ISSN1813-1719

مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية

تعنى بالبحوث الإدارية والاقتصادية
والمحاسبية والمعلوماتية

دورية فصلية علمية محكمة

قياس اثر التفاعل بين المتغيرات التوضيحية في معادلة الانحدار المتعدد

أ.م.د. عباس ناجي العبيدي
كلية الإدارة والاقتصاد
جامعة تكريت

المجلد (٣) العدد(٧) السنة : ٢٠٠٧

قياس اثر التفاعل بين المتغيرات التوضيحية في معادلة الانحدار المتعدد

المبحث الأول - المقدمة

إن استخدام تحليل الانحدار وفق النموذج الأساس في معادلة الانحدار المتعدد والذي يأخذ الصيغة التقليدية المعروفة للجميع وهي : $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + ...+b_nX_n + u$ لا يمكن أن يضاهي بأي شكل من الأشكال تحليل التباين الذي يوفر للاقتصادي فرصة معرفة آثار التفاعل بين المتغيرات المستقلة في المتغير التابع . غير إن أسلوب تحليل التباين هو أسلوب أو أداة إحصائية غير شائعة الاستخدام من قبل الاقتصاديين، لذا بقي الاقتصاديون معتمدين على أسلوب تحليل الانحدار في دراساتهم ، وهذا ما تؤكد عليه جميع كتب الاقتصاد القياسي ، الأجنبية منها أو العربية ، حيث حشرت نفسها ضمن موضوعات الانحدار الذي اصبح عاجزا عن تلبية متطلبات التحليل الاقتصادي الجيد في الوقت الحاضر.

استمرت الإشارات إلى ضرورة بناء وقياس اثر التفاعل بين المتغيرات التوضيحية وكيفية استخدام وتفسير آثار تلك التفاعلات ، بدءا من ستينيات القرن الماضي ، ومن أوائل الذين اهتموا بهذا الموضوع كل من (انظر: Gram- : (http://www.ruf.rice.edu/~branton/interaction/faqintpr.htm Schmidt كما أشار إلي ذلك (1981) Draper, N. and H. Smith ، و Bottenberg, R. A. and J. H. Ward, Jr. (1963) و Wright, Gerald. (1976) و Cohen, J. (1978) و Bernhardt, Irwin & Bong S. Jung. (1979) ، واستمر بحث هذا الموضوع في العقود اللاحقة وبزخم اكبر ، وحتى الوقت الحاضر، انظر مثلا : Curran, P. J., Bauer, D. J., & Willoughby, M. T. (2004) و Kam, Cindy & Robert Franzese. (2003) و Jaccard, James, & Robert Turrisi. (2003) و Fox, John (2005) ، غير أن أفضل من كتب في هذا الموضوع لحد الآن وباعتراف اغلب المهتمين هما : Aiken, L. S., & West, S. G. حيث يعتبر كتابهما المشترك Aiken, L. S., and S. G. West (1991). Multiple Regression: Testing and Interpreting Interactions. Newbury Park: Sage Publications حجة في هذا المجال.

أهمية البحث :

تنبع أهمية البحث من أهمية المشكلة المبحوثة أولا ، علاوة على انه البحث الوحيد الذي يتناول بالدراسة هذه المسألة المهمة في الأدب الاقتصادي العربي حتى وقت الانتهاء من عملية طبعه في كانون الأول ٢٠٠٧ ، على حد علمنا المتواضع ، ثانيا.

مشكلة البحث :

يمكن استخدام نموذج الانحدار المذكور $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + ...+b_nX_n + u$ في معرفة اثر كل من المتغيرات المستقلة المذكورة فيه X_1 و X_2 ...الخ ، في المتغير التابع Y ، غير أن المشكلة هي أن هذا النموذج يبقى عاجزا عن قياس اثر التفاعل بين X_1 و X_2 في المتغير التابع Y بصيغته التقليدية وبالتالي يبقى تحليل الانحدار عاجزا عن تضمين جميع العوامل الممكنة المؤثرة على المتغير التابع .

فرضية البحث :

يفترض البحث أن هناك عدة طرق أو إمكانيات جيدة للارتقاء بموضوع تحليل الانحدار بحيث يتخلص من عجزه عن قياس اثر التفاعل بين X_1 و X_2 في المتغير التابع Y وانه يمكن المفاضلة بين تلك الطرق بحيث نستخدم الأحسن .

هدف البحث :

لذا فان الهدف الأساس من هذا البحث هو محاولة معالجة هذا النقص في معادلة الانحدار المتعدد ، بحيث تصبح قادرة على تقدير اثر التفاعل بين المتغيرات المستقلة في المتغير التابع ، فتتخذ معادلة الانحدار الصيغة الجديدة المقترحة الآتية : $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1X_2 + u$ وذلك باستخدام إحدى تقنيات أو طرق بناء وقياس اثر التفاعل بين المتغيرات المستقلة في المتغير التابع .

أسلوب البحث :

أما أسلوب البحث فقد اختلف ارتباطا مع طبيعة السياق المدروس وحيث تتطلب الحاجة ، فقد استخدمنا تحليل الانحدار وتحليل الارتباط ، وباستخدام الحزمة الإحصائية الجاهزة MINITAB .

منهجية البحث :

سوف نقسم البحث إلى عدة مباحث ، يضم المبحث الأول هذه المقدمة والتي تختص باستعراض أهمية البحث وتحديد مشكلته وفرضيته وأسلوبه .....الخ ، أما المبحث الثاني فيتناول بالبحث ماهية وأنواع التفاعل بين المتغيرات المستقلة ، أما المبحث الثالث فسوف يخصص لبناء وقياس اثر التفاعل باستخدام طريقة المتغيرات التوضيحية الخام ، في حين تم تخصيص المبحث الرابع لبناء وقياس اثر التفاعل باستخدام طريقة المتغيرات التوضيحية المتعامدة ، وأخيرا سوف يتناول المبحث الخامس النتائج التي توصل إليها البحث والمقترحات المبنية على أساس تلك النتائج.

المبحث الثاني – التفاعل بين المتغيرات المستقلة

أولا - معنى التفاعل :

كما نوهنا سابقا فان التفاعل Interaction بين المتغيرات المستقلة يتضح بمتغير مستقل جديد ناتج عن التفاعل بين المتغيرات المستقلة المعنية ، فلو كان لدينا المتغير المستقل الأول X_1 والمتغير المستقل الثاني X_2 فان التفاعل بينهما هو حاصل ضرب الأول في الثاني والذي ينتج عنه المتغير المستقل الجديد X_1X_2 الخاص بالتفاعل حيث أن القيمة المقدرة لمعلمة هذا المتغير ، توضح اثر التفاعل بين المتغيرين المذكورين أي الأول والثاني في المتغير التابع Y .

وقد تدعى تأثيرات التفاعل خطأ، بالتأثيرات المعدلة أو الملطفة Moderator Effects أحيانا (انظر : http://members.aol.com/IMSAP/MMR.htm)، باعتبار أن التفاعل أو المتغير الثالث المضاف والذي يغير العلاقة بين المتغيرين المستقلين الأصليين ، هو متغير يلطف أو يعدل العلاقة الأصلية ، على سبيل المثال في العلاقة بين الدخل والأسعار كمتغيرات مستقلة لتحديد الطلب على سلعة معينة ، قد تلطف بمتغير تفاعل بينهما قد ينعكس بشكل أو بآخر بمستوى الثقافة أو التعليم.

ثانيا - أنواع التفاعل :

يمكن رصد وجود عدة أنواع من التفاعل بين المتغيرات الاقتصادية المستقلة في الحياة العملية ، ومنها :

١ – التفاعل الثنائي Two Way Interaction :

ففي نموذج الانحدار $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1X_2 + u$ نجد أن المعلمة b_1 توضح تأثير X_1 في المتغير Y وان b_2 توضح تأثير X_2 في المتغير Y ، غير أن المعلمة b_3 توضح تأثير التفاعل بين X_1 و X_2 في المتغير التابع ، وهذا التفاعل هو ما يعرف بالتفاعل الثنائي.

والمتغيران المستقلان هنا يمكن أن يكونا :

أ - متغيران نوعيان Two Categorical Variables:

كمتغير الجنس X_1 ومتغير مستوى التحصيل الدراسي أو الشهادة X_2 مثلا عند دراسة مستوى أجور العمال Y في منشأة معينة أو عدة منشآت في القطاع الخاص. والمتغيرات النوعية هنا تأخذ قيما رمزية تمثل الجنس في المتغير الأول أو التحصيل الدراسي في المتغير الثاني . وهنا نجد أن b_1 توضح تأثير الجنس في الأجور وان b_2 توضح تأثير الشهادة في الأجور ، غير أن المعلمة b_3 توضح تأثير التفاعل بين عاملي الجنس والشهادة في الأجور(انظر : http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/regress.htm).

ب - متغير نوعي وآخر عددي One Categorical and One Numerical Variables :

كمتغير الموسم X_1 ومتغير أجور الفنادق X_2 مثلا ، عند دراسة موضوع الطلب على الخدمات الفندقية في إحدى المناطق السياحية ، وهنا نجد أن b_1 توضح تأثير الموسم في الطلب وان b_2 توضح تأثير أجور الفنادق في الطلب ، غير أن المعلمة b_3 توضح تأثير التفاعل بين عاملي الموسم وأجور الفنادق في الطلب على الخدمة الفندقية.

ج - متغيران عدديان Two Numerical Variables:

كمتغير سعر السلعة X_1 ومتغير دخل المستهلك X_2 ، عند دراسة موضوع الطلب مثلا ، وهنا نجد أن b_1 توضح تأثير السعر في الطلب وان b_2 توضح تأثير الدخل في الطلب ، غير أن المعلمة b_3 توضح تأثير التفاعل بين عاملي سعر السلعة ودخل المستهلك في الطلب على السلعة المعنية (انظر : http://www.tufts.edu/~gdallal/reginter.htm).

٢ – التفاعل الثلاثي Tree Way Interaction:

فمن نموذج الانحدار $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_1X_2 + b_5X_1X_3 + b_6X_2X_3 + b_7X_1X_2X_3 + u$

يمكن توضيح تأثيرات وتفاعلات المتغيرات التوضيحية أعلاه من خلال معلماتها الآتية :

- b_1 توضح تأثير X_1 في المتغير التابع.
- b_2 توضح تأثير X_2 في المتغير التابع.
- b_3 توضح تأثير X_3 في المتغير التابع.
- b_4 توضح تأثير التفاعل بين X_1X_2 في المتغير التابع.
- b_5 توضح تأثير التفاعل بين X_1X_3 في المتغير التابع.
- b_6 توضح تأثير التفاعل بين X_2X_3 في المتغير التابع.
- b_7 توضح تأثير التفاعل بين $X_1X_2X_3$ في المتغير التابع.

ومعادلة انحدار التفاعل الثلاثي يمكن أن تضم أي تشكيلة متصورة من المتغيرات النوعية والعددية، كما رأينا ذلك في معادلة انحدار التفاعل الثنائي .

٣ – التفاعل الرباعي فما فوق Four Way and Higher Interaction :

وهنا توسع دائرة المتغيرات المستقلة في معادلة الانحدار الخاصة بالتفاعل بحيث تضم أربعة متغيرات مستقلة ، لتشمل تقدير ١٦ معلمة منها ١١ معلمة خاصة بالتفاعلات بين المتغيرات المستقلة ، ويمكن في هذا المجال الاستدلال بالجدول الآتي لمعرفة العدد الكلي للمعلمات المقدرة وعدد المعلمات الخاصة بالتفاعلات في ضوء عدد المتغيرات المستقلة ، وكما يلي:

عدد المتغيرات الأصلية المستقلة في معادلة الانحدار	العدد الكلي للمعلمات المقدرة بضمنها معلمة المقطع	عدد المعلمات المقدرة الخاصة بالتفاعلات فقط
١	٢	-
٢	٤	١
٣	٨	٤
٤	١٦	١١
٥	31	25

ثالثا - بعض القواعد الخاصة بتفسير التفاعلات :

ففي نموذج الانحدار $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1X_2 + u$ مثلا نجد :

- إن المعامل b1 يوضح تأثير X1 عندما تكون X_2 مساويا للصفر
- وان المعامل b2 يوضح تأثير X2 عندما يكون X1 مساويا للصفر
- وان المعامل b3 يوضح كيفية تغير تأثير X1 عند زيادة وحدة واحدة في X2 او كيفية تغير تاثير X2 عند زيادة وحدة واحدة في X1.

ففي نموذج الانحدار الذي يضم متغيرات مستقلة نوعية كالجنس والشهادة عند دراسة مستوى الأجور $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1X_2 + u$ نجد :

- إن المعامل b1 يوضح الفرق في مستوى الأجور Y الناجم عن اختلاف قيمة b1 بين الصفر والواحد باعتباره متغيرا وهميا يمثل الذكور أو الإناث.
- وكذلك الحال بالنسبة للمعامل b2 حيث يوضح الفرق في مستوى الأجور Y الناجم عن اختلاف قيمة b2 باختلاف الشهادة .
- وان معامل التفاعل b3 يوضح فيما إذا كان تأثير شرط الجنس مختلفا بين الذكور والإناث و/أو بين الشهادات المختلفة.

وفي نموذج الانحدار الذي يضم متغيرا عدديا كأجور الفنادق وآخر نوعيا كالموسم السياحي عند دراسة الطلب على الخدمات الفندقية $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1X_2 + u$ نجد :

- إن المعامل b1 يوضح اثر مستوى الأجور الفندقية في الطلب على الخدمة الفندقية Y .
- وكذلك الحال بالنسبة للمعامل b2 حيث يوضح الفرق في الطلب على الخدمة الفندقية Y الناجم عن اختلاف الموسم السياحي .

- وان معامل التفاعل b3 يوضح فيما إذا كان تأثير شرط الموسم مختلفا بين الصيف والشتاء مثلا و/أو بين أجور الخدمة المختلفة.

أما في نموذج الانحدار الذي يضم متغيرات عددية فقط كمتغير سعر السلعة X_1 ومتغير دخل المستهلك X_2 عند دراسة موضوع الطلب مثلا $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1X_2+u$ نجد :

- إن المعامل b1 يوضح تأثير سعر السلعة (أي ميل خط انحدار Y على X).
- أما المعامل b2 فيوضح اثر الفرق في دخل المستهلك X2 عندما تكون قيمة السلعة X1مساوية للصفر ،بل بالأحرى مساوية لمعدل السعر ، وهذا اكثر منطقية .
- وان المعامل b3 الذي يمثل التفاعل بين المتغيرين المستقلين فانه يوضح هل أن العلاقة بين سعر السلعة X1 ودخل المستهلك X2 تؤثر في الطلب على السلعة Y . وان تفسير أو معنى معامل التفاعل b3 هنا يعتمد بالدرجة الأساس على كيفية إدخال أو تضمين التفاعل في معادلة الانحدار .

رابعا – الفوائد والأضرار في حالة تضمين التفاعل في معادلة الانحدار:

هناك عدة فوائد يمكن الحصول عليها في حالة تضمين التفاعل في معادلة الانحدار ، أولها : إذا كان التفاعل موجود حقيقة ولم يتم تضمينه في تقدير المعادلة ، فان ذلك سوف يضعنا في مواجهة خطا من نوع التحيز في حذف متغير ، وهذا سوف يجعل النموذج المقدر فاشلا في إيضاح التقدير الدقيق للعلاقة الحقيقية بين المتغير المعتمد والمتغيرات المستقلة ، فالنموذج الذي يتضمن التفاعل يقدم لنا وصفا أفضل للعلاقة بين تلك المتغيرات. وثاني الفوائد : ان تضمين التفاعل سوف يوفر لنا تقديرا دقيقا للعلاقة بين المتغيرات مع تفسير المزيد من التباين في المتغير المعتمد ، وأخيرا : ان تضمين التفاعل في معادلة الانحدار هو عبارة عن ستراتيجية ذات مخاطرة واطئة "low-risk strategy" ، فان كان متغير التفاعل معنويا ، نحتفظ به ضمن المعادلة ، وان لم يكن معنويا ، يمكننا حذفه منها دون أن نخسر شيئا.

ان الانتقادات الموجهة الى تضمين التفاعل في معادلة الانحدار هي انتقادات شديدة كإمكانية تقلب معنوية اثر x1 على المتغير التابع عند بعض قيم x2 ، والزيادة الكبيرة في احتمال نشوء مشكلة التعدد الخطي ، والتغير المثير في تقدير معلمات المتغيرات التوضيحية ، وان حد التفاعل سيكون معنوي إحصائيا ولكنه لا يضيف الكثير إلى تفسير التباين ...الخ.

غير أن جميع الانتقادات قد فندت من قبل بعض المختصين ، وبالتالي يمكن القول ان ليس هناك أية أضرار يمكن أن تتسبب عن تضمين حد التفاعل في معادلة الانحدارالمتعدد (انظر: http://www.ruf.rice.edu/~branton/interaction/faqintpr.htm) .

المبحث الثالث

بناء وقياس اثر التفاعل بين المتغيرات التوضيحية

حسب طريقة التفاعلات الخام

عند تطبيق نموذج الانحدار الموصوف في المعادلة التقليدية ، على مجموعة بيانات ، يمكننا أن نتبع إحدى الطريقتين الأساسيتين الآتيتين:

١- إما أن نبدأ بالنموذج الذي يحتوي على المتغيرات التوضيحية المتاحة ، ثم نقوم بتبسيط النموذج بطرح المتغيرات المرشحة التي لا تساهم في توضيح تباين المتغير التابع.
٢- أو أن نبدأ بنموذج بسيط ثم نطوره بإضافة متغيرات إضافية.

وفي كلا الحالين فإننا سوف نرغب ، وعند أي مرحلة من مراحل التحليل ، بمقارنة النموذج التام " Full model "بالنموذج المختزل "Reduced model" ، فان كان الفرق في التباين الموضح غير مهم ، فسوف نفضل النموذج المختزل ويمكن أن نستمر في اختزاله ، أما إذا كان الفرق في التباين الموضح كبيرا بدرجة كافية ، فسوف نعتبر أنه تم تبسيط النموذج المختزل إلى درجة كبيرة ، لذا سوف نفضل النموذج التام ، وحينذاك يمكننا أن نرغب بنموذج وسط ، أو نموذج اكثر اختزالا من النموذج التام. وفي مفهومنا أن النموذج التام هو الذي يتضمن جميع المتغيرات التوضيحية الأصلية المهمة مع جميع التفاعلات الممكنة بينها.

علما إن جميع التفاعلات الممكنة موجودة عادة في تصميم تحليل التباين في الحزم الإحصائية الجاهزة كما في حزمة SPSS أو حزمة MINITAB إلى غير ذلك . بينما نجد أن التفاعلات غير موجودة عند تصميم تحليل الانحدار المتعدد MLR ، في تلك الحزم الإحصائية الجاهزة .

وقد يكون ذلك راجعا جزئيا إلى حقيقة صغر قيم المتغيرات التوضيحية (العوامل FACTORS) في تحليل التباين وأنها قد لا تتغير بشكل واسع ، لذا نجد (في تصميم تحليل التباين المتوازن مثلا) أن العوامل نفسها متعامدة تبادليا وان تفاعلاتها متعامدة معها. بينما نجد أن العوامل في تحليل الانحدار والتي ندعوها بالمتغيرات التوضيحية ، غير صغيرة في اغلب الأحيان وقد لا تكون متعامدة مع بعضها أو مع تفاعلاتها .

وإحدى النتائج المترتبة على ذلك تتضح في ميل متغير التفاعل أو حاصل الضرب (مثل X1X2) إلى الارتباط بقوة مع المتغيرات البسيطة التي أنتجته أي مع كل من X1 و X2 : ويشير Darlington,R.B إلى ان حاصل الضرب ومربعات المتغيرات التوضيحية في عملية الانحدار المتعدد ،تكون مرتبطة ارتباطا قويا مع بعضها في اغلب الأحيان، وكذلك مع المتغيرات التوضيحية الأصلية (الآثار الخطية "linear effects"). ونادرا ما يشكل ذلك مشكلة صعبة في النماذج البسيطة كالمعادلة التقليدية ، ولكن عند زيادة محتملة لعدد المتغيرات التوضيحية فان العدد المحتمل لمتغيرات التفاعل (لتمثيل التفاعل الثلاثي مثل X1X2X3 ، والتفاعل الرباعي مثل X1X2X3X4 الخ) سوف يزداد أيضا ، وان الارتباط بين المتغيرات الناتجة عن التفاعل مع بقية المتغيرات الخام سوف يميل للزيادة أيضا طالما ازداد عدد المتغيرات البسيطة الداخلة في عملية تكوين متغيرات التفاعل

(انظر: http://www.minitab. com/resources /Articles/ BURRIL2 .aspx) .

وكنتيجة لذلك فان النماذج الأكثر تعقيدا تميل للتعرض إلى مشكلة التعدد الخطي ، على الرغم من احتمال أن يكون التفاعل بسيطا ومن الدرجة الأدنى . وهذه الظاهرة يمكن أن تدعى بالتعدد الخطي الكاذب. إن ارتفاع قيمة الارتباط بين متغير التفاعل والمتغيرات المستقلة المنتجة له يؤدي إلى عدة صعوبات:

- إن مجموعة المتغيرات التوضيحية مع تفاعلاتها الضمنية (في النموذج التام) يمكن أن توضح حجما مؤثرا من التباين في المتغير المعتمد ، دون أن يكون لمعاملات الانحدار أي فرق معنوي عن الصفر.
- إن معادلة انحدار النموذج التام قد تكون غير مقبولة بسبب ارتفاع قيمة عامل تضخم التباين (Variance Inflation Factor) والمعرف اختصارا بـ VIF ، لبعض أو لكل المتغيرات التوضيحية.

- وكنتيجة لما جاء في النقطة الثانية ،يمكن للحزم الإحصائية الجاهزة أن ترفض النموذج التام.

في هذا المجال نفترض أن لدينا أربعة متغيرات مستقلة خام هي Y,E,C,S مع تفاعلاتها (محتسبة كناتج ضرب بسيط لتلك المتغيرات الخام) ، يتم استخدامها من اجل تقدير المتغير المعتمد W ،علما إن Y و W هي متغيرات عددية تمثل سنوات الخدمة ومقدار الأجر الشهري على التوالي في حين أن E,C,S هي متغيرات نوعية مرمزة بالقيم (١ ،٠) : يشير E إلى مستوى التعليم (١ لحامل شهادة البكالوريوس و ٠ لدون ذلك) وC يشير إلى الحالة الاجتماعية (١ للمتزوج و ٠ للأعزب) و S يشير إلى الجنس (١ للذكور و٠ للإناث) . وكما في المشاهدات الافتراضية الآتية:-

جدول – ١ – يوضح البيانات الأصلية المستخدمة في التحليل

الجنس S	الحالة الاجتماعية C	مستوى التعليم E	عدد سنوات الخدمة Y	الأجور W
1	1	1	1	200
0	1	1	1	180
1	0	1	2	210
0	0	1	2	200
1	1	1	3	220
0	1	0	3	208
1	0	1	4	240
0	0	0	4	230
1	1	1	5	260
0	1	0	5	250
1	0	1	6	285
0	1	1	6	260
1	0	0	7	290
0	1	0	7	275
0	0	0	8	300
0	0	0	8	290

جدول – ٢ – يوضح قيم المتغيرات التوضيحية حسب طريقة التفاعل الخام

YECS	ECS	YCS	YES	YEC	CS	ES	EC	YS	YC	YE
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
0	0	0	2	0	0	1	0	2	0	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
0	0	0	4	0	0	1	0	4	0	4

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	5	5	5	1	1	1	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
0	0	0	6	0	0	1	0	6	0	6
0	0	0	0	6	0	0	1	0	6	6
0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

جدول – ٣ –

يوضح معاملات ارتباط بيرسون بين جميع المتغيرات التوضيحية في طريقة التفاعل الخام

	Y	E	C	S	YE	YC	YS
EC							
E	-0.577						
C	-0.273	0.126					
S	-0.192	0.524	-0.126				
YE	-0.038	0.760	0.057	0.456			
YC	0.174	-0.074	0.795	-0.236	0.164		
YS	0.160	0.277	-0.262	0.832	0.464	-0.207	
EC	**-0.383**	**0.595**	**0.674**	**0.221**	**0.411**	**0.349**	**0.014**
ES	-0.338	0.683	0.000	0.878	0.578	-0.139	0.568
0.313							
CS	-0.314	0.424	0.480	0.545	0.248	0.210	0.252
0.713							
YEC	0.000	0.471	0.535	0.135	0.645	0.562	0.098
0.793							
YES	-0.048	0.581	-0.094	0.747	0.745	-0.073	0.714
0.165							
YCS	-0.110	0.363	0.411	0.466	0.381	0.329	0.369
0.610							
ECS	-0.314	0.424	0.480	0.545	0.248	0.210	0.252
0.713							
YECS	-0.110	0.363	0.411	0.466	0.381	0.329	0.369
0.610							

	ES	CS	YEC	YES	YCS	ECS
CS	0.620					
YEC	0.207	0.514				
YES	0.851	0.407	0.235			
YCS	0.531	0.856	0.635	0.532		
ECS	0.620	1.000	0.514	0.407	0.856	
YECS	0.531	0.856	0.635	0.532	1.000	0.856

إن النتائج الأولى لتنفيذ الانحدار الذي تضمن ١٥ متغيرا توضيحيا ،علاوة على معلمة المقطع ، أربعة منها هي المتغيرات التوضيحية الأصلية أو ما يدعى بالآثار الخطية ، وستة أخرى خاصة بالتفاعل الثنائي بين تلك المتغيرات ، علاوة على أربعة أخرى خاصة بالتفاعل الثلاثي مع متغير توضيحي واحد خاص بالتفاعل الرباعي . وقد تم إدخال المتغيرات المذكورة دفعة واحدة في النموذج ، معتمدين على البرنامج الجاهز في حذف المتغير الذي لا يساهم في

تقليص مقدار التباين ، وباستخدام المتغيرات التوضيحية المذكورة في تحليل انحدار الأجور Wعلى المتغيرات التوضيحية الخام وهي عدد سنوات الخدمة ومستوى الشهادة والحالة الزوجية والجنس Y,E,C,S وعلى متغيرات التفاعل الخام الثنائية والثلاثية والرباعية والتي حصلنا عليها بطريقة الضرب الاعتيادي للمتغيرات الخام الأصلية مع بعضها YE,YC,YS,EC,ES,CS,YEC,YES,YCS,ECS,YECS ،حصلنا على نتائج التقدير أدناه، علما أن النتائج تتضمن معاملات الانحدار وأخطاءها المعيارية وقيم P-values وقيم VIF ، ومجموع المربعات المتعاقب SEQ SS ، متبوعة بجدول تحليل التباين:

The regression equation is
W = 165 + 16.2 Y - 4.5 E - 4.4 C + 18.3 S + 3.50 YE + 0.50 YC - 1.00 YS
+ 7.9 EC - 8.8 ES + 8.2 CS - 4.25 YEC

Predictor	Coef	StDev	T	P	VIF
Constant	165.00	15.09	10.94	0.000	
Y	16.250	2.178	7.46	0.002	7.9
E	-4.50	18.57	-0.24	0.820	26.9
C	-4.42	20.06	-0.22	0.837	31.8
S	18.25	24.00	0.76	0.489	44.8
YE	3.500	4.630	0.76	0.492	32.1
YC	0.500	3.326	0.15	0.888	20.8
YS	-1.000	3.220	-0.31	0.772	18.7
EC	7.92	23.20	0.34	0.750	36.6
ES	-8.75	20.49	-0.43	0.691	31.1
CS	8.17	12.26	0.67	0.542	7.2
YEC	-4.250	4.869	-0.87	0.432	26.3

S = 7.112 R-Sq = 99.1% R-Sq(adj) = 96.5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	11	21561.4	1960.1	38.75	0.002
Error	4	202.3	50.6		
Total	15	21763.7			

Source	DF	Seq SS
Y	1	20680.0
E	1	280.3
C	1	71.5
S	1	456.8
YE	1	0.2
YC	1	8.6
YS	1	0.1
EC	1	14.0
ES	1	2.9
CS	1	8.5
YEC	1	38.5

المبحث الرابع

بناء وقياس اثر التفاعل بين المتغيرات التوضيحية

حسب طريقة التفاعلات المتعامدة

لاحظ كل من (Draper, N. and H. Smith ,1981,P.277)انه يمكن ترتيب المتغيرات التوضيحية حسب الأهمية ، فيمكن للباحث أن يهتم أولا بحجم الأثر المنسوب الى X1 ثم بالتباين الإضافي الذي يمكن أن يوضحه X2 ثم بأية زيادة ترجع إلي X3 وهكذا ، غير انه ليس على الباحث أن يفرض ترتيبا محددا مسبقا على جميع المتغيرات التوضيحية.

لنفترض أن لدينا المتغيرات التوضيحية السابقة Y,E,C,Sوإننا نهتم بنموذج يتضمن جميع التفاعلات الثنائية والثلاثية والرباعية بينها . وهنا يمكن أن اتباع الترتيب الهرمي التام (انظر :

http://www.upa.pdx.edu/IOA/newsom/pa551/lectur20.htm) ، غيـــــر أنه إذا كان الترتيب الجزئي هو الذي يهمنا حيث نرغب برؤية الآثار التي تنسب إلى المتغيرات الأصلية لوحدها ، ثم الآثار الإضافية التي ترجع إلى التفاعلات الثنائية ثم الثلاثية فالرباعية .... وهكذا . وعموما فإننا غير مهتمين بالتفاعل الثنائي في النموذج إذا لم يحسن لنا نموذج المتغيرات الأصلية لوحدها ، ولا بالتفاعل الثلاثي إذا لم يحسن لنا نموذج التفاعل الثنائي ، وهكذا دواليك .

إن إحدى طرق التعامل مع مثل هذه الحالة هي وضع عدة نماذج بتسلسل هرمي وباستعمال المتغيرات التوضيحية :

- **المتغيرات الأصلية فقط**

Y,E,C,S

- **المتغيرات الأصلية مع التفاعل الثنائي**

Y,E,C,S, YE,YC,YS,EC,ES,CS

- **المتغيرات الأصلية مع التفاعل الثنائي والثلاثي**

Y,E,C,S, YE,YC,YS,EC,ES,CS, EC,YES,YCS,ECS

- **المتغيرات الأصلية مع جميع التفاعلات**

Y,E,C,S, YE,YC,YS,EC,ES,CS, YEC,YES,YCS,ECS, YECS

ثم استخدام المقارنات المعتادة بين النماذج حسب اختبار F الذي يقوم بحذف المتغيرات التوضيحية التي لا تضيف أي زيادة في توضيح تباين المتغير المعتمد.

إن إحدى المشاكل الناشئة هنا هي عدم استعداد جميع الحزم الإحصائية الجاهزة للقيام باختبارF آليا ، تاركة الباحث القيام بذلك بنفسه. والمشكلة الأخرى تحدث مثلا ، إذا أدى التفاعل الثلاثي إلى إضافة معنوية في توضيح التباين، فمن الضروري عند ذاك إضافته إلى النموذج الذي بدأنا به أثناء عملية تكوين النماذج المتعاقبة من اجل التعرف بدقة على المتغير أو المتغيرات المؤثرة من بين المتغيرات الثلاث المكونة لذلك التفاعل.

إن هذه الطريقة ، وكما أوصى بذلك العديد من الكتاب ، تتطلب سلسلة من عمليات تحليل الانحدار، فان كانت التفاعلات ، وكما هو متوقع ، مرتبطة بقوة مع الآثار الخطية (اثر المتغيرات الأصلية) أو مع بعضها البعض ، فسوف يبقى عند ذاك بعض الغموض في تفسير معلمات الانحدار ، قائما .

غير انه عندما تكون جميع التفاعلات متعامدة مع مستوياتها الأدنى ترتيبا ، نحتاج إذن إلى تبني النموذج التام . ونعني بالتعامد مع المستويات الأدنى ، أن يتم تمثيل كل متغير للتفاعل (بالأصل هو عبارة عن حاصل ضرب المتغيرات الأصلية المعنية) بالجزء المتبقي لذلك الحاصل بعد إتمام عملية الانحدار أي بعد أن نستبعد منه أجزاء المتغير الأصلي وأية متغيرات تفاعل من

الرتب الأدنى . (وبالتالي فان أي متغير من تلك المتغيرات سيكون ارتباطه صفرا مع جميع المتغيرات من الرتب الأدنى ، وهذا هو ما يشكل فكرة اثر "التفاعل الصافي او النقي Pure Interaction " عند المستوى الخاص به).

ويتم بناء التفاعلات المتعامدة حسب الخطوات الآتية :

١-التفاعلات الثنائية YE, YS, ..., CS : هنا يتم تشكيل حاصل الضرب البسيط مثل Y.E=Y*E ثم تقدير انحداره على المتغيرات الأصلية (حسب نموذج الانحدار Y.E = a +b1 Y + b2 E +e حيث أن e هنا تمثل المتبقي residual)، ثم نحفظ هذا المتبقي كمتغير جديد YE . نستخدم YE لتمثيل التفاعل بين Y وE ، ثم نعالج كل زوج من المتغيرات الأصلية بنفس الطريقة .(لاحظ أن للمتبقي أو المتغير YE وسط يساوي الصفر ، وارتباط مساو للصفر مع كل من Y و E).

٢- التفاعلات الثلاثية (YEC, YES, ..., ECS)): بعد الانتهاء من تكوين التفاعلات الثنائية ، يتم تشكيل حاصل الضرب البسيط Y.E.C = Y*E*C للمتغيرات الثلاث الأصلية ، او ضرب حد التفاعل لاثنين من المتغيرات الأصلية بالمتغير الثالث (مثلا Y.E.C =Y*EC or =YE*C) ثم تقدير انحدار حاصل الضرب هذا على المتغيرات الثلاث الأصلية وعلى التفاعلات الثنائية : أي تكوين النموذج:

Y.E.C = a + b1 Y + b2 E +b3 C +b4 YE + b5 YC +b6 EC +e(residual)

ثم نحفظ المتبقي كمتغير جديد YEC لغرض استخدامه في تمثيل التفاعل الثلاثي بين Y,E,C . ثم نعالج جميع التفاعلات الثلاثية الأخرى بنفس الطريقة.

٣- التفاعلات الرباعيةYECS: بعد الانتهاء من بناء التفاعلات الثلاثية يتم تشكيل حاصل ضرب ملائم للتفاعلات الرباعية مثل :

Y.E.C.S=Y*E*C*S or = {YE}*{CS} or = Y*{ECS} ….etc.

ثم تقدير انحدار حاصل الضرب هذا على ١٤ متغير، والتي منها أربع متغيرات أصلية ، وستة تفاعلات ثنائية ، وأربع تفاعلات ثلاثية ، ثم الاحتفاظ بالمتبقي كمتغير توضيحي YECS لتمثيل التفاعل الرباعي بين المتغيرات Y,E,C,S .

٤- التفاعلات من الرتب الأعلى Higher-Way Interactions :

إذا أردنا نمذجة تفاعلات من رتب أعلى ، يمكن توسيع استخدام نفس الأسلوب أعلاه ، ففي التفاعلات الخماسية ، يتم تقدير انحدار حاصل الضرب الأولي على ٣٠ متغير (خمسة منها متغيرات أصلية ، وعشرة للتفاعل الثنائي ، عشرة للتفاعل الثلاثي ، وخمسة للتفاعل الرباعي) ، وفي التفاعل السداسي يتم تقدير حاصل الضرب الأولي على ٦٢ متغير منها (ستة أصلية ، ١٥ للثنائي ، ٢٠ للثلاثي ، ١٥ للرباعي ، وستة للتفاعل الخماسي).

وعند اتباع الخطوات الثلاث الأولى من الإجراءات أعلاه تم تقدير إحدى عشر معادلة انحدار من اجل احتساب المتبقي في كل معادلة لتمثيل ستة تفاعلات ثنائية ،وأربعة تفاعلات ثلاثية وتفاعل رباعي واحد ، وفيما يلي جدول خاص باحتساب المتبقي الذي يمثل متغير التفاعل التابع حسب طريقة التفاعلات المتعامدة ، وهو ما يشكل فكرة "التفاعل الصافي او النقي Pure Interaction " كما أشرنا إلى ذلك سابقا.

جدول - ٤ - يوضح قيم متغيرات التفاعلات حسب طريقة التفاعلات المتعامدة

YECS1	ECS1	YCS1	YES1	YEC1	CS1	ES1	EC1	YS1	YC1	YE1
1E-15	0	-0.92	-0	-0.296	0.32	0.1	0.19	-1.96	-1.59	-1
1E-16	-1E-16	0.537	1E-15	-0.296	-0.2	-0.2	0.19	1.346	-1.59	-1
9E-16	-2E-17	0.683	-0	0.382	-0.2	0.1	-0.24	-1.31	1.4	-0.57

0	-8E-17	-0.47	1E-15	0.382	0.24	-0.2	-0.24	1	1.4	-0.57
2E-15	0	9E-16	-0	-0.027	0.32	0.1	0.19	-0.65	-0.48	-0.14
-2E-16	3E-17	0.221	2E-15	0.7003	-0.2	0.1	-0.32	0.654	-0.48	1.714
0	-2E-17	0.186	0	-0.127	-0.2	0.1	-0.24	0	0.5	0.286
-6E-17	-3E-17	-0.2	2E-15	-0.717	0.24	0.1	0.24	0.308	0.5	1.143
9E-16	0	0.916	-0	0.2424	0.32	0.1	0.19	0.654	0.62	0.714
-1E-15	3E-17	-0.09	1E-15	8E-16	-0.2	0.1	-0.32	-0.04	0.62	0.571
0	-2E-17	-0.31	-0	-0.637	-0.2	0.1	-0.24	1.308	-0.39	1.143
-7E-16	-1E-16	-0.25	-0	0.3771	-0.2	-0.2	0.19	-0.38	1.17	1.143
9E-16	4E-17	-0.56	3E-16	0.0651	-0.2	-0.6	0.24	1.962	-0.84	-0.57
-1E-15	3E-17	-0.41	3E-16	-0.7	-0.2	0.1	-0.32	-0.73	1.72	-0.57
-1E-16	-3E-17	0.339	-0	0.3257	0.24	0.1	0.24	-1.08	-1.29	-1.14
4E-16	-3E-17	0.339	-0	0.3257	0.24	0.1	0.24	-1.08	-1.29	-1.14

جدول - ٥ -

يوضح معاملات ارتباط بيرسون بين جميع المتغيرات التوضيحية حسب التفاعلات المتعامدة

	Y	E	C	S	YE1	YC1	YS1
EC1							
E	-0.577						
C	-0.273	0.126					
S	-0.192	0.524	-0.126				
YE1	-0.000	0.000	0.193	-0.019			
YC1	-0.000	0.121	-0.000	-0.089	0.349		
YS1	0.000	-0.000	-0.130	-0.000	0.354	-0.001	
		EC1	**0.156**	**0.000**	**0.000**	**0.050**	**-0.300**	**-0.550**	**-0.088**
ES1	-0.056	-0.000	0.129	-0.000	0.184	0.086	-0.592	-0.279
CS1	-0.070	0.050	0.000	-0.000	-0.269	-0.249	-0.351	0.552
yec1	-0.000	-0.000	0.000	-0.120	-0.000	-0.000	-0.078	-0.000
yes1	-0.013	-0.559	0.014	-0.693	0.314	0.038	0.521	-0.238
ycs1	-0.000	0.097	0.000	0.000	0.027	-0.000	-0.000	0.056
ecs1	0.245	-0.485	-0.025	0.366	0.091	-0.008	-0.103	-0.289
yecs1	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	-0.000

	ES1	CS1	yec1	yes1	ycs1	ecs1
CS1	0.279					
yec1	-0.142	0.068				
yes1	-0.179	-0.243	-0.003			
ycs1	0.302	0.000	0.395	-0.013		
ecs1	0.271	-0.000	-0.092	-0.043	-0.130	
yecs1	-0.000	-0.000	0.873	0.000	0.763	-0.000

الآن يمكن لتحليل انحدار النموذج التام (المتغيرات الأصلية وجميع تفاعلاتها) أن يعطينا نتائجا مفهومة وواضحة،بمعنى إن التفاعلات سوف توضح معنويا جزءا من تباين المتغير المعتمد Y والذي يعني الحصول على معاملات انحدار معنوية، وهنا يمكن إهمال أي تفاعل يتضمن معاملات انحدار غير معنوية ، للوصول الى النموذج المختزل.

Regression Analysis

The regression equation is

W = 169 + 16.1 Y + 0.5 E - 2.82 C + 8.1 S + 1.65 YE1 - 2.10 YC1 + 0.77 YS1
- 12.6 EC1 - 6.5 ES1 + 7.1 CS1 - 4.25 yec1 -2.81E+15 yes1

Predictor	Coef	StDev	T	P	VIF
Constant	168.62	19.65	8.58	0.003	
Y	16.143	2.084	7.75	0.004	5.7
E	0.54	11.46	0.05	0.965	8.1
C	-2.816	4.705	-0.60	0.592	1.4
S	8.14	10.37	0.79	0.490	6.6
YE1	1.648	3.621	0.46	0.680	2.8
YC1	-2.095	2.843	-0.74	0.515	2.4
YS1	0.771	5.689	0.14	0.901	9.3
EC1	-12.62	17.29	-0.73	0.518	4.5
ES1	-6.50	23.71	-0.27	0.802	5.3
CS1	7.12	14.03	0.51	0.646	3.0
yec1	-4.250	5.476	-0.78	0.494	1.3
yes1	-2.8147E+15	6.97543E+15	-0.40	0.714	19.7

S = 7.998 R-Sq = 99.1% R-Sq(adj) = 95.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	12	21571.8	1797.7	28.10	0.009
Error	3	191.9	64.0		
Total	15	21763.7			

Source	DF	Seq SS
Y	1	20680.0
E	1	280.3
C	1	71.5
S	1	456.8
YE1	1	0.2
YC1	1	8.6
YS1	1	0.1
EC1	1	14.0
ES1	1	2.9
CS1	1	8.5
yec1	1	38.5
yes1	1	10.4

المبحث الخامس

الاستنتاجات والمقترحات

أ- الاستنتاجات :

بعد أن تم توضيح نتائج عملية تحليل الارتباط وتحليل الانحدار التي تم تنفيذها بأسلوبين متوازيين ، حيث تم استخدام أربعة متغيرات مستقلة خام هي Y,E,C,S مع تفاعلاتها ، من اجل تقدير المتغير المعتمد W ،علما إن Y و W هي متغيرات عددية تمثل سنوات الخدمة ومقدار الأجر الشهري على التوالي في حين أن E,C,S هي متغيرات نوعية ، وتم استخدام الطريقتين الآتيتين في احتساب وتقدير اثر التفاعلات بين المتغيرات التوضيحية في المتغير التابع :

أ- في الطريقة A تم استخدام المتغيرات الأصلية الأربعة وبحالتها الخام ، وتم بناء التفاعل بضرب المتغيرات الأصلية المعنية ببعضها البعض .

ب- في الطريقة B تم استخدام المتغيرات التوضيحية بحالتها الخام الأصلية ، أما متغير التفاعل فقد تكون مبدئيا عن طريق ضرب المتغيرات المعنية ثم معامدتها بعد ذلك كما مر بنا أعلاه .

وفي كل عملية تحليل تم تحديد المتغيرات التوضيحية بترتيب هرمي Hierarchical : الحدود الخطية ثم التفاعلات الثنائية ثم التفاعلات الثلاثية ، طبعا بعد التفاعلات الثنائية ، ثم التفاعلات الرباعية أخيرا.

وهنا تم حساب معاملات الانحدار وأخطاءها المعيارية و اختبار t والقيمة الاحتمالية p-values وعامل تضخم التباين (VIF) ومجاميع المربعات المتعاقبة (SEQ SS) ، للنموذج التام Full Model الذي يتضمن ١٥ متغيرا توضيحيا ، ولكل طريقة من الطرق المارة الذكر أعلاه لبناء التفاعلات.

ويتضح من نتائج التحليل حسب الطريقتين أعلاه ما يأتي :-

١- من خلال ملاحظة الجداول ٣ و٥ الخاصة بمعاملات ارتباط بيرسون بين المتغيرات التوضيحية حسب الطريقتين ، تبين أن عدد الارتباطات المعنوية بين تلك المتغيرات قد بلغ ٣١ ارتباطا حسب طريقة التفاعلات الخام(A) بينما لم يبلغ عددها سوى ١٠ ارتباطات حسب طريقة التفاعلات المتعامدة (B) ، هذا يعني أن حساب التفاعلات المتعامدة افضل من حساب التفاعلات الخام ، لان التفاعلات المتعامدة توفر لنا فرصة جيدة للابتعاد عن وقوع النموذج المقدر في مشكلة التعدد الخطي.

٢- كانت المعادلة المقدرة حسب طريقة التفاعلات الخام :

W = 165 + 16.2 Y - 4.5 E - 4.4 C + 18.3 S + 3.50 YE + 0.50 YC - 1.00 YS + 7.9 EC - 8.8 ES + 8.2 CS - 4.25 YEC

بينما كانت المعادلة المقدرة حسب طريقة التفاعلات المتعامدة :

W = 169 + 16.1 Y + 0.5 E - 2.82 C + 8.1 S + 1.65 YE1 - 2.10 YC1 + 0.77 YS1 - 12.6 EC1 - 6.5 ES1 + 7.1 CS1 - 4.25 YEC1 – (2.81E+15) YES1

ويبدو واضحا الاختلاف في إشارة المعلمة الخاصة بالمتغير التوضيحي E الخاص بالشهادة أو مستوى التعليم، حيث أنها كانت سالبة في معادلة التفاعلات الخام وهذا لا يتفق مع المنطق الاقتصادي حيث أن الشهادة الأعلى تعني أجورا أعلى على العموم ، غير أن تقدير هذه المعلمة جاء متفقا مع المنطق الاقتصادي في نموذج التفاعلات المتعامدة ، حيث أصبحت موجبة ، ونفس الأمر قد حدث مع المتغير YS ، غير انه قد حدث العكس مع المتغيرات YC وEC .

٣- إن عدد المعلمات المقدرة المعنوية حسب اختبار t قد بلغ معلمتين فقط في كل من طريقة التفاعلات المتعامدة وطريقة التفاعلات الخام.

٤- كانت القيم المحتسبة لعامل تضخم التباين Variance Inflation Factors (VIF) في النموذجين كما يلي :

Predictor	VIF حسب نموذج التفاعلات الخام	VIF حسب نموذج التفاعلات المتعامدة
Y	7.9	5.7
E	26.9	8.1
C	31.8	1.4
S	44.8	6.6
YE	32.1	2.8
YC	20.8	2.4
YS	18.7	9.3
EC	36.6	4.5
ES	31.1	5.3
CS	7.2	3.0
YEC	26.3	1.3
YES	متغير محذوف	19.7

وبما أن القيمة المقبولة لعامل تضخم التباين هي ١٠ كحد أعلى (سعد زغلول بشير ،٢٠٠٣ ، ص ١٥٤) ، نجد أن معظم قيم VIF غير مقبولة في نموذج التفاعلات الخام ، بينما نجد أن جميع قيم VIF مقبولة في نموذج التفاعلات المتعامدة عدا القيمة ١٩.٧ ، وبذلك يكون النموذج B افضل من النموذج A في هذا المعيار أيضا.

٥- اتفق النموذجان على استبعاد المتغيرات التوضيحية، YCS, ECS, YECS وهي متغيرات تتعلق بالتفاعل الثلاثي علاوة على متغير خاص بالتفاعل الرباعي ، وتم استبعاد هذه المتغيرات نظرا لارتباطها الشديد مع بقية المتغيرات التوضيحية ، هذا وقد انفرد نموذج التفاعلات الخام باستبعاد المتغير YES أيضا

، وبذلك يتفوق النموذج الخاص بالتفاعلات المتعامدة عليه من ناحية عدد المتغيرات التوضيحية الداخلة في النموذج .

٦- اتفق النموذجان على أن قيمة معامل التحديد هي ٠.٩٩١ وان قيمة معامل التحديد المصحح هي ٠.٩٦٥ وهذا يعني تعادل النموذجان فيما يتعلق بالقوة التفسيرية لهما.

٧- واتضح أن تحليل تباين الانحدار ، يبقى متطابقا في الطريقتين لان معنوية اختبار F او تحليل تباين الانحدار كانت واحدة وبمستوى يقل عن ١% .

٨- انخفاض مجموع مربعات الخطأ SSE من ٢٠٢.٣ في الطريقة A إلى ١٩١.٩ في الطريقة B وهذا يصب في صالح طريقة التفاعلات المتعامدة أيضا .

ب – المقترحات :

١. اقترح على الباحثين في كافة الحقول العلمية من الذين يستخدمون في بحوثهم وتجاربهم أسلوب تحليل الانحدار ، احتساب اثر التفاعلات بين المتغيرات المستقلة او التوضيحية ، طالما توفرت المعرفة بكيفية بناء وقياس هذه التفاعلات ، وبعكسه يبقى تحليل الانحدار عاجزا عن توضيح جميع العوامل الممكنة المؤثرة في المتغير التابع.

٢. وفي هذا المجال اقترح استخدام طريقة التفاعلات المتعامدة لأنها افضل من طريقة التفاعلات الخام في عدة نواح كما أسلفنا.

٣. اقترح على المهتمين في حقل القياس الاقتصادي وطلبة الدراسات العليا ، القيام بمزيد من الدراسات والبحوث في هذا المجال، خاصة إذا علمنا أن هناك طرقا أخرى مستخدمة في بناء وقياس التفاعلات بين المتغيرات التوضيحية ، والتي لم يتسع لنا المجال لبحثها في البحث الحالي.

REFERENCES

1- **Draper, N. and H. Smith ,Applied Regression Analysis , Second Edition,Jon Wiley & Sons ,1981.**

٢- سعد زغلول بشير ، دليلك الى البرنامج الإحصائي SPSS ، المعهد العربي للتدريب والبحوث الإحصائية ، الإصدار العاشر ، ٢٠٠٣ .

3- **http://www.minitab.com/resources/Articles/BURRIL2 .aspx**

4- **http://members.aol.com/IMSAP/MMR.htm**

5- **http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/regress.htm**

6- **http://www.tufts.edu/~gdallal/reginter.htm**
http://www.ruf.rice.edu/~branton/interaction/faqintpr.htm

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.