الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي – تبسة
Echahid Cheikh Larbi Tebessi University - Tebessa

Faculty of Humanities and Social Sciences
Department of psychology

كلية العلوم الانسانية والاجتماعية
قسم علم النفس

مطبوعة بيداغوجية في مـــــادة:

المعالجة الإحصائية للبيانات التربوية

موجهة لطلبة السنة أولى ماستر تخصص الإرشاد والتوجيه

إعداد الدكتور

زيـــاد رشيـــد

أستـــاذ محـــاضر قسم -أ-

جامعة تبسة
UNIVERSITE DE TEBESSA

السنـــة الجامعيـــة: 2024 ـ 2025

تقديـــم:

مطبوعة بيداغوجيـة محكمـة موجهة لطلبة السنة أولى ماستر شعبة علوم التربية تخصص الارشاد والتوجيه، المطبوعة عبارة عن مجموعة من المحاضرات المنسجمة وفق محاور مادة المعالجة الإحصائية للبيانات التربوية، بحسب البرنامج الرسمي المعتمد من طرف وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

عنوان الماستر: علوم التربية تخصص الإرشاد والتوجيه

السداسي: الأول

اسم الوحدة: المنهجية.

اسم المادة: المعالجة الإحصائية للبيانات التربوية 1

الرصيد: 3

المعامل: 2

أهداف التعليم:

- تعليم الطالب التعامل وتحليل البيانات الإحصائية حسب مجال البحث والاشكالية.

المعارف المسبقة المطلوبة:

- مبادئ في الإحصاء

محتوى المادة:

- مراجعة مبادئ الإحصاء.
- اختيار الأساليب الإحصائية حسب الإشكالية والفرضيات.
- تحليل التباين (الأحادي، الثنائي، المتعدد).
- حساب الدلالة العملية من خلال تحليل التباين.
- اختبار "ت" للعينات المرتبطة والمستقلة.
- حساب الدلالة العملية من خلال اختبار ت T student

العمل الشخصي:

- لكل طالب وضع نموذج الإشكالية وتحديد الأساليب الإحصائية وطريقة معالجتها.

طريقة التقييم: مراقبة مستمرة، امتحان، ...الخ

السداسي: الثاني

اسم الوحدة: المنهجية

اسم المادة: المعالجة الإحصائية للبيانات التربوية 2

الرصيد: 3

المعامل: 2

أهداف التعليم:

- اكساب الطالب مهارات معالجة البيانات بواسطة الأساليب الإحصائية المختلفة.

المعارف المسبقة المطلوبة:

- التحكم في مقياس المعالجة الإحصائية للبيانات التربوية السداسي السابق.

محتوى المادة:

- تحليل التغاير.
- تحليل الانحدار الخطي البسيط.
- تحليل الانحدار المتعدد.
- التحليل العاملي.
- العلاقات الخطية وغير الخطية.

العمل الشخصي:

- لكل طالب وضع نموذج الإشكالية وتحديد الأساليب الإحصائية وطريقة معالجتها.

طريقة التقييم: مراقبة مستمرة، امتحان، ...الخ

الأستاذ/ زياد رشيد **تأشيرة رئيس القسم**

أستاذ محاضر قسم "أ"

فهـرس المحتويـــات

مقدمة..... 05

المحاضرة الأول: مفاهيـم إحصائيـــــة أساسيـــــــة

- تمهيد.....10
1- تعريف الإحصاء.....10
2- أهمية الإحصـاء.....10
3- الأساليب الإحصائية.....11
4- أنواع المتغيرات Variables.....11
5- المتغيرات المستقلة والتابعة Independent and Dependent Variables.....12
6-علاقة القياس بالإحصاء.....12
7- مستويات قياس المتغيرات Variables Measurement Levels.....13
8- المجتمع الإحصائي Statistical Population.....15
9- العينة الاحصائية Statistical Sample.....16
10- طرق اختيار العينة.....16

المحاضرة الثانية: اختبار الفرضيات الإحصائية واختيار الأساليب الإحصائية المناسبة لها

- تمهيد.....25
1- تحليل البيانات Data Analysis.....25
2- اختبار الفرضيات الإحصائية Statistical Hypotheses Tests.....28
3- الفرضيات الإحصائية Statistical Hypotheses.....29
4- الاختبارات الإحصائية المعلمية (البارامترية) Parametric Statistical Tests.....30
5- الاختبارات الإحصائية اللامعلمية (اللابارامترية) Non-Parametric Statistical Tests.....31
6- معايير اختيار الاختبار الاحصائي المناسب.....31
7- خطوات إجراء اختبار الفرضية الإحصائية Statistical Hypothesis Testing.....31
8- مفهوم الدلالة الإحصائية (المعنوية) P-value.....32

المحاضرة الثالثة: الاختبارات المعلمية واللامعلمية للفروق بين المتوسطات

تمهيد.....34
1-الاختبارات المعلمية واللامعلمية للفروق بين المتوسطات.....35
أولاً: 1. اختبار T لمتوسط عينة واحدة One Sample T test 35
كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي.....36

2. اختبار ويلكوكسن للرتب لعينة واحدة One Sample Wilcoxon Signed Rank Test 38
كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي..... 39
ثانياً: 1. اختبار T لمتوسطي عينيتن مرتبطتين Paired Sample T test 42
كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي..... 42
2. اختبار ويلكوكسن للرتب لوسطي عينتين مرتبطتين Wileoxon Signed rank Test Related Sample
كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي..... 45
ثالثاً: 1. اختبار T لمتوسطي عينتين مستقلتين Two Independent Samples T test..... 47
كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي..... 48
2. اختبار مان- ويتني لوسيطي عينيتن مستقلتين Mann-Whitney U 50
كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي..... 50
رابعاً: 1.حجم التأثير Effect Size (ES) 53
2. أهمية حجم التأثير..... 53

المحاضرة الرابعة:
تحليل التباين أحادي الاتجاه (One Way ANOVA) المعلمي
واختبار كروسكال- واليس (Kruskal-Wallis Test) اللامعلمي

تمهيد..... 54
أولاً: تحليل التباين في اتجاه واحد لمقارنة متوسطات (3) عينات فأكثر One Way ANOVA 54
ثانياً: اختبار كروكسال- واليس لأوساط 3 عينات مستقلة فأكثر Kruskal-Wallis Test 62

المحاضرة الخامسة: تحليل التغايـــــر أو التباين المشترك ANCOVA

تمهيد..... 68
1- تحليل التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA)..... 68
2- التحقق من شروط تحليل التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA) باستخدام برنامج SPSS 71
2-1- التحقق من فرضية تساوي ميل الانحدار 73
2-2- التحقق من فرضية الخطية..... 73
2-3- التحقق من فرضية تجانس التباين..... 73
2-4- التحقق من شرط تجانس الانحدار..... 74
3- تطبيق اختبار التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA) باستخدام برنامج SPSS 78

المحاضرة السادسة: معاملات الارتبـــــاط والتنبـــــؤ

- تمهيد..... 81
1- مفهوم معامل الارتباط..... 82

2- معامل الارتباط بيرسون (Pearson correlation coefficient).....82
3- معادلات حساب معامل الارتباط البسيط بيرسون (Pearson correlation).....84
4- معادلات معامل الارتباط في حالة القيم معيارية.....85
5- معامل الارتباط سبيرمان للرتب (Rho de Spearman).....86
6- تحويل البيانات الكمية إلى رتب.....87
7- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression).....87
8- الانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression 92

المحاضرة السابعة: معاملات الارتباط الخطية وغير الخطية

تمهيد.....95
1-الارتباط Correlation.....96
2- الارتباطية والسببية Association and Causation.....97
3- التفريق بين العلاقات الخطية وغير الخطية 97
3-1- التحقق من شكل العلاقة الارتباطية باستخدام لوحة الانتشار في برنامج (Spss).....98
4- نموذج الانحدار غير الخطي (Non-Linear regression model).....100
5- نماذج الانحدار متعددة الحدود (Polynomial Regression Models).....101
6- الانحدار اللوجيستي Logistic Regression.....105
7- بعض التحويلات المستخدمة.....106

المحاضرة الثامنة: التحليل العاملي الاستكشافي (EFA)

تمهيد.....109
1- مفهوم التحليل العاملي Factor Analysis Concept.....109
2- أهمية التحليل العاملي الاستكشافي وميادينه.....111
3- أهداف التحليل العاملي الاستكشافي.....112
4- أساليب التحليل العاملي الاستكشافي 114
5- شروط التحليل العاملي الاستكشافي.....115
6- بعض المفاهيم العاملية.....115
7- طرق التحليل العاملي الاستكشافي.....115
8- أسلوب تحليل المكونات الأساسية Principal Components Analysis 117
9- طرق تدوير العوامل Rotation.....117
10- محكات التوقف عن استخلاص العوامل.....119
11- المحكات الارشادية للحكم على قابلية المصفوفة الارتباطية للتحليل العاملي.....121

المحاضرة التاسعة: التحليل العاملي التوكيدي (CFA)

تمهيد.....123
1- مفهوم التحليل العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Analysis.....124
2- أهداف التحليل العاملي التوكيدي.....129
3- معالم نموذج التحليل العاملي التوكيدي.....130
4- العلاقة بين العوامل Factor Correlation or Covariance.....131
5- أنواع التحليل العاملي التوكيدي (CFA).....133
6- تفسير تقديرات معالم النموذج التوكيدي (CFA).....138
الخاتمة.....١٣٩
قائمـــة المصادر والمراجع.....١٤٠
الملاحق.....١٤٢

الدكتور زياد رشيد

مقـــدمـــة:

في ظل التغيرات المتسارعة التي يعرفها مجال العلوم النفسية والتربوية، يبرز الإحصاء التربوي والنفسي كأداة أساسية لفهم الظواهر السلوكية واتخاذ قرارات مبنية على بيانات موضوعية. إن مادة "**المعالجة الإحصائية للبيانات التربوية**" تعد من بين المواد الجوهرية في تكوين طلبة السنة الأولى ماستر تخصص إرشاد وتوجيه، حيث تمكّنهم من اكتساب المهارات اللازمة لتحليل البيانات، اختبار الفرضيات، وفهم العلاقات بين المتغيرات بطريقة علمية تساعدهم لاحقًا في إعداد مشاريع بحثية ميدانية دقيقة.

تبدأ المطبوعة **بمحاضرة تمهيدية** تسلط الضوء على المفاهيم الإحصائية الأساسية، مثل العلاقة بين القياس والإحصاء، مجالات تطبيق الإحصاء في المجالين التربوي والنفسي، وأنواع المتغيرات ومستويات قياسها من حيث طبيعتها ووظيفتها. كما تتناول هذه المحاضرة طرق اختيار العينات، مفرّقة بين العينات الاحتمالية والعينات غير الاحتمالية، مما يضع الطالب أمام أولى خطوات البحث العلمي الكمي المنظم.

ثم تتوسع **المحاضرة الثانية** لتتناول أحد المحاور الأساسية في هذه المادة، وهو اختبار الفرضيات الإحصائية. يتم في هذه المحاضرة شرح الفرق بين أنواع الفرضيات، والتفرقة بين الاختبارات المعلمية واللامعلمية، مع توضيح الشروط والمعايير التي يتم من خلالها اختيار الاختبار الإحصائي المناسب. كما يتم التطرق إلى خطوات إجراء الاختبار الإحصائي، مع شرح لمفهوم الدلالة الإحصائية (P-value) ودورها في تفسير النتائج.

وفي **المحاضرة الثالثة**، يتم الانتقال إلى الجوانب التطبيقية، حيث تُعرض الاختبارات المعلمية واللامعلمية التي تُستخدم لدراسة الفروق بين المتوسطات. تشمل هذه المحاضرة اختبار T لعينة واحدة، واختبار T لعينتين مرتبطتين، واختبار T لعينتين مستقلتين، إلى جانب المكافئات اللامعلمية لها مثل اختبار ويلكوكسن واختبار مان- ويتني. وتُعزز هذه المحاضرة بتطبيقات عملية باستخدام برنامجSPSS ، كما يتم التطرق إلى مفهوم "حجم التأثير (Effect Size) "وأهميته في دعم القرارات المستندة إلى الإحصاء.

أما **المحاضرة الرابعة**، فتتناول طرق المقارنة بين ثلاث مجموعات أو أكثر، وذلك باستخدام تحليل التباين أحادي الاتجاه (One Way ANOVA) واختبار كروسكال- واليس كبديل لامعلمي. تُركز هذه المحاضرة على فهم الفروق بين المجموعات في الأوساط التعليمية والنفسية، ومدى تأثير عامل معين في متغير تابع.

وفي سياق أكثر تقدمًا، تستعرض **المحاضرة الخامسة** تحليل التباين المشترك(ANCOVA) ، كأداة تسمح بالتحكم في المتغيرات الدخيلة وتحسين دقة تفسير النتائج. كما يتم التركيز على الشروط الأساسية لإجراء هذا النوع من التحليل، مثل تساوي ميل الانحدار والخطية وتجانس التباين، مع تقديم مثال تطبيقي باستخدام (SPSS).

تُركّز **المحاضرة السادسة** على العلاقات الارتباطية والتنبؤية، حيث يتم شرح مفهوم معامل الارتباط وأنواعه، مثل معامل بيرسون وسبيرمان، إضافة إلى الانحدار الخطي البسيط والانحدار المتعدد. هذه

المحاضرة تتيح للطالب القدرة على التنبؤ بقيمة متغير معين استنادًا إلى متغيرات أخرى، وهي مهارة ضرورية في الأبحاث التطبيقية في مجال الإرشاد النفسي.

تتعمق **المحاضرة السابعة** في دراسة طبيعة العلاقات بين المتغيرات، من خلال التمييز بين العلاقات الخطية وغير الخطية. يتم عرض طرق فحص شكل العلاقة عن طريق لوحة الانتشار فيSPSS ، والتعرف على الانحدار غير الخطي، والانحدار متعدد الحدود، والانحدار اللوجيستي، مع توضيح التحويلات المناسبة لتحسين نماذج الانحدار.

أما **المحاضرة الثامنة**، فتقدم التحليل العاملي الاستكشافي (Exploratory Factor Analysis) كأداة منهجية لاكتشاف البنية الكامنة خلف مجموعة من المتغيرات. يتضمن هذا الجزء توضيحًا للمفاهيم الأساسية المرتبطة بالتحليل العاملي، والشروط اللازمة لإجرائه، وخطوات تطبيقه العملي باستخدام برنامج (SPSS).

وتُختتم المطبوعة بمحاضرة حول التحليل العاملي التوكيدي(Confirmatory Factor Analysis) ، الذي يُعد أداة متقدمة لتأكيد النموذج الفرضي للعلاقات بين المتغيرات. تُعرض فيه أنواع النماذج التوكيدية، ومؤشرات جودة المطابقة، وكيفية تفسير النتائج، وهو ما يضع الطالب في تواصل مباشر مع طرق التحليل الإحصائي المستخدمة في الأبحاث النفسية الحديثة.

بناءً على ما سبق، تسعى هذه المطبوعة إلى الجمع بين الجانبين النظري والتطبيقي، من خلال عرض مبسط للمفاهيم، مدعّم بأمثلة واقعية وتطبيقات باستخدام برنامج (SPSS) .كما تهدف إلى تمكين الطلبة من استخدام الإحصاء كأداة لتحليل الواقع التربوي والنفسي، وفهم الظواهر التي يتعاملون معها في بيئات الإرشاد المختلفة.

المحاضرة الأولى

مفاهيم إحصائيـة أساسيـة

Basic Statistical Concepts

عناصر المحاضرة:

- تمهيد

1- تعريف الإحصاء

2- أهمية الإحصـاء

3- الأساليب الإحصائية

4- أنواع المتغيرات Variables

5- المتغيرات المستقلة والتابعة Independent and Dependent Variables

6-علاقة القياس بالإحصاء

7- مستويات قياس المتغيرات Variables Measurement Levels

8- المجتمع الإحصائي Statistical Population

9- العينة الاحصائية Statistical Sample

10- طرق اختيار العينة

- تمهيد:

الإحصاء ليس مجرد أداة تُستخدم لجمع البيانات وتنظيمها، بل هو علم أساسي في العديد من المجالات العلمية، وخاصة في البحث الأكاديمي. ومنذ العصور القديمة، كان الإنسان بحاجة إلى طرق منظمة لفهم الظواهر المحيطة به، ومع مرور الوقت زادت هذه الحاجة بشكل ملحوظ. في السنوات الأخيرة، أصبح للإحصاء دور محوري في الحياة العصرية، سواء في الدراسات العلمية المستقبلية أو في اتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات في مختلف المجالات.

وفي ظل التقدم العلمي والتكنولوجي، توسعت استخدامات الإحصاء بشكل هائل، حيث أصبح أداة أساسية في العلوم الطبيعية والإنسانية على حد سواء، وخاصة في مجالات مثل التربية وعلم النفس. يستخدم الإحصاء الآن في جمع البيانات وتحليلها، وكذلك في استقراء النتائج واتخاذ القرارات المبنية على الأدلة. كما يساهم بشكل كبير في التخطيط المستقبلي، ويُعد أحد الأعمدة التي يرتكز عليها اتخاذ القرارات في القضايا السياسية والاجتماعية والتعليمية.

خلال هذه المحاضرة، سنتعرف على أهمية الإحصاء كأداة علمية، ونتناول كيفية استخدامه بشكل منهجي في البحث الأكاديمي، مع التركيز على تطبيقاته في مختلف المجالات.

1- تعريف الإحصـاء:

يعرف الإحصاء على أنه مجموعة الأساليب والطرق والإجراءات الرياضية التي تهتم بجمع وتحليل البيانات بهدف الوصف والاستنتاج والتنبؤ والتحكم. فالإحصاء علم وفن ووسيلة للاستدلال على العام من الخاص وإعطاء قرارات حكيمة في مواجهة حالات عدم التأكد. وكما يلاحظ من التعريف يوفر لنا الإحصاء الأساليب والأدوات التالية:

-أساليب وأدوات التصميم والتخطيط كآلية جمع البيانات للدراسات والبحوث.

- أساليب وأدوات تنظيم وتلخيص ووصف البيانات.

-أساليب وأدوات الاستدلال والتحكم والتنبؤ الإحصائي من البيانات. (Agresti & Finlay, 2009)

2- أهمية الإحصـاء:

إن علم الإحصاء يعدّ ركيزة هامة من ركائز التخطيط التنموي السليم والتطوير المستمر، فهو العلم الذي يدخل ويستخدم تقريباً في جميع المجالات والتخصصات المختلفة الاجتماعية منها والتربوية والاقتصادية والإدارية والصحية والسياسية والبيئية والزراعية والصناعية ... إلخ. إنه الأسلوب العلمي في التّحري عن حقيقة الظواهر المختلفة وتقسيمها ودراستها بعناية، وذلك في سبيل وصفها بالشكل الصحيح واستخلاص النتائج عنها، وهو يعتبر من أدق وسائل البحث العلمي المرتكز على الأسلوب والنظرية. إن للإحصاء مهام عدة منها جمع البيانات، تحليل البيانات كمياً وبيانياً، صياغة الفرضيات حول ظاهرة معينة ووضع الاختبارات المناسبة لها، واستخلاص النتائج، اتخاذ القرارات المناسبة تجاهها والتنبؤ بالقراءات المستقبلية حولها. كما أن الإحصاء يعد حلقة هامة في عمليات دراسة وضبط الجودة للمنتجات الخدمية والصناعية على حد سواء. لقد بدأ استخدام الإحصاء منذ العصور القديمة، وأخذ يتطوّر في أساليبه وطرقه ونظرياته حتى أصبح من أهم العلوم التي ينبغي أن يعتمد عليها في بناء المجتمعات وتطويرها. (القحطاني، 2015، ص51)

ونظرًا لما احتله علم الإحصاء من مكانة هامة بين الأمم وإدراك الحاجة إليه، خُصصت له أقسام في الجامعات والكليات والمعاهد لدراسته باعتباره علماً والتخصص فيه، واستحدثت أقسام ومراكز لجمع البيانات وتحليلها في مختلف المؤسسات الخاصة والعامة وأنشئت من أجله الجمعيات والمجلات العلمية وأقيمت له المؤتمرات العلمية والدورات التدريبية وورش العمل - وإدراكاً للدور الفعال للإحصاء والتوعية بأهميته وإسهاماته المختلفة والعديدة في مختلف مجالات الحياة فقد خُصص يوم 20 من شهر أكتوبر عام 2010 كيوم عالمي للإحصاء، والذي أقرته اللجنة الإحصائية للأمم المتحدة (UNSD) وتم الاتفاق على أن يحتفل بالإحصاء في مثل هذا اليوم كل خمسة أعوام.

إن مدى نجاح الخطط التنموية والتطوير والتحسين المستمر – ولاسيما في ظل عصر التغيير السريع والانفجار السكاني وتعدد واختلاف الموارد البشرية والمادية – يقاس بما تستند إليه من بيانات ومعلومات ومؤشرات إحصائية صحيحة ودقيقة عن مختلف المتغيرات الاجتماعية والديموغرافية والاقتصادية

والسياسية ... الخ . ولا بد أن تكون هذه البيانات والقراءات الإحصائية متجددة وموائمة لكل ما يستجد على المستوى المحلي والإقليمي والعالمي بما يلبي احتياجات العملية التنموية. (القحطاني، 2015، ص52)

3- الأساليب الإحصائية:

يمكن تقسيم الاساليب الاحصائية الى مجموعتين اعتماداً على الهدف الذي من اجله تستخدم ، وتتمثل هذه الاساليب في الآتي :

3-1- أساليب الاحصاء الوصفي Descriptive Statistics :

يستخدم الاحصاء الوصفي عندما يكون الهدف الاساسي هو وصف البيانات الاحصائية المأخوذة من مجتمع ما . وفي الغالب فإن هذه الاساليب تستخدم قاعدة البيانات المتوفرة في المجتمع جميعها وتعمل على تبويبها وتلخيصها بطريقة تساعد في عملية وصفها (Stoup & Shristensen 1986) .

ومثل هذه الاساليب تعمل على تبويب وتلخيص البيانات في جداول تكرارية وتمثيلها بأشكال بيانية معينة والعمل على حساب بعض الاحصائيات مثل الوسط والوسيط والمنوال والمئينات والنسب المئوية وغيرها. وهكذا فالاحصاء الوصفي يعرف على أنه ذلك الفرع الذي يعنى بعمليات جمع البيانات وتنظيمها وتلخيصها بهدف تقديم اوصاف محددة حول هذه البيانات .

3-2- أساليب الاحصاء الاستدلالي Inferential Statistics:

يشتمل الاحصاء الاستدلالي على مجموعة من الطرائق والاساليب التي تمكننا من عمل بعض الاستنتاجات والاستدلالات حول خصائص مجتمع احصائي معين من خلال استخدام عينة جزئية من ذلك المجتمع، خلافاً لاساليب الاحصاء الوصفي ، فأن أساليب الاحصاء الاستدلالي تعتمد على الاسلوب العيني المتمثل في أخذ مجموعة صغيرة من مجتمع معين ودراسة خصائص هذه المجموعة بهدف اصدار تعميمات حول المجتمع الذي اخذت منه هذه العينة وعليه فالاحصاء الاستدلالي هو ذلك الفرع الذي يهتم بدراسة خصائص عينة جزئية من البيانات من اجل عمل بعض الاستدلالات حول خصائص المجتمع الكلي الذي اخذت منه تلك العينة (Sincich, 1993). (الزغلول، 2005، ص19)

4- أنواع المتغيرات Variables:

يعرف المتغير على أنه خاصية أو سمة يمكنها أن تأخذ قيماً مختلفة أو متغيرة بين وحدات الدراسة في العينة أو المجتمع (Agresti & Finlay, 2009, p.11). وتنقسم المتغيرات بوجه عام حسب نوع بياناتها إلى قسمين رئيسيين:

4-1- **متغيرات كمية :Quantitative Variables**

وهي المتغيرات التي يتم قياسها كمياً، وقيمها عبارة عن أرقام كمية، مثل العمر، الوزن، الطول، الدخل ... إلخ .وهذا النوع من المتغيرات بدوره يمكن تقسيمه إلى قسمين فرعيين:

أ- متغيرات متصلة :Continuous Variables وهي هذا النوع من المتغيرات يوجد عدد لا نهائي من القيم بين أي قيمتين متجاورتين، مثل الطول، الوزن ... إلخ.

ب - متغيرات منفصلة أو متقطعة :Discrete Variables وفي هذا النوع من المتغيرات تكون البيانات قابلة للعد ومنفصلة ببعضها من بعض بحيث يوجد فجوات Gaps بين القيم، مثل عدد أفراد الأسرة، عدد المواليد ... إلخ .ويجدر الإشارة إلى أن البيانات المتقطعة أو المنفصلة قد تكون بيانات أو أرقام كسرية ولكن يوجد بينها فجوات، فهناك حالات وتطبيقات عملية كثيرة لها مثل درجات الطلاب فقد تأخذ كسوراً منتهية مثل ربع، نصف، ثلاثة أرباع، ومن ثم تكون الدرجات مثلاً كالتالي: 25، 25.5، 26، 26.5، 27، 27.5، 28، ... إلخ.

2-4- متغيرات نوعية :Categorical Variables

وهي التي لا يمكن التعبير عنها كمياً بأرقام، بل يمكن وصفها حسب صفات أو أسماء أو رموز مختلفة، مثل الجنسية (جزائري، غير جزائري)، المؤهل العلمي (ابتدائي، متوسط، ثانوي، ...)، إلخ(فهمي، 2005، ص.22-23).

5- المتغيرات المستقلة والتابعة Independent and Dependent Variables:

في كثير من أدوات التحليل الإحصائي كتحليل الانحدار الخطي وتحليل التباين مثلاً ينبغي التمييز بين نوعين من المتغيرات حسب دورها في التحليل الإحصائي، وتعرف بالمتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة.

حيث يعرف المتغير التابع (الاستجابة أو الأثر) على أنه المتغير الذي يسعى الباحث إلى دراسته وتفسير تباين قيمه و/أو التنبؤ بقيمه من قيم المتغيرات المستقلة (القحطاني، 2015، ص53)

في حين يعرف المتغير المستقل (السبب أو المؤثر) على أنه ذلك التغير الذي يؤثر في المتغير التابع ويفسر التباين فيه.

- **البناء Construct:** هو مفهوم تجريدي لوصف أو تفسير ظاهرة معينة، مثل الولاء للمنظمة، القيادة التحويلية، الذكاء، التوتر، الطول، الوزن، الدخل ... إلخ.

- **التعريف الإجرائي للبناء Operational Definition:** هو الوصف الدقيق والواضح لمعنى البناء وكيفية قياسه عملياً بحيث يمكن لشخص آخر فهم معنى البناء وإمكانية قياسه بنفسه. ففي الدراسات العلمية يتم الاعتماد على التعريف الإجرائي للمفاهيم البنائية المستخدمة في البحوث حيث يتيح هذا التوصيل المعلومة من باحث لآخر. فالدخل مثلاً قد يختلف مفهومه وقياسه من شخص إلى آخر حسب الدراسة أو البحث، فقد يقصد به الدخل السنوي للأسرة بالريال السعودي في دراسة معينة، في حين يعرف على أنه الدخل الشهري للفرد بالدولار في دراسة أخرى، وقياس على ذلك غيره من الأمثلة: مثل الإبداع، الهمية، الحالة الاقتصادية ... إلخ(القحطاني، 2015، ص53)

6-علاقة القياس بالإحصاء:

هما مفهومان مختلفان.

- **القياس:** تعني أرقامًا أو مستويات مختلفة لصفة ما، باختلاف الأفراد.

- **الإحصاء:** يستخدم هذا الأرقام أو المستويات ويتعامل معها بأساليب معينة تناسب مشكلة الدراسة للوصول للنتائج.

- **القياس:** هو عملية التوصل إلى الأرقام التي نستخدمها في إجراء التحليلات الإحصائية لوصف الظاهرة وتفسيرها تفسيرًا علميًا وإحصائيًا.

أعلم أنها الإحصائي أن الأرقام (القياس) المستخدمة تؤثر في التحليلات الإحصائية بشكل كامل. فإذا كانت هذه الأرقام دقيقة ودلّت على الصفة (الظاهرة) المستهدفة، بدون تحيز:

⇐دقة التحليلات الإحصائية ⇐ دقة النتائج

–بمعنى أن القياس يجب أن يصدر أرقامًا دقيقة لوصف الظاهرة (باستخدام الأدوات المناسبة) ⇐ دقة التحليلات الإحصائية ⇐ دقة النتائج.

فمن سبيل المثال لو كانت أداة القياس هي أداة استبانة لجمع البيانات وتقديم الأرقام الصحيحة المناسبة للإحصائي ليقوم هو بدوره بالعمليات الإحصائية.

فكلما كانت عملية جمع البيانات (أداة القياس) دقيقة، أدى ذلك الى سهولة ودقة إجراء العمليات الإحصائية عليها وبالتالي دقة النتائج واتخاذ القرارات الصحيحة(عمر الزين الكاف، 2014، ص.36).

7- مستويات قياس المتغيرات Variables Measurement Levels:

تكمن أهمية مستوى قياس المتغير (كذلك الحال بالنسبة لأنواع المتغيرات في تحديد اختيار الأداة الإحصائية المناسبة في تحليل البيانات. وقد قسم ستيفنز (1946) Stevens مستويات قياس المتغيرات إلى أربعة أقسام مرتبة حسب درجة قوة

المقياس من الأضعف إلى الأقوى كالتالي:

1- متغيرات اسمية Nominal Variables:

- قيم هذه المتغيرات عبارة عن ألفاظ أو رموز
- قد تكون قيم المتغيرات الاسمية أرقاماً لكنها لا تتضمن المعنى الكمي لها مثل أرقام الهواتف.
- لا يمكن ترتيب قيمها تصاعدياً أو تنازلياً.
- عدم ملاءمة إجراء العمليات الحسابية مثل الجمع الطرح وغيرها عليها . - أمثلة الجنسية النوع ذكر / أنثى)، أرقام لوحات السيارات، أرقام الهوية الوطنية. (القحطاني، 2015، ص56)

2- متغيرات رتبية Ordinal Variables:

- قيم المتغير الرتبي عبارة أرقام أو ألفاظ أو رموز.
- هذا المقياس أعلى في مستوى القياس من الاسمي.
- يمكن ترتيب قيمه تصاعدياً أو تنازلياً، أو من الأفضل إلى الأسوأ أو العكس، ... إلخ. - عادة تعطى قيم هذه المتغيرات أرقاماً متوالية تعبر عن الترتيب والأفضلية.
- أمثلة المؤهل العلمي المرتبة الوظيفية مقياس ليكرت للاتجاهات.

3- متغيرات فترية Interval Variables:

- وهو أقوى من الاسمية والرتبية
- قيمه عبارة عن أرقام فقط تحمل المعنى الكمي لها .
- يمكن ترتيب قيمه تصاعدياً أو تنازلياً .
- الفرق بين القيم المتتالية لهذا النوع من المتغيرات متساوية، وهذا غير متحقق في المتغيرات الرتبية، ولذا سمي بالمقياس الفتري. فمثلاً نجد التغير في ارتفاع درجة الحرارة في إحدى المدن من 30 إلى 35 درجة مئوية يساوي نفس التغير الحاصل في مدينة أخرى ارتفعت درجت حرارتها من 35 إلى 40 درجة مئوية. - الصفر في هذا النوع من المتغيرات يعتبر نسبياً أي لا يعني الصفر المطلق بمفهومه العام لا شيء»، وإنما الصفر هنا يعبر عن حالة محددة للمتغير. فدرجة حرارة الجو تساوي صفراً درجة مؤية لا يعني اختفاء درجة الحرارة وإنما تعبر عن حالة محددة للطقس.
- كما أنه يمكن تطبيق العمليات الحسابية عليه عدا الضرب والقسمة لأن الصفر هنا غير مطلق وغير حقيقي. فمثلاً درجة الحرارة 60 لا تساوي ضعف درجة الحرارة 30 درجة مئوية.
- أمثلة درجة الحرارة معدلات الذكاء، والوقت.

4- المتغيرات النسبية Ratio Variables:

- أعلى من مستويات القياس الثلاثة السابقة.
- يحمل جميع خصائص المتغيرات الفترية عدا خاصية الصفر المطلق والتي تعني هنا «لا شيء» أو اختفاء أو انعدام الشيء.
- كذلك يمكن تطبيق جميع العمليات الحسابية عليه.
- أمثلة الدخل، العمر الوزن عدد أفراد الأسرة. (القحطاني، 2015، ص55)

5- إضاءة إحصائية حول مستويات قياس المتغيرات في التحليل الإحصائي:

في كثير من الأبحاث يتم معاملة المتغيرات الرتبية أثناء التحليل الإحصائي على اعتبار أنها متغيرات فترية، وذلك لسهولة ومألوفية الأساليب الإحصائية المعتمدة على المتغيرات الفترية مثل المتوسط الحسابي والانحراف المعياري واختبارات ، وغيرها من أساليب التحليل الإحصائي المعلمي ومن الأمثلة الشائعة على ذلك معاملة المتغيرات المقاسة بمقياس ليكرت للاتجاهات على أنها متغيرات فترية أثناء التحليل الإحصائي. لقد استعرض وارنر Warner (2008) النقاشات التي تناولها بعض الباحثين حول هذا الموضوع بين ممانع وغير ممانع لاستخدام الأساليب المعلمية في حال كون البيانات رتبية. وقد خلص وارنر إلى أنه يمكن استخدام الأساليب المعلمية في حال البيانات الرتبية على الرغم من أن بعض الباحثين والأكاديميين والمجلات العلمية لديها تحفظ حول قبول ذلك. وكان لـ Fidell & Tabani (2007) وغيرهم من الباحثين رأي حول هذا الموضوع حيث يرون أن توزيع المتغير الكمي أهم من مستوى قياسه رتبي أو فتري أو نسبي في اختيار الأساليب المعلمية أو اللامعلمية في تحليل البيانات. فكون توزيع المتغير طبيعياً أو قريباً من الطبيعي، أو

متماثلاً أو غير متماثل أهم من كون مستوى قياس المتغير رتبياً أو فترياً في الاختيار بين أساليب التحليل المعلمية واللامعلمية. وهذا مقبول عند كثير من الباحثين عند توفر الحد الأدنى لحجم العينة المطلوب مع ا التأكد من أن توزيع المتغيرات الرتبية متماثل. ويفضل المؤلف عدم معاملة البيانات الرتبية في التحليل الإحصائي على اعتبار أنها فترية أو نسبية لعدة أسباب. أولاً، عدم وجود ما يمنع أو يعوق استخدام أساليب التحليل الإحصائية (اللامعلمية) المخصصة للبيانات الرتبية، ولاسيما في ظل توفر برامج التحليل الإحصائي المتعددة. واستخدام كثير من الباحثين للأساليب المعلمية في حال البيانات الرتبية لا يعني بالضرورة أنها أفضل أو أصح بل جرت العادة على استخدام تلك الأساليب وتناقلها الباحثون عبر الزمن، وذلك لأن الأساليب المعلمية تم تطويرها أولاً ثم أتى بعدها تطوير الأساليب اللامعلمية والتي لم تكن متاحة في زمن الأساليب المعلمية، وذلك لمعالجة الخلل في الأساليب المعلمية عند عدم تحقق بعض شروط صلاحيتها. ثانياً، عدم تحقق التماثل في توزيع البيانات في كثير من الأحيان ولاسيما مع العينات صغيرة الحجم. ثالثاً، قيم المتغيرات الرتبية تعكس فقط ترتيب القيم والفروق بين تلك القيم لا تعكس حجم الفرق. فمثلاً إذا كان لدينا متغير ما مقاس على مقياس ليكرت الخماسي ذو القيم «موافق بشدة (5)، موافق (4)، محايد (3)، غير موافق (2)،غير موافق بشدة (1). (القحطاني، 2015، ص56)

8- المجتمع الإحصائي Statistical Population:

من المعروف ان البيانات التي يتم جمعها هي في الغالب بيانات رقمية تعكس مقادير كمية او خصائص نوعية تتعلق عادة بخصائص معينة لمجموعة من العناصر او الاشياء. وتسمى مجموعة الاشياء او العناصر او الوحدات بالمجتمع الاحصائي. وعليه فالمجتمع الاحصائي هو المجموعة الكلية من العناصر او الافراد او الوحدات او العناصر التي يتم جمع البيانات الاحصائية عن خصائصها. فعلى سبيل المثال، اذا كان الهدف هو جمع بيانات احصائية عن الخبرات العلمية لمعلمي مادة الاجتماعيات في الجزائر، فعندها يشكل جميع معلمي مادة الاجتماعيات في الجزائر مجتمع الدراسة او المجتمع الاحصائي. اما اذا كان الهدف فحص خلايا جسم شخص ما، فعندها تشكل جميع الخلايا الجسمية لذلك الشخص المجتمع الاحصائي، في حين ، اذا كان الهدف هو دراسة حجم إنتاج اشجار الزيتون في منطقة تبسة، عندها تشكل كافة اشجار الزيتون في تلك المحافظة مجتمع الدراسة . (الزغلول، 2005، ص20)

تعرف العناصر أو الوحدات التي يتألف منها المجتمع الاحصائي بالوحدات التجريبية " Experimental units" حيث يتم جمع البيانات الاحصائية عن خصائص هذه الوحدات . فعلى سبيل المثال، عند دراسة أطوال طلاب مدرسة معينة، فعندها كل طالب في هذه المدرسة هو بمثابة وحدة تجريبية تشتمل عليها هذه المدرسة بحيث يصار الى قياس الطول لها. وهكذا فالوحدات التجريبية هي العناصر المكونة للمجتمع الاحصائي موضع الاهتمام (Sincich, 1993).

يختلف حجم المجتمع الاحصائي باختلاف عدد العناصر التي يتألف منها أو الهدف من جمع البيانات. فقد يكون المجتمع كبيراً جداً كما هو الحال في عدد سكان دولة أو اقليم معين، أو كما هو في حال دراسة

اشجار الزيتون مثلاً في الجزائر. وقد يكون صغيراً جداً مثل دراسة عدد الاطباء في مستشفى معين أو عمداء الكليات في جامعة ما .

تسمى القيم الاحصائية التي يتم التوصل اليها عند دراسة خصائص معينة للمجتمع الاحصائي بالمعالم "Parameters " . فعند حساب الوسط الحسابي او المنوال او الوسيط او الانحراف المعياري لخصائص المجتمع الاحصائي الكلي، فعندها تعد مثل هذه القيم معالم إحصائية لذلك المجتمع، ومثل هذه الخصائص تعتبر دقيقة تماماً، وتعبر بشكل جيد عن خصائص ذلك المجتمع في ظل الظروف التي تم دراسة ذلك المجتمع فيها (الزغلول، 2005، ص20).

9- العينة الاحصائية Statistical Sample:

في الكثير من الحالات يصعب جمع البيانات الاحصائية عن خصائص مجتمع ما بسبب كون هذا المجتمع كبير أجداً أو غير محدد او لاسباب فنية أو ادارية أو مادية. ففي مثل هذه الحالات، يتم تقدير خصائص هذا المجتمع من خلال دراسة خصائص مجموعة جزئية من ذلك المجتمع تعرف باسم العينة "Sample" . (الزغلول، 2005، ص20)

10- طرق اختيار العينة:

10-1-العينات العشوائية (Random sample):

1- طريقة العينة العشوائية البسيطة Simple Random sample

وهي أي عينة بحجم معين لها نفس الاحتمال ويتم اختيارها بالطريقة التالية: أ- إذا كانت العينة صغيرة (أقل من 30 مشاهدة) نعطي المشاهدات بطاقات متشابهة مرقمة ترقيماً متسلسلاً من (1) لغاية (n) حيث n حجم المجتمع، ثم نسحب بطاقات عشوائية بحجم العينة التي نريد.

ب - إذا كانت العينة كبيرة أكبر من 30 مشاهدة) نعطي المشاهدات أرقاماً متسلسلة من (صفر) لغاية (1-n) حيث n حجم المجتمع بنفس العدد من الخانات (عدد خانات (1-n)) . ثم نختار من جدول الأرقام العشوائية المرفق في نهاية الكتاب أرقاماً بحجم العينة شريطة أن تكون الأرقام أقل من (1-n). وسنوضح ذلك بالمثال اللاحق.

ملاحظة: يمكن استخدام هذه الطريقة إذا كان المجتمع صغيراً.

إذا أردنا اختيار عينة مكونة (10) طلاب من مجتمع مكون من (900) طالب،

نتبع الخطوات التالية:

أ- نعطي الطلاب أرقاماً متسلسلة من (000) ولغاية (899).

ب- نختار عشرة أرقام من جدول الأرقام العشوائية ونبدأ من اليسار ونتجه عمودياً للأسفل فإذا كان الرقم أقل أو يساوي (899) نقبله وبغير ذلك نرفضه، فتكون العينة مكونة من الأرقام التالية:

517, 540, 459, 35, 649, 156, 216, 505, 71, 279

ملاحظة: عند اختيار أرقاماً عشوائية من جدول الأرقام العشوائية يمكننا البدء من أي مكان من الجدول سواء أفقياً أو عمودياً ولكننا اتبعنا الأسلوب السابق لتوحيد الإجابات بين الطلبة (كامل فليفل، 2011، ص.16).

2- طريقة العينة العشوائية المنتظمة Systematic Random sample

يتم في طريقة المعاينة المنتظمة اختيار وحدة المعاينة المرقمة"U" ، والتي تسمى وحدة العينة، وهي ناتج قسمة حجم المجتمع الإحصائي على حجم العينة، ثم يتم اختيار رقم عشوائي بين 1 و U ليكون رقم العنصر الأول في العينة، ثم نضيف إلى هذا الرقم "U" باستمرار للحصول على بقية عناصر العينة، وبذلك فإن العناصر التي يتم اختيارها بهذه الطريقة تكون متباعدة عن بعضها بنفس المسافة(U) ، ويجب التذكير أن طريقة المعاينة المنتظمة لا يمكن استخدامها إذا كان المجتمع الإحصائي يحتوي على متغيرات دورية تتكرر بنفس الترتيب.

مثال: إذا كان حجم المجتمع الإحصائي مكون من 100000 عنصر وأن حجم العينة المطلوب هو 500 فإن وحدة العينة "U" تكون: **U = 100000 / 500 = 200**

ثم نختار رقماً عشوائياً بين 1 و 200 وليكن مثلاً 150، وذلك باستخدام إحدى طرق العينة العشوائية البسيطة، فهذا الرقم هو رقم العنصر الأول في العينة، وبإضافتها إلى رقم العنصر الأول نحصل على:

أرقام العناصر هي: 150، 350، 550، 750، 950، 1150، 1350 ... وهكذا حتى نحصل على حجم العينة المطلوبة من 500 عنصر.

- أوجه الاختلاف بين العينة العشوائية البسيطة والمنتظمة:

1- في العينة العشوائية البسيطة: يتم اختيار جميع عناصرها عشوائياً، بينما في العينة المنتظمة يتم اختيار العنصر الأول فقط عشوائياً.

2- قد تتكرر الأرقام في العينة العشوائية البسيطة فتأتي متتاليين (5،6) ولكن هذا لا يحدث مطلقاً في العينة المنتظمة (صافي، 2017، ص.132).

- مزايا العينة المنتظمة:

من أهم مزايا العينة المنتظمة ما يلي:

1- سهولة تطبيقها، خصوصاً في اختيار عناصر العينة الأولى من طريقة العينة العشوائية البسيطة، لأنه يتم اختيار جميع مفردات العينة بمجرد اختيار وحدة العينة الأولى، واختيار العنصر الأول من المجتمع الإحصائي، فتكون بقية عناصر العينة محسوبة بطريقة آلية.

2- تمثيل المجتمع الإحصائي يشكل في العينة المنتظمة بطريقة متساوية.

- عيوب العينة المنتظمة:

من أهم عيوب العينة المنتظمة ما يلي:

1- لا تصلح العينة المنتظمة في المجتمعات التي تتخذ اتجاهات دورية للظاهرة، فإذا كانت وحدة U مساوية لطول الدورة فستكون عناصر العينة المنتظمة إما كلها تمثل قمة الدورة أو تمثل قاعها.

2- لا تصلح في موضوعات تتعلق بالترتيب أو التوزيع الطبيعي، كاختيار عينة من درجات طلاب، لأن الدرجات في المجتمع تكون عادة موزعة طبيعياً بحدوث تماثل في التوزيع، وعند استخدام العينة المنتظمة لا يمكن تمثيل هذا التوزيع بسبب تباعد عناصر العينة (صافي، 2017، ص.132).

2 طريقة العينة الطبقية Stratified sample

يقسم المجتمع الإحصائي إلى طبقات حسب صفات معينة ثم نختار عينة عشوائية بسيطة من كل طبقة من هذه الطبقات بنسبة حجم كل طبقة.

وتعطى النسبة بالقاعدة التالية:

$$\text{عدد العناصر الممثلة للطبقة في العينة} = \frac{\text{حجم الطبقة}}{\text{حجم المجتمع}} + \text{حجم العينة}$$

مثال: اختار عينة مكونة من (20) طالب من مجتمع جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي المكون من (1000) طالب منهم (400) طالب سنة أولى (300) طالب سنة ثانية (200) طالب سنة ثالثة و (100) طالب سنة رابعة.

الحل:

$$\text{عدد عناصر طلاب السنة الأولى في العينة} = \frac{\mathbf{400}}{\mathbf{1000}} \times 20 = 8 \text{ طلاب}$$

$$\text{عدد عناصر طلاب السنة الثانية في العينة} = \frac{\mathbf{300}}{\mathbf{1000}} \times 20 = 6 \text{ طلاب}$$

$$\text{عدد عناصر طلاب السنة الثالثة في العينة} = \frac{\mathbf{200}}{\mathbf{1000}} \times 20 = 4 \text{ طلاب}$$

$$\text{عدد عناصر طلاب السنة الرابعة في العينة} = \frac{\mathbf{100}}{\mathbf{1000}} \times 20 = 2 \text{ طلاب}$$

(كامل فليفل، 2011، ص.16).

3- المعاينة العنقودية (المعاينة متعددة المراحل) Cluster Sampling (Multi-Stage Random Sampling)

يتم في المعاينة العنقودية تقسيم المجتمع الإحصائي إلى عناقيد "Cluster" عددها"C" ، مثلاً إذا تم اختيار عينة عشوائية بسيطة من العناقيد بـ "R" عنقود. ويرجع هذا الأسلوب في المعاينة العنقودية ذات المرحلتين إلى أن المرحلة الأولى، يتم اختيار العناقيد، ثم يتم اختيار عينة من عناصر كل عنقود في المرحلة الثانية بنفس أسلوب العينة العشوائية البسيطة أو المنتظمة، وقد يتم استخدام أكثر من مرحلتين.

فإذا قسمنا المجتمع الإحصائي إلى عناقيد وعددها $n_1, n_2, \ldots, n_r$ ، بحيث حجم العينة العنقودية المطلوب هو m ، فإننا نختار عينة عشوائية بسيطة من هذه العناقيد، ثم يتم اختيار الوحدات الإفرادية داخل الوحدات العنقودية حسب متطلبات الدراسة، وذلك باستخدام المعاينة في المراحل.

لتبسيط فكرة العينة العنقودية نفترض أن لدينا عدداً من عشرين قسماً في ميدان الإحصاء، وسنرمز لها بالرمز"C" ، بالنظر إلى أن عدد طلاب كل قسم تقريباً متساوٍ، ويرمز لهذا العدد بالرمزn ، والاختيار عينة عشوائية من هذه الشعب، ثم نختار عدداً معيناً من الشعب ليكون n شعب، ولكن بدلاً من اختيار عينة من كل شعبة، سنقوم باختيار العينة من الشعب المختارة فقط.

فإذا كان حجم العينة من المجتمع هوn ، ونسير في أحجام العينات بالرموز n_1, n_2, n_3, n_4 فإن حجم العينة العنقودية هو: $\mathbf{n = n_1 + n_2 + n_3 + n_4}$

سنضرب مثالاً آخر للعينة العنقودية، إذا أردنا القيام بدراسة حول حجم العائلة في ولاية ما، قد لا تتوفر لدينا قائمة بأسماء العائلات التي تسكن الولاية، لذلك نقسمها إلى مناطق صغيرة، بناء على قاعدة معينة مثل تقسيمها إلى حي، ثم يتم تطبيق أسلوب العينة العشوائية البسيطة لاختيار عدد من الأحياء، ثم نختار عينة من الأسر داخل الأحياء، فهذه تعتبر عينة عنقودية ذات مرحلتين. أو إذا كانت القائمة الخاصة بالمجتمع تحتوي على أسماء المدارس، فيتم اختيار المدارس كعينة عشوائية بسيطة، ثم اختيار عدد معين من التلاميذ داخل كل مدرسة مختارة.

وتعتبر وحدة المعاينة في هذه الحالة هي عناصر المجتمع الإحصائي، وكل وحدة من هذه المجموعات تمثل عنقوداً، يتم اختياره، سواء كانت المجموعة من الأحياء، أو التلاميذ، وتجري الدراسة عليها.

- مزايا العينة العنقودية

من أهم مزايا العينة العنقودية ما يلي:

1- تستخدم إذا كان المجتمع الإحصائي متباعداً أو غير متجانساً.

2- تستخدم في حالة المجتمعات الكبيرة.

- عيوب العينة العنقودية

من أهم عيوب العينة العنقودية ما يلي:

1- أن الوحدات الإفرادية في وحدة المعاينة الأولى (المساكن في الأحياء أو القرى السكانية مثلاً) عادة ما تكون متشابهة، وبالتالي فهي لا تمثل المجتمع الإحصائي بدرجة عالية.

2- اختيار عدد محدد من الوحدات، قد لا يحسن اختيارها النتائج تمثيلاً تاماً – وقد تؤدي إلى استنتاجات غير دقيقة ومتحيزة (صافي، 2017، ص.136).

5- طريقة العينة المعيارية Standard sample

وهي العينة التي تتفق مع المجتمع الإحصائي في المقاييس الإحصائية فيكون لهما نفس الوسط والوسيط والانحراف المعياري. وتكون أكثر صدقا في تمثيل المجتمع من الطرق الأخرى. (كامل فليفل، 2011، ص.17).

10-2- العينات غير العشوائية (غير الاحتمالية) (Random samples /Non-Probability Samples):

العينات غير العشوائية هي عينات يتم اختيارها بدون استخدام أساليب العشوائية، أي لا يُمنح كل فرد في المجتمع فرصة متساوية للدخول في العينة. يعتمد الباحث في اختيارها على تقديره الشخصي أو على توفر المفردات، وتُستخدم غالبًا في الدراسات الاستكشافية أو عندما يصعب الحصول على إطار شامل للمجتمع.

1- المعاينة الميسرة Convenience Sampling:

تعتبر العينات الميسرة عينات غير مقيدة Unrestricted Samples ، حيث يتيح هذا النوع من المعاينات البيانات من أعضاء المجتمع الموجودين في ظل ظروف مريحة للباحث لجمع المعلومات. ومن الجدير بالذكر أن المعاينة الميسرة تستخدم عادة خلال المراحل الاستكشافية لمشروعات البحوث. وتعتبر أفضل طريقة لحصول الباحث على المعلومات الأساسية بسرعة وتكلفة منخفضة. وفي المقابل تعتبر أقل تصميمات المعاينات مصداقية من حيث إمكانية تعميم نتائجها على مجتمع الدراسة.

2- عينة الصدفة Accidental Sample:

تعتبر عينة الصدفة عينة ميسرة وتتكون هذه العينة من الأفراد الذين يقابلهم الباحث بمحض الصدفة، أو الذين يتوافر له مقابلتهم بسهول ولة ويسر.

فمثلاً لو أراد باحث قياس رأي الجمهور حول قضية وضع تسعيرة حكومية للأصناف الضرورية في غزة فانه سيجري المقابلات مع من يقابلهم بالصدفة. هذه العينة لا تمثل المجتمع تمثيلا صادقا ولا تمثل سوى نفسها ولذلك يصعب تعميم نتائجها على المجتمع. وتبقى هذه العينة مفيدة وتعطي فكرة أولية عن اتجاهات الجمهور تجاه القضية المدروسة أحياناً تسمى هذه العينة بالعينة العارضة(صافي، 2017، ص.138).

3- المعاينة الهادفة أو الغرضية Purposive Sampling:

قد يضطر الباحث في بعض الظروف إلى الحصول على المعلومات من مجمو. وعة معينة بدلاً من الحصول عليها من العينة الميسرة له، أو الأكثر تعاونا أو سهولة بالنسبة له، كأن يكون أفراد تلك المجموعة هم الذين تتوفر لديهم المعلومات التي يحتاجها البحث أو لأنه تتوفر فيهم فقط بعض الخصائص التي حددها الباحث ورأى أنها مهمة للحصول على نتائج دقيقة. وهذا النوع من العينات يوفر الوقت والجهد في اختيار العينة، وكذلك يتطلب معرفة جيدة بالمعالم الإحصائية بالنسبة للمجتمع الأصلي. ومن المعلوم بأن هذه العينة سميت بهذا الاسم نظراً لان الباحث يقوم باختيارها طبقا للغرض الذي يستهدف تحقيقه من خلال البحث، ويتم اختيارها على أساس توفر صفات محددة في مفردات العينة أحياناً تسمى بالعينة القصدية أو الحكمية.

فمثلاً إذا رغب باحث دراسة الحياة الاقتصادية التي كانت سائدة مثلاً أيام الانتداب البريطاني، فان ذلك يستلزم مقابلة الأفراد الذين عايشوا تلك الفترة. أي أن الباحث يختار أفراد العينة بشكل مدروس ومحدد وعن قصد.

أو على سبيل المثال إذا رغب باحث دراسة آراء المستهلكين حول صنف من أصناف القهوة سريعة الذوبان فإنه يختار عينة من الأفراد الذين لديهم بعض التجربة والمعرفة بهذا الصنف من القهوة، لأنه من غير المنطقي أن تتضمن العينة أفراد لا يشربون هذا الصنف من القهوة. وهناك نوعين أساسيين للمعاينة الهادفة أو الغرضية وهما: (صافي، 2017، ص.139).

أ- المعاينة الاجتهادية Judgmental Sampling

ب - المعاينة الحصصية Quota Sampling

أ- المعاينة الاجتهادية Judgment Sampling:

يتضمن تصميم المعاينة الاجتهادي اختيار أفضل العناصر القادرة على تقديم المعلومات التي يحتاجها الباحث. يستخدم هذا التصميم عندما يوجد عدد محدود من الناس لديهم البيانات أو المعلومات التي يرغب الباحث في الحصول عليها، وفي مثل هذه الظروف، فإن أي نوع من أنواع العينات الاحتمالية قد يكون غير مفيد للباحث. تصميم المعاينة الاجتهادي يحد من قدرة الباحث على تعميم نتائج البحث، نظرا لأن الباحث يستخدم عينة ميسرة من الخبراء المتاحين له، وقد يكون هذا التصميم هو التصميم الوحيد الذي يمكن للباحث أن يعتمد عليه نظرا لوجود المعلومات المطلوبة لدى عدد أو فئة محدودة من عناصر المجتمع، وعدم وجودها لدى باقي الفئات. تتطلب المعاينة الاجتهادية من الباحث بذل جهود إضافية لتحديد هذا الفريق الذي تتوفر لديهم المعلومات التي يحتاجها، وجهدا آخر في الوصول إليهم واكتساب ثقتهم ليعطوه تلك المعلومات. قد يكون تصميم المعاينة الاجتهادي الأسلوب الوحيد الذي يمكن الباحث من الحصول على المعلومات التي تمكنه من إجابة بعض أسئلة البحث.

ب - المعاينة الحصصية Quota Sampling:

يقوم الباحث في حالة استخدام أسلوب المعاينة الحصصية بتقسيم المجتمع إلى فئات أو طبقات تماما كما في العينة الطبقية، ثم يختار عدد من الأفراد في كل فئة بحيث يتناسب مع حجم الطبقة في المجتمع. وذلك من أجل تحسين تمثيل العينة للمجتمع المدروس. الفارق بين العينة الحصصية والعينة الطبقية هو أسلوب اختيار أفراد كل طبقة، إذ لا يستعمل الأسلوب العشوائي في الاختيار في العينة الحصصية، بل يتم استعمال أسلوب الصدفة أو القصد. ويستخدم عادة هذا النوع من العينات في دراسة الرأي العام وفي الدراسات التربوية والاجتماعية.

وغالبا يفضل استخدام المعاينة الحصصية لعوامل التكلفة أو الوقت أو الحاجة إلى تمثيل الأقليات الموجودة في المجتمع بطريقة مناسبة. على الرغم من أن نتائج البحوث التي اعتمدت على المعاينات الهادفة غير قابلة للتعميم فإن لهذه التصميمات بعض المزايا، كما أنها قد تكون الأسلوب الوحيد المتاح للباحث في بعض الظروف. قد تستخدم المعاينة الحصصية غير الاحتمالية في المرحلة الأولى من البحث ثم يتم بعد ذلك استخدام احد تصميمات المعاينة الاحتمالية في المرحلة الثانية بعد الحصول على المعلومات الضرورية للباحث. فمثلاً قد يظن أن اتجاهات العمال نحو العمل في المنظمة تختلف كثيراً عن اتجاهات الموظفين نحو العمل بالمنظمة أيضاً. فإذا كانت نسبة العمال 60% ، ونسبة الموظفين 40% ، وإذا كان الباحث بصدد مقابلة ثلاثين من العمال والموظفين ليحصل على إجابة لسؤال البحث الخاص بمدى الاختلاف بين اتجاهات المجموعتين، فإن حصة العمال في هذه العينة 18 عاملا وحصة الموظفين 12 موظفا، وذلك لأن هذه النسب تشكل 60% و 40% من العينة، وسيتم بعد ذلك أخذ آراء أول 18 عاملاً و12 موظفا يتيسر للباحث مقابلتهم. قد تكون بيانات العينة الحصصية غير ممثلة للمجتمع، وبالتالي فإن نتائج البحث تكون غير قابلة للتعميم (صافي، 2017، ص.140).

4- عينة كرة الثلج Snowball Sample:

تستخدم عينة كرة الثلج غالباً للحصول على عينة عندما لا تكون هناك قائمة معلومة يمكن استخدامها كإطار للعينة، وهي طريقة للحصول على عينة من الجماعات التي تمارس سلوكاً غير سوي كمتعاطي المخدرات أو المشردين. تتمثل طريقة الحصول على هذه العينة من مثل هذه الجماعات بالتعرف على عضو منهم، وبعد إجراء الدراسة معه واطمئنانه بالأمر يطلب منه الباحث مساعدته في توصيله بأفراد من جماعته يحملون نفس الخواص، حيث يتم الاتصال بهم وتغطيتهم بالدراسة، ثم يطلب من كل منهم إيصاله بآخرين والعمل على الاتصال بهم، وهكذا حتى لا يتبقى أي فرد منهم إلا ويكون قد تم استيعابه في العينة. بعد ذلك يتم التعرف على شخص آخر من المستهدفين بالدراسة ممن يختلفون عن أولئك في بعض سمات الخلفية الاجتماعية، وتبدأ بعدها نفس العملية السابقة حتى يأتي الباحث على كل أفراد المجموعة. مثلاً إذا كنت تقوم بدراسة عن المشردين فلن تجد قوائم تحمل أسماءهم في منطقة الدراسة، لذلك عليك تحديد بعض المشردين ثم تطلب منهم أن يرشدوك إلى المشردين الآخرين.

على الرغم من أن هذه الطريقة من طرق اختيار العينة لا تمثل المجتمع تمثيلاً حقيقياً لكنها مفيدة في بعض الأحيان عندما يصعب الوصول إلى أفراد مجتمع الدراسة .

- عيوب العينات غير الاحتمالية:

من أهم عيوب العينات غير الاحتمالية ما يلي:

1- لا تمثل المجتمع المأخوذة منه تمثيلاً صحيحاً أو علمياً.

2- نتائجها لا تصلح للتعميم على كل المجتمع المطلوب دراسته.

3- احتمال تحيز الباحث في الاختيار.

يجب أن يحقق أسلوب اختيار أي طريقة من طرق المعاينة ما يلي:

1- اختيار طريقة المعاينة التي تؤدي إلى اختيار عينة ممثلة للمجتمع الإحصائي موضع الدراسة تمثيلاً تاماً.

2- اختيار حجم مناسب للعينة بحيث لا يكون أكبر من اللازم ويؤدي ذلك إلى تكاليف باهظة، ولا أن يكون أقل من اللازم فلا يحقق الهدف المطلوب، وتكون التقديرات والاستنتاجات التي نحصل عليها من مثل هذه العينات أقل دقة عما نرغب(صافي، 2017، ص.141).

ويُحدد حجم العينة في ضوء الاعتبارات التالية:

1- حجم المجتمع الأصلي ودرجة تجانسه من حيث الظاهرة أو مجموعة الظواهر محل الدراسة، وحيث أنه كلما انخفضت درجة التجانس كلما أصبح من الضروري زيادة حجم العينة.

2- حجم الميزانية المخصصة للبحث. فكلما قلت الإمكانيات المادية كلما استوجب ذلك تخفيض حجم العينة.

وهناك عدة طرق لحساب حجم العينة وهي خارج نطاق هذا المساق الجدول التالي يوضح أحجام عينات المجتمعات ذات أحجام مختلفة وبدرجات ثقة تتراوح بين 95% 99%

0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	درجة الثقة
حجم العينة					حجم المجتمع
10	10	10	10	10	10
20	20	20	20	20	20
29	29	29	29	28	30
38	38	37	37	37	40
47	46	46	45	45	50
56	55	54	53	53	60
64	63	62	61	60	70
72	70	69	68	67	80
80	78	76	75	74	90
88	85	83	81	80	100
154	147	141	136	132	200
207	194	184	176	169	300
250	231	217	206	197	400
286	261	243	230	218	500
316	285	265	248	235	600
341	306	282	264	249	700
363	324	297	277	260	800
383	339	310	288	270	900
400	352	321	297	278	1000
499	427	382	349	323	2000
544	459	408	370	341	3000
570	477	422	382	351	4000
586	489	431	390	357	5000
598	497	437	395	362	6000
607	503	442	398	365	7000
613	507	445	401	367	8000
618	511	448	403	369	9000
623	514	450	405	370	10000
660	539	469	421	383	100000
664	541	471	422	384	1000000

المحاضرة الثانية

اختبار الفرضيات الإحصائية واختيار الأساليب الإحصائية المناسبة لها

Statistical Hypothesis Testing and the Selection of Appropriate Statistical Methods

عناصر المحاضرة:

- تمهيد

1. تحليل البيانات Data Analysis.

2. اختبار الفرضيات الإحصائية Statistical Hypotheses Tests.

3. الفرضيات الإحصائية Statistical Hypotheses.

4. الاختبارات الإحصائية المعلمية (البارامترية) Parametric Statistical Tests.

5. الاختبارات الإحصائية اللامعلمية (اللابارامترية) Non-Parametric Statistical Tests.

6. معايير اختيار الاختبار الاحصائي المناسب.

7. خطوات إجراء اختبار الفرضية الإحصائية Statistical Hypothesis Testing.

8. مفهوم الدلالة الإحصائية (المعنوية) P-value.

- تمهيد:

يُعد اختبار الفرضيات الإحصائية أحد الأسس الجوهرية التي يقوم عليها البحث العلمي الكمي، إذ يُستخدم كوسيلة منهجية للتحقق من صحة الفرضيات أو العلاقات المفترضة بين المتغيرات، بناءً على الأدلة المستمدة من البيانات. ولا تقتصر أهمية هذا الإجراء على مجرد اختبار التوقعات، بل تتجلى في دوره المحوري في الوصول إلى نتائج دقيقة، تدعم اتخاذ قرارات علمية رشيدة.

غير أن نجاح اختبار الفرضيات لا يتحقق إلا باختيار الأسلوب الإحصائي المناسب، الذي يتوافق مع خصائص البيانات، وطبيعة الفرضية، والشروط المرتبطة بكل اختبار. ومن هنا، تهدف هذه المحاضرة إلى تعزيز فهم المشاركين لمبادئ اختبار الفرضيات، وتزويدهم بالمعايير العلمية لاختيار الأساليب الإحصائية الملائمة، بما يضمن الوصول إلى نتائج موثوقة ومنهجية في البحوث الكمية.

1- تحليل البيانات Data Analysis:

إن تحليل البيانات يعد جزءا هاماً ومكوناً أساسياً في الدراسات والبحوث حيث يساعد الباحث في الإجابة عن أسئلة وفرضيات دراسته أو بحثه وتحقيق أهدافها وفهم الظاهرة محل الدراسة وتفسيرها والوصول إلى استنتاجات ذات قيمة علمية وعملية. فبعد مرحلة جمع البيانات يحصل الباحث على كبير من البيانات، وهذه البيانات لن تكون ذات فائدة أو عديمة الجدوى إذا لم يتم معالجتها وتلخيصها وتحليلها وتفسيرها في

ضوء أهداف وتساؤلات البحث وفرضياته. وينقسم تحليل البيانات حسب طبيعة البحوث والبيانات إلى نوعين رئيسيين هما التحليل الكمي والتحليل الكيفي.

أولاً: التحليل الكيفيQualitative Analysis:

إن البيانات الناتجة عن الدراسات والبحوث الكيفية تكون غالباً على شكل ملاحظات وتعلقيات وآراء مكتوبة أو مشاهدة أو مسموعة وخصائص وصفات ورموزاً مفصلة يتم الحصول عليها من وحدات الدراسة. وتحليل هذا النوع من البيانات غير الرقمية (غير كمية) لتحقيق أهداف الدراسة أو البحث وتفسير الظاهرة محل الدراسة وفهمها يسمى بالتحليل الكيفي. ويختلف تحليل البيانات الكيفية عن البيانات الكمية في عدة جوانب. والجدول التالي رقم (01) يوضح (القحطاني، 2015، ص59) أبرز الاختلافات بين التحليل الكيفي والكمي.

جدول (01) يوضح أبرز الاختلافات بين التحليل الكمي والكيفي.

التحليل الكمي	التحليل الكيفي
يعرف الباحث مقدماً بوضوح ما يبحث عنه بشكل محدد من خلال تحديد أسئلة الدراسة وفرضياتها.	مع أن هناك هدفاً عاماً للدراسة إلا أن الباحث لا يعرف مقدماً بوضوح تام ما يبحث عنه بشكل محدد، فالعملية هنا استكشافية بحتة، فخلال دراسته تطرأ تساؤلات جديدة يسعى للإجابة عنها.
يتم التركيز على أدبيات الدراسة أو البحث قبل البدء في تحليل البيانات.	يتم التركيز على أدبيات الدراسة أو البحث أثناء مرحلة التحليل.
يتم تحليل البيانات وحساب المؤشرات الإحصائية الكمية والرسومات البيانية وبناء النماذج الإحصائية واختبارات الفرضيات لتفسير ما تم مشاهدته حول الظاهرة محل الدراسة.	يهدف التحليل إلى تقديم وصف كامل ومفصل حول الظاهرة محل الدراسة.
يستخدم الباحث أدوات جمع البيانات مثل الاستبانات والمقاييس والاختبارات.	هنا يعتبر الباحث هو أداة جمع البيانات حيث يلاحظ بنفسه ويسجل البيانات ويقرأ الوثائق والصور ويستمع ويسجل تعليقات وأقوال أفراد الدراسة.
تكون البيانات غالباً ذات طابع كمي مثل الأرقام و الاحصائيات.	تأخذ البيانات الطابع الكيفي مثل الكلمات والصور والملفات الصوتية وغير ذلك.
يعتمد بشكل كبير على الأساليب الإحصائية مع الاستقلالية الكبيرة عن تأثير الباحث.	يعتمد على القدرة التحليلية للباحث وعلى مدى فهمه واستيعابه للظاهرة محل الدراسة وأبعادها المتعددة ومعرفته بالمجتمع الذي جمعت منه البيانات.
هناك فاصل زمني بين جمع البيانات وتحليلها، حيث يتم جمع البيانات أولاً ثم يأتي بعد ذلك مرحلة تحليل البيانات.	ليس هناك فاصل زمني محدد بين جمع البيانات وتحليلها فعملية التحليل لا تترك حتى الانتهاء من جمع البيانات وإنما تبدأ من لحظة البدء وأثناء فترة جمع البيانات

	وتستمر حتى بعد جمع البيانات، فعملية جمع البيانات والتحليل مستمرة ومتداخلة ويكمل بعضها البعض.

ثانياً: التحليل الكميQuantitative Analysis:

إن مفهوم التحليل الكمي للبيانات يشير إلى ذلك التحليل الذي يتخذ من الأرقام والعمليات والأساليب الرياضية أساساً له. والتحليل الكمي يهدف إلى تحليل تلك البيانات التي يتم الحصول عليها من الدراسات والبحوث الكمية. وسنركز على هنا على أساليب التحليل الاحصائي باعتباره أحد أهم أساليب التحليل الكمي للبيانات. فأساليب التحليل الاحصائي بشكل عام تنقسم إلى قسمين رئيسيين وهما:

أ. أساليب التحليل الاحصائي الوصفية Descriptive Statistical Analysis:

عبارة عن مجموعة من الأدوات الرياضية تهدف إلى تنظيم وتلخيص البيانات للوصول معلومات ذات معنى وقيمة. فهو يساعد على التعرف على خصائص الظاهرة محل الدراسة وسلوكيات توزيع بياناتها وعلاقة متغيراتها وأبعادها بعضها ببعض وعلاقتها أيضاً بظواهر أخرى. وهو يستخدم دائماً في الدراسات والبحوث والممارسات الحياتية اليومية (القحطاني، 2015، ص60).

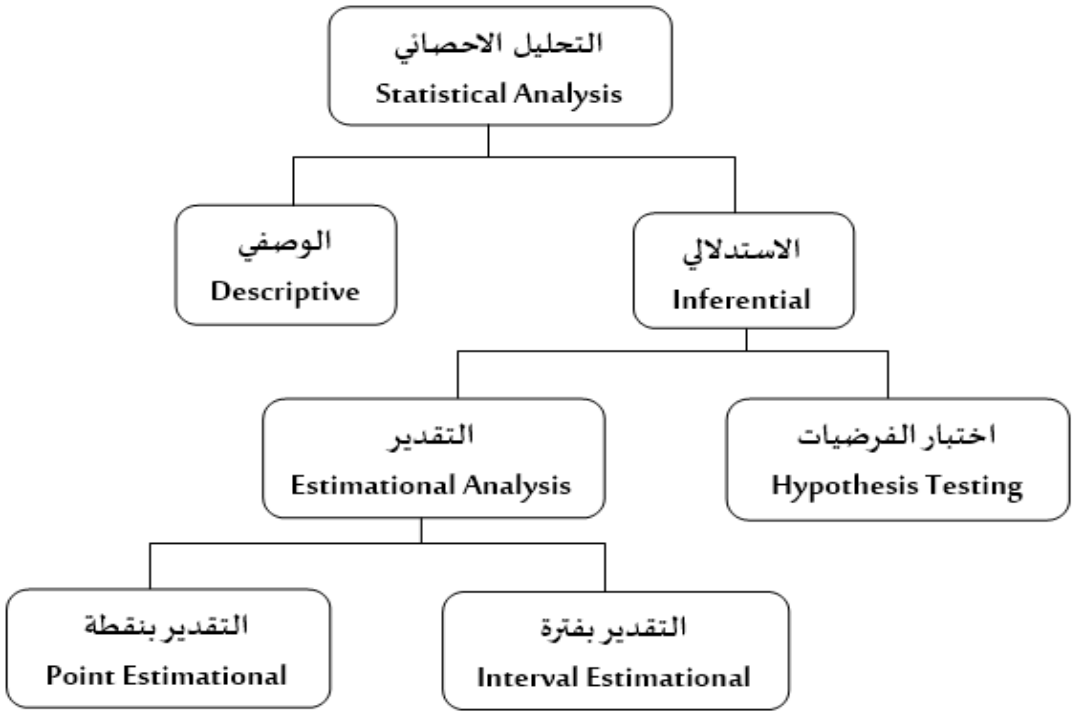
ب. أساليب التحليل الاحصائي الاستدلالية Inferential Statistical Analysis:

عبارة عن مجموعة من الأدوات الرياضية تهدف إلى الوصول إلى نتائج معينة من خلال تحليل بيانات العينة يمكن تعميمها على مجتمع الدراسة. ومن استخدامات الأساليب الإحصائية الاستدلالية في الدراسات البحثية دراسة جوهرية (معنوية) العلاقة بين المتغيرات. جوهرية الفروق بين مجموعتين أو أكثر، أو التقدير والتنبؤ (بري، هندي وراضي، 1998، ص05).

وتنقسم أساليب التحليل الاحصائي الاستدلالي إلى قسمين رئيسيين هما:

- التقدير بنقطة والتقدير بفترة Point and Interval Estimation.
- الاختبارات المعنوية (الاختبارات الإحصائية)Significance (Statistical) Tests .

شكل (01) أقسام التحليل الاحصائي.



(القحطاني، 2015، ص61)

ملاحظة: يمكن تطبيق شكل من أشكال اختبار الفرضية الصفرية باستخدام فترات الثقة، مثال: إذا كانت الفرضية الصفرية و (0) يقع ضمن فترات الثقة يتم قبول الفرضية الصفرية، هذا الان معلمة المجتمع (0)، أما إذا كانت قيمة اختبار الفرضية الصفرية يقع خارج فترات الثقة، فإنه يجب رفضها.

ويمكن تصنيف أساليب التحليل الاحصائي الاستدلالية حسب عدد المتغيرات التابعة إلى قسمين هما:

أ. أساليب التحليل الاحصائي للمتغيرات الأحادية Univariate Statistical Analysis، وفي هذه الحالة يكون لدينا متغير تابع واحد فقط وصفر أو أكثر من المتغيرات المستقلة.

ب. أساليب التحليل الاحصائي للمتغيرات المتعددة Multivariate Statistical Analysis، وهنا يكون لدينا متغيران تابعان أو أكثر، وصفر أو أكثر من المتغيرات المستقلة. وتشمل هذه الأساليب التحليل العاملي Factor Analysis، تحليل التباين للمتغيرات المتعددة MANOVA، ...الخ (القحطاني، 2015، ص61).

2- اختبار الفرضيات الإحصائية Statistical Hypotheses Tests:

تنبثق أسئلة الدراسة وفرضياتها من أهدافها. حيث يجب أن تكون تلك الأسئلة والفرضيات قابلة للدراسة وأن تترجم أهداف الدراسة إجرائياً. وللاجابة عن تساؤلات الدراسة واختبار فرضياتها البحثية بطريقة علمية مبنية على البيانات يتم استخدام الأساليب والاختبارات الإحصائية المناسبة حسب الدراسة. وبناء عليه يتم إعادة صياغة فرضيات الدراسة بأسلوب إحصائي يمكننا من اختبار تلك الفرضيات، وهو ما يعرف بالفرضيات الإحصائية)(القحطاني، 2015، ص133).

3- الفرضيات الإحصائية Statistical Hypotheses:

الفرض الاحصائي هو إعادة أو تصريح أو تخمين (قد يكون صحيحاً أو خاطئاً) حول معلمة أو أكثر غير معروفة من معالم مجتمع أو مجتمعات الدراسة يتم التحقق منه بطريقة إحصائية. بمعنى آخر هو تخمين أو إجابة أو تفسير مؤقت يعطي تصوراً عن معلمة من معالم المجتمع أو طبيعة العلاقة بين متغيرين أو أكثر بشكل قابل للاختبار. ونظراً لأهمية صياغة الفرضيات، فإن هناك عدة خصائص ينبغي أن تتصف بها الفرضية المصاغة. إلى بعض من تلك الخصائص منها:

- معقولية الفرضية، وذلك بأن تتسق الفرضية مع الحقائق المعروفة والنظريات العلمية أو نتائج الدراسات والبحوث السابقة.
- أن يتم صياغة الفرضية قبل مرحلة جمع البيانات، وذلك لأن الفرضية بعد صياغتها هي التي ستوجه وتوفر جهود الباحث من حيث عملية جمع البيانات المتعلقة بالفرضيات وتحديد أساليب وإجراءات التحليل الاحصائي لاختبار الفرضيات وتفسير النتائج.
- أن تقدم الفرضية إجابة أو تفسيراً محتمل لسؤال البحث مما يمكن الباحث من التزام فرضيته بأسئلة الدراسة.
- أن تصاغ الفرضية بعبارات واضحة ومحددة بشكل يستلزم تحديد المفاهيم والمتغيرات التي تشتمل عليها الفرضية بدقة.
- أن توضح الفرضية بشكل دقيق العلاقة المتوقعة بين متغيرات الدراسة المستقلة والتابعة.
- أن تكون الفرضية قابلة للاختبار الاحصائي، وذلك بأن تصاغ الفرضية بطريقة قابلة للقياس ويمكن التحقق منها إجرائياً.
- بساطة الفرضية، وذلك:
- أن تكون للفرضية إجابة صحيحة واحدة فقط.
- أن تكون الفرضية في نطاق إمكانات الباحث من حيث الوقت، والمال، والجهد المبذول لاختبار الفرضية.
- عدم دمج أكثر من فرضية منفصلة في فرضية واحدة مركبة.

تصاغ فرضية البحث إحصائياً في صورة فرضيتين متنافيتين تعرفان بفرضيتي العدم والبديلة. ويفضل عادة أن تصاغ فرضية الدراسة في صورة الفرضية البديلة)(القحطاني، 2015، ص133).

3-1- فرضية العدم (الفرضية الصفرية أو فرضية الاختبار) Null Hypothesis:

ويرمز لها بالرمز H_0 وتصاغ عادة في صورة عدم وجود اختلاف أو فروق ذات دلالة إحصائية أو عدم وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات ويتم الاحتفاظ بفرضية العدم ولا يتم رفضها إلا في حال توفر الدليل من بيانات العينة، ويتم ذلك عن طريق أحد أساليب التحليل الاحصائي الاستدلالي (الاختبارات الإحصائية أو ما يسمى باختبارات الفرضيات)(القحطاني، 2015، ص134).

2-3- الفرضية البديلة (فرضية البحث أو الباحث) Alternative (Research) Hypothesis:

ويرمز لها بالرمز H_1 أو $H\alpha$ وتصاغ عادة بشكل مخالف لما هو محدد في فرضية العدم، أي يفترض وجود اختلاف جوهري أو علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرات. ويتم قبوله في حال رفض فرضية العدم. وتجدر الإشارة إلى أن رفض فرضية العدم لا يعني أنها خاطئة، كذلك فإن عدم رفضها لا يعني بالضرورة أنها صحيحة، وإنما الرفض وعدم الرفض يعود إلى مدى دعم بيانات العينة لفرضية العدم. والفرضية البديلة يمكن لها أن تكون في إتجاه واحد (موجهة) أو في اتجاهين (غير موجهة) حسب ما يراه الباحث، وهذا بدوره يؤدي إلى كون الاختبار الاحصائي في اتجاه واحد One-tailed Test أو في اتجاهين Two-tailed Test.

إن فرضيتي العدم والبديلة متلازمتان ومكملتان كل منهما للأخرى، ولكن تعتبر فرضية البدل هي الأساس في الدراسات البحثية، فهي التي يتم صياغتها في نص البحوث كونها تحوي اهتمام الباحث من حيث وجود الفروق أو الارتباط بين المتغيرات. أما فرضية العدم فليس هناك حاجة لإدراجها ضمن سياق البحث، ولكن تكمن أهميتها في إجراء اختبار الفرضيات إحصائياً (Moore & Notz, 2006, 452-453).

مثال تطبيقي:

في دراسة ميدانية لقياس "الرضا العام للمستفيدين من خدمات البطاقة الذهبية لبريد الجزائر" كان ضمن أسئلة الدراسة ما يلي:

هل يوجد اختلاف ذو دلالة إحصائية في مستوى الرضا العام للمستفيدين من خدمات البطاقة الذهبية لبريد الجزائر حسب فئات العمر؟

المطلوب:

صياغة فرضيتي العدم والبدل لسؤال الدراسة.

الإجابة:

H_0: لا يوجد اختلاف ذو دلالة إحصائية (أو معنوية) في متوسط مستوى الرضا العام للمستفيدين من خدمات البطاقة الذهبية لبريد الجزائر باختلاف فئات العمر.

H_1: يوجد اختلاف ذو دلالة إحصائية (أو معنوية) في متوسط مستوى الرضا العام للمستفيدين من خدمات البطاقة الذهبية لبريد الجزائر باختلاف فئات العمر)(القحطاني، 2015، ص135).

4- الاختبارات الإحصائية المعلمية (البارامترية) Parametric Statistical Tests:

عبارة عن أدوات أو أساليب تتطلب تحقيق افتراضات Assumptions حول معالم ونوع التوزيع الاحتمالي للظاهرة أو المتغير في المجتمع الذي سحبت منه عينة الدراسة، كأن يكون توزيع الظاهرة أو المتغير في المجتمع طبيعياً (اعتدالياً) Normal، وتجانس التباين بين المجموعات وخطية العلاقة بين المتغيرات. كما ينبغي أن يكون حجم العينة المستخدم في حالة الاختبارات المعلمية كافياً، فقد ذكر سالكايند Salkind (2004) أن غالبية الباحثين اقتراحوا ألا يقل حجم العينة عن 30. كما تمت التوصية بأن لا يقل الحد الأدنى

للعينة عن 10 لكل مجموعة في الدراسة. وسيتم تناول أشهر الاختبارات المعلمية وأكثرها استخداماً بالتفصيل في المحاضرات القادمة)(القحطاني، 2015، ص141).

5- الاختبارات الإحصائية اللامعلمية (اللابارامترية) Non-Parametric Statistical Tests:

أحياناً تسمى باختبارات التوزيعات الحرة Distribution-Free Tests وهي عبارة عن أدوات أو أساليب إحصائية لا تتطلب تحقيق تلك الافتراضات المطلوب تحقيقها في الاختبارات المعلمية، فهي مثلاً لا تتطلب أن يكون توزيع بيانات المتغير التابع محل الدراسة طبيعياً، ولا تتطلب عينات كبيرة الحجم. ويتم اللجوء إليها كبديل للاختبارات المعلمية في حال عدم تحقيق بعض من الافتراضات المطلوب تحقيقها للاختبارات المعلمية. وسيتم تناول أشهر الاختبارات اللامعلمية وأكثرها استخداماً في المحاضرات القادمة (Conover, 1999, 113-116).

6- معايير اختيار الاختبار الاحصائي المناسب:

هناك عدة معايير ينبغي على الباحث أو محلل البيانات الإحصائية أخذها بالاعتبار لمساعدته في اختيار الأداة أو الاختبار الاحصائي المناسب في التحليل، ومن أبرزها وأهمها ما يلي:

1. الهدف من التحليل.
2. هل الهدف مقارنة متوسطات مجموعات، ارتباط بين متغيرات، تنبؤ،...الخ.
3. عدد المتغيرات المستقلة والتابعة.
4. نوع المتغيرات المستقلة والتابعة (متغيرات كمية أو كيفية).
5. مستوى قياس المتغيرات المستقلة والتابعة (أسمي، ترتيبي، فتري، نسبي).
6. مدى تحقق شروط التوزيع الطبيعي للمتغير التابع، تجانس التباين، استقلالية البيانات، خطية العلاقة بين المتغيرات.
7. حجم العينة أو العينات.

7- خطوات إجراء اختبار الفرضية الإحصائية Statistical Hypothesis Testing:

لقد تم الإشارة إلى أن هناك نوعين من الفرضيات الإحصائية: فرضية العدم والفرضية البديلة، وينبغي على الباحث قبول إحداهما وعدم قبول (رفض) الأخرى، وذلك بالاعتماد على بيانات العينة والاختبار الاحصائي المناسب. وإن الاختبارات الإحصائية يمكن تقسيمها إلى الاختبارات المعلمية والاختبارات اللامعلمية. وبغض النظر عن كون الاختبار معلمياً أو لا معلمياً فإن الخطوات المتبعة في تنفيذ تلك الاختبارات هي كالتالي:

1. صياغة فرضيتي العدم H_0 والبديلة H_1.
2. تحديد مستوى المعنوية أو الدلالة الاسمي α .
3. تحديد الاختبار الاحصائي المناسب. وقد سبق توضيح معايير اختيار الاختبار الاحصائي المناسب، وبناء على ذلك يتم تحديد إحصاءة الاختبار Test Statistic وتحديد توزيعها الاحتمالي.

4. حساب إحصائية الاختبار ومن ثم مستوى المعنوية الفعلي (القيمة الاحتمالية P-value) المرافقة لها.
5. مقارنة القيمتين الاحتماليتين α و P-value لاتخاذ القرار حيال فرضية العدم مبني على بيانات عينة الدراسة فإذا كانت:
- P-value ≤ α فإن الباحث يرفض فرضية العدم.
- P-value ≥ α فإن الباحث يقبل فرضية العدم.
6. اتخاذ القرار وتفسير النتائج ضمن سياق موضوع البحث حيث يعمل الباحث على توثيق استنتاجاته حول فرضية بحثه في ظل معطيات بيانات عينة الدراسة.

8- مفهوم الدلالة الإحصائية (المعنوية):

تعني كلمة معنوي أو دال (Significant) أو معنوي إحصائي (Statistical Significance). وهي تعني أن الاختلاف أو الفرق بين المجموعات أو الارتباط بين المتغيرات حقيقي وليس لمحض الصدفة. أي أن بيانات العينة تؤيد بأن الفرق بين متوسطي مجموعتين أو أكثر أو الارتباط بين المتغيرات هو فرق أو ارتباط حقيقي وليس بسبب العينة العشوائية المختارة.

أشار البهي(1971) إلى أن الدلالة الإحصائية هي درجة اقتراب قمة مقاييس العينات من مقاييس المجتمع الأصلي. ويمكن اكتشافها بواسطة الاختبار الإحصائي وهو مجموعة من القواعد تمكن الباحث من رفض أو قبول الفرض الإحصائي و بمو جبه يمكن الحكم على الفرض الإحصائي. فالاستدلال الإحصائي الكلاسيكي يختبر الفرض الصفري H_0 Null.hypothesis أي أنه لا توجد أي فروق بين المعالم قيد الاختبار، أو أن الفروق يمكن أن تهمل، و التي يقارنها الباحثون بالفرض البديل H_1 Altermative.hypotheisis وهي تعني أن الظاهرة قيد التحقيق حاضرة، أو أنه توجد فروق بين المعالم قيد الاختبار، ولأن الباحثون عادة ما يأملون في رفض الفرض العدمي، فإنهم عادة ما يرصدون الفرض خاطئ. و الدلالة الإحصائية يتم قياسها عن طريق العديد من اختبارات الفروض التي تقوم على اختبار الفرض العدمي H_0، ضد الفرض البديل H_1، والتي يعمم الباحث فيها رفض الفرض العدمي، حيث أن ذلك دلالة على صحة توجهه، وذلك طبقاً لمستوى الدلالة (α)، وتوزيع المعاينة المناسب، وتحديد القيمة الحرجة (Critical Value) على ذلك التوزيع الاحتمالي، والتي تفصل بين منطقتي الرفض والقبول، و بمقارنة القيمة الحرجة مع القيمة المحسوبة للاختبار الإحصائي نأخذ القرار إما برفض الفرض العدمي وبالتالي قبول الفرض البديل، أو العكس. ويمكن تلخيص صحة وخطأ القرارات في اختبارات الفروض الإحصائية بالجدول02، الآتي:

جدول (02) يوضح صحة وخطأ القرار لاختبار الفروض.

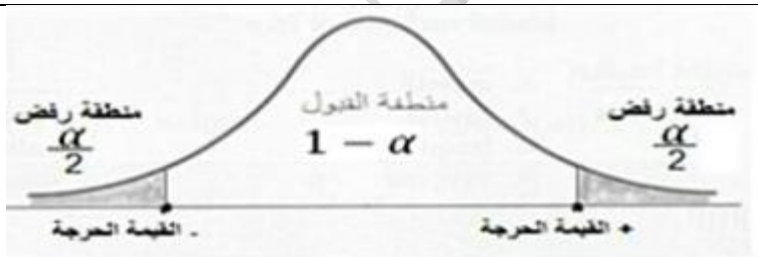
القرار الإحصائي / الفرض	قبول H_0	رفض H_0
H_0 صحيح	$1-\alpha$ قرار صحيح	خطأ من النوع الأول باحتمال α
H_1 خطأ	خطأ من الثاني باحتمال β	$1-\beta$ قرار صحيح

مثال تطبيقي: أراد باحث دراسة العلاقة بين الاكتئاب والقلق. ولطرح سؤال الدراسة كان بالشكل التالي:

- هل توجد علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية بين الاكتئاب والقلق؟

المطلوب: صياغة فرضيتي العدم والبدل لسؤال الدراسة.

الإجابة:

الفرض العدمي	$H_0: R=0$ صياغة الفرض: لا توجد علاقة دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) بين الاكتئاب والقلق.
الفرض البديل	$H_1: R\neq 0$ صياغة الفرض: توجد علاقة دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) بين الاكتئاب والقلق.
مستوى الدلالة	$\alpha = 0.05$
القيمة الحرجة	بم أن الفرض البديل غير موجه فإنه يتم تقسيم مستوى الدلالة على اثنين $\alpha = 0.05$ لصبح $\frac{\alpha}{2} = 0.025$ وبالبحث عن قيمة الاختبار **T** الجدولية المقابلة لدرجة الحرية **n-2** بافتراض عدد العينة **8** أفراد فإن درجة الحرية تساوي **6** . والقيمة الجدولية المقابلة لهذه القيم تساوي: $t_{(0.05,\,6)} = 2.44$
التمثيل البياني	
حساب قيمة الاختبار t	بافتراض أن قيمة معامل الارتباط للعلاقة بين المتغيرين يساوي 0.80 فإن: $t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} = \frac{0.80}{\sqrt{\frac{1-(0.80)^2}{8-2}}} = 3.27$
القــرار	بمقارنة قيمة t المحسوبة بقيمة t المجدولة نجد أن قيمة t المحسوبة أكبر من قيمة t الجدولية أي أنها تقع في منطقة الرفض، وبالتالي يكون القرار هو رفض الفرض العدمي القائل بعدم وجود علاقة دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) بين الاكتئاب والقلق، ونقبل الفرض البديل الذي ينص على أنه توجد علاقة دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) بين الاكتئاب والقلق.

المحاضرة الثالثة

الاختبارات المعلمية واللامعلمية للفروق بين المتوسطات

Parametric and Non-Parametric Tests for Differences Between Means

عناصر المحاضرة:

تمهيد:

1-الاختبارات المعلمية واللامعلمية للفروق بين المتوسطات.

أولاً: 1. اختبار T لمتوسط عينة واحدة One Sample T test

كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي.

2. اختبارويلكوكسن للرتب لعينة واحدة One Sample Wilcoxon Signed Rank Test

كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي.

ثانياً: 1. اختبار T لمتوسطي عينيتن مرتبطتين Paired Sample T test

كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي.

2. اختبار ويلكوكسن للرتب لوسطي عينتين مرتبطتين Wileoxon Signed rank Test Related Sample

كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي.

ثالثاً: 1. اختبار T لمتوسطي عينتين مستقلتين Two Independent Samples T test

كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي.

2. اختبارمان- ويتني لوسيطي عينيتن مستقلتين Mann-Whitney U

كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي.

رابعاً: 1.حجم التأثير Effect Size (ES)

2. أهمية حجم التأثير

تمهيد:

تُعد المقارنة بين المتوسطات من أكثر الإجراءات الإحصائية شيوعًا في البحوث العلمية، خاصة عند دراسة الفروق بين المجموعات. وتُستخدم لهذا الغرض مجموعة من الاختبارات الإحصائية التي تُصنَّف عادة إلى نوعين رئيسيين :الاختبارات المعلمية والاختبارات اللامعلمية.

تعتمد الاختبارات المعلمية، مثل اختبار (t) وتحليل التباين(ANOVA) ، على افتراضات معينة تتعلق بتوزيع البيانات (كالاعتدال الطبيعي) وتجانس التباين بين المجموعات. وعند الإخلال بهذه الافتراضات، قد تؤدي النتائج إلى استنتاجات مضلّلة، مما يستدعي استخدام الاختبارات اللامعلمية، مثل اختبار مان-ويتني

(Mann-Whitney)أو اختبار كروسكال-واليس(Kruskal-Wallis)، والتي تتميز بمرونتها وعدم اشتراطها لتوزيع معين للبيانات.

تهدف هذه المحاضرة إلى تعريف الطلبة بأسس الاختيار بين هذين النوعين من الاختبارات، ومتى يُفضّل استخدام كل منهما، إضافة إلى توضيح طرق تطبيقها وتفسير نتائجها بدقة، بما يعزّز من جودة التحليل الإحصائي في البحوث الأكاديمية.

1-الاختبارات المعلمية واللامعلمية للفروق بين المتوسطات:

تعتمد الاختبارات وأساليب التحليل الإحصائية المعلمية (البارامترية) على مجموعة من الافتراضات أو الشروط (Assumptios) اللازمة لضمان صحة ودقة نتائج التحليل. فإذا لم تتحق هذه الافتراضات فإن الباحث يلجأ إلى الأساليب اللامعلمية (اللابارامترية). لذا ينبغي التأكد من أن الافتراضات اللازمة لاستخدام الاختبار الاحصائي متحققة، وذلك لأن عدم تحقق أحد هذه الشروط يؤدي إلى تقليل أو عدم الثقة في مصداقية نتائج الاختبار، وهذا بدوره سيؤثر في مصداقية الدراسة أو البحث وعدم الثقة في نتائجه. ومعظم الاختبارات أو أساليب التحليل الإحصائية المعلمية تشترك في مجموعة من الافتراضات، لذا ينبغي على الباحث التأكد من صحة الافتراضات اللازمة للاختبار أو الأسلوب الاحصائي المعلمي. وفي ما يلي عرض مختصر لأهم الافتراضات وكيفية فحص تحققها من عدمه:

1. أن تكون وحدات **المعاينة مختارة بطريقة عشوائية (احتمالية)**، وذلك تجنباً للتحيز في تقدير معلمات مجتمع الدراسة وضماناً لاستقلالية البيانات بعضها عن بعض.

2. **التوزيع الطبيعي للبيانات Normality**. وللتحقق من أن بيانات المجتمع الذي سحبت منه العينة تتبع التوزيع الطبيعي، يتم استخدام طرق بيانية مثل المدرج التكراري، رسم الطبيعية أو الاعتدالية Normality plot، رسم q-q البياني وغير ذلك. كذلك يتم بطريقة غير بيانية (أي اختبارات إحصائية) لاختبار الاعتدالية لتوزيع البيانات، ومنها على سبيل المثال ولا الحصر اختبار كولمنجروف-سميرنوف Kolmogorov-Smimov واختبار شابيرو- ويلك Shapiro-Wlik.

3. **تجانس البيانات Homogeniety of Variances**. وللتحقق من تساوي التباين بين مجموعات مجتمع الدراسة، يفضل استخدام اختبار ليفين لتساوي التباين Equality of Variances Levene's Test.

وتعتبر الافتراضات الثلاثة السابقة الذكر مشتركة بين كل الأساليب الإحصائية المعلمية، إلا أن هناك افتراضات وشروط أخرى تختلف أهميتها باختلاف الأسلوب الاحصائي المختار في تحليل البيانات (القحطاني، 20215، ص149).

أولاً: 1. اختبار T لمتوسط عينة واحدة One Sample T test:

الهدف من استخدامه:

لاختبار الفرضية حول متوسط مجتمع واحد، وذلك من خلال اختبار فيما إذا كان متوسط العينة يختلف اختلافاً معنوياً (حقيقياً) عن القيمة الافتراضية لمتوسط المجتمع.

متى يستخدم:

عندما يكون تباين المتغير في مجتمع الدراسة غير معلوم وفي الوقت نفسه عندما يكون حجم العينة صغيراً، وتحديداً عندما يكون حجم العينة (n) أقل من 30.

افتراضات أو شروط استخدامه:

- ✓ أن تكون بيانات العينة مسحوبة عشوائياً من مجتمع الدراسة ومستقلة بعضها عن بعض.
- ✓ أن يكون متغير الدراسة متصلاً (من مستوى القياس الفئوي أو النسبي).
- ✓ أن يكون توزيع متغير الدراسة (المتغير التابع) في مجتمع الدراسة طبيعياً (اعتدالياً).

ملاحظة: علاوة على الافتراضيات السابقة، إذا كان تباين المتغير في المجتمع معلوم فإنه يتم استخدام اختبار **z** بدلاً **t** من بغض النظر عن حجم العينة. أيضاً يفضل استخدام اختبار **z** إذا كان تباين المتغير في المجتمع غير معلوم، ولكن بشرط أن يكون حجم العينة على الأقل 30. وهذا ينطبق على كل اختبارات اللاحقة (القحطاني، 20215، ص152).

- **كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي:**

سيتم توضيح كيفية تنفيذ اختبار **t** وتفسير النتائج باستخدام برنامج **Spss** من خلال التطبيق العملي التفاعلي التالي:

تمرين رقم 01:

في إحدى المدارس الثانوية بمدينة ما أراد باحث التحقق مما إذا كان متوسط ذكاء (أو ما يعرف بالـ **IQ**) طلاب تلك المدرسة يختلف عن متوسط الذكاء العادي والذي يساوي 100. لذا قام الباحث باختيار 20 طالباً من طلاب الثانوية لتلك المدرسة بطريقة عشوائية وطبق عليهم اختبار الذكاء وكانت النتائج كالتالي:

جدول رقم 03 يوضح مستوى ذكاء طلاب إحدى المدارس الثانوية.

98	120	111	110	106	105	101	120	99	100
99	100	120	100	109	103	110	121	100	95

وسؤال البحث هو: هل يختلف متوسط ذكاء طلاب تلك المدرسة عن متوسط الذكاء العادي= 100؟

خطوات الحل:

1. صياغة الفرضيات:

H_0: لا يوجد اختلاف معنوي بين متوسط ذكاء طلاب تلك المدرسة ومتوسط الذكاء العادي والذي يساوي 100. أي أن($\mu = \mu_0$ =100).

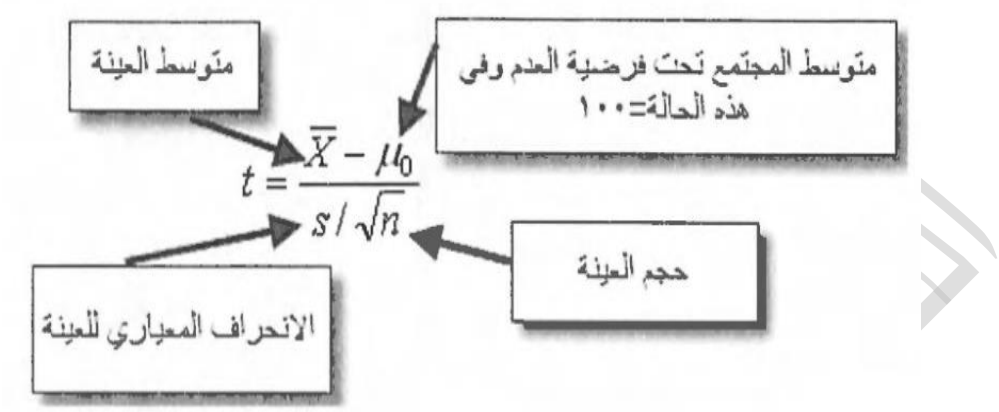
H_1: يوجد اختلاف معنوي بين متوسط ذكاء طلاب تلك المدرسة ومتوسط الذكاء العادي.

أي أن ($\mu = \mu_0 \neq 100$)

ونلاحظ: أن الفرضية البديلة هنا ذات اتجاهين، ومن ثم فإن اختبار **t** في هذه الحالة يعد اختباراً بطرفين Two-tailed test.

2. تحديد مستوى المعنوية: وليكن $\alpha = 0.05$.

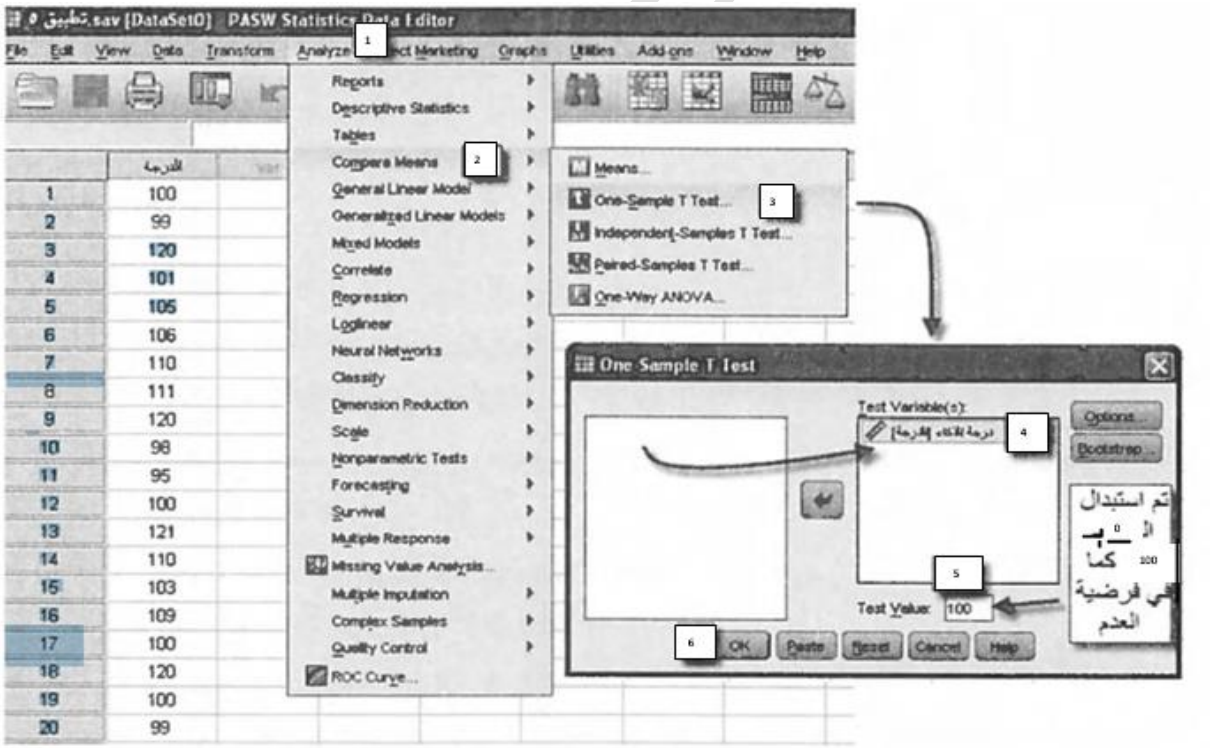
3. اختيار الاختبار الاحصائي المناسب: الاختبار الاحصائي في هذه الحالة هو **t** لمتوسط عينة واحدة (One Sample t Test) ومن ثم تأخذ إحصائية الاختبار الشكل رقم02 التالي:



إحصاءة الاختبار هذه تتبع توزيع الاحتمالي بدرجات حرية n-1 .

4. الآن قم بإدخال المتغيرات والبيانات إلىSpss من خلال نافذتي Variable View و Data View ومن ثم قم بحفظ الملف. بعد ذلك تتبع الخطوات حسب الأرقام التسلسلية من 1 إلى 6 كما هو موضح بالشكل 03 لتنفيذ الاختبار.

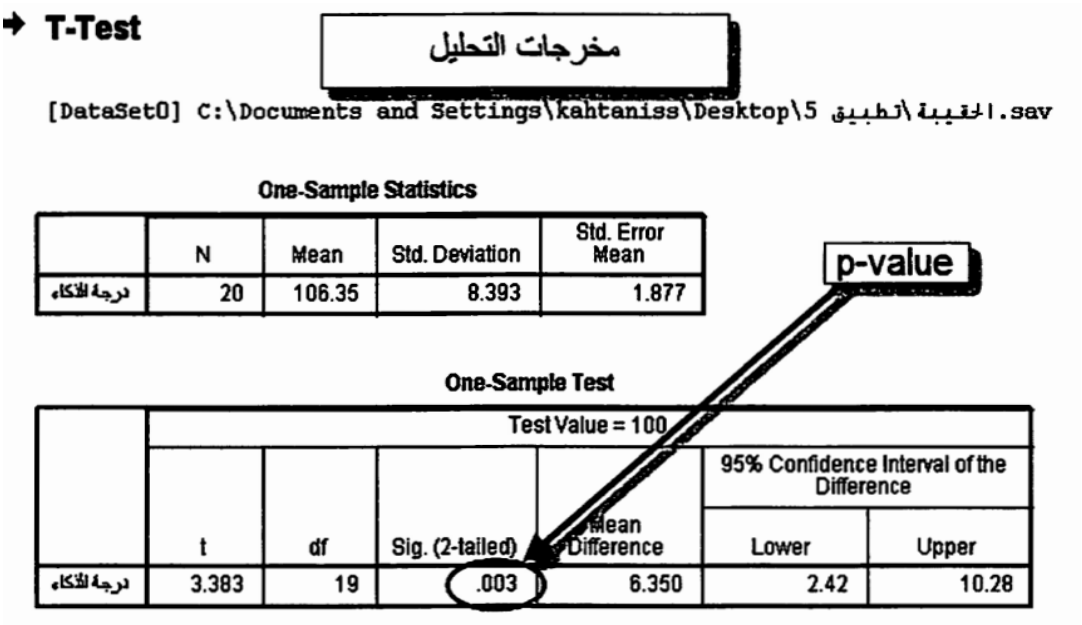
شكل رقم 03 خطوات تنفيذ اختبار لمتوسط عينة واحدة.



(القحطاني، 20215، ص154).

وبعد التنفيذ سيتم الحصول على النتائج التالية في نافذة المخرجات **Output** كالتالي:

شكل 04 يوضح مخرجات تنفيذ اختبار t لمتوسط عينة واحدة.



5. اتخاذ القرار وتفسير النتائج: بما أن (0.05) α > (0.003) P-value فإن الباحث سيقوم برفض فرضية العدم ومن ثم قبول فرضية البدل. وهذا يقود إلى استنتاج أنه عند مستوى معنوية $\alpha = 0.05$ فإن بيانات العينة تؤكد أن متوسط الذكاء لطلاب الثانوية بتلك المدرسة (106.35) يختلف عن متوسط ذكاء الطالب العادي (100)، (p=0.003 , 3.383= (19)**t**) (القحطاني، 20215، ص155).

2- اختبار ويلكوكسن للرتب لعينة واحدة One Sample Wilcoxon Signed Rank Test:

الهدف من استخدامه:

لاختبار الفرضية حول وسيط مجتمع واحد، وذلك من خلال اختبار ما إذا كان وسيط العينة يختلف اختلافاً جوهرياً (حقيقياً) عن القيمة المفترضة لوسيط المجتمع.

متى يستخدم:

يستخدم كبديل لاختبار **t** (المعلمي) لمتوسط عينة واحدة عندما يكون توزيع المتغير التابع غير طبيعي وحجم العينة صغير أو عندما تكون البيانات رتبية وحجم العينة صغير.

شروط استخدامه:

✓ أن يكون المتغير التابع (متغير الاستجابة) في الدراسة يمثل عينة عشوائية من مجتمع الدراسة ومستقلة عن بعضها البعض.

✓ أن يكون المتغير التابع محل الدراسة رتبياً على الأقل.

✓ أن يكون توزيع المتغير التابع في مجتمع الدراسة متماثلاً، لذلك يمكن اختبار المتوسط الحسابي بدلاً من الوسيط(القحطاني، 20215، ص177).

كيفية تنفيذه باستخدام برنامج من خلال تطبيق عملي تفاعلي:

فيما يلي سيتم توضيح كيفية تنفيذ اختبار ويلكوكسن للرتب لوسيط عينة واحدة وتفسير النتائج من خلال التطبيق العملي التفاعلي التالي.

التمرين رقم 02:

في إحدى الدراسات المتعلقة بوجهات نظر الموظفين حول جوانب متعددة تتعلق بالوظيفة، تم توزيع استبانة مكونة من عدد من الأسئلة ذات صلة بالموضوع محل البحث. والبيانات يوضحها الجدول رقم 02 والتي تمثل إجابة (30) موظفاً تم اختيارهم عشوائياً من مجتمع الدراسة عن سؤالي الاهتمام بالأمن الوظيفي والاهتمام بالمقابل المادي الذي يحصلون عليه. وقد تم استخدام مقياس متدرج من 1 (تعني لا يوجد اهتمام مطلقاً) إلى 10 (تعني اهتمام بالغاً جداً) لتمثيل درجة الاهتمام للموظف.

جدول رقم 04 يوضح درجة الاهتمام بالامن الوظيفي والمقابل المادي للموظفين.

الموظف	درجة الاهتمام بالامن الوظيفي	درجة الاهتمام بالمقابل المادي	الموظف	درجة الاهتمام بالامن الوظيفي	درجة الاهتمام بالمقابل المادي
1	3	4	16	5	8
2	1	9	17	4	5
3	6	8	18	4	3
4	7	5	19	6	5
5	6	4	20	6	7
6	5	6	21	1	5
7	3	6	22	7	3
8	4	4	23	4	5
9	8	7	24	5	6
10	3	5	25	4	4
11	4	5	26	2	5
12	6	8	27	6	6
13	6	7	28	4	5
14	3	6	29	3	6
15	7	7	30	2	6

(القحطاني، 20215، ص178)

السؤال:

- هل تدل البيانات على ارتفاع أو انخفاض في درجة الاهتمام بالأمن الوظيفي لدى الموظفين؟

بمعنى هل تقل أو تزيد درجة الأهتمام بالأمن الوظيفي بشكل معنوي عن وسيطه؟

خطوات الحل:

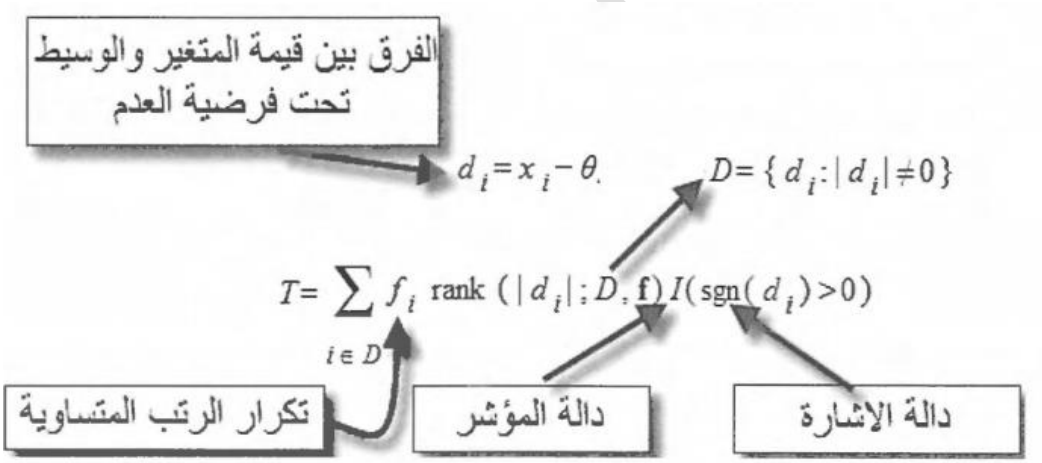
1. صياغة الفرضيات:

H_0: وسيط درجة الاهتمام بالأمن الوظيفي = 5.5 (أي لا يوجد اختلاف- ارتفاع أو انخفاظ عن الوسيط- معنوي في درجة الأهتمام بالأمن الوظيفي).

H_1: وسيط درجة الاهتمام بالأمن الوظيفي ≠ 5.5 (أي يوجد اختلاف- ارتفاع أو انخفاظ عن الوسيط- معنوي في درجة الأهتمام بالأمن الوظيفي).

2. تحديد مستوى المعنوية: وليكن $\alpha = 0.05$.

3. اختيار الاختبار الاحصائي المناسب: في هذه الحالة سيتم اختيار اختبار ويلكوكسن للرتب لعينة واحدة (One Sample Wilcoxon Signed Rank Test)، ومن ثم تأخذ إحصائية الاختبار الشكل05 التالي:

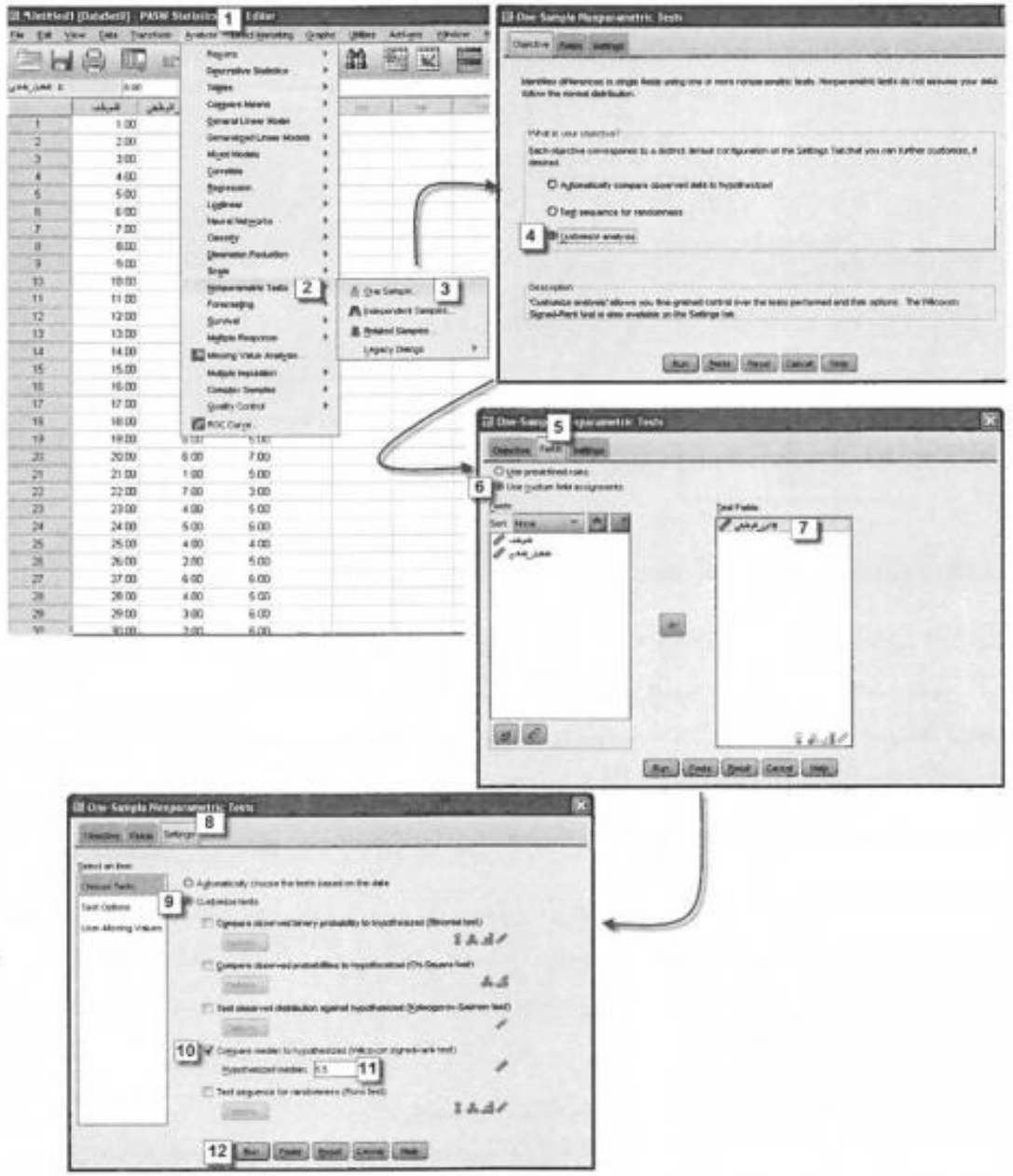


4. الآن قم بإدخال المتغيرات والبيانات إلى Spss من خلال نافذتي Variable View و Data View ومن ثم قم بحفظ الملف. بعد ذلك تتبع الخطوات حسب الأرقام التسلسلية من 1 إلى 12 كما هو موضح بالشكل 05 لتنفيذ الاختبار(القحطاني، 20215، ص179).

ملاحظة:

يتم تحويل إحصائية الاختبار **T** إلى الصيغة المعيارية **Z** وذلك بقسمة الفرق بين **T** ومتوسطها على الانحراف المعياري لـ **T** ومن ثم استخدامها في حساب القيمة الاحتمالية التي يتم مقارنتها بمستوى المعنوية α لاتخاذ القرار الاحصائي حيال الفرضية العدمية بالقبول أو عدم القبول.

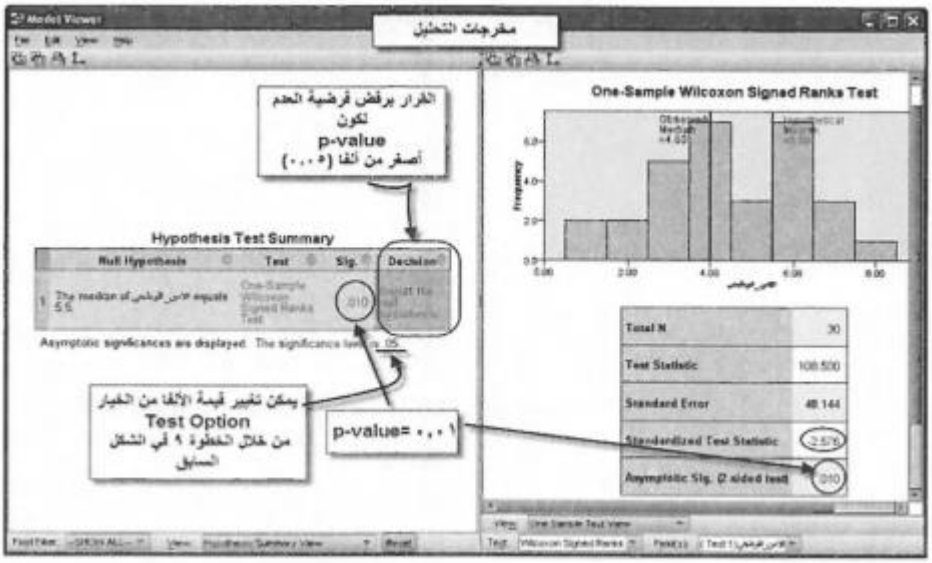
شكل 06 يوضح خطوات تنفيذ اختبارويلكوكسن للرتب لوسيط عينة واحدة.



(القحطاني، 20215، ص181)

وبعد التنفيذ نحصل على جدول صغير في نافذة المخرجات ، نقوم بالنقر عليه مرتين متتاليتين للحصول على التالي:

شكل رقم 07 مخرجات تنفيذ اختبار ويلكوكسن للرتب لوسيط عينة واحدة.



5. اتخاذ القرار وتفسير النتائج: بما أن (0.05)α > (0.01) P-value فإن الباحث سيقوم برفض فرضية العدم ومن ثم قبول فرضية البديلة. وهذا يقود إلى استنتاج أنه عند مستوى معنوية 0.05 = α فإن بيانات العينة تبين أن وسيط درجة الاهتمام بالأمن الوظيفي (4.00) منخفض، (z =-2.58 , p =0.01) (القحطاني، 20215، ص182).

ثانياً:

1- اختبار T لمتوسطي عينيتن مرتبطتين Paired Sample T test:

الهدف من استخدامه:

لاختبار الفرضية حول متوسطي مجتمعين مترابطين، وذلك من خلال اختبار ما إذا كان الفرق بين متوسطي العينتين المرتبطتين يختلف اختلافاً معنوياً (حقيقياً) عن الفرق بين متوسطي مجتمعي الدراسة.

شروط استخدامه:

- ✓ العينتان مرتبطتان.
- ✓ أن تكون العينتان مختارتين عشوائياً من مجتمعي الدراسة.
- ✓ أن يكون المتغير التابع محل الدراسة متصلاً (فئوي أو نسبي).
- ✓ أن يكون توزيع الفرق بين قيم المتغير التابع في مجتمعي الدراسة طبيعياً. (القحطاني، 20215، ص156).

- **كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي:**

سيتم توضيح كيفية تنفيذ اختبار **t** لمتوسطي عينتين مرتبطتين وتفسير النتائج باستخدام برنامج **Spss** من خلال التطبيق العملي التفاعلي التالي:

تمرين رقم 03: أراد باحث دراسة مدى تأثير الدعاية والاعلان للمنتجات المحلية من خلال القنوات الفضائية على طلب المستهلك لتلك المنتجات. لذا قام باختيار عينة عشوائية مكونة من سبعة منتجات محلية ورصيد مبيعاتها الأسبوعية بآلاف الريالات قبل الدعاية، ثم قام برصد مبيعاتها الأسبوعية بآلاف الريالات بعد الإعلان لها من خلال القنوات الفضائية، (القحطاني، 20215، ص156).وكانت النتائج كالتالي:

جدول رقم 05 يوضح المبيعات الأسبوعية قبل وبعد الدعاية.

المنتج	1	2	3	4	5	6	7
قبل	44.2	19	21.8	32.5	18.2	45.8	22.5
بعد	48.5	23.3	22	34.4	18.1	50	26.3

- والسؤال هل الدعاية للمنتجات تؤدي إلى زيادة مبيعاتها؟

خطوات الحل:

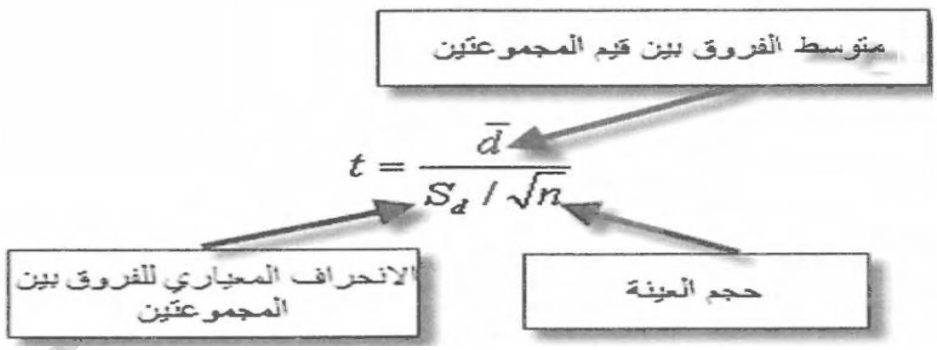
1. صياغة الفرضيات:

H_0: لا يوجد اختلاف معنوي بين متوسطي المبيعات للمنتجات قبل وبعد الدعاية.

H_1: متوسط المبيعات للمنتجات بعد الدعاية أكبر من متوسطها قبل الدعاية.

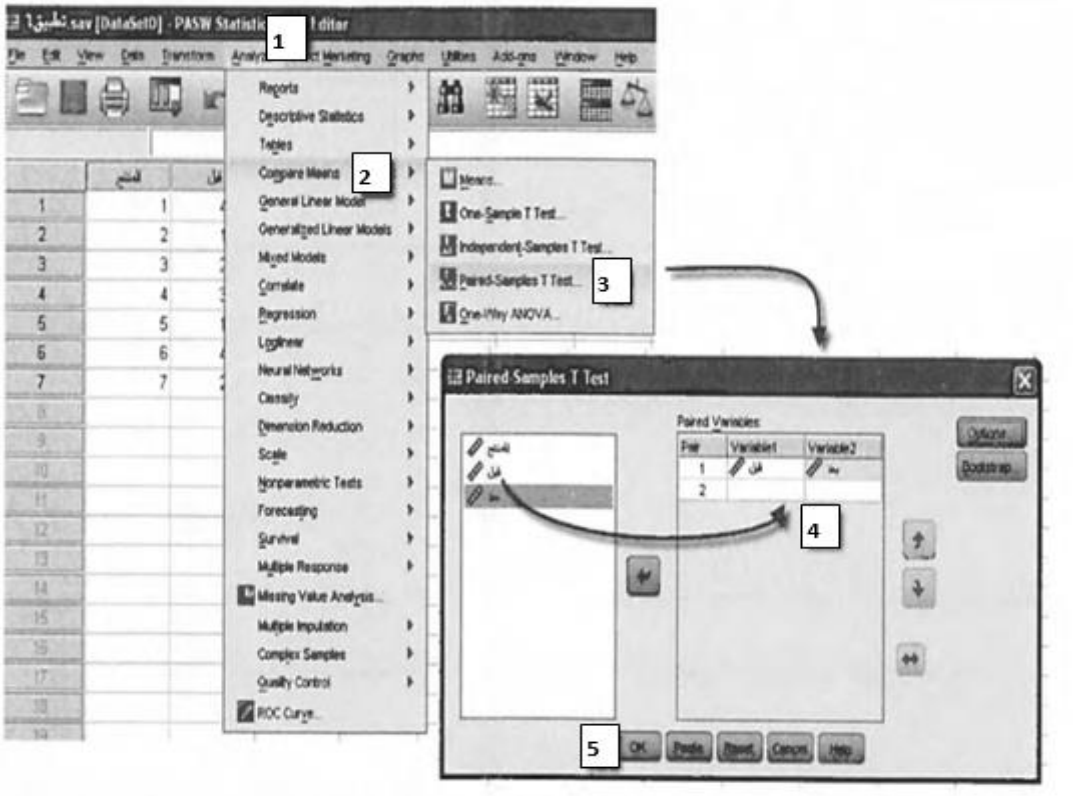
2. تحديد مستوى المعنوية: وليكن $\alpha = 0.05$.

3. تحديد الاختبار الاحصائي المناسب: الاختبار الاحصائي في هذه الحالة هو **t** لمتوسطي عينيتن مرتبطتين (Paired Sample T test) ومن ثم تأخذ إحصائية الاختبار الشكل رقم 08 التالي:



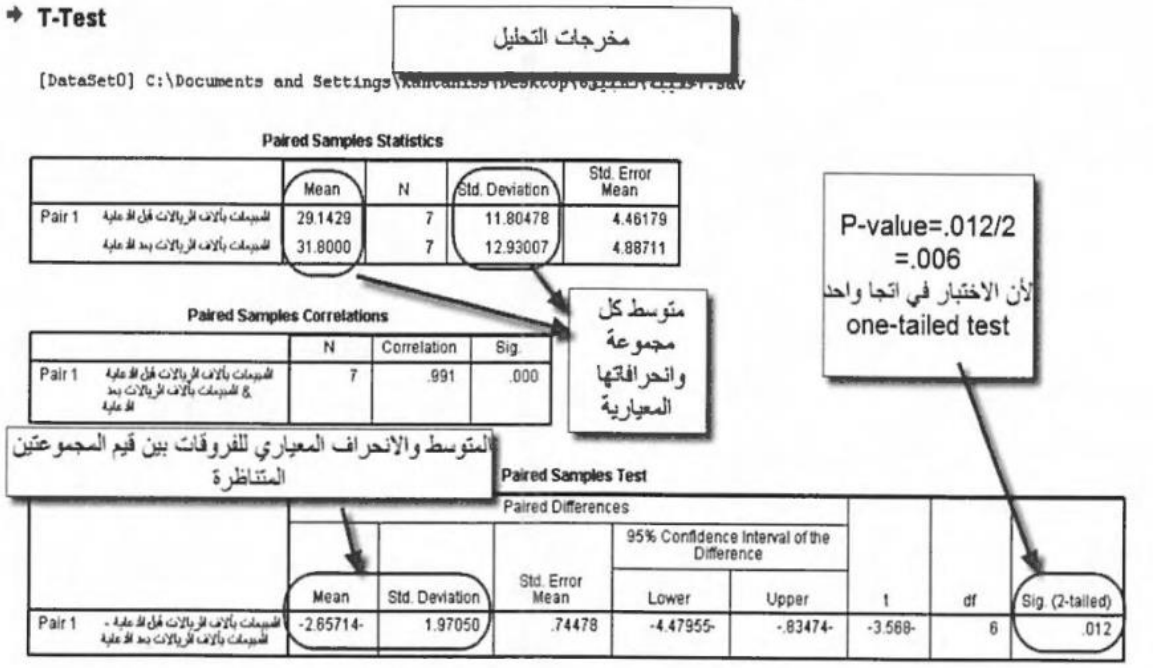
4. الآن قم بإدخال المتغيرات والبيانات إلى Spss من خلال نافذتي Variable View و Data View ومن ثم قم بحفظ الملف. بعد ذلك تتبع الخطوات حسب الأرقام التسلسلية من 1 إلى 5 كما هو موضح بالشكل 03 لتنفيذ الاختبار.

شكل رقم 09 يوضح خطوات تنفيذ اختبار t لعينتين مرتبطتين.



وبعد التنفيذ يتم الحصول على النتائج التالية في نافذة المخرجات Output كالتالي:

شكل رقم 10 يوضح مخرجات تنفيذ اختبارt لعينتين مرتبطتين.



5. اتخاذ القراروتفسير النتائج: بما أن (0.05) α> (0.006) P-value، فإن الباحث سيقوم برفض فرضية العدم ومن ثم قبول فرضية البدل. وهذا يقود إلى استنتاج أنه عند مستوى معنوية $\alpha = 0.05$ فإن بيانات

العينة تؤكد أن متوسط المبيعات الأسبوعية للمنتجات بعد الدعاية (31.8 ألف) أعلى منه قبل الدعاية (29.14 ألف)، ($t(6) = -3.568$, $p = 0.006$).

2- اختبار ويلكوكسن للرتب لوسطي عينتين مرتبطتين Wileoxon Signed rank Test Related Sample:

الهدف من استخدامه:

لاختبار الفرضية حول وسيطين مجتمعين مرتبطين، أي اختبار في ما إذا كان وسيطا مجتمعي الدراسة متساويين أم مختلفين معنوياً.

متى يستخدم:

يستخدم اختبار ويلكوكسن اللامعلمي كبديل لاختبار **t** (المعلمي) لمتوسطي عينتين مرتبطتين، وذلك عند مخالفة اختبار **t** لأحد شروط استخدامه مثل كون توزيع الفروق بين قيم المتغير التابع في مجتمعي الدراسة غير طبيعي أو لكون بيانات المتغير التابع رتبية في ظل وجود عينة صغيرة الحجم(القحطاني، 20215، ص183).

شروط استخدامه:

- ✓ أن تكون العينتان مرتبطتين.
- ✓ أن تكون العينتان مختارتين عشوائياً من مجتمعي الدراسة.
- ✓ أن يكون المتغير التابع محل الدراسة رتبياً على الأقل (رتبي، فئوي أو نسبي).
- ✓ أن يكون توزيع الفروق بين قيم المتغير التابع في مجتمعي الدراسة متماثلاً حول وسيطها (لذلك يمكن اختبار المتوسط عوضاً عن الوسيط).

كيفية تنفيذه باستخدام برنامج من خلال تطبيق عملي تفاعلي:

فيما يلي سيتم توضيح كيفية تنفيذ اختبار ويلكوكسن للرتب لوسيطي عينتين مرتبطتين وتفسير النتائج من خلال التطبيق العملي التفاعلي التالي.

التمرين رقم 04: بالعودة إلى التطبيق (التمرين رقم02)، هل درجة إهتمام الموظفين بالأمن الوظيفي مختلفة معنوياً عن اهتمامهم بالمقابل المادي الذي يحصلون عليه من الوظيفة؟

خطوات الحل:

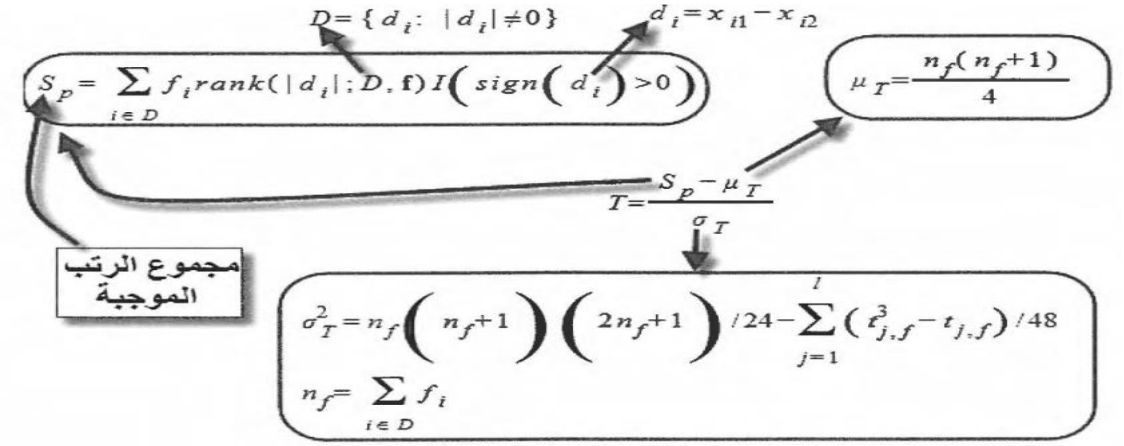
1. صياغة الفرضيات:

H_0: لا يوجد اختلاف معنوي بين وسيطي درجة اهتمام الموظفين بالأمن الوظيفي ودرجة اهتمامهم بالمقابل المادي الذي يحصلون عليه من الوظيفة.

H_1: يوجد اختلاف معنوي بين وسيطي درجة اهتمام الموظفين بالأمن الوظيفي ودرجة اهتمامهم بالمقابل المادي الذي يحصلون عليه من الوظيفة(القحطاني، 20215، ص184).

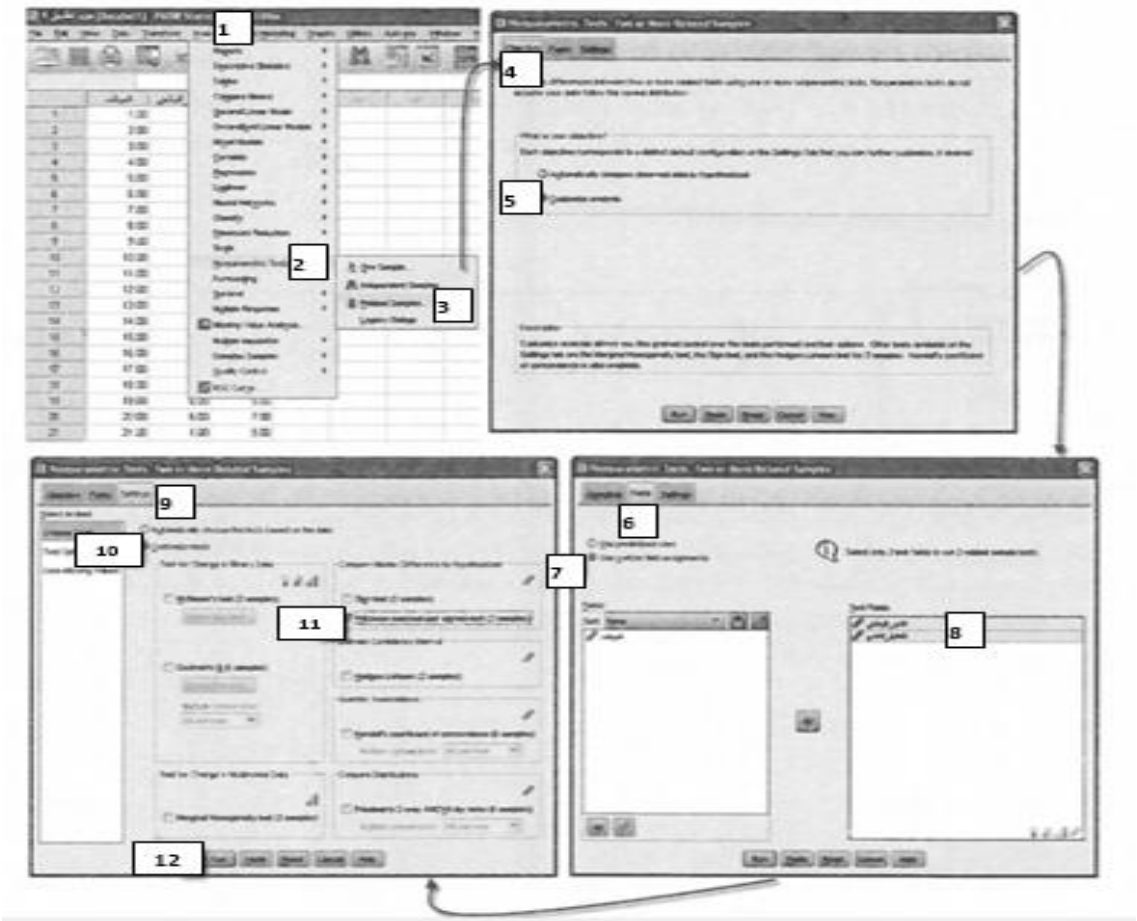
2. تحديد مستوى المعنوية: وليكن $\alpha = 0.05$.

3. تحديد الاختبار الاحصائي المناسب: الاختبار الاحصائي المناسب في هذه الحالة هو اختبار ويلكوكسن للرتب لوسيطي عينتين مرتبطتين (Wileoxon Signed rank Test Related Sample)، ومن ثم تأخذ إحصائية الاختبار الشكل رقم11 التالي:



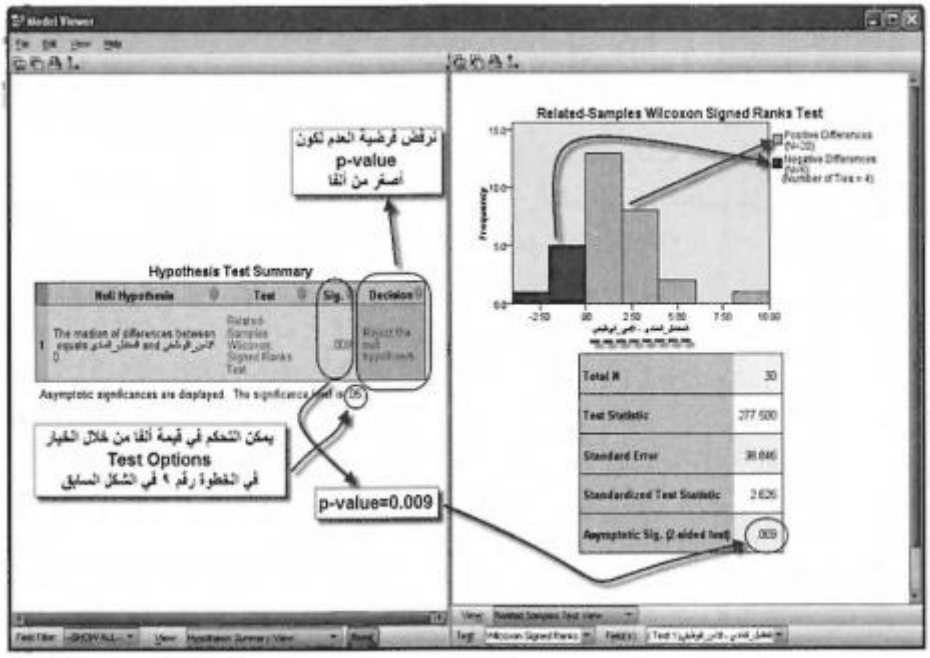
4. الآن قم بإدخال المتغيرات والبيانات إلى Spss من خلال نافذتي Variable View و Data View ومن ثم قم بحفظ الملف. بعد ذلك تتبع الخطوات حسب الأرقام التسلسلية من 1 إلى 12 كما هو موضح بالشكل رقم 12 لتنفيذ الاختبار(القحطاني، 20215، ص185).

شكل رقم 12 خطوات تنفيذ اختبارويلكويسن للرتب لوسيطي عينتين مرتبطتين.



وبعد التنفيذ نحصل على جدول صغير في نافذة المخرجات Output، نقوم بالنقر عليه مرتين متتاليتين للحصول على التالي:

شكل رقم 13 مخرجات تنفيذ اختبارويلكويسن للرتب لوسيطي عينتين مرتبطتين.



5. اتخاذ القراروتفسير النتائج: بما أن (0.05) α> (0.009) P-value ، فإن الباحث سيقوم برفض فرضية العدم ومن ثم قبول فرضية البدل. وهذا يقود إلى استنتاج أنه عند مستوى معنوية 0.05 = α فإن بيانات العينة تدل على أن وسيط درجة الاهتمام بالمقابل المادي (5.5) يختلف معنوياً عن وسيط درجة الاهتمام بالأمن الوظيفي (4.00)، (**z** =2.636 , p =0.009) (القحطاني، 20215، ص187).

ثالثاً:

1- اختبار T لمتوسطي عينتين مستقلتين Two Independent Samples T test:

الهدف من استخدامه:

لاختبار الفرضية حول متوسطي مجتمعين مستقلين، وذلك من خلال اختبار ما إذا كان الفرق بين متوسطي العينتين المستقلتين يختلف اختلافاً معنوياً (حقيقياً) عن الفرق بين متوسطي مجتمعي الدراسة.

متى يستخدم:

عندما يكون تباينا مجتمعي الدراسة اللذان سحبت منهم العينات غير معلومة مسبقاً، وفي نفس الوقت تكون أحجام عينتي الدراسة صغيرة أقل من 30.

شروط استخدامه:

- ✓ العينتان مستقلتان.
- ✓ أن تكون العينتان مختارتين عشوائياً من مجتمعي الدراسة.

✓ أن يكون المتغير التابع محل الدراسة متصلاً (فئوي أو نسبي).

✓ أن يكون توزيع قيم المتغير التابع في مجتمعي الدراسة طبيعياً.

✓ أن يكون تباين المتغير التابع في المجتمع الأول يساوي تباينه في المجتمع الثاني (القحطاني، 20215، ص160).

- **كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي:**

سيتم توضيح كيفية تنفيذ اختبار **t** لمتوسطي عينتين مستقلتين وتفسير النتائج باستخدام برنامج **Spss** من خلال التطبيق العملي التفاعلي التالي:

تمرين رقم 05: في دراسة لفريق طبي لمعرفة ما إذا كان هناك فرق في عمر الطفل عند المشي بين الذكور والإناث، تم اختيار عشرة أطفال من كل نوع عشوائياً وتم تدوين عمر المشي بالشهور لكل منهم كما هو موضح بالجدول أدناه. فهل تؤيد البيانات أن هناك اختلافاً معنوياً بين متوسطي أعمار المشي عند الأطفال الذكور والإناث؟

جدول رقم 06 يوضح أعمار الأطفال الذكور والاناث (بالشهور) عند المشي.

الذكور	9	10.1	9.2	10.2	10	12.8	13.4	9.7	10.5	11.1
الإناث	9.5	12.3	13.2	12.6	13.4	9.6	9.8	13.2	12	10.2

خطوات الحل:

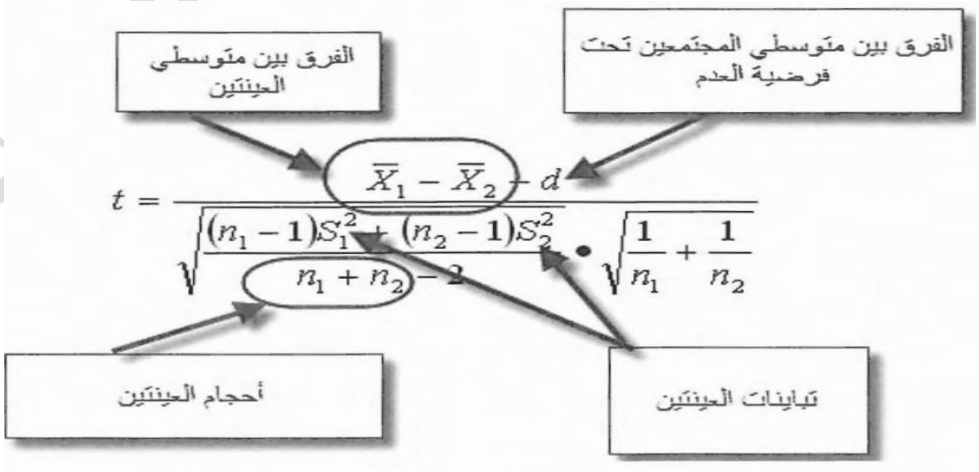
1. صياغة الفرضيات:

H_0: لا يوجد اختلاف معنوي بين متوسطي عمر المشي للذكور والإناث.

H_1: يوجد اختلاف معنوي بين متوسطي عمر المشي للذكور والإناث.

2. تحديد مستوى المعنوية: وليكن $\alpha = 0.05$.

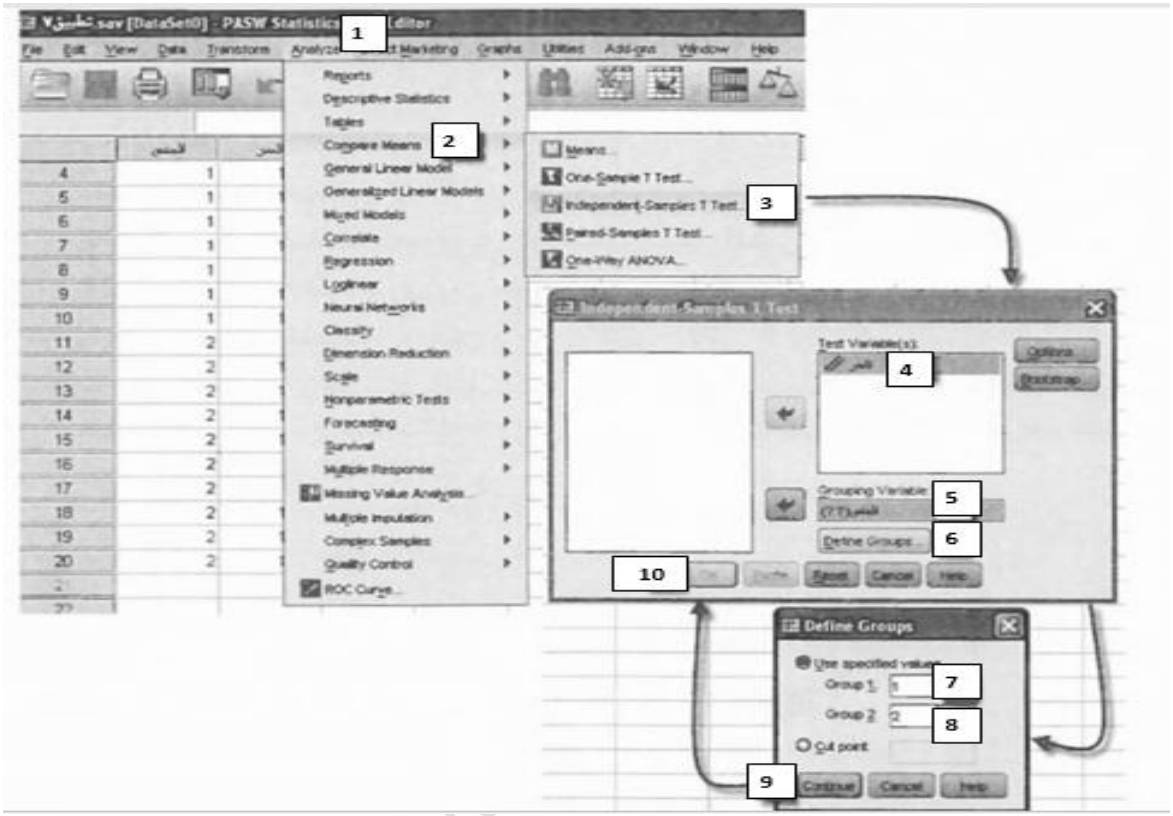
3. تحديد الاختبار الاحصائي المناسب: الاختبار الاحصائي في هذه الحالة هو **t** لمتوسطي عينيتن مستقلتين (Two Independent Samples T test) ومن ثم تأخذ إحصائية الاختبار الشكل رقم 14 التالي:



(القحطاني، 20215، ص161)

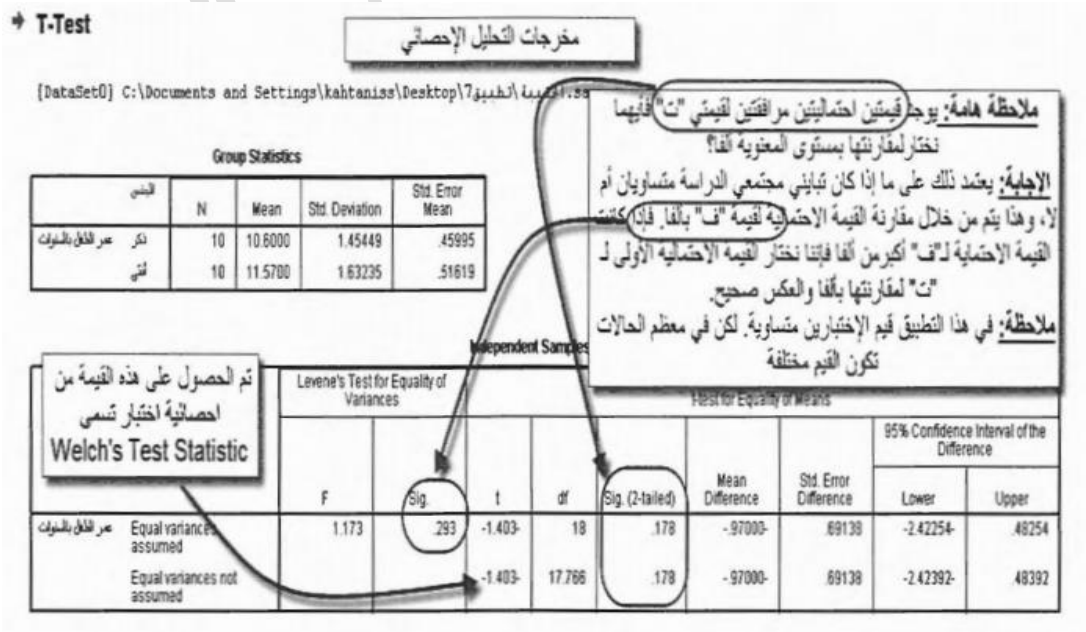
4. الآن قم بإدخال المتغيرات والبيانات إلى Spss من خلال نافذتي Variable View و Data View ومن ثم قم بحفظ الملف. بعد ذلك تتبع الخطوات حسب الأرقام التسلسلية من 1 إلى 9 كما هو موضح بالشكل 04 لتنفيذ الاختبار.(القحطاني، 20215، ص162)

شكل رقم 15 يوضح خطوات تنفيذ اختبار t لعينتين مستقلتين.



وبعد التنفيذ يتم الحصول على النتائج التالية في نافذة المخرجات Output كالتالي:

شكل رقم 16 يوضح مخرجات تنفيذ اختبارt لعينتين مستقلتين.



5. اتخاذ القرار وتفسير النتائج: بما أن (0.05) α> (0.18) P-value، فإن الباحث لا يرفض فرضية العدم. وهذا يقود إلى استنتاج أنه عند مستوى معنوية 0.05 = α فإنه ليس هناك دليل كاف على أن متوسط عمر المشي للأطفال الذكور (10.6) يختلف معنوياً عن متوسط عمر المشي للأطفال الإناث (11.57)، (-= (18)t 1.403 , p =0.178). (القحطاني، 20215، ص163).

2- اختبار مان- ويتني لوسيطي عينيتن مستقلتين Mann-Whitney U test:

الهدف من استخدامه:

لاختبار الفرضية حول وسيطي مجتمعين مستقلين، أي اختبار في ما إذا كان وسيطا مجتمعي الدراسة متساويين أم مختلفين معنوياً.

متى يستخدم:

يستخدم اختبار مان-ويتني **U** اللامعلمي كبديل لاختبار **t** (المعلمي) لمتوسطي عينتين مستقلتين، وذلك عند مخالفة اختبار **t** لأحد شروط استخدامه مثل كون توزيع المتغير التابع في مجتمعي الدراسة غير طبيعي أو عدم تجانس تباينات المجموعتين أو لكون بيانات المتغير التابع رتبية، وذلك في ظل وجود عينة صغيرة الحجم.

شروط استخدامه:

- ✓ أن تكون العينتان مستقلتين.
- ✓ أن تكون العينتان مختارتين عشوائياً من مجتمعي الدراسة.
- ✓ أن يكون المتغير التابع محل الدراسة رتبياً على الأقل (رتبي، فئوي أو نسبي).
- ✓ أن يكون توزيع المتغير التابع في مجتمعي الدراسة متطابقين في الشكل(القحطاني، 20215، ص188).

كيفية تنفيذه باستخدام برنامج من خلال تطبيق عملي تفاعلي:

فيما يلي سيتم توضيح كيفية تنفيذ اختبار مان- ويتني لوسيطي عينيتن مستقلتين Mann-Whitney U test لوسيطي عينتين مستقلتين وتفسير النتائج باستخدام برامج Spss من خلال التطبيق العملي التفاعلي التالي.

التمرين رقم 06: أراد مدير إحدى المنظمات أن يتعرف على ما إذا كان هناك فروق معنوية بين الموظفين والموظفات في درجة رضاهم الوظيفي أم لا، لذا قام باختيار عينتين عشوائيتين مكونتين من (12) من والموظفين الذكور و(12) من الموظفات. وطلب منهم تقييم درجة رضاهم الوظيفي على مقياس يتراوح ما بين (1) غير راض إطلاقاً إلى (10) راض تماماً، وكانت إجاباتهم كالتالي:

جدول رقم 07 يوضح درجة الرضا الوظيفي للموظفين والموظفات.

المجموعة	درجة الرضا الوظيفي											
الموظفين	8	7	6	9	10	4	5	9	10	7	6	8
الموظفات	3	4	1	9	8	5	8	9	3	4	-	-

السؤال:

- هل تدل بيانات العينة على وجود اختلاف معنوي في درجة الرضا الوظيفي بين الموظفين والموظفات عند مستوى معنوية $\alpha=0.05$؟

خطوات الحل:

1. صياغة الفرضيات:

H_0: لا يوجد اختلاف معنوي بين وسيطي درجة الرضا الوظيفي للموظفين والموظفات.

H_1: يوجد اختلاف معنوي بين وسيطي درجة الرضا الوظيفي للموظفين والموظفات.

2. تحديد مستوى المعنوية: وليكن $\alpha = 0.05$.

3. تحديد الاختبار الاحصائي المناسب: الاختبار الاحصائي المناسب في هذه الحالة هو اختبار مان-ويتني لوسيطي عينتين مستقلتين (Mann-Whitney U test) (القحطاني، 2015 ص189) ، ومن ثم تأخذ إحصائية الاختبار الشكل رقم 17 التالي:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_1$$

تمثل مجموع رتب البيانات في المجموعة الأولى

تمثل مجموع رتب البيانات في المجموعة الثانية

$$U = \min(U_1, U_2)$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - \sum R_2$$

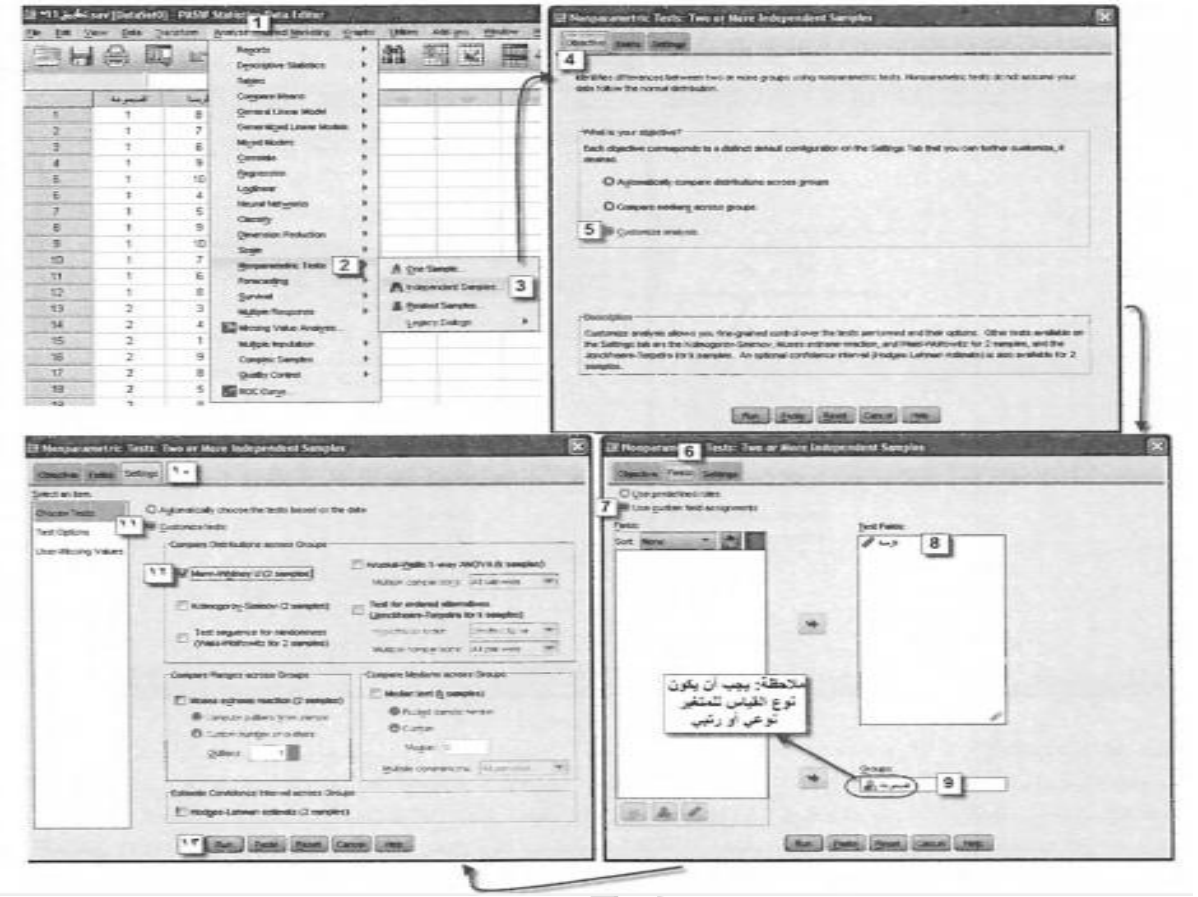
$\sum R_1$

وتجدر الإشارة إلى ما يلي:

- أن هناك اختبار آخر يمكن أيضاً استخدامه بدلاً من اختبار مان- ويتني وهو اختبار الوسيط Median Test فهو يعتبر شائع الاستخدام أيضاً.

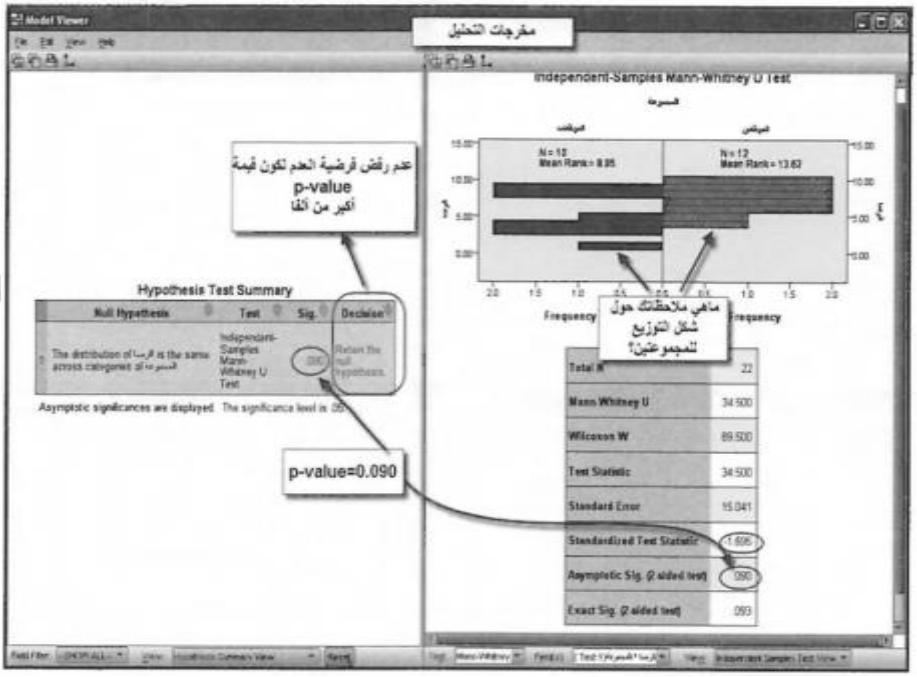
4. الآن قم بإدخال المتغيرات والبيانات إلى Spss من خلال نافذتي Variable View و Data View ومن ثم قم بحفظ الملف. بعد ذلك تتبع الخطوات حسب الأرقام التسلسلية من 1 إلى 13 كما هو موضح بالشكل 18لتنفيذ الاختبار.

شكل رقم 18خطوات تنفيذ اختبار مان- ويتني U لوسيطي عينيتن مستقلتين.



وبعد التنفيذ نحصل على جدول صغير في نافذة المخرجات Output، نقوم بالنقر عليه مرتين متتاليتين للحصول على التالي: (القحطاني، 20215، ص190).

شكل رقم 19 مخرجات تنفيذ اختبار مان- ويتني U لوسيطي عينيتن مستقلتين.



5. اتخاذ القراروتفسير النتائج: بما أن (0.05) α< (0.09) P-value ، فإن الباحث لن يرفض فرضية العدم. وهذا يقود إلى استنتاج أنه عند مستوى معنوية 0.05 = α فإن بيانات العينة لا تدل على أن وسيط درجة الرضا الوظيفي للموظفين الذكور (7.5) يختلف معنوياً عن وسيط درجة الرضا الوظيفي للموظفات (4.50)، (**z** =-1.695 , p =0.09) (القحطاني، 20215، ص192).

رابعاً: 1- حجم التأثير Effect Size (ES): يعرف حجم التأثير على أنه مؤشر أو مقياس إحصائي لقياس حجم العلاقة بين المتغيرات أو الفروق بين المجموعات. وكما هو معلوم في اختبار الفرضيات (أو اختبارات المعنوية) فإنه في حال رفض فرضية العدم فإن كل ما نستطيع استنتاجه هو وجود علاقة ارتباط معنوية بين المتغيرات أو فروق بين المجموعات، ولا نستطيع من خلالها تقدير قوة الارتباط أو حجم الفروق بين المجموعات. وقد قدم Cohen (1992) تقديراً لحجم التأثير لمجموعة من الاختبارات الإحصائية الأكثر استخداماً، كما وضع تصنيفاً لحجم التأثير من حيث كونه صغيراً، أو متوسطاً، أو كبيراً يختلف باختلاف الاختبار الإحصائي. فمثلاً في حالة الانحدار الخطي يتم استخدام $\mathbf{R^2}$ (معامل التحديد) أو $f^2 = \frac{R^2}{1-R^2}$ كمؤشر لحجم التأثير ويكون حجم التأثير صغيراً، أو متوسطاً، أو كبيراً للقيم 0.26، 0.13، 0.02 = $\mathbf{R^2}$ على التوالي. أو 0.35، 0.15، 0.02 = f^2 على التوالي. وبوجه عام فإن حجم التأثير يعتبر صغيراً إذا كان ES ≥ 0.20 ومتوسطاً إذا كان ES = 0.50 وكبيراً ES ≥ 080. (الحقطاني، 2015، ص139).

2- أهمية حجم التأثير:

1. يساعد في تحديد المعنوية (أو الأهمية) العملية Practical Significance للمعنوية الإحصائية Statistical Significnace. فقد تكون العلاقة بين المتغيرات معنوية إحصائياً ولكنها غير معنوية عملياً. وقد سبقت الإشارة إلى أن حجم العينة الكبير جداً قد يؤدي إلى استنتاج علاقة أو فروق معنوية إحصائياً، حتى إن كانت غير معنوية أو غير مهمة عملياً، لذا فإنه يمكن تحديد أو تقدير حجم تلك العلاقة أو الفروق بين المجموعات من خلال مؤشر حجم التأثير.

2. يمكن أن يستخدم في حساب حجم العينة المطلوب لأي دراسة. إن كلاً من الخصائص الإحصائية التالية: حجم العينة n، حجم التأثير ES، مستوى المعنوية α، وقوة الاختبار الإحصائيةStatisitcal Power تعتبر دالة في الأخرى، أي أنه بمعرفة قيم أي ثلاثة من تلك الخصائص يتم تقدير قيمة الخاصية الرابعة. فمثلاً يعتبر حجم العينة n دالة في الخصائص الأخرى، فعند تحديد قيم حجم التأثير وقوة الاختبار الاحصائي ومستوى المعنوية يتم حساب حجم العينة المقابل.

3. يعتبر أساساً لتحليل الميتا Meta-analysis ، حيث يتم حساب أو تحديد حجم التأثير لكل دراسة من الدراسات المتماثلة في الهدف الداخلة في تحليل الميتا، ومن ثم يتم جمعها بطريقة رياضية معينة ليتم الوصول إلى استنتاج عام حول العلاقة بين المتغيرات أو الفروق بين المجموعات(الحقطاني، 2015، ص140).

المحاضرة الرابعة

تحليل التباين أحادي الاتجاه (One Way ANOVA) المعلمي واختبار كروسكال- واليس (Kruskal-Wallis Test) اللامعلمي

عناصر المحاضرة:

تمهيد:

أولاً: تحليل التباين في اتجاه واحد لمقارنة متوسطات (3) عينات فأكثر One Way ANOVA

ثانياً: اختبار كروكسال- واليس لأوساط 3 عينات مستقلة فأكثر Kruskal-Wallis Test

تمهيد:

يُعد تحليل التباين أحادي الاتجاه (One Way ANOVA) من أكثر الأساليب الإحصائية المعلمية استخدامًا لمقارنة المتوسطات بين ثلاث مجموعات أو أكثر، ويُفترض فيه تحقق مجموعة من الشروط مثل تجانس التباين وتوزيع البيانات بشكل طبيعي. وعندما لا تُستوفى هذه الشروط، يصبح من الضروري اللجوء إلى بدائل لا معلمية أكثر مرونة، ومن أبرزها اختبار كروسكال-واليس (Kruskal-Wallis Test)، الذي يُعد الامتداد اللا معلمي لاختبار (ANOVA).

تُتيح هذه المحاضرة للطلبة والباحثين فهم الفروق الجوهرية بين هذين الأسلوبين، ومتى يُفضّل استخدام كل منهما، وكيفية تفسير نتائجهما في ضوء الفرضيات البحثية. كما تسعى إلى تعزيز القدرة على اتخاذ قرارات تحليلية سليمة قائمة على طبيعة البيانات وشروطها، ما يضمن دقة وموثوقية النتائج الإحصائية.

أولاً: تحليل التباين في اتجاه واحد لمقارنة متوسطات (3) عينات فأكثر One Way ANOVA:

الهدف من استخدامه:

لاختبار الفرضيات حول المتوسطات (3) مجتمعات فأكثر، وذلك من خلال اختبار فيما إذا كانت الفروق بين متوسطات(3)عينات فأكثر تختلف اختلافاً معنوياً (حقيقياً) عن الفروق بين متوسطات مجتمعات الدراسة، وهذا يتم عن طريق مقارنة مجموع التباينات بين المجموعات مع مجموع التباينات داخل المجموعات. وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن استخدامه في حال عينتين فقط.

شروط استخدامه:

- ✓ أن تكون العينات مستقلة.
- ✓ أن تكون العينات مختارة عشوائياً من مجتمعات الدراسة.
- ✓ أن يكون المتغير التابع محل الدراسة متصلاً (فئوياً أو نسبياً).(القحطاني، 2015، ص.167)

✓ أن يكون توزيع المتغير التابع في كل مجتمع من مجتمعات الدراسة طبيعياً.

✓ أن تكون تبيانات المتغير التابع في مجتمعات (مجموعات) الدراسة متجانسة.

كما تكمن خطوات الاختبار كما يلي:

1- الفرض الصفري: هو أن متوسطات هذه المجتمعات متساوية، أي

$$HO : \mu_1 = \mu_2 = \ldots\ldots = \mu_k$$

2- الفرض البديل: هو أن بعض هذه المتوسطات غير متساوية (أو يوجد متوسطان على الأقل غير متساويين).

3- إحصائية الاختبار: في هذه الحالة يرمز لها بالرمز **F** وتأخذ الشكل التالي:

$$F = \frac{S_R^2}{S_E^2}$$

والتي لها توزيع **F** بدرجات حرية للبسط **K-1** وللمقام **K (n-1)** حيث: S_R^2 هو التباين بسبب الظاهرة أو المتغير أو المعاملات، S_E^2 هو التباين بسبب الخطأ.

ويمكن الحصول على الإحصائية **F** بتنظيم حسابات في جدول يسمى "جدول تحليل التباين" ANOVA TABLE كما يلي:

جدول رقم 08 تحليل التباين (ANOVA)

مصدر التغير	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	(الإحصائية) المحسوبة
بسبب المعاملات	SSR	K- 1	$S_R^2 = SSR/K-1$	$F = \frac{S_R^2}{S_E^2}$
بسبب الخطأ	SSE	K (n-1)	$S_E^{2=SSE/K(n-1)}$	
الكلي	SST	N*k-1		

وسوف نوضح من المثال كيفية حساب المقادير الثلاثة **SSR, SSE, SST**

4- حدود منطقتي القبول والرفض: ويتم الحصول عليها من جدول توزيع **F** بدرجات حرية للبسط **K-1** وللمقام **K (n-1)** . (اختبار الطرف الأيمن).

5- المقارنة والقرار: إذا كانت قيمة احصاءة **F** المحسوبة من تحليل التباين أقل من قيمة **F** الجدولية نقبل الفرضي العدمي بتساوي المتوسطات والعكس صحيح (نبيل جمعة، 2015، ص.246).

مثال رقم01: أراد أحد الباحثين التعرف على أثر ثلاثة استراتجيات للتعلم في تحصيل الطلبة. وكانت درجاتهم كالآتي:

المطلوب: أختبر الفرضية الصفرية الآتية: $\mu=M_1=M_2=M_3$

الحل:

نرسم ونكمل الجدول:

الطالب	A_1	A^2_1	A_2	A^2_2	A_3	A^2_3
1	3	9	1	1	5	25
2	2	4	1	1	4	16
3	2	4	2	4	3	9
4	1	1	2	4	3	9
5	0	0	3	9	4	16
المجموع	8	18	9	19	19	75

1- نربع درجات كل مجموعة.

2- نجمع درجات كل مجموعة.

3- نستخرج قيمة معامل التحديد أو التصحيح (C) بالمعادلة الآتية:

$$C=\frac{(\sum X)^2}{N}=\frac{(8+9+19)^2}{15}=\frac{1296}{15}=86.4$$

4- نستخرج قيمة (T) وهو المجموع الكلي للمربعات بالمعادلة الآتية:

$$T=\sum x^2-c=18+19+75-86.4=25.6$$

5- نستخرج قيمة (b) هو المجموع الكلي للمربعات بالمعادلة الآتية:

$$C=\sum\frac{(x)^2}{N}-c=\frac{(8)^2}{5}+\frac{(9)^2}{5}+\frac{(19)^2}{5}-86.4$$
$$=12.8+16.2+72.2-86.4=14.8$$

6- نستخرج قيمة الوزن (w) وهو نسبة الخطأ لمجموع الدرجات بالمعادلة التالية:

$$W=T-b=25.6-14.8=10.8$$

7- نعد جدول الاقتران أو جدول تحليل التباين:

مصدر التباين S.V	مجموع المربعات S.S	درجة الحرية d.f	متوسط المربعات M.S	النسبة الفائية F
بين المجموعات b	14.8	2	7.4	8.222
داخل المجموعات w	10.8	12	0.9	
التباين الكلي T	25.6	14		

8- نستخرج درجة الحرية:

$$d.f_b = n-1 = 3-1 = 2 \quad \text{بين المجموعات}$$

$$d.f_T = N-1 = 15-1 = 14 \quad \text{التباين الكلي}$$

$$d.f_W = d.f_T - d.f_b = 14-2 = 12 \quad \text{داخل المجموعات}$$

9- نستخرج متوسط المربعات (M.S) كالتالي:

$$M.S_b = \frac{s.sb}{d.fb} = \frac{14.8}{2} = 7.4$$

$$M.S_w = \frac{s.sw}{d.fw} = \frac{10.8}{12} = 0.9$$

10- ثم نحسب النسبة الفائية (F) كالتالي:

$$F = \frac{M.Sb}{M.SW} = \frac{7.4}{0.9} = 8.222$$

11- بعد الحصول على قيمة (F) المحسوبة نذهب لجدول اختبار (F) ونحدد درجة الحرية لـ(b) أفقياً وهي البسط، ثم ننظر إلى درجة الحرية لـ(w) عمودياً وهي المقام والتقاطع هو قيمة اختبار (F) المجدولة والتي وجدناها تساوي (6.93) عند مستوى (0.01)، كما هي موضحة في الجدول رقم 09 التالي:

TABLE B.11. Critical Values for the *F*-Ratio

Degrees of Freedom Denominator	α	Degrees of Freedom for Numerator: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	30	50	100	1000
	0.05	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246	250	252	253	254
1	**0.01**	**4052**	**4999**	**5404**	**5624**	**5764**	**5859**	**5928**	**5981**	**6022**	**6056**	**6083**	**6107**	**6126**	**6143**	**6157**	**6260**	**6302**	**6334**	**6363**
	0.05	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43	19.46	19.48	19.49	19.49
2	**0.01**	**98.50**	**99.00**	**99.16**	**99.25**	**99.30**	**99.33**	**99.36**	**99.38**	**99.39**	**99.40**	**99.41**	**99.42**	**99.42**	**99.43**	**99.43**	**99.47**	**99.48**	**99.49**	**99.50**
	0.05	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70	8.62	8.58	8.55	8.53
3	**0.01**	**34.12**	**30.82**	**29.46**	**28.71**	**28.24**	**27.91**	**27.67**	**27.49**	**27.34**	**27.23**	**27.13**	**27.05**	**26.98**	**26.92**	**26.87**	**26.50**	**26.35**	**26.24**	**26.14**
	0.05	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86	5.75	5.70	5.66	5.63
4	**0.01**	**21.20**	**18.00**	**16.69**	**15.98**	**15.52**	**15.21**	**14.98**	**14.80**	**14.66**	**14.55**	**14.45**	**14.37**	**14.31**	**14.25**	**14.20**	**13.84**	**13.69**	**13.58**	**13.47**
	0.05	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62	4.50	4.44	4.41	4.37
5	**0.01**	**16.26**	**13.27**	**12.06**	**11.39**	**10.97**	**10.67**	**10.46**	**10.29**	**10.16**	**10.05**	**9.96**	**9.89**	**9.82**	**9.77**	**9.72**	**9.38**	**9.24**	**9.13**	**9.03**
	0.05	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94	3.81	3.75	3.71	3.67
6	**0.01**	**13.75**	**10.92**	**9.78**	**9.15**	**8.75**	**8.47**	**8.26**	**8.10**	**7.98**	**7.87**	**7.79**	**7.72**	**7.66**	**7.60**	**7.56**	**7.23**	**7.09**	**6.99**	**6.89**
	0.05	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51	3.38	3.32	3.27	3.23
7	**0.01**	**12.25**	**9.55**	**8.45**	**7.85**	**7.46**	**7.19**	**6.99**	**6.84**	**6.72**	**6.62**	**6.54**	**6.47**	**6.41**	**6.36**	**6.31**	**5.99**	**5.86**	**5.75**	**5.66**
	0.05	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22	3.08	3.02	2.97	2.93
8	**0.01**	**11.26**	**8.65**	**7.59**	**7.01**	**6.63**	**6.37**	**6.18**	**6.03**	**5.91**	**5.81**	**5.73**	**5.67**	**5.61**	**5.56**	**5.52**	**5.20**	**5.07**	**4.96**	**4.87**
	0.05	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01	2.86	2.80	2.76	2.71
9	**0.01**	**10.56**	**8.02**	**6.99**	**6.42**	**6.06**	**5.80**	**5.61**	**5.47**	**5.35**	**5.26**	**5.18**	**5.11**	**5.05**	**5.01**	**4.96**	**4.65**	**4.52**	**4.41**	**4.32**
	0.05	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85	2.70	2.64	2.59	2.54
10	**0.01**	**10.04**	**7.56**	**6.55**	**5.99**	**5.64**	**5.39**	**5.20**	**5.06**	**4.94**	**4.85**	**4.77**	**4.71**	**4.65**	**4.60**	**4.56**	**4.25**	**4.12**	**4.01**	**3.92**
	0.05	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72	2.57	2.51	2.46	2.41
11	**0.01**	**9.65**	**7.21**	**6.22**	**5.67**	**5.32**	**5.07**	**4.89**	**4.74**	**4.63**	**4.54**	**4.46**	**4.40**	**4.34**	**4.29**	**4.25**	**3.94**	**3.81**	**3.71**	**3.61**
	0.05	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62	2.47	2.40	2.35	2.30
12	**0.01**	**9.33**	**6.93**	**5.95**	**5.41**	**5.06**	**4.82**	**4.64**	**4.50**	**4.39**	**4.30**	**4.22**	**4.16**	**4.10**	**4.05**	**4.01**	**3.70**	**3.57**	**3.47**	**3.37**
	0.05	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53	2.38	2.31	2.26	2.21
13	**0.01**	**9.07**	**6.70**	**5.74**	**5.21**	**4.86**	**4.62**	**4.44**	**4.30**	**4.19**	**4.10**	**4.02**	**3.96**	**3.91**	**3.86**	**3.82**	**3.51**	**3.38**	**3.27**	**3.18**

12- نقارن بين قيمة اختبار (F) المحسوبة والمجدولة، فإذا وجدنا أن قيمة (F) المحسوبة أكبر من قيمة (F) المجدولة نرفض الفرض الصفري ونقبل الفرض البديل والعكس إذا وجدنا أن المحسوبة أقل من المجدولة نقبل الفرض الصفري. وفي حالتنا قيمة (F) المحسوبة تساوي (8.222) وهي أكبر من المجدولة (6.93)

وبالتالي نرفض الفرض الصفري، وهذا يعني أن هناك فروق بين المجموعات الثلاثة في أثر استراتجيات للتعلم في تحصيل الطلبة. ولمعرفة لأي مجموعة يكون هذا الفرق سنذهب لاختبار شافيه (Shaffe) للمقارنات الثنائية البعدية.

كيفية تنفيذه باستخدام Spss من خلال تطبيق عملي تفاعلي: سيتم توضيح كيفية تنفيذ تحليل التباين في اتجاه واحد وتفسير النتائج باستخدام Spss برنامج من خلال التطبيق العملي التفاعلي التالي:

مثال رقم01: من ضمن فرضيات دراسة اجتماعية أجراها أحد الباحثين أن الرضا عن الحياة عند الاناث يختلف باختلاف الحالة الاجتماعية (إناث لم يتزوجن، إناث متزوجات لمرة واحدة فقط، إناث تزوجن لمرة ثانية، مطلقات). ولاختبار هذه الفرضية صمم الباحث استبانة خاصة لقياس الرضا. ومن ثم توزيع الاستبانة على عينة عشوائية مكونة من (24) أنثى بعدد (6) استبانات لكل مستوى من مستويات الحالة الاجتماعية. وكانت درجات الرضا عن الحياة بحسب متغير الحالة الاجتماعية كالتالي:

جدول رقم 10 درجات الرضات عن الحياة بالنسبة للإناث بحسب متغير الحالة الاجتماعية

إناث لم يتزوجن	41	54	77	95	64	69
إناث متزوجات لمرة واحدة فقط	66	49	82	62	75	93
إناث تزوجن لمرة ثانية	43	28	51	48	30	23
مطلقات	47	36	20	25	31	38

المطلوب: هو أنه عند مستوى معنوية α=0.05، هل يختلف متوسط الرضا عند الاناث عن الحياة باختلاف الحالة الاجتماعية؟ (القحطاني، 2015، ص.168).

خطوات الحل:

1- صياغة الفرضيات:

H_0: لا يوجد اختلاف معنوي بين متوسطات الرضا عند الاناث عن الحياة حسب الحالة الاجتماعية.

H_1: على الأقل يوجد اختلاف معنوي بين متوسطين من متوسطات الرضا عن الحياة عند الاناث حسب الحالة الاجتماعية.

2- تحديد مستوى المعنوية: وليكن $\alpha = 0.05$.

3- اختيار الاختبار الاحصائي المناسب: الاختبار الاحصائي لاختبار الفرضية الصفرية في هذه الحالة هو تحليل التباين في اتجاه واحد، ومن ثم تأخذ إحصائية الاختبار المستخلصة من جدول تحليل التباين الشكل رقم 20 التالي:

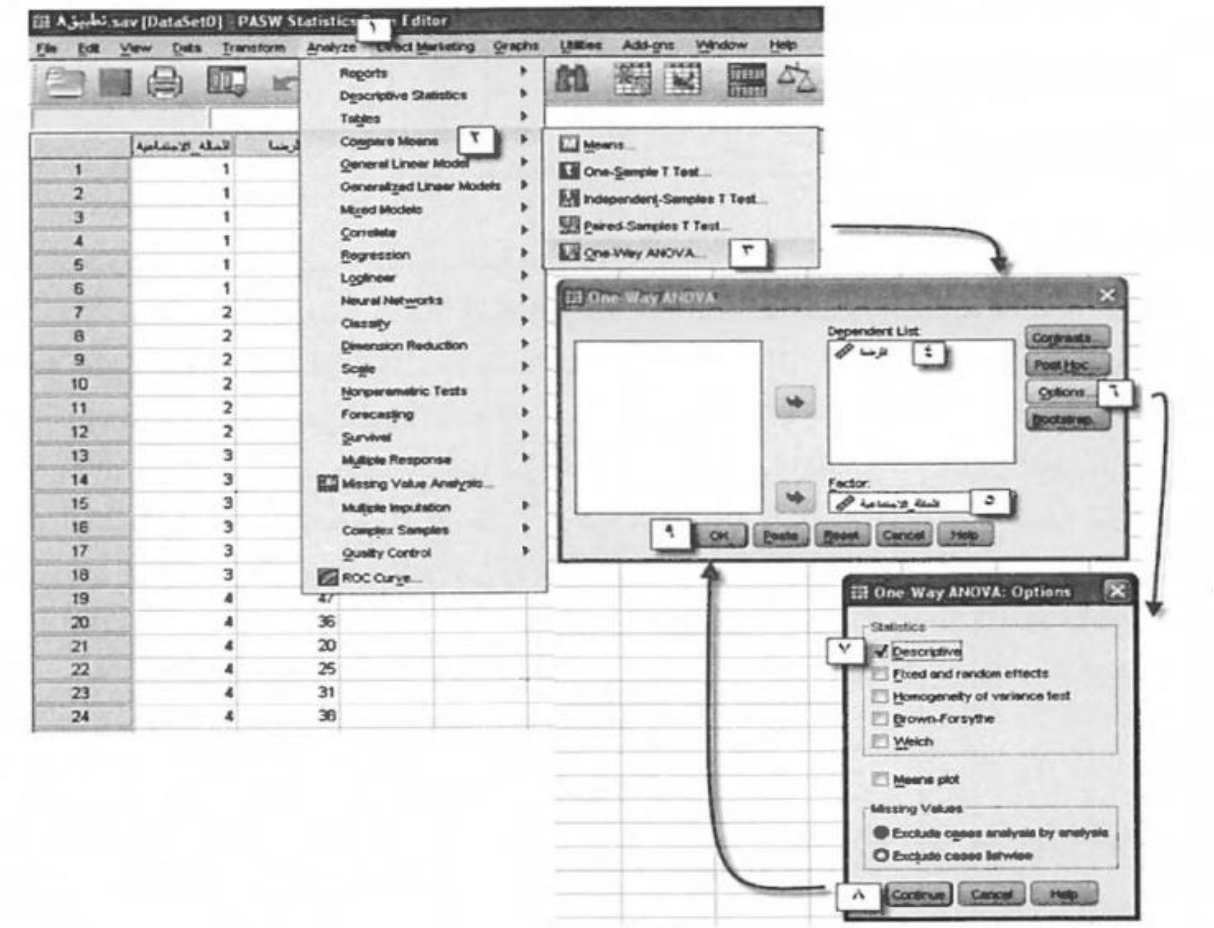
$$F = \frac{MST}{MSE}$$

التباين بين المجموعات

التباين داخل المجموعات

4-الآن قم بإدخال المتغيرات والبيانات إلىSpss من خلال نافذتي Variable View و Data View ومن ثم قم بحفظ الملف. بعد ذلك تتبع الخطوات حسب الأرقام التسلسلية من 1 إلى 9 كما هو موضح بالشكل 21 لتنفيذ الاختبار.

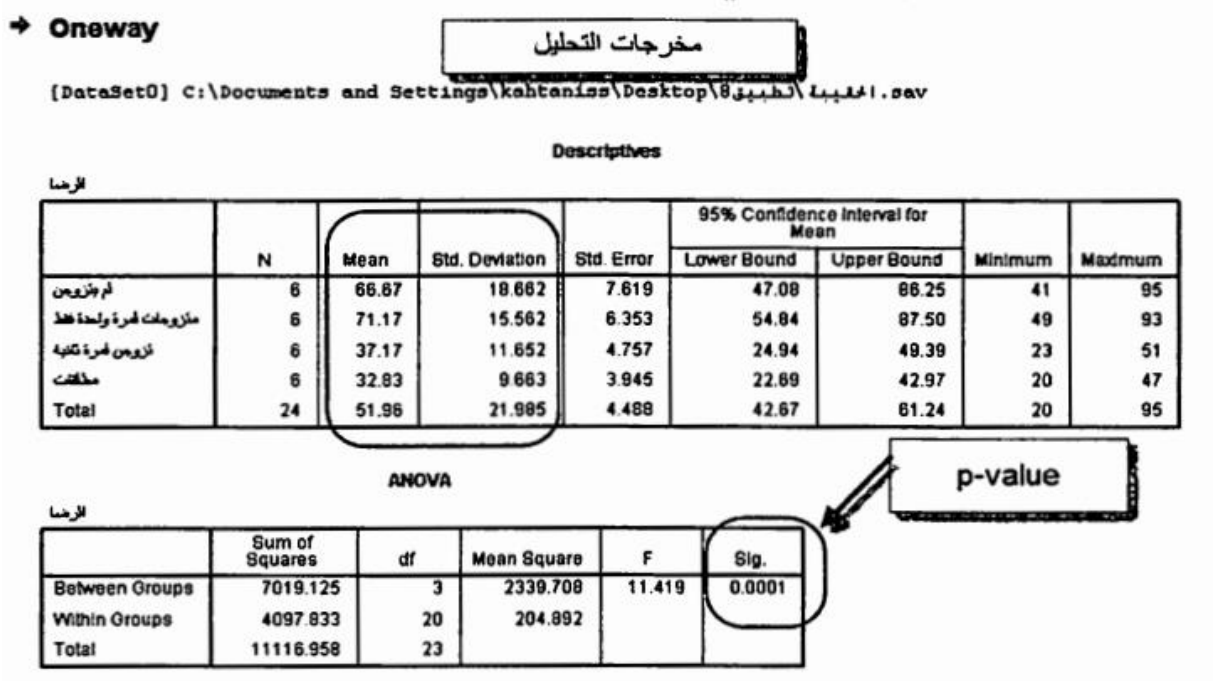
شكل رقم 21خطوات تنفيذ اختبارتحليل التباين الأحادي



ومن هنا نتحصل على مخرجات التحليل التالية في نافذة مخرجات Spss:

(القحطاني، 2015، ص.169).

شكل رقم 21 مخرجات تنفيذ اختبار تحليل التباين الأحادي



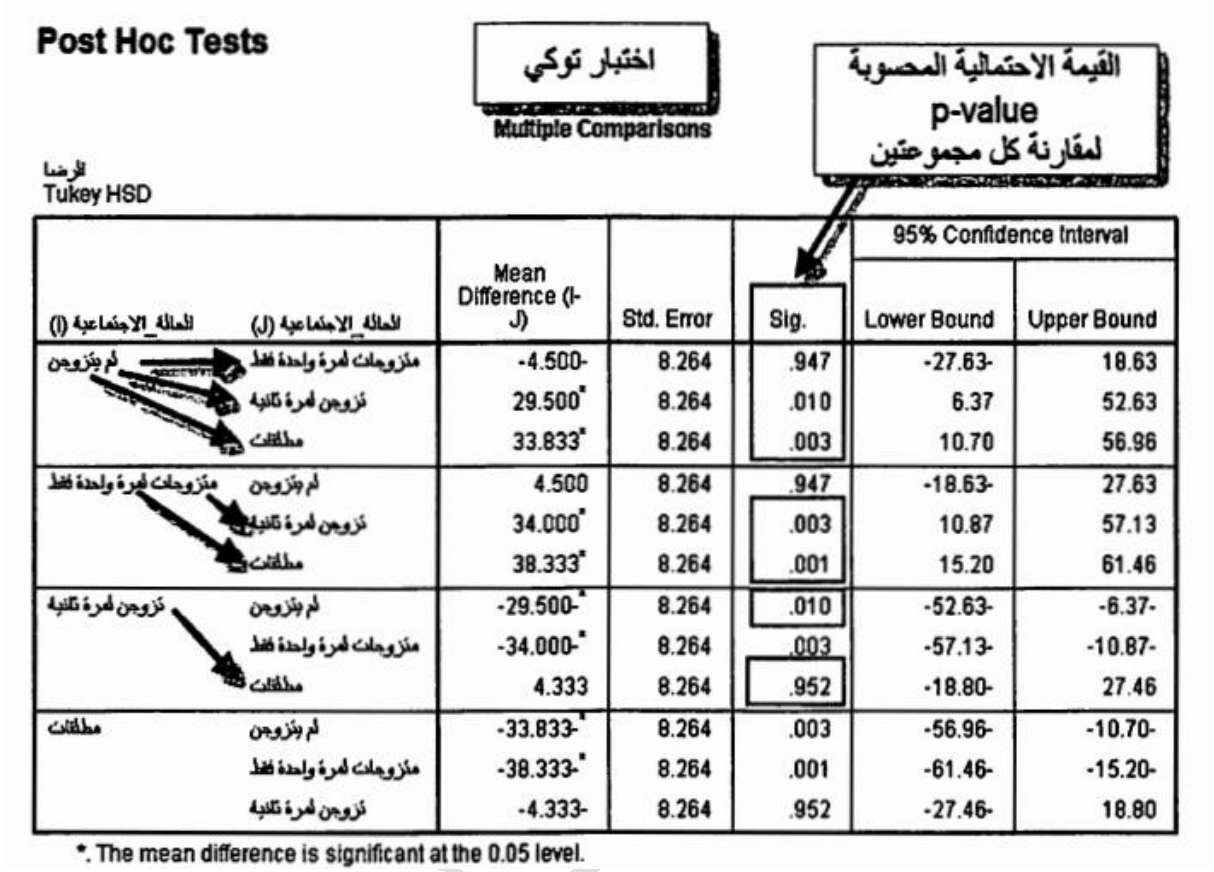
5- اتخاذ القراروتفسير النتائج: بما أن (0.05) α > (0.0001) P-value فإن الباحث سيقوم برفض فرضية العدم ومن ثم قبول فرضية البدل. وهذا يقود إلى استنتاج أنه عند مستوى معنوية 0.05 = α فإن تحليل التباين يؤكد أن الحالة الاجتماعية للإناث تؤدي إلى الاختلاف بشكل معنوي في متوسطات الرضا عن الحياة ($\mathbf{F}(3,20)=11.42$, $p=0.0001$). والجدول رقم 02 يوضح متوسطات الرضا لكل حالة وانحرافاتها المعيارية. كما أن الجدول في الشكل رقم 03 يوضح نتائج اختبار توكي للمقارنات البعدية للمقارنة الثنائية للرضا عن الحياة بين كل مجموعتين من الاناث في العينة حسب الحالة الاجتماعية، حيث اتضح أن هناك اختلافاً معنوياً بين المطلقات وغير المتزوجات، المطلقات والمتزوجات لمرة واحدة فقط، المتزوجات لمرة ثانية وغير المتزوجات، والمتزوجات لمرة ثانية والمتزوجات لمرة واحدة فقط، وذلك عند مستوى معنوية (0.05).

الجدول رقم 11 متوسطات الرضا عن الحياة عند الاناث حسب الحالة الاجتماعية و انحر افاتها المعيارية (بين الأقواس).

الحالة الاجتماعية			
مطلقات	تزوجن لمرة ثانية	متزوجات لمرة واحدة فقط	لم يتزوجن
83، 32 (9،66)	17، 37 (11،65)	17، 71 (15،56)	67، 66 (18،67)

(القحطاني، 2015، ص.170)

شكل رقم 22 اختبار توكي Tukey HSD للمقارنة الثنائية للرضا عن الحياة عند الاناث حسب حالتهم الاجتماعية



الحالة_الإجتماعية (I)	الحالة_الإجتماعية (J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
لم يتزوجن	متزوجات لمرة واحدة فقط	-4.500-	8.264	.947	-27.63-	18.63
	تزوجن لمرة ثانية	29.500*	8.264	.010	6.37	52.63
	مطلقات	33.833*	8.264	.003	10.70	56.96
متزوجات لمرة واحدة فقط	لم يتزوجن	4.500	8.264	.947	-18.63-	27.63
	تزوجن لمرة ثانية	34.000*	8.264	.003	10.87	57.13
	مطلقات	38.333*	8.264	.001	15.20	61.46
تزوجن لمرة ثانية	لم يتزوجن	-29.500-*	8.264	.010	-52.63-	-6.37-
	متزوجات لمرة واحدة فقط	-34.000-*	8.264	.003	-57.13-	-10.87-
	مطلقات	4.333	8.264	.952	-18.80-	27.46
مطلقات	لم يتزوجن	-33.833-*	8.264	.003	-56.96-	-10.70-
	متزوجات لمرة واحدة فقط	-38.333-*	8.264	.001	-61.46-	-15.20-
	تزوجن لمرة ثانية	-4.333-	8.264	.952	-27.46-	18.80

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

اختبارات المقارنات في تحليل التباين Comparasion Test:

في حالة رفض فرضية العدم والوصول إلى القرار بأن هناك اختلافاً معنوياً إحصائياً في متوسطات المتغير التابع بين مجموعتين على الأقل، فإنه من المفيد تحديد أي من المجموعات مختلفة عن بعضها معنوياً في المتغير التابع. ويوجد طريقتان مختلفتان للمقارنة بين متوسطات المجموعات، ويعتمد ذلك على مدى معرفة الباحث بطبيعة العلاقة بين المجموعات. وتلك الطريقتان هما:

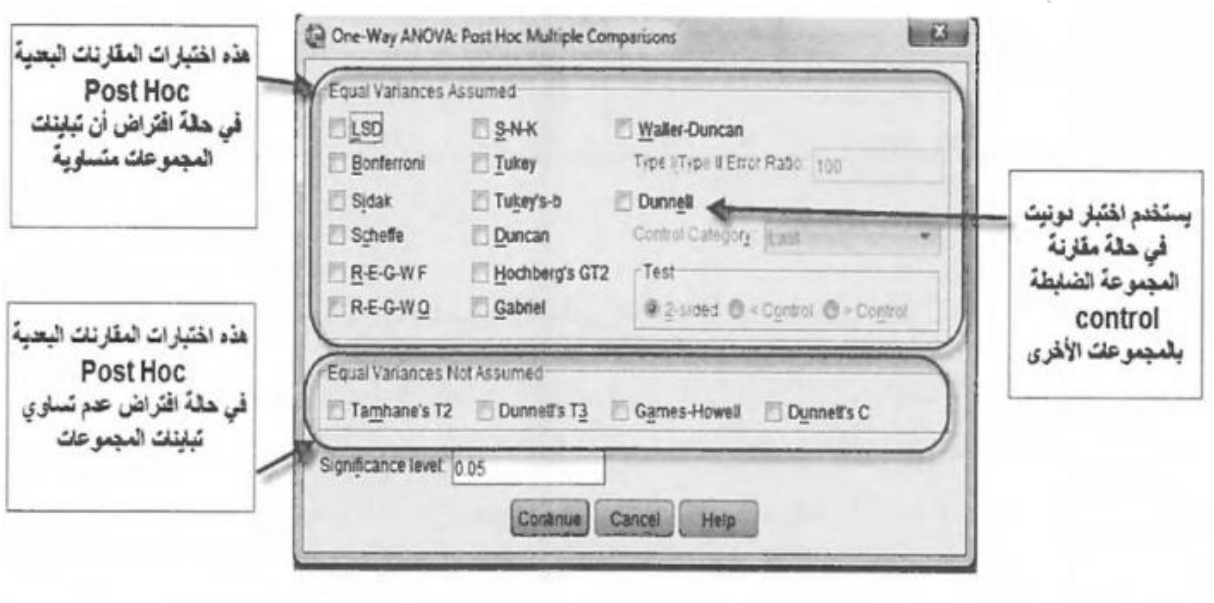
1- المقارنة المخطط لها مسبقاً Preplanned Contrasts، وفيها يعد الباحث سلفاً المقارنات التي يرغب في اختبارها ولا يتم عادة إجراء جميع المقارنات الممكنة. وهذا يساعد على الحد من زيادة احتمال الوقوع في الخطأ من النوع الأول.

2- اختبارات المقارنات البعدية لاختبار الاختلافات المعنوية بين كل مجموعتين من المتوسطات. يتم عادة استخدام هذه الطريقة إذا لم يكن لدى الباحث خلفية مسبقة عن أي المجموعات يريد مقارنتها، وإنما يعتمد على الأسلوب الاستكشافي للبحث عن المجموعات التي يوجد بينها فروقات معنوية. ومن تلك الاختبارات البعدية بونفيروني Bonferroni، فيشر لأقل فرق معنوي Fisher's LSD، ستيودنت-نيومان-كويلز Student-Newman-keuls(S-N-K)، توكي Tukey، شافيه Shaffe، دنكن Duncan، دونيت Dunnett

(يستخدم في حالة وجود مجموعة ضابطة بين المجموعات) وغيرها من الاختبارات(القحطاني، 2015، ص.171).

3- وتجدر الإشارة إلى أن برنامج Spss يحتوي كل تلك 18 اختباراً شاملاً تلك الأنواع من الاختبارات التي تم ذكرها والتي يتم ذكرها. والشكل رقم 23 يوضح تلك الاختبارات مصنفة حسب تحقق شرط تجانس التباين بين مجموعات الدراسة.

شكل رقم 23 اختبارات المقارنات البعدية المتعددة الأوجه في برنامج Spss.



(القحطاني، 2015، ص.172).

ثانياً: اختبار كروكسال- واليس لأوساط 3 عينات مستقلة فأكثر Kruskal-Wallis Test:

الهدف من استخدامه:

لاختبار الفرضية حول أوساط (جمع وسيط) ثلاثة مجتمعات مستقلة أو أكثر. أي اختبار فيما إذا كانت أوساط مجتمعات الدراسة متساوية أم أن هناك وسيطاً واحداً على الأقل من تلك الأوساط يختلف عن البقية اختلافاً معنوياً.

متى يستخدم:

يستخدم اختبار كروكسال- واليس اللامعلمي كبديل لاختبار التباين الأحادي (المعلمي) لمتوسطات ثلاث عينات مستقلة أو أكثر وذلك عند مخالفة اختبار **F** لأحد شروط استخدامه مثل كون توزيع المتغير التابع في مجتمعات الدراسة غير طبيعي، أو عدم تجانس تباينات المجتمعات أو لكون بيانات المتغير التابع رتبية.

شروط استخدامه:

- ✓ العينات مستقلة بعضها عن بعض.
- ✓ أن تكون العينات مختارة عشوائياً من مجتمعات الدراسة. (القحطاني، 2015، ص.194).

✓ أن يكون المتغير التابع محل الدراسة رتبياً على الأقل (يعني رتبي، فتري أو نسبي).

✓ أن يكون توزيع المتغير التابع في مجتمعات الدراسة متماثلاً في الشكل.

كيفية تنفيذه باستخدام برنامج SPSS من خلال تطبيق عملي تفاعلي:

فيما يلي سيتم توضيح كيفية تنفيذ اختبار كروكسال-واليس لأوساط 3 عينات مستقلة فأكثر وتفسير النتائج باستخدام برنامج SPSS من خلال تطبيق عملي تفاعلي كالتالي:

مثال رقم 02:

البيانات في الجدول التالي تبين تكرارات درجة الرضا العام لمقدمي الخدمة بالشؤون الصحية في المدن الرئيسية بالجزائر. تم أخذ عينة عشوائية من مقدمي الخدمة في كل مدينة من المدن الرئيسية وطلب منهم تحديد مستوى رضاهم العام عن خدمات الرعاية الصحية الأولية المقدمة في تراب الجمهورية.

جدول رقم 12درجة الرضا العام لمقدمي الخدمة بالشؤون الصحية في المدن المعنية.

درجة الرضا / المدينة	غيرراض تماماً (1)	غيرراض (2)	غير محدد (3)	راض (4)	راض تماماً (5)
الجزائر العاصمة	1	8	1	9	0
وهران	3	9	0	5	0
قسنطينة	0	2	1	6	3
تبسة	0	2	3	13	0
ورقلة	0	3	1	8	0

المطلوب: هل تدل البيانات على وجود اختلاف معنوي في مستويات الرضا العام لمقدمي الخدمة بمديريات الشؤون الصحية عن خدمات الرعاية الصحية الأولية المقدمة في المملكة باختلاف المدن الرئيسية؟

خطوات الحل:

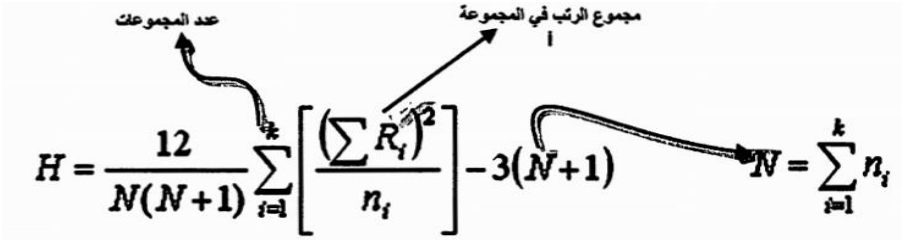
1. صياغة الفرضيات:

H_0: لا يوجد اختلاف معنوي بين أوساط مستوى الرضا العام لمقدمي الخدمة عن خدمات الرعاية الصحية الأولية المقدمة في المملكة باختلاف المدن الرئيسية.

H_1: على الأقل يوجد اختلاف معنوي في وسيط مستوى الرضا العام لمقدمي الخدمة عن خدمات الرعاية الصحية الأولية المقدمة في المملكة في مدينتين على الأقل من المدن الرئيسية.

2. تحديد مستوى المعنوية: وليكن $\alpha = 0.05$. (القحطاني، 2015، ص.195).

3. اختيار الاختبار الاحصائي المناسب: الاختبار الاحصائي في هذه الحالة هو اختبار كروكسال-واليس (Kruskal-Wallis Test)، ومن ثم تأخذ إحصائية الاختبار الشكل رقم 24 التالي:



ملاحظة: ينبغي التنويه إلى:

- أن هناك صياغة مختلفة لاحصائية اختبار كروكسال-واليس H يمكنك الاطلاع عليها من خلال دليل برنامج Spss في قائمة Helpe.

- أنه يتم تحوير إحصائية الاختبار H في حال وجود رتب متساوية وفي حال استخدام توزيعات احتمالية أخرى كتوزيع F وتوزيع X^2 كتقريبH.

4. الآن قم بإدخال المتغيرات والبيانات إلى Spssمن خلال نافذتي Variable View و Data View ومن ثم قم بحفظ الملف. ثم تأخذ البيانات بعد إدخالها الشكل التالي: (القحطاني، 2015، ص.196).

شكل رقم 25 يوضح البيانات بعد إدخالها في برنامجSpss.

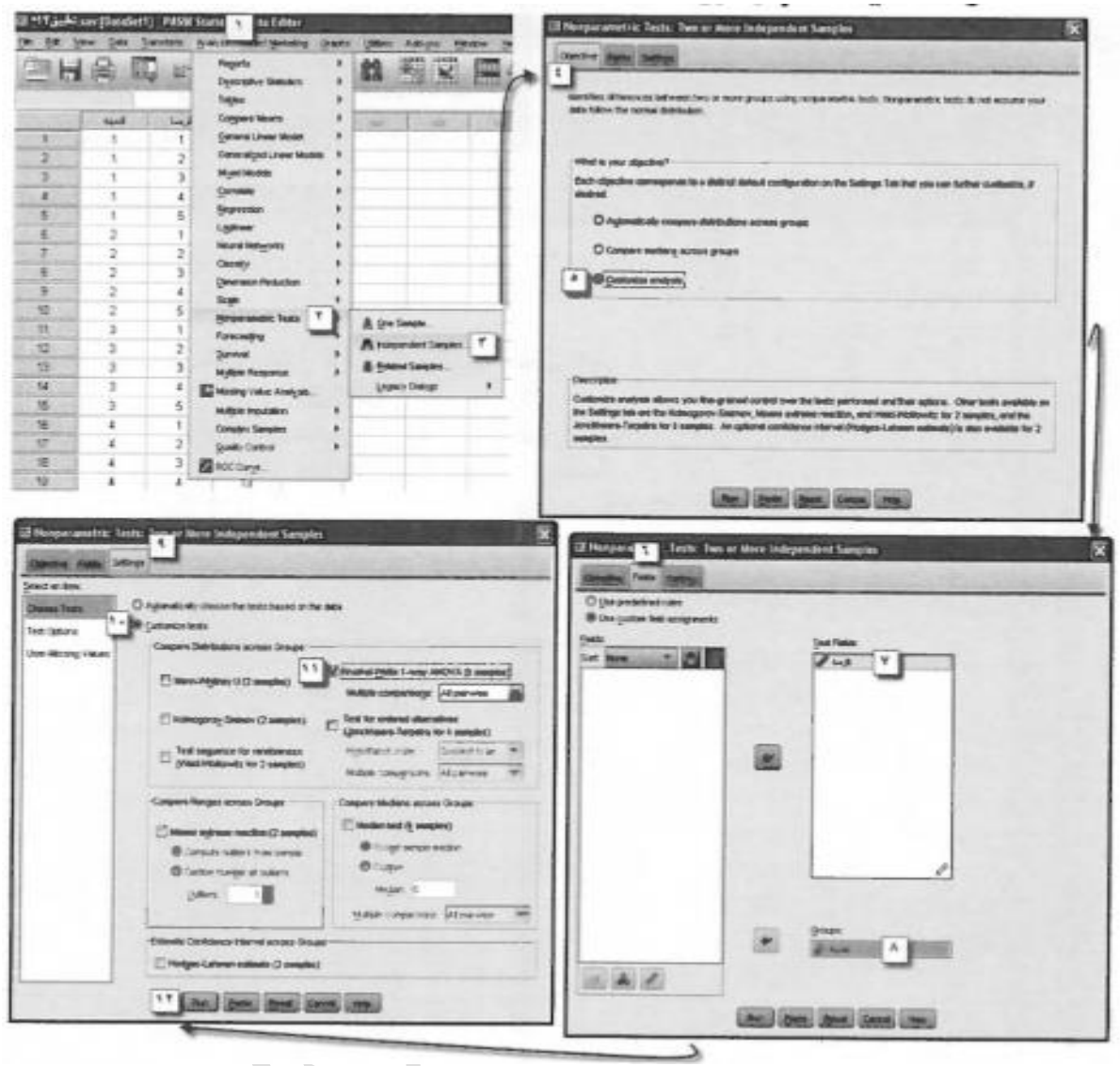


	المدينة	الرضا	التكرار
1	1	1	1
2	1	2	8
3	1	3	1
4	1	4	9
5	1	5	0
6	2	1	3
7	2	2	9
8	2	3	0
9	2	4	5
10	2	5	0
11	3	1	0
12	3	2	2
13	3	3	1
14	3	4	6
15	3	5	3
16	4	1	0
17	4	2	2
18	4	3	3
19	4	4	13
20	4	5	0
21	5	1	0
22	5	2	3
23	5	3	1
24	5	4	8
25	5	5	0

بعد ذلك تتبع الخطوات التسلسلية من 1 إلى 12 كما هو موضح في الشكل 26 لتنفيذ الاختبار.

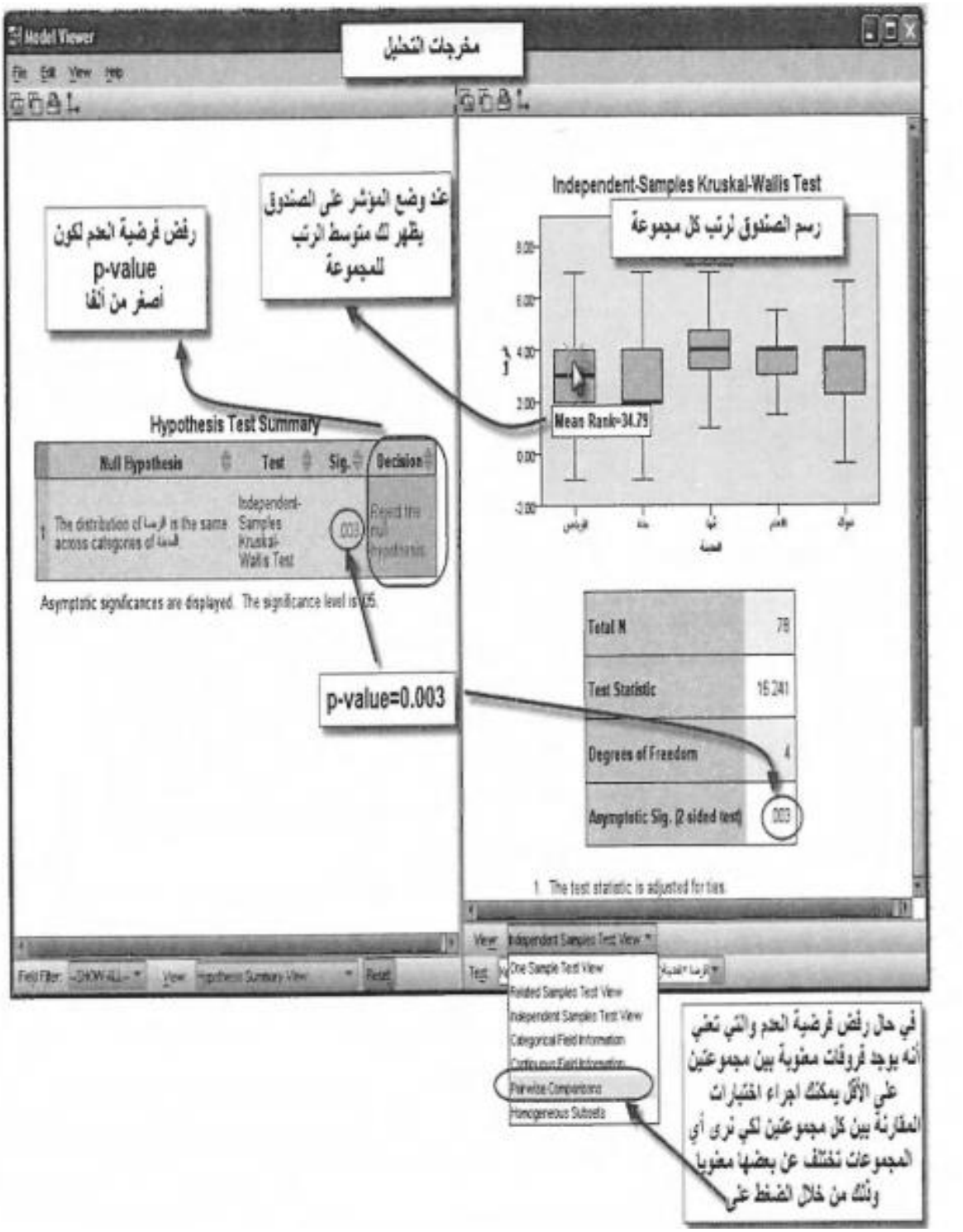
(القحطاني، 2015، ص.197).

شكل رقم 26 خطوات تنفيذ اختبار كروكسال- واليس.



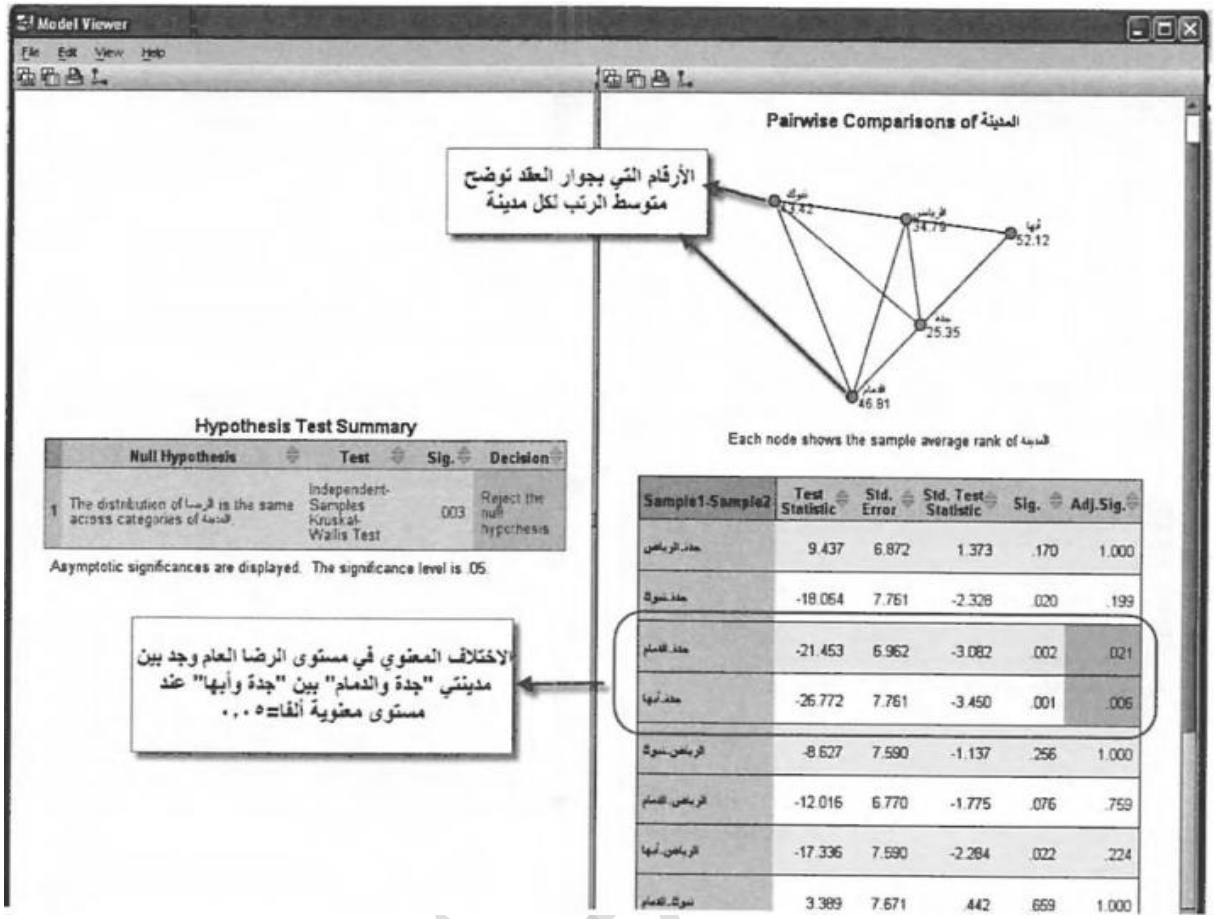
وبعد التنفيذ نحصل على جدول صغير في نافذة المخرجاتOutput، ثم نقوم بالنقر عليه مرتين متتاليتين للحصول على التالي: (القحطاني، 2015، ص.198).

شكل رقم 27 مخرجات تنفيذ اختبار كروكسال- واليس.



(القحطاني، 2015، ص.199).

شكل رقم 28 تكملت مخرجات تنفيذ اختباركروسال-واليس.



5. اتخاذ القراروتفسير النتائج: بما أن (0.05) α > (0.003) P-value فإن الباحث سيقوم برفض فرضية العدم ومن ثم قبول فرضية البدل. وهذا يقود إلى استنتاج أنه عند مستوى معنوية 0.05 = α فإن بيانات العينة تدل على وجود اختلاف معنوي بين وسيطي مستوى الرضا العام لمقدمي الخدمة في مدينتين على الأقل من المدن الرئيسية، ($\boldsymbol{H}(4)$ =16.24 , $\boldsymbol{p}$ =0.003). (القحطاني، 2015، ص.200).

والجدول رقم 04 يوضح متوسط الرتب لكل مجموعة وأحجام العينات من مقدمي الخدمة في كل مدينة من المدن الرئيسية. كما أن الشكل رقم 08 يوضح نتائج المقارنات الثنائية البعدية لمقارنة مستوى الرضا العام لمقدمي الخدمة حسب المدينة وقد اتضح أن هناك اختلافاً معنوياً في مستوى الرضا العام بين مدينتي جدة والدمام، وكذلك بين مدينتي جدة وأبها وذلك عند مستوى معنوية α=0.05.

جدول رقم 13 متوسط الرتب وأحجام العينات من مقدمي الخدمة في كل مدينة من المدن الرئيسية.

المدينة	الجزائر العاصمة	وهران	قسنطينة	تبسة	ورقلة
متوسط الرتب	34.79	25.35	52.12	46.81	43.42
حجم العينة	19	17	12	18	12

المحاضرة الخامسة

تحليل التغايـر أو التباين المشترك ANCOVA

Analysis of Covariance

عناصر المحاضرة:

تمهيد:

1- تحليل التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA)

2- التحقق من شروط تحليل التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA) باستخدام برنامج SPSS

2-1- التحقق من فرضية تساوي ميل الانحدار

2-2- التحقق من فرضية الخطية

2-3- التحقق من فرضية تجانس التباين

2-4- التحقق من شرط تجانس الانحدار

3- تطبيق اختبار التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA) باستخدام برنامج SPSS

تمهيد:

في مجال الإحصاء، يُعتبر تحليل العلاقات بين المتغيرات أمرًا أساسيًا لفهم كيفية تأثير أحد المتغيرات على الآخر، وكيفية تفاعل هذه المتغيرات مع بعضها البعض. ولتحقيق ذلك، يُستخدم مجموعة من الاختبارات الإحصائية التي تساعد في قياس قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرات. من بين هذه الاختبارات، نجد **التباين المشترك** أو **تحليل التغاير** (Covariance)الذي يعبّر عن مدى تغير المتغيرات معًا، مما يوفر مؤشراً أولياً على نوع العلاقة بينهما.

تهدف هذه المحاضرة إلى استكشاف هذه الاختبارات، وفهم كيفية استخدامها في البحث العلمي لتحليل العلاقات بين المتغيرات، وكيفية تفسير النتائج التي يتم الحصول عليها باستخدام كل من هذه الأدوات.

1- تحليل التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA):

يعتبر تحليل التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA) من الأساليب المستخدمة مع التصميم شبه التجريبي والفرق بينهما أنه في حال التصميم التجريبي يتم ضبط المتغيرات المتحكمة في المتغير التابع أما في التصميم شبه التجريبي فإن بعض المتغيرات المؤثرة في النتائج لم يتم إجراء تكافؤ بين المجموعات التجريبية والضابطة إنما تم قياس تلك المتغيرات فقط وبالتالي فإن استخدام الاختبار البديل وهو تحليل التباين لن يعطي نتائج حقيقية، لذلك نستخدم اختبار تحليل التغاير أو التباين المشترك (نبيل وجمعة، 2015، ص.268).

يعرف التباين المشترك بين المتغيرين الحقيقيين (x) و (y) بأنه التغاير (variation) الآني الذي يطرأ على المتغيرين، صعوداً أو هبوطاً ويأخذ الصيغة الرياضياتية الآتية:

$$cov[x,y] = \frac{\sum_{i=1}^{n}(xi - \bar{x})(yi - \bar{y})}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} xiyi - n\bar{x}\bar{y}}{n}$$

حيث:

Cov= التباين المشترك أو التغاير

Xi, yi= المتغيرات.

$\bar{x}\bar{y}$ = المتوسطات الحسابية للمتغيرين.

N = عدد العينة.

كثيراً ما تتقلب قيم المتغيرات مع بعضها، زيادةً أو نقصاناً، بشكل آني (أي في نفس الوقت)، ما يعني بأن المتغيرات مرتبطة بشكل ما، فعلى سبيل المثال، لنفترض أن لدينا البيانات الرقمية التالية عن المتغيرين (x) و (y) كالتالي:

المتغير x	5	9	8	10	15	23
المتغير y	37	15	7	0	7-	20-

1. من هذه البيانات نقوم بحساب متوسط (x) ومتوسط (y) وحاصل ضرب (x y) كما يلي:

العينة	x_i	y_i	x_iy_i
1	5	37	185
2	9	15	135
3	8	7	56
4	10	0	0
5	15	7-	105-
6	23	20-	460-
$\sum$ المجموع	70	32	189-

2. حساب المتوسطات الحسابية:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} xi}{n} = \frac{70}{6} = 11.667$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} yi}{n} = \frac{32}{6} = 5.333$$

3. حساب التباين المشترك بتطبيق المعادلة المبسطة السابقة:

$$cov[x,y] = \frac{\sum_{i=1}^{n} xiyi - n\bar{x}\bar{y}}{n-1}$$

$$cov[x,y] = \frac{-189 - 6(11.667)(5.333)}{5} = -112.464$$

➢ **صفات التباين المشترك أو التغاير:**

أولاً: إذا كانت (a) و (b) ثابتتين، فإن:

$$cov[ax,by] = abcov[x,y]$$

مثال: إذا كانت (a=5) و (b=8) فإن:

$$cov[ax,by] = 40cov[x,y]$$

ثانياً: إذا كانت (a) ثابت و(b) متغير فإن:

$$cov[x,a] = 0$$

مثال: إذا كانت (a=5)، فإن:

$$cov[x,5] = 0$$

ثالثاً: التباين المشترك بين المتغير (x) ونفسه يعطي تباين المتغير، أي أن:

$$cov[x,x] = var\ [x]$$

رابعاً: إذا كانت (a) و (b) ثابتين، فإن:

$$cov[a+x,b+y] = cov\ [x,y]$$

ملاحظة هامة:

عند النظر إلى طريقة حساب التباين المشترك بين متغيرين ونتيجة الحساب نجد أن قيمته وبإعتباره مؤشراً للعلاقة بين المتغيرين، إلا أنه غير محدد (unbounded)، أي أن قيمة التباين المشترك قد تأخذ أي قيمة على خط الأعداد، ومن أجل تصحيح هذا العيب، سنقوم بقسمته على حاصل ضرب الانحراف المعياري لكل من المتغيرين، فينتج من هذه العملية مقياساً مشذباً ومحدد القيمة، وهو ما يعرف بالارتباط (Correlation) بين متغيرين، ويأخذ الصيغة الآتية:

$$Pxy = \frac{Cov(x,y)}{\sigma x \sigma y}$$

- وقيم معامل الارتباط بيرسون يقع في المجال (∓ 1) أي أنه محصور بين (-1) و (+1).

- وباستخدام البيانات الرقمية المذكورة في المثال السابق، نحسب قيم الانحراف المعياري من خلال التباين لكل من المتغيرين ثم نطبق ذلك في معادلة معامل الارتباط بيرسون السابقة.

- حساب التباين للمتغير (x):

$$s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(xi - \bar{x})^2}{n} = 41.468$$

- حساب الانحراف المعياري لـ(x) من خلال الجذر التربيعي للتباين:

$$\sqrt{41.468} = 6.439$$

- حساب التباين للمتغير (y):

$$s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(yi - \bar{y})^2}{n} = 384.268$$

- حساب الانحراف المعياري لـ(y) من خلال الجذر التربيعي للتباين:

$$\sqrt{384.268} = 19.602$$

- حساب معامل الارتباط بيرسون بتطبيق المعادلة السابقة:

$$\boldsymbol{Pxy = \frac{-112.464}{(6.439)(19.602)} = \frac{-112.464}{126.217} = -0.891}$$

- قيمة معامل الارتباط بيرسون الناتجة قيمة سالبة الإشارة مما يعني أن هناك علاقة عكسية قوية ما بين المتغيرين (عبد الرزاق، 2019).

2- التحقق من شروط تحليل التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA) باستخدام برنامج SPSS:

وليكن لدينا المثال التالي:

تم اختيار 9 مفحوصين عشوائياً وتوزيعهم على 3 مجموعات درست كل مجموعة منهم بإحدى طرق التدريس الرياضيات وتم قياس الاستعداد الرياضي والتحصيل الدراسي حيث تم قياس الاستعداد الرياضي (القدرة الرياضية) قبل التجربة وقياس التحصيل الدراسي بعد التجريب.

المجموعة 1		المجموعة 2		المجموعة 3	
الاستعداد Apt	التحصيل Ach	الاستعداد Apt	التحصيل Ach	الاستعداد Apt	التحصيل Ach
8	6	7	8	9	12
4	3	5	7	10	12
6	4	8	10	7	10

ونلاحظ أنه تم ادخال البيانات بالترتيب في برمجية Spss على الشكل التالي:

الطريقة Method	الاستعداد Apt	التحصيل Ach
1	8	6
1	4	3
1	6	4
2	7	8
2	5	7
2	8	10
3	9	12
3	10	12
3	7	10

(نبيل وجمعة، 2015، ص.268).

الآن لدينا ثلاثة متغيرات وهي:

- **المتغير المستقل:** طريقة بثلاث مستويات أو ثلاثة مجموعات مستقلة.
- **متغير التغاير:** الاستعداد الرياضي.
- **المتغير التابع:** التحصيل الدراسي في الرياضيات.

والواقع أن اختبار ANCOVA يحاول حذف أثر المتغير المصاحب من المتغير التابع (التحصيل) ومن ثم نستخدم اختبار F على المتوسطات المعدلة للاختبار التحصيلي لتبين الفروق بينها، وفي حال وجود أكثر من طريقتين أو عينتين يجب استخدام اختبارات المقارنة البعدية التي يوفرها برنامج SPSS مثل LSD وغيرها ويفضل استخدام اختبار بونفروني وSidak لأنهما يعتمدان على المتوسطات المعدلة.

شكل رقم 29 البيانات بمحررspss

	Method	Apt	Ach
1	1	8	6
2	1	4	3
3	1	6	4
4	2	7	8
5	2	5	7
6	2	8	10
7	3	9	12
8	3	10	12
9	3	7	10

2-1- التحقق من فرضية تساوي ميل الانحدار:

حتى نطبق تحليل التغاير يجب أن تكون العلاقة بين متغير التغاير والمتغير التابع خطية وعدم وجود تفاعل بين متغير التغاير والمعالجات.

هل توجد علاقة خطية قوية بين متغير التغاير والمتغير التابع؟ هل ميل الخطوط لكل من متغير التغاير (الاستعداد الرياضي) ومتغير التحصيل الدراسي في المجموعات الثلاثة متساوي؟ هل التفاعل بين الطرق الثلاث والاستعداد الرياضي دال إحصائياً؟

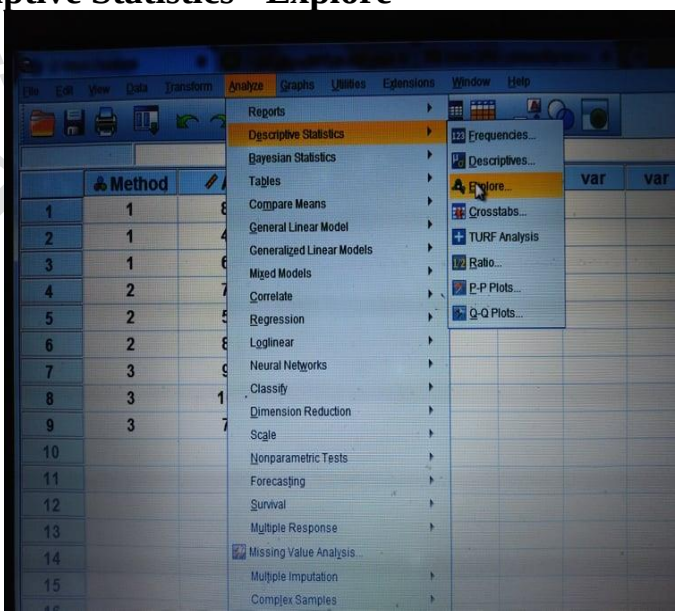
2-2- التحقق من فرضية الخطية:

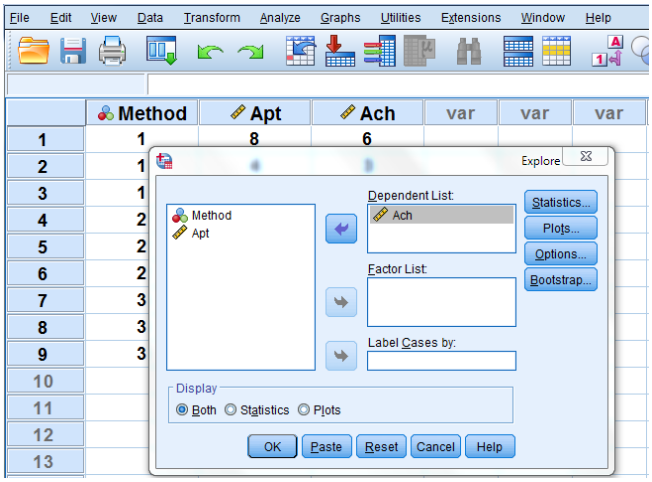
نظراً لأن اختبار ANCOVA عبارة عن نموذج خطي عام مع انحدار متعدد، فيفترض أن متغير التغاير يرتبط خطياً مع المتغير التابع، وفي مثالنا يجب أن يكون الارتباط خطي بين كل من الاستعداد الرياضي والتحصيل في الرياضيات، وفي برنامج SPSS يجب أن نرسم أو نحدد الانحدار الخطي لكل المجموعات بين المتغيرين ثم نحسب مربع معامل الارتباط ونقارن بين الميل في كل مجموعة (نبيل وجمعة، 2015، ص.270).

2-3- التحقق من فرضية تجانس التباين:

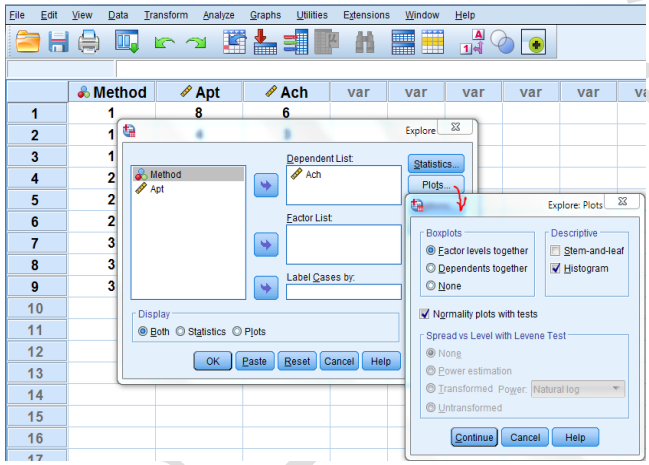
يجب أن يكون التباين متجانساً لكل المجموعات بين المتغيرين وهو نفس شرط اختبار ANOVA مع ملاحظة شرط الاعتدالية أيضاً، والاعتدالية شرط رياضي مهم، وقد اقترح بعض الباحثين أن هذا الشرط يمكن التغاضي عنه في حال العينات التي تزيد عن 30 فرد. ويمكن التحقق من شرطي الاعتدالية والتباين للتجانس باستخدام اختبار ليفين Levenes test لتجانس التباين أواختبار شابيرو- ويلك Shapiro-Wilk أو اختبار كلمنجروف- سميرونوف Kolmogorov-Smirnov ونستطيع إجرائهما من خلال برنامج SPSS وفي الخطوات التالية: (نبيل وجمعة، 2015، ص.270).

Analysis - Descriptive Statistics - Explore





انقر الزر **Plots** تحصل على النافذة التالية:



علم على خانة **Normality plots with tests** وأنقر زر **Continue** تظهر النافذة التي تسبقها ثم انقر موافق

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ach	.174	9	.200*	.936	9	.537

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

ويخشى بعض الباحثين عدم تحقق شرط الاعتدالية والحل ببساطة هو اللجوء إلى الإحصاء اللابارامتري.

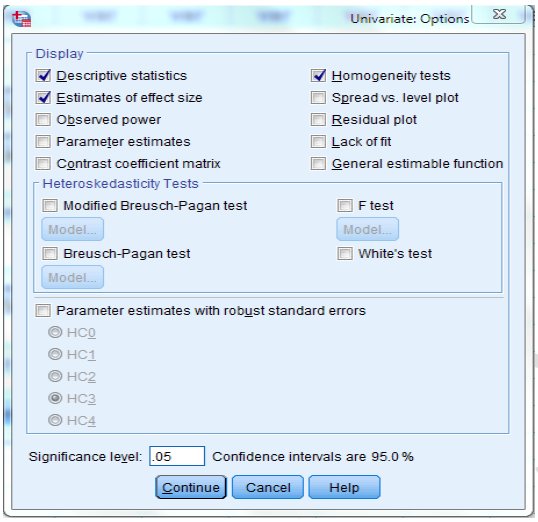
2-4- التحقق من شرط تجانس الانحدار:

من شروط اختبار ANCOVA توفر تجانس الانحدار فبعض البرامج تحسبه بشكل مستقل ولكن يستدل عليه في برنامج SPSS بحساب دلالة التفاعل بين المتغيرين من خلال حساب جدول ANCOVA مع حساب التفاعل(نبيل وجمعة، 2015، ص.272).

لحساب تجانس الانحدار باستخدام برنامج SPSS

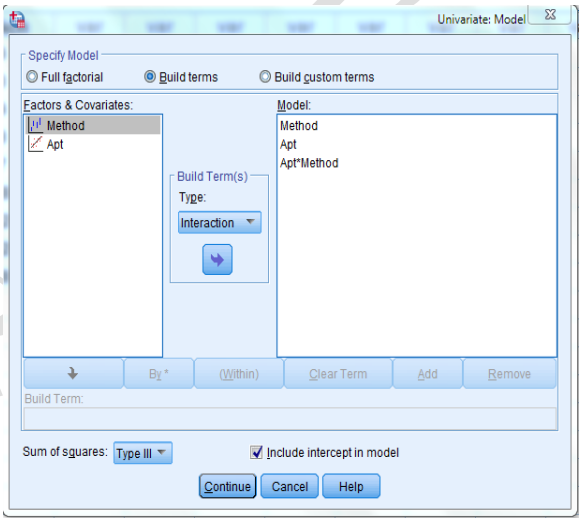
- Analysis – General Linear Model – Univariate ➢

- اختر المتغير Ach وضعه في مربع المتغير التابع Dependent variable
- اختر المتغير method وضعها في مربع العامل الثابت Fixed factor
- اختر المتغير Apt وضعه في مربع متغير التغاير Covariate
- اختر الخيار Options لعرض الإحصاءات والاختبارات المصاحبة.
- اختر المتغير method انقله في مربع العرض Disaplay mean box وعلم باقي المربعات كما بالشكل التالي:



انقر الزر Model وانقر الخيار Custom

انقل متغير التغاير Apt والطريقة method وعلمها معا ونقلهما للمربع الأيسر كما بالشكل التالي:



المخرجات:

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Ach

Method	Mean	Std. Deviation	N
1	4.33	1.528	3
2	8.33	1.528	3
3	11.33	1.155	3
Total	8.00	3.279	9

حساب التفاعل:

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ach

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	84.905[a]	5	16.981	46.513	.005	.987
Intercept	1.629	1	1.629	4.461	.125	.598
Method	1.415	2	.708	1.938	.288	.564
Apt	10.343	1	10.343	28.332	.013	.904
Method * Apt	.129	2	.065	.177	.846	.105
Error	1.095	3	.365			
Total	662.000	9				
Corrected Total	86.000	8				

a. R Squared = .987 (Adjusted R Squared = .966)

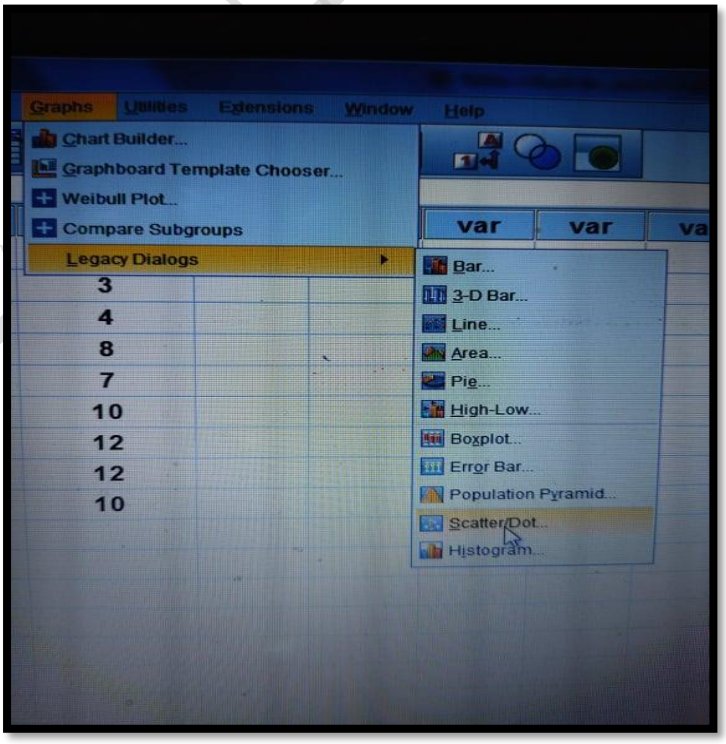
$$Partial\ \eta^2_{interaction} = \frac{Sum of\ Square_{interaction}}{Sum of\ Square_{interaction} + Sum of\ Square_{error}}$$

الاستخلاص:

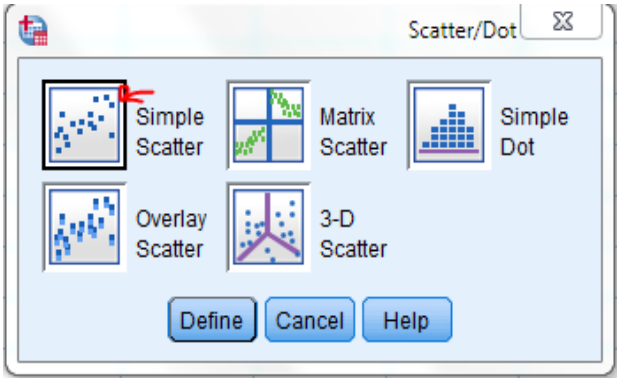
The interaction is not significant, $F(2,3) = .177$, $p = .846$, partial eta square = .105.

التفاعل ليس دال إحصائياً من خلال قيمة **F** مما يشير لتحقق شرط تجانس الانحدار وبذلك يتحقق أحد شروط تحليل التغاير.

ولاختبار شرط العلاقة الخطية بين المتغير التابع التحصيل الدراسي ومتغير التغاير الاستعداد الرياضي من قائمة رسم **Graph** اختر ثم **Scatter** اختر النمط النشط البسيط.

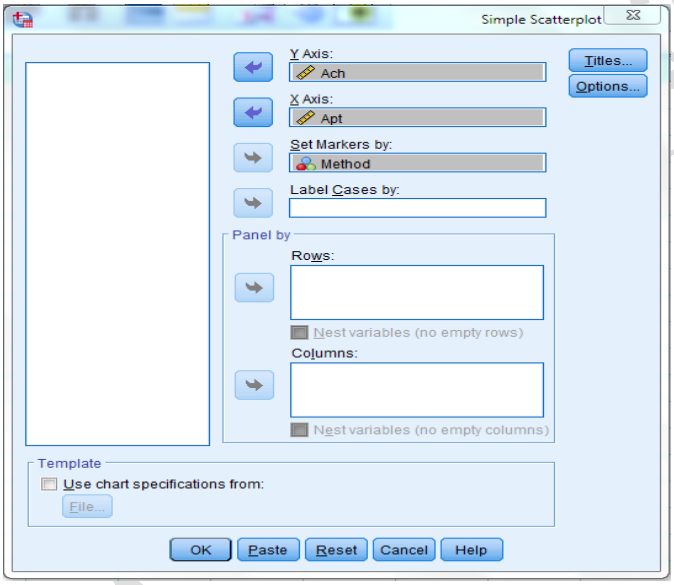


اختيار التشتت البسيط

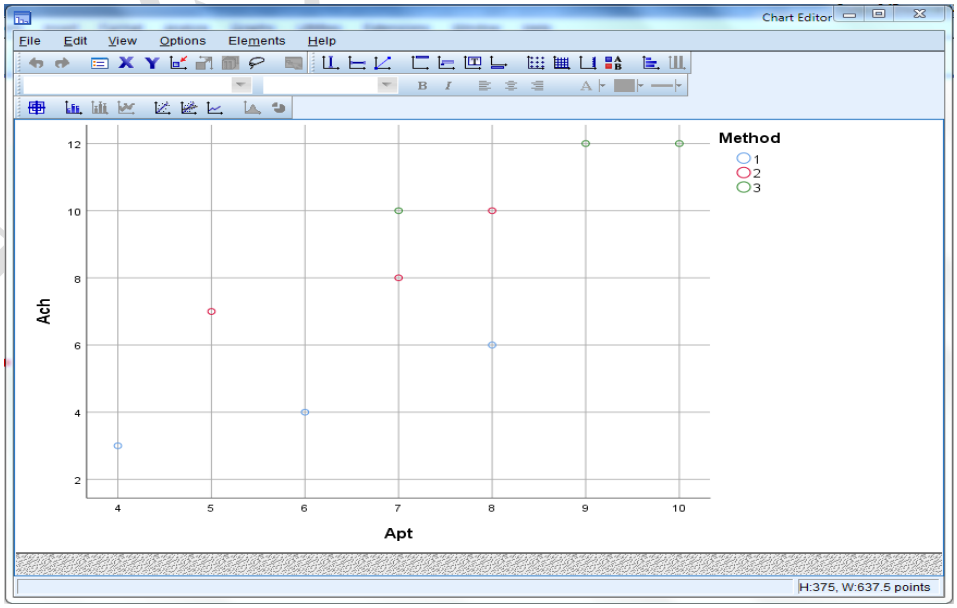


انقر الزر **Define** وانقل المتغير **Ach** لمربع محور **y** ثم ضع المتغير **Apt** في مربع محور **X** وانقل متغير العامل **method** لمربع **Set Markers by** كما بالشكل التالي:

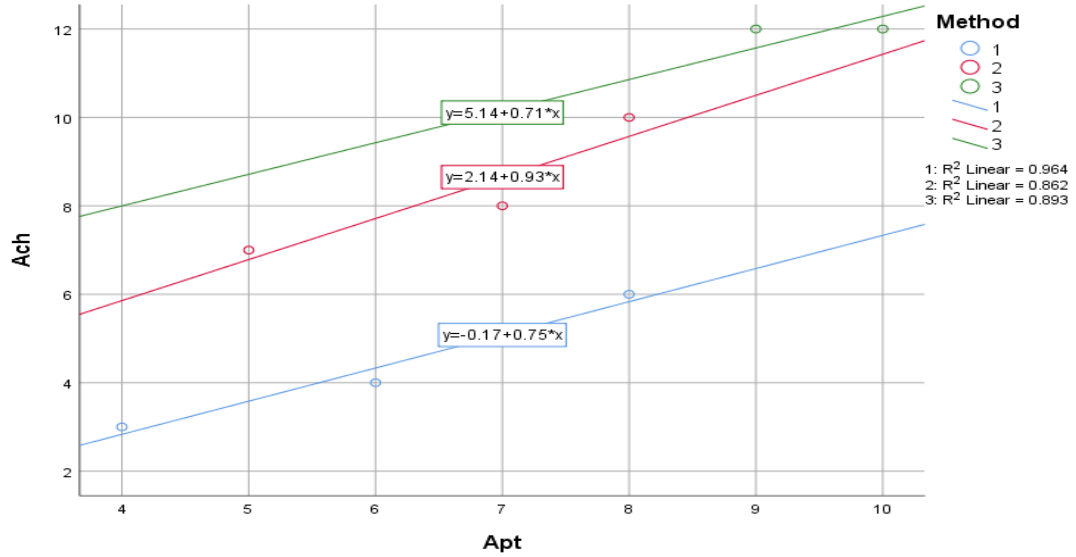
نافذة اعدادات رسم الانحدار البسيط



عدل المخطط للحصول على خطوط الانحدار بنقر الرسم نقر مزدوجاً



ومن قائمة **elements** اختر **Fit subgroup** سيظهر لك الشكل التالي:



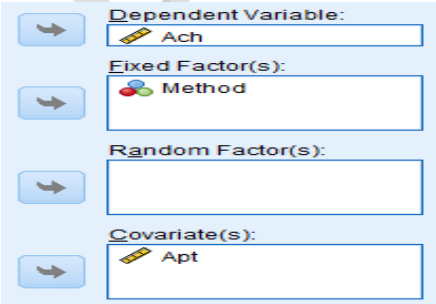
ومن الرسم يتضح أن متغير التغاير (الاستعداد الرياضي) يرتبط بعلاقة خطية مع المتغير التابع وهو التحصيل في الرياضيات في الطرق الثلاث المستخدمة في التدريس ومن ثم يتحقق شرط تساوي الميل ومن ثم نجري اختبار تحليل التغاير ANCOVA باتجاه واحد(نبيل وجمعة، 2015، ص.277).

وهذا واضح من شبه التوازي في الطرق الثلاث ومربع معامل الارتباط مرتفع والمتقارب في القيمة.

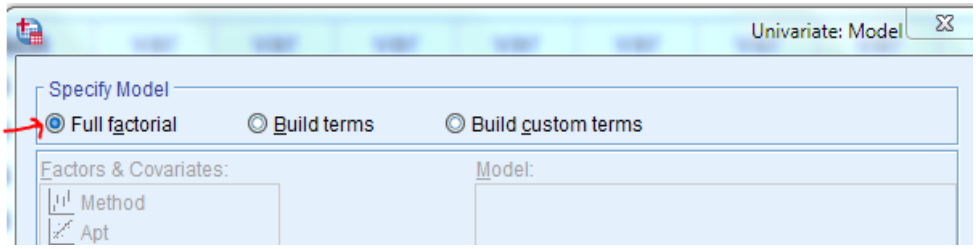
3- تطبيق اختبار التغاير أو التباين المشترك (ANCOVA) باستخدام برنامج SPSS:

الفروق في التحصيل لا ترجع فقط للفروق عبر طرق التدريس الثلاث ولكن أيضا للفروق الابتدائية في الاستعداد الرياضي ولكي نعزل أثر الاستعداد الرياضي كما نراها في التطبيق القبلي لاختبار الاستعداد الرياضي. ومن ثم نستخدم اختبار ANCOVA الذي سوف نناقشه في مايلي من خلال المثال ولكن أود التنويه إلى أن الخطوات السابقة ضرورية ويجب التوقف عن استخدام اختبار ANCOVA في حالة عدم تحقق تلك الشروط وخاصة شرطي تجانس الانحدار وشرط الخطية الذي يشير ببساطة لارتباط تنبؤي بين متغير التغاير والمتغير التابع. وسوف نفترض أننا أجرينا تلك الاختبارات التحققية:

- اختر **Analysis – General Linear Model – Univariate** وضع المتغيرات كما سبق وتم توضيحها في الشكل التالي:



اختر **Model** وعلم الزر **Full factorial** كما بالشكل التالي:



انقر زر **OK**

المتوسطات المعدلة

Estimated Marginal Means

Method

Dependent Variable: Ach

Method	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	5.209[a]	.315	4.400	6.018
2	8.684[a]	.291	7.937	9.431
3	10.107[a]	.340	9.232	10.982

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Apt = 7.11.

الآن يجب أن نختبر الفروق بين المتوسطات لنحسب الفرق بين الطرق الثلاث بعد عزل أثر الاستعداد الرياضي.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ach

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	84.776[a]	3	28.259	115.401	.000	.986
Intercept	1.891	1	1.891	7.723	.039	.607
Apt	10.776	1	10.776	44.005	.001	.898
Method	26.587	2	13.294	54.288	.000	.956
Error	1.224	5	.245			
Total	662.000	9				
Corrected Total	86.000	8				

a. R Squared = .986 (Adjusted R Squared = .977)

من الجدول ننظر لقيمة **F** المقابلة لطرق المستخدمة **method** نجد أن قيمتها تساوي 54.288 وهي دالة إحصائياً عند مستوى أقل من 0.001 وبالتالي يجب أن نستخدم اختبار للمقارنة البعدية لتحديد أي الطرق تفوقت على الطريقتين الأخريتين، كما نلاحظ أن حجم التأثير كبير 0.956

$$Partial\ \eta^2_{method} = \frac{Sum of\ Square_{method}}{Sum of\ Square_{method} + Sum of\ Square_{error}}$$

نتأكد من تعليم مربع الاختيار **Compare main effect** ونختار طريقة للمقارنات البعدية نستخدم اختبار **Bonferroni** وسوف نحصل على نتائج من ضمنها الجدول التالي:

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Ach

(I) Method	(J) Method	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[b]	95% Confidence Interval for Difference[b]	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-3.474-*	.412	.001	-4.929-	-2.019-
	3	-4.897-*	.514	.001	-6.712-	-3.083-
2	1	3.474*	.412	.001	2.019	4.929
	3	-1.423-	.469	.087	-3.080-	.234
3	1	4.897*	.514	.001	3.083	6.712
	2	1.423	.469	.087	-.234-	3.080

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

1. لا توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى 0.01 بين الطريقة 2 والطريقة 3 لصالح الطريقة 2 ونلاحظ ظهور علامة * مع المتوسطين.
2. توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى 0.01 بين الطريقة 1 والطريقة 3 لصالح الطريقة 1، بناء على قيم المتوسطات الحسابية للطريقتين.
3. توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى 0.01 بين الطريقة 1 والطريقة 2 لصالح الطريقة 1، بناء على قيم المتوسطات الحسابية للطريقتين.

ملحوظة: اختبار تحليل التغاير أنكوفا (ANCOVA) بديل لاختبار تحليل التباين أنوفا (ANOVA) في حالة عدم تكافؤ المجموعات(نبيل وجمعة، 2015، ص. 278 - 280).

المحاضرة السادسة

معاملات الارتبـاط والتنبـؤ

Correlation and Prediction Coefficients

عناصر المحاضرة:

- تمهيد

1- مفهوم معامل الارتباط

2- معامل الارتباط بيرسون (Pearson correlation coefficient)

3- معادلات حساب معامل الارتباط البسيط بيرسون (Pearson correlation)

4- معادلات معامل الارتباط في حالة القيم معيارية

5- معامل الارتباط سبيرمان للرتب (Rho de Spearman)

6- تحويل البيانات الكمية إلى رتب

7- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression)

8- الانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression

- تمهيد:

في مجال البحث العلمي والتحليل الإحصائي، يُعتبر فهم العلاقة بين المتغيرات أمرًا حيويًا لاستنتاج النتائج الدقيقة واتخاذ القرارات المدروسة. من بين الأدوات الأساسية المستخدمة لتحليل العلاقات بين المتغيرات هي معاملات الارتباط، التي تساعدنا في قياس مدى قوة العلاقة واتجاهها بين المتغيرات.

يتم استخدام معاملات الارتباط مثل معامل الارتباط بيرسون ومعامل الارتباط سبيرمان لتحديد درجة الارتباط بين المتغيرات. بينما يُستخدم معامل الارتباط بيرسون (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) لقياس الارتباط الخطّي بين المتغيرات المستمرة، فإن معامل الارتباط سبيرمان (Spearman's Rank Correlation) يُستخدم عندما لا تتوزع البيانات بشكل طبيعي أو في الحالات التي تكون فيها العلاقة غير خطية، حيث يعتمد على ترتيب القيم بدلاً من القيم الأصلية.

أما في سياق التنبؤ، تُعد معاملات الارتباط أداة مهمة لتقدير العلاقة المستقبلية بين المتغيرات، خاصة في النماذج الإحصائية التي تعتمد على البيانات التاريخية لتوقع نتائج المستقبل. ومن هنا، يُعتبر الفهم العميق لكيفية استخدام هذه المعاملات أمرًا أساسيًا لتحليل البيانات بشكل دقيق، سواء كان ذلك في العلوم الطبيعية أو الإنسانية.

خلال هذه المحاضرة، سنستعرض كيفية استخدام معاملات الارتباط والتنبؤ في البحث العلمي، ونناقش كيفية تطبيق هذه الأدوات لتحليل البيانات وتفسير النتائج، مما يعزز قدرتنا على اتخاذ قرارات مستنيرة بناءً على الأدلة المتاحة.

1- مفهوم معامل الارتباط:

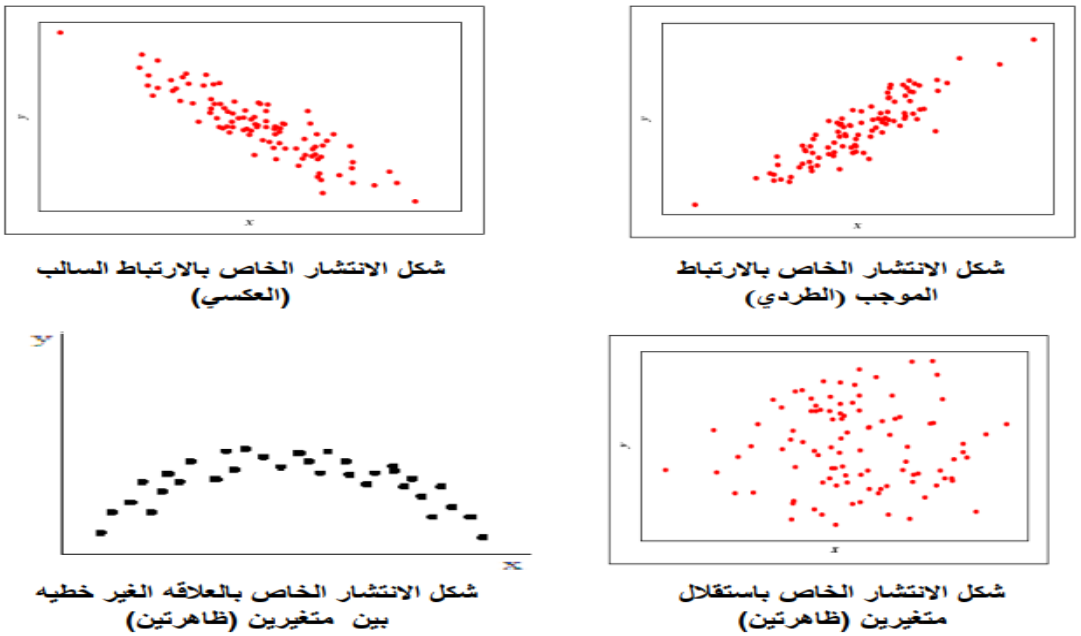
يستخدم معامل الارتباط في المنهج الوصفي للتعرف على طبيعة وقوة العلاقة بين متغيرين أو أكثر، فعندما يلاحظ تغير في المتغير (X) يتبعه تغير في المتغير (Y) فإن الباحث يهتم بدراسة العلاقة التي تربط هذين المتغيرين، والتعرف على نوعية وقوة هذه العلاقة.

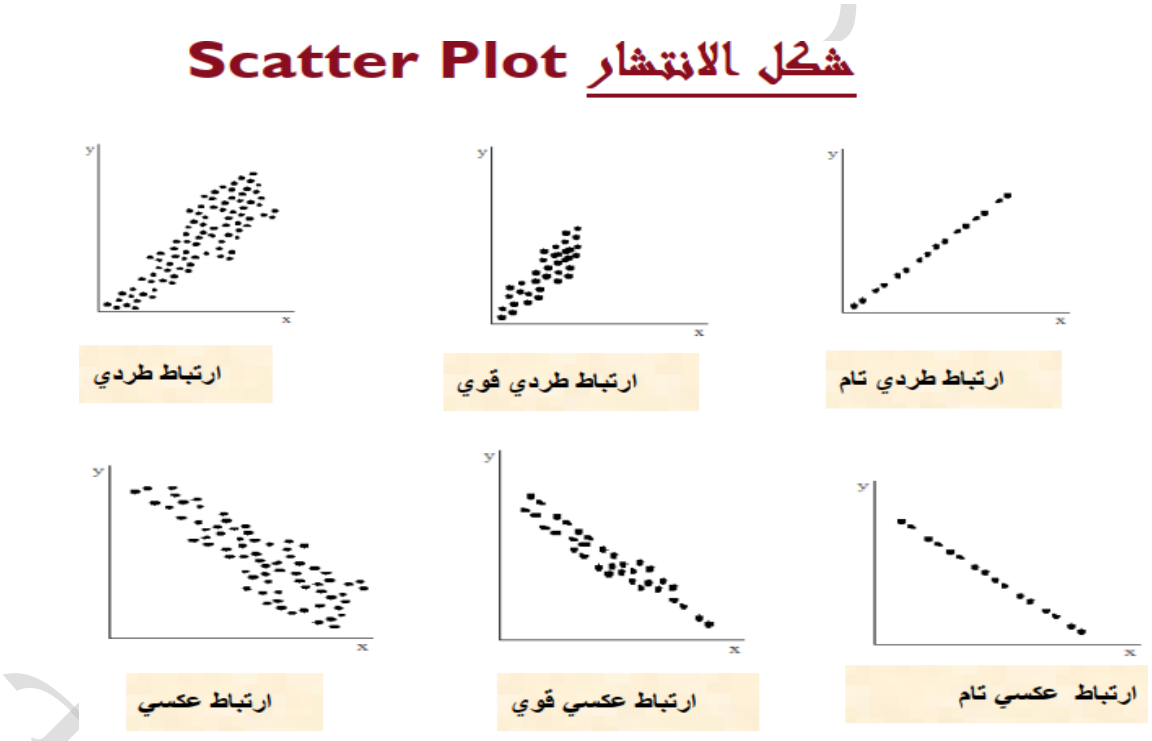
2- معامل الارتباط بيرسون (Pearson correlation coefficient):

يستخدم معامل الارتباط "برافيس بيرسون Bravis-pearson" الذي يرمز له بالحرف (r) في حالة البيانات الكمية التي تستخرج إما بمقياس المسافات المتساوية أو بمقياس المستوى النسبي. يمكن كذلك استخدام معاملات ارتباط أخرى تتماشى ومستويات القياس الاسمي والرتبي. يشترط في تطبيق معامل الارتباط البسيط بين متغيرين أن تكون العلاقة بين المتغيرين (X) و(Y) خطية، أي أن كل زيادة أو نقصان في المتغير (X) تصحبها زيادة أو نقصان في المتغير (Y) (بوحفص، 2006، ص.211).

وللتأكد بأن العلاقة بين متغيرين خطية، يمكن رسم **لوحة الانتشار"Scatter diagram"**، تمثل هذه اللوحة المسافة الموجودة بين المحورين الممثلين لدرجات المتغيرين، وتشكل بعد ربط القيمتين التي تحصل عليها كل فرد على المتغيرين سحابة من النقاط. فإذا حصلنا على سحابة تشكل خطاً مستقيماً ذو اتجاهاً واحداً نقول بأن العلاقة بين المتغيرين علاقة خطية، أي أن هناك علاقة بين المتغيرين تتوقف طبيعتها (موجبة أو سالبة) على إتجاه الخط المستقيم، وتتوقف قوتها على سمك السحابة المشكلة للمستقيم (قوية أو ضعيفة). أما إذا جاء توزيع النقاط عشوائياً وكانت السحابة كثيفة فنقول بأن العلاقة بين المتغيرين غير خطية، ويعني هذا عدم وجود علاقة بين المتغيرين أو أن العلاقة ضعيفة **(إسماعيل، 2016، ص21).**

شكل رقم 30 الانتشاروفق نوع العلاقة





(إسماعيل، 2016، ص80)

1. تقدير قوة العلاقة بين متغيرين بفضل لوحة الانتشار:

يشير الارتباط إلى التباين المشترك بين المتغيرين، فمعامل الارتباط هو نسبة التباين. إذا كان التباين الموجود في المتغير (X) هو نفسه التباين الموجود في المتغير (Y)، فهذا يعني أن العلاقة بينهما علاقة قوية، وبالتالي كلما كانت نسبة التباين تامة، كان المتغيران مرتبطان ارتباطاً قوياً تاماً، وتتراوح قيمة معامل الارتباط

(r) بين (-1 و +1) مرورا بالصفر، وكلما اقترب معامل الارتباط من +1 كانت العلاقة بين المتغيرين موجبة وقوية في آن واحد. وكلما اقترب معامل الارتباط من -1 كانت العلاقة بين المتغيرين سالبة وقوية في آن واحد.

جدول رقم 13 يوضح أنواع الارتباط و اتجاه العلاقة وشكل الانتشار لكل نوع

قيمة معامل الارتباط	المعنى	قيمة معامل الارتباط	المعنى
1+	ارتباط طردي تام	1-	ارتباط عكسي تام
من 0.70 إلى 0.99	ارتباط طردي قوي	من -0.70 إلى -0.99	ارتباط عكسي قوي
من 0.50 إلى 0.69	ارتباط طردي متوسط	من -0.50 إلى -0.69	ارتباط عكسي متوسط
من 0.01 إلى 0.49	ارتباط طردي ضعيف	من -0.01 إلى -0.49	ارتباط عكسي ضعيف
0	لا يوجد ارتباط	0	لا يوجد ارتباط

3- معادلات حساب معامل الارتباط البسيط بيرسون (Pearson correlation):

نعتمد في حساب معامل الارتباط بين متغيرين باستخدام القيم الكمية الأصلية أو الدرجات الخام على المعادلة التالية:

$$r = \frac{n\sum(x.y) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2]}\sqrt{[n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

حيث:

r : معامل الارتباط

n : حجم العينة

$x.y$: متغيرات (بوحفص، 2006، ص.214).

مثال: وليكن لدينا بيانات لمجموعة من التلاميذ توضح تكرار الغياب عن الدراسة ودرجة التحصيل الدراسي لكل تلميذ، كما هو مبين في الجدول:

N	التغيب x	التحصيل y	X^2	Y^2	x.y
1	10	3	100	9	30
2	1	12	1	144	12
3	15	1	225	1	15
4	4	8	16	64	32
5	3	7	9	49	21
6	2	10	4	100	20
7	1	15	1	225	15

36	36	36	6	6	8
30	4	225	2	15	9
38	361	4	19	2	10
249	**993**	**621**	**83**	**59**	$\sum^{10}$

لقياس العلاقة بين متغير التحصيل الدراسي ومتغير التغيب نحتاج أولا إلى حساب الحدود التالية:

$\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum y^2, \sum x.y$ ثم نستخدم المعادلة التالية كما يلي:

$$r = \frac{10(249) - (59)(83)}{\sqrt{[10\,(621) - (59)^2]}\sqrt{[10\,(993) - (83)^2]}}$$

$$r = \frac{2490 - 4897}{\sqrt{(6210 - 3481)}\sqrt{(9930 - 6889)}}$$

$$r = \frac{-2407}{\sqrt{(2729)}\sqrt{(3041)}} = -0.83$$

يتضح من خلال النتائج أن العلاقة بين التحصيل الدراسي والغياب علاقة عكسية سالبة قوية، ذلك أنه كلما زاد الغياب قل التحصيل الدراسي، وكلما قل الغياب زاد التحصيل الدراسي. غير أنه لا يمكننا القول بأن هناك علاقة سببية بين المتغيرين، لأن الغياب ليس السبب الوحيد في نقص التحصيل الدراسي.

وفي حالة أن الباحث لا تتوفر لديه البيانات الخام، بل قيم محولة كالقيم المعيارية أو رتب القيم، في هذه الحالة يمكنه حساب معامل الارتباط بمعادلات أخرى تناسب طبيعة البيانات المتوفرة.

4- معادلات معامل الارتباط في حالة القيم معيارية:

يمكن حساب معامل الارتباط باستخدام القيم المعيارية بدلا من القيم الأصلية، وذلك باستخدام قيم (Z) وهذا بالمعادلة التالية:

$$r = \frac{\sum[(zx)(zy)]}{n}$$

حيث:

zx كي: القيم المعيارية للمتغير x

zy : القيم المعيارية للمتغير y

n: حجم العينة. (بوحفص، 2006، ص.216).

5- معامل الارتباط سبيرمان للرتب (Rho de Spearman):

قد يكون الباحث أمام وضع عدم توفر الشروط التي تخول له استخدام مستويات القياس للمسافات المتساوية أو الكمية، أو لأن أحد المتغيرين معبر عنه برتب وليس الدرجات الأصلية، فيلجأ الباحث إلى تحويل المتغير الكمي إلى رتب لقياس العلاقة بين المتغيرين، والمعامل الأكثر شيوعاً في هذه الحالة هو معامل الارتباط سبيرمان، والذي يعطى بالمعادلة التالية:

$$rs = 1 - \frac{\sum 6\, D^2}{n\,(n^2 - 1)}$$

حيث: العددان 1 و 6 : ثوابت

D : الفرق بين رتب نفس الفرد على المتغيرين **X** و **Y**

D^2 : مربع الفرق بين رتب نفس الفرد على المتغيرين.

n : حجم العينة(بوحفص، 2006، ص.217).

مثال: لتكن عينة من طلبة علم النفس مرتبة على أساس الدرجات المحصل عليها في مادتي القياس النفسي والاحصاء كما هو مبين في الجدول التالي:

N	الرتبية في مادة الاحصاء Ry	الرتبة في مادة القياس النفسي Rx	D = (Rx- Ry)	D^2
1	5	4	1	1
2	4	5	1-	1
3	3	3	0	0
4	2	2	0	0
5	1	1	0	0
$\sum 5$				**2**

لمعرفة قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرين، نحسب معامل الارتباط سبيرمان باستخدام المعادلة السابقة:

$$rs = 1 - \frac{6(2)}{5\,(25 - 1)} = 1 - \frac{12}{120} = 0.90$$

يتضح أن هناك علاقة موجبة أو طردية وقوية بين الإحصاء والقياس النفسي، ويعني هذا أن الطالب المتفوق في الإحصاء متفوق في القياس النفسي.

6- تحويل البيانات الكمية إلى رتب:

أ- في حالة لا يوجد تكرارات في الرتب: في هذه الحالة تعطى الرتبة الأولى إلى أقل قيمة ونتصاعد في ترتيب القيم الكمية إلى أكبر قيمة في الدرجات مثال:

البيانات الكمية للمتغير X	ترتيب قيم المتغير X
19	6
10	2
8	1
12	3
14	4
16	5

ب- في حالة وجود رتب متكررة: في حالة تكرر مجموعة من القيم، فإننا نحسب المتوسط الحسابي لرتب هذه القيم، حيث نعطي كل قيمة مكررة نفس الرتبة ثم نحسب المتوسط الحسابي لهذه الرتب.

الأفراد	البيانات الكمية للمتغير X	ترتيب قيم المتغير X
1	20	8
2	19	7
3	12	5.5
4	12	5.5
5	8	3
6	8	3
7	8	3
8	4	1

يأخذ الفرد الثامن الرتبة 1 ، ويأخذ الأفراد الخامس، السادس، السابع الرتب 2، 3، 4، غير أن هؤلاء يشتركون في نفس القيمة وهي 8، لهذا نجمع رتبهم ونقسمها على عددهم أي 4+3+3/2=3. كذلك الحال بالنسبة للفردين الثالث والرابع الذين رتبتهم 5 و 6 لكنهما يشتركان في القيمة 12 وبالتالي رتبتهم هي 5+2/6=5.5 (بوحفص، 2006، ص.220).

7- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression):

إن الغرض من استخدام أسلوب تحليل الانحدار الخطي البسيط، هو دراسة وتحليل أثر متغير كمي على متغير كمي آخر، ومن الأمثلة على ذلك ما يلي:

- دراسة أثر كمية السماد على إنتاجية الهكتار.

- دراسة أثر عدد ساعات الاستذكار على التحصيل الدراسي.
- دراسة مقدرة الموظف على الاتصال مع الآخرين على كمية المبيعات.

و هكذا هناك أمثلة كثيرة في كثير من الجوانب الاقتصادية، التجارية، الزراعية، والعلوم السلوكية، وغيرها من المجالات الأخرى.

- نموذج الانحدار الخطي:

في تحليل الانحدار الخطي البسيط، نجد أن الباحث يهتم بدراسة أثر أحد المتغيرين ويسمى بالمتغير المستقل أو المتنبأ منه، على المتغير الثاني ويسمى بالمتغير التابع أو المتنبأ به، ومن ثم يمكن عرض نموذج الانحدار الخطي في شكل معادلة خطية من الدرجة الأولى، تعكس المتغير التابع كدالة في المتغير المستقل كمايلي (بهاء الدين فهمي، 2005، ص613):

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$$

حيث:

y_i: هو المتغير التابع (الذي يتأثر).

x_i: هو المتغير المستقل (الذي يؤثر).

β_0: هو الجزء المقطوع (intercept) من المحور الرأسي y، وهو يعكس قيمة المتغير التابع في حالة إنعدام قيمة المتغير المستقل x، أي في حالة $x = 0$.

β_1: هو ميل (Slope) الخط المستقيم $(\beta_0 + \beta_1 x_i)$، ويعكس مقدار التغير في y إذا تغيرت x بوحدة واحدة. ويمكن إيجاد قانون الميل للخط المستقيم من خلال تحديد نقطتين على الأقل مثل (x_1, y_1) و(x_2, y_2)، يمر بهما هذا المستقيم، وذلك بتطبيق القانون التالي:

$$\beta_1 = \Delta_y/\Delta_x = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1)$$

ε_i: هو الخطأ العشوائي، والذي يعبر عن الفرق بين القيمة الفعلية y ، والقيمة المقدرة $\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x$، أي أن: $e = y - (\beta_0 + \beta_1 x)$، ويظهر هذا الخطأ من خلال شكل نقاط في لوحة الانتشار.

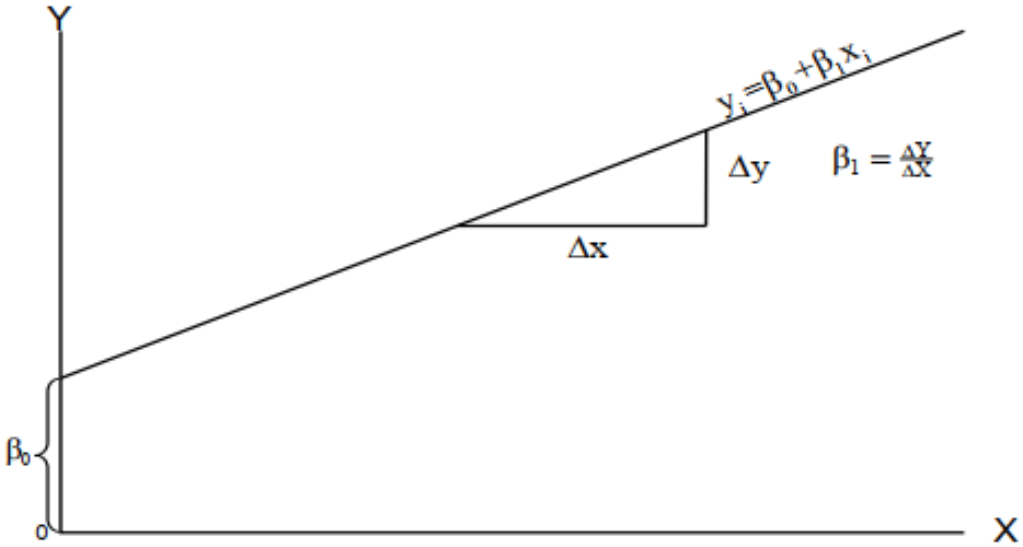
- تقدير نموذج الانحدار الخطي البسيط:

يمكن تقدير معاملات الانحدار (β_1, β_1) في النموذج باستخدام طريقة المربعات الصغرى، وهذا التقدير هو الذي يجعل مجموعات مربعات الأخطاء العشوائية $\sum e^2 = \sum(y - (\beta_0 + \beta_1 x))^2$ أقل ما يمكن، ويحسب هذا التقدير بالمعادلة التالية:

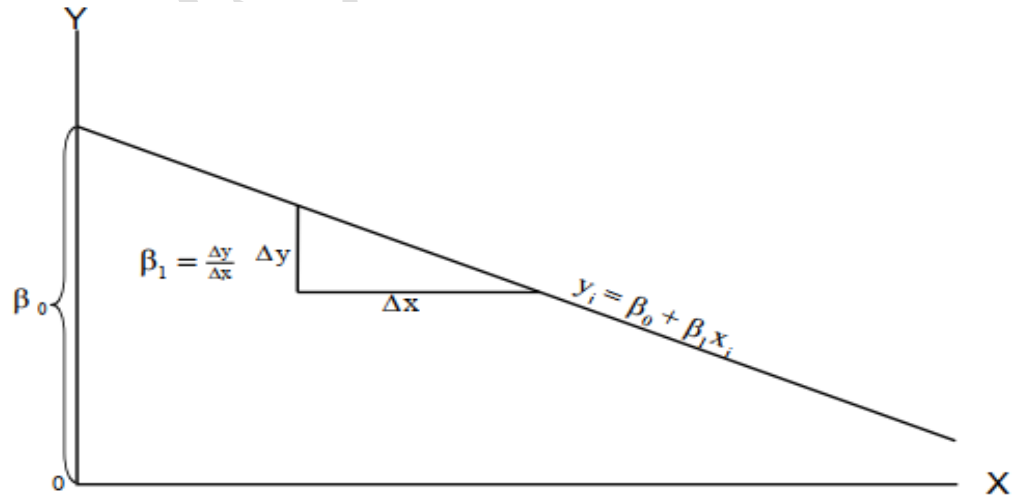
$$\widehat{\beta_1} = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2},$$

$$\widehat{\beta_0} = \bar{y} - \widehat{\beta_1}\bar{x}$$

حيث أن $\bar{x}$ الوسط الحسابي لقيم x، $\bar{y}$ الوسط الحسابي لقيم y، وتكون القيمة المقدرة للمتغير التابع هو: $\hat{y} = \widehat{\beta_0} + \widehat{\beta_1}x$، ويطلق على هذا التقدير "تقدير معادلة إنحدار y على x".



شكل رقم (01) يوضح نموذج إنحدار خطي بسيط في حالة ميل موجب $\beta_1 > 0$



شكل رقم (02) يوضح نموذج إنحدار خطي بسيط في حالة ميل سالب $\beta_1 < 0$

(إسماعيل، 2016، ص37)

- الشروط الواجب تو افرها لإجراء تحليل الإنحدار:

حتى تستطيع الوثوق بنتيجة تحليل الانحدار يجب أن تتوفر عدة شروط هي:

الشرط الأول: يجب أن يكون توزيع المتغير المستقل والمتغير التابع طبيعياً.

الشرط الثاني: لكل قيمة من قيم المتغير المستقل يجب أن يكون توزيع المتغير التابع طبيعياً بمتوسط مقداره $M_{y|x}$ وتباين ثابت. σ^2 فإذا كان توزيع المتغير التابع والمستقبل طبيعياً فإن شكل العلاقة بينهما تكون خطية فقط، وتكون جميع قيم $M_{y|x}$ واقعة على خط مستقيم هو خط الانحدار بشرط أن تكون σ^2 ثابتة، فإذا لم تكن كذلك فإن نتيجة تحليل الانحدار غير موثوق بها.

الشرط الثالث: يجب أن تكون العينة مختارة بطريقة عشوائية، ويجب أن لا تعتمد قيم أي فرد من أفراد العينة على قيم أي فرد أخر، وإذا لم يتحقق هذا الشرط فإن نتيجة تحليل الانحدار غير صحيحة.

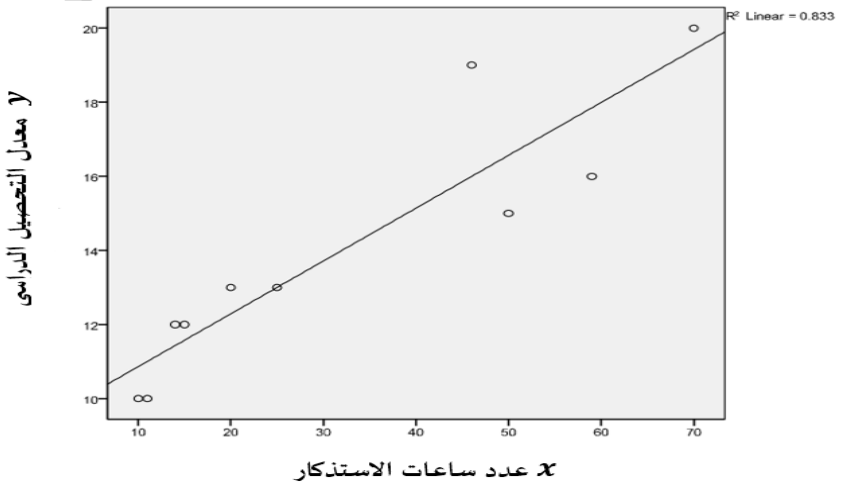
مثال: فيما يلي بيانات عن عدد ساعات الاستذكار بالنسبة للتلميذ في الفصل الدراسي ، ومقدار الزيادة في معدل التحصيل الدراسي، وذلك لعينة عددها 10 تلامذة.

عدد ساعات الاستذكار	10	11	14	15	20	25	46	50	59	70
معدل التحصيل الدراسي	10	10	12	12	13	13	19	15	16	20

المطلوب:

1. ارسم شكل الانتشار، وما هو توقعاتك لشكل العلاقة؟
2. قدر معادلة انحدار معدل التحصيل الدراسي على عدد ساعات الاستذكار.
3. فسر معادلة الانحدار.
4. ما هو مقدار معدل التحصيل الدراسي عند تكون عدد ساعات الاستذكار 50 ساعة في الفصل الدراسي؟ وما هو مقدار الخطأ العشوائي؟

الحل: 1- رسم نقاط الانتشار:



من المتوقع أن يكون لعدد ساعات الاستذكار أثر طردي (إيجابي) على مقدار معدل التحصيل الدراسي.

1. تقدير معادلة الانحدار:

بفرض أن x هي عدد ساعات الاستذكار، y هي مقدار الزيادة في معدل التحصيل الدراسي يتم حساب المجاميع التالية:

عدد ساعات الاستذكار x	معدل التحصيل الدراسي y	xy	x^2
10	10	100	100
11	10	110	121
14	12	168	196
15	12	180	225
20	13	260	400
25	13	325	625
46	19	874	2116
50	15	750	2500
59	16	944	3481
70	20	1400	4900
320	140	5111	14664

المجاميع المطلوبة

$$\sum x = 320$$

$$\sum y = 140$$

$$\sum xy = 5111$$

$$\sum x^2 = 14664$$

إذن الوسط الحسابي:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{320}{10} = 32$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{140}{10} = 14$$

ومنه:

$$\widehat{\beta_1} = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{(10)(5111) - (320)(140)}{(10)(14664) - (320)^2}$$

$$= \frac{6310}{44240} = 0.1426$$

$$\widehat{\beta_0} = \bar{y} - \widehat{\beta_1}\bar{x} = 14 - (0.1426)(32) = 9.4368$$

-إذن معادلة الانحدار المقدرة، هي:

$$\hat{y} = 9.44 + 0.143x$$

3- تفسير معادلة الانحدار:

الثابت $\widehat{\beta_0} = 9.44$: يدل على أنه في حالة عدم الاستذكار، فإن معدل التحصيل الدراسي يزيد 9.44 نقطة.

معامل الانحدار $\widehat{\beta_1} = 0.143$: يدل على أنه كلما زات عدد ساعات الاستذكار ساعة واحدة، حدثت زيادة في معدل التحصيل الدراسي بمقدار 0.143 نقطة.

4. مقدار الزيادة في معدل التحصيل الدراسي عند $x = 50$ **هو:**

$$\hat{y} = 9.44 + 0.143(50) = 16.59$$

وأما مقدار الخطأ العشوائي هو:

$$\hat{e}_{x=50} = y_{x=50} - \hat{y}_{x=50} = 15 - 16.59 = -1.59$$

8- الانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression:

يقتصر تحليل الانحدار الخطي البسيط على تحليل أثر متغير مستقل واحد على المتغير التابع. إلا أنه في الواقع نادراً ما نجد متغيراً واحداً يفسر جزءاً كبيراً من التغير أو التباين في المتغير التابع. فمثلاً من غير المتوقع أن يكون متغير الذكاء هو المتغير الوحيد الذي يؤثر على التحصيل الدراسي، في بالطبع توجد متغيرات أخرى مؤثرة كالدافعية للانجاز ، تقدير الذات، مصدر الضبط .....الخ. ولذلك نجد أن نموذج الانحدار الخطي المتعدد الذي يقيس أثر أكثر من متغير مستقل واحد على المتغير التابع هو الأوسع استخداماً. ويعتبر تحليل الانحدار الخطي المتعدد تعميماً للمفاهيم والأساليب والصيغ المستخدمة في نموذج الانحدار الخطي البسيط، فالفرق بين هذا الأخير وتحليل الانحدار الخطي المتعدد في أن الأول يضم متغيراً مستقلاً واحداً في حين يضم الثاني متغيرين مستقلين أو أكثر من المتغيرات المستقلة **(إسماعيل، 2016، ص37).**

يستند النموذج الخطي المتعدد على افتراض وجود علاقة خطية بين متغير تابع y_i وعدد من المتغيرات المستقلة $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ وحد عشوائي، u_i, ويعبر عن هذه العلاقة، بالنسبة لـ n من المشاهدات و k من المتغيرات المستقلة، بالشكل الأتي:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \cdots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i$$
$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_{11} + \beta_2 x_{12} + \cdots + \beta_k x_{1k} + \varepsilon_1$$
$$y_2 = \beta_0 + \beta_1 x_{21} + \beta_2 x_{22} + \cdots + \beta_k x_{2k} + \varepsilon_2$$
$$\dots\dots \quad \dots\dots\dots \quad \dots\dots\dots\dots \quad \dots\dots\dots \quad \dots\dots$$

$$\dots \dots\dots \dots\dots \dots\dots \dots\dots \dots\dots \dots\dots\dots \dots\dots\dots$$

$$y_n = \beta_0 + \beta_1 x_{n1} + \beta_2 x_{n2} + \cdots + \beta_k x_{nk} + \varepsilon_n$$

هذه المعادلة تتضمن $(k+1)$ من المعلومات المطلوب تقديرها علما بأن الحد الأول منها (B_0) يمثل الحد الثابت، الآمر الذي يتطلب اللجوء إلى المصفوفات والمتجهات لتقدير تلك المعلمات. وعليه يمكن صياغة هذه المعادلات في صورة مصفوفات وكالآتي:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} \dots x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} \dots x_{2k} \\ & \dots\dots\dots\dots\dots & \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} \dots x_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots\dots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \dots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

$$\mathrm{Y} = \mathrm{XB} + \mathrm{E}$$

حيث أن:

Y : متجه عمودي أبعاده $(n+1)$ يحتوي مشاهدات المتغير التابع.

x : مصفوفة أبعادها $(nX(K+1))$ تحتوي مشاهدات المتغيرات المستقلة يحتوي عمودها الأول على قيم الواحد الصحيح ليمثل الحد الثابت.

B : متجه عمودي أبعاده $(nX(K+1))$ يحتوي على المعالم المطلوب تقديرها.

U: متجه عمودي أبعاده $(nX1)$ يحتوي على الأخطاء العشوائية.

- شروط نموذج الانحدار الخطي المتعدد:

تعتبر شروط نموذج الانحدار الخطي المتعدد هي تعميم لشروط نموذج الانحدار الخطي البسيط التي تمت مناقشتها سابقاً والشرط الإضافي الوحيد المطلوب لنموذج الانحدار المتعدد هو عدم وجود علاقة ارتباط خطي بين اثنين أو أكثر من المتغيرات المستقلة. وفي ما يلي نستعرض الشروط الأخرى:

1. عدم وجود أخطاء توصيف للنموذج (No specification errors) ويشمل:

- وجود علاقة خطية بين المتغير التابع (y) والمتغيرات المستقلة $(x_1, x_2, \dots, x_n)$.
- أن يتضمن نموذج الانحدار الخطي المتغيرات المستقلة التي تسهم في تفسير المتغير التابع، أي عند بناء النموذج يجب أن لا ندخل متغيرات مستقلة ليست لها تأثير على المتغير التابع وأن لا نجهل في نفس الوقت إدخال متغيرات مستقلة ذات تأثير عليه (إسماعيل، 2016، ص37).

2. أن تكون قياسات المتغير التابع والمتغيرات المستقلة دقيقة وصحيحة.

3. أن يكون تباين أي متغير مستقل أكبر من الصفر، أي:

$$\sum_{i=1}^{n}(x_{ij}-\bar{x}_j)^2>0 \qquad \text{for } j=1,2,\ldots,p$$

مثال: بفرض لدينا المعطيات الآتية:

$$B=16,\quad \sum B_0=116,\quad \sum x_2=48,\quad \sum x_{2^2}=928,\quad \sum x_{2^1}=160$$
$$\sum x_1x_2=352,\quad \sum y=1308,\quad \sum x_1y=9862,\quad \sum x_2y=3994$$

- والمطلوب هو تقدير معادلة خط الانحدار باستخدام طريقة المربعات الصغرى؟

$$\hat{B}=(X'X)^{-1}X'Y$$

$$\begin{pmatrix}\hat{\beta}_0\\ \hat{\beta}_1\\ \hat{\beta}_2\end{pmatrix}=\begin{bmatrix}n & \sum x_1 & \sum x_2\\ \sum x_1 & \sum x_1^2 & \sum x_1x_2\\ \sum x_2 & \sum x_1x_2 & \sum x_2^2\end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix}\sum y\\ \sum x_1y\\ \sum x_2y\end{bmatrix}$$

$$(X'X)=\begin{bmatrix}16 & 116 & 48\\ 116 & 928 & 352\\ 48 & 352 & 160\end{bmatrix}\quad X'Y=\begin{bmatrix}1308\\ 9862\\ 3994\end{bmatrix}$$

$$\hat{B}=\begin{pmatrix}\hat{\beta}_0\\ \hat{\beta}_1\\ \hat{\beta}_2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}41.302\\ 4.203\\ 3.324\end{pmatrix}$$

إذن معادلة الانحدار الخطي المتعدد هي:

$$\hat{y}_i=41.302+4.203x_{i1}+3.324x_{i2}$$

المحاضرة السابعة

معاملات الارتباط الخطية وغير الخطية

Linear Correlation Coefficient and Nonlinear Correlation Coefficient

عناصر المحاضرة:

تمهيد:

1-الارتباط Correlation

2- الارتباطية والسببية Association and Causation

3- التفريق بين العلاقات الخطية وغير الخطية

3-1- التحقق من شكل العلاقة الارتباطية باستخدام لوحة الانتشار في برنامج (Spss)

4- نموذج الانحدار غير الخطي (Non-Linear regression model)

5- نماذج الانحدار متعددة الحدود (Polynomial Regression Models)

6- الانحدار اللوجيستي Logistic Regression

7- بعض التحويلات المستخدمة

تمهيد:

في مجال الإحصاء، يُعد فهم العلاقة بين المتغيرات أحد الأسس المهمة لتحليل البيانات واستنتاج النتائج. عندما نسعى لفحص العلاقة بين متغيرين، فإننا غالبًا ما نحتاج إلى قياس الارتباط بينهما، وهو مقياس يُعبّر عن قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرات. قد تكون هذه العلاقة خطية أو غير خطية، ويجب اختيار المعامل المناسب لقياس هذه العلاقة بناءً على نوعها.

المعاملات الخطية، مثل معامل الارتباط بيرسون، تُستخدم لقياس القوة والاتجاه في العلاقات التي يمكن تمثيلها بخط مستقيم. هذا النوع من الارتباط يُعتبر الأمثل عندما تكون البيانات موزعة بشكل طبيعي والعلاقة بين المتغيرات تزداد أو تنقص بشكل متسق.

من ناحية أخرى، المعاملات غير الخطية، مثل معامل الارتباط سبيرمان أو معامل كندال، تُستخدم عندما تكون العلاقة بين المتغيرات غير خطية، أي لا يمكن تمثيلها باستخدام خط مستقيم. هذه المعاملات تُعنى بمقارنة ترتيب القيم بدلًا من القيم الفعلية، مما يجعلها مناسبة للبيانات التي لا تتبع توزيعًا طبيعيًا أو التي تحتوي على علاقات معقدة بين المتغيرات.

تهدف هذه المحاضرة إلى استكشاف كيفية استخدام معاملات الارتباط الخطية وغير الخطية، وفهم متى يُفضل استخدام كل نوع من هذه المعاملات بناءً على طبيعة البيانات والعلاقة بين المتغيرات، بالإضافة إلى تطبيق هذه الأدوات بشكل منهجي في البحث العلمي لتحليل البيانات.

1- الارتباط Correlation:

إن قياس نوع و مقدار العلاقة بين المتغيرات يدعي الارتباط Correlation، والذي من خلاله يمكننا التنبؤ Prediction بظاهرة أو موقف ما من خلال ما يعرف بعملية الانحدار Regression and Glass (Hopkins, 1996). ولاشك أن الارتباط والانحدار وجهان يكمل بعضهما الآخر، إذ لن يكون التنبؤ دقيقا وذا معنى إلا إذا كان معامل الارتباط قوياً والعكس صحيح. ويقاس الارتباط بين متغيرين بمؤشر كمى هو معامل الارتباط Correlation Coefficient، ويفيد في الحالات التالية:

- تحديد قوة الارتباط بين المتغيرين، أي بيان ما إذا كان الارتباط قوياً أم متوسطاً أم ضعيفاً أم منعدماً.
- تحديد اتجاه العلاقة بين المتغيرين، أي بيان ما إذا كانت العلاقة طردية (أو موجبة)، أم عكسية (أو سالبة).
- تحليل علاقة السببية Causal Relation بين المتغيرات.
- يساعد معامل الارتباط في عمليات التنبؤ خاصة عندما يكون كبيراً أو يقارب الواحد الصحيح.
- تعد مقاييس الارتباط من المؤشرات الهامة في قياس الصدق والثبات والموضوعية الاختبارات والمقاييس السيكولوجية.

وتتراوح قيمة معامل الارتباط بين -1 و +1 ، وتكون درجة العلاقة قوية كلما اقترب مقدار معامل الارتباط من -1 أو +1 . وتعرف العلاقة بأنها تامة Perfect عندما يكون معامل الارتباط يساوى (1) سواء كان المعامل موجباً أو سالباً. كما تنمحى العلاقة بين المتغيرين إذا اقتربت قيمة معامل الارتباط من الصفر، وتشير الإشارة إلى اتجاه العلاقة بين المتغيرات، حيث تنبئ الإشارة الموجبة لمعامل الارتباط بوجود علاقة موجبة أو طردية بينما تعلمنا الإشارة السالبة بوجود علاقة سالبة أو عكسية، والعلاقة الموجبة تعني أن المتغيرين يسيران بنفس الاتجاه. أي أن الزيادة على متغير تقابلها زيادة على المتغير الآخر، وانخفاضها في متغير يقابلها انخفاض في المتغير الآخر. أما العلاقة السالبة فتعني أن المتغيرين يسيران باتجاهين متضادين، فزيادة الدرجات على أحد المتغيرين يقابلها انخفاض في المتغير الآخر والعكس بالعكس.

وقد تتوافر بيانات عن متغيرين لا تتوافر بينهما علاقة خطية، أو تكون العلاقة بينهما ضعيفة، فإن القيم في المتغيرين لا تأخذ ترتيباً ثابتاً (Glass and Hopkins, 1996). فقد تجد قيمة عالية من أحد المتغيرين متوافقة مع قيمة صغيرة من المتغير الآخر والعكس صحيح، أو قد تكون العلاقة قوية ولكنها غير خطية، أو تكون العلاقة غير موجودة أحياناً.

جدول رقم 14 يوضح قوة معامل الارتباط بدلالة القيمة العددية له

قوة معامل الارتباط	مدى معامل الارتباط
تام	+1 أو-1
عالٍ جداً	من 0.80 إلى 0.99
عالٍ	من 0.60 إلى 0.79
متوسط	من 0.40 إلى 0.59

ضعيف	من 0.20 إلى 0.39
ضعيف جداً	من 0.01 إلى 0.19
لا يوجد علاقة خطية	صفر

2- الارتباطية والسببية Association and Causation:

إن تفسير معامل الارتباط يحتاج إلى قدر كبير من الحذر. فكثيراً ما يقفز الباحث إلى استنتاج غير مضبوط بالنسبة لعلاقة التأثير – السببية. إن قيمة معامل الارتباط القريبة من الواحد تشير إلى أن القيم الكبيرة نسبياً لأحد المتغيرين تميل أن تكون مرافقة (مزاملة) مع القيم الكبيرة نسبياً للمتغير الآخر. وهذا لا يكافئ القول بأن القيمة الكبيرة لأحد المتغيرين تجعل قيمة المتغير الآخر كبيرة. إن الارتباط يقيس مدى التزامل أو الترابط Association ، ولكن الارتباط لا يعني السببية Causation. إنه كثيراً ما يحدث أن يكون متغيران اثنان على درجة عالية من الارتباط، ليس بسبب أن أحد المتغيرين يكون مرتبطاً ارتباطاً سببياً بالآخر، ولكن لأن المتغيرين يكونان مرتبطين بقوة مع متغير آخر يطلق عليه المتغير الكامن (المستتر) Lurking Variable والارتباط الناتج يطلق عليه الارتباط الزائف.

إن التجارب العملية تشير إلى أن وجود علاقة ارتباطية بين متغيرين (خطية كانت أو انحنائية) لا يعني بالضرورة أن أحدهما سبب في حدوث الآخر، وخير مثال على ذلك تعاقب الليل والنهار، إذ إن مجيء أحدهما قبل الآخر، أو ارتباط أحدهما بالآخر لا يعني أن أحدهما يسبب الآخر (Gay and Airaisan, 2000) وكذلك إذا كان هناك علاقة قوية بين قياس قدم الإنسان ومعدل ذكائه، لا يعني بأي حال من الأحوال أن حجم القدم أو قياس الحذاء يسبب الذكاء. وإن صحت العلاقة الارتباطية المزعومة، فهي إنما كانت بسبب وجود عوامل أخرى كالعمر ومعدل النمو الذي يترافق حتماً مع ارتفاع في معدل الذكاء، ومعروف أن النمو عموماً يعنى نمواً في القدرات وفي أعضاء الجسم كحجم القدم أو طول أصابع اليد وغيرها.

ومن ناحية أخرى فإن وجود علاقة سببية بين عاملين ربما يؤدي إلى ظهور ارتباط بينهما بشكل أو بآخر، فإذا كان انخفاض درجة حرارة الجو ووجود الغيوم في الجو يسبب هطول المطر، فإن هطول المطر يرتبط قطعاً بدرجة حرارة الجو. وبما أننا تطرقنا إلى معامل الارتباط وتحليل الانحدار الخطي في محاضرات سابقة سنركز في هذه المحاضرة على الارتباط والانحدار الغير خطي. (القحطاني، 2015، 212)

3- التفريق بين العلاقات الخطية وغير الخطية:

يُطلق على أي نوع آخر من العلاقة بين كميتين لا يتناسب مع تعريف العلاقة الخطية، علاقة غير خطية. أسهل طريقة للتمييز بين العلاقة الخطية والعلاقة غير الخطية هي تعيينها على رسم بياني. استخدم "**x**"لتمثيل أحد الكميات و "**y**" لتمثيل الآخر. فمثلاً: ساعات العمل ممثلة بـ"**x**" والأموال المكتسبة ممثلة بـ "**y**". ارسم بعض نقاط البيانات المعروفة في الرسم البياني، مثل ساعة واحدة من العمل مقابل 10 دولارات أمريكية وساعتين من العمل مقابل 20 دولارًا أمريكيًا وثلاث ساعات من العمل مقابل 30 دولارًا أمريكيًا. حيث يمكنك توصيل النقاط لتكوين خط مستقيم، وهنا يمكنك معرفة أن لديك علاقة خطية.

3-1- التحقق من شكل العلاقة الارتباطية باستخدام لوحة الانتشار في برنامج (Spss):

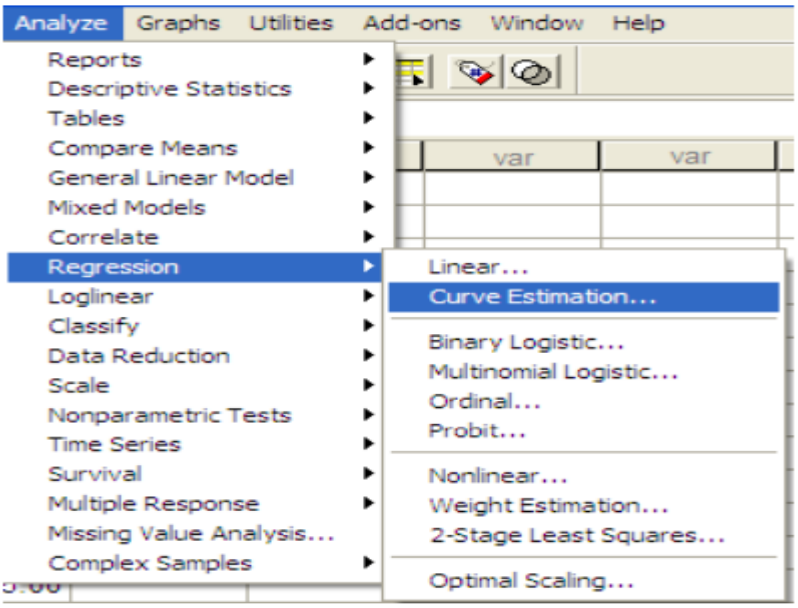
كثير من الباحثين لما يريد إجراء تحليل الإنحدار بيذهب مباشرة للإنحدار الخطي رغم إن العلاقة بين المتغير التابع والمتغير المستقل ليس بالضرورة دائماً تكون علاقة خطية، لو نفترض إن باحث يريد دراسة العلاقة بين الحوافز المادية وجودة أداء العاملين في المؤسسة، وبعد إجراء التحليل باستخدام معامل بيرسون، وجد أن هناك ارتباط موجب ارتباط موجب بين الحوافز وجودة الأداء. وللوصول الى علاقة رياضية تم إجراء تحليل الانحدار الخطي بين الحوافز وجودة أداء العاملين في المؤسسة.

هنا يجب التوقف والتفكير بمنطقية وطرح السؤال التالي: هل كلما زادت الحوافز زادت جودة أداء العاملين؟

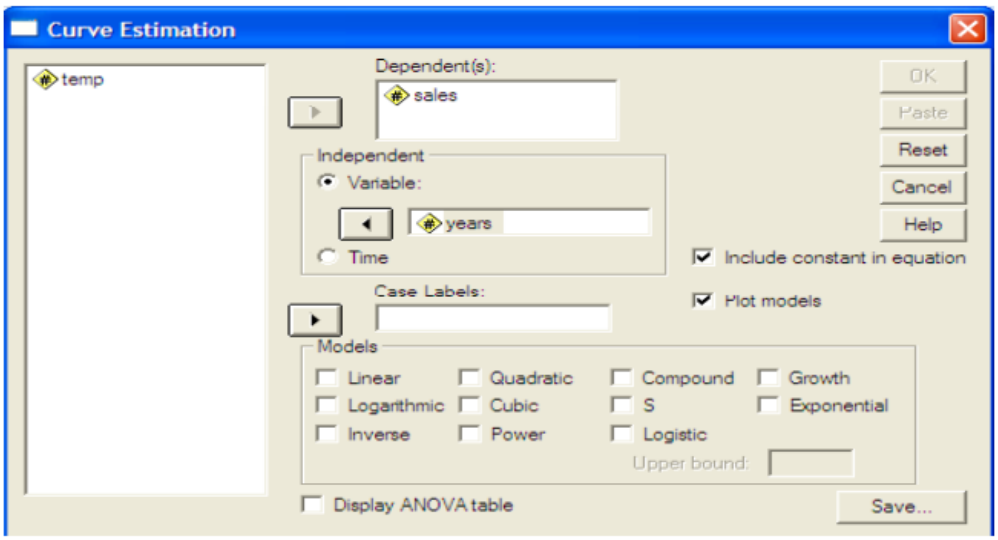
الجواب مثلاً إذا تم زيادة العامل 2000 دينار ، أكيد سيتحسن الأداء بمقدار معين، لو أننا قمنا بزيادة أخرى بـ 2000 دينار أكيد سيتحسن الأداء بمقدار أكثر، ولكن ربما أي زيادة مرة أخرى للعامل لا تزيد في الأداء والسبب هو أن العامل وصل لمرحلة الإشباع ولم يصبح لديه ما يقدمه من جودة في الأداء. وبالتالي فإن الحوافز التي تم تقديمها للعامل ليس شرط أن تمثل علاقة خطية دائماً، و ممكن أن تكون العلاقة منحنية وليست خط، وهذا ربما يجعل دراستنا أكثر منطقية واتساقاً مع الواقع لكثير من الظواهر.

وللتحقق من شكل العلاقة للبيانات بإستخدام البرنامج الاحصائي (SPSS) يجب إتباع الخطوات التالية:

1- نقوم بفتح قائمة Anlayze في SPSS



2- ثم نضغط على Regression ومنها على Curve Estimation



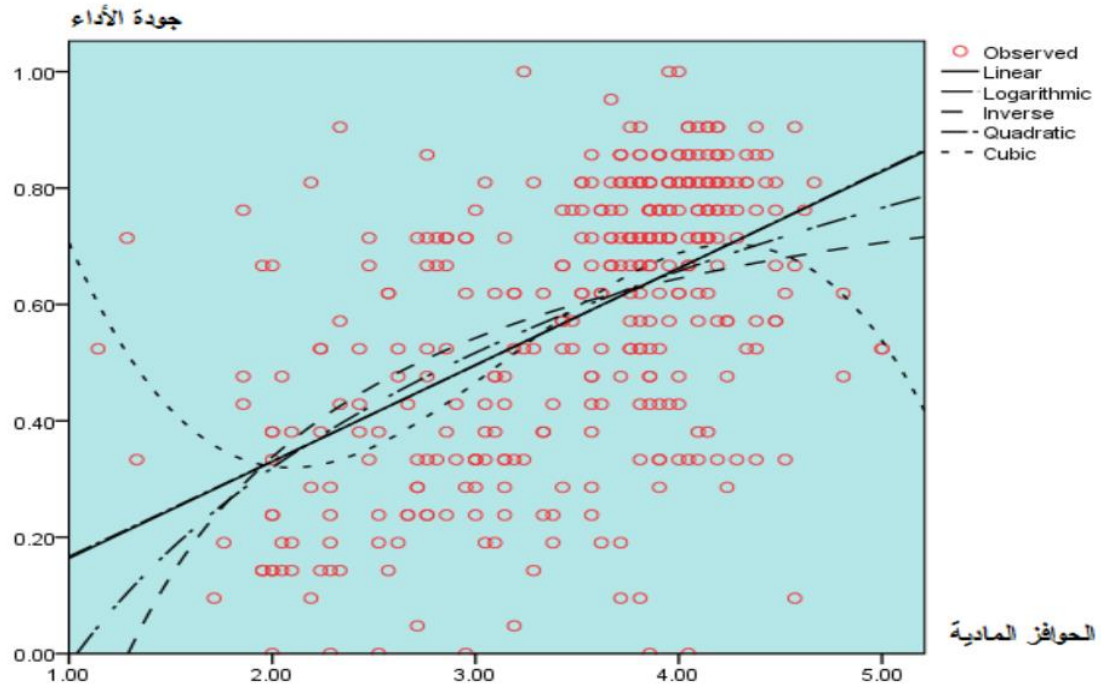
3- نضع المتغير التابع والمستقل في الأماكن الخاصة بهم في النافذة.

4- ثم نختار من Models كل نماذج العلاقة (الخطية-التربيعية-التكعيبية- الأسية-....). والتي ممكن تمثل العلاقة المحتملة بين المتغيرات، وتضغط على OK.

وتساعد الحزمة SPSS على ايجاد معادلة الانحدار فى حالة الانحدار الغير خطى وكذلك اجر اء الاختبارات المعنويه اللازمة للتقدير وذلك لعدة نماذج غير خطية منها:

- العلاقات الخطية Linear
- العلاقات من الدرجة الثانية Quadratic
- العلاقات من الدرجة الثالثة Cubic
- العلاقات الآسية Exponential
- العلاقات اللوغاريتمية Logarithmic
- العلاقات المعكوسة Inverse
- العلاقات المركبة Compound
- العلاقات اللوجستية Logistic
- علاقة القوة Power

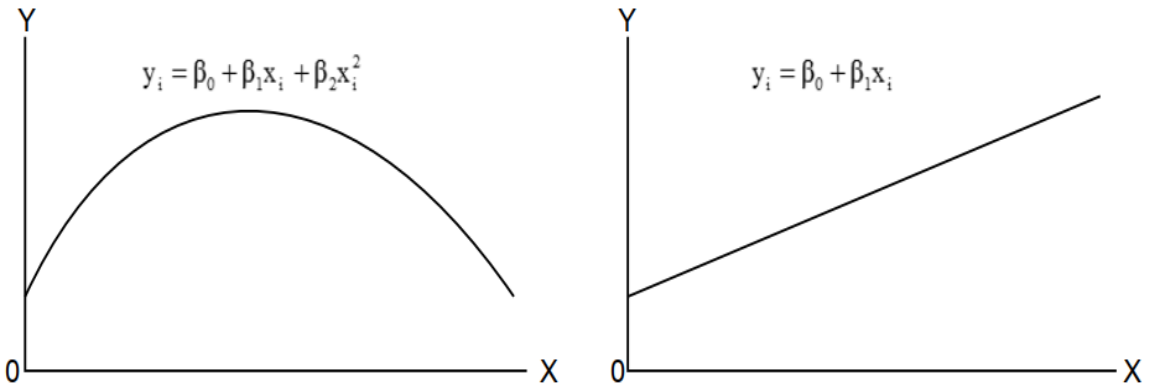
5- في مخرجات برنامج **SPSS** هتظهر لك قائمة بالنماذج المحتملة وبارامترات كل نموذج وكذلك شكل بيسمحلك بمقارنة النماذج مع بعضها، وأهم شيء يجب ملاحظته بعد التأكد من معنوية النموذج هو قيمة معامل التحديد أو مربع R^2 في كل نموذج، والنموذج الذي يسجل أعلى قيمة من قيم مربع R^2 هو النموذج الأنسب لوصف البيانات، لإنه أكثر قدرة على تفسير التباين في المتغير التابع بناء على التباين في المتغير المستقل، وهذا يعني أن له قدرة تنبؤية أعلى. وهو ما يوضحه الشكل التالي:



شكل رقم 31 يوضح مخرجات شكل لوحة الانتشار(SPSS) لمتثيل النماذج المتنافسة للبيانات.

4- نموذج الانحدار غير الخطي (Non-Linear regression model):

العلاقة غير الخطية هي نوع من العلاقة بين كيانين لا يتوافق فيه التغيير في أحد الكيانات مع التغيير المستمر في الكيان الآخر. قد يعني هذا أن العلاقة بين الكيانين تبدو غير متوقعة أو شبه غائبة. ومع ذلك، يمكن أيضًا ربط الكيانات غير الخطية ببعضها البعض بطرق يمكن التنبؤ بها تمامًا ولكن ببساطة أكثر تعقيدًا من العلاقة الخطية. و تنقسم نماذج الانحدار بصورة عامة إلى نماذج خطية ونماذج غير خطية. وهوما يوضحه الشكليين التاليين:



شكل رقم (١-١): العلاقة الدالية بين المتغير التابع والمتغير المستقل (علاقة خطية المتغير)

شكل رقم (١-٢): العلاقة الدالية بين المتغير التابع والمتغير المستقل (علاقة غير خطية المتغير - علاقة من الدرجة الثانية)

شكل رقم 32 يوضح العلاقة الدالية الخطية وغير الخطية (من الدرجة الثانية)

(إسماعيل، 2016، ص21)

5- نماذج الانحدار متعددة الحدود (Polynomial Regression Models):

يعرف نموذج الانحدار متعدد الحدود بأنه دالة يظهر فيها متغير مستقل أساسي عدداً من المرات مرفوعة في كل مرة إلى درجة أعلى. ويأخذ النموذج من الدرجة (p) الصيغة التالية:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \cdots + \beta_p x_i^p + \varepsilon_i \ \ldots\ldots\ldots\ldots (01)$$

ويعد النموذج متعدد الحدود حالة خاصة من نموذج الانحدار الخطي المتعدد. وبما أنه يوجد متغير أساسي واحد فإنه يمكن تمثيل أي نموذج متعدد الحدود برسم شكل انتشار بين المتغير التابع والمتغير المستقل بهدف تحديد منحنى يصف العلاقة بينهما.

و سنقتصر في دراستنا على نموذجي الانحدار من الدرجة الثانية والدرجة الثالثة؛ ذلك لأن الدرجات الأعلى نادراً ما تستخدم في الواقع العملي فضلاً عن أن مشكلة الارتباط الخطى" المتعدد تتفاقم بزيادة عدد الحدود. وبما أن هذه النماذج كما أسلفنا هي حالات خاصة من نموذج الانحدار الخطي المتعدد فإنه يتم استخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية لتقدير معالم النموذج، وكذلك يتم حساب الإحصاءات الأخرى كمعامل التحديد، الخطأ المعياري وغيرها بنفس الصيغ المستخدمة لنموذج الانحدار الخطي المتعدد. (إسماعيل، 2016، ص178)

1.5. نموذج الانحدار من الدرجة الثانية (Quadratic Regression Model):

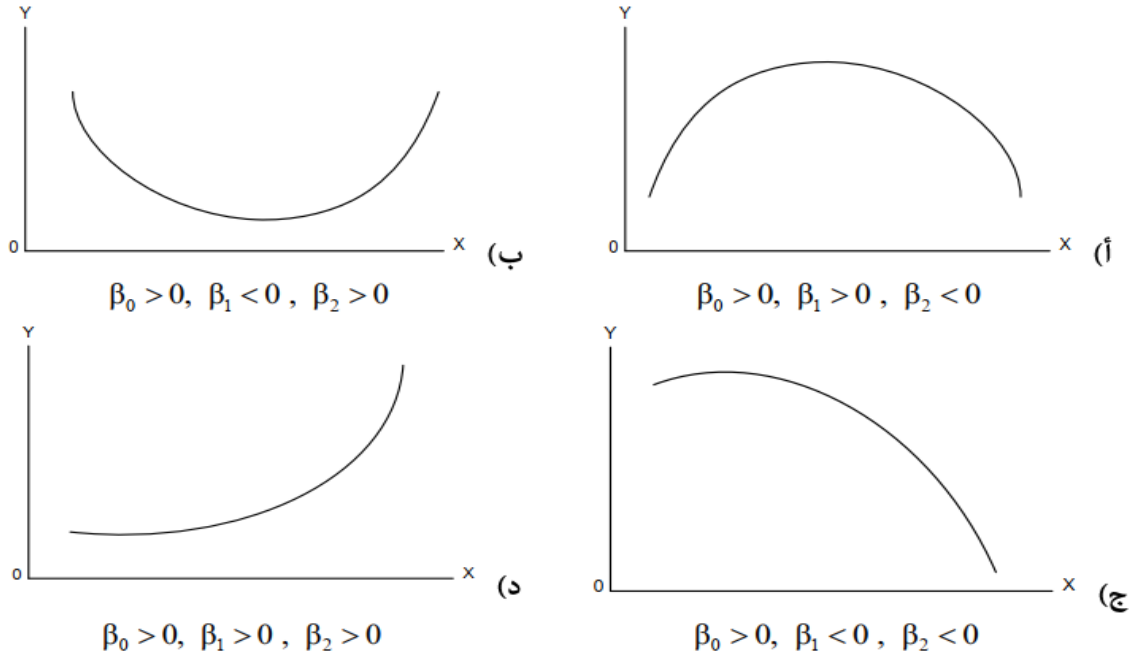
أ- النموذج: يعد نموذج الانحدار من الدرجة الثانية أو ما يعرف أيضا بنموذج الانحدار التربيعي من أبسط أنواع الانحدار متعدد الحدود حيث يضم النموذج المتغير (X) والمتغير (X^2). ويأخذ النموذج الصيغة التالية:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \varepsilon_i \ \ldots\ldots\ldots\ldots (02)$$

ويستخدم نموذج الانحدار من الدرجة الثانية في الحالات التالية:

- عندما تكون دالة المتغير التابع الحقيقية دالة من الدرجة الثانية يضم مكوني الأثر الخطي والتربيعي معا.
- عندما تكون دالة الانحدار مجهولة أو معقدة والمعادلة من الدرجة الثانية تمثل أفضل تقدير للدالة المجهولة.

وتوضح الأشكال التالية (أ، ب، ج، د) رقم (01) حالات مختلفة لمنحنى الانحدار من الدرجة الثانية، حيث يلاحظ أن ميل الدالة غير ثابت بعكس ميل نموذج الانحدار الخطي الذي يتصف بالثبات.



(إسماعيل، 2016، ص178)

شكل رقم 33 يوضح حالات مختلفة من منحنى نموذج الانحدار من الدرجة الثانية.

ب- اختبار الفروض:

توجد ثلاثة أسئلة استدلالية أساسية مرتبطة بنموذج الانحدار من الدرجة الثانية هي:

- هل الانحدار ككل معنوي؟

- هل نموذج الانحدار من الدرجة الثانية يعطي قوة تفسيرية أو تنبؤية أكبر من تلك التي يمكن الحصول عليها من النموذج الخط البسيط؟

- إذا كان نموذج الانحدار من الدرجة الثانية ملائماً هل يمكن إضافة حد آخر (X^3) للنموذج؟

ج- اختبار معنوية الانحدار ككل:

الاختبار معنوية كل المتغيرات المستقلة يتم اختبار الفرض التالي:

فرض العدم: $H_0: \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$ مقابل الفرض البديل: "ليست كل قيم المعالم مساوية للصفر"

ويكافئ هذا الاختبار اختبار F الذي نحصل عليه من جدول تحليل التباين، أي:

$$F_0 = \frac{ESS/p}{RSS/(n-p-1)} \sim E_{p,n-p-}1$$

حيث إن:

ESS= مجموع مربعات الانحدار لنموذج الانحدار من الدرجة الثانية.

RSS= مجموع مربعات البواقي للنموذج.

P = عدد المتغيرات المستقلة (X و X^2).

n= عدد المشاهدات.

ويمكن الوصول لقرار بشأن معنوية الانحدار ككل كما يلي:

- إذا كانت قيمة F_0 أكبر من قيمة توزيع F الجدولية بدرجتي حرية p و (n-p-1) ومستوي معنوية معين، نرفض فرض العدم وتقبل الفرض البديل ومن ثم فإن كل قيم معلمات النموذج لا تساوي الصفر، أي أن المتغيرين (X و X^2) تأثير معنوي على المتغير التابع .

- أما إذا كانت قيمة F_0 أقل من قيمة F الجدولية بدرجتي حرية p و (n-p-1)، نقبل فرض العدم القائل بتساوي كل معلمات النموذج للصفر، أي الانحدار ليس له معنوية إحصائية بمعنى أن المتغيرين لا يؤثران على المتغير التابع.

د- اختبار معنوية إضافة الحد (X^2) للنموذج:

بعد اختبار معنوية الانحدار ككل، يتم عادة اختبار إضافة الحد (X^2) أي يتم اختبار معنوية التحسن الذي يحدث في المقدرة التفسيرية لنموذج الانحدار الخطي البسيط نتيجة إضافة الحد التربيعي (X^2). ويتم إجراء هذا الاختبار باستخدام اختبار F الجزئي أو اختبار t كما سبق شرحهما. والغرض المراد اختباره في هذه الحالة هو:

- فرض العدم:

إن إضافة الحد (X^2) لنموذج الانحدار الخطي لا يحسن المقدرة التفسيرية للنموذج ($H_0: \beta_2 = 0$).

- مقابل الفرض البديل:

إن إضافة الحد (X^2) للنموذج يسهم بمستوى معنوي في تفسير المتغير التابع ($H_1: \beta_2 \neq 0$).

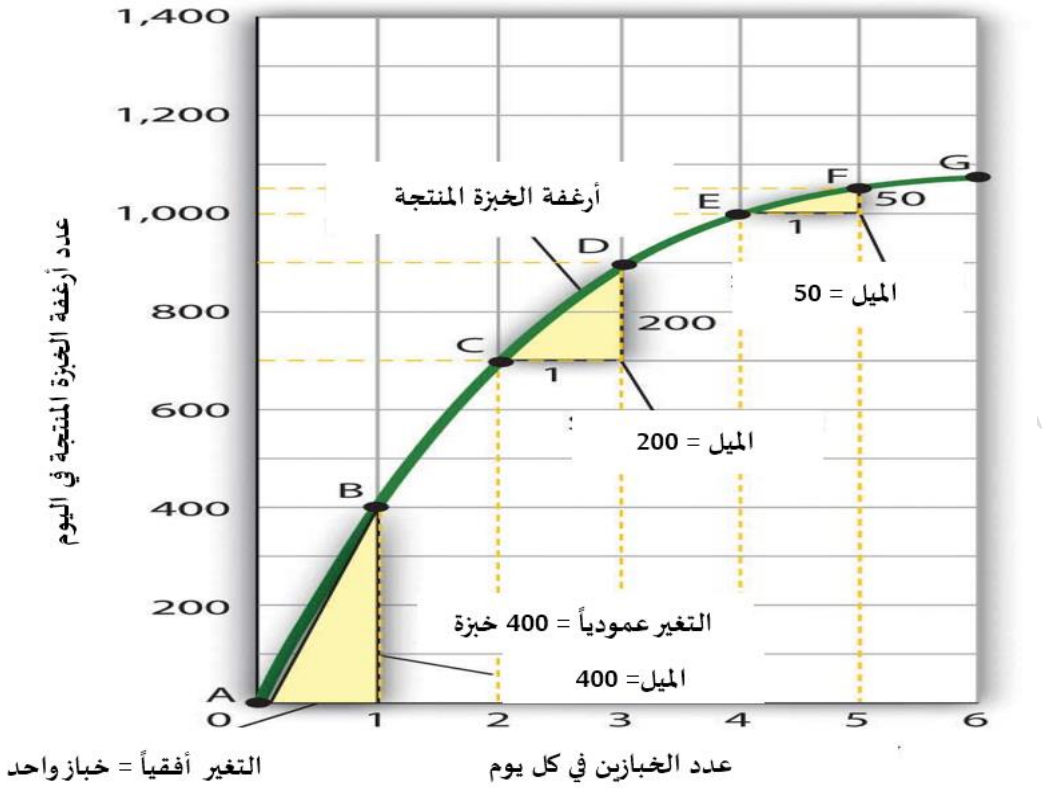
(إسماعيل، 2016، ص180)

هـ- اختبار إضافة حد آخر النموذج الانحدار من الدرجة الثانية:

إذا ما تبين لنا من الاختبار أن الحد (X^2) يسهم بمستوى معنوي في تفسير تباين المتغير التابع، يتم بناء نموذج يضم بالإضافة للمتغيرين X و(X^2) الحد (X^3) ويتم اختيار معنوية المتغير الجديد (X^3) بنفس الطريقة السابقة الذكر. فإذا أوضح الاختبار أن المتغير ليس له دلالة إحصائية نحكم بأن نموذج الانحدار من الدرجة الثانية ملائم لتوفيق البيانات. (إسماعيل، 2016، ص180)

و- تقدير المنحدرات (الميل) لمنحنى غير خطي:

وباستخدام مثال توضيحي لمتغيرين وهما عدد الخبازين في اليوم وعدد أرغفة الخبز المنتجة في اليوم يمكن توضيح فكرة عامة على شكل ميل المنحنى لعلاقة منحنية غير خطية، في الشكل التالي:



شكل 34 يوضح كيفية تقدير المنحدرات (الميل) لمنحنى غير خطي.

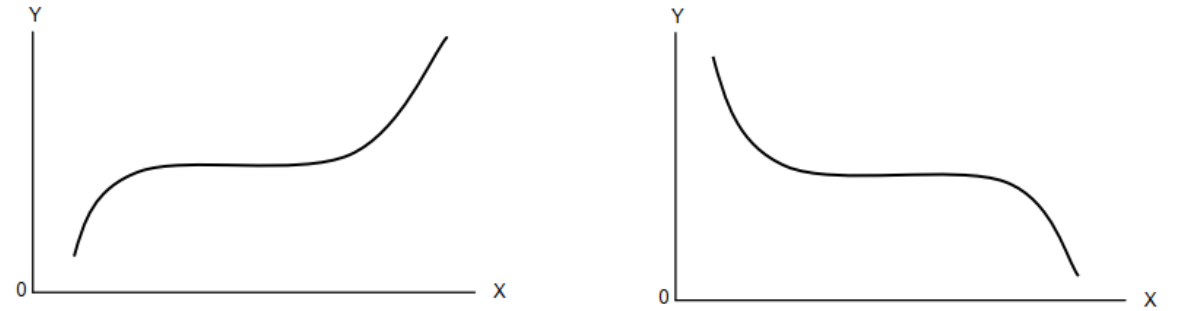
يمكننا تقدير ميل منحنى غير خطي بين نقطتين. هنا، يتم حساب المنحدرات بين النقاط **A** و **B** و **C** و **D** و **E** و **F**. عندما نحسب ميل منحنى غير خطي بين نقطتين، فإننا نحسب ميل خط مستقيم بين هاتين النقطتين. هنا الخطوط التي يتم حساب منحدراتها هي الخطوط المتقطعة بين أزواج النقاط. (Bergman, 2020)

2.5. نموذج الانحدار من الدرجة الثالثة (Cubic Regression Model):

يعتبر نموذج الانحدار من الدرجة الثالثة أو ما يعرف بنموذج الانحدار التكعيبي امتداداً لنموذج الانحدار من الدرجة الثانية. حيث يضم النموذج الحدود (X)، (X^2) و(X^3)، ويصبح شكل العلاقة كالآتي:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 x_i^3 + \varepsilon_i \ \dots\dots\dots\dots (03)$$

ويستخدم نموذج الانحدار من الدرجة الثالثة عندما تكون دالة المتغير الحقيقية دالة من الدرجة الثالثة. ويختلف منحني معادلة الانحدار من الدرجة الثالثة باختلاف قيم المعالم ($\beta_0\ \beta_1 \beta_2 \beta_3$). والشكلان (5-أ) و(5-ب) يوضحان حالتين من شكل منحنى نموذج الانحدار من الدرجة الثالثة.



الحالة الأولى: $\beta_0 > 0 \ , \ \beta_1 < 0 \ , \ \beta_2 < 0 \ , \beta_3 < 0$ الحالة الثانية: $\beta_0 > 0 \ , \ \beta_1 > 0 \ , \ \beta_2 > 0 \ , \beta_3 > 0$

شكل رقم 35 يوضح حالتان مختلفتان من منحنى نموذج الانحدار من الدرجة الثالثة

ب- اختبار الفروض:

في نموذج الانحدار من الدرجة الثالثة يتم إجراء الاختبارات التالية:

- اختبار معنوية الانحدار ككل.

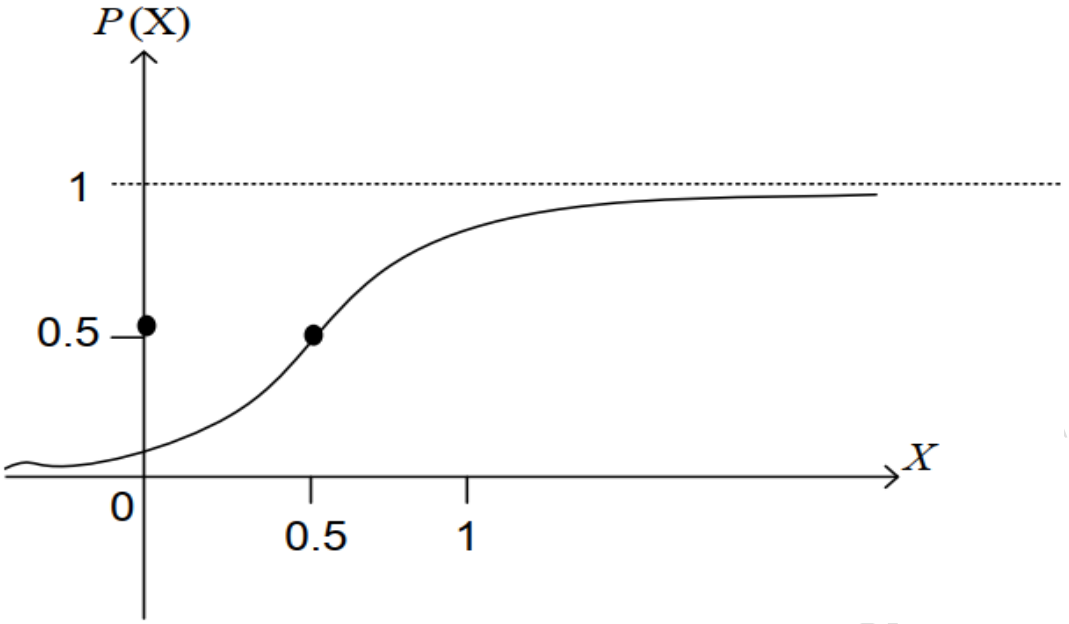
- إذا كان الانحدار ككل ذات دلالة إحصائية، يتم اختبار معنوية إضافة الحد X^3 للحدين X وX^2. فإذا أوضح الاختبار أن إضافة الحد X^3 يسهم بمستوى معنوي في تفسير تغير المتغير التابع، نخلص على أن نموذج الانحدار من الدرجة الثالثة ملائم لتوفيق البيانات. ويتم إجراء هذه الاختبارات بنفس الطريقة التي سبق شرحها في حالة النموذج من الدرجة الثانية. (إسماعيل، 2016، ص184)

6- الانحدار اللوجيستي Logistic Regression:

يعد الانحدار اللوجيستي (Logistic Regression) بطبيعته انحداراً غير خطي، ويستخدم في حالة أن المتغير التابع ثنائي التقسيم (فئوي)، والتي يمكن التنبؤ به من خلال المتغيرات ثنائية التقسيم أو الفئوية أو المتصلة التي تتضمن تحويلاً لا خطياً. تصور معي أن متغيراً تابعاً على شكل منحنى (حرف S) والذي يمثل احتمالية أن شخصاً ما سوف يكون في مجموعة أو أخرى (كما هو الحال في الشكل 06). والذي يعرف بالمعادلة التالية:

$$P(x) = \frac{1}{1+\bar{e}(\beta_0+\beta_x)} \qquad -\infty < x < \infty \ldots\ldots\ldots\ldots (04)$$

حيث x هو شعاع المتحولات المؤثرة في عمليات التصنيف و $P(x)$ هو الاحتمال المقابل له ويأخذ قيمه في المجال $[0,1]$ ، وهو يرسم في المستوى المنحنى التالي:



شكل رقم 36 يوضح دالة الانحناء اللوجيستي

وعلى الرغم من أن الخاصية الأساسية للانحدار اللوجيستي (التحول اللوغاريتمي) تعد منحنية خطياً، إلا أن الفرضية الخطية لا تزال قائمة وواضحة. وبالتحديد فإن الفرضية الأساسية تشير إلى وجود علاقة خطية بين المتغيرات المستقلة (والتي تعد خطية على التحول اللوغاريتمي) وبين المتغير التابع. الأمر يعد مشابهاً عند قيامنا بتكوين نموذج في انحدار المربعات الصغرى الاعتيادية OLS ، إذ إنه بإمكاننا نمذجة العلاقة والتي هي بالأصل غير خطية على التحول اللوغاريتمي.

وهناك نوعان للتحليل اللوجستي هما: الثنائي والمتعدد:

1- التحليل اللوجستي الثنائي: وفيه يشترط أن يكون المتغير التابع Y نوعياً ويأخذ حالتين متنافيتين (نجاح أو فشل، ربح أو خسارة، مدخن أو غير مدخن، حامل للمرض أو غير حامل له، محقق لشرط ما أو غير محقق له، ... الخ)، وأن يأخذ مقابل الحالة المرغوبة الأولى القيمة العددية (1) واحد، وأن يأخذ مقابل الحالة الثانية القيمة العددية (0) صفر. أما المتحولات X المؤثرة في التصنيف فيمكن أن تكون كمية أو نوعية أو مختلطة، وتأخذ قيمها ضمن مجالات أو فئات محددة، ولا يشترط عليها أن تحقق أية شروط مسبقة.

2- التحليل اللوجستي المتعدد: وفيه يشترط أن يكون التابع Y نوعياً ويأخذ عدة حالات متنافية (مستوى التعليم، حالة العمل، الحالة الاجتماعية، ...الخ) وأن يأخذ مقابل إحدى الفئات القيمة (1) ومقابل الفئات المتبقية القيمة (0) .

7- بعض التحويلات المستخدمة:

فيما يلي نستعرض أكثر التحويلات المستخدمة واستعمالاتها:

1. التحويلة اللوغاريتمية (In Y):

وتستخدم التحويلة اللوغاريتمية في الحالات التالية:

- تثبيت تباين المتغير التابع إذا اتضح أنه يتزايد بزيادة قيم المتغير المستقل.
- للحصول على اعتدالية المتغير التابع إذا ما بدا لنا من شكل الانتشار آن توزيعه ملتو نحو اليمين (موجب الالتواء).
- تحويل دالة غير خطية إلى دالة خطية. (إسماعيل، 2016، ص96)

2. تحويلة التربيع (Y):

وتستخدم تحويلة التربيع في الحالات التالية:

- تثبيت تباين حد المتغير التابع إذا اتضح أنه يتناقص مع الوسط الحسابي للمتغير التابع.
- للحصول على اعتدالية المتغير التابع إذا ما بدا لنا من شكل الانتشار أن توزيعه ملتونحو اليسار (سالب الالتواء).
- تحويل دالة غير خطية إلى دالة خطية.

3. تحويلة الجذر التربيعي للمتغير التابع ($\sqrt{Y}$):

- وتستخدم هذه التحويلة لتثبيت تباين المتغير التابع إذا كان يتناسب مع الوسط الحسابي لـ Y. وتعتبر هذه التحويلة مناسبة إذا كان المتغير التابع له توزيع بواسون (Poisson Distribution).

بعض النماذج غير الخطية وكيفية تحويلها إلى خطية:

1. نماذج اللوغاريتم المزدوج (Double - log Models):

يأخذ نموذج اللوغاريتم المزدوج الذي يعرف أيضاً بالنموذج الأسي الصيغة التالية:

$$y_i = \beta_0 X_i^{\beta_1} e^{\varepsilon_i} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (05)$$

ويلاحظ أن منحنى الدالة في هذا النموذج يمر بنقطة الأصل (نقطة تساوي قيم كل من **X** و **Y** بالصفر) وأن ميل المنحني يتزايد أو يتناقص حسب قيمة المعلمة β_1، فإذا كانت β_1 أكبر من الواحد الصحيح فإن الميل يزيد بزيادة **X**، أما إذا كانت قيمة β_1 أقل من الواحد الصحيح فإن الميل يتناقص عندما تزيد قيم **X**. (إسماعيل، 2016، ص96)

ولتقدير معالم نموذج الانحدار الأسمي باستخدام طريقة المربعات الصغرى يتم تحويل المعادلة (1) إلى شكل خطي وذلك بأخذ لوغاريتم طرفي المعادلة كما يلي:

$$\mathbf{In} y_i = \mathbf{In}\beta_0 + \beta_1 \mathbf{In} x_i + \varepsilon_i \dots\dots\dots\dots (06)$$

ومن المزايا التي جعلت نموذج اللوغاريتم المزدوج أكثر شيوعاً وتطبيقاً هو أن المعامل β_1 يقيس مرونة المتغير التابع (Y) بالنسبة للمتغير المستقل (X)، أي زيادة نسبة مئوية واحدة في المتغير المستقل X تصاحبها تغير نسبي ثابت في القيمة المتوسطة للمتغير التابع Y.(إسماعيل، 2016، ص96)

2. النماذج شبه اللوغاريتمية (Semi-log Models):

تسمى هذه النماذج بشبه اللوغاريتمية لأن أحد المتغيرين يتم تحويله إلى لوغاريتم لكي يأخذ النموذج الشكل الخطي.

- النموذج الأول (لوغاريتم المتغير التابع): يأخذ هذا النموذج الذي يعرف أيضا بالنموذج الأسي، الصيغة التالية:

$$y_i = e^{\beta_0+\beta_1 x_i+\varepsilon_i} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (07)$$

ولهذا النموذج كما يلاحظ، ثابت موجب (المقطع الصادي) يساوي e^{β_0}. ومن خصائص هذا النموذج أن الميل (المعامل β_1) يقيس التغير النسبي في المتغير التابع (Y) الذي يصاحب التغير المطلق في المتغير المستقل (X)، أي أن:

$$\beta_1 = \frac{\text{التغير النسبي في } y}{\text{التغير المطلق في } x}$$

ويستخدم هذا النموذج (08) لتقدير معدلات النمو إذا كان المتغير المستقل يمثل اتجاهاً زمنياً، مثال ذلك نمو السكان، الصادرات.. إلخ بمعدل ثابت عبر الزمن. ولتحويل هذا النموذج إلى نموذج خطي نأخذ لوغاريتم طرفي المعادلة (08) كما يلي:

$$\text{In } y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \dots\dots\dots\dots (08)$$

وبالتالي يمكننا استخدام طريقة المربعات الصغرى لتقدير معالم النموذج الأسي.

- النموذج الثاني (لوغاريتم المتغير المستقل): يأخذ هذا النموذج الصيغة التالية:

$$e^{y_i} = \beta_0 X_i^{\beta_1} e^{\varepsilon_i} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (09)$$

ويستخدم هذا النموذج إذا كان التغير في المتغير المستقل (X) بنسبة ثابتة يؤدي إلى تغير في المتغير التابع بمقدار ثابت. وفي هذا النموذج يقيس الميل التغير المطلق في المتغير التابع الذي يصاحب التغير النسبي في المتغير المستقل (X)، أي أن:

$$\beta_1 = \frac{\text{التغير النسبي في } y}{\text{التغير المطلق في } x}$$

لتقدير معالم النموذج (09) باستخدام طريقة المربعات الصغرى يتم تحويله إلى نموذج خطي وذلك بأخذ لوغاريتم طرفي المعادلة كما يلي:

$$y_i = \text{In}\beta_0 + \beta_1 \text{In} x_i + \varepsilon_i \dots\dots\dots\dots (10)$$

(إسماعيل، 2016، ص97)

المحاضرة الثامنة

التحليل العامـــلي الاستكشافي
Exploratory Factor Analysis

عناصر المحاضرة:

تمهيد:

1- المفاهيم والأساسيات الهامة في التحليل العاملي

2- أنواع التحليل العاملي

2-1- التحليل العاملي الاستكشافي Explaratory Factor Analysis

2-2- الأفتراضات أو الشروط لتنفيذ التحليل العاملي الاستكشافي

2-3- خطوات تنفيذ التحليل العاملي الاستكشافي

2-4- إضاءة إحصائية حول التحليل العاملي

2-5- كيفية تنفيذ التحليل العاملي الاستكشافي باستخدام برنامج SPSS من خلال تطبيق تفاعلي.

تمهيد:

يعد التحليل العاملي الاستكشافي (EFA) من الأساليب الإحصائية المتقدمة التي تستخدم في تحليل البيانات لفهم البنية الكامنة أو العوامل الأساسية التي قد تفسر التباين في مجموعة من المتغيرات. في الكثير من الأحيان، يجد الباحثون أنفسهم أمام مجموعة كبيرة ومعقدة من المتغيرات التي يصعب تفسيرها بشكل مباشر، وهنا يأتي دور التحليل العاملي الاستكشافي، الذي يهدف إلى تقليل عدد المتغيرات الكثيرة إلى مجموعة أصغر من العوامل الرئيسية.

يُستخدم التحليل العاملي الاستكشافي بشكل رئيسي في الحالات التي لا يوجد فيها فرضيات مسبقة حول العلاقات بين المتغيرات، ويهدف إلى اكتشاف البنية الكامنة وراء البيانات. إذ يعمل هذا التحليل على تحديد العوامل المشتركة بين المتغيرات، مما يسهل فهم الأنماط والتوجهات في البيانات. وعادة ما يتم تطبيقه في العديد من المجالات مثل علم النفس، التربية، الاقتصاد، وغيرها من العلوم الاجتماعية والطبيعية.

خلال هذه المحاضرة، سنتعرف على المبادئ الأساسية لهذا التحليل، ونستعرض خطواته المنهجية بدءًا من جمع البيانات، مرورًا بتحديد عدد العوامل المناسبة، وصولًا إلى تفسير النتائج. كما سنتناول استخدام أدوات مثل التحليل العاملي الاستكشافي لفهم البنيات المعقدة في البيانات وكيفية تطبيق هذه التقنيات لتحليل البيانات بشكل دقيق وموثوق.

1- مفهوم التحليل العاملي Factor Analysis Concept:

تطور التحليل العاملي وتطور استخدامه تطوراً سريعاً منذ أن توصل إليه "سبيرمان" C.Spearman وخاصة بعد أن تعدد المتغيرات وتداخلت فيما بينها، فكان لزاما علينا أن نبحث عن طريقة جديدة يمكن

عن طريقها إخضاع هذه المتغيرات لوسيلة تجمعها في مجموعات فتسهل على الباحث الدراسة والبحث وكذلك تفسير النتائج التي توصل إليها تفسيراً منطقياً لنظرية محددة ومعروفة.

كم أصبح التحليل العاملي يحتل مكانة هامة في مجال البحوث التربوية والنفسية والاجتماعية والرياضية والصحية، حيث أن هذه العلوم تخضع لكثير من المتغيرات المتداخلة التي يكون بينها مجموعة من الارتباطات.

التحليل العاملي من الأساليب الإحصائية صعبة التنفيذ يدوياً أو بالآلات الحاسبة الصغيرة، ولذا لقى صعوبة في استخدامه في البداية بل كان من مستحيل القيام به. ولكن مع التطور الهائل في الحاسبات الالكترونية الآن أدى ذلك إلى زيادة الاهتمام به واستخدامه في مجالات العلوم المختلفة كما أدت التطورات الحديثة إلى حل التناقضات التي نشأت في بداية الأمر. عند استخدام هذا النوع من التحليل. (مصطفى وأخرون، 2002، ص10)

التحليل العاملي Factor Analysis هو أسلوب إحصائي يستهدف تفسير معاملات الارتباط الموجبة التي لها دلالة إحصائية بين مختلف المتغيرات، وبمعنى آخر فإن التحليل العاملي عملية رياضية تستهدف تبسيط الارتباطات بين مختلف المتغيرات الداخلة في التحليل وصولا إلى العوامل المشتركة التي تصف العلاقة بين هذه المتغيرات وتفسيرها. ويعد التحليل العاملي منهجاً إحصائياً لتحليل بيانات متعددة ارتبطت في ما بينها بدرجات مختلفة من الارتباط التلخصي في صورة تصنيفات مستقلة قائمة على أسس نوعية للتصنيف، ويتولى الباحث فحص هذه الأسس التصنيفية واستشفاف ما بينها من خصائص مشتركة وفقاً للاطار النظري والمنطق العلمي الذي بدأ به، حيث يبدأ التحليل العاملي، بحساب الارتباطات بين عدد من المتغيرات مثل أ، ب، ج، د، هـ، و، مثل الذكاء، القلق، الانطواء، التحصيل، الاكتئاب مثلاً، ونحصل على مصفوفة من الارتباطات بين هذه المتغيرات لدى عينة ما، ثم نتقدم بعد ذلك لتحليل هذه المصفوفة الارتباطية تحليلاً عاملياً لنصل إلى أقل عدد ممكن من المحاور أو العوامل تمكننا من التعبير عن أكبر قدر من التباين بين هذه المتغيرات، ذلك أن توقفنا عند فحص هذه المصفوفة الارتباطية التي تتكون من عشرة معاملات ارتباط لا يؤدي إلى فهم كامل للمجال المشترك فيما بينها جميعاً، حيث يبين كل معامل من معاملات الارتباط في المصفوفة علاقة بسيطة بين متغيرين فقط من متغيراتها دون أن ينبئ بأهمية أو دور هذه العلاقة بين هذين المتغيرين والمتغير ثالث، وعلى ذلك لا نستطيع عند هذا المستوى أن نصل لتقدير للعلاقة المشتركة بين ثلاثة متغيرات معاً أو بين متغيرات المصفوفة الخمس إذ أن حصولنا على معامل الارتباط بين أ ، ب قدره 0.7 ومعامل آخر بين ب، ج قدره 0.7 أيضاً لا يعني بالضرورة أن الارتباط بين أ ، ج يساوي 0.7 كذلك فقد يكون ما هو مشترك بين أ، ب غير ما هو مشترك بين ب، ج ، ولا تصلح العلاقة الثنائية بين ب وأي من المتغيرين أ ،ج لتقدير العلاقة بينهما في معاملات الارتباط البسيطة (نبيل جمعة، 2015، ص317).

يهدف أسلوب التحليل العاملي إلى تلخيص المتغيرات المتعددة في عدد أقل تسمى (عوامل) بحيث يكون لكل عامل من هذه العوامل دالة تربطه ببعض (أو كل) هذه المتغيرات. ويمكن من خلال هذه الدالة إعطاء

تفسير لهذا العامل بحسب المتغيرات التي ترتبط معه بشكل قوي. ولقد نشأ هذا الأسلوب أساساً من أجل تحليل التجارب والمقاييس النفسية بحيث يمكن إرجاع مجموعة معينة من الاختبارات إلى عامل الذكاء وأخرى إلى عامل الذاكرة وهكذا، وإن كان هذا لا يعني أن هذا الأسلوب لا يستخدم في مجالات أخرى. وترتكز فكرة التحليل العاملي على استخلاص مجموعة من العوامل مرتبطة بالمتغيرات الأصلية، بحيث تفسر هذه العوامل أكبر نسبة ممكنة من التباين في المتغيرات الأصلية. ويمكن استخدام التحليل العاملي لتحويل مجموعة مرتبطة من المتغيرات إلى مجموعة أخرى مستقلة تربطها بالمجموعة الأولى علاقات خطية. وفي كل الأحوال تمثل العلاقة بين المتغيرات الأصلية والعوامل في شكل معادلات على النحو التالي:

مثال على المعادلة:

$$F_1 = \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \cdots + \alpha_{1n}X_n$$

أما المعادلات كاملة فهي كالتالي:

$$F_1 = \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \cdots + \alpha_{1n}X_n$$
$$F_2 = \alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + \cdots + \alpha_{2n}X_n$$

.....

.....

.....

$$F_m = \alpha_{m1}X_1 + \alpha_{m2}X_2 + \cdots + \alpha_{mn}X_n$$

حيث: α = تدل على قيمة معامل الانحدار الجزئي المعياري (معامل بيتا) وتدل على مقدار مساهمة العامل الأول الصافية (التي لا يشاركه فيه العامل الآخر) في تفسير تباين المتغير التابع أي تباين الفقرة الأولى.

2- أهمية التحليل العاملي الاستكشافي وميادينه:

يمكن تطبيق أسلوب التحليل العاملي بنجاح في عدد كبير من الميادين العلمية، واختصار الوقت والجهد اللازمين للتحليل في العديد من الأبحاث، ويمكن إيجاز أهم هذه التطبيقات فيما يلي:

- في مجال الإحصاء:

يعتمد التحليل العاملي في دراسة الارتباط والانحدار المتعدد بطريقة سريعة ودقيقة. فعلى سبيل المثال يستخدم التحليل العاملي لإثارة عدد من الفروض التي لها علاقة بالعوامل السببية، أو يستخدم لفحص المتغيرات قبل استخدامها في تحليل آخر، مثلاً: يمكن استخدام التحليل العاملي للبحث عن العلاقات الخطية المتعددة Multiconltinerity بين المتغيرات قبل تطبيق الانحدار المتعدد وتحويلها إلى عوامل مستقلة عن بعضها (نبيل جمعة، 2015، ص317).

- في مجال العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية:

كثر استخدام التحليل العاملي في هذا المجال، وذلك في تحليل النشاط العقلي المعرفي إلى قدراته المختلفة وتحليل النواحي المزاجية للشخصية إلى سماتها المتعددة وتحليل الاتجاهات والقيم الاجتماعية والميول المهنية.

- في مجال بناء الاختبارات:

يعتمد بناة الاختبارات الحديثة في دراسة مفردات الاختبارات على معرفة المكونات الرئيسية للظواهر التي تخضعها للقياس، ويعد التحليل العاملي أدق وسيلة لمعرفة صدق هذه المكونات لقياس الظاهرة، وهو ما يسمى " بالصدق العاملي".

- في مجال العلوم السياسية والتجارية:

حيث أن التحليل العاملي يقوم على الايجاز الدقيق، فقد استخدم بنجاح كبير في دراسة الظواهر المعقدة التي تتأثر بعدد كبير من المؤثرات والعوامل المختلفة كالعلوم السياسية والإدارية، ودراسة العوامل المؤثرة في أسعار السلع والعملات وأجور العمال وما إلى ذلك.

- مجالات أخرى كثيرة مثال مجال العلوم الطبية، ومجال العلوم الطبيعية:

يستخلص من ذلك أن التحليل العاملي ليس وقفاً على علم نفس أو التربية فقط، ولكنه أسلوب علمي إحصائي من أساليب الدراسة التحليلية التي تهدف إلى التقسيم والتوبيب والتصنيف لجميع القوى والمؤثرات الفعالة في ظاهرة معينة (نبيل جمعة، 2015، ص320).

3- أهداف التحليل العاملي الاستكشافي:

الهدف الأساسي من التحليل العاملي هو وصف علاقات التغاير بين عدد كبير من المتغيرات بدلالة عدد قليل من المقادير غير المشاهدة التي تسمى العوامل، ويعتمد النموذج العاملي أساساً على الفكرة التالية: افتراض إمكانية تجميع المتغيرات بناءً على معاملات الارتباط بينها، وهذا يعني أن جميع المتغيرات الموجودة في مجموعة معينة مرتبطة مع بعضها ارتباطاً قوياً، ولكن ارتباطها بمتغيرات المجموعات الأخرى ارتباط ضعيف، ومن الممكن أن نتصور هنا أن كل مجموعة من المتغيرات تمثل عاملاً واحداً، وهو المسئول عن الارتباط المشاهد بينها.

ويسعى أسلوب التحليل العاملي إلى استخلاص العوامل من المتغيرات بحيث:

يكون العامل الأول هو أكثرها ارتباطاً بالمتغيرات أو أكثرها تفسيراً للتباين المشترك يليه العامل الثاني وهكذا.

1. أن يكون في كل عامل عدد غير قليل من المعاملات الصفرية.
2. أن يسهل تفسير هذه العوامل على ضوء علاقاتها بالمتغيرات.

من أهم أهداف العلم تنظيم الحقائق والمفهومات تنظيماً بوضع ما بينها من علاقات، أو تقسيمها على أساس ما بينها من أوجه تشابه والاختلاف والتحليل العاملي وسيلة من وسائل التبسيط العلمي والتقسيم العلمي ويذكر "كاتل" أن هدف المنهج العلمي اكتشاف الحقائق والعلاقة بين هذه الحقائق، ولأهداف عملية،

واكتشاف القوانين التنبؤية، ويضيف أن التحليل العاملي منهج كلي يهدف إلى اكتشاف العموميات الأساسية، الوظيفية والعضوية، بدلا من أن ينوه البحث في عدد ضخم من المتغيرات التي تعد كالذرات، ولذلك اقترح "كاتل" أن يسمى بالتركيب العاملي أو على الأقل بتركيب المتغيرات. وبمعنى أضيق يحدد "سولمون دياموند" أهداف التحليل العاملي بأنه تكوين الفروض واختبارها، وتحديد أصغر عدد من العوامل المحددة التي يمكن أن تفسر العلاقات التي نلاحظها بين عدد كبير من الظواهر الواقعية وإلى أي مدى يؤثر كل من هذه العوامل في كل متغير؟ أن أوضح وظيفة للتحليل العاملي تتمثل في خفض أو اختزال مكونات جداول الارتباطات إلى أقل عدد ممكن ليسهل تفسيرها(نبيل جمعة، 2015، ص320).

لقد بين "أيزنك (Eyzanck, 1953)" أن للتحليل العاملي ثلاثة أهداف أساسية يروم تحقيقها، ويرتبط بهذه الأهداف ثلاث وجهات للنظر إلى طبيعة العوامل، وعدد كبير من طرق استخراج العوامل والتدوير، وهي الأهداف ذاتها لأي فرع من فروع الإحصاء وهي:

1. الوصف.
2. البرهنة على الفروض.
3. اقتراح فروض من البيانات الأولية.

ومعظم علماء النفس يدركون هذه الاستخدامات الثلاثة للإحصاء، ولكن تظهر هذه المشكلة عندما تنطبق هذه الأهداف على التحليل العاملي، ويناقش "أيزنك" استخدامات التحليل العاملي على هذه المستويات الثلاثة، مع تعريف العامل في كل مستوى، فبالنسبة للهدف الأول فإن العامل إحصاء مختصر يهدف إلى اقتصاد في الوصف، ويصف علاقات مستقيمة بين مجموعة من المتغيرات، ولا يتضمن العامل تحديدا لأي معنى سيكولوجي أو أسباب، ولا يقترح فروضا أو يثبتها، وقد وجد بعض علماء النفس وجهة النظر هذه جدا جذابة(نبيل جمعة، 2015، ص321).

ويعتقد آخرون في عكس هذا الرأي، فيرون أن التحليل العاملي يقترح فروضا، وكلا نجح في هذه المهمة انتهت وظيفة الوصف ليصبح جزء النظرية السيكولوجية من حيث هو الإحصاء يختصر العلاقات بين مجموعة من المتغيرات، ويقترح علاقات سببية لم يسبق اكتشافها، وأن توليد الفروض ليس حكرا على التحليل العاملي، فهو يشبه في ذلك طرق الملاحظة والعمل الاكلينيكي، الا أن الأخيرين يقلان عنه في درجة الدقة والصرامة. وقد يسهل تكوين الفروض في مجال تتوفر فيه ملاحظات كثيرة الا أن اسهام التحليل العاملي يصبح مهما جدا في المجالات الجديدة نسبياً، وذلك في الإسراع بتكوين فروض معقولة واستبعاد الفروض الضعيفة. ويتصل هذا الهدف بإثبات هذه الفروض أو دحضها وبخاصة الفروض المتعلقة بتركيب الشخصية وتنظيمها كفروض الأنماط والسمات، مما يصعب اثباته أو دحضه بالطرق غير العاملية. وبين مستوى اقتراح الفروض والتحقق منها رابطة متينة، وقد نجد النوعين من العوامل في دراسة واحدة. وحيث أن التحليل العاملي يهدف إلى تحقيق واحد أو أكثر من هذه الأهداف الهامة والجوهرية والتي تتسق مع

أهداف العلم الأساسية، فقد أصبح التحليل العاملي منهجاً إحصائياً له أساس منطقي لا غنى عنه في عدد غير قليل من النظريات السيكولوجية وبالتحديد في مجال الشخصية التي تدعى عاملية.

4- أساليب التحليل العاملي الاستكشافي:

يعتقد البعض على أن التحليل العاملي على أنه استخلاص للعوامل الأساسية من مصفوفة ارتباطية، والأخيرة مستمدة من نتائج تطبيق اختبارات معينة على مجموعة كبيرة من الأفراد. وهذا صحيح ولكنه ليس إلا أسلوبا واحداً فقط من بين عدة أساليب نحدد منها ثلاثة على الاقل يلى:

أ - التحليل العاملي للمتغيرات R-technique

هذا هو الأسلوب التقليدي والمتبع فى معظم البحوث (90% تقريباً)، وتبدأ البيانات الأصلية الخام لهذا الأسلوب من درجات الأفراد التى تكون الصفوف، بينما تتكون الأعمدة من المتغيرات، وتحسب معاملات الارتباط بين المتغيرات (الأعمدة) ثم تحلل عاملياً ويستخرج منها عوامل خاصة بالمتغيرات.

ب - التحليل العاملي للأشخاص : Q - technique

الإجراءات الحسابية فى هذا الأسلوب هى ذاتها المتبعة فى تحليل المتغيرات، مع فارق واحد فقط هو حساب معاملات الارتباط بين الصفوف وليس الأعمدة (أى بين الأشخاص وليس المتغيرات)، ولذا يسمي أحيانا بالتحليل العاملي المحور transposed أو المعكوس inverted . وبينما نشير فى التحليل العاملي للمتغيرات إلى اختبار مشبع بعامل يمثله ، فإن العوامل المستخرجة من التحليل العاملي للأشخاص تشير إلى أفراد مشبعين بدرجة عالية بالعامل (حسني، 2012).

وقد نبع هذا المنهج من مشكلات يكون فيها الموضوع المركزى هو تجميع الأفراد، ويمكن أن يكون هؤلاء الأفراد حالات إكلينيكية أو تنظيمات أو الناس على وجه العموم، والهدف هو التعرف إلى الفئات التى يتجمع فيها الأفراد، ولذا فإن أى فرد جديد يمكن وضعه - على أساس البحث العاملي - مع المجموعة التى يتشابه معها أكثر . وتشير التشبعات العاملية فى هذا الأسلوب إلى أى مدى يمكن أن يتشابه كل فرد مع نموذج فرضى.

ويذكر " وليم ستيفنسون " (Stephenson, 1953) رائد هذا المنهج أن له تطبيقات عملية متعددة فى الدراسة السيكولوجية للأنماط والتحليل المبدئي للاستخبارات ، بالإضافة إلى تطبيقات فى علم النفس الاجتماعى وبحوث الشخصية والاختبارات الإسقاطية وعلم النفس الإكلينيكي، وذلك حتى يدخل التحليل العاملي إلى المعمل والعيادة.

ج - التحليل العاملي لاستجابات الفرد الواحد : P - technique

وهو التحليل العاملي لمعاملات الارتباط بين مجموعة من المتغيرات أو مظاهر السلوك المستمدة من عدد كبير من المناسبات أو اللحظات. ولكن الأمر الهام فى هذا الأسلوب هو أن هذه البيانات كلها تستمد من فرد واحد، ويسميه " بتلر " وزملاؤه (Butler-et al., 1963) " تحليل البيانات الطبيعية " ، ويذكرون أنه " نوع

من التحليل العاملي يمثل فيه سلوك الفرد خلال فترات متعددة من الملاحظات، ويطبق على المقابلات النفسية العلاجية". (حسني، 2012)

5- شروط التحليل العاملي الاستكشافي:

يتطلب استخدام التحليل العاملي بعض الافتراضات والشروط التي يجب أن تتوفر في البيانات المطلوب تحليلها وكيفية معالجتها، ويمكن تقسيم هذه الافتراضات والشروط إلى قسمين هما: (شروط عامة قبل التحليل، وشروط أثناء التحليل العاملي "طرق التحليل العاملي، وتدوير العوامل").

ومن أهم الشروط العامة:

1. التوزيع الاعتدالي للمتغيرات.
2. مستوى قياس المتغيرات من المستوى الفئوي أو النسبي.
3. وجود علاقات خطية بين المتغيرات.
4. العينة المختارة عشوائية وكبيرة وممثلة للمجتمع (لكل متغير 10 أفراد على الأقل).
5. استقلالية الأخطاء في كل متغير، واستقلال المتغيرات عن بعضها. (أبو هاشم)

6- بعض المفاهيم العاملية:

- **الجذر الكامن Eigen Value:**

هو مجموع مربعات تشبعات كل المتغيرات على كل عامل من عوامل المصفوفة على حدة، ويمثل كمية التباين التي يساهم بها العامل، ومحدد كما هو واضح في البرنامج بالقيمة واحد وهي طبقاً لمحك كايزر بحيث إذا كان الجذر الكامن أكبر من الواحد نقبل العامل وإذا كان أقل فإننا نرفضه.

- **الشيوع أو الاشتراكيات Communality:**

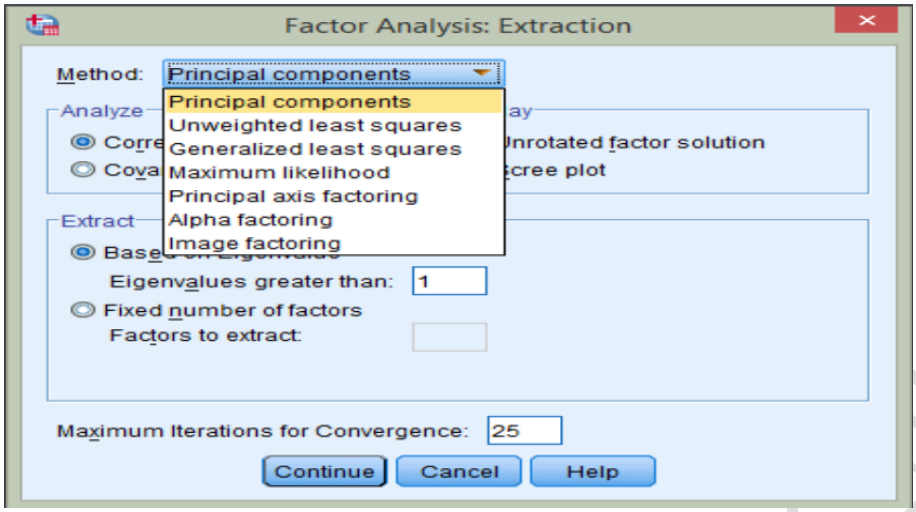
ويعني شيوع المتغير على العوامل هو نسبة التباين في المتغير المفسر بواسطة (أو الذي يعزى إلى) العوامل المشتركة (يماثل دور R^2 في الانحدار الخطي المتعدد). وقيمة شيوع أي متغير على العوامل المشتركة تساوي مجموع مربعات تشبع هذا المتغير على العوامل. ويستخدم الشيوع في توزيع المتغيرات على العوامل. ويقترح Larose (2006) أن لا يقل الحد الأدنى لشيوع المتغير عن 0.50، ويرى Tabachnick and Fidell (2007) أن يتم حذف المتغير إذا كان شيوعه أقل من 0.20.

- **التشبع loading:**

هو معامل الارتباط أو التغاير بين المتغير أو العبارة والعامل أو المكون. (القحطاني، 2015،ص283)

7- طرق التحليل العاملي الاستكشافي:

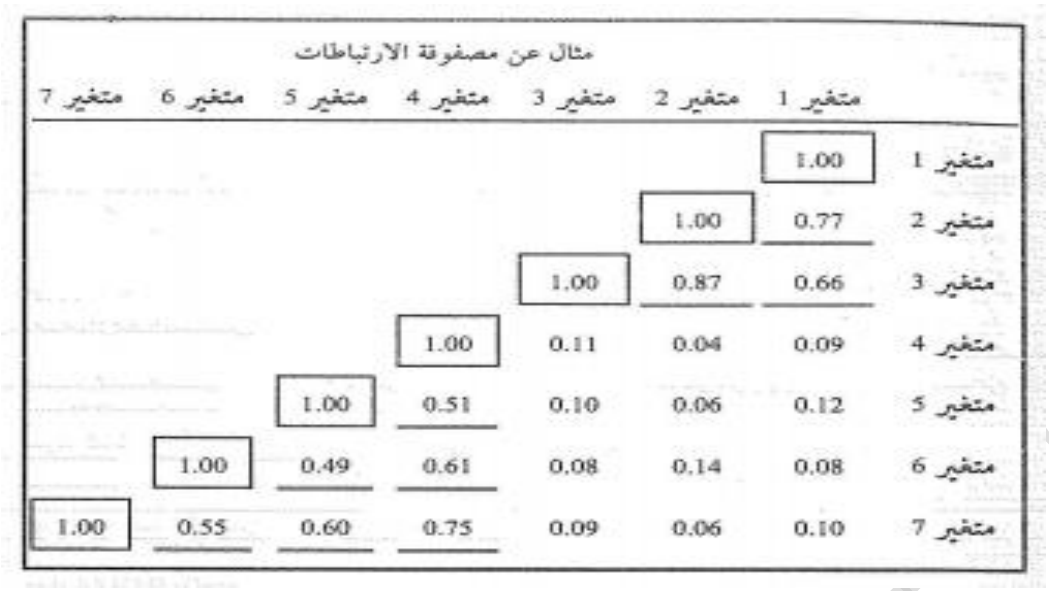
تحدد الطرق الحسابية المستخدمة في التحليل العاملي كثيرا، فهناك الطريقة القطرية، والطريقة المركزية، والطريقة المركزية باستخدام متوسط الارتباطات، وطريقة المكونات الأساسية، ونوجزها فيما يلي:



1- الطريقة القطرية: Diagonal Method وتعد الطريقة القطرية من الطرق المباشرة والسهلة في التحليل العاملي، ويمكن استخدامها إذا لدينا عدد قليل من المتغيرات وتؤدي إلى استخلاص أكبر عدد ممكن من العوامل وتتطلب هذه الطريقة معرفة سابقة ودقيقة بقيم شيوع المتغيرات، وبدون هذه المعرفة لا يمكن استخدامها، وتستمد الطريقة القطرية اسمها من كونها تقوم على استخدام القيم القطرية في المصفوفة الارتباطية مباشرة. وتبدأ الطريقة القطرية باستخلاص هذه القيمة بكاملها في العامل الأول، وبذلك يكون جذر هذه القيمة هو تشبع المتغير الأول على العامل الأول، ويطلق عليه اسم التشبع القطري وهكذا.

2- الطريقة المركزية: Centroid Method كانت الطريقة المركزية لـ"ثيرستون" أكثر طرق التحليل العاملي استخداماً وشيوعاً إلى عهد قريب نظرا لسهولة حسابها فضلاً عن استخلاص عدد قليل من العوامل العامة. غير أن هذه الطريقة تفتقر إلى عدد من المزايا الهامة، أهمها أنها لا تستخلص الا قدر محددا من التباين الارتباطي، تتحدد قيم الشيوع في المصفوفة الارتباطية وفق تقديرات غير دقيقة حيث تستخدم أقصى ارتباط بين المتغير وأي متغير في المصفوفة وهو إجراء يؤدي إلى خفض رتبة المصفوفة.

3-الطريقة المركزية باستخدام متوسط الارتباطات: Averoid Method لا تختلف هذه الطريقة عن الطريقة المركزية المعتادة إلا في استخدامها تقدير الشيوع عبارة عن متوسط ارتباطات المتغير ببقية المتغيرات في المصفوفة ثم حساب العوامل بعد وضع المتوسط الخاص بارتباطات كل متغير في خليته القطرية ولهذا السبب يطلق على هذا الأسلوب اسم الطريقة المركزية بإستخدام المتوسطات. غير أن هذه الطريقة لا توفر نفس الدقة التي تجدها في الطريقة المركزية التامة، إذ تؤدي إلى خفض محدود في نسبة التباين التي تعبر عنها العوامل الناتجة. غير أن هذه الطريقة تبدو مفيدة في حالة وجود عدد كبير من المتغيرات دون توفر وسائل آلية لاجراء العمليات الحسابية(نبيل جمعة، 2015، ص322).



مثال عن مصفوفة الارتباطات

	متغير 1	متغير 2	متغير 3	متغير 4	متغير 5	متغير 6	متغير 7
متغير 1	1.00						
متغير 2	0.77	1.00					
متغير 3	0.66	0.87	1.00				
متغير 4	0.09	0.04	0.11	1.00			
متغير 5	0.12	0.06	0.10	0.51	1.00		
متغير 6	0.08	0.14	0.08	0.61	0.49	1.00	
متغير 7	0.10	0.06	0.09	0.75	0.60	0.55	1.00

شكل 37 يوضح مصفوفة الارتباطات.

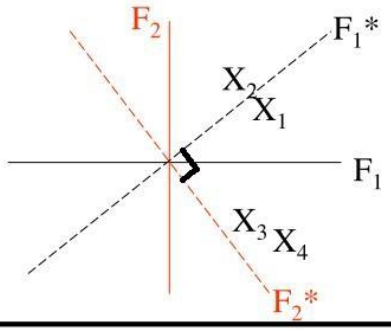
8- أسلوب تحليل المكونات الأساسية Principal Components Analysis:

تعد طريقة المكونات الأساسية والتي وضعها "هوتلنج Hottelling" عام 1933 من أكثر طرق التحليل العاملي دقة وشيوعاً في بحوث الشخصية، ولهذه الطريقة مزايا عدة منها أنها تؤدي إلى تشبعات دقيقة. وكذلك فإن كل عامل يستخرج أقصى كمية من التباين (أي أن مجموع مربعات تشبعات العامل تصل إلى أقصى درجة بالنسبة لكل عامل)، وتؤدي إلى أقل قدر ممكن من البواقي، كما أن المصفوفة الارتباطية تختزل إلى أقل عدد من العوامل المتعامدة (غير المترابطة) ولم تلق طريقة المكونات الأساسية في البداية قبولاً كبيرا بين الباحثين نظرا لحاجتها إلى وقت حسابات طويل لإتمامها ولذا كان من المستحيل استخدامها يدوياً في حالة المصفوفات الكبيرة، ولكن بعد الاعتماد الحواسيب ذات السرعة الفائقة والدقة الشديدة وطاقة التخزين الكبيرة، أصبحت هذه الطريقة الآن من بين أكثر الطرق شيوعاً نظرا لدقة نتائجها بالمقارنة ببقية الطرق (نبيل جمعة، 2015، ص323).

9- طرق تدوير العوامل Rotation:

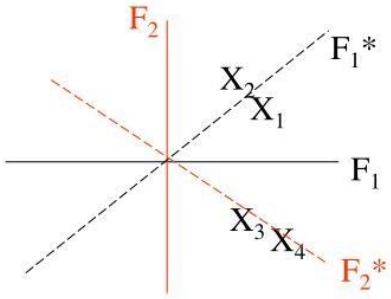
هناك نوعان من التدوير تبعاً للزاوية التي تفصل بين المحاور المرجعية وهما التدوير المتعامد Orthogonal rotation و التدوير المائل oblique rotation، ففي التدوير المتعامد تدار العوامل معاً (اثنين منهما مثلا) مع الاحتفاظ بالتعامد (90 درجة) وتحقيق الاستقلالية بحيث ينعدم الارتباط بين هذه العوامل، أما التدوير المائل ففيه تدار المحاور دون احتفاظ بالتعامد، فتترك لتتخذ الميل الملائم لها، وبالتالي يريد أن يعكس وضع المتغيرات في الواقع التي تكون عادة مرتبطة وغير مستقلة. فإفتراض ارتباط العوامل هو افتراض أكثر واقعية من افتراض استقلال العوامل، لذلك يتوقع المستعمل من استخراج العوامل بعد التدوير أن ينسجم مع تصور العلاقات التي تربط بين الأبعاد أو العوامل التي نادرا ما تكون مستقلة لطبيعة الظواهر النفسية الاجتماعية. (تيغزة، 2012، ص72)

Orthogonal vs. Oblique Rotation



Rotated	F_1	F_2
X_1	.7	-.1
X_2	.7	.1
X_3	.1	.5
X_4	.2	.6

Orthogonal Rotation



Rotated	F_1	F_2
X_1	.7	-.1
X_2	.7	.1
X_3	0	.4
X_4	.1	.5

Oblique Rotation

وفي هذا الصدد يذكر محمود منسي (1993) أن جميع العوامل المستخلصة من التحليل العاملي المباشر، تحتاج إلى إبراز هويتها بطريقة أوضح لأنه يصعب تفسيرها سيكولوجياً وحيث أن هدف تدوير المحاور (المتعامد والمائل على حد سواء) هو التوصل إلى البناء البسيط الا أن التدوير المتعامد يهدف إلى تحقيق هذا الهدف في ضوء فكرة الاستقلال بين العوامل وعدم الارتباط.

والعوامل المتعامدة غير مرتبطة معاً، أي أن معاملات الارتباط بينها تساوي صفر، إذ تصنف العوامل الاختبارات أو المتغيرات إلى فئات غير مرتبطة، وهكذا يصبح التقسيم حاد غير متداخل، أما العوامل المائلة فهي بينها ارتباط أي أنها عوامل متداخلة ويفضل بعض المحللين استخراج عوامل متعامدة غير مرتبطة في حين يهتم آخرون باستخلاص المائل، ويهدف تدوير المحاور إلى تحقيق ما يسميه ثرستون البناء البسيط (عبد الخالق، 1987، ص.116).

1. بعض طريق التدوير المتعامد:

- طريقة الكوار تيماكس Quartimax
- طريقة الفاريماكس Varimax
- طريقة إكواماكس Equamax

2. بعض طرق التدوير المائل:

- الكواراتيمن Quartimin
- طريقة أوبليمين Oblimin
- الكوفاريمين Covarimin
- طريقة البروماكس Promax(نبيل جمعة، 2015، ص330).

10- محكات التوقف عن استخلاص العوامل

1-محك تايكر Tuker's Criterion: وهو يقوم على استخدام معامل فاي ويعتمد على مبدأ أنه إذا لم يوجد نقص ذي دلالة في حجم قيم البواقي من مصفوفة إلى أخرى تليها فإن العامل الذي استخلص يكون ذا دلالة وما يتبقى ليس الا بواقي لا أهمية لها. ويلاحظ أن هذه الطريقة تصلح بالنسبة للطريقة المركزية لثيرستون ونعتمد ونعتمد صحة هذا المحك جزئيا على صحة إجراءات عكس الإشارات في المصفوفة كما أن عملية العكس تؤدي إلى ارتفاع في القيم الإيجابية مما يترتب عليه أن تتجاوز قيمة فاي قيمة (ن - 1)/(ن + 1).

2-محك همفري Huamphrey Criterion: بينما كانت الطريقة السابقة تعتمد على حجم التباين فى مصفوفة البواقي ومدى تناقصه تدريجيا بعد كل عامل مستخلص فان محك " همفري " تقوم على أساس آخر مختلف تماما فهي من ناحية تعتمد على حجم العينة الأصلية التى حسبت الارتباطات بين متغيراتها وتعتمد ثانيا على فكرة أن تشبعين فقط (وليس ثلاثة) كافيين لتقرير وجود عامل عام وعلى ذلك نكتفي هذه القاعدة باستخدام مؤشرات عاملية عبارة عن أعلى تشبعين لمتغيرين بالاضافة إلى حساب الخطأ المعياري لمعامل ارتباط صفري للمقارنة بينهما كمؤشر للتوقف أو الاستمرار فى استخلاص عوامل جديدة.

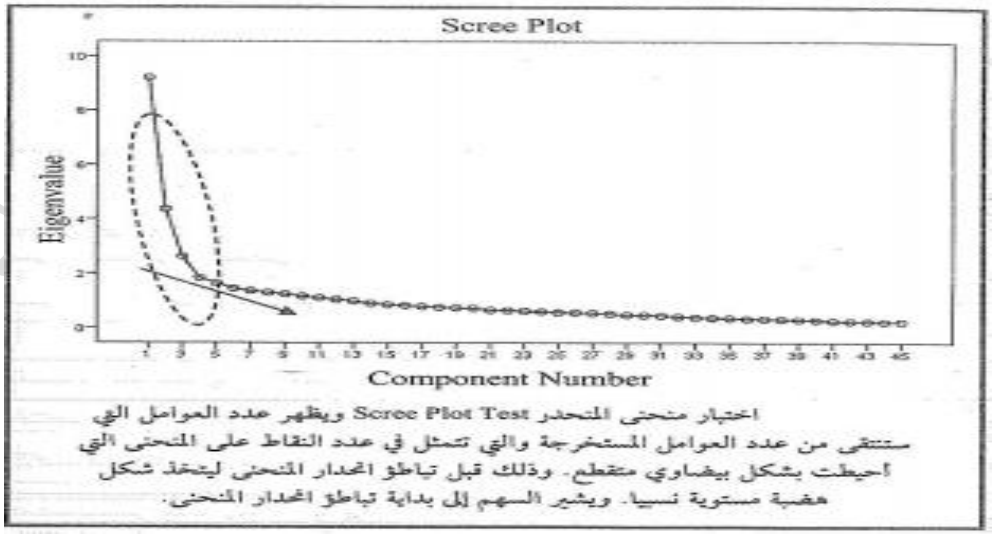
3-محك كومب Coomb Criterien: يطبق هذا المحك فقط المصفوفات التي تحتوي على قيم موجبة أو صفرية ويسمح بالقيم السالبة الصغيرة التي لا تختلف اختلافاً واضحاً عن الصفر وبذلك يعتمد هذا الأسلوب على نمط البواقي في المصفوفة أكثر من اعتماده على حجمها أو دلالاتها حيث أنه يفترض أنه في حالة وجود عوامل ذات دلالة مرتفعة لم تستخلص بعد وليس مجرد تباين خطأ المصفوفة فعلينا أن لا نتوقع قيم سالبة أكثر في مصفوفة البواقي بعد العكس مما يتوقع بحكم الصدفة في مصفوفة ناتجة عن ارتباطات إيجابية(نبيل جمعة، 2015، ص323).

4- محك كايزرKaiser Criterion: محك كايزر محك رياضي فى طبيعته اقترحه "جوتمان" (Guttman,1954)فى فترة سابقة ومنطلق هذا المحك يعتمد على حجم التباين الذى يعبر عنه العامل، فلكي يكون العامل بمثابة فئة تصنيفية فلابد أن يكون تباينه أو جذره الكامن أكبر أو مساوٍ على الأقل لحجم التباين الأصلى للمتغير ، وبما أننا لا نستطيع نظرياً استخلاص كل تباين المتغير فى عامل واحد فإن حصولنا على عامل جذره الكامن لا يقل عن واحد صحيح لابد أن يكون مصدر تباينه أكثر من متغير وبالتالي يكون عاملا معبرا عن تباين مشترك بين متغيرات متعددة(تيغزة، 2012، ص46-56).

وعلى ذلك فان هذا المحك يتطلب مراجعة الجذر الكامن للعوامل الناتجة وعلى أن تقبل العوامل التى يزيد جذرها الكامن عن الواحد الصحيح وتعد عوامل عامة . ويبدو هذا الأسلوب صالحا ومناسبا على وجه الخصوص لطريقة كالمكونات الأساسية " لهوتلينج ".

وأن العوامل الدالة فى هذه الطريقة هى العوامل التى يساوى أو يزيد جذرها الكامن على واحد صحيح، أى أن التباين الذى يستوعبه كل عامل (مجموع مربعات التشبعات على كل عامل) 1.0، بشرط أن يكون قد وضع فى الخلايا القطرية واحد صحيح . هذه الطريقة تعطى نتائج متقاربة تماماً مع عدد العوامل المستخرجة عادة، بالإضافة إلى سهولة حساب هذا المعيار وهو شائع الاستخدام. ويذكر " وايت وزملائه " (White, et al, 1969) أن هذا المعيار تتطابق نتائجه مع معايير أخرى، ويزكون استخدامه على أساس " أنه من غير المعقول أن نقبل عوامل لا تستوعب تباينا أكبر مما هو متو فر في المتغيرات الأصلية ذاتها "، أى أن العامل الذى يقل الجذر الكامن له عن واحد صحيح يشير إلى قدر ضئيل من التباين فى المتغيرات الأصلية ذاتها لذا فمن الأجدر استبعاده لعدم دلالته.

5- محك كاتل Cattell Criterion: تؤدي خطوات استخلاص العوامل من المصفوفة الارتباطية إلى انتاج العوامل الأكثر عمومية أولا في كل الأساليب العاملية بلا استثناء، ثم تبدا العوامل الخاصة أو التباين النوعي في الظهور. وفي طريقة كالمكونات الأساسية لا تفرق بين عوامل عامة وأخرى غير عامة يفترض أيضاً أن حجم التباين النوعي الذي يتسرب إلى العوامل الناتجة بتزايد في العوامل الأخيرة ويبدأ في فرض صورة تقلل من أهمية المصفوفة العاملية ويتطلب الامر في هذه الحالة تحديد العدد الأمثل من العوامل قبل أن تؤدي ظهور التباينات الخاصة إلى إحداث خلل في مصفوفة العوامل ويقترح كاتل هنا محكا بسيطا يطلق عليه اسم البقايا المبعثرة وذلك بأن نقوم برسم محورين متعامدين، أفقي نضع عليه عدد العوامل في تحليلنا (الذي انتج فيه عددا كبيرا من العوامل) ويقسم المحور الرأسي وفقاً لوحدات منتظمة معبرة عن الجذر الكامن المستخلص للعوامل المختلفة (نبيل جمعة، 2015، ص331).



اختبار منحنى المنحدر Scree Plot Test ويظهر عدد العوامل التي ستنتقى من عدد العوامل المستخرجة والتي تتمثل في عدد النقاط على المنحنى التي أحيطت بشكل بيضاوي متقطع. وذلك قبل تباطؤ انحدار المنحنى ليتخذ شكل هضبة مستوية نسبيا. ويشير السهم إلى بداية تباطؤ انحدار المنحنى.

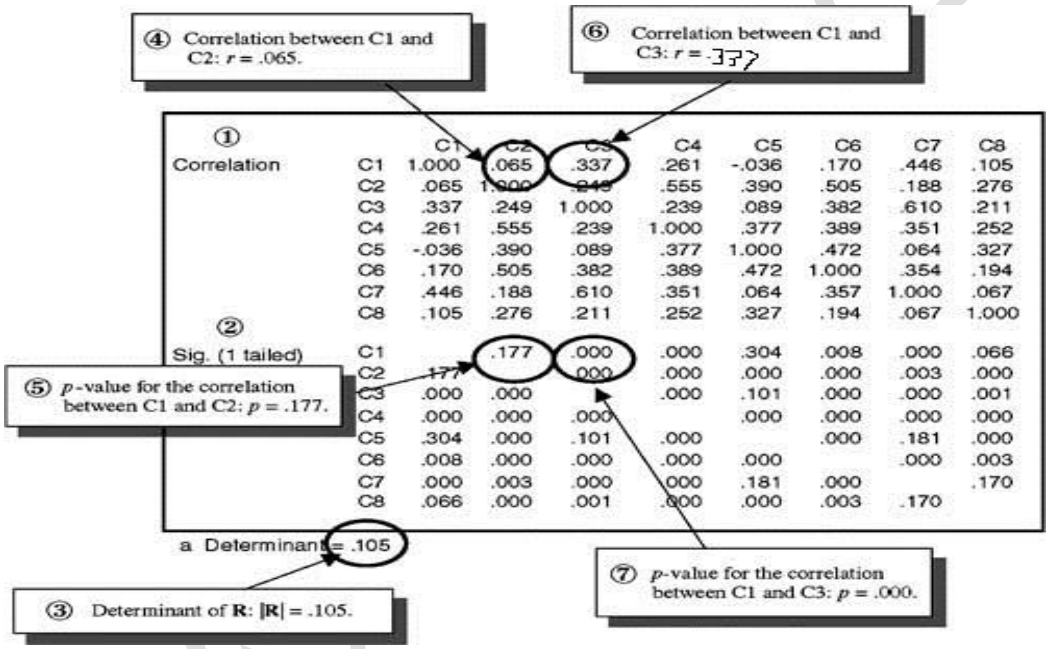
شكل رقم38 يوضح اختبار منحنى Scree Plot Test المنحدر لتحديد العوامل(تيغزة، 2012، ص51)

وتبقى لطريقة كايزر ميزتها في هذه الحالة في كونهالا تتطلب استخلاص عدد كبير من العوامل ثم رصدها في الشكل البياني للتعرف على نقطة توقف التناقص واستواء الخط، حيث يمكن حساب الجذر الكامن لكل عامل بطريقة كايزر قبل استخلاص العامل التالي مما يوفر جهدا لا مبرر له.

11- المحكات الارشادية للحكم على قابلية المصفوفة الارتباطية للتحليل العاملي:

1. يجب أن لا تتعدى أغلب معاملات مصفوفة الارتباطات القيمة 0.30 ودالة وإن كانت الدلالة الإحصائية لا يعول عليها كثيرا.

2. يجب أن تكون القيمة المطلقة لمحدد مصفوفة الارتباطات Déterminant أكثر من (0.00001)، فإذا كانت أكبر من هذه القيمة دل ذلك على عدم وجود ارتباطات مرتفعة جداً أو عدم وجود اعتماد خطي بين المتغيرات (تكرار واستنساخ للمعلومات التي يشارك بها كل متغير).



	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1.000	.065	.337	.261	-.036	.170	.446	.105
C2	.065	1.000	.249	.555	.390	.505	.188	.276
C3	.337	.249	1.000	.239	.089	.382	.610	.211
C4	.261	.555	.239	1.000	.377	.389	.351	.252
C5	-.036	.390	.089	.377	1.000	.472	.064	.327
C6	.170	.505	.382	.389	.472	1.000	.354	.194
C7	.446	.188	.610	.351	.064	.357	1.000	.067
C8	.105	.276	.211	.252	.327	.194	.067	1.000
C1		.177	.000	.000	.304	.008	.000	.066
C2	.177		.000	.000	.000	.000	.003	.000
C3	.000	.000		.000	.101	.000	.000	.001
C4	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000
C5	.304	.000	.101	.000		.000	.181	.000
C6	.008	.000	.000	.000	.000		.000	.003
C7	.000	.003	.000	.000	.181	.000		.170
C8	.066	.000	.001	.000	.000	.003	.170	

3. ينبغي أن يكون اختبار "برتليت Bartlett's test of sphericity" دالاً إحصائياً ويعني عندما يكون دالاً إحصائياً (ألفا دون 0.05) أن مصفوفة الارتباطات ليست مصفوفة الوحدة (خالية من العلاقات) وإنما تتوفر على الحد الأدنى من العلاقات. لكن يجب التنبيه إلى أمر هام وهو إذا كان هذا الاختبار دالا فلا يعني أن كافة الارتباطات ملائمة من حيث شدتها أو مستواها، بل يدل فقط على توفر الحد الأدنى من الارتباطات بين المتغيرات، ولذلك يجب أن يعزز باختبارات أخرى (تيغزة، 2012، ص32).

4. يجب أن يكون اختبار Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) لكافة المصفوفة أعلى من القيمة 0.50 وفقاً لمحك "كايزر"، وهو مقياس عام لكفاءة التعيين، ويدل أيضاً بأن الارتباطات عموماً في المستوى.

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.853
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	7413.928
	df	153
	Sig.	.000

5. ويجب أيضاً أن يكون مقياس Measures of Sampling Adequacy (MSA) لكل متغير (أو فقرة إذا كانت المتغيرات فقرات) أعلى من 0.50 مما يدل على أن مستوى الارتباط بين كل متغير بالمتغيرات الأخرى في مصفوفة الارتباطات كاف لإجراء التحليل العاملي.

	Example_1	Example_2	Example_3	Example_4	Example_5
Anti-Image	a. 0.973	0.141	0.034	0.001	0.002
Covariance	0.114	a. 0.965	0.508	0.025	0.052
	0.185	0.521	a. 0.941	0.018	0.029
Anti-image	0.001	0.052	0.624	a. 0.945	0.452
Correlations	0.003	0.034	0.026	0.2	a. 0.924
a: Measures of Sampling Adequacy (MSA)					

(تيغزة، 2012، ص33).

المحاضرة التاسعة

التحليل العامـــلي التوكيدي
Confirmatory Factor Analysis

عناصر المحاضرة:

تمهيد:

1- مفهوم التحليل العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Analysis

2- أهداف التحليل العاملي التوكيدي

3- معالم نموذج التحليل العاملي التوكيدي

4- العلاقة بين العوامل Factor Correlation or Covariance

5- أنواع التحليل العاملي التوكيدي (CFA)

6- تفسير تقديرات معالم النموذج التوكيدي (CFA)

- تمهيد:

في مجال التحليل الإحصائي، يُميز بين التحليل العاملي الاستكشافي و التحليل العاملي التوكيدي، حيث يعكس هذا التمييز نية الباحث عند إجراء التحليل بدلاً من الأسلوب الحسابي المستخدم. ففي التحليل الاستكشافي، يسعى الباحث إلى اكتشاف البناء الأساسي للعوامل المخبأة في مجموعة من المتغيرات، بينما في التحليل التوكيدي، يهدف الباحث إلى تأكيد نمط معين من العلاقات بين المتغيرات بناءً على فرضيات نظرية أو نتائج تحليلية سابقة.

ومع مرور الوقت، أصبح استخدام مصطلحات الاستكشاف و التوكيد يرتبط بالأدوات التحليلية نفسها، بحيث أصبحت تُستخدم للتفريق بين الأساليب المتنوعة لتحليل العوامل. فعند الإشارة إلى التحليل العاملي التوكيدي، يُقصد غالبًا استخدام تقنيات نمذجة المعادلات البنائية (Structural Equation Modeling - SEM). ورغم أن هذه الأساليب عادة ما ترتبط بالتحليل التوكيدي، إلا أن الأساليب التقليدية لتحليل العوامل يمكن أن تُستخدم في كلا السياقين، مما يعني أن مصطلح "التوكيدية" لا يرتبط حصريًا بنمذجة المعادلات البنائية.

من جهة أخرى، تتمتع أساليب نمذجة المعادلات البنائية ببعض الفوائد التي تجعلها تميز نفسها عن الأساليب التقليدية. فهذه الأساليب توفر مرونة أكبر في تحديد العلاقات بين العوامل، إذ يمكن تعديل الافتراضات التقليدية مثل استقلالية الخطأ بين المتغيرات بشكل انتقائي. كما أن الأساليب التقليدية غالبًا ما تقيد الباحث بإما السماح بترابط العوامل أو فرض استقلاليتها عن بعضها البعض، بينما تسمح النمذجة البنائية بدمج العوامل المتداخلة وغير المتداخلة في نفس النموذج إذا كانت النظرية تدعم ذلك.

من خلال هذه المحاضرة، سيكون لدينا الفرصة لفهم كيفية اختيار الأسلوب الأنسب بناءً على أهداف البحث والبيانات المتاحة، كما سنتعرف على كيفية تطبيق هذه الأساليب في حل المشكلات البحثية المعقدة.

1- مفهوم التحليل العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Analysis:

يعد نموذج التحليل العاملي التوكيدي Confirmatory Factor Analysis أحد تطبيقات أو صور نمذجة المعادلة البنائية، ويهتم بدراسة العلاقات بين المتغيرات المقاسة أو المؤشرات (مفردات أو درجات الاختبار) والمتغيرات الكامنة أو العوامل. (عامر، 2018، ص174)

والمبدأ الأساس للتحليل العاملي التوكيدي (CFA) قائم على التحقق أو التأكد من الفروض (بناء معروف أبعاده أو عوامله بمفرداته مسبقاً) عكس التحليل العاملي الاستكشافي Exploratory Factor Analysis (EFA) القائم على اكتشاف طبيعة البناء العاملي (تحديد العوامل التي تتشبع المفردات عليه). وعليه، فإن التحليل العاملي التوكيدي (CFA) يتم في ضوء نظرية أو إطار نظري متماسك أو دراسات سابقة. وعموماً التحليل العاملي إسترتيجية تحليلية للربط بين مجموعة من القياسات بعدد أقل من الأبنية أو المتغيرات التحتية (العوامل) (عامر، 2018، ص163).

- مقارنة بين التحليل العاملي الاستكشافي (EFA) والتحليل العاملي التوكيدي (CFA):

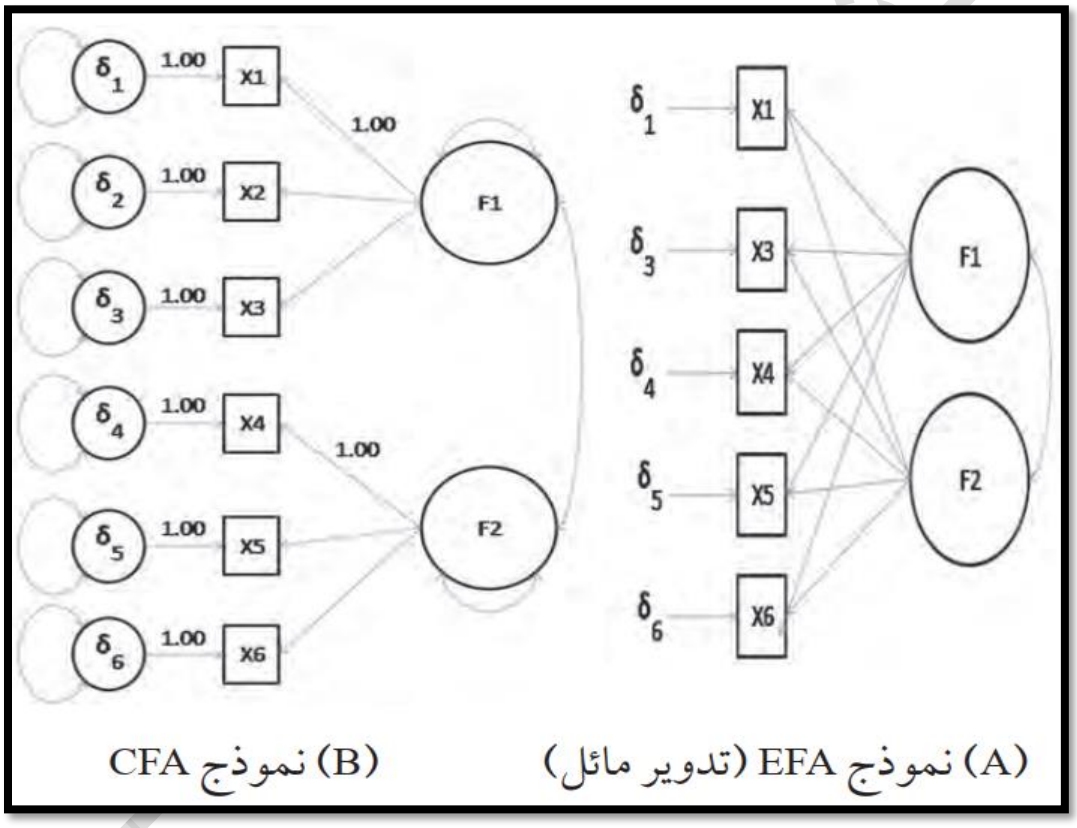
في ما يلي سنعرض لكم في هذا الجدول رقم 15 أهم الفروق بين التحليلين الاستكشافي والتوكيدي:

مظهر المقارنة	التحليل العاملي الاستكشافي (EFA)	والتحليل العاملي التوكيدي (CFA)
اختبار الفروض	لا	نعم
قيود على التشبعات	لا	نعم
حلول غير معيارية	لا	نعم
حلول معيارية	نعم	نعم
تدوير العوامل	نعم	لا
مؤشرات المطابقة	لا (يمكن إعطاء x^2)	نعم
البساطة	أكثر تقيداً ومعالم	أكثر بساطة وأقل معالم
البرامج الإحصائية	التقليدية، مثل: SAS، SPSS و Minitab وغيرها	Mplus, EQS, Amos, Lisrel وغيرها
تحديد عدد العوامل	نعم/لا	نعم
استقلال العوامل	نعم	نعم
ارتباط العوامل	نعم	نعم
نمذجة أخطاء القياس	لا	نعم

المقارنة بين النماذج	لا	نعم
أساس نظري قوي	لا	نعم
الهدف	استكشافي	توكيدي
تسميته للعوامل	بعد التحليل	قبل التحليل
يدرس تشابهه أو ثبات البناء العاملي من خلال المجموعات المختلفة.	لا	نعم

(عامر، 2018، ص164)

وفيما يلي شكل المسار لنموذجي التحليل العاملي التوكيدي والتحليل العاملي الاستكشافي:



شكل رقم (01) يوضح شكل المسارلنموذجي التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي.

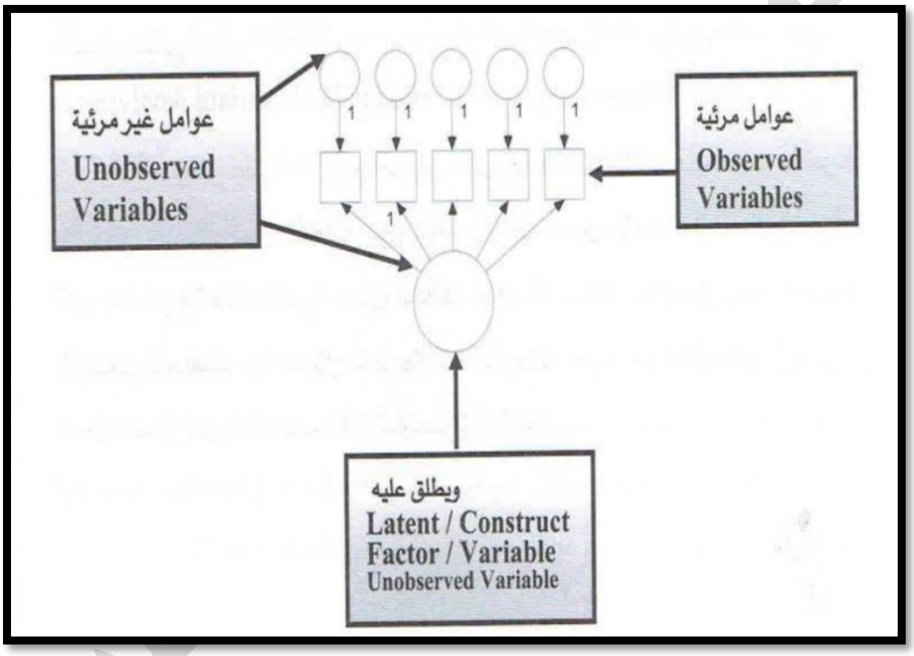
وعادة ما يتم توضيح النموذج البنائي برسوم تخطيطية Structural model diagram تستعمل أشكالا متعارف عليها، لتوضيح المتغيرات والمسارات paths أو العلاقات بين هذه المتغيرات المختلفة(عامر، 2018، ص165) .

وحتي يتسني لنا فهم هذه الرسوم التخطيطية سنتعرف فيما يلي على هذه الأشكال الاصطلاحية:

تدل الأشكال المستطيلة (▭) والأشكال المربعة (■) على المتغيرات المقاسة أو الملاحظة أو المؤشرات، وقد تكون المؤشرات أو المتغيرات المقاسة أو الملاحظة فقرات أو بنود أو عبارات مقياس، أو مقاييس فرعية

، أو اختبارات ومقاييس، أو غيرها؛ فإذا كانت المؤشرات المقاسة عبارة عن فقرات مقياس فإن كل عبارة تمثل مؤشراً أو متغيراً مقاساً، كما قد تكون المؤشرات أو المتغيرات المقاسة مقاييس وليست فقرات.

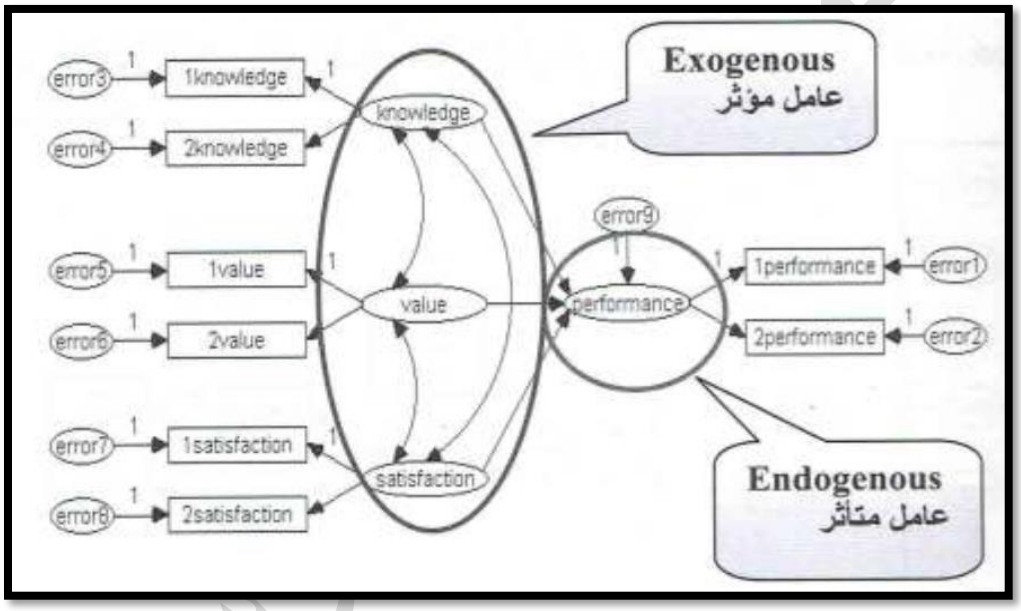
وتدل الأشكال البيضاوية (⬭) أو الدوائر (◯) على المتغيرات الكامنة latent variables أو العوامل الكامنة latent factors. فالتحصيل متغير كامن لأنه لا يقاس مباشرة وإنما يقاس عن طريق أسئلة حول موضوع معين. فإذا قيس التحصيل باستعمال عشرين سؤالا، فإن الأسئلة تعتبر مؤشرات أو متغيرات مقاسة لكونها شكلت الوسيلة التي استعملت لجميع البيانات عن مفهوم التحصيل. أما مفهوم التحصيل فنتوصل إلى قياسه بطريقة غير مباشرة (عن طريق الأسئلة) بحيث إن درجات الأسئلة ككل تدل على متغير التحصيل. فالتحصيل هو الهدف من القياس، ولكن لكونه مفهوماً مجرداً لا يمكن ملاحظته وإنما نلاحظ أنواع السلوك الدالة عليه التي تقاس عن طريق الأسئلة ولذلك سمي بمتغير كامن، أو عامل كامن، كما يوضحه الشكل 39 التالي:



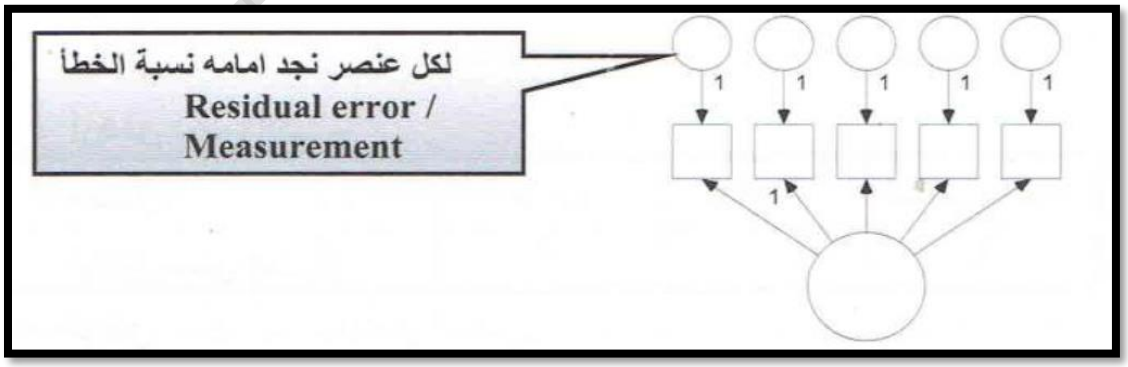
شكل رقم 39 يظهر العوامل الكامنة والمشاهدة (الملاحظة)

وتدل الأسهم المستقيمة وحيدة الاتجاه (→ أو ← أو ↓ أو ↑) على أثر المتغير الذي ينطلق منه السهم على المتغير الذي ينتهي عنده السهم، وبالتالي إذا لم يستقبل المتغير الكامن (الذي يشار له بشكل بيضوي) أي سهم مستقيم ينتهي عنده (باستثناء الأسهم المحدبة الثنائية الاتجاه) لكن ينطلق منه سهم أو سهمان أو عدة أسهم مستقيمة فيعتبر متغيراً كاملاً مستقلاً، أما إذا انتهى عنده سهم أو سهمان أو عدة أسهم مستقيمة فيعتبر متغيراً تابعاً. والمتغير الكامن (داخل شكل بيضاوي) الذي تنتهي عنده أسهم مستقيمة أو سهمان أو سهم واحد، وتنطلق منه أسهم مستقيمة أو سهمان أو سهم واحد فيدعى أيضا بالمتغير الكامن التابع، ويدعى أيضا بالمتغير التابع الكامن الوسيط.

أما السهم المزدوج الاتجاه المحدب أو المقعر أو المستقيم (⟷أو⟷) فيدل على علاقة الارتباط أو التغاير بين متغيرين. ويختلف عن السهم المستقيم الوحيد الاتجاه في أن العلاقة التي يدل عليها السهم المستقيم الوحيد الأتجاه قد تكون علاقة سببية أو علاقة تنبؤية بحيث أن مصدر السبب أو التنبو يكون أحد المتغيرات أو عدد من المتغيرات الموضحة والمذكورة في النموذج. أما السهم المحدب المزدوج الاتجاه فهي علاقة ارتباطية أو تغايرية مفترضة بين المتغيرات الكامنة المستقلة (ويمكن أن تكون أيضا بين أخطاء المؤشرات أو البواقي) لكن لا توجد كمتغيرات مذكورة في النموذج تفسر وجود هذه العلاقات الارتباطية أو التغايرية وإنما يفترض الباحث أن هذه المتغيرات موجودة خارج النموذج ولا تشكل الموضوع الأساسي للنموذج ولذلك يتعامل الباحث مع هذه الارتباطات بين المتغيرات المستقلة بأنها معطاة بحيث لا يملك الباحث الإطار النظري لتحديدها وتوضيحها عن طريق إدخال متغيرات جديدة في النموذج، كما يوضحه الشكلين التاليين 40) و41:

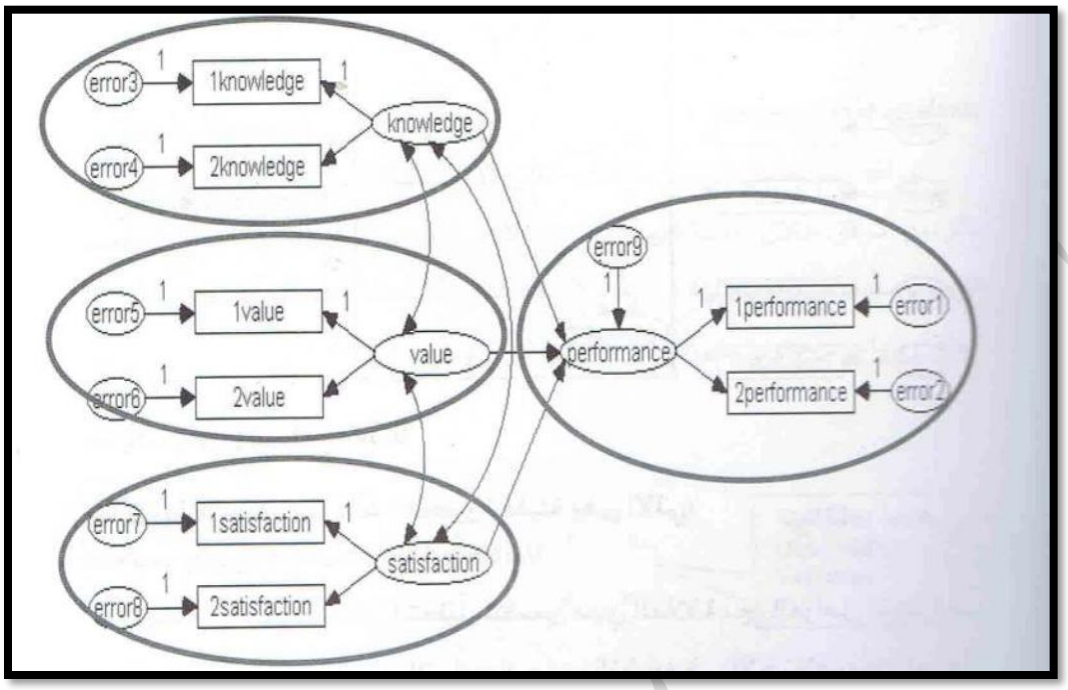


شكل رقم 40 العوامل المؤثرة والمتأثرة في النموذج البنائي

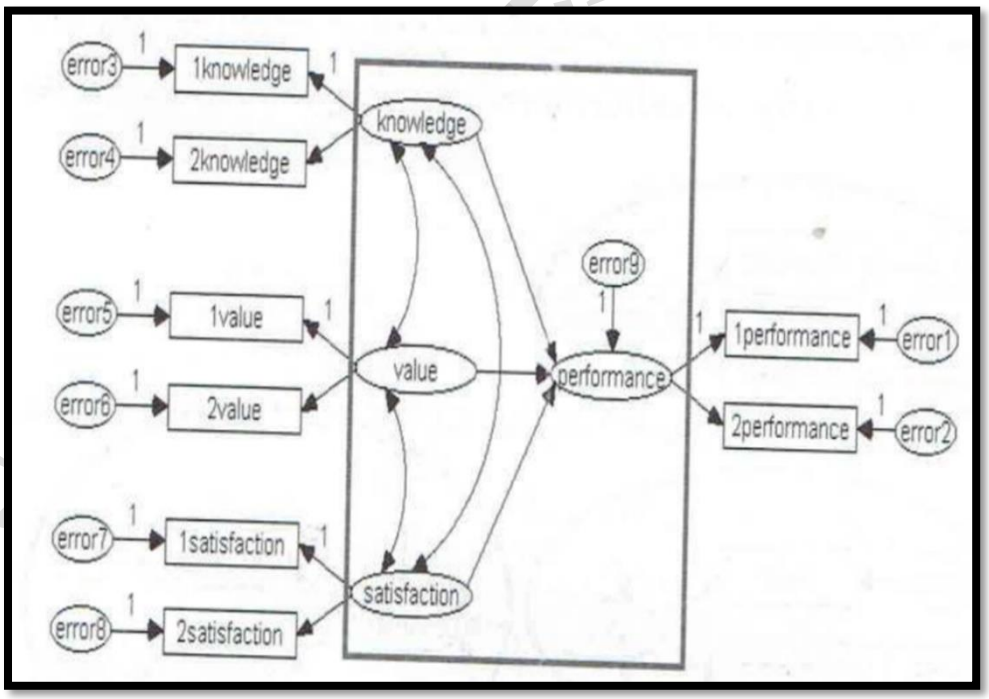


شكل رقم 41 خطأ البواقي أو القياس

إن مكون القياس للنموذج البنائي يعنى بعلاقة المؤشرات المقاسة بمتغيراتها الكامنة في حين أن المكون البنائي للنموذج فيعنى بدراسة العلاقات بين المتغيرات الكامنة ذاتها. لنتأمل النموذج البنائي الموضح في الشكلين 42 و43 التاليين: (تيغزة، 2012، ص138)



شكل رقم 42 النموذج القياسي أو القياس



شكل رقم 43 النموذج البنائي أو البناء

2- أهداف التحليل العاملي التوكيدي:

يستخدم التحليل العاملي التوكيدي في الأغراض الآتية:

1.2. تطوير أو بناء مقاييس جديدة Scale Development:

يستخدم لاختبار البناء العاملي لأدوات القياس، مثل: الاستبيانات، وذلك من خلال التحقق من عدد العوامل المفترضة، وكذلك تشبعات المفردات بالعوامل، وهذا يسهل في تصحيح المقياس وذلك في ضوء أبعاده الفرعية (عوامله). وكذلك يحدد طبيعة العلاقات بين العوامل أو الأبعاد. ويرى Brown (2006) أن التحليل العاملي التوكيدي يسهم في تقدير ثبات المقياس، وذلك لتجنب مشكلات التقدير للطرائق التقليدية، مثل: ألفا كرونباخ (عامر، 2018، ص166).

2.2. صدق البناء أو المفهوم Construct Validity:

المفاهيم في العلوم النفسية متعددة المظاهر أو الأبعاد. ويمدنا التحليل العاملي التوكيدي بأدلة عن الصدق التقاربي والتمييزي، فالصدق التمييزي يشير إلى أن قياسات المفاهيم المختلفة متمايزة (يوجد ارتباطات منخفضة بينهما). وأشار Brown (2006) إلى أن الارتباطات العالية بين المفاهيم المختلفة مثلاً (0.85) فأكثر، يشير إلى صدق تمييزي ضعيف، أما الصدق التقاربي فيشير إلى أن القياسات المختلفة للمفهوم نفسه ترتبط ارتباطاً عالياً. ولفحص الصدق العاملي أو البنائي لتحديد ما إذا كان المفهوم أحادي البعد أو متعدد الأبعاد، وكيف ترتبط الأبعاد الفرعية للمفهوم؟، وكيف ترتبط المفردات بالمفهوم أو العامل، ولكن الكثير من الخبراء يشيرون إلى أن تشبع المفردات بالعامل هو صدق تقاربي الذي يعد جزءاً من الصدق البنائي(عامر، 2018، ص166).

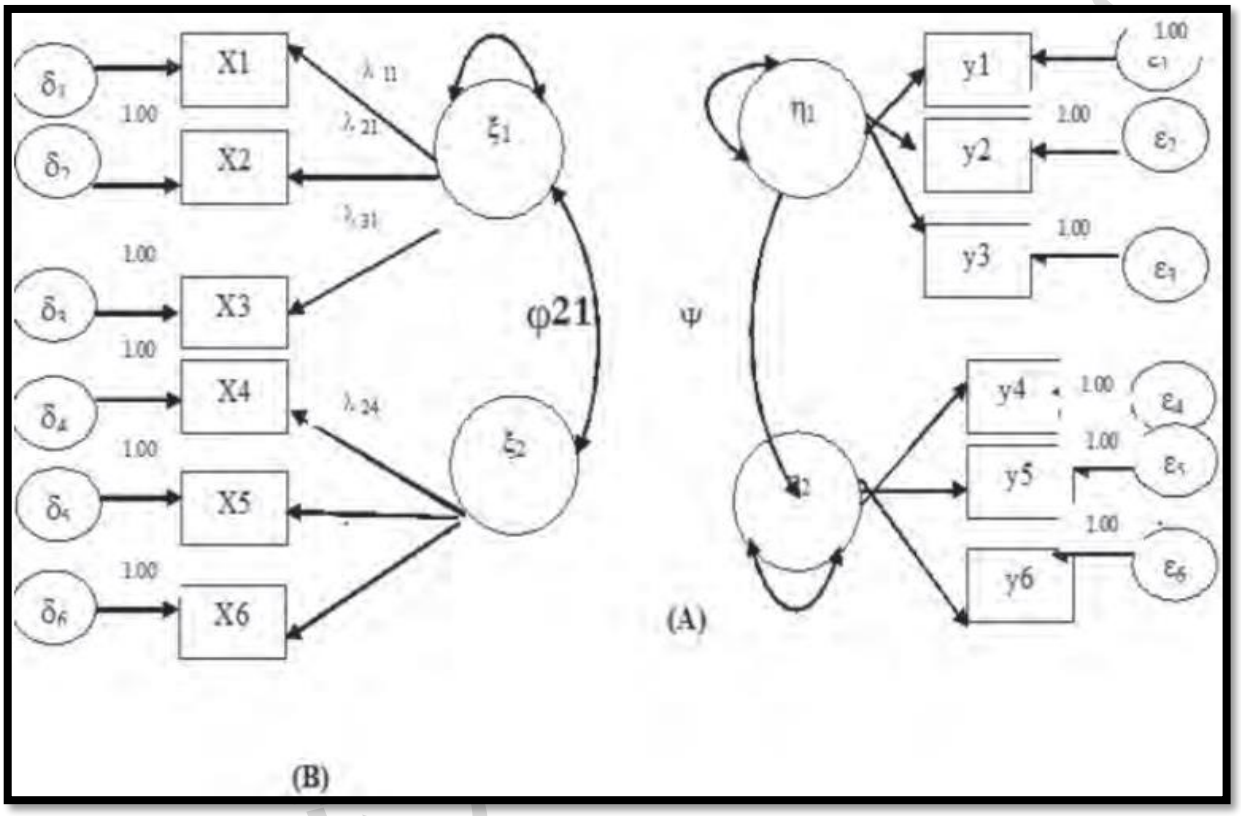
3.2. اختبار تأثيرات الطريقة Testing Method Effect:

تشير تأثيرات الطريقة إلى التباين للخاصية أو المفهوم المقاس لا يرجع إلى محتوى المفردات فقط، بل إلى طريقة صياغة وعرض المفردات، ففي حالة مقياس تقدير الذات فإن التباين يرجع إلى المحتوى، إضافة إلى الصياغة الموجبة والصياغة السالبة للمفردات. وعموماً، فإن الطريقة تشير إلى تأثير تحيز الاستجابة نتيجة المرغوبية الاجتماعية، فطرائق الاستجابة المختلفة مثل: الملاحظة وتقرير الذات أو المفردات الموجبة في مقابل السالبة ربما تؤدي إلى ارتباطات منخفضة بين الصور المختلفة لقياس المفهوم. فعلى سبيل المثال عندما يوجد عبارات موجبة وعبارات سالبة فإن تحليل البيانات يفرز عاملين، في حين يوجد عامل واحد متوقع في ضوء النظرية. ويعد مقياس تقدير الذات لـ Rosenberg (1995) مثالاً جيداً لهذا، فالمقياس يتضمن عبارات سالبة وعبارات موجبة ونتائج التحليل العاملي الاستكشافي أفرزت عاملين أحدهما تقدير الذات الموجب، والآخر تقدير الذات السالب، على الرغم من أن النظرية لا تفترض عاملين، ولكن نتائج التحليل العاملي التوكيدي أثبتت أن نموذج العامل العام مع وجود عوامل الطريقة أكثر مطابقة للبيانات من نموذج العاملين Brown (2006). (عامر، 2018، ص167).

4.2. تكافؤ أو ثبات القياس من خلال مجموعات مختلفة Measurement Invariance:

ثبات القياس يشير إلى اتساق وتشابه أو تكافؤ بنية المقياس من خلال مجموعات من الأفراد أو الزمن (Brown, 2006). وعلى ذلك يهدف التحليل العاملي التوكيدي من التأكد من تكافؤ القياس Equivalence عبر المجموعات فرعية في المجتمع، وإذا لم يثبت تكافؤ أو استقرار بناء المقياس عبر المجموعات الفرعية من المجتمع، فيقال إن الاختبار متحيز، ويمكن التأكد من ذلك من خلال Multi-group CFA.

3- معالم نموذج التحليل العاملي التوكيدي:



(عامر، 2018، ص167).

(A): نموذج توكيدي (CFA) معياري لمتغيرات كامنة تابعة

(B): نموذج توكيدي (CFA) لمتغيرات كامنة مستقلة ξ

شكل (07) مسار نموذج توكيدي (CFA) للمؤشرات x وللمؤشرات Y

وهذه النماذج تعكس الفروض الآتية:

- المؤشرات $x_3 - x_1$ أو $Y_3 - Y_1$ تقيس أو تمثل العامل (المتغير الكامن) $(h_1، x_1)$.
- المؤشرات $x_6 - x_4$ أو $Y_6 - Y_4$ تقيس أو تمثل العامل الثاني $(\eta_2، \zeta_2)$.

و النموذج التوكيدي (CFA) يتميز بالخصائص الآتية:

1- كل متغير مقاس (مؤشراً) متصل يؤثر فيه مسببين، هما:

العامل المحدد عليه وخطأ القياس الواقع عليه.

2 - أخطاء القياس مستقلة بعضها عن بعض.

ويتضمن كل نموذج توكيدي (CFA) المعالم الآتية، كما حددها (2006, Raykov & Marcholides, Brown,):

1.3. تشبعات العوامل Factor loadings:

و هي معاملات الانحدار الخاصة بالمؤشرات (Y,X) من المتغيرات الكامنة (ζ_2، η_2)، وتسمى المعامل لامدا(λ) Lambda وهي تأثير سببي مباشر من العامل إلى المؤشرات، ويطلق عليها تشبعات العوامل، وفي هذه الحالة عندما يكون التأثير من العامل إلى المؤشر تسمى مؤشرات التأثير أو المؤشرات الانعكاسية. وعليه، فالمؤشرات هي متغيرات داخلية تابعة، والعوامل هي متغيرات خارجية مستقلة، ويثبت أحد التشبعات بالعوامل بالواحد الصحيح (إعطاء وحدة مقياسية للعامل).

2.3. تباين الأخطاء Error Variance:

هو تباين أخطاء القياس الواقعة على المؤشر (Y,X) وهو التباين غير المفسر عن طريق المتغيرات الكامنة، ويشار إليه أيضا بمرادفات أخرى، مثل: عدم ثبات المؤشرات Indicator Unreliability، و تسمى دلتا (δ) في حالة المتغير الكامن المستقل (ζ) وإبسيلون(ε) إذا كان المتغير التابع الكامن. والأخطاء هي متغيرات خارجية (مستقلة) غير مقاسة؛ ولذلك ففي نموذج التحليل التوكيدي (CFA) كل مؤشر له مسببين ($\zeta \leftarrow x_1 \leftarrow \delta$)، وهذا مشابه لمسلمة نظرية القياس بأن الدرجة المقاسة (X) لها مكونان X= T+E.

ويجب أن تكون المؤشرات الممثلة للعامل مثلا (X1- X3) بينها اتساق داخلي؛ أي ارتباطات داخلية. وعليه فيجب أن يكون الارتباط بين X3 , X2, X1 أكبر من الارتباط بين X1 وأي متغير أو مؤشر يقيس عامل آخر، مثل: X5, X4 ، ولكن أحياناً يمكن أن يكون أحد المؤشرات أو المفردات مصاغ صياغة سلبية مقارنة بالمفردات الأخرى للعامل، وعلى ذلك ترتبط سلبياً مع المؤشرات الأخرى الممثلة للعامل؛ ولذلك يجب إعادة التكويد لدرجات هذا المؤشر(عامر، 2018، ص170).

4- العلاقة بين العوامل Factor Correlation or Covariance:

إذا كان المتغيران الكامنان عوامل مستقلة، فإن العلاقة بينهما تسمى فاي (φ)، وإذا كان العاملان تابعين فإن العلاقة بينهما تسمى إبساي psi (ψ)، ويمكن تثبيت العلاقة عند الصفر إذا كانت العلاقة بين العاملين مستقلة (مشابهة للتدوير المتعامد في التحليل العاملي الاستشكافي EFA).

وهذه المعالم تشتق من مصفوفة التغاير المدخلة لبيانات العينة، وتحليل مصفوفة التغاير تقوم على أساس مسلمة ضمنية وهي أن المؤشرات تقاس بوصفها انحرافات عن متوسطاتها، وعلى ذلك يمكن اعتبار نماذج التوكيدية (CFA) شكلاً من أشكال نماذج تحليل المسار التي تفترض وجود تأثيرات مباشرة من الأبنية التحتية غير المقاسة (متغيرات كامنة) إلى القياسات أو المفردات المقاسة. والفرق بين النموذج التوكيدي (CFA) ونموذج تحليل المسار هو أن المتغيرات الكامنة مرتبطة ارتباطاً سببياً Causal Relationship، بينما في النماذج التوكيدية (CFA) تكون مرتبطة ارتباطاً داخلياً Inter-correlated.

وفي النماذج التوكيدية (CFA) المتغيرات الكامنة هي مستقلة (خارجية)، بينما في نماذج تحليل المسار المتغيرات الكامنة هي مستقلة (خارجية) وتابعة (داخلية).

وفيما يلي التعبير الرياضي لمعالم النموذج الشكل التالي لمصفوفة معاملات التشبع:

	ξ_1	ξ_2
X_1	λ_{11}	0
X_2	λ_{x21}	0
X_3	λ_{x31}	0
X_4	o	λ_{x41}
X_5	o	λ_{x51}
X_6	o	λ_{x61}

ومصفوفات الارتباطات بين المتغيرات الكامنة المستقلة (فاي).

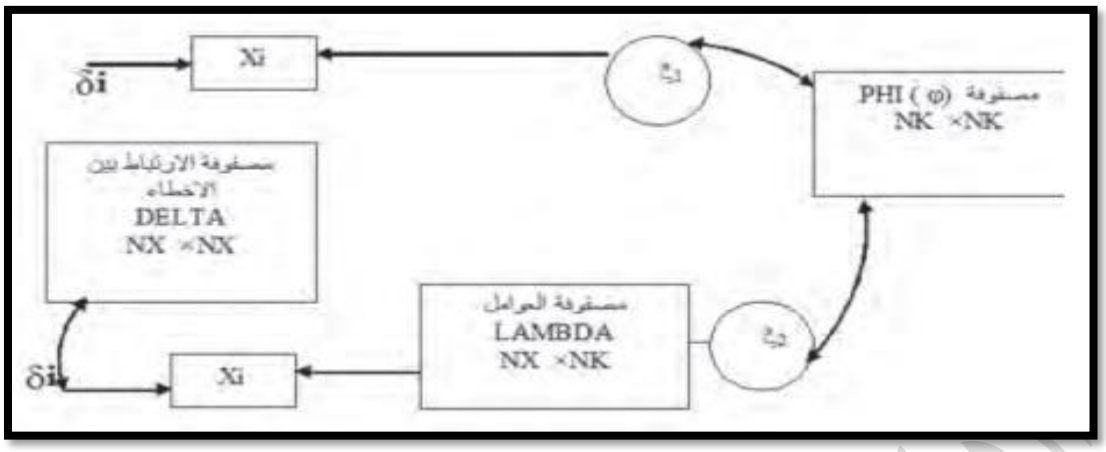
	ξ1	ξ2
ξ1	φ11	
ξ2	φ21	φ22

(عامر، 2018، ص171).

مصفوفة الارتباط لأخطاء القياس مصفوفة (θ_δ):

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	δ11					
X2	0	δ22				
X3	0	0	δ33			
X4	0	0	0	δ44		
X5	0	0	0	0	δ55	
X6	0	0	0	0	0	δ66

ويمكن عرض معالم النموذج التوكيدي (CFA) بمعالمه على النحو الآتي:



شكل رقم 44 معالم النموذج التوكيدي (CFA) بمصفوفاته

(عامر، 2018، ص171).

5- أنواع التحليل العاملي التوكيدي (CFA):

يمكن تمييز نوعين من التحليل العاملي التوكيدي: التحليل العاملي التوكيدي العادي، ويدعى بالتحليل العاملي التوكيدي غير الهرمي أو التحليل العاملي التوكيدي من الدرجة الأولى. والنوع الثاني هو التحليل العاملي الهرمي أو التحليل العاملي التوكيدي من الدرجة الثانية. وسنتعرف فيما يلي على كل منهما.

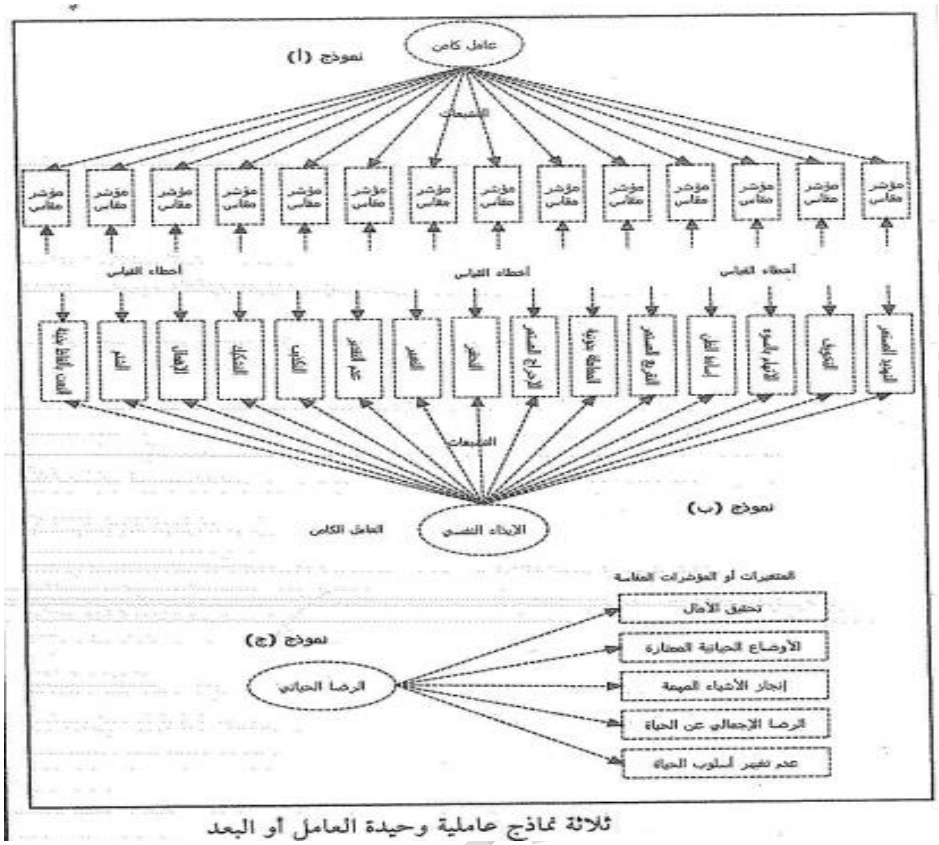
1.5. النموذج العاملي التوكيدي العادي من الدرجة الأولى:

وسمي هذا النموذج العاملي بالعادي أو من الدرجة الأولى أو أحيانا بالنموذج غير الهرمي لأنه يفترض وجود عامل كامن واحد أو عاملين كامنين أو عدد من العوامل الكامنة التي ترتبط بمؤشراتها المقاسة الخاصة بها. ولكن لا يفترض الباحث وجود عامل أكبر أو عامل عام أو عامل أكثر اتساعاً تنضوي العوامل السابقة تحته بحيث تصبح العوامل السفلي غير كافية بذاتها، بل تشتق قدرا كبيرا من دلالتها ومغزاها من هذا العامل العام(تيغزة، 2012، ص159).

والنموذج العاملي التوكيدي العادي قد ينطوي على عامل واحد ترتبط به جميع المؤشرات المقاسة والذي يسمى بالنموذج العاملي التوكيدي الوحيد البعد Unidimensional Confirmatory Factor Model، وقد يحتوى على بنية عاملية تتكون من عاملين أو عدة عوامل ويدعي حينئذ بالنموذج العاملي المتعدد الأبعاد Multidimensional Confirmatory Factor Model

فبالنسبة للنموذج العاملي التوكيدي الأحادي البعد، يفترض الباحث أن مفهوما معينا ينطوي على عامل واحد بحيث تشترك الفقرات أو الأسئلة أو المقاييس (أي المتغيرات المقاسة أو المؤشرات) بقدر كاف في هذا المفهوم، أي أن القاسم المشترك بين المؤشرات أو المتغيرات المقاسة تدل على عامل واحد أو بعد واحد يلخص المفهوم الذي يراد تحليله، فمساحة العلاقة المشتركة بين المؤشرات أو المتغيرات المقاسة سواء أكانت فقرات أو مقاييس أو غير ذلك تمثل الدلالة النظرية للمفهوم. وبما أن المتغيرات المقاسة أو المؤشرات تلتقي

عند مفهوم واحد لذلك يسمى بمفهوم أو مصطلح أو تكوين فرضي construct وحيد البعد أو متجانس. وهو ما يوضحه الشكل رقم 45 التالي: (تيغزة، 2012، ص159)



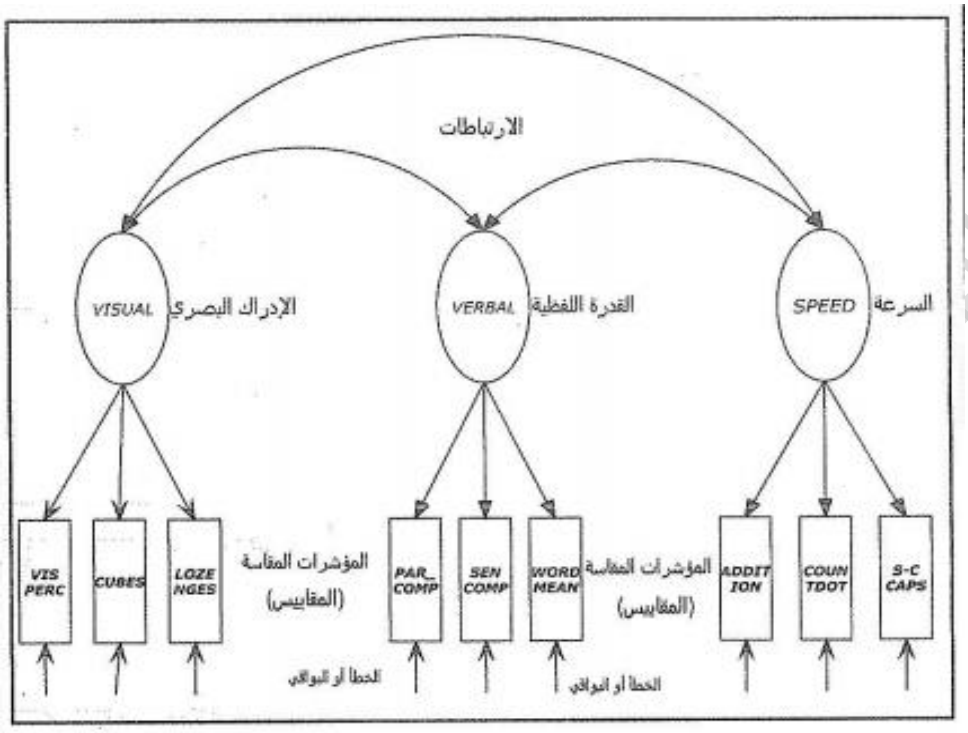
ثلاثة نماذج عاملية وحيدة العامل أو البعد

شكل رقم45 يوضح ثلاثة نماذج عاملية وحيدة العامل أو البعد

وخلافا للنموذج الأحادي العامل أو البعد، يقوم النموذج العاملي التوكيدي المتعدد العوامل على افتراض وجود أكثر من عامل واحد (عاملين أو أكثر) لتمثيل أو استيعاب بنية المفهوم موضوع الدراسة أو التحليل، وأن لكل عامل مؤشراته أو متغيراته المقاسة، وبما أن الباحث انطلق من نموذج عاملي مفترضا بنية واضحة للنموذج العاملي (عدد العوامل، ومسمياتها، ومؤشرات كل عامل)، فإستراتيجية اختبار النموذج التي سيستعملها تدعى بالاختبار التوكيدي للنموذج، وذلك باستعمال التحليل العاملي التوكيدي، ما دام قد انطلق من نموذج نظري واضح، وبالتالي يقتضي النموذج النظري التثبت من صحته، أو التأكد من مدى مطابقة النموذج للبيانات.

إن النموذج العاملي التوكيدي المتعدد العوامل يقوم على الافتراضات التالية: أولاً افتراض وجود عدد من العوامل الكامنة، وثانياً افتراض أن هذه العوامل الكامنة ترتبط فيما بينها (توجد أسهم مزدوجة الاتجاه تصل فيما بينها)، ومعنى ذلك أن هناك مساحة مشتركة من الدلالة بين هذه العوامل الثلاثة، بحيث هذا القاسم من الدلالة بين هذه العوامل يدل على وجود مفهوم معين يعكس هذه الدلالة المشتركة بين العوامل. وثالثاً تحديد هوية كل عام باقتراح تسمية له. ورابعاً تحديد مؤشرات كل عامل (أي تحديد المتغيرات الملاحظة أو المقاسة التي تنتسب إلى المتغير الكامن) إذ يتم قياس العامل واستنتاج وجوده عن طريق هذه المؤشرات.

وخامساً توجد بواقي من التباين (المعلومات) التي يستطيع العامل الكامن الذي ينتسب إليه المؤشر تفسيره، وتسمى بالبواقي أو خطاء القياس أو خطأ التباين. والشكل رقم46 يوضح هذا شكل هذا النموذج: (تيغزة، 2012، ص163-164)



النموذج العاملي التوكيدي المفترض للبنية العاملية المؤلفة من ثلاثة عوامل كامنة بحيث أن كل عامل من العوامل الثلاثة قيس بثلاث اختبارات أو مقاييس قدرات والتي تمثل المؤشرات أو المتغيرات المقاسة). تدل الأسهم المحدبة المزدوجة الاتجاه على التغاير covariance (أو الارتباطات correlations)بين العامل البصري، والعامل اللفظي وعامل السرعة. وتدل الأسهم الوحيدة التي تتجه من الأشكال البيضاوية إلى المستطيلات (المؤشرات المقاسة) على التشبعات. وتدل الأسهم الصغيرة الموجودة أسفل المؤشرات المقاسة (المستطيلات) على تباين أخطاء القياس error variance، أو بواقي تباين المؤشرات المقاسة التي لم يقو العامل الذي ينتسب إليه المؤشر المقاس من تفسيرها، ولذلك سميت أيضا بالبواقي residuals

شكل رقم 46 يوضح نموذج التحليل العاملي التوكيدي متعدد العوامل المرتبطة

2.5. النموذج العاملي من الدرجة الثانية Second-order Factor Model أو الهرمى Hierarchical Model :

يظهر الشكل (11) نوعين من النماذج: النموذج العاملي المتعدد، حيث يظهر النموذج (أ) نموذجاً عاملياً ثنائي العوامل، وهو نوع من أنواع النماذج العاملية المتعددة العوامل؛ والنموذج العاملي الهرمي أو النموذج العاملي من الدرجة الثانية النموذج (ب)، **ما هي إذن الملامح التي تميز النموذج الهرمي عن النموذج العاملي المتعدد المعتاد (النموذج غير الهرمي)؟**

لنقارن بين النموذجين في الشكل رقم 47 اللذين ينطويان على تصور أو تنظير للبنية العاملية للمفهوم المتداول بكثرة في مناهج وطرق تدريس العلوم: مفهوم عمليات العلم.

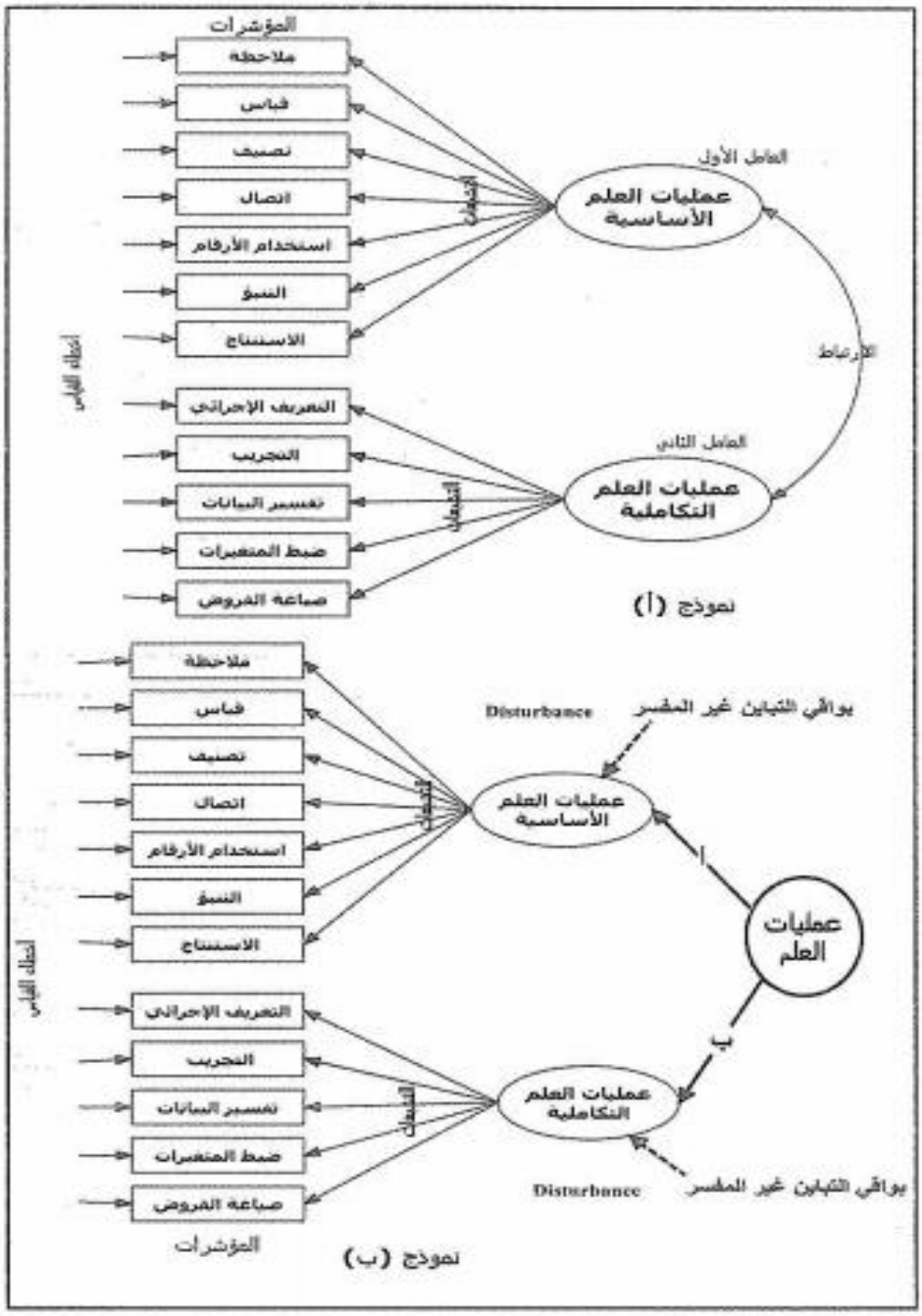
لعل الاختلاف الأول الواضح هو وجود ارتباط أو علاقة (تغاير) بين العاملين الكامنين: عمليات العلم الأساسية وعمليات العلم التكاملية في النموذج العاملي غير الهرمي النموذج (أ)، في حين اختفت هذه العلاقة الارتباطية في النموذج (ب)، ولكن لماذا هذا الاختفاء؟ أو لماذا استغنى النموذج الهرمي النموذج(ب) عن هذه العلاقة الارتباطية أو التغايرية بين العاملين الكامنين: عامل عمليات العلم الأساسية وعامل عمليات العلم التكاملية؟

السبب في ذلك أن النموذج الهرمي يستبدل العلاقات الارتباطية بين العوامل بمسارات تدل على تأثير العامل الهرمي العام (الذي يتبوأ قمة الهرم) في العوامل الكامنة غير الهرمية السابقة. وبالرجوع إلى النموذج (ب) في الشكل 47، نجد أن العامل (العامل الهرمي من الدرجة الثانية) المتمثل في "عمليات العلم" يؤثر في العامل من الدرجة الأولى الأول: عمليات العلم الأساسية، ويؤثر كذلك في العامل من الدرجة الأولى الثاني: عمليات العلم التكاملية. ولذلك نجد في الشكل 47 أنه تم استبدال السهم المحدب المزدوج الاتجاه الدال على التغاير أو الارتباط بين العاملين بسهمين مستقيمين أحدهما يتجه من العامل العام: عمليات العلم، إلى العامل من الدرجة الأولى: عمليات العلم الأساسية، والآخر ينطلق أيضا من العامل العام متجها إلى العامل من الدرجة الأولى الثاني: عمليات العلم التكاملية. وكل سهم يدل على مسار تأثير العامل العام على كل من العاملين من الدرجة الأولى. ومسار التأثير يدل على مقدار التأثير الذي يمارسه العامل العام على العاملين الفرعيين (العاملان من الدرجة الأولى)، أو مقدار العلاقة التي يفسرها أو يحددها العامل العام في كل من العامل الفرعي الأول: عمليات العلم الأساسية، وفي العامل الفرعي الثاني: عمليات العلم التكاملية.

مغزى هذا التغيير، واستعاضة العلاقة الارتباطية بمسارات تدل على علاقات محددة، أن الباحث في النموذج (أ) افتقر إلى تصور واضح للعلاقة التي تربط بين العاملين: عمليات العلم الأساسية، و عمليات العلم التكاملية؛ بمعنى لا يتوفر على سند نظري لافتراض أن أحد العاملين يؤثر في الآخر أي أن "عمليات العلم الأساسية" تؤثر في "عمليات العلم التكاملية"؛ أو أن "عمليات العلم التكاملية" تؤثر في "عمليات العلم الأساسية"، أو أن العلاقة بين العاملين تعزى إلى عامل أعم يفسر القاسم المشترك بينهما، أو يمثل المساحة المشتركة من العلاقة الكائنة بينهما، بحيث أنه عند افتراض تثبيت هذا العامل العام أو حذف تأثيره، تختفي معه العلاقة الارتباطية بين العاملين الفرعيين. ونتيجة لعدم وجود تنظير يحدد العلاقة بين العاملين يفترض الباحث مجرد ارتباطهما أو تغايرها.

أما التنظير للنموذج باستعمال النموذج العاملي الهرمي فيوحي بأن العلاقة الارتباطية التي افترضها الباحث بين العاملين هي علاقة سطحية، ونتاج علاقة التأثير الذي يمارسه العامل العام على كل عامل من العاملين الفرعيين. وبالتالي تصبح هذه العلاقة الارتباطية في ظل النموذج العاملي الهرمي تحصيل حاصل،

ولا قيمة نظرية لها، لأنه تم تفسيرها عن طريق علاقة العاملين بالعامل العام. وهو ما يوضحه الشكل رقم 47 التالي: (تيغزة، 2012، ص70-73)



النموذج العاملي التوكيدي غير الهرمي من الدرجة الأولى(النموذج: أ) والنموذج العاملي التوكيدي الهرمي من الدرجة الثانية (النموذج: ب). وكلا النموذجين يعنيان بتحليل مفهوم عمليات العلم

شكل رقم 47 نماذج عاملية متعددة العوامل؛ والنموذج العاملي الهرمي (الدرجة الثانية).

6- تفسير تقديرات معالم النموذج التوكيدي (CFA):

يمكن تفسير تقديرات معالم نموذج التحليل التوكيدي (CFA) كما أوردها (Kline, 2016) على النحو الآتي:

1.6. تشبعات العوامل:

هي تقدير التأثيرات المباشرة للعوامل على المؤشرات، وتفسر كمعاملات انحدار فلو كان معامل التشبع غير المعياري = 5.0، فإن فروق خمس نقاط في المؤشر تعطي فرق نقطة واحدة في العامل. ووضع التشبع = 1 وذلك لمقايسة العامل (عامر، 2018، ص173).

2.6. التباين المفسر للمؤشر:

تشبعات العامل المعيارية تقدر من خلال قيمة العلاقات بين المؤشر وعامله، و مربع قيمة التشبع تقدر نسبة التباين المفسر R^2smc نتيجة للعامل، فلو أن التشبع = 0.70 فإن العامل فسر 0.49 (49%) من تباين المؤشر، والوضع المثالي أن العامل يفسر معظم تباين المؤشر (R^2_{smc} >0.5). والمؤشر الذي يتشبع على عوامل متعددة، فإن التشبع المعياري يفسر كأوزان بيتا β؛ لأنها ليست ارتباطات ولا يمكن تربيع قيمتها لاشتقاق التباين المفسر.

أما نسبة تباين خطأ القياس غير المعياري إلى التباين الملاحظ للمؤشر في العينة، هي نسبة التباين غير المفسر وواحد ناقص هذه النسبة $\frac{S_e^2}{S_x^2}$ وهي نسبة التباين المفسر. وافترض أن تباين X1 هو $S_x^2 = 25$ وتباين خطأ القياس الواقع عليها، $S_e^2 = 9.0$ إذاً التباين غير المفسر 0.36 = $\frac{9.00}{25.0}$ وعلى ذلك فإن: R^2smc= 1- 0.36 = 0.64.

3.6. تقدير العلاقات بين العوامل أو أخطاء القياس:

هي تغايرات بمعنى حلول غير معيارية، ولو تشبع المتغير على عامل وحيد، فإن هذا التشبع يسمى معامل البناء A Structure Coefficient وهو تشبع معياري (عامر، 2018، ص174).

الخـاتمة:

في ختام هذه المطبوعة البيداغوجية، يمكن القول إنها مثّلت دليلًا شاملًا ومتكاملًا لمجموعة من المحاور الأساسية والمتقدمة في مجال الإحصاء، بدءًا من المفاهيم التمهيدية، ووصولًا إلى التحليلات الإحصائية المتقدمة. فقد تناولت المحاضرة الأولى المفاهيم الإحصائية الأساسية، من تعريف الإحصاء، وأهميته، وأنواع المتغيرات، والمجتمع والعينة، مرورًا بمستويات القياس وعلاقتها بالتحليل الإحصائي. وقد ساعد هذا التأسيس المفاهيمي على تمهيد الطريق لفهم أكثر عمقًا لبقية المحاور.

انتقلت المحاضرات اللاحقة إلى الجوانب التطبيقية في اختبار الفرضيات وتحليل الفروق، باستخدام كل من الأساليب المعلمية واللامعلمية، مع التركيز على خطوات التنفيذ العملي لكل اختبار باستخدام برنامج .SPSS كما تم عرض مجموعة من الاختبارات المهمة مثل اختبارT ، واختبار ويلكوكسن، واختبار مان- ويتني، وتحليل التباين الأحادي، وتحليل التغاير، مع بيان شروط استخدامها ومعايير اختيارها. وتم دعم كل ذلك بأمثلة عملية وتطبيقات تفاعلية، تعزز الفهم التطبيقي وتربط بين النظرية والممارسة.

أما في المحاضرات الأخيرة، فقد تم التعمق في موضوعات أكثر تقدمًا، كمعاملات الارتباط الخطي وغير الخطي، والانحدار بأنواعه، والتحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي. هذه الموضوعات توفر أدوات تحليلية دقيقة للباحث لفهم العلاقات بين المتغيرات، وبناء نماذج تفسيرية أو تنبؤية ذات كفاءة. وهكذا، تكون هذه المطبوعة قد قدمت محتوى علميًا متسلسلًا، يجمع بين الإطار النظري والجانب التطبيقي، ويُعد مرجعًا هامًا للطلبة والباحثين في مجالات العلوم الاجتماعية والتربوية والنفسية وغيرها من المجالات التي تعتمد على التحليل الإحصائي.

المراجع:

أبو هاشم، السيد محمد.(ب،ت). التحليل العاملي. جامعة الملك سعود- كلية التربية قسم علم النفس. https://ecsme.ksu.edu.sa/sites/ecsme.ksu.edu.sa/files/attach/lthlyl_lmly.pdf

إسماعيل، محمد عبد الرحمان (2016). تحليل الانحدار الخطي، ط2، الرياض: مركز البحوث بمعهد الإدارة العامة المملكة العربية السعودية.

بري، عدنان ماجد، هندي، محمود محمد وراضي، الحسيني عبد البر (1998). أساسيات طرق التحليل الاحصائي. المملكة العربية السعودية. الرياض: جامعة الملك سعود.

بوحفص، عبد الكريم (2006). الإحصاء المطبق في العلوم الاجتماعية والإنسانية. ط2. ديوان المطبوعات الجامعية. بن عكنون. الجزائر.

تيغزة، أمحمد.(2012). التحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي، الناشر: دار المسيرة الأردن.

الزغلول، عماد عبد الرحيم (2005). الإحصاء التربوي، الناشر: دار الشروق، عمان، الاردن

سعد بن سعيد، القحطاني (2015). الإحصاء التطبيقي المفاهيم الأساسية وأدوات التحليل الاحصائي باستخدام SPSS. الناشر: مركز البحوث المملكة العربية السعودية.

صافي، خالد سمير (2017). الإحصاء ومنهجية البحث الجزء الثاني محاضرات في الإحصاء، منشورات الجامعة الإسلامية غزة.

عامر السيد، عبد الناصر (2018). نمذجة المعادلة البنائية للعلوم النفسية والاجتماعية، الجزء الثاني، الناشر: دار جامعة نايف للنشر، الرياض.

عبد الخالق، أحمد محمد (1987). الأبعاد الأساسية للشخصية، الناشر: دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر.

عبد الرزاق، بني هني. مقاييس الارتباط: التباين المشترك و معامل الارتباط. قسم الاقتصاد جامعة اليرموك، إربد، الأردن. 28 نوفمبر 2019.

https://www.youtube.com/watch?v=USczL_yMYVc&ab_channel=AbderrazaqBaniHani

عمر الزين الكاف، عبد الله (2014). تطبيق العمليات الإحصائية في البحوث العلمية مع استخدام برنامج spss. الناشر: مكتبة القانون والاقتصاد، الرياض.

فهمي، محمد شامل بهاء الدين (2005). الإحصاء بلا معاناة: المفاهيم مع التطبيقات باستخدام برنامج spss. المملكة العربية السعودية، الرياض: معهد الإدارة العامة.

كامل فليفل، فتحي حمدان (2011). الإحصاء. الناشر: دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

مصطفى، حسين باهي و محمود، عبد الفتاح. (2002). التحليل العاملي النظرية- التطبيق، الناشر: مركز الكتاب للنشر القاهرة.

منتدى الدكتور حسني عز الدين للإحصاء. (2012). التحليل العاملي. كلية التربية الرياضية جامعة حلوان.

https://statistics.ahlamontada.com/t46-topic

نبيل صالح، جمعة النجار.(2015). الإحصاء التحليل مع تطبيقات برمجية SPSS ، الناشر: دار الحامد الأردن.

Agresti, A. & Finlay, B. (2009). Statistical methods or the social sciences (4th ed.). USA, NJ: Pearson Education, Inc

Bergman, M. (2020). Firms in Society. Microeconomics for Managers. Appendix C: onlinear Relationships and Graphs without Numbers.

Conover, W. J. (1999). Practical nonparametric statistics. john wiley & sons.

Edwards, B. D. (2010). Book Review: Timothy A. Brown.(2006). Confirmatory factor analysis for applied research. New York: Guilford. Organizational Research Methods, 13(1), 214-217.

https://uw.pressbooks.pub/microman/chapter/nonlinear-relationships-and-graphs-without-numbers-2/

Moore, D. S & Notz, M. I. (2006). Statistics: concepts and controversies (6th ed.). New York: W. H. Freeman and Company.

الملاحق

دليلك لاختيار الاختبار الإحصائي المناسب

الهدف	نوع المتغير التابع Dependent Variable		
	(فتري Interval أونسبي Ratio وله توزيع طبيعي)	(فتري Interval أونسبي Ratio وله توزيع غيرطبيعي) أو رتبي Ordinal	نوعي ثنائي Dichotomy
مقارنة مجموعة واحدة بقيمة افتراضية	اختبار t لعينة واحدة (one – sample t test)	اختبار ويلكوكسن لعينة واحدة (Wilcoxon signed – rank test)	اختبار مربع كاي (Chi – Square) أو ذات الحدين Binomial
مقارنة مجموعتين مرتبطتين	اختبار t لعينتين مرتبطتين (matched – pair t test)	اختبار ويلكوكسن لعينتين مرتبطتين (Wilcoxon signed – rank test)	اختبار ماكنيمار (McNemar's test)
مقارنة مجموعتين مستقلتين	اختبار t لعينتين مستقلتين (two-sample t test)	اختبار مان – ويتني (Mann – Whitney test)	اختبار مربع كاي (Chi – square) أو اختبار فيشر للعينات الصغيرة (Fisher's test)
مقارنة ٣ مجموعات مستقلة أو أكثر	تحليل التباين في اتجاه واحد (1 – way ANOVA)	اختبار كروسكال – واليس (Krskal – Wallis test)	اختبار مربع كاي (Chi – Square)
مقارنة ٣ مجموعات مرتبطة أو أكثر	تحليل التباين للقياسات المتكررة (repeated – measuresANOVA)	اختبار فريدمان (Friedman test)	اختبار كوكران (Cochran's test)

الهدف	نوع المتغير التابع Dependent Variable		
	(فتري Interval أونسبي Ratio وله توزيع طبيعي)	(فتري Interval أونسبي Ratio وله توزيع غيرطبيعي) أو رتبي Ordinal	نوعي ثنائي Dichotomy
القياس الكمي للعلاقة بين متغيرين	ارتباط بيرسون (Pearson Correlation)	ارتباط سبيرمان (Spearman Correlation)	معاملات التوافق (Contingency coefficients)
التنبؤ بقيمة متغير (تابع) بالاعتماد على قيم متغير آخر (مستقل)	الانحدار الخطي أو الغير خطي البسيط (simple linear or non - linear regression)	الانحدار اللامعلمي (nonparametric regression)	الانحدار اللوجستي البسيط (simple logistic regression)
التنبؤ بقيمة متغير (تابع) بالاعتماد على قيم عدة متغيرات أخرى (مستقلة)	الانحدار الخطي أو الغير خطي المتعدد (multiple linear or nonlinear regression)		الانحدار اللوجستي المتعدد (multiple logistic regression)
تخفيض عدد البيانات واستخلاص العوامل	التحليل العاملي Factor Analysis		