استخدام الارتباط القويم "The Canonical Correlation" لتحديد أهم الصادرات والواردات المصرية

د. ماجى أحمد محمد خليل الحلوانى*

مستخلص

يعتبر تحديد المتغيرات التي تعبر عن الظاهرة محل الدراسة، وكذلك المتغيرات المؤثرة على هذه الظاهرة، بمثابة الخطوة الأساسية في أية دراسة تطبيقية ، من أجل تحديد وقياس العلاقات بين هذه المتغيرات.

ويمثل هذه الظاهرة فى كثير من الحالات أكثر من متغير تابع، يؤثر عليهم عدد من المتغيرات المستقلة، ويوجد أيضا تداخل، وعلاقات داخلية بين المتغيرات التابعة بعضها البعض، وبينها وبين المتغيرات المستقلة، وبين المتغيرات المستقلة بعضها البعض.

ويتم استخدام تحليل الارتباط القويم (CC "Canonical Correlation Analysis") إذا كانت العلاقة مصاغه في معادلة واحدة، ، أما إذا كانت ممثله بعدد من المعادلات التي تحل آنيًا يصبح من الممكن استخدام طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين، أو المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل.

وفي هذا البحث، سوف تتم دراسة تحليل الارتباط القويم (Canonical Correlation Analysis) كأحد أساليب التحليل متعدد المتغيرات، وتطبيقه على بيانات فعليه متمثله في بعض الصادرات والواردات المصرية للسنوات من2001إلى 2015، التي لها دور كبير في اختلال الميزان التجاري لجمهورية مصر العربية.

وعند اشتقاق دوال الارتباط القويم وجد أن عدد المتغيرات في المجموعتين متساوي، فكل مجموعة بها سبع متغيرات .وبناء عليه تم اشتقاق سبعة دوال كل منها تتكون من مركبتين إحداهما تمثل الصادرات، والأخرى تمثل الواردات.

واتضح أن الدالة الأولى هي التي يمكن الاعتماد عليها في تفسير العلاقة بين مجموعتي المتغيرات، حيث إن لها أعلى معامل ارتباط قويم (Canonical Correlation) (Rc)، كما ثبتت معنويتها عند مستوى معنوية 0.05 ، حيث أن قيمة χ^2 المحسوبة كانت أكبر من الجدولية بدرجات حرية مساوية

* قسم الاحصاء والرياضة والتأمين ، كلية التجارة جامعة عين شمس ،مصر.

(49). والذي يؤكد هذه النتائج أيضًا، قيم "Lambda Prime" وهي تماثل R2 في الارتباط المتعدد، ولكن تفسيرها يكون عكس تفسير R2. وتتضح قوة العلاقة بين مركبي الدالة الأولى من فحص الأشكال البيانية مما يساعد على تأكيد أن الدالة الأولى هي الدالة التي يمكن الاعتماد عليها في تفسير العلاقة بين المُركبين، كما أوضح مؤشر الوفرة (Rd "Redundancy Coefficient") للمركب الأول للصادرات أنه ساهم في تفسير مانسبته (80.14%) من تباين المتغيرات الأصلية للواردات، بينما ساهم المركب الأول للواردات في تفسير مانسبته (67.719%) من تباينات المتغيرات الأصلية للصادرات.

أى أن الدالة الأولى هي التي يمكن الاعتماد عليها في تحليل العلاقة بين الصادرات والواردات كما يمكن استخدامها في التنبؤ .ويمكن ترتيب الواردات، من حيث قوة التأثير على متغيرات الصادرات، من خلال المعامل التركيبي"Structure Coefficient" من الأكبر تأثيراً إلى الأقل تأثيراً كالآتي:

Y7 ثم Y2 ثم Y3 ثم Y1 ثم Y6 ثم Y4 ثم Y5.

يمكن كذلك ترتيب الصادرات، من حيث قوة التأثير على متغيرات الواردات، من خلال المعامل التركيبي من الأكبر تأثيراً إلى الأقل تأثيراً كالآتي:

X1 ثم X7 ثم X3 ثم X6 ثم X2 ثم X4 ثم X5 .

كلمات مفتاحية :

الارتباط القويم، الصادرات والواردات المصرية، مؤشر الوفرة ، المعامل التركيب

مقدمــة:

يعتبر تحديد المتغيرات التي تعبر عن الظاهرة محل الدراسة، وكذلك المتغيرات المؤثرة على هذه الظاهرة،بمثابة الخطوة الأساسية في أية دراسة تطبيقية،من أجل تحديد وقياس العلاقات بين هذه المتغيرات. ومن هنا يتم تصنيف المتغيرات بأنها متغيرات تابعة، ومتغيرات مستقلة، قد يكون تأثيرها مباشر أو غير مباشر على الظاهرة. وفي هذا السياق قد يمثل الظاهرة متغير تابع وحيد، يتأثر بواحد أو أكثر من المتغيرات المستقلة أو المفسرة. وقد يكون هذا المتغير التابع كميًا أو وصفيًا وكذلك المتغيرات المستقلة.وتختلف طرق التقدير باختلاف طبيعة المتغيرات الداخلة في النموذج المراد تقدير معالمه، ومدى توافر افتراضات تطبيق طريقة التقدير المقترحة، كأن يتم استخدام أسلوب الانحدار المتعدد، أو التحليل الموحد (المشترك) (Conjoint Analysis) في حالة إذا كان المتغير التابع متغيرًا كميًا.

ويتم استخدام تحليل التمايز والشبكات العصبية والانحدار اللوجستي وغيره، إذا كانت المتغيرات التابعة وصفية.

ولكن الأمر لا يكون على هذا النحو دائمًا. ففي كثير من الحالات يمثل الظاهرة أكثر من متغير تابع، يؤثر عليهم عدد من المتغيرات المستقلة،ويوجد أيضا تداخل، وعلاقات داخلية بين

المتغيرات التابعة بعضها البعض، وبينها وبين المتغيرات المستقلة، وبين المتغيرات المستقلة بعضها البعض.

وإذا كانت العلاقة مصاغه في معادلة واحدة،يتم في هذه الحالة استخدام تحليل الارتباط القويم (Canonical Correlation Analysis" CC") ، أما إذا كانت ممثله بعدد من المعادلات التي تحل آنيًايصبح من الممكن استخدام طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2 Stage Least Square"2sLs") أو المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل 3sLs) ("3 Stage Least Square".

وفي هذا البحث، سوف تتم دراسة تحليل الارتباط القويم (CanonicalCorrelation) وتطبيقه على بيانات فعليهمتمثله في بعض الصادرات والواردات المصرية، التي لها دور كبير في اختلال الميزان التجاري لجمهورية مصر العربية.

1- الإطـار العـام للبحـث:

1-2- مشكلــة البحـث:

تتمثل مشكلة البحث في معرفة ما إذا كانت هناك علاقة وثيقة مابين مجموعة الصادرات ومجموعة الواردات، باستخدام أسلوب تحليل الارتباط القويم (Canonical correlation)، كأحد أساليب التحليل متعدد المتغيرات، بإعتبار أنه النموذج العام الذي تبنى عليه الأساليب متعددة المتغيرات الأخرى (مثل: التحليل العاملي، والمكونات الأساسية، والتحليل العنقودي، ...).

ويتم استخدامه لكل أنواع البيانات، من أجل معرفة الارتباطات المتداخلة بين المتغيرات في المجموعتين:

يمكن اعتبار $\underline{Y} = \{y_1, y_2, ..., y_q\}$ بمثابة مجموعة المتغيرات التابعة أو المجموعة الأولى. ويمكن اعتبار $\underline{X} = \{x_1, x_2, ..., x_p\}$ بمثابةمجموعة المتغيرات المستقلة أو المجموعة الثانية.

حيث أن$\underline{X}$, $\underline{Y}$ تمثلان متجهات معيارية (Standardized Data Value) وحيث أنه يتم من خلال هاتين المجموعتين، تكوين الدوال القويمة (Canonical Function" CF") فإن أحداهما تمثل (X's) بينما تمثل الأخرى (Y's).

ويسعى تحليل الارتباط القويم إلى إيجاد التوافق الخطي للمتغيرات (X's)، والتوافق الخطي للمتغيرات (Y's)، التي تعطي أعلى ارتباط، وتقاس قوة العلاقة بينهما باستخدام(Canonical Correlation" (CC)").

ويتميز أسلوب تحليل الارتباط القويم بأنه لا يتناول العلاقات الفردية بين المتغيرات،بل يهتم بتحديد أفضل التوليفات الخطية (The Best Linear Combinations) من المتغيرات (X's)، التي يرمز لها بـ (Z's)، والتي تربط بينها وبين أفضل التوليفات أو المُركبات الخطية لمتغيرات (Y's)، ويرمز لها بـ (W's).ولايشترط أن تربط علاقة السببية بين المجموعتين من المتغيرات، كما أنه لا يشترط أن تتبع مجموعة المتغيرات التوزيع الطبيعي.

فالغرض من تحليل الارتباط القويم هو شرح العلاقة بين مجموعتين من المتغيرات، وليس نمذجة المتغيرات[1].

وعلى خلاف باقي الأساليب، لا يتعين أن تكون مجموعة من المتغيرات ممثلة لمتغيرات مستقلة، ومجموعة أخرى ممثلة لمجموعة متغيرات تابعة[2].

2-2- أهميـة البحـث:

يعتبر موضوع الارتباط القويم من الموضوعات الهامة في الإحصاء، التي عالجت مشكلة دراسة الارتباط بين مجموعتين.ولكل مجموعة عدد من المتغيرات. ويعتبر أسلوب الارتباط القويم قليل الاستخدام، بسبب صعوبة الصيغ الرياضية الخاصة به. وتنبع أهمية هذا البحث من أنه يتناول تحليل الارتباط القويم كأحد أساليب التحليل متعدد المتغيرات،كما أنه يطبق على بيانات فعلية متمثلة في بعض الصادرات والواردات الخاصة بالميزان التجاري لجمهورية مصر العربية حيث أن:

الميزان التجاري:

هو الفرق بين قيمة صادرات بلد ما، وبين قيمة وارداته خلال فترة معينة غالباما تكون سنة.ويقصد بالصادرات قيمة السلع التي أنتجت داخل البلد وتم بيعها في الخارج. أما الواردات فهي قيمة السلع التي يتم استيرادها من خارج البلاد.

- ويحدث فائض في الميزان التجاري عندما تكون الصادرات أعلى من الواردات.
- ويحدث العجز في الميزان التجاري عندما تكون الواردات أعلى من الصادرات.
- وعند تساوي الواردات مع الصادرات يكون الميزان التجاري في حالة توازن.

جدول رقم (1): التجارة الخارجية (2001 – 2015)

القيمة بالمليون جنيه

السنة Year	الواردات Imports	الصادرات Exports	الميزان التجاري Trade Balance

(1) http://www.statisticalassociates.com

(2) Aaron French and Sally Chess, Canonical Correlation & Principal components Analysis, www.shsu.edu/efc/.

2001	50659	16491	-34168
2002	56482	21145	-35337
2003	65083	36812	-28271
2004	79716	47678	-32038
2005	114688	61625	-53063
2006	118376	78864	-39512
2007	152586	91256	-61330
2008	287724	143086	-144638
2009	249895	134585	-115310
2010	300361	154850	-145511
2011	371445	188350	-183095
2012	441936	186769	-255167
2013	445995	199881	-256114
2014	523361	195276	-328085
2015	568944	168077	-400867

المصدر: مصر في أرقام 2017، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.

يحتوي الميزان التجاري على العديد من المكونات:

أولاً: تبادل السلع مثل الموادالغذائيه والنفط والغاز والطاقة وغيرها من السلع، و يعرف ذلكبالتصدير والاستيراد

ثانيًا: تبادل الخدمات المختلفة مثل خدمات شركات النقل، وخدمات شركات التأمين، وشركات السياحة والهيئات الدبلوماسية.

وتظهر أهمية الميزان التجاري في التبادل العالمي في كل دول العالم، ويعتبر مهما جدًا بالنسبة للدول النامية، لأن معظم الإيرادات والمدفوعات تكون نتيجة للصادرات والواردات منالسلع، وليست نتيجة لتبادل الخدمات أو لانتقال رؤوس الأموال والفوائد.

الأثر الاقتصادي للفائض في الميزان التجاري:

الفائض في الميزان التجاري يعبر عن بوادر صحية في الاقتصادي المعني، فهو يشير أولاً إلى الطاقة الإنتاجية الواسعة والفائضة عن الحاجات الداخلية، كما يشير إلى القدرة التزاحمية للسلع المصدرة .وهذا يعني الكفاءة في عملية الإنتاج من حيث التكلفة والجودة والتلاؤم مع الأذواق في الأسواق الخارجية، والتفوق على السلع المماثلة الآتية من بلدان أخرى.ويعني الفائض من ناحية أخرى حصول البلد المعني على عملة أجنبية يضيفها إلى احتياطياته من هذه العملة، لضمان تمويل مستورداته وتسديد التزاماته الخارجية، وتقوية مكانة عملته في أسواق الصرف الدولية، والمحافظة على قيمتها الشرائية. كما يعني من ناحية أخرى تشغيل اليد العاملة

التي لولا القدرة على التصدير لما أمكن تشغيلها، كما يعني الاستمرار في بناء قدرات إنتاجية جديدة لتوسيع طاقات البلد من حيث تلبية حاجاته وزيادة صادراته.

الأثر الاقتصادي للعجز في الميزان التجاري:

إن العجز في الميزان التجاري يكشف عن مواطن الضعف في اقتصاد البلد الذي يعانى منه، كما يعبر عن قصور الطاقات الإنتاجية فيه عن تلبية احتياجاته، الأمر الذي قد يضطره إلى الاستيراد لتوفير هذه الحاجات، كما تكشف نوعية المواد المستوردة عن طبيعة الهيكل الإنتاجي. فاستيراد المواد الغذائية يبين عجز إنتاج هذه المواد فيه عن توفير متطلبات الأمن الغذائي،كما أن استيراد الآلات والتجهيزات يكشف عن قصورفى قطاع صناعة الآلات والتجهيزات فيه.وجدير بالذكر أن العجز المستمر في الميزان التجاري يستنزف احتياطيات البلد من العملات الأجنبية،ويدفعه إلى الاستدانة من الخارج.ويؤدي العجز في النهاية، إلى انخفاض قيمة العملة الوطنية وقوتها الشرائية مما يؤدى إلى حدوث أزمة اقتصادية واجتماعية غير مستحبة.

3-2- أهداف البحث:

إن الهدف الأساسي من إعداد هذا البحث هو إجراء مقارنة بين مجموعتين من بعض صادرات وواردات السلع المصرية، وبالتالي فإن الهدف يتمثل في دراسة اختلال الميزان التجاري الخاص بالتجارة الخارجية.

ويهدف هذا البحث كذلك إلى تناول مجموعة من الأهداف التى أهمها:

1- دراسة العلاقة بين أكثر من مجموعة من المتغيرات بالاعتماد على نوع البيانات والمتغيرات التابعة (متغيرات المجموعة الأولى)، والمتغيرات المستقلة (متغيرات المجموعة الثانية).
2- التعرّف على كيفية استخدام أسلوب الارتباط القويم (Canonical Correlation) كأحد أساليب التحليل متعدد المتغيرات.
3- التعرّف على طرق حساب الارتباط القويم وشرح مكوناته مما يسهل على الباحثين استخدامه وتطبيقه في مجالات أخرى.
4- توضيح أهمية كل مجموعة من المجموعات المدروسة، فضلاً عن توضيح أهمية كل متغير في كل مجموعة، باستخدام تحليل الارتباط القويم.

2-4- منهج البحث:

والمنهج المستخدم في هذا البحث هو المنهج أو الأسلوب التحليلي، وذلك باستخدام أسلوب التحليل متعدد المتغيرات المتمثل في تحليل الارتباط القويم، وذلك بتقسيم البيانات إلى مجموعتين من المتغيرات (صادرات، واردات)، وتحليل كل مجموعة على حده،وإيجاد التغاير المشترك بين المجموعتين. كما يستخدم الأسلوب الوصفي في وصف كيفية عمل أسلوب متعدد الاختبارات، وإعطاء فكرة عامة عن الاختبارات الإحصائية، وكيفية تطبيق وشرح وتفسير الارتباط القويم وخطوات الحل.

2-5- مصادر البيانات:

تم الحصول على البيانات المستخدمة في هذا البحث والمتمثلة في الصادرات والواردات المصرية للفترة من 2001-2015 من:

-مصر في أرقام 2017 إصدار مارس الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء

- www.egypteco.com the art financial analysis

1- الجانب النظري للبحث:

ويتضمن هذا الجانب عرضا موجزا للأسلوب المستخدم في البحث:

3-1- الارتباط القويم (Canonical Correlation):

يعد الارتباط القويم بمثابة أسلوب يستخدم لدراسة العلاقة بين مجموعتين من المتغيرات التتمثل الأولى منهاY's وتضم $(Y_1, Y_2, \ldots, Y_q)$،وتمثل الثانية X's وتضم $(X_1, X_2, \ldots, X_p)$، وذلك من خلال إيجاد عدد من التراكيب الخطية للمجموعتين، وقياس العلاقة بين التركيبة الخطية للمجموعة الأولى، والتركيبة الخطية للمجموعة الثانية، التي تمتلك أعظم ارتباط ممكن بينهما. وبصورة أخرى يمكن القول أن الارتباط القويم يحاول تحديد العلاقة بين مجموعتين من المتغيرات من خلال إيجاد الترابط الخطي للمتغيرات في المجموعة الأولى، الذي يرتبط بصورة عالية مع الترابط الخطي للمتغيرات في المجموعة الثانية حيث إن:

$$X^* = \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \ldots + \alpha_p X_p$$

$$Y^* = \beta_1 Y_1 + \beta_2 Y_2 + \ldots + \beta_q Y_q$$

أما معامل الارتباط فهو:

$$P_c = \frac{\operatorname{cov}(X^*, Y^*)}{\sqrt{\operatorname{var}(X^*)\operatorname{var}(Y^*)}}$$

ويهدف تحليل الارتباط القويم إلى تحديد الارتباط والتوافق بين مجموعتين من المتغيرات، ومعرفة مقداره، كما يركز على الارتباط بين توليفات خطية لمتغيرات المجموعة الأولى، وهي المتغيرات المستقلة، وتسمى أحيانًا بالمتغيرات المفسرة أو التوضيحية، وتوليفات خطية لمتغيرات المجموعة الثانية، وهي المتغيرات التابعة، أو المعتمدة . وتتلخص الفكرة الرئيسية في تحديد زوج من التوليفات الخطية، يكون له أعلى توافق وارتباط من بين كل أزواج التوليفات التي وقع عليها الاختيار، وتسمى التوليفات الخطية بالمتغيرات القويمة، ويسمى الارتباط بين هذه المتغيرات بالارتباط القويم. وتتمثل أهمية هذا الأسلوب في أنه يحول العلاقات ذات الرتب الأعلى، أو الأبعاد المتعددة بين مجموعتين من المتغيرات، إلى عدد قليل من أزواج المتغيرات القويمة. ويكشف الارتباط القويم عن الأثر الموجود في مجموعة المتغيرات المعتمدة في آن واحد.والصيغة الرياضية لتحليل الارتباط القويمكالآتى:

$$P = \max \operatorname{corr}(u, v)$$

وعليه يمكن تعريف تحليل الارتباط القويم بأنه حالة عامة للانحدار المتعدد، أو بأنه امتداد للانحدار المتعدد. فالأخير يهتم بتحديد العلاقة بين المتغيرات (X_i) المستقلة، والمتغير المتنبأ به (Y_i)،في حين أن الارتباط القويم يهتم بتحديد العلاقة بين التركيبة الخطية لمجموعة من المتغيرات التوضيحية (التفسيرية) X_i حيث $i = 1, 2, \dots, p$، والتركيبة الخطية لمجموعة من متغيرات الاستجابة (الثابتة) Y_i حيث $i = 1, 2, \dots q$، أي انوجه الاختلاف هو أن الأخير يهتم بعدد من المتغيرات المتنبأ بها، كما يمكن تعريفه بأنه أسلوب رياضي يجمع بين تحليل التباين المتعدد (MANOVA)، وتحليل التباين (ANOVA)، والتحليل العاملي (F.A)، والتحليل التمييزي (D.A)، وتحليل المركبات الرئيسية (P.C.A)، وتحليل الانحدار بأسلوب واحد.

3-2 نموذج الارتباط القويم(Model of Canonical Correlation):

تنطوي فكرة الأسلوب على تكوين تركيبتين خطيتين، واحدة لمجموعة X's،والثانية لمجموعة Y's. فإذا كان لدينا n من المشاهدات وp من متغيرات المجموعة الأولى وq من متغيرات المجموعة الثانية بحيث إن $p \geq q$ ، $n \geq p + q$

$$X = x_1, x_2, \dots, x_p$$

$$Y = y_1, y_2, ..., y_q$$

فإن عدد التراكيب الخطية في كل مجموعة يكون مساويًا لأقل عدد من المتغيرات في المجموعتين أي أن:

$$u_i \, OR \, v_i = \min(p, q)$$

حيث إن: $u = \underline{c}'X$ ، $v = \underline{d}'Y$

وأن u_i , v_j تراكيب خطية لـ p من متغيرات X's ولـ q من متغيرات Y's

وتمثل $\underline{c}'$ ، $\underline{d}'$ متجه الأوزان الخاصة بكل تركيبة خطية لكلتا المجموعتين على التوالي.

تعرف كل تركيبة خطية بالمتغير القويم (Canonical Variable)، وتتميز كل تركيبة خطية عن الأخرى من خلال الأوزان المعطاة لمتغيرات المجموعة.

يقوم تحليل الارتباط القويم أساسًا على اختيار الأوزان (d')، (c') بحيث يكون الارتباط ما بين أي زوج من التراكيب الخطية (v_j أو z_Y) ، (u_i أو z_X) أعظم ما يمكن،ويسمى الارتباط بين أزواج المتغيرات القويمة بالارتباط القويم (R_c). كما أن كل زوج مرتبط من هذه المتغيرات يكون غير مرتبط مع أي زوج آخر من المتغيرات القويمة التي ارتبطت فيما بينها.

وتكمن أهمية الارتباط القويم، في تحليله الذي يقوم على أساس اختيار الأوزان "c' ، d'" بحيث تظهر أهمية الارتباط القويم الذى تكون قيمته فيما بين z_x ، z_Y للمجموعتين، أعظم ما يمكن. إذ أن الزوج الأول من الارتباط القويم (R_c) من التراكيب الخطية لايكون بالضرورة الوحيد الذي يعطي أعظم ارتباط يمكن الحصول عليه بين المجموعتين. إذ يكون هناك على الأقل زوجًا ثانيًا من التراكيب للمجموعتين، أي أن العدد الأكبر للارتباطات القويمة، التي يمكن أن تعرف بالنسبة للمشكلة المعطاة يكون مساوياً لعدد المتغيرات في المجموعة الصغرى، ولكن ليس من الضرورى أن تكون جميع الارتباطات القويمة التي تتضمنها المشكلة معنوية. وعليه يمكن تعريف تحليل الارتباط القويم بأنه حالة عامة للانحدار المتعدد بتحديد العلاقة بين مجموعة من المتغيرات (Y) مع مجموعة من متغيرات (X).

3-3- حساب الأوزان القويمة:

يمكن الحصول على الارتباطات القويمة (الأوزان القويمة) بالاعتماد على مصفوفة التباينات والتباينات المشتركة:

$$S=\begin{bmatrix} S_{xx} & S_{xY} \\ S'_{XY} & S_{YY} \end{bmatrix}$$

حيث إن:

S_{XX} : **مصفوفة التباينات والتباينات المشتركة للمجموعة X من الرتبة (p x p)**

S_{XY} : **مصفوفة التباينات والتباينات المشتركة بين X , Y من الرتبة (p x q)**

S_{YY} : **مصفوفة التباينات والتباينات المشتركة للمجموعة Y من الرتبة (q x q)**

ويصبح معامل الارتباط:

$$P_{z_X x_Y}=\frac{u'S_{XY}V}{\sqrt{(u'S_{XY}U)(V'S_{YY}V)}}$$

ولأجل تحليل وتفسير النتائج نحتاج إلى حساب الأوزان القويمة لكل زوج من المتغيرات القويمة.من أجل حساب الأوزان نتبع الخطوات التالية:

تستخدم معادلة المتجه المميز التالية:

$$|M-\lambda I|d=0 \quad \text{... (1)}$$

حيث إن λ هي القيم المميزة (وتسمى أيضًا الجذر المميز "Eigen Values" وتمثل مربع الارتباط القويم Canonical Correlation) وأن:

$$M=S_{YY}^{-1}S_{YX}S_{XY}^{-1}S_{XY} \quad \text{... (2)}$$

ولو كان $p \le q$ فإن المعادلة التي يستخرج منها الارتباط القويم هي:

$$S_{XX}^{-1}S_{XY}S_{YY}^{-1}S_{YX}-\lambda I \quad \text{... (3)}$$

أما إذا كان $q \le p$ فإن المعادلة التي يستخرج منها الارتباط القويم هي:

$$S_{YY}^{-1}S_{YX}S_{XX}^{-1}S_{YX}-\lambda I \quad \text{... (4)}$$

3-4- اختبار معنوية الارتباط القويم:

يتم اختبار المعنوية في التحليل القويم من أجل الحصول على المتغيرات القويمة التي تكون معنوية وكافية لتفسير العلاقة بين مجموعتين من المتغيرات ،التي تفترض عدم وجود ارتباط بين المجموعتين من المتغيرات.وتكون الفرضية الخاصة بالاختبار هي:

$$H_0 : R_{xx}=0 \qquad \text{OR} \qquad \sum xy=0$$

$$H_1 : R_{xy} \neq 0 \qquad \text{OR} \qquad \sum xy \neq 0$$

ويتم استخدام إحصاءة χ^2 (Chi²) التي تحسب وفق المعادلة التالية (حيث إن القيمة المحسوبة لها) هي:

$$\chi_C^2 = \left[-n + 0.5(p+q+3)\right] \text{Log } w \qquad \text{... (5)}$$

وهى تسمى إحصاءة (Wilk) وتحسب كالآتي:

$$W = \prod_{i=1}^{r} \left(1 - R_{cz}^2\right) \qquad \text{... (6)}$$

حيث إن:

p : عدد المتغيرات في المجموعة X's

q : عدد المتغيرات في المجموعة Y's

r : عدد الارتباطات القويمة اللاصفرية.

R_{cz}^2 : مربع معامل الارتباط القويم.

ويتم مقارنتها مع قيمة (χ^2) الجدولية بدرجات حرية $(p-k+1)(q-k+1)$ عند مستوى معنوية ملائم ، تمثل k رتبة زوج المتغيرات القويم تحت الاختبار.

وإذا كان الارتباط القويم الأول غير معنوي فإن بقية الارتباطات القويمة الأخرى تكون غير معنوية.

3-4-1- المعاملات التركيبية "Structure Coefficient":

تستخدم المعاملات التركيبية في تفسير نتائج التحليل القويم عوضًا عن الأوزان القويمة، فهي تُعد مفضلة أكثر من الأوزان القويمة بسبب كونها تتمكن إلى حد ما من فصل تأثير التباينات الخاصة بكل متغير، عن تأثير تباينات المتغيرات الأخرى وكما أن أخطاؤها المعيارية تكون أقل مما هى عليه في الأوزان القويمة.

ويعرف المعامل التركيبي بأنه الارتباط بين المتغير الأصلي والمتغير القويم المتعلق به، وتقع قيمة المعامل التركيبي بين (+1 , -1) ويمثل مربع المعامل التركيبي نسبة مساهمته في تفسير التباين الحاصل في المتغير القويم. وإذا كانت أي من المصفوفتين (R_{XX}, R_{YY}) مصفوفة وحده، تكون المعاملات التركيبية القويمة فى هذه الحالة مساوية للأوزان القويمة، وفيما عدا ذلك تختلف المعاملات التركيبية عن الأوزان القويمة.

2-4-3- معامل الإضافة أو معامل الوفرة(Redundancy Coefficient (Rd:

يمثل معامل الوفرةنسبة التباين الحاصل في متغيرات مجموعة، والمفسرة بمتغيرات مجموعة أخرى، وتتراوح قيمته بين0 , 1، وتكون 1 عندما $R_C = 1$ ويحسب عادة للارتباطات القويمة المعنوية، ويحسب Rd الكلي لبيان أثر متغيرات المجموعة X's في متغيرات المجموعة Y's. ويتوافق معامل الوفرة، في مفهومه، مع معامل التحديد في تحليل الانحدار. ولكنه يختلف عنه في أن التباين الكلي في المتغير التابع في تحليل الانحدار يكون مساويًا للواحد الصحيح أو بنسبة 100%.هذافى حين أنه لايتم في الارتباط القويم التعامل مع متغير تابع واحد، ولكن مع عدد من المتغيرات التابعة،التى يتم تحويلها لعدد من المُركبات الخطية (المتغيرات القويمة CV).ويحتوىكل متغير قويم على جزء فقط من التباين في مجموعة من المتغيرات التابعة المتاحه لشرحه عن طريق مجموعة من المتغيرات المستقلة.

وبذلك يكون من المتوقع أن تفسر مجموعة المتغيرات المستقلة فقط الجزء من التباين المشترك في المتغير القويم (CV) التابع.

3-5- خواص الارتباط القويم:

1- كل متغيرين من الارتباط القويم يشكلان تركيبة خطية.
2- جميع المتغيرات تكون عشوائية بمتوسط صفر وتباين 1
3- قيمة معامل الارتباط القويم تقع بين (+1 , -1) وبذلك فهي تتصف بنفس خواص معامل الارتباط البسيط.
4- محددة مصفوفة التباين والتباين المشترك تكون (Finite) وغير صفرية.
5- يتصف الارتباط القويم بصفة التباين المضاد أي أن X's يفسر التباين الحاصل في Y's والعكس صحيح لكل زوج من أزواج المتغيرات القويمة.
6- إذا كان $p \le q$ فإن المعادلة المستخدمة في إيجاد الارتباط القويم هي:

$$|R_{XX}^{-1} R_{XY} R_{YY}^{-1} R_{YX} - \lambda I| = 0$$

أما عندما $p \ge q$ فإن:

$$|R_{YY}^{-1} R_{YX} R_{XX}^{-1} R_{XY} - \lambda I| = 0$$

2- الجانــب التطبيقــي:

بعد إدخال البيانات الخاصة بمتغيرات الدراسة والمتمثلة في مجموعة متغيرات خاصة بالصادرات والواردات المصرية خلال الفترة من 2001 إلى 2015 والموضحة بجدول رقم (2).

تم تقسيم البيانات إلى مجموعتين،المجموعة الأولى وتمثل الواردات Y's، والمجموعة الثانية وتمثل الصادرات X's.

4-1- تحديد المتغيرات:

1- مجموعة المتغيرات الأولى (Right set) وتتمثل في الواردات وتشمل:

- الواردات من الآلات والأجهزة الكهربائية وأجزائها Y_1
- الواردات من منتجات الصناعات الكيماوية Y_2
- الواردات من منتجات غذائية ومشروبات وتبغ Y_3
- الواردات من معادن عادية ومصنوعاتها Y_4
- الواردات من منتجات معدنية Y_5
- الواردات من منتجات نباتية Y_6
- الواردات من نسيج ومصنوعاته Y_7

2- مجموعة المتغيرات الثانية (Left set) وتتمثل في الصادرات وتشمل:

- الصادرات من الآلات والأجهزة الكهربائية وأجزائها X_1
- الصادرات من منتجات الصناعات الكيماوية X_2
- الصادرات من منتجات غذائية ومشروبات وتبغ X_3
- صادرات من معادن عادية ومصنوعاتها X_4
- صادرات من منتجات معدنية X_5
- صادرات من منتجات نباتية X_6
- صادرات من نسيج ومصنوعاته X_7

جدول رقم (2): الصادرات والواردات المصرية

(الأرقام بالمليون جنيه مصري)

YEAR	الصـــادرات							الـــواردات						
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
2001	193	1109	267	1230	6880	1352	2881	9743	4620	3399	4911	3075	6984	1065
2002	272	1188	333	1812	7698	1493	3623	9594	5669	3645	5239	2861	9007	1111
2003	307	1989	580	3102	17576	2385	5366	10180	6344	3945	5181	4000	9175	1644
2004	457	1417	736	4673	23335	3796	6243	12652	7238	4203	7077	7972	9107	2757
2005	470	1620	970	4945	34437	4257	3770	16472	9346	4218	11145	16818	12871	2879
2006	438	1993	975	6297	46458	4134	3125	17129	8449	3918	10100	20330	11752	3089
2007	275	1913	1272	6663	49845	5925	3680	22167	9312	4703	12893	24222	19293	3306
2008	5829	13746	2927	16366	66409	10336	10155	51371	23419	7983	53614	36703	25303	13353
2009	4995	14963	4488	12452	43281	16004	13765	48661	21080	7023	40833	29066	23541	13611
2010	6100	17965	7687	15943	46172	16248	17538	50924	24921	10284	40333	45566	30279	16470
2011	8536	22305	7932	18858	54064	16394	20493	54318	30714	16720	48046	62577	47479	17553
2012	8394	21502	7423	15212	58355	15164	17688	58053	36053	19829	55101	85182	52655	18109
2013	9581	24469	9731	17832	56409	19230	21321	70956	41665	18650	57235	70764	51744	22134
2014	15768	22613	10591	14462	47859	21028	22948	76258	46064	21441	63618	78712	58883	26766
2015	14492	16365	10379	11563	33296	22749	22633	85615	50812	24046	62099	94869	55133	32290

المصدر: The Art of Financial Analysis www.egypteco.com

4-2- وصف متغيرات الدراسة:

تم استخدام عدة برامج إحصائية منها "STATISTICA،(NCSS 11)" لتحليل البيانات باستخدام أسلوب تحليل الارتباط القويم "Canonical Correlation".وتم الحصول على النتائج التالية:

جدول رقم (3): الإحصاءات الوصفية

	Means and Standard Deviations (Spreadsheet	
variable	Means	Std.Dev.
X1	5073.8	5376.2
X2	11010.4	9538.3
X3	4419.4	4070.8
X4	10094.0	6218.4
X5	39471.6	18406.6
X6	10699.6	7710.7
X7	11681.9	8045.2
Y1	39606.2	26829.7
Y2	21713.7	16071.3
Y3	10267.1	7603.6
Y4	31828.3	23931.1
Y5	38847.8	32055.8
Y6	28213.7	19557.8
Y7	11742.4	10326.7

يتضح من فحص جدول (3) ما يلي:

- بلغ متوسط صادرات الآلات والأجهزة الكهربائية بأجزائها (X_1) (5073.80) بإنحراف معياري (5376.23)، مقارنة بالواردات من الآلات والأجهزة الكهربائية بأجزائها (Y_1) التي بلغت (39606.20) بإنحراف معياري (26829.76).
- بلغ متوسط الصادرات من منتجات الصناعات الكيماوية (X_2) (11010.47) بإنحراف معياري (9538.39) ،مقارنة بالواردات من منتجات الصناعات الكيماوية (Y_2) (21713.73) بإنحراف معياري (16071.35).
- بلغ متوسط الصادرات من منتجات غذائية ومشروبات وتبغ (X_3) (4419.40) بإنحراف معياري (4070.85) ،مقارنة بالواردات من منتجات غذائية ومشروبات وتبغ (Y_3) والتي بلغت (10267.13) بإنحراف معياري (7603.69).
- بلغ متوسط الصادرات من معادن عادية ومصنوعاتها (X_4) (10094.00)بإنحراف معياري (6218.42) ،مقارنة بالواردات من معادن عادية ومصنوعاتها (Y_4) والتي بلغت (31828.33) بإنحراف معياري (23931.10).

- بلغ متوسط الصادرات من منتجات معدنية (X_5) (39471.60) بإنحراف معياري (18406.64) ،مقارنة بالواردات من منتجات معدنية (Y_5) ،والتي بلغت (38847.80) بإنحراف معياري (32055.85).
- بلغ متوسط الصادرات من منتجات نباتية (X_6) (10699.67) بانحراف معياري (7710.77) مقارنة بالواردات من منتجات نباتية (Y_6) والتي بلغت (28213.73) بانحراف معياري (19557.85).
- بلغ متوسط الصادرات من نسيج ومصنوعاته (X_7) (11681.93) بانحراف معياري (8045.23) مقارنة بالواردات من نسيج ومصنوعاته (Y_7) والتي كانت (11742.47) بانحراف معياري (10326.78).

4-3- تحليل نتائج البحث:

تم حساب الارتباط البسيط بين متغيرات المجموعتين (الصادرات والواردات) يوضح جدول رقم (4) هذه المصفوفة:

جدول رقم (4): مصفوفة الارتباط بين متغيرات المجموعتين

	Correlations (Spreadsheet1)													
variable	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X1	1.000	0.877	0.955	0.753	0.490	0.941	0.947	0.964	0.981	0.956	0.935	0.934	0.951	0.981
X2	0.877	1.000	0.935	0.940	0.678	0.929	0.955	0.919	0.902	0.870	0.946	0.882	0.921	0.890
X3	0.955	0.935	1.000	0.824	0.538	0.972	0.986	0.958	0.970	0.952	0.919	0.944	0.964	0.968
X4	0.753	0.940	0.824	1.000	0.847	0.854	0.852	0.850	0.794	0.732	0.903	0.792	0.815	0.791
X5	0.490	0.678	0.538	0.847	1.000	0.604	0.533	0.626	0.557	0.485	0.701	0.617	0.605	0.530
X6	0.941	0.929	0.972	0.854	0.604	1.000	0.971	0.980	0.958	0.905	0.948	0.922	0.930	0.974
X7	0.947	0.955	0.986	0.852	0.533	0.971	1.000	0.953	0.957	0.937	0.930	0.920	0.949	0.960
Y1	0.964	0.919	0.958	0.850	0.626	0.980	0.953	1.000	0.984	0.929	0.980	0.946	0.946	0.989
Y2	0.981	0.902	0.970	0.794	0.557	0.958	0.957	0.984	1.000	0.976	0.953	0.972	0.974	0.989
Y3	0.956	0.870	0.952	0.732	0.485	0.905	0.937	0.929	0.976	1.000	0.896	0.979	0.983	0.950
Y4	0.935	0.946	0.919	0.903	0.701	0.948	0.930	0.980	0.953	0.896	1.000	0.922	0.929	0.951
Y5	0.934	0.882	0.944	0.792	0.617	0.922	0.920	0.946	0.972	0.979	0.922	1.000	0.981	0.949
Y6	0.951	0.921	0.964	0.815	0.605	0.930	0.949	0.946	0.974	0.983	0.929	0.981	1.000	0.945
Y7	0.981	0.890	0.968	0.791	0.530	0.974	0.960	0.989	0.989	0.950	0.951	0.949	0.945	1.000

وتم الحصول على النتائج الآتية:

4-3-1- اشتقاق دوال الارتباط القويم:

تعتبر هذه المرحلة أول خطوة في تحليل الارتباط القويم، حيث تتكون كل دالة من مركبتين، إحداهما تمثل المجموعة الأولى من المتغيرات الأصلية (الواردات Y's)، والثانية تمثل المجموعة الثانية(الصادرات X's).وأكبر عدد من دوال الارتباط القويم يساوي عدد المتغيرات في

المجموعة الأقل، ولكن نظرًا لتساوي المجموعتين في هذا البحث من حيث عدد المتغيرات،إذ أن كل مجموعة بها سبعة متغيرات، فقد تم اشتقاق سبعة دوال تتكون كل منها من مركبتين إحداهما تمثل الصادرات والأخرى تمثل الواردات، وهذه الدوال موضحة بالجدول الآتي:

جدول رقم (5): مقاييس جوده نموذج الصادرات والواردات

	Chi-Square Tests with Successive Roots Removed (Spreadsheet1					
Root Removed	Canonicl R	Canonicl R-sqr.	Chi-sqr.	df	p	Lambda Prime
0	0.99992	0.99984	139.434	49	0.00000	0.00000
1	0.99882	0.99764	82.352	36	0.00001	0.00000
2	0.98856	0.97726	43.014	25	0.01399	0.00133
3	0.95525	0.91250	18.419	16	0.30000	0.05879
4	0.46377	0.21508	2.583	9	0.97853	0.67198
5	0.36542	0.13353	1.009	4	0.90832	0.85612
6	0.10922	0.01193	0.078	1	0.78001	0.98807

يتضح من الجدول السابق: أن الدالة الأولى لها أعلى معامل ارتباط قويم (R_c) والذي بلغ (0.999923)، وهو ارتباط طردي قوى، أما قيمة χ^2 المحسوبة فكانت (139.43) وهذه القيمة أكبر من الجدولية بدرجات حرية مساوية (49). يليها الدالة الثانية بمعامل ارتباط (0.998823)، وكانت قيمة χ^2المحسوبة (82.3528)، بدرجات حرية (36)،تليها الدالة الثالثة بمعامل ارتباط (0.988569)، وكانت قيمة χ^2 المحسوبة (43.0149)، بدرجات حرية (25)، تليها الدالة الرابعة بمعامل ارتباط (0.955252)، وكانت قيمة χ^2 المحسوبة (18.4191) ودرجات حرية (16)، وكانت الدالة الخامسة بمعامل ارتباط (0.463777)، بقيمة χ^2 (2.5839) ودرجات حرية (9)، وكانت الدالة السادسة بمعامل ارتباط (0.365425)، بقيمة χ^2 (1.0097) ودرجات حرية (4)، وأخيرًا الدالة السابعة بمعامل ارتباط (0.109223)، بقيمة χ^2 (0.0780) ودرجات حرية (1).

ومن الجدول (5) أيضًا يتضح: أن الدوال الثلاثة الأولى فقط ثبتت المعنوية الإحصائية لهم، وذلك من خلال قيمة p،حيث إن القيمة أقل من مستوى المعنوية 0.05.وهذا معناه وجود علاقة معنوية ذات دلالة إحصائية بين مجموعتي الدراسة، أي أن متغيرات المجموعة الأولى والمتمثلة فالواردات لها تأثير واضح وكبير على متغيرات المجموعة الثانية والمتمثلة فالصادرات.

والذي يؤكد على هذه النتائج أيضًا، قيم "Lambda Prime" والموجودة في العمود الأخير من هذا الجدول وهي تماثل R^2 في الارتباط المتعدد، ولكن تفسيرها يكون عكس تفسيرR^2،

بمعنى أن القيم، عندما تقترب من الصفر،تشير إلى ارتباط مرتفع، بينما القيمة القريبة من الواحد تشير إلى انخفاض الارتباط.

والغرض من هذا التحليل هو دراسة العلاقة الهيكلية بين الواردات والصادرات وليس عرض أي علاقات سببية أو تحديد أي متغيرات تابعة أو مستقلة، ولكن هناك في الحقيقة علاقة تبادلية.

ويمكن تلخيص نتائج الارتباط القويم بين المجموعة الأولى (الواردات) والمجموعة الثانية (الصادرات) في الجدول الآتي:

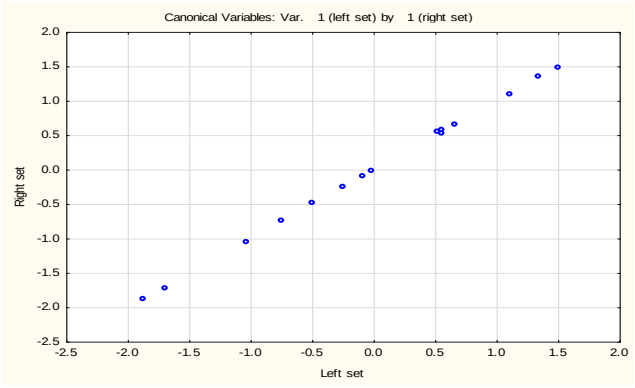
جدول رقم (6): ملخص نتائج الارتباط القويم للصادرات والواردات

	Canonical Analysis Summary (Spre Canonical R: .99992 Chi²(49)=139.43 p=0.0000	
N=15	Left Set	Right Set
No. of variables	7	7
Variance extracted	100.000%	100.000%
Total redundancy	95.7803%	97.5661%
Variables: 1	X1	Y1
2	X2	Y2
3	X3	Y3
4	X4	Y4
5	X5	Y5
6	X6	Y6
7	X7	Y7

يتضح من جدول (6): أن هناك 7 دوال تم استخراجها، ونأخذ في الاعتبار التباين الموجود في المتغيرات الأصلية بالكامل، وذلك في كلا المجموعتين، كما بلغ مؤشر الوفرة من مركبات الواردات لمركبات الصادرات (95.78%) (Total Redundancy)، أي أن مركبات الواردات تفسر حوالي (95.78%) من التباين الموجود في مركبات الصادرات، بينما تفسرهذه الأخيرة (97.566%) من التباين الموجود في مركبات الواردات.

وتأتي بعد ذلك مرحلة تحديد أي من المتغيرات يمكن الاعتماد عليها في تفسير العلاقة بين مجموعتي المتغيرات، وفقًا للمعاييرالثلاث السابقة. فبالنسبة للدالة الأولى، نجد أن قيمة معامل الارتباط بلغت (0.999923)، مما يعطي لها معنوية عالية كما ثبتت معنويتها إحصائيًا عند مستوى معنوية (0.05) ويمثل الشكل رقم (1) شكل العلاقة بين مركبي الدالة الأولى، حيث يمثل

المحور الأفقي المركب (Left set)الخاص بالصادرات، ويمثل المحور الرأسي (Right set) مُركب الواردات، ويتضح من الشكل قوة العلاقة بين مركبي الدالة.



شكل رقم (1): العلاقة بين مركبي الدالة الأولى لنموذج الصادرات والواردات

وبالنسبة للمعيار الثالث وهو مؤشر الوفرة، يتضح من الجدول رقم (7أ،7 ب) ،أن كمية التباين المستخرجة من المتغيرات الأصلية للواردات مجتمعة ،من خلال المُركب الأول للواردات، بلغت (0.801536) أي (80.15%)، بينما بلغت كمية التباين المستخرجة من المتغيرات الأصلية للصادرات مجتمعة، من خلال المركب الأول للصادرات (0.677294) أي نسبة (67.729%)، بينما كمية التباين الباقية في كلٍ من متغيرات الواردات والصادرات والتي بلغت (19.85% ، 32.27%) على الترتيب فهي موزعة على الدوال الستة الباقية.

كما يتضح أن مؤشر الوفرة (Reddncy) للمركب الأول للصادرات، ساهم في تفسير "0.801413 أيمانسبته80.14%" من تباين المتغيرات الأصلية للواردات، بينما ساهم المركب الأول للواردات في تفسير "0.677190 أيمانسبته67.719%" من تباينات المتغيرات الأصلية للصادرات.

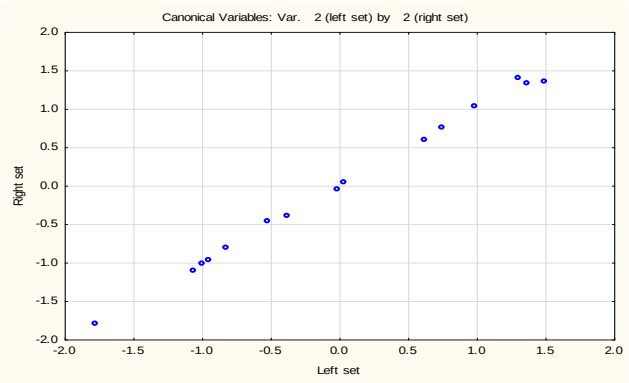
جدول رقم (7 أ) : حساب مؤشر الوفرة لنموذج الصادرات

	Variance Extracted (Proportions), left set (Spreads	
Factor	Variance extractd	Reddncy.
Root 1	0.67729	0.67719
Root 2	0.12962	0.12932
Root 3	0.13406	0.13101
Root 4	0.01323	0.01207
Root 5	0.02894	0.00622
Root 6	0.01455	0.00194
Root 7	0.00227	0.00002

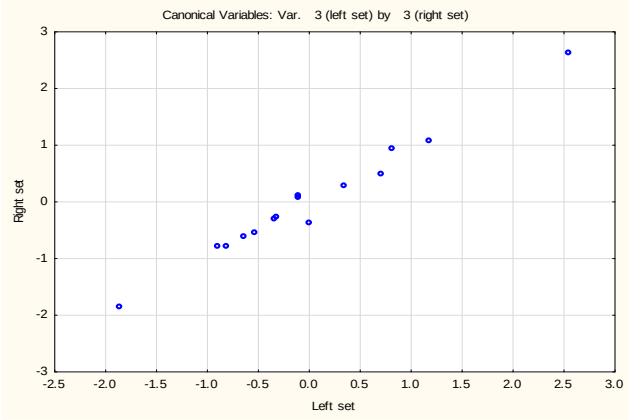
جدول رقم (7 ب): حساب مؤشر الوفرة لنموذج الواردات

Variable	Variance Extracted (Proportions), right set (Spread	
	Variance extractd	Reddncy.
Root 1	0.80153	0.80141
Root 2	0.11856	0.11828
Root 3	0.02704	0.02642
Root 4	0.03118	0.02845
Root 5	0.00293	0.00063
Root 6	0.00187	0.00025
Root 7	0.01687	0.00020

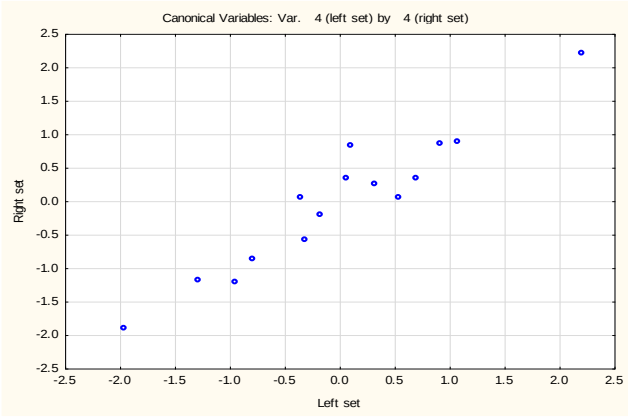
كما يتضح من باقي أرقام جدول رقم (7 أ، 7 ب) صغر حجم كمية التباين المشروح بالدوال الستة الباقية في كلا المجموعتين، سواء من خلال المركب الخاص بها، أو من خلال المركب المقابل لها كما يوضح الشكل رقم (2)، (3)، (4)، (5)، (6)، (7) العلاقة بين مركبي الدالة الثانية والثالثة والرابعة والخامسة والسادسة والسابعة للصادرات والواردات.



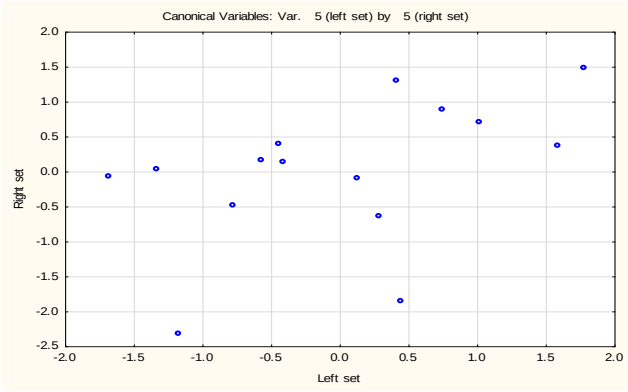
شكل رقم (2): العلاقة بين مركبي الدالة الثانية لنموذج الصادرات والواردات



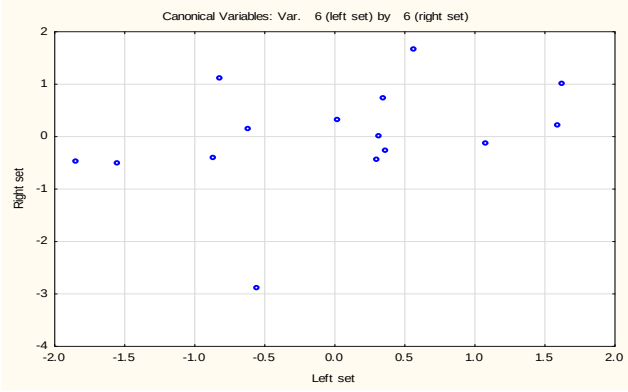
شكل رقم (3): العلاقة بين مركبي الدالة الثالثة لنموذج الصادرات والواردات



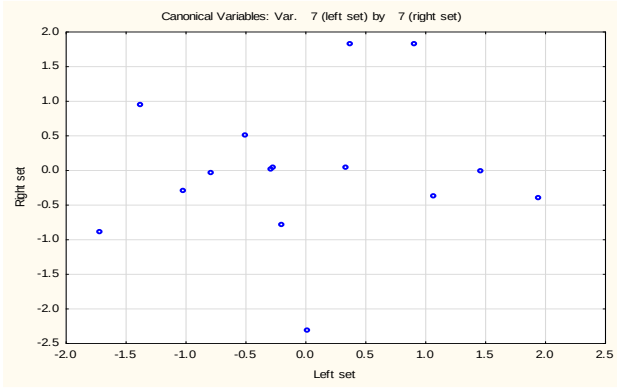
شكل رقم (4): العلاقة بين مركبي الدالة الرابعة لنموذج الصادرات والواردات



شكل رقم (5): العلاقة بين مركبي الدالة الخامسة لنموذج الصادرات والواردات



شكل رقم (6): العلاقة بين مركبي الدالة السادسة لنموذج الصادرات والواردات



شكل رقم (7): العلاقة بين مركبي الدالة السابعة لنموذج الصادرات والواردات

من فحص الأشكال البيانية من رقم (1) حتى رقم (7) تتضح قوة العلاقة بين مركبي الدالة الأولى مما يساعد في اتخاذ القرار بأن الدالة الأولى هي الدالة التي يمكن الاعتماد عليها في تفسير العلاقة بين المُركبين، والتي يتم التعبير عنها (مع التقريب لأقرب رقمين عشريين) كما يلي:

جدول رقم (8 أ): الأوزان لنموذج الصادرات

	Canonical Weights, left set (Spreadsheet1)						
Variable	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7
X1	-1.0159	1.3455	0.7204	-0.3600	3.2736	0.1598	-1.0778
X2	0.0664	1.0358	2.1089	2.0335	-0.5871	-5.2843	0.6901
X3	0.7182	-3.0225	-2.0416	1.2947	-0.5952	-0.0271	-6.6010
X4	-0.4004	0.5055	0.8302	-3.7909	0.6981	2.6211	-5.0256
X5	0.3707	-0.7873	-0.1164	2.2830	-0.0166	0.5176	2.6043
X6	0.3604	-1.9950	0.7838	-3.6602	0.0062	-3.0138	1.1840
X7	-0.9551	2.3910	-1.9887	2.7411	-2.7461	5.3639	8.6266

جدول رقم (8 ب): الأوزان لنموذج الواردات

	Canonical Weights, right set (Spreadsheet1)						
Variable	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7
Y1	2.2819	-2.9278	1.4590	-6.3703	-12.756	-14.916	14.1333
Y2	0.7869	-2.5830	-1.4110	7.2622	14.176	-2.647	-8.8889
Y3	-1.2325	5.9202	0.0945	-3.6852	-7.280	-6.419	12.3927
Y4	-1.2126	3.6052	2.7621	0.8404	3.048	3.905	-0.9488
Y5	1.5568	-3.7379	-0.0068	1.4319	3.007	4.236	0.9817
Y6	-0.5172	-1.5194	0.0460	2.2482	-2.648	3.196	-8.5069
Y7	-2.6294	1.0307	-2.7452	-1.6775	2.315	12.701	-8.8672

مما سبق يتضح أن الدالة الاولى هي الدالة التي يمكن الاعتماد عليها في تحليل العلاقة بين الصادرات والواردات، وكذلك استخدامها في التنبؤ بكل منهما باستخدام المعادلات الآتية:

$$u_1 = -1.01599X_1 + 0.06644X_2 + 0.71825X_3 - 0.40049X_4 + 0.37070X_5 + 0.36045X_6 - 0.95514X_7$$

$$v_1 = 2.28196Y_1 + 0.78699Y_2 - 1.23253Y_3 - 1.21261Y_4 + 1.55684Y_5 - 0.51727Y_6 - 2.62945Y_7$$

حيث إن:

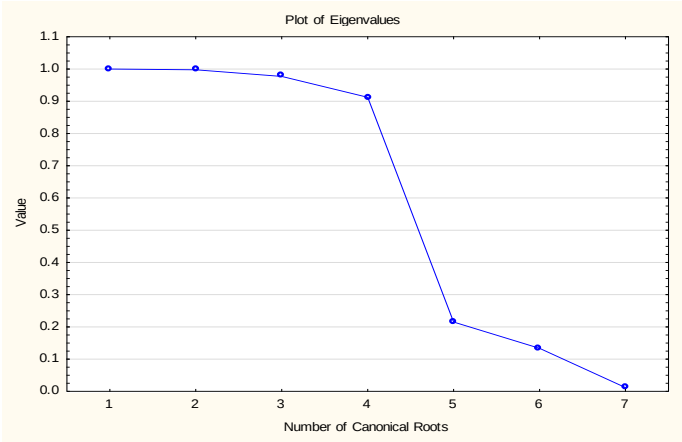
u : التركيبة الخطية (المتغير القويم لمجموعة الصادرات).

v : التركيبة الخطية (المتغير القويم لمجموعة الواردات).

جدول رقم (9): القيم المميزة

	Eigenvalues (Spreadsheet1)						
Root	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7
Value	0.99984	0.99764	0.97726	0.91250	0.21508	0.13353	0.01193

الجدول أعلاه يوضح القيم المميزة للارتباط القويم لعدد (14) متغير مقسمة إلى مجموعتين في كل مجموعة (7) متغيرات، لذلك نجد أن لدينا (7) قيم مميزة وقد بلغت القيمة الأولى (0.999847) في حين أن باقي القيم بلغت (0.997647 ، 0.977268 ، 0.912506 ، 0.215089 ، 0.133535 ، 0.011930) ويتم توضيح هذا الجدول بيانيًا في شكل رقم (8) كالآتي:



شكل رقم (8): انتشار القيم المميزة

جدول رقم (10 أ): المعامل التركيبي لمجموعة الواردات

	Factor Structure, right set (Spreadsheet1)						
Variable	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7
Y1	-0.89529	-0.38836	0.18544	-0.00595	0.04312	-0.06199	0.08651
Y2	-0.91947	-0.34018	0.07239	0.12038	0.05819	-0.06848	0.10503
Y3	-0.91134	-0.26914	-0.02274	0.25573	-0.02471	-0.01185	0.17418
Y4	-0.87589	-0.30305	0.35624	0.03662	0.06277	-0.02292	0.09083
Y5	-0.84727	-0.40917	0.08296	0.24497	-0.00176	0.05598	0.21137
Y6	-0.88643	-0.33017	0.11039	0.27704	-0.08849	-0.01712	0.09025
Y7	-0.92864	-0.35025	0.05638	-0.01535	0.05383	-0.02165	0.09037

2-3-4- تحليل نتائج المجموعة الأولى (right set) (الواردات):

من خلال الجدول رقم (10أ) الذي يمثل المعامل التركيبي (Factor Structure) نلاحظ ما يلي:

1- **أن المتغير Y_7 (واردات من نسيج ومصنوعاته) كان له أكبر تأثير على متغيرات المجموعة الثانية حيث إن معامله التركيبي كان (0.928641-)**

2- **أن المتغير الثاني من ناحية قوة التأثير في المجموعة الثانية (X) هو المتغير Y_2 (الواردات من منتجات الصناعات الكيماوية) حيث كان معامله التركيبي بلغ (0.911348-).**

3- **أن المتغير Y_3 (الواردات من منتجات غذائية ومشروبات وتبغ) هو العامل الثالث من ناحية قوة التأثير حيث إن معامله التركيبي بلغ (0.911348-).**

4- **أن المتغير Y_1 (الواردات من الآلات والأجهزة الكهربائية وأجزائها) هو العامل الرابع من حيث قوة التأثير في المجموعة الثانية حيث أن معامله التركيبي بلغ (0.895299-).**

5- **أن المتغير Y_6 (واردات من منتجات نباتية) هو العامل الخامس من حيث التأثير حيث إن معامله التركيبي بلغ (0.886436-).**

6- **أن المتغير Y_4 (واردات من معادن عادية ومصنوعاتها) هو العامل السادس من حيث التأثير حيث أن معامله التركيبي بلغ (0.875894-).**

7- **أن المتغير Y_5 (واردات من منتجات معدنية) هو العامل السابع من حيث التأثير في المجموعة الثانية حيث إن معامله التركيبي بلغ (0.847270-)**

جدول رقم (10 ب): المعامل التركيبي لمجموعة الصادرات

	Factor Structure, left set (Spreadsheet1)						
Variable	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7
X1	-0.95712	-0.25096	0.04217	0.07530	0.11273	-0.02762	0.00244
X2	-0.85511	-0.23936	0.36096	0.13309	-0.24569	-0.03043	-0.04670
X3	-0.91223	-0.35597	0.03998	0.10473	-0.15486	-0.01633	-0.06554
X4	-0.70314	-0.33222	0.55014	0.05688	-0.22646	0.18432	-0.06371
X5	-0.32648	-0.55306	0.68646	0.22325	0.00287	0.25328	0.04788
X6	-0.88233	-0.42448	0.14414	-0.05064	-0.11693	-0.03614	0.05453
X7	-0.93917	-0.25291	0.10046	0.05160	-0.20151	0.02236	0.01074

3-3-4- تحليل نتائج المجموعة الثانية (left set) (الصادرات):

من خلال الجدول رقم (10ب) والذي يمثل المعامل التركيبي (Factor Structure) نلاحظ ما يلي:

1- **أن المتغير X_1 (الصادات من الآلات والأجهزة الكهربائية وأجزائها) كان له أكبر تأثير على متغيرات المجموعة الأولى حيث إن معامله التركيبي كان (0.957125-).**

2- **أن المتغير X_7 (صادرات من نسيج ومصنوعات) هو العامل الثاني من حيث قوة التأثير في المجموعة الأولى ،حيث إن معامله التركيبي بلغ (0.939179-).**

3- **أن المتغير الثالث من حيث قوة التأثير في المجموعة الأولى (Y) هو المتغير X_3 (صادرات من منتجات غذائية ومشروبات وتبغ) حيث إن معامله التركيبي بلغ (0.912233-).**

4- **أن المتغير الرابع من حيث قوة التأثير هو المتغير X_6 (صادرات منتجات نباتية) حيث إن معامله التركيبي بلغ (0.882336-).**

5- **أن المتغير X_2 (الصادرات من منتجات الصناعات الكيماوية) هو العامل الخامس من حيث قوة التأثير حيث إن معامله التركيبي بلغ (0.855117-).**

6- **أن المتغير X_4 (صادرات من معادن عادية ومصنوعاتها) هو العامل السادس من حيث قوة التأثير حيث إن معامله التركيبي بلغ (0.703142-).**

7- **أن المتغير X_5 (صادرات من منتجات معدنية) ذو تأثير ضعيف على متغيرات المجموعة الأولى حيث إن معامله التركيبي بلغ (0.326485-).**

النتائـج والتوصيـات:

توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج نذكر منها:

1- اتضح من جدول (2) والخاص بالإحصاءات الوصفية أن متوسط الصادرات لكل المنتجات أقل من متوسط الواردات لنفس المنتجات، فيما عدا الصادرات من المنتجات المعدنية (X_5) التي تفوقت على الواردات ،حيث كان متوسط صادرات المنتجات المعدنية (39470.60)، ومتوسط الواردات فيها (38847.80). مما يعني وجود قصور في الطاقات الإنتاجية للمنتجات الست الأخرى . فإستيراد المواد الغذائية يبين عجز إنتاج الغذاء في اقتصاد البلد عن توفير متطلبات الأمن الغذائي، كما أن استيراد الآلات والأجهزة الكهربائية يكشف عجز صناعة الآلات والتجهيزات.

2- عند اشتقاق دوال الارتباط القويم وجد أن عدد المتغيرات في المجموعتين متساوي فكل مجموعة بها سبع متغيرات.فقد تم اشتقاق سبعة دوال كل دالة تتكون من مركبتين إحداهما تمثل الصادرات، والأخرى تمثل الواردات. حيث وجد أن الدوال الثلاثة الأولى فقط ثبتت المعنوية الإحصائية لهم من خلال اختبار χ^2 واختبار "Lambda Prime" وهذا معناه وجود علاقة معنوية ذات دلالة إحصائية بين مجموعتي الدراسة ،أي أن متغيرات المجموعة الأولى، والمتمثلة فالواردات لها تأثير واضح وكبير على متغيرات المجموعة الثانية المتمثلة فالصادرات.

3- اتضح من مؤشر الوفرة (Total Redundancy) أن مركبات الواردات تفسر حوالي 95.7803% من التباين الموجود في مركبات الصادرات بينما مركبات الصادرات تفسر 97.566% من التباين الموجود في مركبات الواردات.

4- اتضح أن الدالة الأولى هي التي يمكن الاعتماد عليها في تفسير العلاقة بين مجموعتي المتغيرات، حيث إن لها أعلى معامل ارتباط قويم بلغ 0.999923،كما ثبتت معنويتها عند مستوى معنوية 0.05، وأن مؤشر الوفرة لهذه الدالة أوضح أن كمية التباين المستخرجة من المتغيرات الأصلية للصادرات مجتمعة ،من خلال المركب الأول للصادرات بلغت 80.15%، بينما بلغت كمية التباين المستخرجة من المتغيرات الأصلية للواردات مجتمعة، من خلال المركب الأول للواردات 67.729%. أي أن مؤشر الوفرة للمركب الأول للصادرات ساهم في تفسيرمانسبته (80.14%) من تباين المتغيرات الأصلية للواردات، بينما ساهم

المركب الأول للواردات في تفسير مانسبته(67.719%) من تباينات المتغيرات الأصلية للصادرات.

5- أن الدالة الأولى هي التي يمكن الاعتماد عليها في تحليل العلاقة بين الصادرات والواردات كما يمكن استخدامها في التنبؤ بكل منها باستخدام المعادلات الآتية:

$$u_1 = -1.01599X_1 + 0.06644X_2 + 0.71825X_3 - 0.40049X_4 + 0.37070X_5 + 0.36045X_6 - 0.95514X_7$$

$$v_1 = 2.28196Y_1 + 0.78699Y_2 - 1.23253Y_3 - 1.21261Y_4 + 1.55684Y_5 - 0.51727Y_6 - 2.62945Y_7$$

6- أنه يمكن ترتيب الواردات، من حيث قوة التأثير على متغيرات الصادرات، من خلال المعامل التركيبي من الأكبر تأثيراً إلى الأقل تأثيراً كالآتي:

Y_7 ثم Y_2 ثم Y_3 ثم Y_1 ثم Y_6 ثم Y_4 ثم Y_5

كذلك يمكن ترتيب الصادرات، من حيث قوة التأثير على متغيرات الواردات، من خلال المعامل التركيبي من الأكبر تأثيراً إلى الأقل تأثيراً كالآتي:

X_1 ثم X_7 ثم X_3 ثم X_6 ثم X_2 ثم X_4 ثم X_5

مع ملاحظة أن جميع الإشارات سالبة مما يوضح أن هناك علاقة عكسية بين مجموعة متغيرات الصادرات والواردات، وهذه الإشارة منطقية حيث إن العلاقة بين الصادرات والواردات تكون عكسية.

7- تظهر أهمية الميزان التجاري في التبادل العاملي في كل دول العالم، ويعتبر مهماً جدًا بالنسبة للدول النامية، لأن معظم الإيرادات والمدفوعات تكون نتيجة للصادرات والواردات للسلع ،وليست نتيجة لتبادل الخدمات أو لانتقال رؤوس الأموال والفوائد. أي تزداد أهمية بنود الميزان التجاري بزيادة درجة التراجع الاقتصادي بينما تزداد أهمية ميزان المدفوعات كلما تقدمت الدولة اقتصاديًا. وذلك لأنه في الدول الصناعية والدول العاملة في ميدان الاستثمارات الدولية، تزداد أهمية الخدمات والاستثمارات (التي يشملها ميزان المدفوعات) لدرجة تؤدي إلى نقص في الأهمية النسبية للصادرات والواردات السلعية، لأن هذه الدول تنتج غذائها بنفسها ولا تعتمد على أحد.

8- العمل على زيادة الصادرات وتنميتها والاهتمام بها، والاهتمام بالصناعة المحلية وزيادة المنتجات الزراعية حتى يمكن تصديرها.

9- الاستفادة من الاتفاقيات والبروتوكولات التجارية في توفير احتياجات البلاد من السلع بأفضل الشروط وفى زيادة صادراتها للأسواق الخارجية.

10- التأكيد على ضرورة استخدام الأساليب الإحصائية المتقدمة في مثل هذه الدراسات لما لهذه الدراسات من أهمية في الوصول إلى نتائج دقيقة، تحقق أهدافاً مرجوة لبناء مجتمع أفضل.

11- ضرورة زيادة الاهتمام بالتدريب النظري، مع التطبيق للبرامج الجاهزة مثل SPSS، NCSS11، STATISTICA، لما لهذه البرامج من أهمية كبيرة في الدراسات الإحصائية من حيثاختصار الوقت وتقليل الجهد وتحقيق نتائج أكثر دقة.

قائمـــة المراجـــع

6-1- المراجع العربيـة:

1- بريان ف. ج. مانلي، ترجمة: د. عبد الرحمن أبو عمه: "الأساس الإحصائي في الطرق الإحصائية المتعددة المتغيرات"، جامعة الملك سعود للنشر العلمي والمطابع 2000.

2- ثروت محمد عبد المنعم: "التحليل الإحصائي للمتغيرات المتعددة"، مكتبة الأنجلو المصرية 2011.

3- حيدر حسين دخيل: "استخدام الارتباط القويم Canonical Correlation لدراسة العلاقة بين شخصية الطفل وطريقة ونوع الكذب"، مجلة أوروك، العدد الثاني، المجلد العاشر 2017.

4- ريتشارد جونس، دين وشرن، ترجمة: د. عبد المرضي حامد عزام، تقديم: د. سلطان بن محمد بن علي: "التحليل الإحصائي للمتغيرات المتعددة من الوجهة التطبيقية"، دار المريخ للنشر، 1998، الرياض المملكة العربية السعودية.

5- سهيلة نجم عبد الله: "استخدام تحليل الارتباط القويم لدراسة تأثير مجموعة من العوامل على إنتاج المحاصيل الاستراتيجية"، الجامعة المستنصرية، مجلة الإدارة والاقتصاد، العدد الثالث والسبعون 2008.

6- طاهر ريسان دخيل، محمد عبد الحسين محمد: "استخدام الارتباط القويم في تحديد العوامل المؤثرة على إدمان الأطفال Canonical Correlation والمراهقين على التدخين"، جامعة القادسية، قسم الإحصاء.

7- مجيد بكر رشيد وآخرون: "التحليل الإحصائي متعدد المتغيرات للعوامل المؤثرة على مستوى تحصيل الطالب الجامعي في العراق – دراسة تطبيقية"، المجلة المصرية للدراسات التجارية، مصر 2016.

8- مصر في أرقام 2017، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.

9- منى صلاح عبد الرحمن الغيش: "دراسة إحصائية باستخدام أسلوب متعدد المتغيرات بالتطبيق على القطاع المصرفي"، دكتوراه، كلية التجارة جامعة عين شمس، 2016.

10- هشام حمدنا الله عبد الفتاح: "دراسة مقارنة لتحليل العوامل المؤثرة في الميزان التجاري السوداني باستخدام الارتباط القويم"، (في الفترة من 1997-2015م)، رسالة ماجستير، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، مايو 2017.

6-2- المراجع الإنجليزيـة:

1- **Aaron French and Sally Chess, Canonical Correlation & Principal Components. Analysis @ www.sfsu.edu/efc/2008.**

2- **ArtoKalmi, Seppo Virtanen, and Samuel Kaski, "Bayesian canonical correlation Analysis", Journal of Machine Learning Research 14 (2013) 965-1003.**

3- **John Zilvinskis, Anthony Masseria and Gary R. Pike "Using Canonical correlating analysis to Examine student Engagement and learning". Paper presented at the Annual Forum of the Association for Institutional Research, Denver, Co, May 2015.**

4- **Josph F. Hair, Jr., Rolph E. Anderson, Ronald L. Tatham and William C. Black. "Canonical Correlation Analysis" Adapted from chapter 8, Multivariate Data Analysis, 5th edition. Copyright © prentice Hall, Inc. 1998.**

5- **Magnus Borga "Canonical corelation a tutorial » 2001.**

6- **Mans Thulin « Analysis of Factors and canonical correlations" department of Mathematics, Uppsala University Multivariate Methods 2011.**

7- **Nathaniel E. Helwig "Canonical correlation Analysis". University of Minnesota (Twin Cities). 2017. Copyright © 2017 by Nathaniel E. Helwig.**

8- **NCSS Statistical Software NCSS.com NCSS, LLC, All rights reserved chapter 400 canonical correlation.**

9- **Pedro Silva Moreira, Nadine Coureia Santos, Nuno Sousa, and Patricio Soares Costa "The use of cononical correlation Analysis to Assess the Relationship between Executive Functioning and verbal memory in older Adults." GerontolGeriatr Med. V. 1, Jan-Dec 2015.**

10- **Rodrigo Loureiro Malacarne"Canonical correlation Analysis".**

The Mathematica Journal 16© 2014 Wolfram Media, Inc.

11- **Wikipedia the Free Encyclopedia "Canonical Correlation" 2018.**

12- **http://www.statisticalassoricates.com.**