلاش

ومنهجيا أيضا تزودنا نظم المعلومات الجغرافية بالقدرة على إمكانية دمج مجموعات وقواعد بيانات كبيرة وتكميلها يتم بناء نماذج للواقع حية ونابضة أو افتراضية إلى حد ما أو بالأحرى لكي تمثل واقعا افتراضيا يمكن من خلال تداخل سطحه وتشابكه أن يتم اختبار فرضيات علمية جيدة ومعقولة قد تطفوا على السطح Proping، واستنطاق أجوبة عن أسئلة أكثر إثارة، وتساؤلات أكثر عمقا أو عمل استطلاعات مستقبلية واستفسارات وتحريات واستعمالات سريعة بخصوصه، ويتم كل ذلك بطريقة أدق وأسرع مما كان ممكناً حتى الآن.

تعد المحاكاة الرقمية للنمو العمراني للمدن من أهم المجالات التي اهتمت بها دراسات تطبيقية عديدة في مجال نظم المعلومات الجغرافية التي اعتمدت في اغلبها على نماذج تم تطويرها منذ عشرات السنين، ومن بينها أنموذج المدينة الخلوية الرقمية (Cellular Automatia) والمعروف باختصار (CA) الذي تم تطويره واستعماله لاول مرة عام 1940 بوساطة كل من (اولان وفان نيومان) "Ulan and Von Neumann" وما زال يطبق الى اليوم في العديد من المناطق الحضرية وخاصة مناطق المدن العملاقة ومن بينها وادي السليكون "Silicon Valley" لمدينة سان فرانسيسكو بواسطة كلارك، ومنطقة اطلانطا بواسطة يانج Yang واخرين وفي الصين بوساطة وينك "Weng" وفي البرازيل بوساطة لياو وآخرين "Leao" وجميع الدراسات تعتمد على النمذجة الرياضية للمساحات المعمورة بالاعتماد عل عنصر الخلية "Cell" كونها وحدة مساحية مكانية لتحديد الامتداد العمراني في تلك المناطق. ونرى أيضاً أن نظم المعلومات الجغرافية تساعد على فحص مدى واقعية بعض النظريات الخاصة وبنائيتها وقوتها التي كان يصعب تطبيقها من قبل سواء كانت تلك النظريات جيدة التكوين نبعت من التحاليل الجغرافية المعمقة كالبؤرة المركزية والانتشار المكاني أو الاقل جودة الهشة

التكوين، أو حتى تلك النظريات التي تم استعارتها وتوظيفها خدمة للقضايا والمسائل الجغرافية كنظرية الجاذبية Gravity Theory ونظرية المباراة Game Theory ونظرية القرار Decision Theory وايضا بعض النماذج المركبة كنموذج المحاكاة Simulation Model.

ج- تقنيات الاستشعار عن بعد *(Remote Sensing (Rs)*

الاستشعار عن بعد هو من عمليات التمثيل والمحاكاة لسطح الارض، والمرئية الفضائية Space Image منتوج هذه الارشادات.

وهي مجموعة من الطرق تستعمل لجمع المعلومات عن الأجسام والظواهر على سطح الارض من غير ملامستها، من مسافات قد تكون قريبة أو بعيدة (الصالح، 1992، ص7).

ويستعمل الجغرافيون في ابحاثهم، عدا الطرائق الجغرافية المتخصصة، طرائق الاستشعار عن بعد في تحديد المواقع الجغرافية للاجسام أو الظواهر قيد الدرس بدقة وفي الحصول على خصائصها البيوجيوفيزيائية كيفاً وكماً، وتلعب الدور الرئيس في الأبحاث الجغرافية الطرائق المبنية على تسجيل المقادير المتغيرة للاشعة في صورة ثنائية الابعاد. وان استعمال الصور الجوية والمرئيات الفضائية لا يسهل دراسة المناطق التي يصعب الوصول اليها فحسب، بل يزود الجغرافي عن بعد ايضا بمعلومات لا يسعه الحصول عليها باي من الاساليب الاخرى.

وبيانات المرئية الفضائية (Image) تجمع بوساطة اجهزة حساسة للاشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس أو المنبعث من الاجسام. وتعرف المرئية بانها تمثيل تصويري للاجسام، ويفرق بين الصورة (Photograph) والمرئية (Image) فالصور مصطلح يطلق على المرئية التي يسجل الاشعاع الكهرومغناطيسي فيها على الفيلم

Film مباشرة، اما المرئية التي يسجل الاشعاع الكهرومغناطيسي فيها اولا على شكل قيم رقمية فلا يطلق عليها صورة ولو كان الفيلم مستعملاً في انتاجها، وهذا يعني ان كل صورة مرئية، ولكن ليس كل مرئية صورة.

وتمر بيانات المرئية بعمليتين رئيستين قبل ان يتم استعمالها، وهما:

1. عملية جمع البيانات Data Acquisition.
2. عملية تحليل البيانات Data Analysis.

ومرئية الاستشعار عن بعد اصبحت وسيلة مهمة في البحث الجغرافي، وذلك لانها توفر معلومات حديثة وشاملة عن الظواهر الجغرافية، الامر الذي يمكن الجغرافي من القيام بالعديد من الدراسات في العديد من المجالات التي من اهمها:-

1. دراسة المناطق النائية.
2. دراسة تطور الظاهرات الجغرافية.
3. انتاج الخرائط الدقيقة.
4. مراقبة الاخطار البيئية.
5. دراسة الموارد الطبيعية.
6. دراسة التغير في استعمال الارض.

د- تقنيات الواقع الافتراضي *(Virtual Reality) (VR)*:

إن التوجهات الحديثة في علم الحاسوب قد دمجت لغرض خلق فرص جديدة في تطوير الواقعية الافتراضية التعاونية والحديثة والفريدة من نوعها (VR) لبيئات افتراضية Virtual Environment(VE).

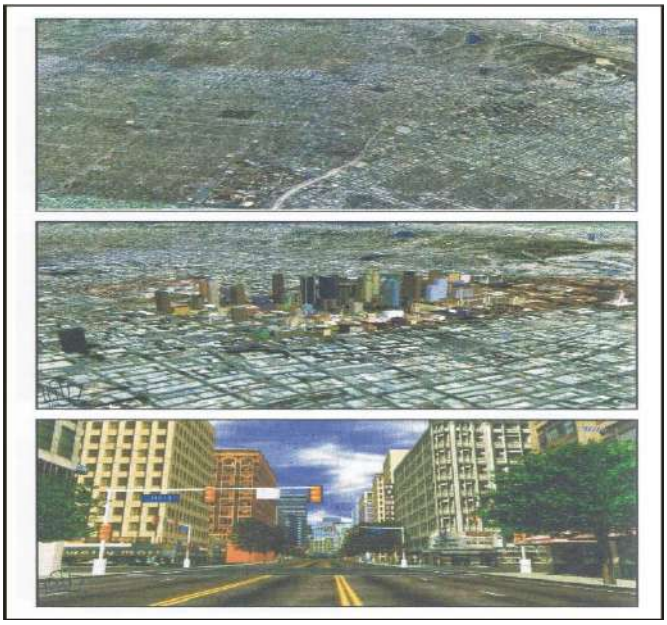
وتعرف (VR) بانها جزء من الاتصالات الحاصل من جهاز الحاسوب الذي يكون حيزا اصطناعيا أو تشكيلاً حركيا انسانياً، كونه جزء متداخل من النظام.

أي انها انموذج افتراضي لتصميم المدينة ثلاثي الابعاد 3Dimentions ويمكن من خلاله السير في الفضاءات الحضرية لرؤية كيفية استعمالها بصورة افضل فمثلا يمكن استبدال فضاءات المدينة التجارية بمساكن للسكان أو مواقف للسيارات مع التغييرات الحاصلة عليها .

والنماذج الافتراضية بالبعد الثالث من الممكن ان تكون في متناول يد الادارة البلدية مما يعطي امكانية قائمة لتبسيط عملية اتخاذ القرار.

فضلاً عن ذلك فان حالات التمثيل أو النمذجة المرئية على النقيض من حالات التمثيل الكلامي اللفظي تميل الى ان تكون اكثر انطباعاً في الذاكرة وموضوع ثقة اكبر. قد يكون السبب هو ان اغلبنا يتعلمون بان (الرؤية تعني اليقين) ولان الناس غالبا ما يكونون غير واثقين بالكلمات في حين انهم يثقون بمصداقية الصور مقارنة بمصداقية الكلمات (Richard, 2003, 10).

لقد تم تطوير نظام المحاكاة الحضري *(Urban Simulation)* من فريق المحاكاة الحضري *(Urban Simulation Team)(UST)* في *UCLA* الشكل(78) (Liggett, 1995, p.299) يعمل هذا النمط على ربط تقنية (VR) مع الـ (GIS) التقليدي الثنائي البعد والبيانات الاساسية ويكون هدفه الاساس توفير ملاحظة فعالة وادوات تحكم للمستخدمين النهائيين لكشف السيناريوهات التخطيطية البديلة من خلال الزمان والمكان (Jepson & Friadman, 1998, 381).



شكل(78) نمط المحاكاة الحضري لمدينة لوس انجلس

وضمن هذا النظام فان نتائج عملية التخطيط يمكن ان يتم توضيحها صورياً الامر الذي يسمح لعامة الناس ان يقوموا باستعراض البنية المفترضة على نحو واقعي ويصبحون مساهمين متطلعين الى عملية اتخاذ القرار.

ان نمط لوس انجلس في الشكل السابق يشمل (4000 ميل مربع) ويخطط له ليصل الى مساحة واحد تيرابايت في السنوات القليلة المقبلة، يتم دمج الانماط البسيطة نسبيا الثلاثية الابعاد مع صور جوية وصور فديوية من مستوى الشارع (Street Level) لغرض خلق النمط الواقعي وتشكيله. لقد تم تكوين روابط بين (VE) وبرنامج (ARC View) لنتمكن من الوصول الى البيانات الاساس لـ (GIS) بشكل ديناميكي فعلي من خلال التفاعل مع (VR) عن طريق انتقاء أي جسم في (VE). إن نتائج هذه العملية يتم عرضها كونها خرائط وجداول ثنائية البعد من خلال الـ (GIS) على نحو بديل.

ان اهمية هذه التقنيات في عملية التخطيط تكمن في تقوية دور المخطط لتحديد مشاكل المجتمع وتمريرها على متخذي القرار مع النتائج المترتبة عليها والبدائل التي تؤمن حلها فالغاية من فهم العلاقة بين التخطيط وتقنيات البعد المكاني هي توفير بيئة يمكن من خلالها إيجاد نوع من التكامل الفعال والتفاعل بين هذه التقنيات وأساليب النمذجة الحضرية لضمان إنشاء أدوات وأساليب يمكن استعمالها بقوة في مجالات إعداد وتقويم وتنفيذ السياسات والأهداف التخطيطية وتقويمها وتنفيذها .

وعند محاكاة أو استعمال هذا النظام بتعقل فان النتائج سوف يكون بمستويات أعلى من الفائدة العلمية مما يقود إلى أفضل تخطيط والى اتخاذ القرار ومقارنة فيما لو كانت القدرة غير متوافرة.

وفيما يأتي اهم ايجابيات وسلبيات هذه التقنيات:

الايجابيات:

1. قابلية تصوير مرئي جيدة ثلاثية الابعاد .
2. قابلية ابحار جيدة ثلاثية الابعاد .
3. قابلية تصحيح وتفاعل جيدتين وعناصر ثلاثية الابعاد .
4. دعم بيئات متعددة الاستعمال.
5. دعم اشكال طبيعية للاتصال والتفاعل مع VE ومستعملين اخرين.
6. دعم العمل التعاوني.
7. قابلية الوصول والدخول من خلال الانترنت.

السلبيات:

1. لا تدعم خدمات قاعدة البيانات المكانية.

2. لا تزود ادوات متطورة للتحليل المكاني واستفسار عن البيانات والحسابات مثل (GIS) من خلال خلق علاقات مكانية (TOPOLOGY) لذا يعد هذا النظام مكملاً لد (GIS) الذي يفتقد بدوره التمثيل الثلاثي.

5- نظم دعم القرارات المكانية *(Spatial Decision Support System)(SDSS)*

صممت هذه النظم بوضوح لكي تزود المستخدمين ببيئة جيدة لاتخاذ القرارات، ولكي يمكن تحليل المعلومات الجغرافية من أن تنفذ أو تؤدي بطريقة مرنة. وقد تطورت هذه النظم بخطى متوازية مع نظم دعم القرار في تطبيقات قطاع الاعمال، وان كانت تاخرت ما يقارب من العشرة الى الخمسة عشرة سنة عن فكرة نظم دعم القرار ونظرياتها بصورة عامة، ولا تختلف نظم دعم القرارات المكانية كثيرا عن نظم دعم القرارات بمعناها ومغزاها العام، وان كان هناك عدة خيوط تفصل فيما بينها، وحتى بينها وبين نظم المعلومات الجغرافية GIS ، ويرجع ذلك الى الطبيعة المعقدة للمشاكل المكانية، مما يجعل نظم المعلومات المكانية تحتاج الى ان تزود ببعض القدرات والوظائف الاضافية وهي (محمد علي، المصدر السابق، ص100-101):

أ- تزود أو تعطي آلية لادخال البيانات المكانية.

ب- تسمح بتمثيل علاقات وتركيبات مكانية معقدة من تلك التي هي شائعة في البيانات المكانية.

ج- تتضمن أو تشتمل على اساليب وطرائق تعد فريدة بالنسبة للتحليل الجغرافي (بما فيها الاساليب الاحصائية).

د- تزود مخرجات في اشكال مكانية منوعة تتضمن خرائط وانواع وانماط اكثر تخصيصا.

وأن من خصائص نظم دعم القرارات المكانية انها تسهل الى حد كبير عمليات البحث عن القرار التي هي ذات طبيعة ترددية أو متكررة (Iterative) وتكاملية (Integrative) وأيضاً تشاركية (Participative)

ان انظمة دعم القرار تختلف عن مناهج انظمة ادارة المعلومات (MIS) (Management Information System) في كونها تصمم على نحو مقصود وتعنى بالقرارات السيئة التركيب أو المشكلات المركبة على نحو جيد، فان المتغيرات المهمة الاساسية والعلاقة الرابطة بين هذه المتغيرات تكون سهلة التحديد والقياس وبهذا فانه يكون من السهل علينا ان نقوم بوصفها على نحو أنموذج رياضي أو حاسوبي (Lungendorf, 1985,p. 424).

ان انظمة (SDSS) يتم تنظيمها لكي تعمل على دعم اتخاذ القرار ذي العلاقة بالمشكلات المكانية المعقدة. كما هو الحال بتحديد الموقع الاقصى لمراكز الخدمة والمدارس ومراكز مكافحة الحرائق (الاطفاء) مثالاً على ذلك.

ويمكن القول ان هناك ثلاثة مكونات تكون متعلقة مكانياً وخاصة بـ (DSS) التقليدي، وهي قاعدة بيانات تتضمن انواعا من البيانات المكانية وغير المكانية والانماط التحليلية وانماط المحاكاة التي يكون بعضها مرتبطا ببعض مكانياً من تلك التي تشمل انظمة العرض المرئي وواجهة المستخدم (Interface User) التي تشمل على وجه العموم نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

يدل (GIS) على توليد وخزن البيانات المكانية المطلوبة التي يتم استعمالها كبيانات إدخال لأنماط النماذج التحليلية.

تأخذ النماذج (Models) البيانات المطلوبة من قاعدة البيانات وتستعمل لكي تقوم بإقامة التحليل المطلوب أو المحاكاة وخزن نواتج النماذج في قاعدة بيانات أيضاً. ان نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبرامجيات التصوير

المرئي في أنظمة البيانات الأخرى يتم استعمالها فيما بعد لغرض عرض نماذج النمط الذي يكون على وجه العموم على نحو خريطة أو صورة يمكن فهمها من جميع المشاركين في العملية التخطيطية.

9-8 الأساليب الرياضية الأكثر استعمالاً من الجغرافيين في النمذجة:

نستنتج من كافة الدراسات العلمية المستعملة في عمليات النمذجة بان الأساليب الرياضية التي استعملت من الجغرافي يمكن ان تحصر بما يأتي (قربة، المصدر السابق، 80):

1. يستعمل من اجل النماذج المعدة للتنبؤ أو التوقع تحليل الانحدار بكافة طرقهذ، أما بالنسبة لعمليات الإسقاط والتقديرات المستقبلية فيعتمد تحليل السلاسل الزمنية.

2. أما الطرق الأخرى المستعملة من الجغرافي للنماذج غير المعدة للتنبؤ أو التوقع فهي:

أ- طرق التصنيف: ويستعمل لها مختلف الطرق الحاسوبية لكبر حجم البيانات الجغرافية.

- التحليل العاملي Factor Analysis.
- التحليل العنقودي Cluster Analysis.
- تحليل التوافق والتطابق Correspondence Analysis.

ويعتمد تحليل التوافق على التحليل العاملي اذا كانت المتغيرات المستعملة في تحليل التوافق متغيرات نوعية، بينما تستعمل في التحليل العاملي المتغيرات الكمية.

ب- طرق التقييم والتقدير: تستعمل لاعداد نماذج لتقدير قيمة عنصر ما طبيعي أو بشري، وهناك أمثلة كثيرة عنها باستعمال النماذج الاحصائية والرياضية، وعلى سبيل المثال لا الحصر تلك النماذج الرياضية المستعملة في

الهيدرولوجيا لتقدير التصريف اللحظي أو السنوي بالاعتماد على كميات الامطار والخصائص المورفومترية للاحواض والشبكات المائية، ومن اهم هذه الطرق:-

1- الطرق المختلفة الخاصة بحساب الارتباط أو كافة الطرق التابعة لعمليات الاحصاء الوصفي.

2- الطرق الخاصة بعمليات التمثيل البياني والخرائطي.

3- الطرق المؤدية الى اعداد النماذج التي تستعمل في تحليل المكونات الطبيعية، وهي:

أ- طرق حساب الفئات.

ب- طرق ترميز البيانات الرقمية.

ج- طرق الجدولة المتقاطعة Cross tabulation.

هناك عدد كبير من النماذج البنائية التي يسهل كثيرا العمل بها لاغراض الجغرافيا المختلفة، واقلها اهمية تلك النماذج التي تعتمد على خاصية واحدة لتشخيص النماذج أو الوحدات أو المكونات الخاصة بأحد المتغيرات، وخير مثال على ذلك التصنيف المستعمل لتحديد نماذج الدول باستعمال خاصية واحدة وهي متوسط الدخل الفردي السنوي أو الأنموذج المستعمل لتحديد الفقر وغيرها .

9-9 اختيار الأنموذج الملائم:

يعد اختيار الأنموذج الملائم من المواضيع المهمة التي يوفق المعلومات المتضمنة في متغير الاستجابة بشكل كفء ومختصر من خلال استبعاد متغيرات غير مهمة في الأنموذج، وبالتالي تقليص عدد المتغيرات الى اقل عدد ممكن، وبعبارة أخرى دراسة معايير الأنموذج الأمثل واختيار أفضل مجموعة جزئية من مجموعة المتغيرات التوضيحية يمكن ان تكون كافية لإعطاء المعلومات التوضيحية عن الحالة المدروسة.

ان اختيار الأنموذج من المسائل المهمة في التحليل الإحصائي، لان دقة الأنموذج وبناءه تتوقف عليه نتائج البحث الإحصائية إذ يعد الحل النهائي لكثير من المسائل في الواقع العملي.

إن جدوى هذا الاختيار تكمن في صعوبة تحديد مجموعة المتغيرات الأساسية في الأنموذج، وبصورة عامة فان للنماذج استعمالات عديدة وجميعها تتطلب تحديد مجموعة المتغيرات المستعملة في الأنموذج (السباح، 2009، ص16).

في التطبيقات العملية قد يتوافر لدى الباحث مجموعة كبيرة من المتغيرات التوضيحية التي يعتقد انها تؤثر بشكل معنوي في المتغير المعتمد بصورة مباشرة أو غير مباشرة، الا ان بعض هذه المتغيرات يمكن ان تستبعد لاسباب عديدة منها: قد يكون تأثيرها هامشياً، أو انها ذات تأثير مماثل في متغيرات اخرى.

في كثير من الحالات ان استعمال المتغيرات في الانموذج قد يتوقف على الهدف المراد تحقيقه من الانموذج، وعندما يكون الهدف من الانموذج الحصول على تنبؤ جيد يعول عليه ينبغي ادخال اكبر عدد من المتغيرات في الانموذج من جانب اخر فان تباين القيمة التنبؤية يزداد بازدياد عدد المتغيرات التوضيحية في الانموذج فضلا عن مشاكل الكلفة والتطبيق العملي التي تتطلب تقليص عدد المتغيرات في الانموذج (Seber, 1976, P.8).

ولاجل التوفيق بين تقليل المتغيرات التوضيحية تجنبا لزيادة التباين وتكاليف الحصول على المعلومات وبين زيادة المتغيرات للحصول على نتائج تنبؤية افضل لابد من استعمال بعض المعايير الاحصائية التي يمكن عدها أساساً في اختبار الانموذج الملائم.

9-10 مراحل بناء الأنموذج:

بناء الأنموذج يعد فنا فضلا عن كونه علماً لأنه ليس من الممكن إعطاء مجموعة من التعليمات التي ستقود بالضرورة الى بناء أنموذج في كل حالة ولكن هناك خطوط رئيسة يمكن الاهتداء بها.

وينصح ان يكون المستفيد من الأنموذج مشاركاً في جميع هذه المراحل لأخذ وجهة نظره في الحسبان ومساعدته في فهم النتائج واستعمالها (بري، المصدر السابق، ص 18) .

وأن بناء أي انموذج يمر بداية بمراحل من التحليل عن طريق تقييم المسألة الرئيسة الى مسائل ثانوية اكثر بساطة نقوم بنمذجتها، ثم بعد ذلك تأتي مرحلة اكثر تقدماً يمكن ان تشمل عناصر اضافية وتفاصيل اكثر مما يؤدي الى تطوير الانموذج ويسمح له بالاقتراب من الحقيقة ومن مبادئ تصميم النماذج وبناءها أن تكون العناصر أو المتغيرات الداخلة في الانموذج مرتبطة بعضها ببعض أي ان يوجد بينها علاقة ارتباط لان استعمال عناصر أو متغيرات غير مرتبطة احصائياً في هذه الحالة لا تبرير لاستعمالها في صياغة الانموذج ويجب ان نفهم بان الانموذج ليس معداً لكي يشمل كافة خصائص الواقع المتاح.

ان مراحل بناء الانموذج متصلة بعضها ببعض وتشكل دائرة مغلقة تبدأ وتنتهي بعالم الواقع. واهمية ذلك تكمن في اهمية النماذج الجيدة التي ترقى الى مراحل النظريات التي تمثل بعدد من المراحل في كل دائرة من دوائر الانموذج، يقرب كل منها الانموذج خطوة الى عالم الواقع.

وأن ضعف الخلفية الرياضية للباحث تلعب دورا في عدم تطوير أو تصميم نماذج تعتمد على اسس احصائية أو رياضية أو تنبثق منها، وهكذا نجد ان عمل الجغرافي غالبا ما يقتصر على (قربة، المصدر السابق، ص94) الأمور الآتية:

1. تطوير احد النماذج المتاحة والموجودة سابقاً.

2. تعيير أي تصحيح أو اقلمة احد النماذج ليصبح قادرا على ان يطبق على منطقة الدراسة، لاسيما أن لم يكن الأنموذج المتاح معيارياً كما هو الحال فيما يتعلق بنماذج تقدير التبخر النتح.

3 . انشاء أو تصميم انموذج جديد اولي قابل للاختبار بالاعتماد أو دون الاعتماد على العلاقات الرياضية الاحصائية المتاحة.

ويمكن ان نحدد المراحل التي تمر بها عملية بناء الانموذج وهي:

أولاً: تعريف المشكلة:

أي تمييز المشكلة المحددة أي الظاهرة التي يراد دراستها وايجاد حل لها، ثم البدء باجراء مسح للدراسات السابقة والملاحظات الميدانية المتعلقة بالمشكلة، ومحاورة العلماء المختصين بموضوع المشكلة.

ثانياً: جمع البيانات:

هناك تفاعل حقيقي بين بناء الانموذج وجمع البيانات الضرورية للمدخلات، فيقدر دقة البيانات المدخلة وصحتها فيتقرر صحة الانموذج، ودقته وبالتالي المخرجات والنتائج، ويجب جمع البيانات للمدخلات اثناء وضع الخطوط الرئيسة للانموذج وزيادتها حسب تطور تعقيد الانموذج وأن الاهداف الموضوعة تحدد نوع البيانات المطلوب جمعها مثلا عند دراستنا لنظام طابور لغرض معرفة طول طابور الانتظار ومتوسط زمن الانتظار من اهم البيانات المطلوب جمعها ازمنة ما بين الوصول للزبائن الملتحقين بالطابور لايجاد توزيع زمنين ما بين الوصول وأزمنة الخدمة لايجاد توزيع زمن الخدمة لهم (بري، المصدر السابق، ص20) .

ثالثاً: دراسة عناصر المشكلة (الظاهرة) وتحديد العلاقة بين هذه العناصر وتحديد العوامل المؤثرة في العناصر والعلاقة.

رابعاً: انضاج أنموذج مفهومي (صورة ذهنية) عن العمليات والردود وحدود الشروط التي تصف المشكلة، من خلال بيانات وصفية ورسوم بيانية ومخططات انسيابية وغيرها مما يظهر في هذه المرحلة على نحو منماز.

خامساً: عملية التجريد: وهي العمليات التي تجرد الانموذج من التفصيل من خلال اهمال اشياء كثيرة من واقع الظاهرة المدروسة والابقاء على المتغيرات الاساسية والعلاقات الهامة. وهنا يبدو تأثير واضح لأنموذج الذي يضع بصماته على ما يعتقد مهماً. فالباحث هو الذي يقرر العناصر المهمة في الموضوع. وكلما كان الباحث دقيقا في ذلك كانت النتائج اقرب الى الدقة، فقد يؤدي اختزال كثير من المعلومات عن طريق التجريد الى اهمال حقائق هامة واستبعادها مما يؤدي الى فقدان قيمة الأنموذج، لذا يجب الحرص على اختيار العناصر الهامة في الموضوع(الصالح و السرياني، المصدر السابق، ص567).

سادساً: صياغة الأنموذج:

بداية يتطلب الامر اعتماد الطريقة الرئيسة التي تقوم على تحديد اطار الانموذج وكيفية بناءه ابتداء من البيانات المتوافرة عند الباحث والأخذ بالحسبان التصورات المتاحة عند الباحث في كيفية البرهنة على صحة هذا الانموذج عن طريق مقارنة نتائجه بالملاحظات أو القياسات الناتجة عن الاعمال الحقلية (قربة، المصدر السابق، ص93).

ان صياغة الأنموذج تتضمن خمس مراحل (العاني،المصدر السابق، ص38):

1. اختيار المتغيرات التي يتضمنها الأنموذج: وهي واحدة من اكبر الصعوبات في بناء الأنموذج، وفيها يتم اقرار ما هي المتغيرات المهمة وعلاقتها. ويجب ان تكون هناك متغيرات اضافية على الرغم من انها غير مطلوبة كونها مخرجات في الانموذج، ولكنها مهمة بسبب تأثيرها على المتغيرات المخرجة.

فاذا كانت هناك علاقة سببية قوية بين متغير واحد أو اكثر في المتغيرات المخرجة فيجب تضمينها في صياغة الأنموذج. وبالتالي يجب على باني الأنموذج ان يملك الخيال والسعة في اختيار العوامل التي يعتقد وأنها مهمة على اساس معرفته بالحالة.

2. مستوى التجميع الكلي وطريقة التصنيف: اولاً: يجب اخذ القرار ما هو القرار المتضمن، القرارات التي تصنع كيفية تصنيف المتغير، وما هو مستوى التجميع الكلي الملائم. على سبيل المثال، السكان ممكن ان يتم تصنيفهم حسب العمر، والجنس، والاعمال، ومكان السكن، والدخل. . وغيرها، ان اختيار طريقة معينة للتجميع سوف تحدد من خلال تحديد الغرض من الانموذج.

كمثال فان الانموذج التنبؤي لامتلاك سيارة ممكن ان يكون بحاجة الى تفاصيل كثيرة متعلقة بتصنيف السكان اعتمادا على حجم العائلة، ومستويات الدخول، ومن جانب اخر فتصميم انموذج التنبؤ عن مستوى السكان في مساحة ما يكون اكثر تعلقاً بخصائص العمر، والجنس بالنسبة للسكان. لذا فان مستوى التجميع الكلي المقبول في تطوير الانموذج بصورة اساسية يعتمد على شيئين:

أ. اما الاستفسار بان الانموذج في الحقيقة يكون مصمماً للاجابة عن مصطلح المتغيرات الكلية.

ب. أو ان علاقات العالم الحقيقي ممكن عرضها بشكل ملائم بواسطة التجميع الكلي، وانه من السهولة النظر الى ان التجميع الكلي يكون معتمداً على الاول في هذه التساؤلات.

3. معاملة الزمن: السبيل الذي يجسد به الانموذج للزمن يعد واحداً من النقاط الحرجة في تصميم الأنموذج، ومن صعوباتها . وهناك مفهومان لمعاملة الزمن يمكن تميزها:

الأول: هو تفكير تخطيطي جوهري متعلق بالفترة الزمنية أي أن الأنموذج لأي فترة زمنية يصمم، أو بكلمة أخرى ما هو الأفق الزمني بالنسبة للمخطط.

الثاني: وهذه مشكلة أكثر صعوبة لحد ما فان القضية بالنسبة للاعتبار التخطيطي ان مخرجات الأنموذج التي تحتاجها لاي نقاط من الزمن؟ ولحد ما فان السؤال حول تصميم الأنموذج (هل التغير في علاقات مكونات النظام محسوبة من خلال الزمن) أو هل الأنموذج وبشكل جوهري هو أنموذج ساكن Static.

4. طريقة التوصيف: في هذه المرحلة فان القرار الذي يؤخذ لأي غرض يمكن استعمال الأنموذج وان الحاجة تكون لتوصيف المتغيرات التي يتضمنها الأنموذج وإقرار مستوى في التجميع الكلي الملائم، وطريقة التصنيف، كل ذلك سوف يجبر باني الأنموذج لصنع بعض الفرضيات، ومهما كانت مؤقتة، لهيكل الظاهرة التي يحاول توليدها وسلوكها . إن الخطوة الكافية في بناء الأنموذج تتضمن وصفاً واضحاً لهذه الفرضيات الخاصة بسلوك النظام وترجمة هذه الفرضيات بشكل رياضي أو رموز مناسبة.

الطريقة هي البدء بالوصف اللفظي للنظام وبمن متعلق؟ هذا الأنموذج اللفظي سوف يصف الظواهر المهمة للنظام وكيفية تعامل بعضها مع البعض الآخر، ويعطي العلانية للفرضيات الخاصة بسلوك النظام الذي يراد اختباره وهيكله.

بعد الانتهاء من الوصف اللفظي يمكن ترجمتها إلى نماذج رياضية متعادلة وهذه نادرا ما تكون عملية سهلة ومباشرة، ما لم يكون هناك استعمال لهذه الفرضيات أو النماذج ويكون هناك اختبار لأغلب هذه الأساليب الرياضية وبأساليب فنية متقدمة.

5. تقييس الأنموذج: إن توصيف الأنموذج رياضيا عادة ما يكون متضمنا ثوابت متنوعة أو يحتوي مقاييس تضيف أبعاداً إضافية إلى علاقات الأنموذج(أي أن التوصيف يكون بكم يغير متغير واحد بعلاقته مع المتغيرات الأخرى؟

إذا كان شكل الأنموذج وهيكله مقنعاً (أي إذا كان مستعملاً ومجرباً في مناسبات أخرى) فان عملية التقييس تكون عملية مباشرة نسبيا في إيجاد قيمة (قيم) للقياس Parameter أو (المقاييس) التي تعطي أفضل ملائمة Best fit بين الأنموذج والحالة المشاهدة.

سابعاً: الاستنتاج:

وهو الاستنتاج بوساطة هذا الأنموذج لبعض الحقائق عن عالم الواقع، من خلال حل المعادلة المشتقة التي تمثل الأنموذج الرياضي، باستعمال مثل هكذا شروط محددة وقيم نظرية وتجريبية للثوابت والعوامل التي قد تتوافر أو تخمن. وان هذه الحقائق يمكن ان تكون بصورة انطباعات معينة أو افتراضات خاصة بحاجة إلى مزيد من البحث للتحقق من صحتها، أو بعض النتائج الصحيحة المؤكدة.

ثامناً: التحقق من صحة النتائج:

في هذه المرحلة يتم التحقق من صحة النتائج، بمقارنة النتائج التي حصلنا عليها من خلال الأنموذج بما هو واقعي وموجود في عالم الواقع. وفي الغالب تتم هذه الخطوة بالمقارنة المباشرة بين عالم الواقع وهذه النتائج المستقاة من الأنموذج.

توجد كثير من الطرق الإحصائية لاختبار صحة مثل هذه النتائج بحيث يمكننا من معرفة الدرجة الاحتمالية التي تقيس قرب وبعد هذه النتائج من عالم الواقع وقياسها، والشيء الجيد في هذه الاختبارات الإحصائية هي انها تمكن الباحثين المختلفين من الوصول إلى نتائج واحدة ودقيقة فيما لو استعملوا مقاييس إحصائية موحدة.

إن الأساس الإحصائي الذي يستعمل لتقدير مدى دقة نتائج الأنموذج في تفسيرها لعالم الواقع يمكن أن يحدد مدى صلاحية الأنموذج للاستعمال والتطبيق في حالات متشابهة (الصالح والسرياني، المصدر السابق، ص569) .

ويذكر شورلي (Chorely) في هذا الصدد، إن الأنموذج يؤول إلى نظرية لتفسير عالم الواقع حينما يستطيع حل بعض مشاكل عالم الواقع على أن يتضمن أمرين أساسيين هما: اختزال كثير من التفصيلات الجانبية في مرحلة التجريد اللازمة لبنائه فضلاً عن قدرته على تقديم تفسيرات حيوية لعالم الواقع (Chorely, 1964,P 127-137).

9-11 مشاكل النماذج:

هناك جملة من المشاكل التي تواجه النماذج وهي (Smith, 1977, p 405):

1. مشكلة استعمال الرياضيات في النماذج، لان التركيز عليها يأخذ ثقلاً اكثر من الانموذج ويجعل الباحث غير قادر على تمثيل بعض الظواهر وادخالها ضمن الانموذج، لان الرياضيات وسيلة للوصول الى نتائج أكثر دقة وموضوعية.

2. مشكلة سوء استعمال الانموذج من خلال الاعتقاد ان الانموذج صالح لكل الحالات، وان الواقع عكس ذلك، فان لكل حالة أو مشكلة خصوصيتها، ولكل باحث اسلوبه وطريقته الخاصة لفهم النماذج واستعمالها .

3. الانموذج وهو تبسيط للحقيقة، ولكن درجة التبسيط هذه قد تصل الى درجة تشويه الحقيقة، لذا يجب ان يكون الانموذج واضحا ومعبرا عن الواقع بشكل غير مشوه أو ناقص.

4. اختيار متغيرات لا علاقة لها بالعالم الحقيقي، وتكون نتائج هذه النماذج بعيدة عن الواقع.

5. اهمال متغيرات ذات علاقة بموضوع البحث وعدم ادخالها في الانموذج.

6. اخطاء في صياغة الوظائف المعتمدة في تركيبة العلاقات بين المتغيرات.

7. عدم قياس المتغيرات المستعملة في الانموذج بطريقة صحيحة ودقيقة.

8. عدم وجود تماثل كاف بين تركيبة الانموذج مع ما يمثله في الواقع.

المصادر

المصادر

المصادر العربية:

1- ابو عمه، عبد الرحمن بن محمد سليمان، هندي، محمود محمد ابراهيم، الاحصاء التطبيقي، مكتبة العبيكان، الرياض، 2007 .

2- ابو عياش، عبد الله، الاحصاء والكومبيوتر، مكتبة غريب، القاهرة.

3- البلداوي، عبد الحميد عبد المجيد، اساليب الاحصاء للعلوم الاقتصادية وادارة الاعمال، دار وائل للنشر والتوزيع، الاردن، عمان، 2009 .

4- الخريف، رشوة محمد، معجم المصطلحات السكانية والتنموية، مؤسسة الملك خالد الخيرية، الرياض، 2010 .

5- الخزامي، محمد عزيز، دراسات تطبيقية في نظم المعلومات الجغرافية، دار العلم، الكويت، 2007 .

6- الدليمي، خلف حسين علي، الاتجاهات الحديثة في البحث العلمي الجغرافي، ط1، دار الصف للنشر والتوزيع، عمان، 2011 .

7- الراوي، خاشع محمود، المدخل إلى الإحصاء، جامعة الموصل، 1984 .

8- الزويلف، مهدي حسن، تخطيط القوى العاملة بين النظرية والتطبيق، الطبعة الثانية، الجامعة المستنصرية، 1986 .

9- السباح، شروق عبد الرضا سعيد، بناء أنموذج لوجستي معدل لحياة الاطفال الخدج في محافظة كربلاء، رسالة ماجستير (غير منشورة)، مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد، 2009 .

10-السعيد، صبحي بن احمد قاسم، خدمات البريد في مدينة الرياض، الطبعة الاولى، الرياض، 1409هـ.

11-السماك، محمد ازهر، علي عباس العزاوي، البحث الجغرافي بين المنهجية التخصصية والاساليب الكمية وتقنية المعلوماتية المعاصرة، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الاردن، عمان، 2011.

12-الصالح، محمد عبد، مرئية الاستشعار عن بعد، جمع البيانات وتحليلها، جامعة الملك سعود، كلية الاداب، الرياض، 1992.

13-الصالح، ناصر عبد الله، محمد محمود السرياني، الجغرافية الكمية والاحصائية، جامعة ام القرى، مكة المكرمة، ط2، مكتبة العبيكان، 1999.

14-الصفاوي، ضياء يونس، الاحصاء، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، 2008.

15-الصوفي، عبد المجيد رشيد، اختبار كاي سكوير واستخداماته في التحليل الاحصائي، دار النضال للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، 1985.

16-الطيف، بشير إبراهيم، توزيع البريد في المدن، دراسة تحليلية لنمط التوزيع في مدينة بغداد، بحث منشور في مجلة الأستاذ، العدد 20، جامعة بغداد، كلية التربية، 1999.

17-العاني، محمد جاسم سفيان، النماذج الرياضية واساليب التحليل الكمي في التخطيط الحضري والاقليمي، دار الصفا للطباعة والنشر والتوزيع، الاردن، عمان، 2005.

18-العتبي، سامي عزيز عباس، محمد يوسف حاجم الهيتي، منهج البحث العلمي، المفهوم والأساليب والتحليل والكتابة، مطبعة الأصدقاء، بغداد، 2011.

19-العزاوي، علي عبد عباس، برمجيات نظم المعلومات الجغرافية GIS الدليل العلمي والاستخدام، ط1، جامعة الموصل، 2008.

20-العطار، لبيبة حسن، حلاوة، عادل محمد، مقدمة في اساليب التحليل الاحصائي، الدار الجامعة للنشر، الاسكندرية، 2001.

21-العمر، مضر خليل، احمد، محمد دلف، الاتجاهات الحديثة في البحث الجغرافي، النماذج الرياضية والاحصائية والنظرة النظامية، مجلة الجمعية الجغرافية، العدد (13)، 1982.

22-العمر، مضر خليل، الاحصاء الجغرافي، بغداد، 1989.

23-القاضي، دلال، سهيلة عبد الله، محمود البياتي، الإحصاء للإداريين والاقتصاديين، دار الجامد للنشر والتوزيع، الأردن، عمان، 2005.

24-الناصر، عبد المجيد حمزة، المشهداني، محمود حسن خلف، البطيحي، عبد الرزاق محمد، المدخل في الفكر الإحصائي، الذاكرة للنشر والتوزيع، العراق، بغداد، 2012.

25-الهاشمي، عماد اكرم واخرون، تخطيط المدن، مؤسسة حمادة للدراسات، الجامعة للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، عمان، 2011.

26-الهيتي، صبري فارس، حسن، صالح فليح، جغرافية المدن، دار الكتب للطباعة، الموصل، 2000.

27-الوردي، عدنان هاشم، اساليب التنبؤ الاحصائي، طرق وتطبيقات، جامعة البصرة، كلية الادارة والاقتصاد، مطابع دار الحكمة، 1990.

28-بري، عدنان ماجد عبد الرحمن، النمذجة والمحاكاة، جامعة الملك سعود، 2010.

29-بري، عدنان ماجد عبد الرحمن، هندي، محمود محمد ابراهيم، الاحصاء والاحتمالات، الطبعة الرابعة، جامعة الملك سعود، 2003.

30-حسن علي موسى، الأساليب الكمية في الجغرافية، جامعة دمشق، 2007 .

31-خالد محمد داود، زكي عبد الياس، الطرق الإحصائية للأبحاث الزراعية، وزارة التعليم العالي، جامعة الموصل، 1990 .

32-دومنيك سالفاتور، ترجمة سعدية حافظ، ملخصات شوم، الإحصاء والاقتصاد القياسي، جامعة عين شمس، جمهورية مصر العربية، 1999 .

33-دياب، علي احمد، دور مناهج البحث العلمي العامة المعاصرة، مجلة جامعة دمشق، المجلد (26)، العدد (2/1)، 2010 .

34-سمور، خالد قاسم، الإحصاء، الطبعة الأولى، دار الفكر، عمان، 2007 .

35-شحادة، نعمان، الاساليب الكمية في الجغرافية باستخدام الحاسوب، قسم الجغرافية، جامعة الامارات العربية المتحدة، الطبعة الثانية، 2002 .

36-شحادة، نعمان، التحليل الاحصائي في الجغرافية والعلوم الاجتماعية، دار صفاء للنشر والتوزيع، الاردن، عمان، 2011 .

37-شرف الدين خليل، الاحصاء الوصفي، مكتبة شبكة الابحاث والدراسات الاقتصادية، 2012 .

38-شريحي، عبد الرزاق، خالد الملا، الاحصاء الوصفي، دار العلم للملايين، لبنان، 1987 .

39-طيبة، احمد عبد السميع، مبادئ علم الإحصاء، دار البداية، عمان، 2007 .

40-عبد الباسط محمد حسن، اصول البحث الاجتماعي، الطبعة الحادية عشر، مكتبة وهب، القاهرة، 1990 .

41-عبد الحميد وليد، عبد المجيد حمزة، العينات، مطابع الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1981 .

42-عبيدات، محمد محمد ابو نصار، عقلة مبيضين، منهجية البحث العلمي، القواعد والمراحل والتطبيقات، كلية الادارة والاقتصاد، الجامعة الاردنية، 1999.

43-عدس، عبد الرحمن، مبادئ علم الاحصاء في التربية وعلم النفس، مكتبة الاقصى، الاردن، عمان، 1978.

44-عدنان شهاب حمد، مهدي محسن العلاق، اساليب المعاينة في الميدان، المعهد العربي للتدريب والبحوث الاحصائية، بغداد، 2001.

45-عودة، احمد عودة بن عبد الحميد، القاضي، منصور بن عبد الرحمن، الإحصاء الوصفي والاستدلالي، مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع، المملكة العربية السعودية، 2002.

46-فتحي عبد العزيز ابو راضي، مقدمة في الاساليب الكمية في الجغرافيا، دار المعارف الجامعية، الاسكندرية، 2000.

47-قربة، جهاد محمد، المفاهيم الأساسية للنظريات والنماذج في العلوم الجغرافية، جامعة ام القرى، كلية العلوم الاجتماعية، قسم الجغرافية.

48-محمد علي، عبد الجواد، نظم المعلومات الجغرافية، الجغرافية العربية وعصر المعلوماتية، ط1، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2001.

49-ن، كلايسون، مدخل الى التخطيط الاقليمي، المفاهيم والنظرية والتطبيق، ترجمة أميل جميل شمعان، مطبعة التعليم العالي، بغداد، 1978.

50-ولترجي، ماير، مفاهيم النمذجة الرياضية، ترجمة د. حبيب محسن الوردي، جامعة بغداد، 1990.

المصادر الانكليزية:

-1 B. Smith, Industrial location and economic geograohical, London, 1977.

-2 Chorley, Geography and analogue theory, Annals of the a ssociation of American Geographers, vol, 59, 1964.

-3 E. pecicain, dv. O. tanasyiou, Econometrie, Academia destudii economic, Bucuresti, Romania, 1989.

-4 Foot David, operational Urban models, Methuen and coltd, New york, 1981.

-5 Greenbery Michael R., Applied linear programming for the socioeconomic and Environmental sciences, Academic press, 1978.

-6 Hammoud, R. and Mc cullagh, P, quantitive techniques in Geography, An Introduction, 2nd ed, clorendon press, oxford, 1973.

-7 Jepson, William and scot friedman, A Real- time visualization system for large scale urban Environments, los Angles urban simulation team, university of califonia, los Angles, 1998.

-8 Liggett, Robin S. and William H. Jepson, An Integrated Environment for urban simulation Environment and planning B, 1995.

-9 Louis cohen, Michael Holliday, statistics for social scientists, An introductory text with computer programs in basic, Google Books, Haper & Row, London, 1982.

-10 Lungendor F, Richard, computers and Decisionmaking, Journal of the American planning Association, vol, 51, 1985.

-11 Mac Eachren, Alan M, and the ICA commission on visualization, visualization- cartography for the 21st centary- proceedings of the 7th Annual conference of polish spatial in formation association, 1998.

Mac Eachren, Alan M., Haw maps work, Representation -12 visualization, and Design, New york, Quiford press, 1995.

R. Sharpe, J. Roy, maptaylor, optimizing urban futures, -13 environment and planning, vol, 9, 1982.

Richard E. klosterman, planning support system, A new -14 perspective on computer- aided planning, ESK 1 press U.S.A, 2003.

Richard J. chorley and Haggett, socio- Economic models in -15 geography, London, methuan, 1967.

Roger Minshull, An introduction to models in Geography, -16 London, Longman, 1975.