جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة كربلاء – كلية الادارة والاقتصاد
قسم الاحصاء

دراسة الارتباط القانوني في نماذج الانحدار الخطي واللا خطي - دراسة تطبيقية -

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة كربلاء
كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الإحصاء

تقدمت بها الطالبة

آلاء فلاح حسن عطوان

بإشراف

أ. م. د. شروق عبد الرضا سعيد السباح

1438هـ كربلاء 2017 م

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ

{ إِنَّ اللهَ وَمَلَائِكَتَهُ يُصَلُّونَ عَلَى النَّبِيِّ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا صَلُّوا عَلَيْهِ وَسَلِّمُوا تَسْلِيماً }

صدق الله العلي العظيم

[الأحزاب56]

الإهداء ...

- إلى العبرة التي لا تنتهي .. سيدي وإمامي الحسين (عليه السلام)

- إلى رمز الوفاء الأبدي .. سيدي وإمامي العباس (عليه السلام)

- إلى مَنْ دمعت العيونُ عليه شوقًا ...

- إلى مَنْ تقرَّحت القلوبُ عليه عشقًا ...

- إلى مَنْ طال انتظاره ... ونفذ الصبر للقياه

سيدي

وإمامي صاحب العصر والزمان (عج)

آلاء

شكر وعرفان

قال تعالى : ﴿ لَـئِن شَكَرْتُـمْ لأَزِيـدَنَّـكُمْ ﴾ [إبراهيم : 7] , لا يتحقق الشكر لمخلوق إلا بعد شكر الخالق , فشكراً للهِ على ما أفاض وأنعم وحمداً له على ما أتمَّ وأكرم , ولا يتحقق الشكر بعد الله إلا لسادة البيت المحمدي محمدٍ وآلِ محمد (عليهم الصلاة والسلام) .

قال تعالى : ﴿ هَلْ جَزَاءُ الْإِحْسَـانِ إِلَّا الْإِحْسَـانُ ﴾ [الرَّحمن : 60] , وقال رسولُهُ (صلَّى الله عليه وآله وسلم) : " لا يَشْكُرُ اللهَ مَنْ لَا يَشْكُرُ النَّاسَ " , فصدق اللهُ وصدقَ رسولُهُ .

لمَّا كان من واجب المرء مقابلة الإحسان بالإحسان حقًّا علي أن أشكر من يستحق الشكر , وهم :

- من لولاهما ما كنتُ ، علَّة وجودي ، ومن أوصاني الله بهما خيرًا كما ربيَّاني صغيرا (والديَّ العزيزين) ، وجميع أخوتي ، فرزقهم الله وجازاهم في الدنيا والآخرةِ خيرًا .

- من زرعت فيَّ الثقة وكانت عونًا لي في تذليل الصِّعاب , وفي توجيه رسالتي , فسعيتُ جاهدةً لأكونَ عندَ حسن ظنِّها بي ، أستاذتي الفاضلة الدكتورة شروق السبَّاح ، فجزاها الله عنِّي خيرا .

- إلى كلِّ من علَّمني حرفًا فزادني به علمًا أساتذتي الأجلَّاء في جميع مراحل الدراسة وفي مقدمتهم الأستاذ الدكتور عواد الخالدي المحترم عميد كلية الإدارة والاقتصاد , والدكتور جاسم ناصر رئيس قسم الإحصاء , والدكتور عبد الحسين الطائي , والدكتور عدنان كريم , والدكتور مهدي نصر الله , والدكتورة إيناس عبد الحافظ وجميع أساتذتي في القسم .

- وامتناني لزملاء الدراسة ، شكرَ الله سعيهم وأفاضَ عليهم من رحمتهِ .

- وأشكر موظفي مكتبة الدراسات العليا في كلية الإدارة والاقتصاد لما بذلوه من جهدٍ ومساعدة وإثرائي بالمصادر والمراجع التي خدمت دراستي .

- ولا أنسى تلك الأيادي التي ارتفعت بالدعاء وشدَّت على يدي ورفعت حجرًا أثقل كاهلي ، وكذلك شكري وامتناني لكلِّ من أعانني في مسيرتي ولم يتسنَّ لي شكرَه ، فأشكرُ للجميع حُسنَ صنيعهم لي .

قائمة المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحة
الفصل الأول:	منهجية البحث وبعض الدراسات السابقة	
1 . 1	المقدمة	2-1
1 . 2	منهجية البحث	3
1 . 2.1	حدود البحث	3
1 . 2.2	مشكلة البحث	3
1 . 2.3	فرضية البحث	3
1 . 2.4	هدف البحث	3
1 .3	بعض الدراسات السابقة	9-4
الفصل الثاني: الإطار النظري لتحليل الارتباط والانحدار والارتباط القانوني		49 -10
2.1	تمهيد	10
2.2	تحليل الانحدار	11
2.2.1	استعمالات تحليل الانحدار	11
2.2.2	أنواع الانحدار	11
أولاً	تحليل الانحدار الخطي	12
	أ- الانحدار الخطي البسيط	12
	ب- الانحدار الخطي المتعدد	13
ثانياً	تحليل الانحدار اللاخطي	14
	1- تحليل الانحدار اللاخطي القابل للتحويل إلى الانحدار الخطي	15
	2- الانحدار اللاخطي غير القابل للتحويل إلى الانحدار الخطي	16
2.3	مستويات القياس	17
2.4	تحليل الارتباط	18
2.4.1	معامل الارتباط البسيط	19
2.4.1.1	الارتباط الخطي بين متغيرين (معامل ارتباط بيرسون)	19

2.4.1.2	الصيغ البديلة لمعامل ارتباط عزم حاصل الضرب	20
2.4.1.3	اختبار الفرضيات حول معامل الارتباط البسيط	25
2.4.1.4	العلاقة بين إحصاءَتَي t و F	27
2.4.1.5	فترات الثقة في معامل الارتباط ρ	27
2.4.2	معامل الارتباط المتعدد	27
2.4.2.1	معامل التحديد المعدل (المصحح)	29
2.4.3	معامل الارتباط الجزئي	30
2.4.4	معامل الارتباط شبه الجزئي	31
2.5	تحليل الارتباط القانوني (القويم)	32
2.5.1	مفهوم الارتباط القانوني (القويم)	32
2.5.2	اشتقاق الاوزان لكل مجموعة خطية	35
2.5.3	معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية	38
2.5.4	المؤشر الفائض (الإضافي)	39
2.5.5	اختبار معاملات الارتباط القانوني	40
2.6	تحليل الارتباط القانوني اللاخطي	42
2.6.1	خطوات خوارزمية المربعات الصغرى التناوبية (ALS)	47
2.6.2	تحليل التجانس المعمم الذي يؤدي إلى OVERALS	48
الفصل الثالث: الجانب التطبيقي		87-50
3.1	تمهيد	50
3.2	مجتمع البحث	50
3.3	تطبيق بعض المقاييس الإحصائية على نماذج الانحدار	52
3.4	تطبيق معاملات الارتباط الخطي البسيط للمرحلة الثالثة	54
3.5	تطبيق معاملات الارتباط الخطي البسيط للمرحلة الرابعة	56
3.6	حساب معامل الارتباط القانوني الخطي للمرحلتين الثالثة والرابعة للدراستين الصباحية والمسائية	57
3.6.1	تحليل العلاقة بين أداء الطلبة للمرحلة الثالثة للدراسة الصباحية مع المرحلة الثالثة للدراسة المسائية لقسم العلوم المالية والمصرفية	57
3.6.1.1	اختبار معنوية العلاقة بين متغيرات المجموعتين الأولى والثانية	57

3.6.1.2	حساب الأوزان القانونية للمرحلة الثالثة	60
3.6.1.3	احتساب معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية للمرحلة الثالثة	61
3.6.1.4	حساب المؤشر الفائض للمرحلة الثالثة	63
3.6.2	تحليل العلاقة بين أداء الطلبة للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية مع المرحلة الرابعة للدراسة المسائية لقسم العلوم المالية والمصرفية	64
3.6.2.1	اختبار معنوية العلاقة بين متغيرات المجموعتين الأولى X_2's والثانية Y_2's للمرحلة الرابعة	64
3.6.2.2	حساب الأوزان القانونية للمرحلة الرابعة	67
3.6.2.3	احتساب معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية للمرحلة الرابعة	69
3.6.2.4	حساب المؤشر الفائض للمرحلة الرابعة	70
3.7	تحليل الارتباط القانوني اللاخطي	72
3.7.1	تحليل الارتباط القانوني اللاخطي للمرحلة الثالثة للدراستين الصباحية والمسائية	72
3.7.2	احتساب الأوزان للمرحلة الثالثة	74
3 .7.3	احتساب مكونات التحميل للمرحلة الثالثة	75
3.7.4	تحليل الارتباط القانوني اللاخطي للمرحلة الرابعة للدراستين الصباحية والمسائية	77
3.7.5	احتساب الأوزان للمرحلة الرابعة	80
3.7.6	احتساب مكونات التحميل للمرحلة الرابعة	80
الموضوع		الصفحة
الفصل الرابع		87-84
	الاستنتاجات	84
	التوصيات	88
المصادر		92 - 88
اولاً	المصادر العربية	88
ثانياً	المصادر الاجنبية	89
	الملاحق	

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	الصفحة
1	يمثل متغيرات المجموعات للمرحلة الثالثة	51
2	يمثل متغيرات المجموعات للمرحلة الرابعة	51
3	اختبار النموذج الخطي العام للمرحلة الثالثة الصباحي والمسائي	52
4	اختبار النموذج الخطي العام للمرحلة الرابعة الصباحي والمسائي	53
5	يبين اختبار معامل ارتباط (بيرسون pearson _ سبيرمان spearman_ كندال تاو Kendall's tau_p) للمرحلة الثالثة الدراسة الصباحية والدراسة المسائية	55
6	يبين اختبار معامل ارتباط (بيرسون pearson _ سبيرمان spearman_ كندال تاو Kendall's tau_p) للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية والدراسة المسائية	56
7	يبين نتائج اختبار معنوية الارتباطات القانونية الكلية للمرحلة الثالثة للدراستين الصباحية والمسائية .	58
8	يبين الجذور القانونية والارتباط القانوني وحساب المعنوية الجزئية للمرحلة الثالثة	59
9	يبين الأوزان القانونية المعيارية للمتجهات $\hat{a}$, $\hat{b}$ لمجموعتي المتغيرات للمرحلة الثالثة	60
10	يبين معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية لمجموعتي المتغيرات والنسبة المئوية للتباين المفسر لكل مجموعة بالمتغير القانوني المناظر	62
11	المؤشر الفائض لمجموعتي المتغيرات الأولى والثانية للمرحلة الثالثة	63
12	يبين نتائج اختبار معنوية الارتباطات القانونية الكلية للمرحلة الرابعة للدراستين الصباحية و المسائية	65
13	يبين الجذور القانونية والارتباط القانوني وحساب المعنوية الجزئية للمرحلة الرابعة	66
14	يبين الأوزان القانونية المعيارية للمتجهات $\hat{a}$, $\hat{b}$ لمجموعتي المتغيرات في العلاقة الأولى	67
15	يبين معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية لمجموعتي المتغيرات للمرحلة الرابعة والنسبة المئوية للتباين المفسر لكل مجموعة بالمتغير القانوني المناظر	69
16	المؤشر الفائض لمجموعتي المتغيرات الأولى والثانية	70
17	يمثل ملخص التحليل ذو البعدين للمرحلة الثالثة	72

18	يمثل الاوزان القانونية اللاخطية للمجموعتين الأولى والثانية للمرحلة الثالثة	74
19	يمثل تحميلات المكونات اللاخطية للمجموعتين للمرحلة الثالثة	75
20	يمثل ملخص التحليل ذو البعدين للمرحلة الرابعة	78
21	يمثل الأوزان القانونية اللاخطية للمجموعتين للمرحلة الرابعة	80
22	يمثل تحميلات المكونات للمجموعتين للمرحلة الرابعة	81

قائمة الأشكال

التسلسل	اسم الشكل	الصفحة
1	يمثل دالة الارتباط القانوني	35
2	رسم النموذج الخطي العام للمرحلة الثالثة للدراسة الصباحية والمسائية	53
3	رسم النموذج الخطي العام للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية والمسائية	54
4	يبين الارتباط القانوني للمجموعتين الأولى والثانية للمرحلة الثالثة	64
5	يبين الارتباط القانوني للمجموعتين الأولى والثانية للمرحلة الرابعة	71
6	يمثل تحميلات المكونات لمجموعات المواد الدراسية للمرحلة الثالثة	76
7	يمثل تحميلات المكونات لمجموعات المواد للمرحلة الرابعة	82

قائمة المختصرات

المصطلح (عربي)	المصطلح (English)	المختصر

CCA	Canonical correlation analysis	تحليل الارتباط القانوني
NLCCA	Nonlinear Canonical correlation analysis	تحليل الارتباط القانوني اللاخطي
U	Independent Canonical Variable	المتغير القانوني المستقل
V	Dependent Canonical Variable	المتغير القانوني المعتمد
ρ	Canonical correalation	معامل الارتباط القانوني
a	Eigenvectors	متجه الأوزان القانونية للمتغيرات المستقلة
b	Eigenvectors	متجه الأوزان القانونية للمتغيرات المعتمدة
$R_{u*x}(i)$	Canonical Loadings coefficient	معامل التحميل القانوني للمجموعة المستقلة
$R_{v*y}(i)$	Canonical Loadings coefficient	معامل التحميل القانوني للمجموعة المعتمدة
$R^2_{(i)x}$	Redundancy Index	المؤشر الفائض لمجموعة المتغيرات المستقلة
$R^2_{(i)y}$	Redundancy Index	المؤشر الفائض لمجموعة المتغيرات المعتمدة
W	Wilk's Lambda	احصاءة ويلكس
χ^2	Chi – Square Statistic	احصاءة مربع كاي
ALS	alternating least squares	خوارزمية المربعات الصغرى التناوبية

الفصل الأول

منهجية البحث وبعض الدراسات السابقة

1.1 : المقدمة Introduction

يُعد التعليم عِماد وأساس تقدم المجتمعات المعاصرة كونه مؤشراً لرقي المجتمعات وتطورها والرقي بثقافتها إلى الأعلى عن طريق التركيز على مرحلة الدراسة الجامعية كونها أكثر مراحل الحياة أهمية لما لها من دور رئيس في صقل شخصية الطالب وتحديد مستقبله المهني , فضلاً عن تزويدها للطالب بكم كبير من المهارات العلمية والعملية والشخصية .

إن ما تهتم به البحوث العلمية جميعها هو اكتشاف طبيعة العلاقة بين المتغيرات المدروسة لغرض وضعها في نماذج قادرة على تفسير هذه العلاقة . وبناءً على ذلك تصبح المقاييس البسيطة كمعامل الارتباط الخطي البسيط ومعامل الارتباط الجزئي والمتعدد غير كافية لاكتشاف طبيعة هذه العلاقات لأنها تقيس طبيعة العلاقة بين متغير واحد هو المتغير التابع وعدد من المتغيرات وهي المتغيرات المستقلة (التوضيحية) [9] , وقد جاءت فكرة استعمال تحليل الارتباط القانوني(القويم) (Canonical correlation analysis) من العالم Hotelling عام 1936 , إذ تناولته عدد من البحوث والدراسات لأنه من الموضوعات المهمة في الإحصاء لما له من تطبيقات واسعة في معظم المجالات ومختلف العلوم [25].

تم استعمال تحليل الارتباط القانوني(القويم) الخطي واللاخطي , اذ ان الارتباط القانوني (القويم) الخطي يهدف إلى إيجاد العلاقة بين مجموعتين من المتغيرات أي عدد من المتغيرات التابعة وعدد من المتغيرات المستقلة (التوضيحية) عن طريق إيجاد المتجهات (الأوزان) الأساسية بين مجموعتي المتغيرات إذ يتم إيجاد أزواج من التركيبات الخطية للمجموعة الأولى وكذلك الحال للمجموعة الأخرى , وتسمى التركيبة الخطية الناتجة من الأوزان المقترنة بالجذر الأول بالمتغير القانوني(القويم) الأول (first canonical variable) والتركيبة الخطية المقترنة بالجذر الأخر بالمتغير القانوني (القويم) الثاني (second canonical variable) إلى أن يتم الوصول إلى عدد من التركيبات الخطية والتي عددها يكون بعدد المتغيرات الأقل في المجموعتين . ومن ثم إيجاد الارتباط الخطي البسيط بين أزواج المتغيرات القانونية للتركيبات الخطية والتي تسمى بالارتباطات القانونية (القويمة) (canonical correlation) , ومن ثم إيجاد الارتباط بين المتغير القانوني (القويم) الأول في المجموعة الأولى مع المتغير القانوني (القويم) الأول للمجموعة الثانية والذي

يسمى بالارتباط القانوني (القويم) الأول (first canonical correlation) , ثم بعد ذلك يتم إيجاد الارتباط القانوني (القويم) الثاني بين المتغير القانوني (القويم) الثاني في المجموعة الأولى مع المتغير القانوني (القويم) الثاني في المجموعة الثانية ويسمى بالارتباط القانوني (القويم) الثاني (second canonical correlation) [28] .

وإن الغرض من الارتباط القانوني (القويم) بين المجموعتين هو إيجاد عدد من الصفات المشتركة بينهما للوصول الى الأنموذج القادر على التنبؤ لأنه يجمع أكثر الصفات المشتركة بين تلك المجموعتين .

وأما في حالة الارتباط القانوني (القويم) اللاخطي (nonlinear canonical correlation) الذي يكتب اختصارًا (NLCC) ويستخدم تقنية (OVERALS) فيكون بين مجموعتين أو أكثر من مجموعتين من المتغيرات , أي أكثر من مجموعة واحدة مستقلة (توضيحية) وأكثر من مجموعة واحدة معتمدة , ومن ثم يمكن تحليل العلاقات اللاخطية بين مجموعات المتغيرات , فهو يهدف الى تحقيق حد أدنى للخسارة بين درجات المشاهدات والمتغيرات القانونية (القويمة) في كل المجموعات مجتمعة وبالمقاييس المثلى فضلاً عن حساب أكبر قدر ممكن من التباين في العلاقات بين مجموعات المتغيرات , وتحديد أوجه التشابه بين المجموعات مقارنةً مع التركيبات الخطية من المتغيرات في كل مجموعة إلى مجموعة مجهولة[44] .

وقد جرت الدراسة على عدد من طلاب قسم العلوم المالية والمصرفية في كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة كربلاء لمقارنة درجات الطلبة في الدراسة المسائية مع درجات الطلبة للدراسة الصباحية لمعرفة الفرق في المستوى الدراسي للدراستين المرحلة الثالثة والمرحلة الرابعة .

ومن أجل تقديم دراسة متكاملة وعرض واضح لطريقة تحليل الارتباط القانوني (القويم) الخطي واللاخطي اقتضى تقسيم الرسالة إلى أربعة فصول :

إذ تناول الفصل الأول مقدمة ومنهجية البحث وبعض الدراسات السابقة .

واهتم الفصل الثاني بدراسة الجانب النظري إذ تناول الآتي :

(تحليل الانحدار , أنواع الانحدار الخطي , وأنواع الانحدار غير الخطي , وتحليل الارتباط البسيط والمتعدد والجزئي , وتحليل الارتباط القانوني (القويم) الخطي , واختبار معاملات الارتباط القانوني (القويم) الخطي , وتحليل الارتباط القانوني (القويم) اللاخطي) .

فيما تضمن الثالث إجراءات الجانب التطبيقي للبحث من حيث تحديد مجتمعه وعينته وكيفية اختيارها وأسلوب جمع البيانات والبرامج الإحصائية المستعملة في اختبار البيانات وفي تحليل نتائج الارتباط القانوني (القويم) الخطي وغير الخطي .

وتناول الفصل الرابع عرض لأهم الاستنتاجات والتوصيات التي توصلت إليها الدراسة .

1.2 : منهجية البحث

تم العمل على منهج البحث الاستقرائي وفيه نبدأ بملاحظة المشكلة ثم وضع الفروض لها ومن ثمَّ اختبارها , وقد تم استعمال الأسلوب الإحصائي وفق هذا المنهج .

1.2.1 : حدود البحث

حدود البحث زمنيًا كانت درجات الطلبة لسنة (2013 - 2014) للمرحلة الثالثة و (2014 - 2015) للمرحلة الرابعة , مكانيًا تمثلت بجامعة كربلاء كلية الإدارة والاقتصاد قسم العلوم المالية والمصرفية .

1.2.2 : مشكلة البحث The problem of the study

تدني المستوى الدراسي للطلبة في الدراسة المسائية في المرحلتين الثالثة و الرابعة من خلال مقارنة درجاتهم بدرجات الطلبة للدراسة الصباحية لنفس المواد الدراسية .

1.2.3 : فرضية البحث The hypothesis of the study

تم في هذا البحث اختبار فرضية العدم القائلة عدم وجود علاقة بين المتغيرات القانونية (القويمة) للمجموعتين الدراسة الصباحية والدراسة المسائية للمواد الدراسية نفسها في المرحلتين الثالثة والرابعة , ضد الفرضية البديلة الذي ينص على وجود علاقة بين المتغيرات القانونية (القويمة) للمجموعتين للدراسة الصباحية والدراسة المسائية .

1.2.4 : هدف البحث Goal of the Study

ترمي هذه الدراسة بالدرجة الأساس إلى معرفة :

1- كيفية استعمال تحليل الارتباط القانوني (القويم) الخطي واللاخطي بهدف معرفة قوة العلاقة بين مجموعتين أو أكثر من المتغيرات , وذلك في ضوء عدد من المتغيرات المستقلة وعدد من

المتغيرات المعتمدة . أي التعرف على الارتباطات القائمة بين المجموعتين , وذلك عن طريق إيجاد الدالة الخطية لمجموعة واحدة من المتغيرات والتي ترتبط بشكل أعلى مع الدوال الخطية للمجموعة الأخرى للمتغيرات .

2- دراسة الارتباط القانوني (القويم) اللاخطي لتحقيق حد أدنى للخسارة بين درجات المشاهدات والمتغيرات القانونية (القويمة) في كل المجموعات مجتمعة وبالمقاييس المثلى .

3- إلقاء نظرة تحليلية على مستويات الطلبة في الدراسة المسائية عن طريق مقارنة درجاتهم بدرجات الطلبة للدراسة الصباحية للمواد الدراسية نفسها لبيان مدى تقارب المستوى الدراسي للطلبة , لا سيما أن المواد الدراسية هي نفسها في المجموعتين , وذلك عن طريق إجراء تحليل الارتباط القانوني (القويم) الخطي واللاخطي للمواد الدراسية نفسها لقسم العلوم المالية والمصرفية ومقارنة نتائج الاختبار .

1.3 : بعض الدراسات السابقة Review of Literature

أولاً : الدراسات المختصة بالارتباط القانوني (القويم) الخطي :

في عام (1936) اقترح (Hotelling) طريقة لقياس الارتباط بين مجموعتين من المتغيرات وأطلق عليها اسم تحليل الارتباط القانوني (القويم) لإيجاد أعلى ارتباط بين المجموعتين [25].

وفي عام (1968) قام كل من الباحثين (Stewart) و(Love) في توضيح مفهوم معامل الإفاضة , وهو متوسط التباين في مجموعة واحدة والموضحة من لدن المتغيرات القانونية (القويمة) في مجموعة أخرى , وإن الإفاضة الكلية هي مجموع المتغيرات القانونية (القويمة) الأخرى[42] .

وفي عام (1971) أكد الباحثان (Cooley) و (Lohnes) على أن النموذج القانوني (القويم) يحدد الدوال الخطية التي تمتلك تباين أعلى , وتكون خاضعة لقيود التعامد , ويشير معامل الارتباط القانوني التربيعي إلى نسبة التباين , وقد اشتقت المركبتان الخطيتان من مجموعتي المتغيرات التي تكون مشتركة خطيًا [19].

وفي عام (1978) قدم (Knapp) عرضًا مفصلًا لتحليل الارتباط القانوني (القويم) بما في ذلك معرفة القيم الذاتية والمتجهات الذاتية وبين أن الخطوة الأولى في تحليل الارتباط القانوني (القويم) هي حساب مصفوفة الارتباط من المتغيرات في النموذج , ثم اشتقاق مصفوفة متماثلة رتبتها مساوية لعدد المتغيرات الأقل بين مجموعتي المتغيرات من مصفوفة الارتباط , وناقش بعض الأساليب

المعلمية المختلفة (الارتباط البسيط , اختبار t , Anova ... إلخ) وبين أن هذه الأساليب هي حالات خاصة من التحليل القانوني (القويم) [29].

وفي عام (1982) أوضح الباحث (Muirhead) أن تحليل الارتباط القانوني (القويم) هو عبارة عن تركيبتين خطيتين واحدة لمجموعة المتغيرات (X_s) والثانية لمجموعة المتغيرات (Y_s) دون الحاجة الى تحديد مجموعة المتغيرات المستقلة (التوضيحية) ومجموعة المتغيرات المعتمدة وذلك لأن التحليل القانوني قادر على قياس العلاقة بين المجموعتين من المتغيرات وإعطاء كل مجموعة منها القدرة على التنبؤ بالأخرى , وأن هذا التحليل يقوم بتحديد العلاقات الخطية المتعددة بين المجموعتين من المتغيرات ومن ثم اختزال هذه العلاقات إلى أقل عدد من المتغيرات القانونية إذ أن كل زوج من المتغيرات القانونية يمثل معامل الارتباط البسيط [36].

وفي عام (1997) قام الباحث (shafto) وآخرون بتوضيح الفرق بين الارتباط القانوني (القويم) والارتباط البسيط والمتعدد في كون الارتباط القانوني (القويم) يمثل الارتباطات البسيطة بين أزواج المتغيرات القانونية (القويمة) للتركيبات الخطية , وأما الفرق بينه وبين الارتباط المتعدد فيتمثل في كونه يقيس قوة العلاقة بين مجموعة المتغيرات المستقلة ومجموعة المتغيرات المعتمدة , أي يتمكن من حساب مجموعة من الارتباطات المتعددة في الوقت نفسه [41].

وفي عام (2002) استعمل الباحث (Pemajayantha) تحليل الارتباط القانوني(القويم) لتطوير تحليل البيانات متعددة الأبعاد مستعملاً الصيغ الجبرية والعشوائية للنماذج الخطية واللاخطية وناقش القيم المتطرفة مع النموذج الجديد [39].

وفي عام (2003) ناقش الباحث (weenink) الخوارزميات لإجراء تحليل الارتباط القانوني (القويم) ومحاولة إيجاد الارتباطات بين مجموعتين من البيانات أو إيجاد الارتباطات من مصفوفتي التباين والتباين المشترك , وتستند الخوارزميات في كلا الحالتين إلى تجزئة قيم المفردات[46] .

وفي عام (2004) قام الباحث (Xiangrong Yin) بدراسة عن (تحليل الارتباط القانوني (القويم) القائم على نظرية المعلومات information theory) , وهي طريقة جديدة للارتباط القانوني تستند إلى نظرية المعلومات , وتدرس هذه الطريقة العلاقات الخطية المحتملة بين المتجه $p\times1$ لمجموعة متغيرات Y والمتجه $q\times1$ لمجموعة متغيرات X لإيجاد المعاملات القانونية للمتجهات a و b عن طريق تحقيق الحد الأقصى للمقياس الأكثر عمومية للمعلومات المشتركة بين a^Tx و b^Ty [48].

في عام (2006) قام الباحث (فاضل حميد هادي الحسيني) بتطبيق التحليل القانوني الاختزالي كطريقة من طرائق التحليل العاملي في المجال الحيوي , إذ استعمل مجموعتين من المتغيرات , الأولى مجموعة المتغيرات المستقلة (التوضيحية) والتي تمثل المتغيرات الخاصة بالأم (X's) , والأخرى هي مجموعة المتغيرات المعتمدة والتي تمثل المتغيرات الخاصة بالطفل (Y's) وذلك لبيان أي المتغيرات المتعلقة بالأم والتي تؤثر في صحة الطفل حديث الولادة , وقد كانت النتيجة أن هناك ارتباط معنوي ما بين مجموعة المتغيرات الخاصة بالأم ومجوعة المتغيرات الخاصة بالطفل[5] .

في عام (2008) قامت الباحثة (سهيلة نجم عبدالله) بدراسة عن (استخدام تحليل الارتباط القويم لدراسة تأثير مجموعة من العوامل في إنتاج المحاصيل الاستراتيجية) وهدف البحث إلى دراسة تأثير مجموعة من المتغيرات المستقلة (التوضيحية) على كميات الإنتاج لمجموعة من المحاصيل الاستراتيجية (حنطة , شعير , رز) عن طريق إيجاد الارتباطات القانونية بين المجموعتين وتحديد المعنوية ونوع الارتباط , وتوصلت الدراسة الى ان هناك فروقاً معنويةً بين المتغيرات المستقلة و انتاج المحاصيل الزراعية الاستراتيجية وبمستوى معنوية 0.05 [10].

وفي عام (2010) استعمل الباحث (طاهر ريسان دخيل) الأسلوب القانوني في " دراسة لتحديد أهم العوامل المؤثرة في أداء الطالب في المرحلة الثانوية في الديوانية " إذ كان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد أهم العوامل التي يمكن أن تؤثر في أداء الطالب في المرحلتين المتوسطة والإعدادية , إذ تم أخذ مجموعة من العوامل المرتبطة بنفسية الطالب والحالة الاجتماعية له وبعض العوامل المرتبطة بالبيئة البيتية للطالب , ومحاولة إيجاد الارتباط بينها وبين أداءه الدراسي المتمثل بدرجاته التي حصل عليها [6].

وفي عام (2011) قام الباحثان (عمر فوزي صالح) و(محمد أُسامه أحمد) بدراسة عن(استخدام تحليل الارتباط القويم في وصف العلاقة بين المتغيرات الجسمية والمهارية) , إذ كانت البيانات عن لاعبي الريشة الطائرة والمكونة من (26) متغيرًا , (20) متغيرًا معتمدًا و (6) من المتغيرات المستقلة , إذ تم إجراء التحليل بالاعتماد على مصفوفة الارتباط بين الـ (26) متغيرًا والاعتماد عليها في إيجاد معاملات الارتباط القانوني بين المجموعتين , وأيضًا تم اختبار معاملات الارتباط القانوني عن طريق اختبار wilk's lambda وإيجاد معاملات التحميل ومعاملات التحميل المتقاطع للمتغيرات المستقلة والمعتمدة من أجل وصف العلاقة بين مجموعتي المتغيرات المستقلة

والمعتمدة , وبينت النتائج إن هناك ارتباطاً قوياً بين المجموعتين من المتغيرات الجسمية والمتغيرات المهارية , وذلك لأن دالة الارتباط عملت على تعظيم الارتباط بين المجموعتين [7].

وفي عام (2012) قام الباحثان (ogunsakinr) و (Iyaniwura) بدراسة (تحليل الارتباط القانوني على مستويات الفقر ومحو الأمية في ولاية إيكيتي , نيجيريا) , إذ تم تصنيف المتغيرات إلى مستويات الفقر (الفقر عن طريق الإنفاق , حجم الأسرة , إنفاق الفرد) , في حين تم تصنيف مستويات محو الأمية إلى (سنوات التعليم الرسمي , الفئة العمرية التعليمية) وقد تم تحليل هذه المتغيرات باستعمال أسلوب تحليل الارتباط القانوني , وبينت نتائج التحليل أن هناك ارتباطًا موجبًا ذا دلالة إحصائية بين مستويات الفقر ومحو الأمية , وأظهرت النتائج أيضًا أن محو الأمية هو أحد العوامل القوية التي تحدد الفقر[37].

وفي عام (2014) قام الباحث (فائز حامد سلمان الزيدي) بدراسة عن (التحليل الإحصائي لواقع الخصوبة ووفيات الأطفال في العراق وعلى مستوى (ريف , حضر) وتحديد قوة واتجاه تأثير كل منها) , من خلال استعمال تحليل الارتباط القانوني وكان هدف الدراسة تحديد أثر المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية والديموغرافية في ظاهرة وفيات الأطفال , وتحديد المتغيرات التي تؤثر في الخصوبة ووفيات الأطفال في آنٍ واحد على مستوى العراق وعلى مستوى (ريف , حضر) , وتحديد قوة واتجاه تأثير كل منها [8] .

وفي عام (2016) قام الباحث (Madrigal) بدراسة تحليل الارتباط القويم الدالي لتقييم التباين المشترك (التغاير) بين مجموعات تسلسل الحمض النووي , ومقارنة مجموعات البيانات المختلفة لتحديد الارتباطات المحتملة , إذ بين ان طريقة تحليل الارتباط القويم الدالي تسمح بتقدير 1) استنساخ المكررات البيولوجية أو تقنية تحليل التغاير المشتركة في مكونات النظام العالي , 2) اقترح إحصائية لتلخيص الارتباطات القانونية (القويمة) التي يمكن استعملها بدلاً من معامل ارتباط بيرسون . وعموما، ان تحليل الارتباط القانوني الدالي يسهل كثيرا عملية تقييم التغاير في التطبيقات الجينومية [33].

ثانياً : الدراسات المختصة بتحليل الارتباط القانوني اللاخطي

في عام (1983) قام الباحثان (Van der Burg) و (de Leeuw) بدراسة الارتباط القانوني اللاخطي وبينا أن هذه التقنية تأخذ البيانات المتقطعة وتُحل المعلمات المختلفة بطريقة خوارزمية

المربعات الصغرى التناوبية (alternating least squares) التي تطابق تقنية (CANALS) الذي يناقش دراسة واستقرار نتائج المقياس [44].

وفي عام (1985) قام الباحث (Golob) بدراسة تحليل الارتباط القانوني اللاخطي على أنواع الأنشطة التي تنفذ في سلسلة من الرحلات التي تنطلق من المنزل على مدار الأسبوع , والهدف من ذلك تحديد العلاقات بين أنواع الأنشطة والخصائص الشخصية للمسافرين , وقد استعمل الباحث تقنية الارتباط القانوني اللاخطي التي تسمى (CANALS) التي تطورت في جامعة ليدن [23] .

في عام (1994) قام الباحثان (Van der Burg) و (De Leeuw) بدراسة تحليل الارتباط القانوني اللاخطي مع K مجموعات من المتغيرات , الذي يرمز له (OVERALS) , وهو تقنية لتحليل الارتباط القانوني مع اثنين أو أكثر من مجموعات المتغيرات , وهو يتعامل مع ثلاثة مستويات من المقاييس العددي numerical والترتيبي ordinal والاسمي nominal , وهو يبحث عن الصفات المشتركة بين مجموعات المتغيرات التي تقاس على المفردات نفسها [43] .

وفي العام نفسة قام الباحث (Luijtens) وآخرون , بإستعمال طريقة تحليل الارتباط القانوني الخطي واللاخطي كأداة استكشافية لتحليل مجموعة من البيانات المنتظمة , أي اكتشاف الفروق بين المجموعات كالاختلافات في الاتجاهات الناتجة عن عدم تجانس المصفوفات للتباين المشترك للمجموعات , وقد استعملوا برنامج (CANALS) للحصول على النتائج لأنه مستند إلى خوارزمية المربعات الصغرى التناوبية [32].

وفي عام (2001) قام الباحث (Hsieh) بدراسة تحليل الارتباط القانوني اللاخطي لتغير مناخ المحيط الهادي الاستوائي باستخدام الشبكات العصبية , إذ تم استعمال أسلوب تحليل الارتباط القانوني اللاخطي (NLCCA) لدراسة العلاقة بين ضغط مستوى البحر على المحيط الهادي الاستوائي ودرجة حرارة البحر [26] .

وفي عام (2009) قام الباحثان (Frie) و (Janssen) بأستعمال الارتباط القانوني اللاخطي في دراسة التفاوت الاجتماعي وأساليب المعيشة والصحة بالاستناد الى طريقة (Pierre Bourdieu) , وهي طريقة في متعدد المتغيرات غير الخطية التي تعد طريقة بديلة لتحليل العلاقات المعقدة بين العوامل الاجتماعية والصحية , واستند هذا التحليل إلى إجراء المقابلات مع (695) شخصًا من أفراد العينة المختارة عشوائيًا الذين تتراوح أعمارهم بين (30-59) , وكانت المتغيرات تتعلق بالوضع الاجتماعي والاقتصادي وظروف المعيشة وأنماط المعيشة , وقد تم اختيار السلوك المتعلق بالصحة من أجل تحديد ما إذا كانت العينة يمكن أن تكون متباينة , وقد وصفت استنادًا إلى هذه

المتغيرات , إذ عرض تحليل الارتباط القانوني اللاخطي الفرصة لتعيين مجموعة واسعة من العوامل التفسيرية في علاقته بالمتغيرات الاجتماعية والصحية المختلفة مع الحد من العلاقات المعقدة عن طريق حساب الأبعاد الكامنة[22].

وفي عام (2010) قام الباحث (Yazici) وآخرون بتطبيق تحليل الارتباط القانوني اللاخطي على البيانات الطبية , إذ هدفت الدراسة إلى استعمال طريقة الارتباط القانوني اللاخطي (OVERALS) التي تسمح لاختبار العلاقة بين K من مجموعات المتغيرات النوعية , وبينوا أن أغلب التقنيات الإحصائية الشائعة تتطلب بعض الفرضيات عن البيانات والمعلومات المكتسبة , أما في (OVERALS) فليس هناك حاجة للافتراض عن التوزيع الكامن وراء البيانات ولا يوجد نموذج يجب الافتراض له , إذ كان التطبيق على بيانات مرضى الإسهال , وكانت متغيرات الدراسة 10 , وقسمت إلى 3 مجموعات لمعرفة العلاقات بين المجموعات باستعمال طريقة (OVERALS) لتحديد التشابه بين مجموعات المتغيرات [47].

وفي عام (2016) قام الباحث (Ouali) وآخرون بدراسة تحليل الارتباط القانوني (القويم) اللاخطي في تحليل التكرار القطري (regional frequency) لإيجاد العلاقة اللاخطية بين مجموعتين من المتغيرات , وهدف البحث الى تخفيض الأبعاد للمتغيرات الهيدرولوجية ومساحة الأرصاد الجوية مع الأخذ بعين الاعتبار العلاقات بين المتغيرات[38] .

الفصــل الثاني

الإطار النظري لتحليل الارتباط والانحدار والارتباط القانوني

2.1 : تمهيد

يعد أسلوب تحليل الارتباط القانوني (القويم) الذي وُضِع من قبل H. Hotelling عام 1936 أحد أساليب التحليل الإحصائي لمتعدد المتغيرات المستعملة في تخفيض حجم المتغيرات , فهو من أكثر طرائق التحليل الإحصائي التي تتشابه إلى حد كبير مع أسلوب تحليل الانحدار متعدد المتغيرات [25] لكون في الانحدار المتعدد يتم استعمال متغير معتمد واحد وعدد من المتغيرات المستقلة أما في الارتباط القانوني نستعمل عدد من المتغيرات التابعة وعدد من المتغيرات المستقلة في آنٍ واحد , بوصفه طريقة إحصائية لتحديد وقياس الارتباط بين مجموعتين من المتغيرات . ويركز تحليل الارتباط القانوني على العلاقة بين التركيبة الخطية للمتغيرات في مجموعة واحدة والتركيبة الخطية من المتغيرات في مجموعة أخرى . ومفاد ذلك هو تحديد زوج من التركيبات الخطية التي لها أكبر ارتباط , ثم يتم تحديد زوجًا من التركيبات الخطية التي لها ثاني أكبر ارتباط بين جميع الأزواج غير المترابطة مع الزوج المحدد في البداية وتستمر العملية وصولاً إلى آخر ارتباط , إذ يكون عدد الارتباطات القانونية مساوية إلى عدد المتغيرات الأقل في المجموعتين , وتسمى أزواج التركيبات الخطية بالمتغيرات القانونية ، وتسمى الارتباطات بالارتباطات القانونية , التي تقيس قوة الارتباط (العلاقة) بين مجموعتين من المتغيرات[27] [28] .

وخلاصة ذلك هو محاولة للتركيز على علاقة عالية الأبعاد بين مجموعتين من المتغيرات في بضعة أزواج من المتغيرات القانونية .

قد يكون الارتباط القانوني خطياً Linear أو لا خطياً Non-linear فإذا كان خطيًا يكون الهدف هو تفسير مقدار الفرق بين مجموعتين من المتغيرات العددية (K=2) لها مستوى قياس واحد , أما في الارتباط القانوني اللا خطي فيدرس العلاقة بين مجموعتين أو أكثر من المتغيرات (K>2) بالاعتماد على البيانات المصنفة (المطلقة) Categorical data , ويعد حالة عامة من تحليل الارتباط القانوني (CCA) ويكتب اختصارًا (NLCC) الذي يستخدم تقنية (OVERALS) , والذي طور من لدن مجموعة من الباحثين باستخدام نظام Gifi عام (1981) , كما يقوم تحليل الارتباط القانوني اللا خطي على تحقيق حد أدنى للخسارة بين درجات المشاهدات والمتغيرات

القانونية في كل المجموعات وبالمقاييس المثلى , وإن المتغيرات يمكن أن تأخذ مستويات قياس مختلفة كأن تكون مستوى عددي كالطول أو ترتيبي مثل درجات الطلاب أو اسمي كالمهنة[24] .

ولدراسة الموضوع لا بد من تناول نماذج الانحدار الخطية واللا خطية .

2.2 : تحليل الانحدار [12] Regression Analysis

إن تحليل الانحدار يمكن أن يعرف بشكل رئيس بأنه تحليل للعلاقة بين المتغيرات وهو أحد الأدوات الإحصائية الأكثر استعمالاً لأنه يعطينا طريقة سهلة لتحديد طبيعة العلاقة بين المتغيرات . وهذه العلاقة يمكن التعبير عنها بشكل معادلة تحتوي على متغير الاستجابة أو المتغير التابع Y مع واحد أو أكثر من المتغيرات المستقلة $X_1,X_2,\ldots,X_k$.

ويمكن تعريف تحليل الانحدار بأنه مجموعة الطرائق الإحصائية التي تتعامل مع الصيغ المختلفة للنماذج الرياضية التي تصف العلاقات بين المتغيرات بحيث يمكن استعمال نماذج هذه العلاقات لغرض التحليل والتنبؤ والاستنتاجات الإحصائية الأخرى .

2.2.1 : استعمالات تحليل الانحدار [3] Uses of regression analysis

يستعمل تحليل الانحدار لعدة أغراض أهمها :

1- وصف البيانات .

2- تقدير المعلمات لإمكانية الاستدلال على أهمية وقوة ونوع العلاقة بين المتغيرات .

3- التنبؤ عن طريق تقدير قيم متغير الاستجابة .

4- السيطرة , إذ يمكن السيطرة على قيم المتغير المعتمد وذلك بتغير قيم المتغيرات التوضيحية .

2.2.2 : أنواع الانحدار [13] Types of regression

يعني تحليل الانحدار تمثيل العلاقة الدالية بين متغير تابع Dependent ومتغير مستقل (توضيحي) Independent أو أكثر , فإذا كانت بين متغير تابع واحد ومتغير مستقل واحد فيطلق على التحليل اسم تحليل الانحدار البسيط Simple regression , أما إذا كانت العلاقة بين متغير

تابع وعدد من المتغيرات المستقلة فيطلق على التحليل اسم تحليل الانحدار المتعدد Multiple regression analysis , وقد تكون هذه العلاقة خطية Linear أو لا خطية Non-linear.

أولاً : تحليل الانحدار الخطي linear regression analysis

أ- الانحدار الخطي البسيط [3] [12] simple Linear regression

هو نموذج خطي يمثل العلاقة بين متغير الاستجابة (المعتمد) Y ومتغير التنبؤ (التوضيحي) X , أي يحتوي على متغير توضيحي واحد X , إذ أن Y هو دالة المتغير المستقل مع حد الخطأ .

$$Y = f(x, u)$$

وهذا النموذج يمكن أن يأخذ الصيغة الآتية :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + u_i \quad , i = 1,2, \dots, n \qquad \dots\dots (2-1)$$

إذ أن :

$\mathbf{Y_i}$: تمثل قيمة متغير الاستجابة أو المتغير المعتمد .

$\mathbf{X_i}$: تمثل قيمة المتغير التوضيحي في المشاهدة (i) .

$\mathbf{U_i}$ **:** يمثل حد الخطأ Error Term أو الخطأ العشوائي Random Error .

$\boldsymbol{\beta_1}$ **:** يسمى ميل خط الانحدار للمجتمع عن المستوى الأفقي أو ظل الزاوية التي يصنعها خط الانحدار مع المستوى الأفقي , ويمكن تفسيره بأنه مقدار التغير في Y الناتج عن تغير وحدة واحدة من X .

$\boldsymbol{\beta_0}$: يسمى الحد الثابت لنموذج الانحدار , وهو قيمه الاستجابة Y عندما X = 0 .

وهندسيًا هو المسافة العمودية بين نقطة الأصل ونقطة تقاطع خط الانحدار للمجتمع مع المحور العمودي .

ويمكن تقدير هذه المعلمات باستعمال طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية , التي تقوم بتصغير مجموع مربعات الخطأ أي أن يكون مجموع مربعات المسافة العمودية لأي نقطة من البيانات أصغر ما يمكن , إذ أن المسافات العمودية تمثل الأخطاء في متغير الاستجابة[3].

$$\sum Y_i = nb_0 + b_1 \sum X_i \quad \ldots\ldots (2-2)$$

$$\sum X_i Y_i = b_0 \sum X_i + b_1 \sum X_i^2 \quad \ldots\ldots (2-3)$$

وتسمى المعادلتين بالمعادلات الطبيعية (Normal Equations) , وبحل المعادلتين حلًا آنيًا نحصل على القيم التقديرية للمعالم المجهولة التي تعطى عن طريق المعادلتين :

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})(X_i - \bar{X})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} = \frac{\sum x_i y_i}{\sum {x_i}^2} \quad \ldots\ldots (2-4)$$

$$\hat{\beta}_o = \bar{Y} - b_1 \bar{X} \quad \ldots\ldots (2-5)$$

وإن معادلة خط الانحدار للمربعات الصغرى تعطى عن طريق المعادلة :

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X \quad \ldots\ldots (2-6)$$

ب- الانحدار الخطي المتعدد [3] [12] [21] Multiple Linear regression

يُعد نموذج الانحدار الخطي المتعدد (النموذج الخطي العام General Linear Model) الامتداد الطبيعي والمنطقي للنموذج الخطي بمتغيرين . ويستعمل لتوضيح العلاقة بين المتغير التابع Y , وعدد من المتغيرات المستقلة (التوضيحية) ($X_1, X_2, \ldots, X_k$) , ويتم تقدير المعلمات بموجب طريقة المربعات الصغرى وحساب الأخطاء المعيارية , وبهذا يكون الهدف من الانحدار الخطي المتعدد (العام) تفسير المتغيرات المستقلة الأكثر من واحد .

إذ نفرض أن المتغير المعتمد Y دالة خطية بدلالة (k) من المتغيرات المستقلة ($X_1, X_2, \ldots, X_k$) وبذلك يكون نموذج الانحدار الخطي العام وفق العلاقة :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_k X_{ik} + ui \quad \ldots\ldots (2-7)$$

إذ أن :

(Y_i) المتغير المعتمد أو متغير الاستجابة .

(X_i) المتغيرات المستقلة أو المتغير التفسيري (التوضيحي) .

(β_k) تمثل معالم النموذج المجهولة , وهي تمثل مقدار التغير في Y للتغير بوحدة واحدة من X_i مع ثبات بقية المتغيرات المستقلة .

(u_i) تمثل قيم المتغير العشوائي المجهولة , والتي لها توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين σ^2 .

علمًا أن قيم المشاهدة (i) تكون لكل (i = 1 , 2 , . . . , n) .

وبهذا نستطيع كتابة نموذج الانحدار المتعدد للمشاهدات n بصيغة المصفوفات كالآتي :

$$Y = X\beta + U \quad \ldots\ldots (2-8)$$

إذ أن :

Y : تمثل متجه مشاهدات المتغير المعتمد ذو رتبة (n×1)

X : مصفوفة مشاهدات المتغيرات التفسيرية أو التوضيحية ذات رتبة n×(K+1)

β : تمثل متجه معالم النموذج المراد تقديرها ذات رتبة (K+1)×1

إذ $\acute{\beta} = [\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_q]$ و $\acute{u} = [u_1, u_2, \ldots, u_n]$

وإن أفضل طريقة لتقدير المعلمات هي طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية التي يمكن الاشارة اليها كالآتي :

$$b_{ols} = (\acute{X}X)^{-1}\acute{X}Y \quad \ldots\ldots (2-9)$$

ثانياً : تحليل الانحدار غير الخطي [3] [11] Non-linear regression analysis

تعد نماذج الانحدار اللاخطية من الموضوعات ذات الأهمية العالية بالرغم من ندرة الدراسات التي تتعلق بها مقارنة بنماذج الانحدار الخطية إلا انها ذات تطبيقات واسعة في الدراسات التطبيقية والطبيعية , ومن المعلوم أن العلاقات إما أن تكون خطية بدلالة المعلمات وبدلالة المتغيرات وهي (علاقات الانحدار الخطية) وتأخذ العلاقة العامة التي تتضمن (k) من المتغيرات التوضيحية الصيغة الاتية :

$$Yt = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \cdots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad \ldots\ldots (2-10)$$

وهذه العلاقة خطية بدلالة المعلمات , وكذلك بدلالة المتغيرات .

أو أن تكون علاقات الانحدار غير خطية وهي أيضاً إما أن تكون **خطية** بدلالة المعلمات **وغير خطية** بدلالة المتغيرات , ومن أمثلتها :

$$Y = \ln(\beta_0 + \beta_1 X) + u \quad \dots\dots (2-11)$$

أو أن تكون علاقة الانحدار **غير خطية** بدلالة المعلمات ولكنها **خطية** بدلالة المتغيرات مثل :

$$Y = \beta_0 + \sqrt{\beta_1} X + u \quad \dots\dots (2-12)$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1^2 X + u \quad \dots\dots (2-13)$$

1 :- تحليل الانحدار اللاخطي القابل للتحويل إلى الانحدار الخطي [14]**:**

في هذه الحالة يكون الانحدار اللاخطي مماثلًا الى حد ما حالة الانحدار الخطي , اذ انه أحيانًا من الممكن تحويل العلاقة اللاخطية الى علاقة خطية عن طريق اجراء تحويل بسيط على البيانات أو باستعمال التحويل اللوغاريتمي , ويمكن تصنيف الانحدار اللاخطي القابل للتحويل للانحدار الخطي إلى قسمين :

أ- الانحدار كثير الحدود [3] **Polynomial Regression**

إن الصيغة العامة لمعادلة متعدد الحدود من الدرجة k بدلالة متغير توضيحي واحد تكتب كالآتي :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \cdots + \beta_k X^k + u \quad \dots\dots (2-14)$$

فعلى سبيل المثال عند أخذ معادلة من الدرجة الثانية فإن الصيغة تسمى الصيغة التربيعية (Quadratic) :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + u \quad \dots\dots (2-15)$$

وهي صيغة خطية بدلالة المعلمات ولكنها غير خطية بدلالة المتغيرات , ولتحويلها إلى صيغة خطية بدلالة المتغيرات أيضًا يتم افتراض $X_1 = X$ و $X_2 = X^2$ فتصبح معادلة الانحدار :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + u \quad \dots\dots (2-16)$$

وهي معادلة انحدار خطي متعدد .

ب- الانحدار اللوغاريتمي الخطي [14] Log Linear Regression

$$Y_i = \beta_1 X_i^{\beta^2} \quad \dots\dots (2-17)$$

نلاحظ أن العلاقة هي علاقة أُسّية "exponential" (غير خطية بدلالة β) , ولأغراض التقدير يمكن إعادة صياغتها كالآتي :

$$Y_i = \beta_1 X_i^{\beta_2} e^{\mathrm{ui}} \quad \dots\dots (2-18)$$

$$Y_i = \beta_1 X_i^{\beta_2} u_i \quad \dots\dots (2-19)$$

ومثل هذه المعادلات يمكن تحويلها إلى معادلات خطية باستعمال التحويل اللوغاريتمي :

$$lnY_i = ln\beta_1 + \beta_2\, lnX_i + lne^{\mathrm{ui}} = \alpha + \beta_2\, lnX_i + u_i \quad \dots.(2-20)$$

$$lnY_i = ln\beta_1 + \beta_2\, lnX_i + lnu_i = \alpha + \beta_2\, lnX_i + lnu_i \quad \dots.(2-21)$$

إذ أن : $\alpha = ln\beta_1$

في هذه الحالة يجب أن تكون القيم الأصلية للمشاهدات موجبة لأن اللوغاريتم للقيم السالبة غير ممكن , وكذلك يجب أن يكون توزيع حد الخطأ العشوائي هو التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي وليس التوزيع الطبيعي ليتسنى استعمال طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية لتقدير معلمات المعادلة .

2 - الانحدار اللاخطي غير القابل للتحويل إلى الانحدار الخطي [14]:

في هذه الحالة تكون نماذج الانحدار لا خطية وغير قابلة للتحويل , أي لا يمكن تطبيق الطرائق الخاصة بالنماذج الخطية ، ولهذا يجب إيجاد طرائق تتناسب مع كون النموذج لا خطي , والشكل العام للنموذج اللاخطي هو :

$$Y_i = f\left(\underline{x_i}, \underline{\theta}\right) + u_i \qquad , \quad i = 1,2,\dots,n \qquad \dots\dots(2-22)$$

إذ أن :

Y_i :- هو قيمة متغير الاستجابة للمشاهدة i .

f :- يمثل دالة من $\underline{x_i}$ و $\underline{\theta}$ وهو دالة النموذج وهي غير خطية .

$\underline{x_i}$:- وهو قيمة مجموعة المتغيرات التوضيحية للمشاهدة رقم i .

$\underline{\theta}$:- هو عبارة عن متجه المعالم المراد تقديرها في النموذج .

u_i :- هو قيمة الخطأ العشوائي للمشاهدة i .

عند دراسة أي ظاهرة من الظواهر فأن التعبير عن العلاقة بين المتغيرات التي تتحكم في تكوين هذه الظاهرة يمكن أن يتم عن طريق مقاييس إحصائية متعددة يعتمد بعضها على أساليب إحصائية بسيطة منها معامل الارتباط , وبهدف دراسة أنواع مقاييس الارتباط لابد من التعرف على مستويات القياس :

2.3- مستويات القياس [2] [31] Levels of Measurement

1- الاسمي nominal : ويستعمل لقياس المتغيرات الاسمية , وهذا النوع يتطلب تصنيف المتغيرات الى فئات ومن امثلة هذا المستوى تقسيم المجتمع إلى ذكور وإناث , فمثلاً إذا رمزنا بالرقم 1 للذكور والرقم 2 للإناث فإن هذين المعنيين لا يعطيان المعنى الحقيقي لهذا المتغير وهذه الأعداد لا يمكن إجراء العمليات الحسابية عليها , ويمكن أن يكون هذا النوع من المتغيرات عدديًا أو رمزيًا .

2- **الترتيبي ordinal :** ويستعمل لقياس المتغيرات الترتيبية , اذ ان هذا المتغير ذو عدد محدد من الفئات اي يمكن ترتيب المتغيرات تصاعديًا أو تنازليًا و لا يمكن تحديد الفروق بينها بدقة مثلاً درجات الطلاب أو تقديراتهم .

3- **scale :** يستعمل للبيانات العددية (القابلة للقياس الكمي) في قياس فترة أو نسبة , وهذا المقياس يستعمل غالبًا لقياس متغيرات الطول , الوزن ... إلخ . ويكون على نوعين :

أ- **الفتري interval :** وهو المستوى الذي له فئات مرتبة , وتكون متباعدة بشكل متساوي (أي تكون الفترات متساوية فيما بينها) , وتمثل معظم القياسات الفيزيائية (الطول , الوزن , درجة الحرارة ... إلخ) .

ب- **النسبي ratio** : وهو المستوى الذي له فترات متساوية فيما بين المستويات أو القيم , ويكون لها أيضًا الصفر صحيح (true zero) مثل القياسات البدنية (الطول , الوزن) [31] .

2.4 - تحليل الارتباط [20] Correlation analysis

إن تحليل الارتباط مختلف تمامًا عن تحليل الانحدار , فتحليل الانحدار يستعمل لغرض التنبؤ , أما معامل ارتباط العينة الإحصائية r فيستعمل لتحديد قوة واتجاه العلاقة الخطية الناتجة من التنبؤ , وفي دراسة الارتباط نهتم بقوة العلاقة الخطية بين المتغيرات , وكذلك نقدر معامل الارتباط , ونرى كيف تؤثر العلاقة بين المتغيرات في التغيير في التجربة .

ويمكن أن نحسب معامل ارتباط العينة عن طريق القانون الآتي :

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}} \quad \ldots\ldots (2-23)$$

إذ أن :

$$S_{XY} = \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - n\bar{X}\bar{Y} \quad , \quad S_{XX} = \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n\bar{X}^2 \quad , \quad S_{YY} = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - n\bar{Y}^2$$

وتكون قيمة معامل الارتباط في كل الحالات بين ($-1 \leq r \leq +1$) .

إذا كانت $r = -1$, هناك علاقة سالبة تامة وجميع نقاط العينة موجودة في خط انحدار العينة مع ميل سالب .

إذا كانت $r = 1$, العلاقة تكون موجبة تامة و جميع نقاط العينة موجودة في خط انحدار العينة مع ميل موجب .

كما أن r عندما تقترب من الصفر هناك ارتباط ضعيف بين المتغيرات .

لذا فإن نوع وقوة الارتباط يمكن أن نحكم عليها ببساطة بمجرد النظر إلى الاشارة وقيمة r .

2.4.1 - معامل الارتباط البسيط [18] Simple Correlation Coefficient

2.4.1.1 - الارتباط الخطي بين متغيرين (معامل ارتباط بيرسون) :

نستعمل اختبار ارتباط بيرسون لقياس خطية العلاقة بين المتغيرين , ويسمى أيضًا معامل ارتباط عزم حاصل الضرب (THE PRODUCT MOMENT CORRELATION COEFFICIENT) , وهو ارتباط وُضِع من قبل Karl Pearson عام 1895 , وهذا المعامل هو المقياس المعياري للعلاقة الخطية بين متغيرين .

ولجعل القيم قابلة للمقارنة نقوم بتحويل البيانات الخام إلى صيغة انحرافات لكون الانحراف المعياري (sd) هو مؤشر للتغيير ، ونحن نرغب بقياس الاختلاف في كل درجة .

$$sd_X = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}} \quad \ldots\ldots (2-24)$$

إذ أن $\sum x^2$ تعني " مجموع مربعات الانحرافات عن المتوسط " . ومن ثم , فإن القيم التي تم استخراجها هي وحدات الانحراف المعياري , ولإيجاد القيم المعيارية (z_i) يتم ذلك عن طريق الصيغة الآتية :

$$z_X = \frac{X - M_X}{sd_X} = \frac{x}{sd_X} \quad \ldots\ldots (2-25)$$

إذ أن :

M_X : تمثل متوسط المتغير X .

sd_X : تمثل الانحراف المعياري للعينة .

لأن خصائص قيم z تمثل الأساس الضروري لفهم معاملات الارتباط , فالمتوسط لها يساوي صفراً والتباين يساوي 1 .

ويمكن جعل ارتباط عزم حاصل الضرب كدالة للفروق المربعة لقيم z , في حالة قسمة مجموع مربعات الفروق على 2(n - 1) وطرح النتيجة من 1 , يكون لدينا :

$$r = 1 - \left(\frac{\sum(z_X - z_Y)^2}{2(n-1)}\right) \quad \ldots\ldots (2-26)$$

إذ r هي معامل ارتباط عزم حاصل الضرب , والذي له الخصائص الآتية :

1- هو عدد خالص ومستقل من وحدات المقياس .

2- تتفاوت قيمته بين ($-1 \leq r \leq +1$) في جميع الحالات , فعندما r = 0 لا تكون هناك علاقة خطية بين المتغيرات , وعندما تكون قيمته 1+ أو 1- تكون العلاقة تامة , لذا فإن القيمة المطلقة تعطي درجة العلاقة .

3- تشير الإشارة إلى اتجاه العلاقة , فإذا كان ميل الخط موجبًا كانت العلاقة تامة طردية , وإذا كان ميل الخط سالبًا كانت العلاقة تامة عكسية .

2.4.1.2- الصيغ البديلة لمعامل ارتباط عزم حاصل الضرب [18]

Alternative Formulas For The Product Moment Correlation Coefficient

إن الصيغة في المعادلة السابقة (2-26) (معامل ارتباط عزم حاصل الضرب) هي دالة للفروق المربعة بين قيم z , وهي إحدى الصيغ العددية لاستخراج معامل الارتباط (r) , ولكن

هناك بعض الصيغ الأخرى التي تعطينا فهمًا دقيقًا بطبيعة معامل الارتباط (r) , لاسيما للمتغيرات التي تحتمل قيمتين ، أو المتغيرات التي تشمل تصنيف الرتب , وهي كالآتي :

1- (r) معدل حاصل الضرب لقيم z (r) as The Average Product of z Score

تكون الصيغة الرياضية له :

$$r_{XY} = \frac{\sum z_X z_Y}{n-1} \quad \ldots\ldots (2-27)$$

في حالة $z_x = z_y$ فإن ارتباط عزم حاصل الضرب (product moment correlation) يكون المتوسط لحاصل الضرب لزوج من قيم z , في حالة الارتباط الموجب :

$$r_{XY} = \frac{\sum z_X z_Y}{n-1} = \frac{\sum z^2}{n-1} = 1 \quad \ldots\ldots (2-28)$$

2 - الصيغ الأولية لحساب قيمة r [18] Raw Score Formulas for r

لأن قيم Z يمكن إعادة تحويلها بسهولة إلى وحداتها الأصلية فإن صيغة معامل الارتباط يمكن كتابتها من حيث القيم الأولية . وهناك العديد من الصيغ المكافئة رياضيًا لهذه الصيغة منها ما يأتي :-

$$r_{XY} = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad \ldots\ldots (2-29)$$

عندما يتم تقسيم البسط والمقام على n^2 في المعادلة السابقة يصبح القانون لـ معامل الارتباط (r) بصيغة المتوسطات لكل متغير , وكل متغير مربع , وحاصل ضرب XY :

$$r_{XY} = \frac{M_{XY} - M_X M_Y}{\sqrt{[M_{X^2} - (M_X)^2][M_{Y^2} - (M_Y)^2]}} \quad \ldots\ldots (2-30)$$

إذ أن :

$$M_{XY} = \frac{\sum XY}{n} \quad , \quad M_{X^2} = \frac{\sum X^2}{n} \quad , \quad (M_X)^2 = (\frac{\sum X}{n})^2, \quad M_X = \frac{\sum X}{n}$$

$$M_{Y^2} = \frac{\sum Y^2}{n} \quad , \quad (M_Y)^2 = (\frac{\sum Y}{n})^2 \quad , \quad M_Y = \frac{\sum Y}{n}$$

ويمكن تقدير المقام بواسطة حاصل الضرب للانحرافات المعيارية للمتغيرات , لذا فإن الصيغة المكافئة لها هي :

$$r_{XY} = \frac{\sum xy/(n-1)}{sd_X sd_Y} \quad \ldots\ldots (2-31)$$

والبسط هنا يقوم على اساس حاصل ضرب القيم المعيارية الذي يسمى التغاير (التباين المشترك) , وهو مؤشر الميل للمتغيرين .

ويجب ملاحظة أن معامل الارتباط (r) بطبيعتهِ ليس دالة من عدد من المشاهدات وأن (n-1) في الصيغة السابقة يمكن إلغاؤها عن طريق ضرب المعادلة السابقة بـ $(n-1)/(n-1)$ لإنتاج صيغة لـ r لا تحتوي على أي أثر للـ n :

$$r_{XY} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad \ldots\ldots (2-32)$$

3- معامل ارتباط بوينت بايسيريـــال r_{pb} [18] Point Biserial *r*

يستعمل لقياس علاقة الارتباط بين متغير كمي (x) ومتغير اسمي (y) ذو مستويين كالإجابة بنعم أو لا .

وصيغة ارتباط عزم حاصل الضرب تبسط الى الآتي :

$$r_{pb} = \frac{(M_{Y_1} - M_{Y_0})\sqrt{PQ}}{sd_Y} \quad \ldots\ldots (2-33)$$

إذ أن :

M_{Y1} و M_{Y0} هي متوسطات لـY من مجموعتين تنقسم إلى قسمين .

sd_Y هي الانحراف المعياري للعينة .

وأن p النسبة في مجموعة واحدة .

وQ=1-P النسبة في المجموعة الأخرى .

ولا يهم اختيار 0 أو 1 أو أي زوج آخر من القيم المختلفة بسبب أن r هي العلاقة بين متغيرين قياسيين (معياريين) , ولأن أي زوج آخر سوف ينتج قيمة z المطلقة نفسها . هذه الصيغة المبسطة تسمى بوينت بايسيريـال r point biserial r , وهي تتضمن متغير واحد من (x) الذي تكون قيمته ذات مستويين , ومتغير مستمر واحد (Y) .

علماً أن صيغة بوينت بايسيريـال point biserial r لعزم حاصل الضرب r تبين خصائص مهمة ومفيدة عندما تنقسم المجموعتان إلى قسمين متساويين في الحجم p = q = 0.5 , كذلك $\sqrt{pQ}$= 0.5 . إذاً r_{pb} تساوي نصف الفرق بين المتوسطات من قيم z لـ y , وكذلك $2(r_{pb})$ تساوي الفرق بين متوسطات المتغير القياسي (standardized).

4 - معامل Phi (Φ) [18] Phi (Φ) Coefficient

معامل (Phi) ويسمى أيضاً معامل الاقتران و يستعمل لقياس العلاقة بين المتغيرين x وy كل منهما ثنائي التقسيم :

$$r_{\Phi} = \frac{AD - BC}{\sqrt{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}} \quad \ldots\ldots (2-34)$$

5 – معامل ارتباط الرتب لسبيرمان [18] [20]

Spearman Rank Correlation coeffeient

وهو تبسيط آخر لصيغة ارتباط عزم حاصل الضرب ويستعمل عندما تكون البيانات المرتبطة تتضمن مجموعتين من الرتب . تشير هذه البيانات إلى موقع ترتيبي على كل متغير , ويسمى هذا التفسير ارتباط رتب سبيرمان (r_s) .

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d^2}{n(n^2-1)} \quad \ldots\ldots (2-35)$$

إذ أن : ($d= r_x - r_y$) : تمثل الفرق في الرتب لأزواج المتغيرات x و y .

r_x : هي رتب المتغير x مرتبة من 1 إلى N .

r_y : هي رتب المتغير y مرتبة من 1 إلى N .

إذ أن : $V(r_s) = \frac{1}{N-1}$, $E(r_s) = 0$

إذا كان هناك 10 أزواج أو أكثر من المتغيرات X و Y فإن التوزيع لارتباط سبيرمان (r_s) يمكن أن يقترب من التوزيع الطبيعي .

لذلك يمكننا اختبار فرضية العدم عن طريق إحصاءه اختبار z بالصيغة الآتية :-

$$z = \frac{r_s - 0}{\sqrt{\frac{1}{N-1}}} = r_s\sqrt{N-1} \quad \ldots\ldots (2-36)$$

$H_0: E(r_s) = 0$

$H_1: E(r_s) \neq 0$ أو $H_1: E(r_s) > 0$ أو $H_1: E(r_s) < 0$

ولمستوى المعنوية α .

وتكون منطقة الرفض : $|z| \geq z_{\alpha/2}$ أو $z \geq z_\alpha$ أو $z \leq -z_\alpha$ في ضوء الفرضيات المذكورة أنفاً .

6 – معامل ارتباط الرتب لـ كيندال تاو:- [2] [16]

Kendall's Tau Rank Correlation coeffeient

يستعمل في تقدير معامل الارتباط بالطرائق اللا معلمية وباستعمال الرتب ومن الضروري استخدام هذا المعامل في حالة كون احدى الظاهرتين أو كلاهما ليست متغيرات كمية ويتم استعمال الرتب للظاهرتين بدلاً من القيم الأصلية .

إن معامل كيندال Kendall's Tau لارتباط الرتب والذي نرمز له بالرمز (τken) تكون له الصيغة الآتية :-

$$\tau\text{ken} = \frac{C - D}{n(n-1)/2} \quad \ldots\ldots\ldots (2-37)$$

اذ ان :

n : هي عدد الأزواج الكلية .

C : عدد الأزواج المتوافقة .

D : عدد الأزواج المختلفة .

على سبيل المثال إذا كان لدينا الزوج الأول (4 , 6) والزوج الثاني (5 , 7) فأنهما متوافقان لأن كلا مشاهدتين أحد الزوجين أكبر من نظيرتها في الزوج الآخر إذ إن (5 أكبر من 4 , و 7 أكبر من 6) , أما إذا كان لدينا الزوج (4 , 6) و (7 , 3) فأنهما مختلفان حيث ان احد الرقمين أكبر من نظيره بينما الآخر أصغر من نظيره .

اذا كانت كل الازواج متوافقة فإن معامل كيندال يساوي 1+ , أما اذا كانت كل الأزواج مختلفة فإن قيمة معامل كيندال تساوي 1- , لذا فإن معامل كيندال يحقق شروط معامل الارتباط الذي تنحصر قيمةُ بين (1+ , 1-) .

ويتم اختبار المعنوية الاحصائية لمعامل ارتباط Kendall's Tau عن طريق اختبار Z لمستوى المعنوية 5% , وتكون فرضية العدم ضد الفرضية البديلة لمعامل ارتباط كيندال تاو كالآتي :-

$H_0 : \tau\text{ken} = 0$ لا يوجد ارتباط بين المتغيرين

$H_1 : \tau\text{ken} \neq 0 , \tau\text{ken} > 0 , \tau\text{ken} < 0$ يوجد ارتباط بين المتغيرين

2.4.1.3 - اختبار الفرضيات حول معامل الارتباط البسيط :- [20]

بافتراض ان المجتمع له توزيع طبيعي فأن معامل ارتباط العينة (r) يكون له توزيع t وتكون فرضيات الاختبار :

1- $H_0: \rho = 0$

$H_1: \rho \neq 0$ او $\rho > 0$ او $\rho < 0$

مستوى المعنوية هو α , وباستعمال اختبار t يمكن معرفة معنوية r .

وتكون إحصاءه الاختبار كالآتي :

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}} \quad \ldots\ldots (2-38)$$

نرفض H_0 اذا $|t| \geq t_{\alpha/2,n-2}$ **أو** $t \geq t_{\alpha,n-2}$ **أو** $t \leq -t_{\alpha,n-2}$ في ضوء الفرضيات المذكورة أنفاً.

2- $H_0: \rho = \rho_0$ مع $\rho_0 \neq 0$

$H_1: \rho \neq \rho_0$ او $\rho > \rho_0$ او $\rho < \rho_0$

وايضًا باستعمال إحصاءه اختبار z يمكن معرفة معنوية r عن طريق الصيغة الآتية :-

$$z = \frac{z_r - z_{\rho_0}}{1/\sqrt{n-3}} \quad \ldots\ldots (2-39)$$

إذ أن :

$$z_r = loge\sqrt{\frac{1+r}{1-r}} \quad , \quad z_{\rho_o} = loge\sqrt{\frac{1+\rho_o}{1-\rho_o}} \quad , \quad \sigma^2 = \frac{1}{\sqrt{n-3}}$$

باستخدام الجداول لـ z_r و $z_{\rho 0}$.

نرفض H_0 اذا : $|z| \geq z_{\alpha/2}$ أو $z \geq z_\alpha$ أو $z \leq -z_\alpha$, في ضوء الفرضيات المذكورة أنفاً .

3. $H_0: \rho_1 = \rho_2$

$H_1: \rho_1 \neq \rho_2$ أو $\rho_1 > \rho_2$ أو $\rho_1 < \rho_2$

في حالة وجود مجتمعين تكون إحصاءة الاختبار كالآتي :

$$z = \frac{z_{r_1} - z_{r_2}}{\sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}} \quad \ldots\ldots (2-40)$$

نرفض H_0 اذا : $|z| \geq z_{\alpha/2}$ أو $z \geq z_\alpha$ أو $z \leq -z_\alpha$, في ضوء الفرضيات أعلاه .

ويمكن أن نستعمل اختبار F لتحديد التقديرات المستقلة التي تفسر التغير المعنوي في المتغير y وبيان ما إذا كانت مرتبطة خطيًا , واختبار F هو :

$$F = \frac{\hat{B}_1 \sum x_i y_i / k}{\sum e_i^2 / n-k-1} \quad \ldots\ldots (2-41)$$

2.4.1.4: العلاقة بين إحصاءَتي F و t [20][3] :

ويمكن توضيح العلاقة بين إحصائي F و t في نموذج المتغيرين كالآتي :

$$F = \frac{SSR/1}{SSE/(n-2)} = \frac{\hat{B}_1^2 \sum x_i^2}{\sum e_i^2 / n-2} = \frac{b_1^2 \sum (X_i - \bar{X})^2}{MSE}$$

وبما أن :

$$S^2(b_1) = \frac{MSE}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

$$F = \frac{b_1^2 \sum (X_i - \bar{X})^2}{S^2(b_1) \sum (X_i - \bar{X})^2} = \frac{b_1^2}{S^2(b_1)}$$

$$F = \left[\frac{b_1}{S(b_1)}\right]^2 = t^2 \quad \ldots\ldots (2-42)$$

هذا يعني أن اختبار F لمعنوية معامل الارتباط يكافئ اختبار t للميل ويساوي صفراً .

2.4.1.5 - فترات الثقة في معامل الارتباط ρ :[20]

يتم حساب فترات الثقة إلى معامل الارتباط من القانون الآتي :

$$CI_{1-\alpha}: z_r \pm z_{\alpha/2}\left(1/\sqrt{n-3}\right) \quad \ldots\ldots (2-43)$$

ويتم الحصول على الحدود العليا والدنيا بالرجوع إلى الجدول لقيم r [20] .

2.4.2 - معامل الارتباط المتعدد: [3] [17] [18] [20] Multiple Correlation coefficient

وهو مقياس الارتباط بين متغير تابع ومجموعة من اثنين أو أكثر من المتغيرات المستقلة , وتكون الصيغة لمعامل الارتباط المتعدد لاثنين من المتغيرات المستقلة كدالة من r_s الأصلية هي :

$$R_{Y.12} = \sqrt{\frac{r_{Y1}^2 + r_{Y2}^2 - 2r_{Y1}r_{Y2}r_{12}}{1 - r_{12}^2}} \quad \ldots\ldots (2-44)$$

إذ أن :

$R_{Y.12}$: معامل الارتباط بين Y و X_1 و X_2 .

r_{Y1} : معامل الارتباط بين Y و X_1 .

r_{Y2} : معامل الارتباط بين Y و X_2 .

r_{12} : معامل الارتباط بين X_1 و X_2 .

ومعامل الارتباط بين Y و $\hat{Y}$ يكون على وفق المعادلة :

$$\mathrm{Cor}\left(\mathrm{Y}, \hat{\mathrm{Y}}\right) = \frac{\sum(Y_i - \bar{Y})(\hat{Y}_i - \overline{Y})}{\sqrt{\sum(Y_i - \bar{Y})^2 \sum(\hat{Y}_i - \overline{Y})^2}} \quad \ldots\ldots (2-45)$$

إذ أن :

Y_i : متغير الاستجابة .

$\hat{Y}_i$: القيم المقدرة .

$\bar{Y}$: هو متوسط متغير الاستجابة Y .

ويمكن إيجاد r عن طريق أخذ الجذر التربيعي الموجب لمعامل التحديد (R^2) .

أما معامل التحديد المتعدد $R^2 = [Cor(Y, \hat{Y})]^2$ يكون على وفق المعادلة :

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} = 1 - \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \quad \dots\dots (2-46)$$

ومن ثم R^2 قد تفسر كنسبة التغير الكلي في متغير الاستجابة Y الذي يمكن أن يفسر من خلال متغيرات التنبؤ (Forecast Variables) $X_1, X_2, \ldots, X_p$.[17]

ومع ذلك فإن قيمة $0 \leq R^2 \leq 1$, لأنه من المستحيل أن تكون العلاقة سالبة بين المشاهدات والقيم المتوقعة للمربعات الصغرى .

ولاختبار أهمية معامل الارتباط المتعدد نستعمل الفرضية الآتية :

$$H_0: \rho^2 = 0$$

$$H_1: \rho^2 > 0$$

إذ ρ (من الأحرف اليونانية الكبيرة وهو حرف رو) وهو معامل الارتباط المتعدد للمجتمع الحقيقي , وتكون إحصاءه الاختبار هي كالآتي :

$$F = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(n-k-1)} \quad \dots\dots (2-47)$$

إذ ان : (k) و (n-k-1) درجات الحرية لمجموعة بيانات .[20]

2.4.2.1 - معامل التحديد المعدل (المصحح) $\bar{R}^2$ [17] [3] Adjusted R-squared

المقدار المرتبط (المتعلق) بـــ R^2 , يعرف بـــ(Adjusted R-squared) R^2 المعدلة , ويرمز له $\bar{R}^2$, ويستعمل هذا المؤشر في الانحدار المتعدد لأنه يعطي دلالة أوضح من R^2 عن جودة الأنموذج . إذ أن R^2 تزداد بإضافة متغيرات مستقلة جديدة في الأنموذج (بغض النظر عن مدى ملائمتها له) . وتكمن الصعوبة مع R^2 بعدم وجود تحديد على زيادة عدد المتغيرات المستقلة المستعملة في تفسير المتغير التابع . في حين أن معامل التحديد المعدل $\bar{R}^2$ يراعي نسبة الانخفاض في تباين المتغير Y والتي تعزى لإضافة X_i للأنموذج الذي يحوي X_j . ويكون معامل التحديد المعدل :

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{SSE/(n-K-1)}{SST/(n-1)} \quad \ldots\ldots (2-48)$$

إذ أن :

$\bar{R}^2$:- تمثل معامل التحديد المعدل .

SSE :- مجموع مربعات الخطأ .

SST :- مجموع المربعات الكلية .

ومن المعادلتين السابقتين (2-46) و (2-48) نحصل على :

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-K-1}(1-R^2) \quad \ldots\ldots (2-49)$$

2.4.3 - معامل الارتباط الجزئي [18] [13] partial correlation coefficient

الارتباط الجزئي (pr) يختلف عن الارتباط المتعدد , ففي الوقت الذي يقيس فيه معامل الارتباط المتعدد العلاقة بين المتغير التابع والمتغيرين المستقلين معًا فإن الارتباط الجزئي يقيس العلاقة بين المتغير التابع وأحد المتغيرين المستقلين في حالة ثبات المتغير المستقل الآخر إذا كان لدينا متغيرين مستقلين فقط .

الارتباط الجزئي pr يمكن إيجاده مباشرة كدالة من ارتباطات الترتيب الصفري عن طريق الصيغة [18] :

$$r_{YX1.X2} = \frac{r_{Y1} - r_{Y2}r_{12}}{\sqrt{1 - r_{Y2}^2}\sqrt{1 - r_{12}^2}} \quad \ldots\ldots (2-50)$$

$$r_{YX2.X1} = \frac{r_{Y2} - r_{Y1}r_{12}}{\sqrt{1 - r_{Y1}^2}\sqrt{1 - r_{12}^2}} \quad \ldots\ldots (2-51$$

اذ ان :

r_{Y1} : تمثل معامل الارتباط بين Y و X_1 .

r_{Y2} : تمثل معامل الارتباط بين Y و X_2 .

r_{12} : تمثل معامل الارتباط بين X_1 و X_2 .

أما معامل الارتباط الجزئي لـ K من المتغيرات المستقلة الذي يرمز له (pr_i) , وهو الارتباط بين الجزء من Y التي تكون مستقلة من المتغيرات الأخرى , $Y - \hat{Y}_{12\ldots(i)\ldots k}$, والجزء من X_i الذي يكون مستقل بنفسه عن المتغيرات الأخرى , $X - \hat{X}_{i.12\ldots(i)\ldots k}$, الذي هو :

$$pr_i = r_{Yi.12\ldots(i)\ldots k}$$

$$= r_{(Y-\hat{Y}_{12\ldots(i)\ldots k})(X_i-\hat{X}_{i.12\ldots(i)\ldots k})} \quad \ldots\ldots (2-52)$$

فهو يفسر كنسبة ذلك الجزء من تباين (الفرق) Y الذي هو مستقل عن المتغيرات المستقلة الأخرى , بمعنى آخر , من $(1 - R^2{}_{Y.12\ldots(i)\ldots k})$ المحسوبة عن طريق X_i :

$$pr_i^2 = \frac{sr_i^2}{1 - R_{Y.12\ldots(i)\ldots k}^2} \quad \ldots\ldots (2-53)$$

2.4.4- معامل الارتباط شبه الجزئي [18] Semi partial correlation coefficient

ان صيغة الارتباط شبه الجزئي الذي يرمز له (sr) لاثنين من المتغيرات المستقلة تعطى عن طريق دالة مكونة من ترتيب صفري كالآتي :

$$sr_1 = \frac{r_{Y1} - r_{Y2}r_{12}}{\sqrt{1 - r_{12}^2}} \quad \ldots\ldots (2-54)$$

وإن :

$$sr_2 = \frac{r_{Y2} - r_{Y1}r_{12}}{\sqrt{1 - r_{12}^2}} \quad \ldots\ldots (2-55)$$

علماً أن الارتباط شبه الجزئي sr_1 هو الارتباط بين كل من Y و X_1 مع ثبات X_2 . والارتباط شبه الجزئي هو استبعاد تأثير X_2 من X_1 لكن ليس من Y . إذ يكون الاستبعاد مكافئ للطرح من قيم X_1 المقدرة مع ثبات X_2 . بمعنى آخر للعمل مع $X_1 - \hat{X}_{1.2}$ نرى أن هناك طريقة أخرى لكتابة هذه العلاقة وهي :

$$sr_1 = r_{Y(X_1 - \hat{X}_{1.2})} \quad \ldots\ldots (2-56)$$

أما معامل الارتباط شبه الجزئي sr ومربعه sr^2 في الحالة العامة (k من المتغيرات المستقلة) قد تفسر مباشرة عن طريق اثنين من المتغيرات المستقلة . لذا فإن sr_i^2 يساوي النسبة من تباين Y المحسوبة عن طريق X_i , ويمكن أن تحسب بطريقة أخرى هي $k - 1$ من المتغيرات المستقلة :

$$sr_i^2 = R_{Y.12\ldots i\ldots k}^2 - R_{Y.12\ldots(i)\ldots k}^2 \quad \ldots\ldots (2-57)$$

في حالة اثنين من المتغيرات المستقلة , sr شبه الجزئي يساوي الارتباط بين جزء من X_i الذي يكون غير مرتبط بالمتغيرات المستقلة الأخرى و Y :

$$sr_i = r_{Y(i.12\ldots(i)\ldots k)}$$

$$= r_{Y(X - \hat{X}_i.12\ldots(i)\ldots k)} \quad \ldots\ldots (2-58)$$

إذ أن sr_i يمكن أن تكتب كدالة من الارتباط المتعدد من المتغيرات المستقلة الأخرى مع X_i , كالآتي :

$$sr_i = \beta_i \sqrt{1 - R_{i.12\ldots(i)\ldots k}^2} \quad \ldots\ldots (2-59)$$

وعندما pr_i متوفرة sr^2 يمكن تحديدها بسهولة عن طريق الصيغة :

$$sr_i^2 = \frac{pr_i^2}{1 - pr_i^2}(1 - R^2_{Y.123\dots k}) \quad \dots\dots (2-60)$$

يمكن أن نرى أن pr_i^2 سوف تكون دائمًا أكبر من sr_i^2 ولا يمكن أن تكون أصغر من sr_i^2 , بسبب أن sr_i^2 يعد مشاركاً (مساهماً) وحيداً من X_i ويعبر كنسبة من إجمالي تباين Y , في حين أن pr_i^2 يعبر عن المساهمة الوحيدة نفسها من X_i كنسبة من جزء تباين Y غير المفسر (غير محسوب) من المتغيرات المستقلة الأخرى .

2.5 - تحليل الارتباط القانوني (القويم)

2.5.1- مفهوم الارتباط القانوني (القويم) [15][21][20][27][40]:

تحليل الارتباط القانوني (القويم) الذي وضعه H. Hotelling عام (1936) , هو طريقة إحصائية لتحديد وقياس الارتباط بين مجموعتين من المتغيرات . ويركز تحليل الارتباط القانوني (القويم) على العلاقة بين التركيبة الخطية للمتغيرات في مجموعة واحدة والتركيبة الخطية من المتغيرات في مجموعة أخرى . والفكرة هي ، أولًا ، تحديد زوج من التركيبات الخطية التي لها أكبر ارتباط . وبعد ذلك ، علينا أن نحدد زوج من التركيبات الخطية التي لها أكبر ارتباط بين جميع الأزواج غير المترابطة مع الزوج المحدد في البداية , وتستمر العملية . وتسمى أزواج التركيبات الخطية بالمتغيرات القانونية ، وتسمى الارتباطات بالارتباطات القانونية , والارتباطات القانونية تقيس قوة الارتباط (العلاقة) بين مجموعتين من المتغيرات , أما الجانب المهم فهو محاولة للتركيز على علاقة عالية الأبعاد بين مجموعتين من المتغيرات في بضعة أزواج من المتغيرات القانونية .[27]

إن الهدف من تحليل الارتباط القانوني إيجاد الدالة الخطية لمجموعة واحدة من المتغيرات التي ترتبط بشكل أعلى مع الدوال الخطية للمجموعة الأخرى للمتغيرات , اي ايجاد مجموعتين من الأوزان التي تبين الأهمية النسبية لكل متغير في التركيبة القانونية ونسبة مساهمتِه في تفسير التباين الحاصل في متغيرات المجموعة الثانية وهذه الأوزان هي عباره عن متجهين في كل دالة قانونية .

في العديد من الحالات سوف تحتوي مجموعة واحدة على عدد من المتغيرات التابعة والأخرى على عدد من المتغيرات المستقلة أو التفسيرية الأخرى . ومن ثم يمكن النظر إلى تحليل الارتباط القانوني بوصفه وسيلة لتنبؤ المتغيرات التابعة المتعددة من المتغيرات المستقلة المتعددة [21] .

نفرض أن لدينا مجموعتين من المتغيرات $\underline{X}$ و $\underline{Y}$, تمثل المجموعة الأولى p من المتغيرات الذي يمثل المتجه العشوائي $\underline{X}$ وله بعد (p×1) , وتمثل المجموعة الثانية q من المتغيرات الذي يمثل المتجه العشوائي $\underline{Y}$ وله بعد (q×1) . وإن كلتا المجموعتين لها n من المشاهدات . (n x p) مصفوفة بيانات , إذ أن كل من $\underline{X}$ و $\underline{Y}$ متجهات , ويمكن التعبير عن متوسط المجتمع وتباينه والتباين المشترك للمتغيرات العشوائية $\underline{X}$ و $\underline{Y}$ كالآتي :

$$E(\underline{X}) = \mu_X \, , Cov(\underline{X}) = \sum_{XX}$$

$$E(\underline{Y}) = \mu_Y \, , Cov(\underline{Y}) = \sum_{YY}$$

$$Cov(\underline{X}, \underline{Y}) = \sum_{XY} = \grave{}\sum_{YX}$$

ويمكن بعد ذلك أن تكتب في شكل مقسم عموديًا إذ أنه X هي (n × p) و Y هي (n× q) . المصفوفة $X^T Y$ يمكن التعبير عنها في الشكل المقسم الآتي :

$$X^T Y = \begin{bmatrix} X^T \\ \dots \\ Y^T \end{bmatrix} [X \quad \vdots \quad Y]$$

$$\begin{bmatrix} X^T X & \vdots & X^T Y \\ \dots & \vdots & \dots \\ Y^T X & \vdots & Y^T Y \end{bmatrix}$$

إذ $Y^T X = (X^T Y)^T$ هي مصفوفة متماثلة (q × P) .

نفرض أن U و V تكون تركيبات خطية تعطى عن طريق :

$$V = b'\underline{Y} \quad , \quad U = a'\underline{X}$$

إذ أن a و b هي معاملات المتجهات التي هي (p×1) و (q×1) للتركيبات الخطية , اذ يكون الارتباط بين كل زوج من أزواج التركيبات الخطية (U,V) ذا قيمة عظمى :

إذا :

$$\max Corr\ (U,V) = \rho_1^* \quad \ldots\ldots (2-61)$$

وإن خصائص كل من U و V ذات توقع صفر وتباين وتباين مشترك على النحو الآتي :

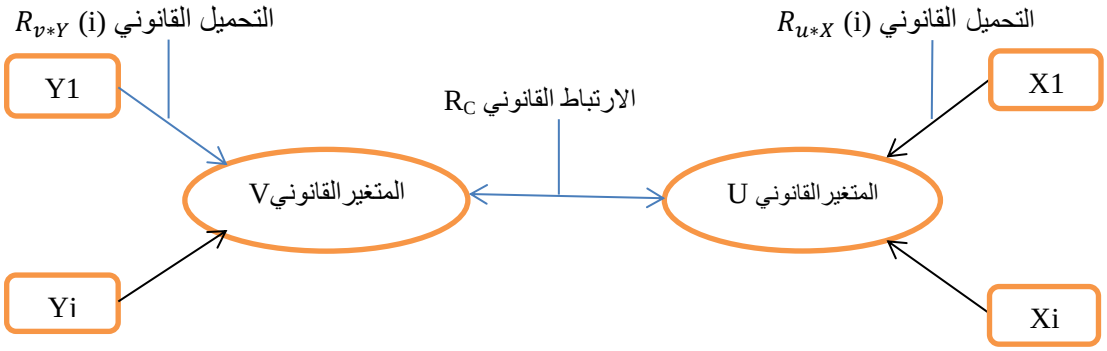
E(u) = E(v) = 0

$$Var(U) = a'Cov(\underline{X})a = a'\sum_{XX} a \quad \ldots\ldots (2-62)$$

$$Var(V) = b'Cov(\underline{Y})b = b'\sum_{YY} b \quad \ldots\ldots (2-63)$$

$$Cov(U,V) = a'Cov(\underline{X},\underline{Y})b = a'\sum_{XY} b \quad \ldots\ldots (2-64)$$

ويمكن توضيح دالة الارتباط القانوني عن طريق المخطط الاتي :



الشكل رقم (1) يوضح دالة الارتباط القانوني (الشكل من عمل الباحثة)

وإن معامل الارتباط بين U وV يطلق عليه (الارتباط القانوني) , ويمكن حسابه وفق الصيغة الآتية :

$$Corr(U,V) = \frac{a'\sum_{XY} b}{\sqrt{a'\sum_{XX} a}\sqrt{b'\sum_{YY} b}} \quad \ldots\ldots (2-65)$$

2.5.2 : اشتقاق الأوزان لكل مجموعة خطية

لاشتقاق نموذج نعده متجهاً مجزأ من العناصر p و q من المتغيرات العشوائية :

$$[\underline{X}.\underline{Y}]^T = [\underline{X}_1\ \underline{X}_2 \dots .\underline{X}_P \vdots \underline{Y}_1\ \underline{Y}_2 \dots .\underline{Y}_q]^T$$

مع مصفوفة التباين :

$$\sum = \begin{bmatrix} \sum_{XX} & \vdots & \sum_{XY} \\ \cdots & \vdots & \cdots \\ \sum_{YX} & \vdots & \sum_{YY} \end{bmatrix}$$

ويمكننا حساب التركيب الخطي في المجموعة الأولى :

$$u = a_1\underline{X}_1 + a_2\underline{X}_2 + \cdots + a_p\underline{X}_p = a^T\underline{X} \qquad \dots\dots(2-66)$$

والتركيب الخطي في المجموعة الثانية :

$$v = \beta_1\underline{Y}_1 + \beta_2\underline{Y}_2 + \cdots + \beta_q\underline{Y}_q = \acute{b}\underline{Y} \qquad \dots\dots(2-67)$$

إذ أن X وY تمثل القيم المعيارية من المتغيرات في المجموعة الأولى والثانية , الارتباط بين المجموعة الأولى للتركيبة الخطية يسمى الارتباط القانوني الأول الذي يناظر أكبر جذر مميز والارتباط بين المجموعة الثانية للتركيبة الخطية يسمى الارتباط القانوني الثاني الذي يناظر ثاني جذر مميز وهكذا ...., إن مثل هذا الارتباط بين المجموعتين (التركيبتين) الخطيتين يكون متزايدًا .

في مسألة التعظيم لغرض ايجاد الارتباط القانوني نفرض أن $\sum$ تكون مصفوفة التباين المشترك (التغاير) المجزأة (p×q) , والمعاملات التي تزيد الارتباط بين المركبات الخطية $u = a^T\underline{X}$ و $v = b^T\underline{Y}$ تعطى عن طريق المعادلات الخطية المتجانسة إذ نشتق معاملات المتغيرات القانونية من المتجهات الذاتية :

$$(\sum_{XX}^{-1}\sum_{XY}\sum_{YY}^{-1}\sum_{YX} - \lambda^2 I)a = 0 \qquad \dots\dots(2-68)$$

$$(\sum_{YY}^{-1}\sum_{YX}\sum_{XX}^{-1}\sum_{XY} - \mu^2 I)b = 0 \qquad \dots\dots(2-69)$$

إذ أن المصفوفات $\alpha^T \sum_{XY} b$ =λ= μ هي الارتباط الأعلى (الحد الأقصى) . وان المعادلات $(68-2)$ و $(69-2)$ هي المعادلات الطبيعية لتحليل الارتباط القانوني .

البرهان :

للبساطة نفترض ان كلتا المجموعتين الخطيتين تكون معيارية (standardized) أي أنه التباين يساوي واحد ، بمعنى :

$$var(u) = E(u^2) = E\left(a^T \underline{X}\, \underline{X}^T a\right) = a^T \sum_{XX} \mathrm{a} = 1 \qquad \dots\dots (2-70)$$

$$var(v) = E(v^2) = E\left(b^T \underline{Y}\, \underline{Y}^T b\right) = b^T \sum_{YY} \mathrm{b} = 1 \qquad \dots\dots (2-71)$$

المتوسط بين u و v يتم إعطاؤه عن طريق :

$$E(uv) = E\left(a^T \underline{X}\, \underline{Y}^T \beta\right) = a^T \sum_{XY} b \qquad \dots\dots (2-72)$$

وبأدراج القيدين $(70-2)$ و $(71-2)$ يمكن صياغة مسألة التعظيم الذي تكون فيه كل من u و v فيه متجهات أحادية , وباستعمال مضاعف لاكرانج (Lagrange multiplier) :

$$L(\lambda, \mu, \mathrm{a}, \mathrm{b}) = a^T \sum_{XY} b - \frac{1}{2}\lambda(a^T \sum_{XX} \alpha - 1) - \frac{1}{2}\mu(b^T \sum_{YY} \mathrm{b} - 1)$$

وبأخذ المشتقة لكل من a و b نحصل على :

$$\frac{\partial \mathrm{L}}{\partial a} = \sum_{XY} \hat{\mathrm{b}} - \hat{\lambda} \sum_{XX} \hat{\mathrm{a}} = 0 \qquad \dots\dots (2-73)$$

$$\frac{\partial \mathrm{L}}{\partial \mathrm{b}} = \sum_{XY}^{T} \hat{\mathrm{a}} - \hat{\mu} \sum_{YY} \hat{\mathrm{b}} = 0 \qquad \dots\dots (2-74)$$

بضرب المعادلة $(73-2)$ بـــ λ والمعادلة $(74-2)$ بـــ $\sum_{YY}^{-1}$, وإعادة ترتيب النتائج ينتج الآتي :

$$\hat{\lambda} \sum_{XY} \hat{\mathrm{b}} = \hat{\lambda}^2 \sum_{XX} \hat{\alpha} \qquad (2-75)$$

$$\sum_{YY}^{-1}\sum_{YX}\hat{\alpha} = \hat{\mu}\,\hat{b} \qquad (2-76)$$

وجعل $\hat{\mu} = \hat{\lambda}$ وتعويض المعادلة $(2-76)$بالمعادلة $(2-75)$ سيكون لدينا العلاقة الخاصة بـ a :

$$(\sum_{XX}^{-1}\sum_{XY}\sum_{YY}^{-1}\sum_{YX} - \hat{\lambda}^2)\hat{a} = 0 \qquad \ldots.(2-77)$$

وبطريقة مشابهة يمكن الحصول على العلاقة الخاصة بـ b إذ ستكون :

$$(\sum_{YY}^{-1}\sum_{YX}\sum_{XX}^{-1}\sum_{XY} - \hat{\lambda}^2)\hat{b} = 0 \qquad \ldots.(2-78)$$

إذ أن $\hat{\rho}^2 = \hat{\lambda}^2 = \hat{\mu}^2$ معاملات الارتباط المتعدد المعمم أو العام بين مجموعتين من المتغيرات العشوائية , وأن المعادلتين $(2-77)$ و $(2-78)$ تمثل المتجهات الذاتية (eigenvectors) .

لذا فإن أكبر ارتباط (موجب) بين التركيبات الخطية v و u هي (القيم الذاتية eigenvalues) التي تمثل الجذر التربيعي الموجب من الجذر الكامن (latent) الأكبر $\hat{\lambda}^2{}_1$, والثاني الكبير هو الجذر التربيعي الموجب من $\hat{\lambda}^2{}_2$, وهكذا وصولًا إلى الجذر الأخير من الجذور المعرفة $\hat{\lambda}^2{}_1 \geq \hat{\lambda}^2{}_2 \geq \ldots \geq \hat{\lambda}^2{}_\rho$. عدد الجذور الكامنة غير الصفرية تكون مساوية إلى $\rho(\sum XY)$, وهذه القيم الذاتية يمكن الحصول عليها من المعادلتين المميزتين الآتية :

$$(\sum_{XX}^{-1}\sum_{XY}\sum_{YY}^{-1}\sum_{YX} - \hat{\lambda}^2) = 0 \qquad \ldots.(2-79)$$

$$(\sum_{YY}^{-1}\sum_{YX}\sum_{XX}^{-1}\sum_{XY} - \hat{\lambda}^2) = 0 \qquad \ldots.(2-80)$$

عمليًا فإن كل من المتجهات $\hat{\alpha}$ و $\hat{b}$ يمكن حسابها من المعادلة , حيث أن :

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{XX}^{-1}\sum_{XY}\hat{\beta}}{\hat{\lambda}} \qquad \ldots\ldots(2-81)$$

$$\hat{b} = \frac{\sum_{YY}^{-1}\sum_{YX}\hat{\alpha}}{\hat{\lambda}} \qquad \ldots\ldots(2-82)$$

والمعادلات الطبيعية $(2-81)$ و $(2-82)$ كافية لإجراء تحليل الارتباط القانوني .

وبالتالي أحد المجموعات يمكن وصفها متغيراً تابعاً والأخرى متغيراً مستقلاً , وفي هذه الحالة يمكن عد نموذج الارتباط القانوني امتداداً للانحدار المتعدد[15] .

2.5.3- معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية [8]

Canonical Loadings coefficient

هي عبارة عن مقياس لمقدار معامل الارتباط الخطي البسيط بين المتغيرات الأصلية في إحدى مجموعتي المتغيرات والمتغيرات القانونية المناظرة لها , والتي تتراوح قيمتها بين (-1,+1) , إذ أنه بتربيع معاملات التشبعات القانونية نحصل على مقدار التباينات في قيم المتغيرات الأصلية الذي فسر عن طريق المتغيرات القانونية , كلما ارتفعت قيمة التحميل زادت أهمية المتغير في التركيبة الخطية .

يمكن حساب معاملات التشبعات القانونية للمجموعة (X) كالآتي :

$$R_{u*X}\ (\mathrm{i}) = R_{XX}\hat{a}_i \qquad \ldots\ldots (2-83)$$

إذ أن :

R_{XX} : تمثل مصفوفة معاملات الارتباط بين متغيرات المجموعة المستقلة (X) .

$R_{u*X}\ (\mathrm{i})$: يمثل معامل التشبع للمجموعة (X) .

ونحسب معاملات التشبعات القانونية للمجموعة (Y) هي الأخرى كالآتي :

$$R_{v*Y}\ (\mathrm{i}) = R_{YY}\hat{b}_{\mathrm{i}} \qquad \ldots\ldots (2-84)$$

إذ أن :

R_{YY} : تمثل مصفوفة معاملات الارتباط بين متغيرات المجموعة التابعة (Y) .

$R_{v*Y}\ (\mathrm{i})$: تمثل معامل التشبع للمجموعة (Y) .

2.5.4- المؤشر الفائض (الإضافي) [8] [40] Redundancy Index

المؤشر الفائض هو نسبة التباين في مجموعة المتغيرات التابعة (Y) المفسرة عن طريق مجموعة المتغيرات المستقلة (X) , أو العكس , وبناءً على هذا التعريف نجد أنه لا يوجد فرق بين المتغيرات التابعة والمستقلة , ولتفادي هذه المشكلة أقترحَ مقياسٌ سمي بالمؤشر الفائض , فعن طريق هذا المقياس نستطيع تحديد مقدار التباينات في قيم مجموعة المتغيرات المستقلة (X) , أو مجموعة المتغيرات التابعة (Y) , الذي يمكن تفسيره بأي زوج من أزواج المتغيرات القانونية , فنسبة التباينات في قيم مجموعة المتغيرات التابعة (Y) الذي فسر بالمتغير القانوني (i) يمكن تحديدها كالآتي :

$$R^2_{(i)y} = \frac{1}{q} R'_{v*y}(i)\, R_{v*y}(i)$$

$$= \frac{1}{q} \sum_{j=1}^{p} [\, r_{v*yj}(i)]^2 \qquad \dots\dots (2-85)$$

إذ أن :

$R^2_{(i)y}$: المؤشر الفائض لمجموعة متغيرات Y .

$R_{v*y}(i)$: معامل التشبع للمجموعة Y .

$r_{v*yj}(i)$: تمثل معامل التشبع القانوني للمتغير التابع رقم (j) في المتغير القانوني رقم (i) .

وبالأسلوب نفسه نجد أن نسبة التباينات في قيم مجموعة المتغيرات المستقلة (X) المفسرة بالمتغير القانوني المستقل رقم (i) تعطى كالاتي:-

$$R^2_{(i)x} = \frac{1}{p} R'_{u*x}(i)\, R_{u*x}(i)$$

$$= \frac{1}{p} \sum_{i=1}^{q} [\, r_{u*xi}(i)]^2 \qquad \dots\dots (2-86)$$

إذ أن :

$R^2_{(i)x}$: المؤشر الفائض لمجموعة متغيرات X .

$R_{u*x}(i)$: معامل التشبع للمجموعة X .

$r_{u*xi}(i)$: تمثل معامل التشبع القانوني للمتغير المستقل رقم (i) في المتغير القانوني رقم (i) .

2.5.5 - اختبار معاملات الارتباط القانوني : [15]

إن الارتباطات القانونية جميعها والتي نحصل عليها من التحليل ليست جميعها ذات معنوية إحصائية , لذا يتم اختبار معنوية هذه الارتباطات على مرحلتين , كالآتي :

1- اختبار المعنوية الكلية للعلاقة بين مجموعتي المتغيرات الأولى والثانية , أي اختبار فرضية العدم (H_0) التي تنص على عدم معنوية الارتباط بين المجموعتين .

$$H_0: \sum_{xy} = 0$$

$$H_a: \sum_{xy} \neq 0$$

والفرضية السابقة تكافئ الفرضية الآتية :

$$H_0: \rho_1^2 = \rho_2^2 = \cdots = \rho_{pn}^2 = 0$$

$$H_a: at\ least\ one\ not\ zero$$

و فرضية H_0 تعني أن معاملات الارتباط القانوني جميعها تساوي صفراً .

فإذا ثبت في هذه المرحلة وجود فروق معنوية , أي نرفض فرضية العدم , ويتم الانتقال إلى المرحلة الثانية , أما في حالة عدم وجود فروق معنوية أي قبول فرضية العدم ينتهي الاختبار .

2 – اختبار معنوية الارتباط القانوني الأكبر , والغرض من الاختبار هو الحصول على الارتباطات القانونية التي تكون معنوية وكافية لتفسير العلاقة بين مجموعتين من المتغيرات .

وقد اقترح بارتليت (1941) Bartlett اختبار للمعنوية الإحصائية للارتباطات القانونية , لاختبار الاستقلالية بين مجموعتين من المتغيرات العشوائية X و Y نفترض أن المجموعتين تكونان غير مترابطتين , ويمكن اختبارها (تحت الافتراضات الطبيعية) مع Wilk's نسبة الإمكان الأعظم الإحصائية , واستخدم إحصاءة اختبار مربع كاي χ^2 الآتية :

$$\chi^2 = -\left[(n-1) - \frac{1}{2}(p+q+1)\right] lnW \qquad \dots\dots(2-87)$$

إذ أن :

W : إحصاءة Wilk's .

P : عدد المتغيرات في المجموعة الأولى .

q : عدد المتغيرات في المجموعة الثانية .

وتعرف W على انها متغير ويلكس لمدا (Wilks Lamda) , تعطى عن طريق المعادلة الآتية :

$$w = \prod_{i=1}^{ri}(1-\lambda_i^2) \quad \ldots\ldots(2-88)$$

إذ أن :

r : عدد الارتباطات القانونية غير الصفرية .

λ_i^2 : مربع معامل الارتباط .

2.6 – تحليل الارتباط القانوني اللاخطي [22] [24][35][45] [47]:

تحليل الارتباط القانوني اللاخطي الذي يرمز له (NLCCA) ويستعمل تقنية (OVERALS) , ينتمي إلى الطرائق التحليلية متعددة المتغيرات اللاخطية وهو ما يسمى بنظام – Gifi . وهو اسم مستعار لمجموعة من الباحثين يرأسهم Jan de Leeuw من جامعة ليدن في هولندا بين عامي 1970 و 1990 , هذه المجموعة قدّمت عدد من النظريات وبرامج الكمبيوتر في مجال تحليل متعدد المتغيرات غير الخطية التي تعد طرائقاً مبتكرة حديثًا . بصورة غير مباشرة تتناول هذه النظريات ما يسمى بنظام Gifi لتحليل متعدد المتغيرات غير الخطية ، التي يعتمد عليها تحليل التجانس (الذي يرتبط ارتباطًا وثيقًا بتحليل التطابق المتعدد) والقوانين العامة , وقد كان تحليل التجانس نقطة انطلاق لنظام Gifi لتحليل متعدد المتغيرات اللاخطي .

وقد نشأ نظام Gifi لتحليل التجانس عن طريق وضع العديد من القيود الإضافية على الحل . فنموذج OVERALS هو شكل من أشكال تحليل التجانس مع القيود , وتحليل التجانس هو تقنية أساسية في النظام Gifi لتحليل متعدد المتغيرات الوصفي اللاخطي[35] .

ونظام Gifi المبتكر له بعض الخصائص التي تجعله مميزاً عن الإحصاءات السائدة , وهي :

أولًا : أنه نظام يناسب البيانات الفئوية وليس البيانات المستمرة .

ثانيًا : أنه مختلف كثيرًا عن الطريقة المعتادة في تحليل البيانات الفئوية (المطلقة) المقترحة في ذلك الوقت من لدن (Holland , Fienberg , Bishop) (1975) , وهذه الطرائق المعتادة تستعمل النموذج الإحصائي المستند إلى الإمكان الأعظم (likelihood) بدءًا من التوزيعات متعددة الحدود وتوزيعات بواسون .

ثالثًا : الأدوات في نظام Gifi عرِّفت منذ البداية من حيث دوال الخسارة التي كان لابد من تدنيتها . في هذا المعنى كان التقديم مختلفاً عن الطريقة المعتادة لعرض النماذج الإحصائية , ففي البداية كان هناك صياغة للنموذج , (على سبيل المثال معادلة الانحدار) ، ثم عرض لمعيار المربعات الصغرى أو الإمكان الأعظم (likelihood) التي تمتلك الحد الأدنى أو الأعلى .

رابعًا : التأكيد على الخوارزمية العددية لتحقيق أقصى قدر من دالة الخسارة ، وهي خوارزمية المربعات الصغرى التناوبية Alternating Least Squares algorithm (ALS) .

خامسًا : قدم هذا النظام فلسفة علمية في جعل البيانات قوية بشأن الأفضلية للطرائق المبتكرة في تحليل البيانات المستعملة ، وعدم ملائمة الطرائق المتبعة في صياغة الأنموذج الإحصائي مع افتراضاتها التي ادعى (Gifi) أنها كانت غير واقعية [45].

هناك بعض التقييدات في تحليل البيانات المطلقة (النوعية) التي تستعمل التقنيات الإحصائية التقليدية , وأغلب التقنيات الإحصائية الشائعة تتطلب بعض الفرضيات عن البيانات والمعلومات المكتسبة , أي الفرق الأساسي بين OVERALS وأكثر التقنيات الأخرى لتحليل البيانات المطلقة يكمن في استعمال النماذج . على سبيل المثال في التحليل log-linear (تحليل اللوغاريتمي الخطي) يتطلب توزيعه فرضيات عن البيانات , وبعد افتراض النموذج للبيانات تتم التقديرات في ظل هذا الافتراض ليكون هذا النموذج هو الصحيح . ثم ، لتقييم هذا النموذج تتم مقارنة هذه التقديرات مع تكرارات المشاهدات . أما في OVERALS ليس هناك حاجة للافتراض عن التوزيع الكامن وراء البيانات ولا يوجد نموذج يجب الافتراض له [47].

فضلًا عن ذلك نجد في معيار تحليل الارتباط القانوني الخطي أن الهدف هو تفسير مقدار الفرق بين مجموعتين من المتغيرات العددية قدر الإمكان في الفضاء البعدي المنخفض . أما طريقة OVERALS فتوسع التحليل القياسي في ثلاث طرائق مهمة [24].

الأولى : هي أن OVERALS يسمح للتعامل مع مجموعتين أو أكثر من المتغيرات وعمومًا أكثر من مجموعة واحدة مستقلة وأكثر من مجموعة واحدة معتمدة , ومن ثم يمكن تحليل العلاقات اللاخطية بين مجموعات المتغيرات .

الثانية : المتغيرات يمكن أن تأخذ مستويات قياس مختلفة كأن تكون مستوى عددي أو ترتيبي أو اسمي .

الثالثة : بدلاً من تعظيم الارتباط بين مجموعات المتغيرات تتم مقارنة المجموعات لمجموعة أخرى غير معلومة قد تم تعريفها اعتماداً على قيم المفردات[24] .

والهدف من ذلك هو حساب أكبر قدر من التباين في العلاقات بين المجموعات المحتملة في فضاء الأبعاد المنخفضة ، وتحديد أوجه التشابه بين المجموعات مقارنة مع التركيبات الخطية من المتغيرات في الوقت نفسه في كل مجموعة إلى مجموعة مجهولة . المتغيرات في كل مجموعة تدمج بشكل خطي بحيث تكون التركيبات الخطية لها ارتباط أعلى . ونظرًا لهذه المجموعات يتم تحديد التركيبات الخطية اللاحقة ، والتي هي غير مترابطة مع المجموعات السابقة , والتي كان لها أكبر ارتباط محتمل .

OVERALS يبحث عن فضاء جزئي له عدة مجموعات من المتغيرات ، تقاس على المشاهدات نفسها ، وتكون على نحو مشترك[22] .

والارتباط القانوني للكل يتم الحصول عليه من الصيغة الآتية[24] :

$$\rho_d = ((\mathrm{K} \times E_d) - 1)/(K - 1) \qquad \dots\dots (2 - 89)$$

إذ أن :- d

: عدد الأبعاد

K : عدد المجموعات

E : القيم الذاتية

ويستعمل OVERALS (خوارزمية المربعات الصغرى التناوبية Alternating Least Squares algorithm (ALS)) ، ليتمكن من حساب (دالة المطابقة fit function) و (دالة الخسارة loss function) . ومن شأن التكيف المثالي perfect adaptation أن يتوافق مع عدد

من الأبعاد المختارة ، إذ أن أكبر عدد ممكن من الأبعاد يطابق مجموع كل التركيبات الخطية من الخصائص المتغيرة من المجموعات .

وتنص دالة الخسارة على الفرق بين عدد من الأبعاد المختارة إلى أفضل تكيف adaptation محسوب . وفضلاً عن ذلك ، يتم حساب القيم الذاتية التي يمكن تحديدها عن طريق تحليل بيانات من دالة المطابقة fit والخسارة loss . وتشير هذه القيم الذاتية إلى أي مدى يمثل كل بعد واحد لدالة الخسارة مقارنة مع الارتباط المحسوب ، ويمكن أن تأخذ القيم بين 0 و 1 [22].

وإن نظام Gifi [45] [47] يتميز بالمقاييس المثلى من المتغيرات المصنفة (categorical variable) ، الذي يطبق عن طريق خوارزميات تناوب المربعات الصغرى (ALS) .

والخوارزمية تعمل عن طريق تدنية دالة الخسارة التي هي مقياس مجموع الفروق التربيعية بين التركيبات الخطية من مجموعات المتغيرات المقاسة التابعة والمستقلة .

نفترض أن j يرمز إلى المتغيرات المطلقة التي جمعت لـ N من المشاهدات , إذ أن المتغير $j \in J = \{ 1,2,....,J \}$ له الفئات c_j , والهدف هو رسم خارطة مشتركة منخفضة الأبعاد من المشاهدات والفئات في الفضاء الإقليدي R^p (Euclidean space) . والفائدة هي تمثيل هذه المشاهدات في فضاء p من الأبعاد ($p < J$) .

X هي المصفوفة $N \times p$ التي تكون عناصرها معروفة لقيم المشاهدات وتسمى (مصفوفة قيم المشاهدات) , وتتضمن إحداثيات من قمم المشاهدات (object vertices) في R^p والنتيجة P هي المقاييس المثلى .

لكل (Y_j ($j \in J$ هي مصفوفة تسمى مصفوفة الفئات الكمية (category quantification) ذات البعد $c_j \times p$ التي تتضمن إحداثيات من قمم الفئات (category vertices) , وليكن c_j من المتغير j والقياس الكمي المتعدد لفئة من المتغير $j \in J$.

G_j مصفوفة القياس المجزأة للمتغير j ذات بعد $N \times c_j$, فهي مصفوفة ثنائية مع المدخلات $G_j (i, t) = 1$ لكل N $i = 1,....,$ و $t = 1,....., c_j$ إذا كانت المشاهدة i تنتمي إلى الفئة t , وإلا $G_j (i, t) = 0$ إذا كانت تنتمي إلى بعض الفئات الأخرى وفقاً لقاعدة التجانس , ونحن نريد قياس (تحويل) المتغيرات لتحقيق أقصى قدر ممكن من التجانس .

المصفوفة ($G_1,\ldots,G_j$) = G ببساطة هي المصفوفة المحاذية (المجاورة adjacency) من الرسم الثنائي . إذ تم استعمال الأطراف (edges) لربط كل فئة , دالة الخسارة هي متوسط طول مربع الأطراف (على كل المتغيرات) وتعطى عن طريق :

$$\sigma(X,G,Y) = J^{-1}\sum_{j=1}^{J} SSQ(X - G_jY_j) = J^{-1}tr(X - G_jY_j)(Y - G_jY_j) \quad \ldots\ldots(2-90)$$

إذ أن :

J : عدد المجموعات .

X : مصفوفة قيم المشاهدات ذات البعد N×p , إذ N تمثل عدد المشاهدات و p تمثل عدد الأبعاد

G : مصفوفة القياس المجزأة للمتغيرات ذات البعد N × c , إذ c يمثل العدد الكلي للمتغيرات .

Y : مصفوفة الأوزان القانونية المجزأة ذات البعد c × p .

G_j : مصفوفة القياس المجزأة للمتغيرات ذات البعد N × c_j , إذ c_j يمثل العدد الكلي للمتغيرات في المجموعة .

Y_j : مصفوفة الأوزان القانونية ذات البعد c_j × p للمتغيرات في المجموعة j .

SSQ : مجموع مربعات عناصر المتجه أو المصفوفة بين المجموعات .

دالة الخسارة(90 – 2) تسمى دالة خسارة Gifi .

خوارزمية المربعات الصغرى التناوبية (ALS) كانت تستعمل لتدنية (minimize) دالة الخسارة , وإن تحقيق الحد الأدنى يخضع لشرط أن :

$$\acute{X}X = NI_p \quad \ldots..(2-91)$$

لتجنب الحل الزائف (غير الحقيقي trivial) المطابق إلى X = 0 , و Y_j = 0 لكل j ∈ J و توفر شرط التعامد :

$$\acute{u}x = 0 \quad \ldots..(2-92)$$

إذ u هو أحد الأعمدة مع العناصر n المساوية إلى واحد . وشرط التعامد ($u'X = 0$)يضمن أن X هو انحرافات من متوسطات الأعمدة . بينما $X'X = NI_p$ يجعل الأعمدة من X غير مترابطة مع تباينات تساوي 1 . عناصر X تسمى قيم المشاهدات .

2.6.1 - خطوات خوارزمية المربعات الصغرى التناوبية (ALS) [47] :

في **الخطوة الأولى** , يتم التدنية فيما يتعلق بـ Y_j للثابت X . إذ أن مجموعة المعادلة الطبيعية تعطى عن طريق :

$$D_j Y_j = \acute{G}_j X \qquad \dots\dots (2-93)$$

إذ $D_j = G'_j G_j$ هي المصفوفة القطرية $c_j \times c_j$ التي تحتوي على المتغير الأحادي (univariate) الحدي من المتغير j . لذا , حل المعادلة (2 – 96) يعطى عن طريق :

$$\hat{Y}_j = D_j^{-j} \acute{G}_j X \qquad , \qquad j \in J \qquad \dots\dots (2-94)$$

في **الخطوة الثانية** من الخوارزمية , يتم تدنية دالة الخسارة فيما يتعلق ب X للثابت Y_j's والنتيجة تعطى عن طريق :

$$\hat{X} = J^{-1} \sum_{j=i}^{J} G_j \hat{Y}_j , \qquad \dots\dots (2-95)$$

في **الخطوة الثالثة** من الخوارزمية , المصفوفة X هي الأعمدة المركزية وأن التحويل إلى متجه الوحدة القياسي (orthonormalized) (كل متجه له طول norm يساوي 1 ومتعامد على الآخر) يتم بواسطة طريقة Gram-Schmidt [9] المعدلة (وهي طريقة تتضمن توليد أساس لسلسة من المتجهات المستقلة خطيًا عن طريق تعامد كل متجه مع جميع المتجهات التي تسبقه) , كما في المعادلة :

$$X = \sqrt{N}\, GRAM(W) \qquad \dots\dots (2-96)$$

اذ أن :

$$W = \hat{X} - u(u\grave{\hat{X}}/N)$$

وتتكرر هذه الخطوات حتى تتقارب الخوارزمية إلى الحد الأدنى الشامل (global) . ويعرف هذا الحل أيضًا كما هو متعارف بأنه حل HOMALS (تحليل تجانس بواسطة تناوب (alternating) المربعات الصغرى) .

HOMALS هو في الأساس تقنية البيانات الوصفية من البيانات المطلقة الأولية . والهدف الرئيس هو قياس الفئات بحيث يكون المعيار المحدد هو الأمثل (طول طرف دالة الخسارة (2 – 90) . (the edge length loss function

وخلاصة العمل فإن مجموعات Gifi يتم احتسابها كدالة خسارة كما في المعادلة (90 – 2) عن طريق وضع قيود على القياس الكمي (quantifications) للفئات ، والتمثيل البياني للبيانات .

2.6.2- تحليل التجانس المعمم للوصول إلى OVERALS [47]

في تحليل الارتباط القانوني لـ (Hotelling's) تدرس العلاقة بين مجموعتين من المتغيرات بعد إزالة الاعتمادات (dependencies) الخطية داخل كل من هذه المجموعتين , بينما يكون تحليل الارتباط القانوني اللاخطي (OVERALS) بمقارنة K مجموعات من المتغيرات بعد إزالة الاعتمادات الخطية داخل كل مجموعة . لذا اقترح Hotelling's طريقة مختلفة معممة لإجراء الارتباط القانوني لـ K من المجموعات من المتغيرات .

في مسألة K من المجموعات ، هناك [K (K-1) / 2] من الارتباطات القانونية بين المجموعة المثالية من المتغيرات القانونية التي يمكن جمعها في مصفوفة ارتباط R لها بعد (K × K) . وتتعامل التعميمات(الاعمامات) مع المعايير المختلفة التي يمكن أن تصاغ كدوال من المصفوفة . Rفي نظام Gifi ، المعايير التي تعظم القيمة الذاتية الأكبر من R التي تكون مكافئة إلى تعظيم مجموع الارتباطات بين كل المتغيرات القانونية ومتجه الإحداثي (coordinate) غير المعلوم الذي نفترضه X . إن المجموعة J من المتغيرات j تصنف إلى K مجموعات فرعية وهي J(1),…., J(k),….., J(K) .

لذلك ، تعميم (إعمام) دالة خسارة Gifi يعطى في المعادلة (97 – 2) [35] .

$$\sigma(X; Y_1, \ldots\ldots, Y_j) = K^{-1} \sum_{k=1}^{K} SSQ(X - \sum_{j \in J(k)} G_j Y_j \ ) \qquad \ldots\ldots (2-97)$$

SSQ : مجموع مربعات عناصر المتجه أو المصفوفة بين المجموعات .

هذه الدالة هي الحد الأدنى مع (normalization) ، كما في تحليل التجانس , من $u'X = 0$ و $X'X = NI_p$. وفقًا للمعادلة $(2-100)$ ، كل المتغيرات ضمن كل مجموعة $k = 1,\ldots., K$, $J(k)$ تعامل كإضافة والتحولات المثالية من المتغير j ضمن مجموعة $J(k)$ يعتمد على التحولات المثلى من المتغيرات المتبقية من مجموعة $J(k)$. لذلك ، يتم توظيف تصحيح لمساهمة المتغيرات الأخرى وينعكس في الخوارزمية ALS الواردة أدناه .

في الخطوة الأولى ، Y_j المثالية للمصفوفة X هي :

$$Y_j = D_j^{-1} G_j (X - V_{kj}), j \in J \qquad \ldots\ldots (2-98)$$

إذ أن :

Y_j : مصفوفة الأوزان القانونية ذات البعد $c_j \times p$ للمتغيرات في المجموعة j .

D_j : هي المصفوفة القطرية ذات البعد $c_j \times c_j$.

G_j : : مصفوفة القياس المجزأة للمتغيرات ذات البعد $N \times c_j$, حيث c_j يمثل العدد الكلي للمتغيرات في المجموعة .

J : عدد المجموعات .

X : مصفوفة قيم المشاهدات ذات البعد $N \times p$, إذ N تمثل عدد المشاهدات و p تمثل عدد الأبعاد .

إذ أن V_{kj} هو :

$$V_{kj} = \sum_{j \in J(k)} G_j Y_j - G_j Y_j \quad , \quad k = 1, \ldots\ldots, K, j \in J \qquad \ldots\ldots (2-99)$$

في الخطوة الثانية , X المثالية للمعطى Y_j's هي :

$$X = K^{-1} \sum_{k=1}^{K} \sum_{j \in J(k)} G_j Y_j \qquad \ldots\ldots (2-100)$$

في الخطوة الثالثة للخوارزمية , المصفوفة X هي الأعمدة الممركزة وأن متجه الوحدة القياسي (orthonormalized) في الترتيب يكون لغرض استيفاء قيود (normalization) [47].

الفصل الثالث / الجانب التطبيقي

3.1: تمهيد

يتضمن هذا الفصل إجراءات الجانب التطبيقي للبحث الحالي من حيث تحديد المجتمع المتمثل في كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة كربلاء , واختيار الدراستين الصباحية والمسائية لقسم العلوم المالية والمصرفية , وأسلوب جمع البيانات المتمثلة بدرجات الطلبة وسنوات الدراسة في الجامعة والبرامج الإحصائية المستعملة في اختبار توزيع البيانات وفي تحليل النتائج في الارتباط القانوني حيث تم استخدام البرامج (STATGRAPHICS) و (SPSS Version_20) , ومقارنة النتائج للدراسات الصباحية والمسائية بالنسبة للارتباط القانوني من حيث مستوى أداء الطلاب لكل مادة على حدة .

3.2: مجتمع البحث

اعتمدت الباحثة في جمع البيانات على الاستمارات الخاصة بدرجات طلبة قسم العلوم المالية والمصرفية في كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة كربلاء للدراستين الصباحية والمسائية , وبعد استحصال الموافقات الرسمية تم اعتماد استمارة الدرجات لخريجي المرحلة الرابعة للعام الدراسي (2014-2015) ودرجات الطلبة نفسها في المرحلة الثالثة للعام الدراسي (2013 - 2014) مع الأخذ بعين الاعتبار درجة الطالب في حال نجاحه في الدور الأول أو الدور الثاني .

وبهذا العمل تمت مقارنة مستويات الطلبة لكل مادة دراسية في الدراسة الصباحية مع مستويات الطلبة لكل مادة دراسية في الدراسة المسائية , إذ كانت المجموعة الأولى تمثل المرحلتين للدراسة الصباحية (الثالثة X_1'S , الرابعة X_2'S) , وتمثل المجموعة الثانية المرحلتين للدراسة المسائية (الثالثة Y_1'S , الرابعة Y_2'S) , إذ تمت مقارنة كل مرحلة على انفراد .

تم سحب عينة عشوائية حجمها (132) تضمنت (66) طالباً من الدراسة الصباحية و (66) طالباً من الدراسة المسائية , اعتمادًا على عدد الطلاب في الدراسة المسائية الذين كان عددهم الكلي (66) طالبًا كي تكون العينة متساوية ومن ثم تكون المقارنة أكثر دقة . وكانت المواد الدراسية للمرحلة الثالثة والمرحلة الرابعة كما يأتي :

الجدول (1)

يمثل متغيرات المجموعات للمرحلة الثالثة :

المواد الدراسية للمرحلة الثالثة	ترميز المجموعة الأولى للدراسة الصباحية	ترميز المجموعة الأولى للدراسة المسائية
إدارة مالية	X_{11}	Y_{11}
نظام محاسبي	X_{12}	Y_{12}
أساليب كمية	X_{13}	Y_{13}
محاسبة تكاليف	X_{14}	Y_{14}
تسويق مصرفي	X_{15}	Y_{15}
عمليات مصرفية	X_{16}	Y_{16}
محاسبة ضريبية	X_{17}	Y_{17}

الجدول (2)

يمثل متغيرات المجموعات للمرحلة الرابعة :

المواد الدراسية للمرحلة الرابعة	ترميز المجموعة الثانية للدراسة الصباحية	ترميز المجموعة الثانية للدراسة المسائية
تدقيق ورقابة	X_{21}	Y_{21}
أسواق نقدية	X_{22}	Y_{22}
نظم معلومات	X_{23}	Y_{23}
تقييم قرارات	X_{24}	Y_{24}
محاسبة إدارية	X_{25}	Y_{25}
تمويل دولي	X_{26}	Y_{26}
مصارف متخصصة	X_{27}	Y_{27}
بحث تخرج	X_{28}	Y_{28}

3.3 : تطبيق بعض المقاييس الإحصائية على نماذج الانحدار :-

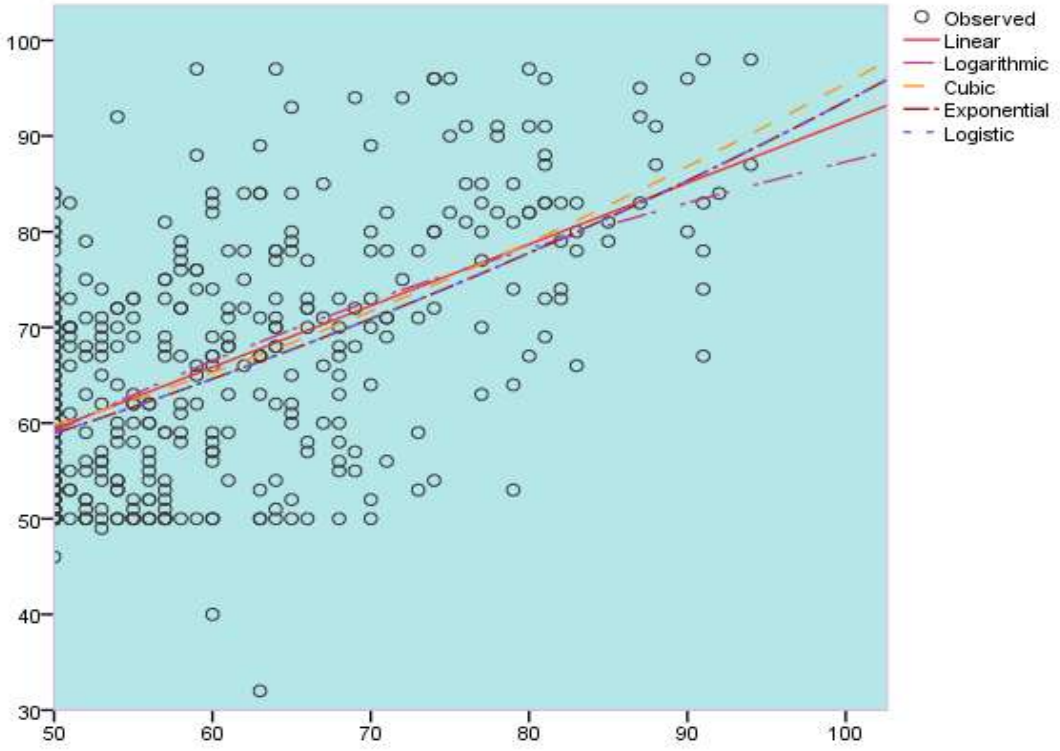
تم تطبيق بعض المقاييس الإحصائية على نماذج الانحدار الآتية والتي هي نموذج الانحدار (الخطي , اللوغاريتمي , التكعيبي , الأسي , اللوجستي) لمعرفة شكل نموذج الدراسة وفق البيانات المدروسة للمرحلة الثالثة والمرحلة الرابعة وكالآتي :

الجدول (3)

اختبار النموذج الخطي العام للمرحلة الثالثة الصباحي والمسائي

النماذج	R^2	MSE	$P.value$
Linear	**0.313**	**84.035**	**.000**
Logarithmic	**0.286**	**87.257**	**.000**
Cubic	**0.346**	**80.101**	**.000**
Exponential	**0.305**	**0.021**	**.000**
Logistic	**0.305**	**0.021**	**.000**

يبين الجدول (3) اختبار النماذج (**Logarithmic** , **Linear** , **cubic** , Exponential , **Logistic**) لدرجات المرحلة الثالثة للدراسة الصباحية والمسائية لمعرفة نوع الانحدار المستعمل , وتبين أن قيمة ($p.value < 0.05$) , أي أن النماذج كانت جميعها معنوية , وعليه يكون النموذج المستعمل هو نموذج خطي عام .



الشكل (2)

يبين رسم النموذج الخطي العام للمرحلة الثالثة للدراسة الصباحية والمسائية (الشكل من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج البرنامج الإحصائي SPSS)

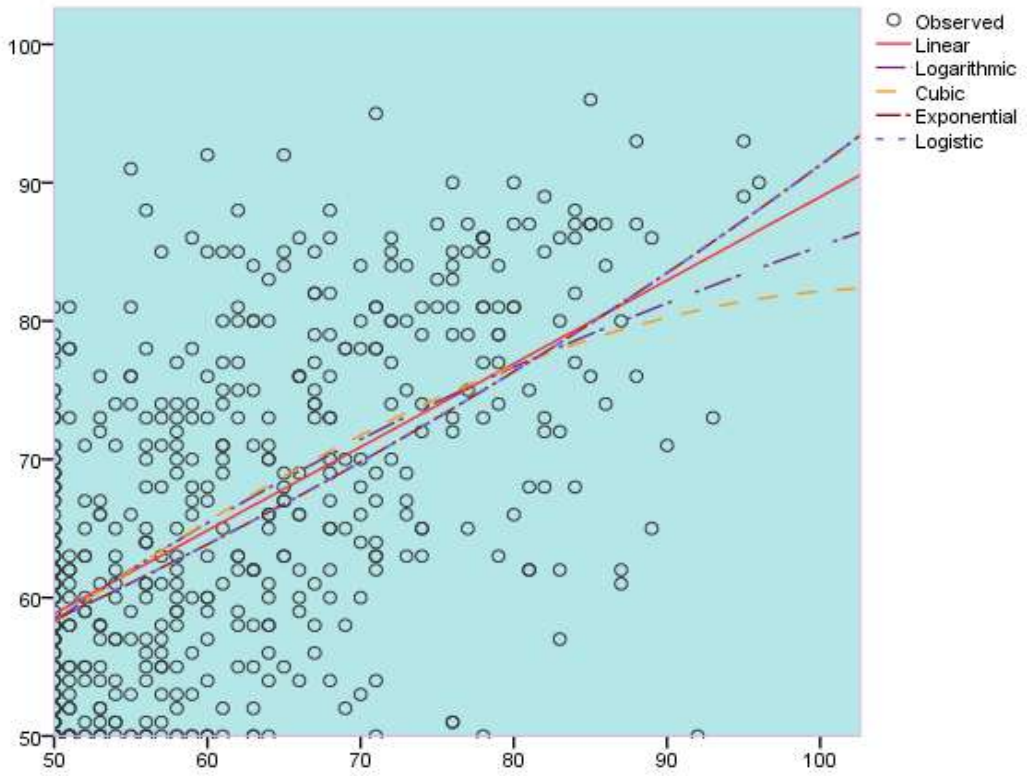
الجدول (4)

اختبار النموذج الخطي العام للمرحلة الرابعة الصباحي والمسائي

النماذج	R^2	MSE	$P.value$
Linear	**0.327**	**85.471**	**0.000**
Logarithmic	**0.316**	**86.852**	**0.000**
Cubic	**0.336**	**84.540**	**0.000**
Exponential	**0.331**	**0.020**	**0.000**
Logistic	**0.331**	**0.020**	**0.000**

يبين الجدول (4) اختبار النماذج (**Logarithmic** , **Linear** , **cubic** , Exponential , **Logistic**) لدرجات المرحلة الرابعة للدراسة الصباحية والمسائية لمعرفة نوع الانحدار

المستعمل , وتبين أن قيمة ($p.value < 0.05$) , أي أن النماذج كانت جميعها معنوية وعليه يكون النموذج المستعمل هو نموذج خطي عام .



الشكل (3)

يبين رسم النموذج الخطي العام للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية والمسائية (الشكل من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج البرنامج الإحصائي SPSS)

3.4 : تطبيق معاملات الارتباط الخطي البسيط للمرحلة الثالثة :-

وبما ان النموذج الملائم هو نموذج خطي عام وبهدف تطبيق الموضوع قمنا باختبارمعاملات الارتباط الخطي البسيط في حالة ما إذا كانت البيانات فتريه , إذ تم تطبيق (معامل ارتباط بيرسون معامل الارتباط القانوني الخطي) .

أما إذا كانت البيانات رتبية فسوف يتم تطبيق (معامل ارتباط سبيرمان , كندال تاو , معامل الارتباط القانوني اللاخطي) .

وبما أن درجات الطلبة يمكن دراستها بالحالتين (فتريه ورتبيه) لذا تناولنا الموضوع من الجانبين.

الجدول (5)

يبين اختبار معامل ارتباط (بيرسون pearson _ سبيرمان spearman_ كندال تاو Kendall's tau_p) للمرحلة الثالثة الدراسة الصباحية والدراسة المسائية

المتغيرات	معامل ارتباط بيرسون	$P.value$	معامل ارتباط سبيرمان	$P.value$	معامل ارتباط كندال تاو	$P.value$
X_{11} و Y_{11}	0.511	0.000	0.477	0.000	0.413	0.000
X_{12} و Y_{12}	0.527	0.000	0.360	0.003	0.326	0.004
X_{13} و Y_{13}	0.540	0.000	0.406	0.001	0.364	0.001
X_{14} و Y_{14}	0.566	0.000	0.496	0.000	0.439	0.000
X_{15} و Y_{15}	0.404	0.001	0.383	0.002	0.293	0.004
X_{16} و Y_{16}	0.727	0.000	0.654	0.000	0.602	0.000
X_{17} و Y_{17}	0.469	0.000	0.438	0.000	0.405	0.000

من النتائج السابقة للجدول (5) وعن طريق تحليل العلاقة بالنسبة لمعامل ارتباط بيرسون عند دراسة المتغيرات الأصلية نستنتج أن جميع العلاقات لدرجات المواد [الإدارة المالية (Y_{11},X_{11}) , النظام المحاسبي(Y_{12},X_{12}) , الأساليب الكمية (Y_{13},X_{13}) , محاسبة تكاليف (Y_{14},X_{14}) , تسويق مصرفي (Y_{15},X_{15}) , عمليات مصرفية (Y_{16},X_{16}) , محاسبة ضريبية (Y_{17},X_{17})] بالنسبة للمرحلة الثالثة للدراسة الصباحية مع المسائية هي علاقة معنوية أي أن $(p.value < 0.05)$, إذ كانت أفضل ارتباط بين الدراسة الصباحية والدراسة المسائية هو لمادة العمليات المصرفية (Y_{16},X_{16}) , وأقل درجة ارتباط هو لمادة التسويق المصرفي (Y_{15},X_{15}) .

وعند دراسة المتغيرات رتبياً وتحليل العلاقة بالنسبة لمعامل ارتباط سبيرمان ومعامل ارتباط كندال تاو فقد كانت النتائج متشابهة أيضاً , نستنتج من ذلك أن علاقة درجات مادة [الإدارة المالية (Y_{11},X_{11}) , النظام المحاسبي(Y_{12},X_{12}) , الأساليب الكمية (Y_{13},X_{13}) , محاسبة تكاليف (Y_{14},X_{14}) , تسويق مصرفي (Y_{15},X_{15}) , عمليات مصرفية (Y_{16},X_{16}) , محاسبة ضريبية (Y_{17},X_{17})] للمرحلة الثالثة للدراسة الصباحية مع الدراسة المسائية هي علاقة معنوية أي أن

(p.value<0.05) , إذ كانت أفضل ارتباط بين الدراسة الصباحية والدراسة المسائية هو لمادة العمليات المصرفية (Y_{16},X_{16}) , وأقل درجة ارتباط هو لمادة التسويق المصرفي (Y_{15},X_{15}) . أي تطابق نتائج الارتباط لكل من (بيرسون , سبيرمان , كندال تاو) .

3.5: تطبيق معاملات الارتباط الخطي البسيط للمرحلة الرابعة :-

الجدول (6)

يبين اختبار معامل ارتباط (بيرسون pearson _ سبيرمان spearman_ كندال تاو Kendall's tau_p) للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية والدراسة المسائية

المتغيرات	معامل ارتباط بيرسون	$P.value$	معامل ارتباط سبيرمان	$P.value$	معامل ارتباط كندال تاو	$P.value$
X_{21} و Y_{21}	0.662	0.000	0.676	0.000	0.585	0.000
X_{22} و Y_{22}	0.381	0.002	0.447	0.000	0.408	0.000
X_{23} و Y_{23}	0.181	0.145	0.079	0.529	0.071	0.527
X_{24} و Y_{24}	0.404	0.001	0.339	0.005	0.307	0.005
X_{25} و Y_{25}	0.325	0.008	0.273	0.027	0.270	0.028
X_{26} و Y_{26}	0.342	0.005	0.285	0.020	0.257	0.018
X_{27} و Y_{27}	0.567	0.000	0.498	0.000	0.448	0.000
X_{28} و Y_{28}	0.170	0.172	0.140	0.262	0.129	0.255

من النتائج السابقة للجدول (6) وعن طريق تحليل العلاقة بالنسبة لمعامل ارتباط بيرسون نستنتج أن جميع العلاقات لدرجات المواد [التدقيق والرقابة (Y_{21},X_{21}) , الأسواق النقدية (Y_{22},X_{22}) , تقييم قرارات (Y_{24},X_{24}) , محاسبة إدارية (Y_{25},X_{25}) , تمويل دولي (Y_{26},X_{26}) , مصارف متخصصة (Y_{27},X_{27})] بالنسبة للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية مع الدراسة المسائية هي علاقة معنوية , أي أن (p.value < 0.05) . أما بقية العلاقات للمواد الدراسية [نظم المعلومات (Y_{23} , X_{23}), بحث تخرج (Y_{28},X_{28})] فهي علاقة غير معنوية , إذ كانت أفضل علاقة ارتباط بين الدراسة الصباحية والدراسة المسائية هي مادة التدقيق والرقابة (Y_{21},X_{21}) , وأقل علاقة ارتباط هي مادة المحاسبة الإدارية (Y_{25},X_{25}) .

أما عن طريق تحليل العلاقة بالنسبة لمعامل ارتباط سبيرمان ومعامل ارتباط كندال تاو فقد كانت النتائج متشابهة , نستنتج من ذلك أن علاقة درجات مادة [التدقيق والرقابة (Y_{21},X_{21}) , الأسواق النقدية (Y_{22},X_{22}) , تقييم قرارات (Y_{24},X_{24}) , محاسبة إدارية (Y_{25},X_{25}) , تمويل دولي (Y_{26},X_{26}) , مصارف متخصصة (Y_{27},X_{27})] بالنسبة للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية مع الدراسة المسائية هي علاقة معنوية , أي أن $(p.value < 0.05)$, إذ كانت أفضل علاقة ارتباط بين الدراسة الصباحية والدراسة المسائية هي مادة التدقيق والرقابة (Y_{21},X_{21}) , وأقل علاقة ارتباط هي مادة المحاسبة الإدارية (Y_{25},X_{25}) . أما بقية العلاقات للمواد الدراسية [نظم المعلومات (Y_{23} , X_{23}), بحث تخرج (Y_{28},X_{28})] فهي علاقة غير معنوية . أي تطابق نتائج الارتباط لكل من (بيرسون , سبيرمان , كندال تاو) .

3.6: حساب معامل الارتباط القانوني الخطي للمرحلتين الثالثة والرابعة للدراستين الصباحية والمسائية :-

لأجل التحقق من إمكانية تطبيق أسلوب تحليل الارتباط القانوني الخطي يتم التحقق من أن بيانات المتغيرات تنتمي إلى التوزيع الطبيعي (Normality) , وبما أن عدد العينات يتجاوز الـ 30 عينة فإن البيانات تقترب من التوزيع الطبيعي حسب نظرية الغاية المركزية , ومع ذلك تم التحقق من أن بيانات المتغيرات المعتمدة تتوزع طبيعيًا ثم أدخلت مجموعتي المتغيرات في الحاسوب كلًّا على حدة باستعمال البرنامج الجاهز (STATGRAPHICS) و (SPSS Version_20) في شاشة Syntax وكما هو موضح في الملحق رقم (1) لحساب الارتباط القانوني بين المجموعتين لكل مرحلة وللدراستين الصباحية والمسائية .

3.6.1 : تحليل العلاقة بين أداء الطلبة للمرحلة الثالثة للدراسة الصباحية مع المرحلة الثالثة للدراسة المسائية لقسم العلوم المالية والمصرفية :

3.6.1.1 :اختبار معنوية العلاقة بين متغيرات المجموعتين الأولى X_1's والثانية Y_1's

لكي يكون أسلوب تحليل الارتباط القانوني ملائمًا كأسلوب لتحليل بيانات الدراسة , يجب التحقق من معنوية العلاقة بين متغيرات المجموعتين أو معنوية معاملات الارتباط . وتم اختبار الفرضية الآتية :

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = 0$$

وفي حالة عدم رفض هذه الفرضية فأن ذلك يشير إلى عدم معنوية الارتباط القانوني , مما يشير أيضًا إلى أن العلاقة بين متغيرات المجموعتين ليست معنوية , ولاختبار الفرضية السابقة نستعمل اختبار مربع كاي χ^2 المشار إليه بالمعادلة (87 – 2) من الفصل الثاني .

تم اختبار معنوية معاملات الارتباطات القانونية الكلية , وكذلك اختبار معنوية العلاقة بين متغيرات المجموعتين الأولى $\mathbf{X_1's}$ والثانية $\mathbf{Y_1's}$. وكانت النتائج كما في الجدول (7) الذي يمثل تحليل البيانات لمجموعة متغيرات المرحلة الثالثة للدراسة الصباحية والتي تمثل المجموعة ($X_1'S$) ومجموعة متغيرات المرحلة الثالثة للدراسة المسائية وتمثل المجموعة ($Y_1'S$) بهدف معرفة قوة العلاقة التي تربط المجموعتين .

الجدول (7)

يبين نتائج اختبار معنوية الارتباطات القانونية الكلية للمرحلة الثالثة للدراستين الصباحية والمسائية

نوع الاختبار	قيمة الإحصاءة	Df1	Df2	F	Sig.of F
Wilks lambda	0.13051	49	268	2.70314	0.0000

في الجدول (7) نلاحظ وجود علاقة معنوية بين معامل الارتباط للمجموعة الأولى والمجموعة الثانية إذ كانت قيمة (Sig.of F=0.000) وهي أقل من مستوى المعنوية (α=0.05) . وبناءً على هذه النتائج يمكن تطبيق أسلوب تحليل الارتباط القانوني على البيانات موضوع الدراسة بكل ثقة .

وعند حساب معامل الارتباط القانوني واختبار معنوية العلاقة كانت النتائج كما مبينة في الجدول (8) .

الجدول (8)

يبين الجذور القانونية والارتباط القانوني وحساب المعنوية الجزئية للمرحلة الثالثة

الدوال القانونية Canonical Function	الجذر القانونية λI	معامل الارتباط القانوني $r = \sqrt{\lambda i}$	قيمة احصاءة ويلكس لمدا W	قيمة احصاءة كاي سكوير χ^2	درجات الحرية d.f	القيمة الاحتمالية $P - value$
1	0.7349	0.8572	0.1305	117.087	49	0.0000
2	0.2761	0.5255	0.4923	40.7452	36	0.2695
3	0.1790	0.4231	0.6801	22.1622	25	0.6264
4	0.1270	0.3565	0.8285	10.818	16	0.8206
5	0.0463	0.2152	0.9491	3.0022	9	0.9642
6	0.0046	0.0682	0.9952	0.2735	4	0.9915
7	0.00008	0.0091	0.9999	0.0048	1	0.9446

يوضح الجدول (8) معاملات الارتباطات القانونية CanonicaL Correlation coefficient بين درجات المرحلة الثالثة للدراسة الصباحية مع درجات المرحلة الثالثة للدراسة المسائية قسم العلوم المالية والمصرفية للعام الدراسي (2013 _ 2014) والذي يبدو منه أن معامل الارتباط القانوني الأول هو لمادة (الإدارة المالية) والذي يمثل أعلى ارتباط من بين بقية المواد الدراسية وكان معنويًا عند مستوى معنوية (0.05) إذ بلغت قيمة معامل الارتباط القانوني الأول (r_1=0.8572) , وهو معنوي , وبلغت قيمة (p-value = 0.000) , وبلغت قيمة إحصاء مربع كاي χ^2 (117.087) لـ(49) درجة حرية (p×q) لاختبار الفرضية $H_0: \rho_1 = \rho_2 = 0$, أما أقل معامل ارتباط قانوني (0.0091) هو لمادة المحاسبة الضريبية (Y_{17} ,X_{17}) وهو غير معنوي .

أو بالاعتماد على المقارنة مع قيمة χ^2 الجدولية فإن ($\chi^2 > \chi^2_{0.05,49} = 67.50$ المحسوبة) أي أن (117.087> 67.50) لذا نرفض الفرضية الصفرية .

وقد بلغت قيمة الجذر المميز الأول ($\lambda_1 = 0.7349$) الذي يؤشر مقدار التباين المشترك للزوج الأول من المتغيرات القانونية بين مجموعة X's التي تشمل درجات المرحلة الثالثة للدراسة الصباحية والمجموعة Y's التي تشمل درجات المرحلة الثالثة للدراسة المسائية .

3.6.1.2 : حساب الأوزان القانونية للمرحلة الثالثة :-

تم حساب الأوزان القانونية التي هي عبارة عن المتجهات المميزة المناظرة للجذور المميزة لمجموعتي المتغيرات الأولى والثانية , وكانت النتائج كما مبينة في الجدول (9) :

الجدول (9)

يبين الأوزان القانونية المعيارية للمتجهات $\hat{a}$, $\hat{b}$ لمجموعتي المتغيرات في المرحلة الثالثة:

المواد الدراسية للمرحلة الثالثة	متغيرات المجموعة الاولى	Canonical weight $\hat{a}_1$	متغيرات المجموعة الثانية	Canonical weight $\hat{b}_1$
ادارة مالية	X_{11}	0.0395	Y_{11}	0.1347
نظام محاسبي	X_{12}	0.5685	Y_{12}	0.1712
أساليب كمية	X_{13}	0.0580	Y_{13}	0.4116
محاسبة تكاليف	X_{14}	-0.1783	Y_{14}	0.1011
تسويق مصرفي	X_{15}	-0.0920	Y_{15}	-0.0611
عمليات مصرفية	X_{16}	0.4456	Y_{16}	0.4406
محاسبة ضريبية	X_{17}	0.2474	Y_{17}	-0.1201

معاملات المجموعة الأولى :

يلاحظ من الجدول (9) وعن طريق متابعة معاملات المجموعة الأولى والتي تمثل درجات المرحلة الثالثة للدراسة الصباحية إن العامل (X_{12}) والذي يمثل درجة (النظام المحاسبي) يعد أكثر وزنًا (أي أكثر مادة تكون درجات الطلاب فيها مرتفعة) بالمقارنة مع بقية المعاملات وأن علاقتها إيجابية مع أداء الطالب في جميع المواد الدراسية للمرحلة الثالثة للدراسة المسائية , إذ بلغ وزنه القانوني (0.5685) ثم تأتي بعده في الأهمية المتغيرات : (X_{16} , X_{17} , X_{13}, X_{11}) , والتي تمثل المواد الدراسية (عمليات مصرفية , محاسبة ضريبية , أساليب كمية , إدارة مالية) , وأما المتغيرات الأخرى فقد كان تأثيرها سلبيًا (أي تكون درجات الطلاب فيها منخفضة) , وهي على الترتيب : (X_{14} , X_{15}) , والتي تمثل المواد الدراسية (محاسبة التكاليف , تسويق مصرفي) .

معاملات المجموعة الثانية :

أما بالنسبة إلى معاملات المجموعة الثانية والتي تمثل درجات المرحلة الثالثة للدراسة المسائية أن العامل (Y_{16}) والذي يمثل درجة (العمليات المصرفية) يعد أكثر وزنًا (أي أكثر مادة تكون درجات الطلاب فيها مرتفعة) بالمقارنة مع بقية المعاملات وأن علاقتها إيجابية مع أداء الطالب في جميع المواد الدراسية للمرحلة الثالثة للدراسة الصباحية إذ بلغ وزنه القانوني (0.4406) , ويأتي بعده في الأهمية المتغيرات : (Y_{14} , Y_{11} , Y_{12} , Y_{13}) , والتي تمثل المواد الدراسية على الترتيب : (الأساليب الكمية , النظام المحاسبي , الإدارة المالية , محاسبة التكاليف) . أما المتغيرات الأخرى فقد كان تأثيرها سلبيًا (أي أكثر مادتين تكون درجات الطلاب فيها منخفضة) وهي على الترتيب : (Y_{17} , Y_{15}) , والتي تمثل (التسويق المصرفي , محاسبة الضريبية) .

ويتبين من الجدول السابق أن زوج المتغير القانوني الأول (u_1^* , v_1^*) المناظر لأكبر مربع معامل ارتباط قويم (λ_1= 0.7349) يمكن التعبير عنه كالآتي :

$$u_1^* = 0.0395X_{11} + 0.5685X_{12} + 0.0580X_{13} - 0.1783X_{14} - 0.0920X_{15} + 0.44562X_{16} + 0.2474X_{17}$$

$$v_1^* = 0.1347Y_{11} + 0.1712Y_{12} + 0.4116Y_{13} + 0.1011Y_{14} - 0.0611Y_{15} + 0.4406Y_{16} - 0.1201Y_{17}$$

3.6.1.3 :احتساب معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية للمرحلة الثالثة :-

سيتم تقدير معاملات الأحمال القانونية التي تعرف على أنها معاملات الارتباط بين المتغيرات الأصلية والمتغيرات القانونية للمجموعة نفسها من المتغيرات , وذلك بتطبيق المعادلتين (86 – 2) و (87 – 2) كذلك نسبة التباين المفسر لكل مجموعة من المتغيرات الأصلية عن طريق المتغيرات القانونية المناظرة , والتي هي عبارة عن المتوسط الحسابي لمربعات معاملات الأحمال المناظرة لكل متغير قانوني جدول (10) .

الجدول (10)

يبين معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية لمجموعتي المتغيرات والنسبة المئوية للتباين المفسر لكل مجموعة بالمتغير القانوني المناظر

المواد الدراسية للمرحلة الثالثة	متغيرات المجموعة الاولى	معاملات الأحمال القانونية لـX1's Rv*x(1)	متغيرات المجموعة الثانية	معاملات الاحمال القانونية لـ Y1's Ru*y(1)
ادارة مالية	X_{11}	0.741	Y_{11}	0.861
نظام محاسبي	X_{12}	0.915	Y_{12}	0.762
أساليب كمية	X_{13}	0.678	Y_{13}	0.911
محاسبة تكاليف	X_{14}	0.653	Y_{14}	0.857
تسويق مصرفي	X_{15}	0.640	Y_{15}	0.686
عمليات مصرفية	X_{16}	0.884	Y_{16}	0.932
محاسبة ضريبية	X_{17}	0.777	Y_{17}	0.640
	$R^2_{(i)}v$ *100	58.1026	$R^2_{(i)}u$ *100	66.2165

من ملاحظة جدول (10) والخاص بمعاملات الأحمال القانونية ونسبة التباين المفسر يتبين ما يلي :

1- إن المتغير القانوني الأول في المجموعة الأولى قد فسر (58.1026%) من التباينات في مجموعة المتغيرات الأولى , وأن هذا المتغير قد فسر نسبة أعلى من المتغيرات المرتبطة معه بدرجة عالية وهي على الترتيب :

درجات مادة (النظام المحاسبي X_{12} , العمليات المصرفية X_{16} , المحاسبة الضريبية X_{17} , الأدارة المالية X_{11}, الأساليب الكمية X_{13} , محاسبة التكاليف X_{14}, التسويق المصرفي X_{15}) .

2- تبين أن المتغير القانوني الأول في المجموعة الثانية قد فسر (66.2165%) من التباينات في مجموعة المتغيرات الثانية , وأن هذا المتغير قد فسر نسبة أعلى من المتغيرات المرتبطة معه بدرجة عالية وهي على الترتيب :

درجات مادة (العمليات المصرفية Y_{16} , الأساليب الكمية Y_{13} , الإدارة المالية Y_{11} , محاسبة التكاليف Y_{14} , النظام المحاسبي Y_{12} , التسويق المصرفي Y_{15} , المحاسبة الضريبية Y_{17}) .

وهذه هي أهم المتغيرات التي ساهمت في تكوين زوج المتغير القانوني الأول (u_1^*, v_1^*) .

3.6.1.4: حساب المؤشر الفائض للمرحلة الثالثة :-

لتحديد مقدار التباينات في قيم متغيرات المجموعة الأولى الذي فسر عن طريق مجموعة متغيرات المجموعة الثانية في حالة أي زوج من المتغيرات القانونية , وبالعكس تم حساب المؤشر الفائض عن طريق المعادلتين (85 – 2) و (86 – 2) الواردتين في الفصل الثاني , ودونت نتائجه في الجدول (11) :

الجدول (11)

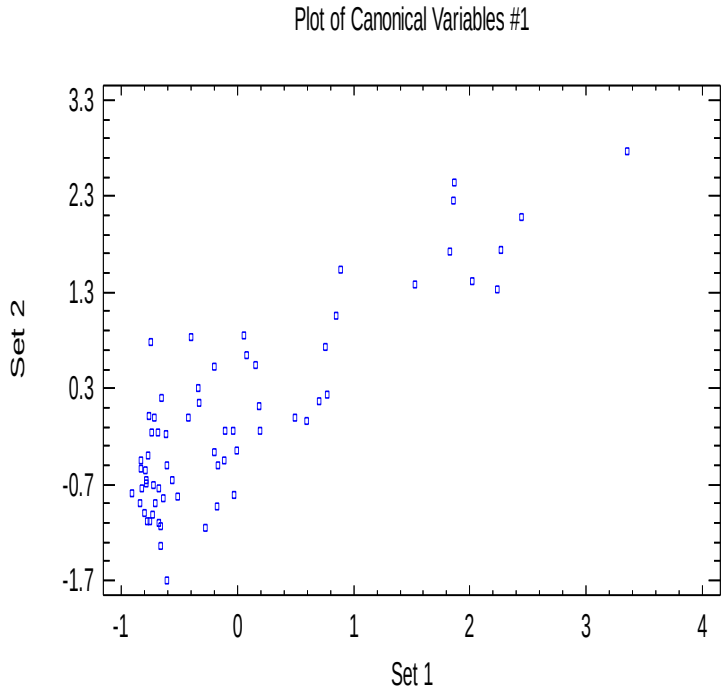
المؤشر الفائض لمجموعتي المتغيرات الأولى والثانية للمرحلة الثالثة

المتغير القانوني	λ_i	$R^2_{(i)X1}$	$R^2_{(i)Y1}$	المؤشر الفائض	
				$\lambda \times R^2_{(i)X1}$	$\lambda \times R^2_{(i)Y1}$
الأول	0.7349	0.5810	0.6622	0.427	0.487

يلاحظ من الجدول (11) أن متغيرات المجموعة الأولى (درجات المواد للدراسة الصباحية) قد فسرت تقريبًا (43%) من التباينات في قيم مجموعة المتغيرات الثانية (درجات المواد للدراسة المسائية) .

وإن متغيرات المجموعة الثانية (درجات المواد للدراسة المسائية) قد فسرت تقريبًا (49%) من التباينات في قيم مجموعة المتغيرات الأولى (درجات المواد للدراسة الصباحية) .

ويكون تمثيل العلاقة لبيان الارتباط القانوني بين المجموعتين الأولى والثانية للمرحلة الثالثة كما في الشكل التالي :



الشكل (4) الارتباط القانوني للمجموعتين الأولى والثانية للمرحلة الثالثة (الشكل من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج البرنامج الإحصائي SPSS)

يبين الشكل (4) الارتباط القانوني للمجموعتين الأولى والثانية للمرحلة الثالثة , إذ يمثل المحور الأفقي المتغير القانوني U , أما المحور العمودي فيمثل رسم المتغير القانوني V , ونلاحظ أن هناك ارتباطًا قويًا بين المتغيرات القانونية الأولى .

3.6.2: تحليل العلاقة بين أداء الطلبة للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية مع المرحلة الرابعة للدراسة المسائية لقسم العلوم المالية والمصرفية :-

3.6.2.1: اختبار معنوية العلاقة بين متغيرات المجموعتين الأولى X_2's والثانية Y_2's للمرحلة الرابعة :

لكي يكون أسلوب تحليل الارتباط القانوني ملائمًا كأسلوب لتحليل بيانات الدراسة يجب التحقق من معنوية العلاقة بين متغيرات المجموعتين أو معنوية معاملات الارتباط . وقد تم اختبار الفرضية التالية :

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = 0$$

في حالة عدم رفض هذه الفرضية فأن ذلك يشير إلى عدم معنوية الارتباط القانوني , مما يشير أيضًا إلى أن العلاقة بين متغيرات المجموعتين ليست معنوية ولاختبار الفرضية السابقة سنستعمل اختبار كاي سكوير χ^2 المشار إليه بالمعادلة (87 – 2) .

تم اختبار معنوية معاملات الارتباطات القانونية الكلية , وكذلك اختبار معنوية العلاقة بين متغيرات المجموعتين الأولى $\mathbf{X_2's}$ والثانية $\mathbf{Y_2's}$.

في هذا البند سوف يتم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها لمعرفة قوة العلاقة التي تربط مجموعة من متغيرات المواد الدراسية للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية والتي تمثل المجموعة ($X_2's$) ومجموعة متغيرات المواد الدراسية للمرحلة الرابعة للدراسة المسائية وتمثل المجموعة ($Y_2's$) . وكما في الجدول الآتي :

الجدول (12)

يبين نتائج اختبار معنوية الارتباطات القانونية الكلية للمرحلة الرابعة للدراستين الصباحية و المسائية .

نوع الاختبار	قيمة الإحصاءة	Df1	Df2	F	Sig.of F
Wilks lambda	0.14534	64	294	1.82954	0.0000

يبين الجدول (12) وجود علاقة معنوية بين معامل الارتباط بين المجموعة الأولى والمجموعة الثانية إذ كانت قيمة (Sig.of F=0.000) , وهي أقل من مستوى المعنوية (α=0.05) , وبناءً على هذه النتائج يمكن تطبيق أسلوب تحليل الارتباط القانوني على بيانات موضوع الدراسة بكل ثقة.

وعند حساب معامل الارتباط القانوني واختبار معنوية العلاقة كانت النتائج كما مبينة في الجدول (13)

الجدول (13)

يبين الجذور القانونية والارتباط القانوني وحساب المعنوية الجزئية للمرحلة الرابعة

الدوال القانونية Canonical Function	الجذر القانونية λI	معامل الارتباط القانوني $r = \sqrt{\lambda i}$	قيمة إحصائية ويلكس لمدا W	قيمة إحصائية مربع كاي χ^2	درجات الحرية d.f	القيمة الاحتمالية $P - value$
1	0.5808	0.7621	0.1453	108.969	64	0.0004
2	0.3265	0.5714	0.3467	59.8439	49	0.1379
3	0.3098	0.5566	0.5148	37.5041	36	0.4000
4	0.1814	0.4259	0.7460	16.5539	25	0.8973
5	0.0545	0.2334	0.9114	5.2413	16	0.9944
6	0.0277	0.1665	0.9639	2.0747	9	0.9902
7	0.0085	0.0925	0.9914	0.4860	4	0.9748
8	1.34641	0.0003	1.0	0.0000	1	0.9978

يوضح الجدول (13) معاملات الارتباطات القانونية Canonical Correlation coefficient بين درجات المرحلة الرابعة للدراسة الصباحية مع درجات المرحلة الرابعة للدراسة المسائية قسم العلوم المالية والمصرفية للعام الدراسي (2014 - 2015) والذي يبدو منه أن معامل الارتباط القانوني الأول كان معنويًا عند مستوى معنوية (0.05) , إذ بلغت قيمة معامل الارتباط القانوني الأول (r_1=0.7621) لمادة (التدقيق والرقابة) وهي تمتلك أعلى ارتباط , وبلغت قيمة (p-value = 0.0004) , وبلغت قيمة إحصاءة مربع كاي χ^2 (108.969) لـ(64) درجة حرية (p×q) , لاختبار الفرضية :

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = 0$$

و بالاعتماد على القيمة الجدولية لـ χ^2 فإن ($\chi^2_{0.05,64}$ =79.08) < χ^2 المحسوبة) , أي أن (79.08 < 108.969) لذا نرفض فرضية العدم .

وقد بلغت قيمة الجذر المميز الأول (λ_1 = 0.5808) الذي يؤشر مقدار التباين المشترك للزوج الأول من المتغيرات القانونية بين مجموعة X_2's التي تشمل درجات المرحلة الرابعة للدراسة

الصباحية والمجموعة Y_2's التي تشمل درجات المرحلة الرابعة للدراسة المسائية , أما أقل معامل ارتباط قانوني هو (1.3464) يمثل مادة بحث التخرج.

3.6.2.2: حساب الأوزان القانونية للمرحلة الرابعة :-

تم حساب الأوزان القانونية التي هي عبارة عن المتجهات المميزة المناظرة للجذور المميزة لمجموعتي المتغيرات الأولى والثانية للمرحلة الرابعة. وكانت النتائج كما مبينة في جدول (14) :

الجدول (14)

يبين الأوزان القانونية المعيارية للمتجهات $\hat{a}$, $\hat{b}$ لمجموعتي المتغيرات في العلاقة الأولى

المواد الدراسية للمرحلة الرابعة	متغيرات المجموعة الأولى	Canonical weight $\hat{a}_1$	متغيرات المجموعة الثانية	Canonical weight $\hat{b}_1$
تدقيق ورقابة	X_{21}	0.8283	Y_{21}	0.6658
أسواق نقدية	X_{22}	-0.0852	Y_{22}	-0.2214
نظم معلومات	X_{23}	-0.0860	Y_{23}	0.1205
تقييم قرارات	X_{24}	0.2586	Y_{24}	-0.0807
محاسبة إدارية	X_{25}	0.2644	Y_{25}	0.1987
تمويل دولي	X_{26}	-0.2074	Y_{26}	0.2199
مصارف متخصصة	X_{27}	0.1981	Y_{27}	0.3041
بحث تخرج	X_{28}	-0.0951	Y_{28}	-0.1792

معاملات المجموعة الأولى :

يلاحظ من الجدول (14) وعن طريق متابعة معاملات المجموعة الأولى , والتي تمثل درجات المرحلة الرابعة للدراسة الصباحية أن العامل (X_{21}) والذي يمثل درجة (التدقيق والرقابة) يعد أكثر وزنًا (أي تكون درجات الطلاب فيها مرتفعة) مقارنةً مع بقية المعاملات , وأن علاقتها إيجابية مع أداء الطالب في جميع المواد الدراسية للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية , إذ بلغ وزنه القانوني (0.8283) , ويأتي بعده في الأهمية المتغيرات : (X_{25} , X_{24} , X_{27}) , والتي تمثل المواد الدراسية

على الترتيب : (محاسبة إدارية , تقييم قرارات , مصارف متخصصة) . وأما المتغيرات الأخرى فقد كان تأثيرها سلبيًا (أي تكون درجات الطلاب فيها منخفضة) , والتي هي : (X_{22} , X_{23} , X_{26} , X_{28}) , والتي تمثل المواد الدراسية على الترتيب : (أسواق نقدية , نظم معلومات , تمويل دولي , بحث تخرج) .

معاملات المجموعة الثانية :

أما بالنسبة إلى معاملات المجموعة الثانية فإن معامل (Y_{21}) , والذي يمثل درجة (التدقيق والرقابة) يعد أكثر وزنًا (أي تكون درجات الطلاب فيها مرتفعة) مقارنةً مع بقية المعاملات , وأن علاقتها إيجابية مع أداء الطالب في جميع المواد الدراسية للمرحلة الرابعة للدراسة المسائية , إذ بلغ وزنه القانوني (0.6658) , ثم تأتي بعده في الأهمية المتغيرات : (Y_{23} Y_{25} , Y_{26} , Y_{27}) , والتي تمثل المواد الدراسية (مصارف متخصصة , تمويل دولي , محاسبة إدارية , نظم معلومات) , أما المتغيرات الأخرى فقد كان تأثيرها سلبيًا (أي تكون درجات الطلاب فيها منخفضة), والتي هي : (Y_{22} , Y_{24} , Y_{28}) , والتي تمثل المواد الدراسية(أسواق نقدية , تقييم قرارات , بحث تخرج).

يتبين من الجدول السابق أن الزوج المتغير القانوني الأول (u_1^*, v_1^*) المناظر لأكبر مربع معامل ارتباط قويم (λ_1=0.5808) يمكن التعبير عنه كالآتي :

$$\boldsymbol{u_1^*} = 0.8283X_{21} - 0.0852X_{22} - 0.0860X_{23} + 0.2586X_{24} + 0.2644X_{25} - 0.2074*X_{26} + 0.1981X_{27} - 0.0951X_{28}$$

$$\boldsymbol{v_1^*} = 0.6658Y_{21} - 0.2214Y_{22} + 0.1205Y_{23} - 0.0807Y_{24} + 0.1987Y_{25} + 0.2199Y_{26} + 0.3041Y_{27} - 0.1792Y_2$$

يتبين من زوج المتغير القانوني الأول أن المواد الدراسية للمرحلة الرابعة والتي هي (التدقيق والرقابة X_{21}) و (التمويل الدولي Y_{26}) و (مصارف متخصصة Y_{27}) و (محاسبة ادارية X_{25}) و (تقييم قرارات X_{24}) و (أسواق نقدية Y_{22}) و (تمويل دولي Y_{26}) و (تمويل دولي X_{26}) على الترتيب , تعد أهم المتغيرات التي ساهمت في تعظيم الارتباط بين زوج المتغير القانوني الأول بالنسبة للمرحلة الرابعة للدراسة الصباحية والمسائية .

3.6.2.3:احتساب معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية للمرحلة الرابعة :-

سيتم تقدير معاملات الأحمال القانونية التي تعرف على أنها معاملات الارتباط بين المتغيرات الأصلية والمتغيرات القانونية للمجموعة نفسها من المتغيرات , وذلك بتطبيق المعادلتين (83 – 2) و (84 – 2) الواردتين في الجانب النظري , كذلك نسبة التباين المفسر لكل مجموعة من المتغيرات الأصلية عن طريق المتغيرات القانونية المناظرة , والتي هي عبارة عن المتوسط الحسابي لمربعات معاملات الأحمال المناظرة لكل متغير قويم , جدول (15) .

الجدول (15)

يبين معاملات الأحمال (التشبعات) القانونية لمجموعتي المتغيرات للمرحلة الرابعة والنسبة المئوية للتباين المفسر لكل مجموعة بالمتغير القانوني المناظر

المواد الدراسية للمرحلة الرابعة	متغيرات المجموعة الأولى	معاملات الأحمال القانونية لـX2's Rv*x(1)	متغيرات المجموعة الثانية	معاملات الأحمال القانونية لـ Y2's Ru*y(1)
تدقيق ورقابة	X_{21}	0.923	Y_{21}	0.913
أسواق نقدية	X_{22}	0.496	Y_{22}	0.599
نظم معلومات	X_{23}	0.498	Y_{23}	0.691
تقييم قرارات	X_{24}	0.552	Y_{24}	0.693
محاسبة إدارية	X_{25}	0.623	Y_{25}	0.646
تمويل دولي	X_{26}	0.617	Y_{26}	0.764
مصارف متخصصة	X_{27}	0.806	Y_{27}	0.817
بحث تخرج	X_{28}	0.197	Y_{28}	0.263
	$R^2_{(i)}v$ *100	38.849	$R^2_{(i)}u$ *100	48.597

من ملاحظة جدول (15) الخاص بمعاملات الأحمال القانونية ونسبة التباين المفسر يتبين ما يأتي :

1- إن المتغير القانوني الأول في المجموعة الأولى قد فسر (38.849%) من التباينات في مجموعة المتغيرات الأولى , وأن هذا المتغير قد فسر نسبة أعلى من المتغيرات المرتبطة معه بدرجة عالية وهي على الترتيب :

درجات مادة (التدقيق والرقابة X_{21} , المصارف المتخصصة X_{27} , المحاسبة الإدارية X_{25} , التمويل الدولي X_{26}, تقييم القرارات X_{24} , نظم المعلومات X_{23}, الأسواق النقدية X_{22} , بحث التخرج X_{28}).

2 - تبين أن المتغير القانوني الأول في المجموعة الثانية قد فسر (48.597%) من التباينات في مجموعة المتغيرات الثانية , وأن هذا المتغير قد فسر نسبة أعلى من المتغيرات المرتبطة معه بدرجة عالية وهي على الترتيب :

درجات مادة (التدقيق والرقابة Y_{21} , مصارف متخصصة Y_{27} , التمويل الدوليY_{26} , تقييم القرارات Y_{24} , نظم المعلومات Y_{23} , المحاسبة الإدارية Y_{25} , الأسواق النقدية Y_{22} , بحث التخرج Y_{28}) .

وهذه هي أهم المتغيرات التي ساهمت في تكوين زوج المتغير القانوني الأول (u_1^*, v_1^*) .

3.6.2.4:حساب المؤشر الفائض للمرحلة الرابعة :-

لتحديد مقدار التباينات في قيم متغيرات المجموعة الأولى الذي فسر عن طريق مجموعة متغيرات المجموعة الثانية في حالة أي زوج من المتغيرات القانونية , وبالعكس تم حساب المؤشر الفائض عن طريق المعادلتين (88 – 2) و (89 – 2) ودونت نتائجه في الجدول رقم (16) :

جدول (16)

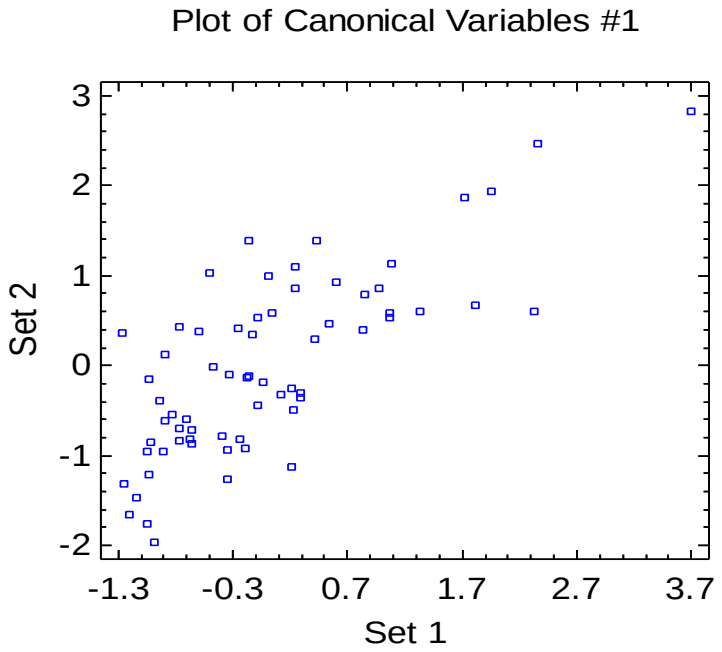
المؤشر الفائض لمجموعتي المتغيرات الأولى والثانية

المتغير القانوني	λ_i	$R^2_{(i)X2}$	$R^2_{(i)Y2}$	المؤشر الفائض	
				$\lambda \times R^2_{(i)X2}$	$\lambda \times R^2_{(i)Y2}$
الأول	0.5808	0.3885	0.4859	0.2256	0.2822

يلاحظ من الجدول (16) أن متغيرات المجموعة الأولى (درجات المواد للدراسة الصباحية) قد فسرت تقريبًا (23%) من التباينات في قيم مجموعة المتغيرات الثانية (درجات المواد للدراسة المسائية) .

وأن متغيرات المجموعة الثانية (درجات المواد للدراسة المسائية) قد فسرت تقريبًا (28%) من التباينات في قيم مجموعة المتغيرات الأولى (درجات المواد للدراسة الصباحية) .

ويكون تمثيل العلاقة لبيان الارتباط القانوني بين المجموعتين الأولى والثانية للمرحلة الرابعة كما في الشكل الآتي :



الشكل (5) يمثل الارتباط القانوني للمجموعتين الاولى والثانية للمرحلة الرابعة (الشكل من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج البرنامج الإحصائي SPSS)

يبين الشكل (5) النقاط المشتركة للمتغيرات القانونية للمجموعتين الأولى والثانية للمرحلة الرابعة . إذ يمثل المحور الأفقي المتغير القانوني U , أما المحور العمودي فيمثل رسم المتغير القانوني V , ونلاحظ أن هناك ارتباطًا قويًا بين المتغيرات القانونية الأولى .

3.7 : تحليل الارتباط القانوني اللاخطي :

تم استعمال البرنامج الإحصائي (Spss Ver 20) لإيجاد تحليل الارتباط القانوني العام اللاخطي للبحث عن العلاقات والتشابهات بين مجموعات المتغيرات إذ كان عدد الفئات لكل متغير (5 فئات) وتتمثل بـ(مقبول=1 , متوسط=2 , جيد=3 , جيد جداً=4 , امتياز=5) وكان نوع المتغير هو متغير رتبي (Ordenal) .

3.7.1 :تحليل الارتباط القانوني اللاخطي للمرحلة الثالثة للدراستين الصباحية والمسائية :-

يوضح الجدول (17) قيم الخسارة loss values , والقيم الذاتية Eigen values , وقيم المطابقة Fit values التي تبين الحل المناسب لتحليل الارتباط القانوني اللاخطي الذي يناسب البيانات كميًا على النحو الأمثل فيما يتعلق بالارتباط بين مجموعات المتغيرات بالنسبة للدراسة الصباحية والدراسة المسائية للمرحلة الثالثة .

الجدول (17)

يمثل ملخص التحليل ذو البعدين للمرحلة الثالثة

	المجموعات	رمز كل مادة في الصباحي والمسائي	الابعاد Dimension		مجموع الابعاد Sum
			1	2	
الخسارة Loss	ادارة مالية	X_{11} و Y_{11}	0.209	0.376	0.585
	نظام محاسبي	X_{12} و Y_{12}	0.124	0.507	0.632
	أساليب كمية	X_{13} و Y_{13}	0.203	0.760	0.963
	محاسبة تكاليف	X_{14} و Y_{14}	0.214	0.556	0.770
	تسويق مصرفي	X_{15} و Y_{15}	0.261	0.562	0.822
	عمليات مصرفية	X_{16} و Y_{16}	0.136	0.321	0.457
	محاسبة ضريبية	X_{17} و Y_{17}	0.372	0.798	1.170
متوسط القيمMean			**0.217**	**0.554**	**0.771**
القيم الذاتية Eigenvalue			**0.783**	**0.446**	
القيمة الفعلية للمطابقةFit					**1.229**

تبين عن طريق الجدول (17) أن الخسارة لكل بعد هي نسبة التباين في قيم المشاهدات التي لا يمكن أن تفسر عن طريق التركيبات الموزونة للمتغيرات في المجموعة . إذ كان معدل الخسارة خلال هذه المجموعات هو (0.771) . نلاحظ أن الخسارة تحدث في البعد الثاني أكثر من البعد الأول .

يتضح من الدراسة أن القيم الذاتية كانت متوسطة نسبيًا (0.783) و(0.446) بينما كانت القيمة الفعلية للمطابقة (1.229) والتي تمثل مجموع القيم الذاتية والتي حسبت من الاختلافات , وبما أن لدينا بعدين فإن القيمة الفعلية هي (1.229) مقسومًا على 2 مساويةً إلى 61.4% من الاختلافات (التباينات) التي سيتم حسابها في التحليل (القيمة المطابقة القصوى تساوي عدد الأبعاد وهي 2 , إذا تحصلت هذه القيمة أي 2 فإن ذلك إشارة إلى أن العلاقة مثالية (صحيحة)) . كما أن :

.783 / 1.229 من المطابقة الحقيقية حسبت بواسطة البعد الأول .

.446 / 1.229 من المطابقة الحقيقية حسبت بواسطة البعد الثاني .

قيم الخسارة تمثل نسبة الاختلاف (التباين) في قيم المشاهدات في كل بعد وفي كل مجموعة وكما موضح في الجدول (17) .

أما بالنسبة لمتوسط المجموعات فهو معدل الخسارة في المجموعات والتي تعطي الفرق بين القيمة العظمى والقيمة الفعلية للمطابقة وكما يلي : 2-1.229 = 0.771 , والتي ليس بالضرورة أن تكون بمستوًى عالٍ .

مجموع معدل الخسارة (متوسط القيم) والقيمة الفعلية للمطابقة يجب أن يكون مساويًا لعدد الأبعاد في الدراسة (2=1.229+.771) , لذا تشير قيم الخسارة الصغيرة إلى الارتباطات المتعددة الكبيرة بين المجموع الموزون للمتغيرات ذات المقاييس المثلى وبين الأبعاد .

وبتطبيق معادلة رقم (89 – 2) يكون الارتباط القانوني لكل بعد على النحو التالي :

$$\rho_1 = ((7 \times 0.783) - 1)/(7 - 1) = 0.7468$$

$$\rho_2 = ((7 \times 0.446) - 1)/(7 - 1) = 0.3536$$

نلاحظ من نتائج الارتباط القانوني اللاخطي للمرحلة الثالثة أن الارتباط في البعد الأول (ρ_1) أكبر من الارتباط في البعد الثاني (ρ_2) وذلك لأن الخسارة في البعد الأول (أي التباين في قيم المشاهدات) أقل من الخسارة في البعد الثاني .

3.7.2 :احتساب الأوزان للمرحلة الثالثة :-

الجدول (18)

يمثل الاوزان القانونية اللاخطية للمجموعتين الأولى والثانية للمرحلة الثالثة

المجموعات	المتغيرات	المواد الدراسية	الابعاد Dimension	
			1	2
1	مسائي Y11	ادارة مالية	-0.754	0.637
	صباحيX11		-0.256	-0.839
2	مسائيY12	نظام محاسبي	-0.470	0.722
	صباحي X12		-0.627	-0.532
3	مسائي Y13	أساليب كمية	-0.830	0.180
	صباحيX13		-0.149	-0.495
4	مسائيY14	محاسبة تكاليف	-0.610	-0.656
	صباحيX14		-0.370	0.779
5	مسائيY15	تسويق مصرفي	-0.682	0.420
	صباحيX15		-0.353	-0.691
6	مسائيY16	عمليات مصرفية	-0.713	0.671
	صباحيX16		-0.370	-0.874
7	مسائيY17	محاسبة ضريبية	-0.421	0.353
	صباحيX17		-0.520	-0.419

تبين من خلال الجدول أعلاه أن الأوزان القانونية اللاخطية تتمثل في البعد الأول أكثر من البعد الثاني بسبب زيادة القيم في البعد الأول ونقصانها في البعد الثاني , والسبب الآخر أن الارتباط القانوني اللاخطي في البعد الاول اكبر من الارتباط في البعد الثاني .

7.3. 3: احتساب مكونات التحميل للمرحلة الثالثة :-

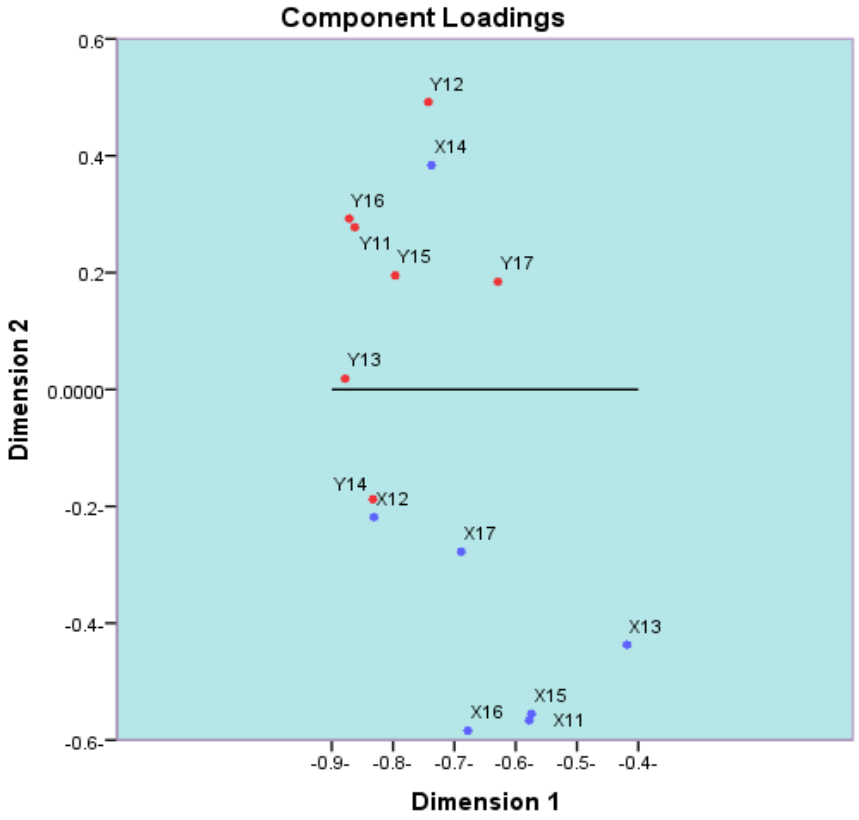
مكونات التحميل المبينة في الجدول (19) تعطي الارتباط بين قيم المشاهدات والمتغيرات المقاسة المثالية , وهي توضح نسبة تحميل كل متغير في كل مجموعة ولكل بعد , إذ تم تقليل أبعاد الدراسة إلى اثنين , وكما هو موضح في الجدول أدناه :

الجدول (19)

يمثل تحميلات المكونات اللاخطية للمجموعتين للمرحلة الثالثة

المجموعات	المتغيرات	المواد الدراسية	الابعاد Dimension	
			1	2
1	مسائي Y11	ادارة مالية	-0.862	0.278
	صباحيX11		-0.578	-0.566
2	مسائيY12	نظام محاسبي	-0.742	0.492
	صباحي X12		-0.831	-0.219
3	مسائي Y13	أساليب كمية	-0.878	0.019
	صباحيX13		-0.418	-0.437
4	مسائيY14	محاسبة تكاليف	-0.833	-0.188
	صباحيX14		-0.737	0.384
5	مسائيY15	تسويق مصرفي	-0.797	0.195
	صباحيX15		-0.574	-0.555
6	مسائيY16	عمليات مصرفية	-0.871	0.292
	صباحيX16		-0.678	-0.584
7	مسائيY17	محاسبة ضريبية	-0.629	0.184
	صباحيX17		-0.689	-0.278

تحميلات المكونات الموضحة في الجدول (19) تقيس الارتباط بين قيم المشاهدات والمتغيرات ذات المقاييس المثلى , ففي حالة عدم وجود خسارة في البيانات فإن تحميلات المكونات مساوية إلى معامل ارتباط بيرسون بين (المتغيرات المقاسة (الكمية) وقيم المشاهدات (object scores)) وبما أنه تبين من خلال نتائج التحليل العملي يوجد خسارة في قيم المشاهدات لذلك أن تحميلات المكونات لا تساوي معامل ارتباط بيرسون , وأن تحميلات المكونات تمثل إحداثيات لنقاط المتغيرات على الرسم البياني لذا يمكن تفسيرها بسهولة عن طريق الرسم .



الشكل(6)

يمثل تحميلات المكونات لمجموعات المواد الدراسية للمرحلة الثالثة (الشكل من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج البرنامج الإحصائي SPSS)

المسافة من نقطة الأصل لكل نقطة ممثلة بالرسم لمتغير معين تمثل أهمية ذلك المتغير (أي تكون درجات الطلاب مرتفعة) . لذلك فإن تحميلات المكونات تثبت أن بعض المواد التي في الدراسة الصباحية التي تكون الدرجات فيها مرتفعة قد لا تمثل المستوى نفسه في الدراسة المسائية فمثلاً ان (Y_{13}) والذي يمثل مادة (أساليب كمية) للدراسة المسائية ففي الوقت الذي تكون فيه (Y_{13}) الأقرب إلى نقطة الأصل, تكون X_{13} والتي تمثل المادة نفسها لكن للدراسة الصباحية تكون الأبعد عن نقطة الأصل أي أن مادة الأساليب الكمية في الدراسة الصباحية كانت فيها درجات الطلاب أعلى من درجات طلاب الدراسة المسائية . وهذا يعني أن التفاوت في درجات الطلاب في الدراسة الصباحية ليس بالضرورة أن يكون بالدرجة نفسها في الدراسة المسائية للمادة نفسها .

أن النظرة العامة للرسم البياني تثبت بأن المتغيرات ($X_{11},X_{13},X_{15},X_{16}$) والتي تمثل المواد الدراسية (عمليات مصرفية , تسويق مصرفي , أساليب كمية , ادارة مالية) على الترتيب ,كانت أكثر المواد ارتفاعاً للدرجات من بقية المواد في الدراسة الصباحية , في حين كانت المتغيرات

(Y_{12},Y_{17}) والتي تمثل المواد الدراسية (محاسبة ضريبية , نظام محاسبي) على الترتيب , كانت الأكثر ارتفاعا للدرجات من بقية المواد في الدراسة المسائية أي ان مستوى الطلاب على الأغلب كان جيداً في هذه المواد .

في حين أن (X_{14},X_{17}) والتي تمثل المواد الدراسية (محاسبة ضريبية , محاسبة تكاليف) على الترتيب كانت درجات الطلاب فيها متوسطة مقارنة بباقي المواد في الدراسة الصباحية قياسًا إلى بعدها عن نقطة الأصل , أي مستوى الطلاب متوسط في هذه المواد .

في حين كانت المتغيرات (Y_{11} , Y_{15} , Y_{16}) والتي تمثل المواد الدراسية (إدارة مالية , تسويق مصرفي , عمليات مصرفية) على الترتيب كانت درجات الطلاب فيها متوسطة مقارنة بباقي المواد في الدراسة المسائية قياسًا إلى بعدها عن نقطة الأصل أي مستوى الطلاب متوسط في هذه المواد . أما المتغير(X_{12}) والذي يمثل مادة (نظام محاسبي) فكانت أقل مادة درجات الطلاب فيها منخفضه مقارنة ببقية المواد بالنسبة للدراسة الصباحية لأنها الأقرب من نقطة الأصل أي أن غالبية الطلاب في هذه المادة كان مستواهم مقبول . في حين كانت المتغيرات (Y_{13} ,Y_{14}) والتي تمثل المواد الدراسية (أساليب كمية , محاسبة تكاليف) كانت أقل مادتين درجات الطلاب فيها منخفضه مقارنة ببقية المواد بالنسبة للدراسة المسائية لأنها الأقرب إلى نقطة الأصل أي أن غالبية الطلاب في هاتين المادتين كان مستواهم مقبول.

3.7.4: تحليل الارتباط القانوني اللاخطي للمرحلة الرابعة للدراستين الصباحية والمسائية

يوضح الجدول (20) قيم الخسارة loss values , والقيم الذاتية Eigen values , والقيمة الفعلية للمطابقة Fit values التي تبين أوجه التشابه بين المجموعات لإيجاد الحل المناسب لتحليل الارتباط القانوني اللاخطي الذي يناسب البيانات كميًا على النحو الأمثل فيما يتعلق بالارتباط بين مجموعات المتغيرات بالنسبة للدراسة الصباحية والدراسة المسائية للمرحلة الرابعة .

الجدول (20)

يمثل ملخص التحليل ذو البعدين للمرحلة الرابعة

	المجموعات	رمز كل ماده في الصباحي والمسائي	الأبعاد Dimension		مجموع الابعاد Sum
			1	2	
الخسارة Loss	التدقيق والرقابة	X_{21} و Y_{21}	0.317	0.414	0.730
	أسواق نقدية	X_{22} و Y_{22}	0.387	0.608	0.995
	نظم المعلومات	X_{23} و Y_{23}	0.330	0.391	0.720
	تقييم قرارات	X_{24} و Y_{24}	0.305	0.872	1.177
	محاسبة إدارية	X_{25} و Y_{25}	0.375	0.656	1.031
	تمويل دولي	X_{26} و Y_{26}	0.335	0.586	0.921
	مصارف متخصصة	X_{27} و Y_{27}	0.145	0.300	0.445
	بحث تخرج	X_{28} و Y_{28}	0.856	0.912	1.768
متوسط القيمMean			**0.381**	**0.592**	**0.974**
القيم الذاتية Eigenvalue			**0.619**	**0.408**	
القيمة الفعلية للمطابقةFit					**1.026**

تبين من الجدول (20) أن قيم الخسارة مقسمة عبر أبعاد ومجموعات , إذ أن المتغيرات X_2'S رمز لمتغيرات المواد للدراسة الصباحية , وأن المتغيرات Y_2'S رمز لمتغيرات المواد للدراسة المسائية , وأن العمود (1) يمثل نتائج البعد الأول والعمود (2) يمثل نتائج البعد الثاني والعمود (sum) يمثل مجموع البعدين .

وأن الخسارة لكل بعد هي نسبة التباين في قيم المشاهدات التي لا يمكن أن تفسر عن طريق التركيبات الموزونة للمتغيرات في المجموعة . إذ كان معدل الخسارة خلال هذه المجموعات هو (0.974) , وأن الخسارة تحدث في البعد الثاني أكثر من البعد الأول .

وتشير القيمة الذاتية إلى مستوى العلاقة التي أظهرها كل بعد , إذ القيمة العليا من القيمة الذاتية هي 1 والقيمة الدنيا هي 0 .

يتضح من الدراسة أن القيم الذاتية كانت متوسطة نسبيًا (0.619) و(0.408) بينما كانت القيمة (الفعلية) للمطابقة (1.026) التي تمثل مجموع القيم الذاتية والتي حسبت من الاختلافات (التباين) , وبما أن لدينا بعدين فإن القيمة الفعلية مقسومًا على 2 تكون مساوية إلى 51.3% من الاختلافات

(التباينات) التي سيتم حسابها في التحليل (القيمة المطابقة العليا تساوي عدد الأبعاد وهي 2 , فإذا حصلت هذه القيمة أي 2 فإن في ذلك إشارة إلى أن العلاقة مثالية (صحيحة)) . كما أن :

القيمة الذاتية مقسومة على قيمة المطابقة .

0.619 / 1.026 من المطابقة (الفعلية) حسبت بواسطة البعد الأول .

0.408 / 1.026 من المطابقة (الفعلية) حسبت بواسطة البعد الثاني .

قيم الخسارة تمثل نسبة الاختلاف (التباين) في قيم المشاهدات في كل بعد وفي كل مجموعة وكما موضح في الجدول رقم (20) , أما بالنسبة لمتوسط المجموعات فهو معدل الخسارة في المجموعات والتي تعطي الفرق بين القيمة العظمى والقيمة الفعلية للمطابقة وكما يلي : 2-1.026 = 0.974 , والتي ليس بالضرورة أن تكون بمستوًى عالٍ .

مجموع معدل الخسارة والمطابقة يجب أن يكون مساويًا لعدد الأبعاد في الدراسة (2 = 1.026 + 0.974) , لذا تشير قيم الخسارة الصغيرة إلى الارتباطات المتعددة الكبيرة بين المجموع الموزون للمتغيرات والأبعاد ذات المقاييس المثلى .

وبتطبيق المعادلة رقم (89 – 2) الواردة في الجانب النظري يكون الارتباط القانوني لكل بعد على النحو الآتي :

$$\rho_1 = ((8 \times 0.619) - 1)/(8 - 1) = 0.5646$$

$$\rho_2 = ((8 \times 0.408) - 1)/(8 - 1) = 0.3234$$

نلاحظ من نتائج الارتباط القانوني اللاخطي للمرحلة الرابعة أن الارتباط في البعد الأول (ρ_1) أكبر من الارتباط في البعد الثاني (ρ_2) وذلك لأن الخسارة في البعد الأول (أي التباين في قيم المشاهدات) أقل من الخسارة في البعد الثاني .

3.7.5 : احتساب الأوزان للمرحلة الرابعة :-

الجدول (21)

يمثل الأوزان القانونية اللاخطية للمجموعتين للمرحلة الرابعة

المجموعات		المواد الدراسية	الأبعاد Dimension	
			1	2
1	صباحي Y_{21}	التدقيق والرقابة	-0.643	-0.577
	مسائي X_{21}		-0.299	0.842
2	صباحيY_{22}	أسواق نقدية	-0.681	-0.495
	مسائيX_{22}		-0.192	0.653
3	صباحي Y_{23}	نظم المعلومات	-0.708	-0.374
	مسائي X_{23}		-0.369	0.709
4	صباحيY_{24}	تقييم قرارات	-0.702	-0.165
	مسائي X_{24}		-0.343	0.348
5	صباحيY_{25}	محاسبة إدارية	-0.703	-0.512
	مسائي X_{25}		-0.204	0.486
6	صباحي Y_{26}	تمويل دولي	-0.674	-0.265
	مسائي X_{26}		-0.321	0.656
7	صباحيY_{27}	مصارف متخصصة	-0.736	-0.674
	مسائي X_{27}		-0.312	0.909
8	صباحيY_{28}	بحث تخرج	-0.370	-0.046
	مسائيX_{28}		-0.065	0.296

تبين من خلال الجدول أعلاه أن الأوزان القانونية اللاخطية تتمثل في البعد الأول أكثر من البعد الثاني بسبب زيادة القيم في البعد الأول ونقصانها في البعد الثاني , والسبب الآخر أن الارتباط القانوني اللاخطي في البعد الاول اكبر من الارتباط في البعد الثاني .

3.7.6 : احتساب مكونات التحميل للمرحلة الرابعة :-

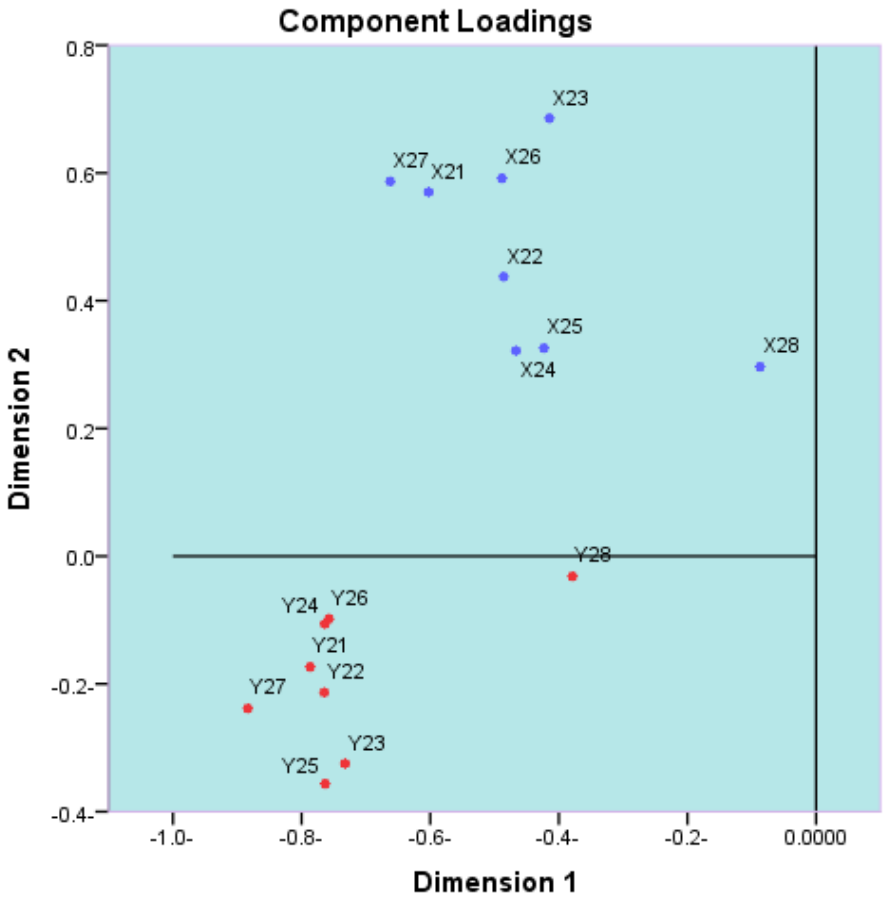
مكونات التحميل المبينة في الجدول (22) تعطي الارتباط بين قيم المشاهدات والمتغيرات المقاسة المثالية . وهي توضح نسبة تحميل كل متغير في كل مجموعة ولكل بعد , إذ تم تقليل أبعاد الدراسة إلى اثنين وكما هو موضح في الجدول أدناه :

الجدول (22)

يمثل تحميلات المكونات للمجموعتين للمرحلة الرابعة

المجموعات		المواد الدراسية	الأبعاد Dimension	
			1	2
1	صباحي Y_{21}	التدقيق والرقابة	-0.783	-0.182
	مسائي X_{21}		-0.601	0.572
2	صباحيY_{22}	أسواق نقدية	-0.763	-0.214
	مسائيX_{22}		-0.486	0.439
3	صباحي Y_{23}	نظم المعلومات	-0.731	-0.330
	مسائي X_{23}		-0.414	0.686
4	صباحيY_{24}	تقييم قرارات	-0.762	-0.104
	مسائي X_{24}		-0.466	0.319
5	صباحيY_{25}	محاسبة إدارية	-0.766	-0.361
	مسائي X_{25}		-0.423	0.327
6	صباحي Y_{26}	تمويل دولي	-0.754	-0.101
	مسائي X_{26}		-0.490	0.590
7	صباحيY_{27}	مصارف متخصصة	-0.883	-0.244
	مسائي X_{27}		-0.661	0.588
8	صباحيY_{28}	بحث تخرج	-0.374	-0.025
	مسائيX_{28}		-0.092	0.292

يوضح الجدول (22) تحميلات المكونات الموضحة أعلاه , والتي تقيس الارتباط ين قيم المشاهدات والمتغيرات ذات المقاييس المثلى , ففي حالة عدم وجود خسارة في البيانات فإن تحميلات المكونات مساوية إلى معامل ارتباط بيرسون بين (المتغيرات المقاسة (الكمية) وقيم المشاهدات (object scores)) وبما أنه تبين من خلال نتائج التحليل العملي يوجد خسارة في قيم المشاهدات لذلك أن تحميلات المكونات لا تساوي معامل ارتباط بيرسون , كذلك فإن تحميلات المكونات تمثل إحداثيات لنقاط المتغيرات على الرسم البياني ومن ثم يمكن تفسيرها بسهولة عن طريق الرسم .



الشكل (7)

يمثل تحميلات المكونات لمجموعات المواد للمرحلة الرابعة (الشكل من عمل الباحثة بالاعتماد على نتائج البرنامج الإحصائي SPSS)

المسافة من نقطة الأصل لكل نقطة ممثلة بالرسم لمتغير معين تمثل أهمية ذلك المتغير (أي تكون درجات الطلاب فيها مرتفعة) . لذلك فإن تحميلات المكونات تثبت أن المتغيرات (Y_{28} , X_{28}) هي الأكثر أهمية من بقية المتغيرات لأنها الأبعد عن نقطة الأصل , وتتمثل بمادة (بحث التخرج) , أي أن مادة بحث التخرج هي أكثر مادة تكون فيها درجات الطلاب مرتفعة بالنسبة للدراستين الصباحية والمسائية للمرحلة الرابعة . في حين أن المتغيرات (Y_{27} , X_{27}) هي الأقل أهمية من بقية المتغيرات لأنها الأقرب من نقطة الأصل , وتتمثل بمادة (مصارف متخصصة) .

وبالنظر إلى بقية المتغيرات يمكن أن نلاحظ :

- أن متغيرات الدراسة الصباحية تمتاز بالتباعد فيما بينها مقارنةً بمتغيرات الدراسة المسائية , أي أن الطلاب في الدراسة الصباحية متفاوتون بالمستوى الدراسي , أما طلاب الدراسة المسائية فهم متقاربون بالمستوى الدراسي .

- أن بعض المواد التي تشكل أهمية في الدراسة الصباحية قد لا تمثل الأهمية نفسها في الدراسة المسائية , ومثالها (X_{24} , Y_{24}) وهي مادة (تقييم القرارات) , ففي الوقت الذي تكون فيه (X_{24}) الأبعد عن نقطة الأصل تكون (Y_{24}) الأقرب من نقطة الأصل أي ان درجات الطلاب في مادة تقييم القرارات في الدراسة الصباحية أعلى من درجات الطلاب في الدراسة المسائية لنفس المادة , وهذا يعني أن التفاوت في درجات الطلاب في الدراسة الصباحية ليس بالضرورة أن يكون بالدرجة نفسها في الدراسة المسائية وللمادة نفسها .

- أن النظرة العامة للرسم البياني تُثبِت أن المواد (X_{28} , X_{25} , X_{23}) , والتي تمثل المواد (بحث تخرج , محاسبة ادارية , نظم معلومات) على الترتيب كانت الأكثر أهمية من بقية المواد في الدراسة الصباحية , أي أن درجات الطلاب في هذه المواد كانت مرتفعة ومستوى الطلاب جيد , في حين كانت المادة (Y_{28}) , والتي تمثل مادة (بحث التخرج) الأكثر أهمية من بقية المواد في الدراسة المسائية أي أكثر مادة في الدراسة درجات الطلاب فيها مرتفعة , لأنها الأبعد عن نقطة الاصل .

- أن المواد (X_{22} , X_{24} , X_{26}) , والتي تمثل (أسواق نقدية , تقييم قرارات , تمويل دولي) على الترتيب كانت متوسطة الأهمية من بين بقية المواد في الدراسة الصباحية قياسًا إلى بعدها عن نقطة الأصل , أي أن مستوى الطلاب متوسط في هذه المواد , في حين كانت المواد (Y_{22} , Y_{23} , Y_{25}) , والتي تمثل (محاسبة ادارية , نظم معلومات , أسواق نقدية) على الترتيب هي المواد المتوسطة الأهمية نسبةً إلى بقية المواد في الدراسة المسائية قياسًا إلى بعدها عن نقطة الأصل أيضًا , أي مستوى الطلاب متوسط في هذه المواد .

- أن المادتين (Y_{24} , Y_{26}) , وهما (تقييم قرارات , تمويل دولي) في الدراسة المسائية كان التقارب بينهما واضحًا في الرسم البياني وهما قريبان جداً عن نقطة الأصل , وهذا يدل على التقارب في المستوى الدراسي للطلاب أي مستوى الطلاب فيهما مقبول نسبةً إلى بقية المواد في الدراسة المسائية .

الاستنتاجات :

تبين عن طريق البحث أن النتائج الخاصة بالارتباط القانوني الخطي تتلخص بالآتي :-

1- إن النموذج الملائم للبيانات كان النموذج الخطي العام , وذلك لمعنوية النماذج (الخطي , اللوغاريتمي , التكعيبي , الأسي , اللوجستي) .

2- هناك توافق في نتائج المعنوية لمعامل ارتباط بيرسون ومعامل ارتباط سبيرمان ومعامل ارتباط كندال تاو لجميع المواد الدراسية أي أن ($p.value < 0.05$) .

3- عن طريق حساب المعنوية للمجموعتين تبين أن هناك فرقًا معنويًا لمعامل الارتباط القانوني الأول عند مستوى معنوية (0.05) , حيث بلغت قيمة معامل الارتباط القانوني الأول بالنسبة للمرحلة الثالثة (0.8572) وبلغت قيمة الجذر المميز الأول (0.7349) , أما بالنسبة للمرحلة الرابعة فقد كانت قيمة معامل الارتباط القانوني الأول (0.7621) وبلغت قيمة الجذر المميز الأول (0.5808) الذي يؤشر مقدار التباين المشترك للزوج الأول من المتغيرات القانونية بين المجموعتين .

4- عن طريق حساب الأوزان القانونية للمرحلة الثالثة وبمتابعة معاملات المجموعة الأولى تبين أن مادة النظام المحاسبي للدراسة الصباحية كانت أكثر وزنًا (أي أكثر مادة تكون درجات الطلاب فيها مرتفعة) بالمقارنة مع بقية المعاملات , إذ بلغ وزنها القانوني (0.5685) , أما معاملات المجموعة الثانية في الدراسة المسائية فقد كانت مادة العمليات المصرفية وهي أكثر وزنًا , إذ بلغ وزنها القانوني (0.4406) .

أما الأوزان القانونية للمرحلة الرابعة وبمتابعة معاملات المجموعة الأولى فقد تبين أن مادة التدقيق والرقابة للدراسة الصباحية كانت أكثر وزنًا (أي أكثر مادة تكون درجات الطلاب فيها مرتفعة) مقارنةً مع بقية المعاملات , إذ بلغ وزنها القانوني (0.8283) , وفي الدراسة المسائية بلغ وزنها القانوني (0.6658) .

5- عن طريق حساب معاملات الأحمال القانونية للمرحلة الثالثة تبين أن المتغير القانوني الأول في الدراسة الصباحية قد فسر (58.1026%) من التباينات في مجموعة المتغيرات الأولى , وتبين أن المتغير القانوني الأول في المجموعة الثانية قد فسر (66.2165%) من التباينات في مجموعة المتغيرات الثانية .

أما عن طريق حساب معاملات الأحمال القانونية للمرحلة الرابعة فقد تبين أن المتغير القانوني الأول في الدراسة الصباحية قد فسر (38.849%) من التباينات في مجموعة المتغيرات الأولى , وتبين أن المتغير القانوني الأول في المجموعة الثانية قد فسر (48.597%) من التباينات في مجموعة المتغيرات الثانية .

6- عن طريق حساب مؤشرات الإفاضة للمرحلة الثالثة تبين أن درجات المواد للدراسة الصباحية قد فسرت (43%) من التباينات في درجات المواد للدراسة المسائية , ودرجات المواد للدراسة المسائية قد فسرت (49%) من التباينات في درجات المواد للدراسة الصباحية . أي أن هناك نسبة (57%) من التباينات في درجات المسائي لم يتم تفسيرها والتباين بين الدرجات أكبر.

وعن طريق حساب مؤشرات الإفاضة للمرحلة الرابعة تبين أن درجات المواد للدراسة الصباحية قد فسرت (23%) من التباينات في درجات المواد للدراسة المسائية , ودرجات المواد للدراسة المسائية قد فسرت (28%) من التباينات في درجات المواد للدراسة الصباحية .

أما فيما يتعلق بالنتائج الخاصة بالارتباط القانوني اللاخطي فكانت كالاتي :

المرحلة الثالثة :

1- إن الفائدة من تحليل الارتباط القانوني اللاخطي (OVERALS) هو في تفسير البيانات عن طريق الرسم البياني وذلك لإيجاد العلاقات المتشابهة والتركيبات بين المجموعات المختلفة التي تكون متغيراتها نوعية ومتعددة الأبعاد .

2- ان تحميلات المكونات لم تساوِ معامل ارتباط بيرسون وذلك لوجود خسارة في البيانات .

3- عن طريق متابعة الرسم البياني لمتغيرات المرحلة الثالثة تبين أن المتغيرات (X_{11},X_{13}, X_{15} X_{16}) والتي تمثل المواد الدراسية (عمليات مصرفية , تسويق مصرفي , أساليب كمية , إدارة مالية) على الترتيب , كانت الأكثر أهمية من بقية المواد في الدراسة الصباحية (أي تكون درجات الطلاب مرتفعة) , في حين كانت المتغيرات (Y_{12},Y_{17}) والتي تمثل المواد الدراسية (محاسبة ضريبية , نظام محاسبي) على الترتيب , كانت الأكثر أهمية من بقية المواد في الدراسة المسائية .

4- في حين أن (X_{17}و X_{14}) والتي تمثل المواد الدراسية (محاسبة ضريبية , محاسبة تكاليف) على الترتيب , كانت متوسطة الأهمية من بقية المواد في الدراسة الصباحية قياسًا إلى بعدها عن نقطة الأصل . أما المتغيرات (Y_{11},Y_{15},Y_{16}) والتي تمثل المواد الدراسية (إدارة مالية , تسويق مصرفي

, عمليات مصرفية) على الترتيب , كانت متوسطة الأهمية من بقية المواد في الدراسة المسائية قياسًا إلى بعدها عن نقطة الأصل .

أما المتغير (X_{12}) والذي يمثل مادة (النظام المحاسبي) فكانت الأقل أهمية من بقية المواد بالنسبة للدراسة الصباحية لأنها الأقرب من نقطة الأصل .

5- في حين كانت (Y_{13},Y_{14}) والتي تمثل المواد الدراسية (أساليب كمية , محاسبة تكاليف) كانت الأقل أهمية من بقية المواد بالنسبة للدراسة المسائية لأنهم الأقرب من نقطة الأصل .

المرحلة الرابعة :

1- إن المتغيرات (Y_{27} , X_{27}) هي الأكثر أهمية من بقية المتغيرات (أي تكون درجات الطلاب مرتفعة) لأنها الأبعد عن نقطة الأصل , وتتمثل بمادة (مصارف متخصصة) , في حين أن المتغيرات (Y_{28} , X_{28}) هي الأقل أهمية من بقية المتغيرات لأنها الأبعد عن نقطة الأصل , وتتمثل بمادة (بحث التخرج) .

2- إن النظرة العامة للرسم البياني تُثبِت أن المواد (X_{27} , X_{23} , X_{21} , X_{26}) والتي تمثل المواد (مصارف متخصصة , نظم معلومات , تدقيق ورقابة , تمويل دولي) على الترتيب , كانت الأكثر أهمية من بقية المواد في الدراسة الصباحية , في حين كانت المواد (Y_{27} , Y_{25} , Y_{23}) والتي تمثل المواد (مصارف متخصصة , محاسبة إدارية , نظم معلومات) على الترتيب الأكثر أهمية من بقية المواد في الدراسة المسائية .

3- إن المواد (X_{22} , X_{24} , X_{25}) والتي تمثل (أسواق نقدية , تقييم قرارات , محاسبة إدارية) على الترتيب كانت متوسطة الأهمية من بين بقية المواد في الدراسة الصباحية قياسًا إلى بعدها عن نقطة الأصل , في حين كانت المواد (Y_{22} , Y_{21} , Y_{24} , Y_{26}) والتي تمثل (أسواق نقدية , تدقيق ورقابة , تقييم قرارات , تمويل دولي) على الترتيب هي المواد المتوسطة الأهمية نسبةً إلى بقية المواد في الدراسة المسائية (أي مستوى الطلاب فيها متوسط) قياسًا إلى بعدها عن نقطة الأصل أيضًا .

التوصيات :

1- يمكن توظيف الارتباط القانوني اللاخطي في النماذج اللا معلمية عن طريق دراسة دوال جديدة لا معلمية في حالة البيانات الأسمية والرتبية لأن الأنموذج اللامعلمي أكثر مرونه عند استعماله في تحليل البيانات .

2- نقترح استعمال التحليل القانوني كطريقة من طرائق التحليل العاملي عند توفر مجموعتين من المتغيرات (المستقلة) و (المعتمدة). وذلك للخاصية التي تتمتع بها هذه الطريقة من تقليص البيانات الخاصة بمجموعتين في آن واحد.

3- يمكن الافادة من نتائج هذا البحث في تحديد أهمية المواد الدراسية في قسم العلوم المالية والمصرفية للدراسة الصباحية والمسائية ومدى تأثيرها في أداء الطالب .

4- نقترح بإجراء دراسات لاحقة لهذا البحث على الكليات والجامعات الأخرى التي تعتمد الدراسات الصباحية والمسائية .

5 - نوصي قسم العلوم المالية والمصرفية بمتابعة المواد الدراسية التي فيها مستوى الطلاب متدني سواء للمرحلة الثالثة أو المرحلة الرابعة للدراسة المسائية ومعرفة سبب انخفاض المستوى الدراسي في هذه المواد ومحاولة معالجه المشكلة .

المصادر

أ- المصادر العربية

1 - بخيت , حسين علي , فتح الله , سحر , " **مقدمة في الاقتصاد القياسي** " , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي , جامعة بغداد , 2002 .

2 - بشير , سعد زغلول , "**دليلك الى البرنامج الاحصائي SPSS** ", المعهد العربي للتدريب و البحوث الاحصائية , الجهاز المركزي للإحصاء , جمهورية العراق , (2003) . ص19 .

3 - التميمي , زهرة حسن , وآخرون , " **تحليل الانحدار** " , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي , دار الكتب , جامعة البصرة , (2014) .

4 - الحسناوي , , أموري هادي كاظم , " **مقدمة في القياس الأقتصادي** " , دار زهران , عمان , (2009) .

5 - الحسيني , فاضل حميد هادي , " **التحليل العاملي باستخدام الارتباط القويم (الاختزالي) مع تطبيق عملي** " , رسالة ماجستير في الاحصاء , كلية الإدارة والاقتصاد , الجامعة المستنصرية. دراسة سابقة

6 - دخيل , ، طاهر ريسان ، " **دراسة لتحديد أهم العوامل المؤثرة في أداء الطالب في المرحلة الثانوية في الديوانية** ". جامعة بغداد ، كلية الإدارة والاقتصاد ، مجلة العلوم الإقتصادية والإدارية ، العدد السابع والخمسون ، المجلد السادس عشر (2010) . (دراسة سابقة)

7- الراوي , عمر فوزي , و الكاتب , محمد اسامة **," استخدام تحليل الارتباط القانوني في وصف العلاقة بين المتغيرات الجسمية والمهارية "** , مجلة تكريت للعلوم الصرفة , (2011) .

8 - الزيدي , فائز حامد سلمان , " **التحليل الإحصائي لواقع الخصوبة ووفيات الأطفال في العراق وعلى مستوى (ريف , حضر) وتحديد قوة واتجاه تأثير كل منها** " , رسالة ماجستير في الاحصاء, , جامعة بغداد , كلية الإدارة والاقتصاد (2014) .دراسة سابقة

9 - عبد السلام , عماد عادل , " **استخدام طريقة Kernel في تحليل الارتباط القويم مع تطبيق عملي** " , اطروحة دكتوراه في الاحصاء , كلية الادارة والاقتصاد , جامعة بغداد , (2009) .

10 - عبد الله , سهيلة نجم ," **استخدام تحليل الارتباط القويم لدراسة تأثير مجموعة من العوامل على إنتاج المحاصيل الاستراتيجية** " , جامعة بغداد ، كلية الإدارة والاقتصاد ، مجلة الإدارة والاقتصاد ، العدد الثالث والسبعون ، (2008) . (دراسة سابقة)

11- فارح , محمود حدي ميرنه ," **نموذج ريتشارد لمتوسط دخل الفرد دراسة تحليلية للفترة (2010-1990)** ", مجلة جامعة السودان للعلوم والتكنولجيا , العدد (15) (2013) .

12- كاظم , اموري هادي , محمد مناجد , " **مقدمة في تحليل الانحدار الخطي** " , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي , جامعة بغداد , (1988) .

13 - المغربي , محمد جبر , " **الإحصاء التحليلي في البحوث الاقتصادية والاجتماعية** " , المكتبة العصرية , جمهورية مصر العربية , ط 1 , (2011) .

14- ياغوبيان , انكين انترانيك هايك , " **استكشاف وتقدير القيم الشاذة في بعض النماذج اللاخطية** " , اطروحة دكتوراه في الاحصاء , كلية الادارة والاقتصاد , الجامعة المستنصرية (2005).ص 16-17 .

[15] Basilevsky . Alexander , **"Statistical Factor Analysis and Related Method Theory and Applications"** , John Wiley & Sons, Inc , 1994 .

[16] BOLBOACĂ , Sorana **.**D , JÄNTSCHI, Lorentz . J, 2006 , **"Pearson versus Spearman, Kendall's Tau Correlation Analysis on Structure-Activity Relationships of Biologic Active Compounds**" **,** Leonardo Journal of Sciences .

[17] Chatterjee. S , Hadi . A , ," **Regression Analysis by example**" , Fourth Edition , Jone Wiley & Sons , 2006 .

[18] Cohen . Jacob, et ,"**Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences**", Lawrence Erlbaum Associates , Third Edition , 2003 .

[19] Cooley , W. W., & Lohnes , P. R **," Multivariate data analysis**" ,New York:Wiley, 1971 .

[20] Dowdy.S , Weardon . S, Chilko .C , **"Statistics for research Printed in the United States of America"** ,Third Edition ,(2004).

[21] Everitt .B.S , Everitt ,**"An R and S-PLUS ® companion to multivariate analysis "** , Springer-Verlag London , 2005 .

[22] Frie .G.K , Janssen . Christian , "Social inequality lifestyles and health **– a non-linear canonical correlation analysis based on the approach of Pierre Bourdi "**, Birkhäuser Verlag, Basel , 54 , 2009.

[23] Golob , Thomas F.," **A Non-linear Canonical Correlation Analysis of Weekly Trip Chaining Behavior",** Institute of Transportation Studies University of California, Irvine , 1985.

[24] Heiser. Willem j. , Meulman . Jacqueline j. , **"Spss Categories ® 13.0 "** , Printed in the United States of America, 2004 .

[25] Hotelling H. , " **Relation between two sets of variates** " , Biometrka , 1936 , vol (28) .

[26] Hsieh , William W., **"Nonlinear canonical correlation analysis of the tropical Pacific climate variability using a neural network approach"** , University of British Columbia , pp 1-20 .

[27] Hun Lee Hun Lee ,J. et al.,**"An Application of Canonical Correlation Analysis Technique to Land Cover Classification of LANDSAT Images"**, ETRI Journal, Volume 21, Number 4, December 1999 .

[28] JOHNSON .Richard A., WICHERN . Dean W ,**"Applied Multivariate Statistical Analysis"**, 6th, Pearson Education , Inc , 2007 .

[29] Knapp , T. R. , **"Canonical correlation analysis: A general parametric significance testing system"**. Psychological Bulletin, 1978, 85(2), 410-416 .

[30] Kutner .M.H , Nachtsheim . C , Neter .J , and Li .w, **" Applied linear statistical models "** , Published by McGraw-Hill!Irwin , 2005, 5th ed .

[31] Leech .N.L , Barrett .K.C , Morgan .G.A , **" SPSS for Intermediate Statistics**", Use and Interpretation , Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Second Edition, 2005 **.**

[32] Luijtens .K , Symons .F & Vuylsteke-Wauters . M , **" Linear and non-Linear canonical correlation analysis"** : an exploratory tool for the analysis of group – structured data " , Volume 21, Issue 3, January ,1994 , p 43-61.

[33] Madrigal .P , " **fCCAC: functional canonical correlation analysis to covariance between nucleic acid sequencing datasets** " , bioRxiv preprint first posted online Jun. 28, 2016

[34] Michael H. Kutner ,et , " **Applied linear statistical models** " , Published by McGraw-Hill!Irwin , 2005, 5th ed .

[35] MichailIdis, George and de Leeuw , Jan ," **The Gifi System for Nonlinear Multivariate Analysis** ", University of California , Department of Statistics, UCLA , 1998 .

[36] Muirhead , R. J. **"Aspects of multivariate statistical theory"**, john wiley. New York. USA (1982) .

[37] Ogunsakin .R and J.O. Iyaniwura , "**Canonical correlation analysis of poverty and literacy levels in ekiti state , Nigeria"** , Mathematical Theory and Modeling , Vol.2, No.6, 2012 , p31-38 .

[38] Ouali . D , Chebana . F, Ouarda . T. B. M. J ," **Non-linear canonical correlation analysis in regional frequency analysis**", Stoch Environ Res Risk Assess , 30:pp 449–462 , 2016 .

[39] Pemajayantha . Vithanage **,"Special canonical models for multidimensional data analysis with applications and implications**" National University of Singapore, 18 August (2002)

[40] Rencher, Alvin C , "**Methods of multivariate analysis**" , 2nd ed , John Wiley & Sons, Inc , 2002

[41] Shafto, M.G., Degani, A., Kirlik, A**." Canonical Correlation Analysis of Data on Human-Automation Interaction**". Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings , vol. 41: 62-67 , 1997 .

[42] Stewart D. & Love, W. **"A general canonical correlation index"**, Psychological Bulletin, N (70),PP 160-163 , 1968.

[43] Van der Burg Van der Burg, E. and De Leeuw, J., Dijksterhuis, G.B. , **"Nonlinear canonical correlation with *k* sets of variables" ,** Computational Statistics & Data Analysis 18 141-163 , 1994 .

[44] Van der Burg , E. and De Leeuw, J., **"Non-linear canonical correlation".** British Journal of Mathematical and Statistical Psychlogy, 38, 54-80 , 1983

[45] Van der Heijden. Peter G. M. , Buuren .S , **" Looking Back at the Gifi System of Nonlinear Multivariate Analysis "** , Journal of Statistical Software , September ,Volume 73, Issue 4 , 2016.

[46] Weenink .D ,**"Canonical correlation analysis"**. Institute of Phonetic Sciences , University of Amsterdam , Proceedings 25 ,pp 81–99 , 2003 .

[47] Yazici . A .C , et , **"An application of nonlinear canonical correlation analysis on medical data "** , TÜBİTAK , 40 (3):pp 503-510 , 2010 .

[48] Yin **.** Xiangrong **,"Canonical correlation analysis based on information theory ",** Journal of Multivariate Analysis 91, pp161–176 , 2004 .

ملحق (1)

تم استخدام ملف الأوامر Syntax file في برنامج SPSS Ver 20 لإيجاد نتائج الارتباط القانوني الخطي من خلال كتابة الأوامر الآتية :

```
INCLUDE 'C:\Program Files \IBM\SPSS\\Statistics\20\
Samples\English\ Canonical correlation.sps'.

/CANCORR SET1=X11 X12 X13 X14 X15 X16 X17

/SET2= Y11 Y12 Y13 Y14 Y15 Y16 Y17  .
```