

استخدام نموذج الانحدار اللوجستي في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات الاقتصادية التابعة النوعية

علي خضير عباس/ كلية الادارة والاقتصاد/ جامعة تكريت

المستخلص

يتضمن هذا البحث دراسة أهمية استخدام نموذج الانحدار اللوجستي في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات الاقتصادية التابعة النوعية ، للتخلص من المشاكل الاحصائية والمفاهيمية التي تواجه استخدام طريقة المربعات الصغرى ، ومن اجل ذلك تم اختيار ٢٥ دولة نامية كعينة للبحث ، معتمدا في ذلك على بيانات البنك الدولي وبيانات الامم المتحدة ، وبمساعدة الحزمة الاحصائية الجاهزة SPSS17 .

وتبرز اهمية البحث من خلال محاولته التعريف بأدوات تحليل كمية قليلة الاستخدام ، ترفد الادوات التحليلية الكمية المتعارف عليها في الوقت الحاضر في الادب الاقتصادي العربي ، خصوصا بعد تنامي الحاجة الى اعتماد المتغيرات النوعية كمتغيرات تابعة ، الامر الذي يتطلب استخدام ادوات تحليل كمية مناسبة.

واهم استنتاج للبحث هو ان استخدام نموذج الانحدار اللوجستي ثنائي الاستجابة مع المتغيرات التابعة الثنائية يتم التخلص من مشاكل الاقتصاد القياسي الثلاث ، لاجتيازه اختبارات الارتباط الذاتي والتعدد الخطي وعدم تجانس التباين.

Using Logistic Regression Model to predict the Functions with Economic categorical Dependent variables.

Abstract

This research includes study the importance of using logistic regression model to predict the functions with Economic categorical Dependent variables, to get rid of the statistical and conceptual problems Facing the use of the least squares method, and for that we select 25 developing countries as a sample for research, depending on the World Bank and UN data, with the help of statistical package SPSS17.

The importance of research is trying to explain that analysis tools, of a limited use now, to enrich the quantitative analytical tools are currently known in the Arab economic literature, especially after the growing need to adopt a

qualitative variables as dependent variables, which requires to use appropriate analytical tools.

The most important conclusion of the research is that the use of binary logistic regression model with binary dependent variables are eliminated from the three Econometrics problems, because it is passing the tests of Autocorrelation , Multicollinearity and Heteroscedasticity.

المقدمة:

يلجأ الاقتصاديون الى ادخال المتغيرات التابعة النوعية او غير الكمية في تقدير نماذج الانحدار ، ومن اجل ذلك يتم استخدام الانحدار اللوجستي (Logistic Regression) للوصول الى تقدير معلمات انحدار دقيقة ، فعلى سبيل المثال تؤثر حالة الحرب والسلم تأثيرا بالغا على اغلب المتغيرات الاقتصادية الكلية كالدخل القومي والنتائج القومي والاستهلاك والاستثمار والادخار وال تقدم التكنولوجي ، وكذلك الحال مع المتغيرات الجسسانية (الجسوسية) ، حيث تم اعتماد متغير الجنس في العديد من الدراسات الحديثة وخاصة ما يتعلق منها بمستويات البطالة والاجور والتعليم وتوقع الحياة . وكذلك الحال مع دراسة أهم المحددات الاقتصادية لكفاية دخل الأسرة ، وهكذا مع بقية المتغيرات الاقتصادية التابعة النوعية.

وعادة ما يتم تمثيل المتغيرات التابعة النوعية بمتغيرات وهمية (Dummy Variables) ، حيث يضم المتغير الوهمي قيمتين ، هما قيمة (٠) وترمز للسلم مثلا وقيمة (١) وترمز للحرب مثلا .
مشكلة البحث:

تتبع مشكلة البحث من ان ادخال المتغيرات النوعية كمتغيرات تابعة في نموذج الانحدار يتطلب استخدام الية او تكنيك لازم غير منتشر على نطاق واسع في البحوث ، وان هذه المشكلة تتطلب استخدام نماذج انحدار خاصة من اجل الحصول على نتائج منطقية . وان اختيار النموذج الصحيح ليس بالعملية السهلة لانه يتطلب عدة شروط خاصة بالمتغيرات المستقلة ، منها ما يتعلق بعددها ومنها ما يتعلق بطبيعتها ومنها ما يتعلق بتفردها بنوع واحد او المزيج فيما بين نوعين مختلفين منها.

فرضية البحث:

يتبنى البحث فرضيتان اساسيتان ، تنص الفرضية الاولى على انه لا يمكن استخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية في تقدير نماذج الانحدار ذات المتغيرات التابعة النوعية ، لانها تؤدي الى تقدير معاملات انحدار غير منطقية ، وبالتالي تبرز الفرضية الثانية نتيجة لذلك ، وتنص على ان استخدام نموذج الانحدار اللوجستي يؤدي الى تقدير معاملات انحدار دقيقة ومنطقية.

اهمية البحث:

تبرز اهمية البحث من خلال محاولته التعريف بأدوات تحليل كمية قليلة الاستخدام ، ترفد الادوات التحليلية الكمية المتعارف عليها في الوقت الحاضر في الادب الاقتصادي العربي ، خصوصا بعد تنامي الحاجة الى اعتماد المتغيرات النوعية كمتغيرات تابعة ، الامر الذي يتطلب استخدام ادوات تحليل كمية مناسبة.

اهداف البحث:

يهدف البحث الى:

التعرف الى المشاكل التي تواجه الباحثين عند محاولة تطبيق نموذج الانحدار الاعتيادي بطريقة المربعات الصغرى لنمذجة العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة الثنائية.

فحص مدى ملائمة نموذج الانحدار اللوجستي لنمذجة العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة الثنائية.

التطبيق العملي لنموذج الانحدار اللوجستي على متغيرات اقتصادية تابعة نوعية.

اثبات فرضيات البحث المذكورة اعلاه.

منهجية البحث

يقوم البحث استخدام اسلوب التحليل الوصفي من جهة واسلوب التحليل القياسي الكمي من جهة اخرى ، وسوف يتم انجاز هذا البحث بتناوله للمقدمة اعلاه اولاً ، ومن ثم ستضمن مبحثين ، يختص الاول بالاستعراض النظري لنموذج الانحدار اللوجستي محتويًا على مفهوم الانحدار اللوجستي ومبررات استخدامه وطرق تفسير و تقدير معاملات الانحدار اللوجستي والاختبارات الاحصائية الخاصة به ، فيما تناول المبحث الثاني التطبيق العملي لنموذج الانحدار اللوجستي لتقدير المتغيرات الاقتصادية التابعة

ثنائية القيمة ، ومن اجل ذلك تم اختيار ٢٥ دولة نامية كعينة للبحث ، معتمدا في ذلك على بيانات البنك الدولي وبيانات الامم المتحدة ، وبمساعدة الحزمة الاحصائية الجاهزة SPSS17 ، وسيختم البحث بمجموعة من الاستنتاجات والمقترحات.

المبحث الاول: الاستعراض النظري لنموذج الانحدار اللوجستي

من المؤلف في الدراسات الانسانية والاجتماعية والاقتصادية ان يكون المتغير التابع متغيرا منفصلا (نوعيا) ، بحيث يأخذ قيمة ثنائية Dichotomous او اكثر ، وان هذا يشكل تحديا كبيرا للباحثين عند محاولتهم توظيف تحليل الانحدار الخطي (البسيط او المتعدد) ، الذي يكون مقيد نوعا ما باشتراط ان يكون المتغير التابع متغيرا كميًا متصلًا بدلًا من ان يكون وصفيًا منفصلاً.

لذا يرى (Lea 1997) انه يجب استخدام تقنية الانحدار اللوجستي Logistic Analysis Technique في مثل تلك الحالات ، وانه وان كانت هناك العديد من الاساليب الاحصائية التي طورت لتحليل البيانات ذات المتغيرات الوصفية (النوعية) مثل تحليل الدوال التمييزية Discriminant Functions Analysis ، الا ان الانحدار اللوجستي يتمتع بالعديد من المميزات التي تجعله ملائماً للاستخدام في مثل تلك الحالات (بابطين ، ٢٠٠٩ ، ٤) .

وتكمن اهمية تحليل الانحدار اللوجستي عند مقارنته بالاساليب الاحصائية الاخرى (الانحدار الخطي والتحليل التمييزي) ، في ان الانحدار اللوجستي هو اداة اكثر قوة لأنه يقدم اختباراً لمعنوية المعاملات ، كما انه يعطي الباحث فكرة عن مقدار تأثير المتغير المستقل في المتغير التابع النوعي ثنائي القيمة ، بالإضافة الى ذلك ، فإن الانحدار اللوجستي يرتب تأثير المتغيرات المستقلة ، مما يسمح للباحث بالاستنتاج بأن متغيراً ما يعتبر اقوى من المتغير الاخر في فهم ظهور النتيجة المطلوبة ، كما ان تحليل الانحدار اللوجستي يمكنه ان يتضمن المتغيرات المستقلة النوعية وكذلك تأثير التفاعل بين المتغيرات المستقلة في المتغير التابع ثنائي القيمة ، كما ان من مزايا استخدام الانحدار اللوجستي هو انه اقل حساسية تجاه الانحرافات عن التوزيع الطبيعي لمتغيرات الدراسة ، وذلك مقارنة بأساليب احصائية اخرى مثل التحليل التمييزي والانحدار الخطي ، ، كما ان الانحدار اللوجستي يستطيع ان يتجاوز العديد من الافتراضات المقيدة لاستخدام طريقة المربعات الصغرى OLS في الانحدار الخطي ، الامر الذي يجعل في نهاية المطاف تحليل الانحدار اللوجستي الاسلوب الافضل في حالة المتغير التابع الفئوي ثنائي القيمة (www.exeter.ac.uk).

وللانحدار اللوجستي عدة انواع ، الا ان اكثرها شيوعا هو تحليل الانحدار اللوجستي الثنائي Binary Logistic Regression الذي سنستخدمه في بحثنا هذا دون غيره من انواع الانحدار اللوجستي ، حيث ان هناك نوع آخر هو الانحدار اللوجستي المتعدد Multinomial Logistic Regression المستخدم في حالة المتغير التابع الاسمي متعدد القيم (اكثر من قيمتين) ، كما ان هناك نوع ثالث للانحدار اللوجستي يسمى الانحدار اللوجستي الرتبوي (الترتيبي) Ordinal Logistic Regression الذي يستخدم في الحالات التي يكون فيها المتغير التابع متغير رتبوي . علما اننا سنستخدم ترميز المتغير التابع الثنائي القيمة بالقيمتين (٠ ، ١) دون غيرها من اشكال الترميز الاخرى.

اولا : مفهوم الانحدار اللوجستي

يمكن تعريف نموذج الانحدار اللوجستي بأنه نموذج يستخدم للتنبؤ باحتمالية وقوع حدث ما وذلك بملاءمة البيانات على منحنى لوجستي. ويستخدم الانحدار اللوجستي عدة متغيرات مُتوقَّعة والتي يمكن أن تكون رقمية أو فئوية . على سبيل المثال، يستخدم الانحدار اللوجستي في التسويق لحساب توقعات ميل المستهلك إلى شراء منتج ما أو امتناعه عن الشراء . ويستخدم الانحدار اللوجستي بشكل واسع في الطب والعلوم الاجتماعية (<http://ar.wikipedia.org>).

كما يمكن تعريفه بأنه أسلوب احصائي لفحص العلاقة بين المتغير التابع النوعي وم تغير واحد او اكثر من المتغيرات المستقلة ، أي انه الاسلوب الاحصائي المستخدم لفحص وتوفيق العلاقة بين المتغير التابع النوعي ثنائي القيمة ومتغير واحد او اكثر من المتغيرات المستقلة ايا كان نوعها ، ويسمى هنا بتحليل الانحدار اللوجستي الثنائي Binary Logistic Regression (<http://www.tinbergen.nl>).

ويعرف كذلك بأنه ذلك النوع من الانحدار المستخدم في التنبؤ بقيم المتغيرات التابعة النوعية او الفئوية بالاعتماد على مجموعة متغيرات مستقلة مختلطة ، كان يكون قسم منها متغيرات مستمرة او قياسات ، والقسم الاخر يكون على شكل متغيرات متقطعة نوعية او فئوية (<http://core.ecu.edu>).

وتقوم نموذج الانحدار اللوجستي على فرض أساسي هو أن المتغير التابع y الذي نهتم بدراسته هو متغير ثنائي يأخذ القيمة (1) باحتمال (p) والقيمة (0) بلحتمال (1-p) ، أي إلى حدوث الاستجابة وعدم حدوثها ، وكما نعلم في الانحدار الخطي الذي تأخذ متغيراته المستقلة والمتغير التابع قيماً مستمرة فإن النموذج الذي يربط بين المتغيرات هو كما في المعادلة رقم (١) ادناه:

$$y = b_0 + b_1X + e \quad (1)$$

أذ ان (y) يمثل متغيراً مشاهداً مستمراً وبفرض أن متوسط قيم (y) المشاهدة أو الفعلية عند قيمة معينة للمتغير X هي $E(y)$ وأن المتغير e يمثل الخطأ $e = y - \hat{y}$ فإنه يمكن كتابة النموذج على النحو التالي كما في المعادلة رقم (٢) :

$$E(y/X) = b_0 + b_1X \quad (2)$$

ومن المعروف في الانحدار أن الطرف الأيمن لهذه النماذج يأخذ قيماً من $(-\infty)$ الى $(+\infty)$ ، ولكن عندما يكون لدينا متغيران أحدهما وهو المتغير التابع ثنائي ، فإن الانحدار الخطي البسيط لا يكون ملائماً لأن $E(y/x) = P(y=1) = P/$ ، وبذلك تكون قيمة الطرف الأيمن محصورة ما بين الرقمين $(0,1)$ وبذلك يكون النموذج غير قابل للتطبيق من وجهة نظر الانحدار، وإن إحدى طرق حل هذه المشكلة هو إدخال تحويل رياضية مناسبة على المتغير التابع (y) ، ومن المعروف أن $0 \leq P \leq 1$ ومن ثم فإن النسبة $\left(\frac{P}{1-P}\right)$ عبارة عن مقدار موجب محصور بين $(0 - \infty)$ ، أي ان $\frac{P}{1-P} \leq \infty$ ، وبأخذ اللوغاريتم الطبيعي للمقدار $\left(\frac{P}{1-P}\right)$ فإن مجال قيمه يصبح محصوراً $\left(\frac{P}{1-P} \leq \infty\right)$ ، وبالتالي يمكن كتابة نموذج الانحدار في حالة متغير مستقل واحد كما في المعادلة رقم (٣) ادناه :

$$\ln \left(\frac{P}{1-P}\right) = b_0 + b_1X \quad (3)$$

وإذا كان لدينا أكثر من متغير مستقل فإن النموذج يأخذ الصيغة كما في المعادلة رقم (٤) ادناه:

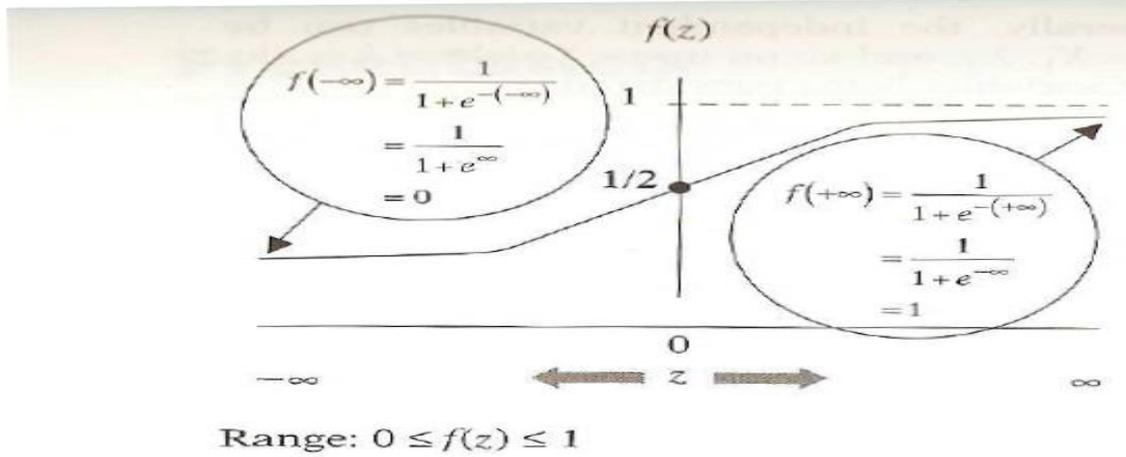
$$\ln \left(\frac{P}{1-P}\right) = \sum_{i=1}^k b_j X_{ij} + b_0 \quad (4)$$

حيث : $i = 1, 2, \dots, n$ ، $j = 1, 2, \dots, k$

ويسمى هذا النموذج بنموذج الانحدار اللوجستي ، وتسمى التحويلة $\ln \left(\frac{P}{1-P}\right)$ بتحويلة لوجت (Logit transformation) ، وإن الدالة اللوجستية هي دالة مستمرة تأخذ القيم $(0, 1)$ ، وتقترب (y) من الصفر كلما اقترب الطرف الأيمن للدالة اللوجستية من $(-\infty)$ ، وتقترب (y) من الواحد كلما اقترب الطرف الأيمن لهذه الدالة من (∞) ، وهي دالة متماثلة عندما يكون الطرف الأيمن لهذه الدالة مساوياً للصفر (غانم والجاعوني ، ٢٠١١ ، ١١٩ - ١٢٠).

ويستخدم الانحدار اللوجستي في التنبؤ باحتمال حدوث حدث معين بتوفيق البيانات بشكل منحنى لوجستي ، وبالتالي فهو نموذج خطي عام يتخذ شكل الدالة اللوجستية ، كما في الشكل (١) ادناه:

شكل (١) الدالة اللوجستية حيث يختلف اثر X باختلاف مستوى المتغير Y



المصدر: (بابطين ، ٢٠٠٩ ، ٣٦).

ان اعتماد الانحدار في الشكل اعلاه على المنحنى اللوجستي ، الذي ياخذ الصيغة كما في المعادلة رقم (٥) ادناه:

$$P = \frac{e^{a+bX}}{1 + e^{a+bX}} = \frac{1}{1 + e^{-(a+bX)}} \quad (5)$$

بدلا من معادلة الخط المستقيم ($y = b_0 + b_1X + e$) هو الذي جعل هذا النوع من الانحدار يسمى بـ (الانحدار اللوجستي) (<http://en.wikipedia.org>).

ثانيا : مبررات استخدام الانحدار اللوجستي

عند محاولة استخدام تحليل الانحدار الخطي بطريقة المربعات الصغرى OLS لتوفيق البيانات ذات المتغيرات التابعة الثنائية ، يبرز نوعان رئيسيان من المشاكل ، هما المبرر لاستخدام الانحدار اللوجستي مكان الانحدار الخطي او غيره من الاساليب الاحصائية الاخرى لتوفيق البيانات مع المتغير التابع الثنائي ، وهذان النوعان من المشاكل يمكن وضعهما تحت نوعين رئيسيين هما (بابطين ، ٢٠٠٩ ، ٢٧ - ٤٠) :

النوع الاول : مشاكل مفاهيمية.

النوع الثاني : مشاكل احصائية.

وبادىء ذي بدء ، ان ما يرغب الباحث في التنبؤ به في حالة الانحدار اللوجستي ليس هو بالدقة قيمة المتغير التابع ، وانما هو الاحتمال بان يكون المتغير التابع اما صفرا او واحدا ، أي ()
 اما $P(y/X) = 1$ او $P(y/X) = 0$. وبناء على ذلك ، فان المتغير التابع في حالة الانحدار اللوجستي ليس هو المتغير التابع نفسه كما هو الحال عند استخدام الانحدار الخطي ، وانما هو عبارة عن احتمال ان تكون قيمة المتغير التابع تساوي واحد ، وهو الغالب في الاستخدام ، او احتمال ان تكون قيمة المتغير التابع تساوي صفرا.

ينشأ النوع الاول من المشاكل الذي يواجه الانحدار الخطي وهو المشاكل المفاهيمية من حقيقة ان الاحتمالات يجب ان تتراوح قيمها بين الواحد الصحيح كحد اعلى والصفير كحد ادنى . أي انه ووفقا لتعريف الاحتمالات لا يمكن لقيمة الاحتمال ان يتجاوز الواحد الصحيح ولا ان ينخفض الى ما دون الصفير . وبما ان تحليل الانحدار الخطي هو نموذج خطي يسمح لخط الانحدار ان يمتد حتى موجب ما لا نهاية او ان يمتد حتى سالب ما لا نهاية ، حسب قيمة المتغير او المتغيرات المستقلة ، فان استخدامه مع البيانات ذات المتغير التابع الثنائي قد يجعل الباحث في حيرة من امره ، حيث يجد نفسه امام قيم متوقعة للمتغير التابع تتجاوز الواحد الصحيح او تقل عن الصفير ، الامر الذي يتناقض تماما مع مفهوم الاحتمالات.

وان احد الحلول للمشكلة اعلاه هي اعتماد صيغة القمة والقاع The Floor & Ceiling form ، الموضح في الشكل رقم (١) المذكور انفا ، فوفقا لهذه الصيغة هناك حدود للقيم المتنبأ بها بحيث يفترض الا تتجاوز القيم المتنبأ بها الواحد الصحيح ولا تقل عن الصفير.

وبناء على ما جاء اعلاه ، فان توفيق البيانات في حالة المتغير التابع الثنائي لن يكون من خلال استخدام افضل خط مستقيم ، ولكن باستخدام المنحنى اللوجستي الذي تقع قيمه بين الصفير والواحد ، والذي يأخذ الشكل S ، وهو الانسب لتوفيق البيانات المشاهدة في حالة المتغيرات التابعة الثنائية.

اما النوع الثاني من المشاكل وهو المشاكل الاحصائية ، فيكمن في انتهاك افتراضات تحليل الانحدار الخطي ، واهمها افتراضين رئيسيين هما ، الاول اعتدالية التوزيع الطبيعي Normality والثاني تجانس التباين Homoscedasticity ، حيث تنشأ هاتان المشكلتان بسبب الطبيعة الثنائية للمتغير التابع.

فبالنسبة لتوزيع الاخطاء سوف لن يكون طبيعياً عند أي مستوى من مستويات X عندما يكون المتغير التابع ثنائياً ، حيث ان توزيع الاخطاء في مثل هذه الحالة سيكون متبعاً للتوزيع اللوجستي Logistic Distribution وليس التوزيع الطبيعي Normal Distribution ، كما تنشأ مشكلة عدم تجانس تباين المتغير العشوائي (حد الخطأ) عند استخدام الانحدار الخطي لتوفيق البيانات مع المتغير التابع الثنائي ، وذلك لان حد الخطأ في الانحدار يتفاوت ويتغير حسب مستويات المتغير المستقل X ، حيث يلاحظ ان توفيق البيانات من خلال خط مستقيم يمتد من الحد الأدنى للمتغير التابع الى الحد الأعلى سوف يولد قيم اخطاء غير متجانسة.

ثالثاً : تقدير وتفسير معاملات الانحدار اللوجستي

من اجل تقدير معاملات الانحدار اللوجستي يتم اللجوء الى طريقة الاحتمال الاعظم Maximum Likelihood Method ، التي تعتبر الطريقة الاكثر ملائمة لكافة النماذج الخطية وغير الخطية ، وتعرف طريقة الاحتمال الاعظم بانها طريقة تكرارية Iterative تعتمد على تكرار العمليات الحسابية عدة مرات ، حتى يتم الوصول الى افضل تقدير للمعاملات ، والتي من خلالها يمكن تفسير البيانات المشاهدة (Newsom , 2003 , 65).

وتستخدم طريقة الاحتمال الاعظم لحساب معاملات اللوجت Logit في الانحدار اللوجستي ، وتهدف هذه الطريقة الى تعظيم لوغاريتم الاحتمال log likelihood ، الذي يعكس مدى امكانية او احتمال ان تكون تلك القيم المشاهدة للمتغير التابع في الامكان توقعها او التنبؤ بها ، من خلال المتغير او المتغيرات المستقلة ، ويلاحظ ان تقديرات الاحتمال الاعظم انها طريقة تكرارية تبدأ بقيمة اولية لما ينبغي ان تكون عليه معاملات اللوجت ، ثم تحدد هذه الطريقة اتجاه ومقدار التغير في معاملات اللوجت ، والذي سيزيد من لوغاريتم الاحتمال (Walker , 1996 , 32).

واللوجت Logit هو اللوغاريتم الطبيعي لمعاملات الاحتمال Odds ، ويعبر عنه بدلالة الاحتمالات بالصيغة كما في المعادلة رقم (٦) ادناه:

$$\text{Logit} = \left(\frac{P}{1-P} \right) \ln \quad (6)$$

حيث تسمح لنا دالة اللوجت بتطبيق الانحدار الخطي عند تحليل العلاقات للبيانات ذات المتغيرات التابعة الثنائية (عطية ، ٢٠٠٤ ، ٣٨٤).

اما بالنسبة لتفسير معاملات الانحدار اللوجستي فيتم استخدام معامل اللوجت (logit coefficient) ، والذي يسمى ايضا بمعامل الانحدار اللوجستي غير المعياري ، ويرمز له بالرمز (b) ، وهو يقابل المعامل غير المعياري (b) في الانحدار الخطي ، ويستخدم المعامل (b) في الانحدار اللوجستي لتقدير لوغاريتم معامل الترجيح log odds ، بان يكون المتغير التابع يساوي (١) لكل وحدة تغير في المتغير المستقل .

علما ان الانحدار اللوجستي يحسب مقدار التغير في لوغاريتم معامل الترجيح log odds للمتغير التابع ، وليس التغير في المتغ ير التابع نفسه كما هو الامر في الانحدار الخطي (Garson , 2006 , 762) .

وبالتالي فان تغير معاملات الانحدار اللوجستي بدلالة اللوجت يقدم تفسيراً مطابقاً لما هو عليه الامر في الانحدار الخطي ، ولكن الفرق الوحيد هو في وحدات المتغير التابع ، حيث ان وحدات المتغير التابع في حالة الانحدار اللوجستي تمثل لوغاريتمات معاملات الاحتمال (الترجيح) (بابطين ، ٢٠٠٩ ، ٧١) .

كما يمكن تفسير معاملات الانحدار اللوجستي بدلالة الاحتمالات ، حيث ان الزيادة في المتغير المستقل بمقدار وحدة واحدة ستزيد اللوجت او لوغاريتم معامل الترجيح log odds او $\ln \left(\frac{P}{1-P} \right)$ بان يكون المتغير التابع يساوي ١ ($Y = 1$) ، بمقدار احتمال معين هو معامل المتغير المستقل (Garson , 2006 , 764) .

رابعا : اختبار القوة التفسيرية للنموذج R^2

يتم استخدام احصاءة ($R^2_{Cox-Snell}$) او احصاءة ($R^2_{Nagelkerke}$) لغرض اختبار القوة التفسيرية لنموذج الانحدار اللوجستي ، حيث تعتبر احصاءة ($R^2_{Cox-Snell}$) مقياساً للتحسن في مربع المتوسط الهندسي لكل مشاهدة ، وتأخذ الصيغة كما في المعادلة رقم (٧) ادناه :

$$\frac{R^2_{Cox-Snell}}{2/N} = 1 - \left(\frac{L_o}{L_m} \right) \quad (7)$$

حيث ان (L_o) هي دالة الترجيح للنموذج المتضمن الحد الثابت فقط ، اما (L_m) فهي دالة الترجيح المتضمن كل المتغيرات المستقلة ، اما (N) فهي العدد الكلي للملاحظات (بابطين ، ٢٠٠٩ ، ١٠٠) .

اما احصاءة ($R^2_{Nagelkerke}$) فهي مقياس التحسن في مربع المتوسط الهندسي لكل مشاهدة . حيث يلاحظ ان المقياس الاول ($R^2_{Cox-Snell}$) غير المعدل لا يمكن ان يأخذ القيمة (١) ، حتى لو كان النموذج يطابق البيانات بشكل تام ، اما المقياس الثاني ($R^2_{Nagelkerke}$) المعدل فانه يسمح لقيمة (١) الصحيح من خلال تعديل بسيط ، وهو القسمة على ا لقيمة الممكنة العظمى للمقياس الاول ($R^2_{Cox-Snell}$) وحسب الصيغة كما في المعادلة رقم (٨) ادناه
(www.appricon.com):

$$R^2_{Nagelkerke} = \frac{R^2_{Cox-Snell}}{\text{Maximum Possible } R^2_{Cox-Snell}} \quad (8)$$

خامسا : اختبار Hosmer – Lemeshow لجودة المطابقة

لقياس جودة المطابقة Goodness of Fit لنموذج الانحدار اللوجستي يتم استخدام اختبار Hosmer-Lemeshow ، حيث يقوم هذا الاختبار بتجميع حالات العينة بناء على قيم الاحتمالات المتوقعة ، وقد اقترح Hosmer-Lemeshow استخدام احدى استراتيجيتين للتجميع في هذا الاختبار هما (Hosmer-Lemeshow , 2000 , 148):

تجميع الحالات بناء على المئينيات للاحتتمالات المتوقعة.

تجميع الحالات بناء على قيم ثابتة للاحتتمالات المتوقعة.

وتفضل الاستراتيجية الاولى على الثانية خاصة عندما يكون هناك العديد من الاحتمالات

المتوقعة صغيرا (اقل من ٠.٢) .

ووفقا للاستراتيجية الاولى التي تقوم على تجميع الحالات بناء على المئينيات للاحتتمالات

المتوقعة يتم توزيع الحالات (n) بعد ترتيبها تصاعديا حسب القيم المتوقعة للاحتتمالات على عشرة مجاميع (g = 10) ، بحيث يكون عدد الحالات في كل مجموعة (n/10) ، وبحيث توضع في المجموعة الاولى الحالات ذات اقل قيمة للاحتتمالات المتوقعة (n1= n/10) ، وتوضع في المجموعة الاخيرة الحالات ذات القيم الاعلى للاحتتمالات المتوقعة (n10= n/10) وكذلك مع بقية المجاميع بالترتيب (غانم والجاعوني ، ٢٠١١ ، ١٢٥) .

- ويتم جمع القيم المشاهدة والمتوقعة للحالات وفقا لقيمتي المتغير التابع الثنائي Y (٠) ، وذلك في كل فئة من المجاميع العشر . بعد ذلك يتم حساب احصاءة Hosmer-Lemeshow التي يرمز لها بالرمز H ، والتي يتم حسابها وفقا لاحصاءة مربع كاي (χ^2) من الجدول $(g * 2)$ للتكرارات المشاهدة والمتوقعة ، حيث ان الاحصاءة H تتبع توزيع مربع كاي بدرجات حرية تساوي $(g - 2)$ ، وتحسب احصاءة H وفق الصيغة كما في المعادلة رقم (٩) ادناه:

$$H = \sum_{k=1}^g \frac{(O_k - n'_k p'_k)^2}{n'_k p'_k (1 - p'_k)} \quad (9)$$

حيث ان n'_k هي العدد الكلي للحالات في المجموعة k

$$O_k = \sum_{i=1}^{n'_k} Y \quad \text{أي ان } O_k \text{ هي عدد الاستجابات } Y=1$$

$$p'_k = \sum_{i=1}^{n'_k} \frac{p}{n'_k}$$

وهي متوسط الاحتمالات المتوقعة للمجموعة k

وقد اظهر Hosmer-Lemeshow انه اذا كانت قيمة الاحصاءة H المحسوبة من تجميع المئينيات هي الطريقة المعتمدة وبحيث كانت قيمة هذه الاحصاءة بدرجة حرية $(g - 2)$ عند مستوى معنوية اكبر من (0.05) فان ذلك يعني ان النموذج مطابق للبيانات المشاهدة (Hosmer-Lemeshow , 2000 , 150).

سادسا : اختبار Wald لمعنوية المعلمات

لغرض احتساب معنوية المعلمات المقدره باستخدام النموذج اللوجستي يتم استخدام احصاءة Wald ، لكل معامل من معاملات الانحدار اللوجستي المقابل لكل متغير مستقل ، من اجل اختبار الفرضية الصفرية (فرضية العدم) التي تنص على (ان تأثير معامل لوجت ما يساوي صفرا) ، ويتم حساب احصاءة Wald وفق الصيغة كما في المعادلة رقم (١٠) ادناه (غانم والجاعوني ، ٢٠١١ ، ١٢٧) :

$$Wald = \frac{b}{SE_b} \quad (10)$$

حيث ان (b) هي قيمة معامل الانحدار اللوجستي للمتغير المستقل

(SE) هي قيمة الخطأ المعياري لمعامل الانحدار اللوجستي للمتغير المستقل

علما ان الاحصاء Wald تتبع توزيع مربع كاي (χ^2) . كما ان الاختبار هو اختبار من طرفين ، ويجب ان تكون معنوية المعلمات المناظرة لقبول او رفض فرضية العدم باستخدام الاحتمالات اقل من (٠.٠٥) ، لكي يتم رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة التي تنص على (ان تأثير المعامل لا يساوي الصفر في المج تمع الذي سحبت منه العينة وهو معنوي عند مستوى معنوية (٠.٠٥) ، أي ان المتغير المستقل له تأثير في التنبؤ بقيمة المتغير التابع (Menard , 2002 , 102) .

المبحث الثاني : التطبيق العملي لنموذج الانحدار اللوجستي

يتضمن هذا المبحث التطبيق العملي لنموذج الانحدار اللوجستي لتقدير المتغيرات الاقتصادية التابعة ثنائية القيمة ، ومن اجل ذلك تم اختيار ٢٥ دولة نامية مدرجة في الجدول رقم (١) التالي ، وهي في الاغلب دول افريقية واسيوية وبعض دول امريكا الجنوبية ، تتميز تلك الدول بانخفاض حصة الفرد من الناتج المحلي الاجمالي ، حيث لم تبلغ الالف دولار سنويا ، بالاضافة الى استخدام مؤشرات معدل السنوات الدراسية للفرد ومعدل وفيات الاطفال دون سن الخامسة ومتغير الموقع القاري لدول العينة كمتغيرات مستقلة ، معتمدا في ذلك على بيانات البنك الدولي وبيانات الامم المتحدة ، وهذه المؤشرات مجتمعة تعطينا صورة واضحة عن حالة الفقر التي تتسم بها الدول المدروسة ، وتم تصنيف الدول الى صنفين هما الدول الفقيرة جدا والتي لا تتجاوز حصة الفرد من الناتج المحلي الاجمالي فيها ٥٠٠ دولار امريكي وهي (١٣) دولة ، تم اعطائها الرمز (٠) ، اما الصنف الاخر فهو الدول الفقيرة وهي التي تقع حصة الفرد من الناتج المحلي الاجمالي فيها بين ٥٠٠ - ١٠٠٠ دولار امريكي وهي (١٢) دولة ، تم اعطائها الرمز (١) ، وبذلك اصبح لدينا متغير تابع فئوي وهو صنف الدولة واربع متغيرات مستقلة مؤثرة فيه وكما مؤشر في الجدول رقم (١) التالي .

وبما ان المتغير التابع هو متغير فئوي ، فانه يمكن استخدام نموذج الانحدار اللوجستي لتقدير المتغير الاقتصادي التابع ثنائي القيمة ، علما ان المتغيرات المستقلة هي خليطا من المتغيرات المستمرة والمتغيرات المتقطعة الفئوية ، وهو احد شروط استخدام النموذج اللوجستي .

جدول رقم (١) المؤشرات المختارة لدول العينة

| تصنيف الدول فقيرة جدا = ٠ فقيرة = ١ | الموقع القاري للدولة ٠ = آسيا ١ = افريقيا ٢ = امريكا الجنوبية | معدل وفيات الاطفال دون الخامسة ٢٠٠٩ (بالالف) | معدل سنوات الدراسة للفرد لسنة ٢٠٠٩ | حصة الفرد من الناتج المحلي الاجمالي ٢٠٠٩ (بالدولار الامريكى) | المؤشرات المدروسة دول العينة |
|---|--|--|--|--|--|
| Y | cont | X ₃ | X ₂ | X ₁ | |
| 0.00 | 0.00 | 199.00 | 8.00 | ٤٨٦.00 | افغانستان |
| 0.00 | 0.00 | 52.00 | 8.00 | ٤٩٧.00 | بنغلاديش |
| 1.00 | 1.00 | 118.00 | 8.00 | ٧٤٥.00 | بنين |
| 1.00 | 1.00 | 166.00 | 6.00 | ٥١٧.00 | بوركينافاسو |
| 0.00 | 1.00 | 166.00 | 10.00 | ١٦٠.00 | بوروندي |
| 1.00 | 0.00 | 88.00 | 10.00 | ٧٠٦.00 | كمبوديا |
| 0.00 | 1.00 | 171.00 | 7.00 | ٤٥٤.00 | افريقيا الوسطى |
| 1.00 | 1.00 | 209.00 | 7.00 | ٦١٠.00 | تشاد |
| 1.00 | ٠.00 | 87.00 | 7.00 | ٩٥٥.00 | باكستان |
| 0.00 | 1.00 | 199.00 | 8.00 | ١٦٠.00 | الكونغو الديمقراطية |
| 0.00 | 1.00 | 55.00 | 5.00 | ٣٦٩.00 | ارتيريا |
| 0.00 | 1.00 | 104.00 | 9.00 | ٣٤٤.00 | اثيوبيا |
| 0.00 | 1.00 | 103.00 | 9.00 | ٤٣٠.00 | غامبيا |
| 0.00 | 1.00 | 142.00 | 9.00 | ٤٠٧.00 | غينيا |
| 1.00 | 1.00 | 193.00 | 9.00 | ٥١٩.00 | غينيا بيساو |
| 1.00 | 2.00 | 87.00 | 8.00 | ٦٤٦.00 | هايتي |
| 1.00 | 1.00 | 84.00 | 11.00 | ٧٣٨.00 | كينيا |
| 1.00 | 0.00 | 37.00 | 12.00 | ٨٦٠.00 | قرغيزستان |
| 1.00 | 0.00 | 59.00 | 9.00 | ٩٤٠.00 | جمهورية لاو |
| 1.00 | 1.00 | 84.00 | 10.00 | ٧٦٤.00 | ليسوتو |
| 0.00 | 1.00 | 112.00 | 11.00 | ٢٢٢.00 | ليبيريا |
| 0.00 | 1.00 | 58.00 | 11.00 | ٤٣٨.00 | مدغشقر |
| 0.00 | 1.00 | 110.00 | 9.00 | ٣١٠.00 | مالاوي |
| 0.00 | 0.00 | 48.00 | 9.00 | ٤٢٧.00 | النيبال |
| 1.00 | 0.00 | 61.00 | 11.00 | ٧١٦.00 | طاجيكستان |

المصدر : 1- <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD/countries>2- <http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/socind/statistics.htm>

وتم استخدام الحزمة الاحصائية الجاهزة SPSS ١٧ لتقدير نموذج الانحدار اللوجستي لعينة الدراسة ، وذلك بعد ترميز البيانات وتجهيزها ، وتم الحصول على النتائج الموضحة بالجدول رقم (٢) الآتي:

جدول رقم (٢) يوضح نتائج تقدير الانحدار اللوجستي لعينة الدراسة

| | B | S.E. | Wald | df | Sig. | |
|---------------------------|----------|------------|----------------------------|--------------|-------|-------|
| Step 1 ^a | x1 | .504 | 174.145 | .000 | 1 | .998 |
| | x2 | -1.796 | 22866.449 | .000 | 1 | 1.000 |
| | x3 | .199 | 2545.276 | .000 | 1 | 1.000 |
| cont | | | .000 | 2 | 1.000 | |
| cont(1) | -25.271 | 144550.366 | .000 | 1 | 1.000 | |
| cont(2) | 41.026 | 270406.303 | .000 | 1 | 1.000 | |
| Constant | -307.177 | 90687.649 | .000 | 1 | .997 | |
| $= 0.750 R^2_{Cox-Snell}$ | | | $R^2_{Nagelkerke} = 1.000$ | | | |
| $= 0.000 \chi^2$ | | df = 5 | | sig. = 1.000 | | |

المصدر : عمل الباحث بالاستناد الى نتائج الحزمة الاحصائية SPSS

ويمكن تلخيص النتائج في الجدول اعلاه كما يأتي:

$$Y = -307.177 + 0.504 X_1 - 1.796 X_2 + 0.199 X_3 - 25.271 \text{ cont}_1 + 41.026 \text{ cont}_2$$

Wald 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

$$R^2_{Cox-Snell} = 0.750 \qquad R^2_{Nagelkerke} = 1.000$$

$$\chi^2 = 0.000 \qquad df = 5 \qquad sig. = 1.000$$

ويتضح ان النموذج اللوجستي المقدر يتفق مع المنطق الاقتصادي ، أي منطقية المعلمات المقدره من حيث اشارة المعلمة ، إذ ان الزيادة في المتغير المستقل X_1 (حصة الفرد من الناتج المحلي الاجمالي (بمقدار دولار واحد ستزيد اللوجت او لوغاريتم معامل الترجيح بان يكون المتغير التابع يساوي ١) $Y = 1$) بمقدار (0.504) مرة في لوغاريتم الأفضلية للمتغير التابع م.ع ثلثت تأثير بقية المتغيرات ، كما ان الزيادة في المتغير المستقل X_2 (معدل سنوات الدراسة للفرد) بمقدار سنة واحدة ستخفض اللوجت او

لوغاريتم معامل الترجيح بان يكون المتغير التابع يساوي ١ ($Y = 1$) بمقدار (-1.796) مرة في لوغاريتم الأفضلية للمتغير التابع مع ثبات تأثير بقية المتغيرات، كما ان الزيادة في المتغير المستقل X_3 (معدل وفيات الاطفال دون الخامسة بالالف) بمقدار وحدة واحدة ستزيد اللوجت او لوغاريتم معامل الترجيح بان يكون المتغير التابع يساوي ١ ($Y = 1$) بمقدار (0.199) مرة في لوغاريتم الأفضلية للمتغير التابع مع ثبات تأثير بقية المتغيرات . ويلاحظ ان معادلة القارة الاسيوية ستكون:

$$Y = -307.177 + 0.504 X_1 - 1.796 X_2 + 0.199 X_3$$

بينما معادلة القارة الافريقية ستكون:

$$Y = -307.177 + 0.504 X_1 - 1.796 X_2 + 0.199 X_3 - 25.271 \text{ cont}_1$$

وستكون معادلة القارة الامريكية الجنوبية تساوي:

$$Y = -307.177 + 0.504 X_1 - 1.796 X_2 + 0.199 X_3 + 41.026 \text{ cont}_2$$

أي ان تأثير القارة الافريقية تأثيرا كبيرا جدا ، وهو عامل حاسم في تحديد انتماء الدول الى صنف

الدول الفقيرة جدا.

وقد تم التصنيف الصحيح لدول العينة الى مجموعتي التصنيف (٠ ، ١) بنسبة ١٠٠ % ، أي تم تصنيف المشاهدات لدول العينة بالكامل ودون أي نسبة خطأ ، وهذا ما اثر في قيمة ومعنوية ودقة اختبار Wald لمعنوية المعلمات ، حيث اثبت عدم معنوية المعلمات المقدرة جميعا ، وكذلك جعل قيمة معامل التحديد $R^2_{Nagelkerke}$ تساوي (١) ، حيث يلاحظ ان المقياس الاول ($R^2_{Cox-Snell}$) غير المعدل لا يمكن ان ياخذ القيمة (١) ، حتى لو كان النموذج يطابق البيانات بشكل تام ، اما المقياس الثاني ($R^2_{Nagelkerke}$) المعدل فانه يسمح لقيمة (١) الصحيح من خلال تعديل بسيط ، وهو القسمة على القيمة الممكنة العظمى للمقياس الاول ($R^2_{Cox-Snell}$) ، لذا تم اختيار المقياس الثاني . وكذلك يؤكد ان النموذج المقدر يمثل البيانات تمثيلا كاملا ويدعم المعنوية الكاملة للنموذج حسب اختبار Hosmer-Lemeshow ، الذي يقوم على اختبار مربع كاي (χ^2) ، وتبين ان التكرارات المشاهدة (الاصلية) والتكرارات المتوقعة (المقدرة) للمتغير التابع كانت متطابقة تماما ، وبالتالي يتوقع أن تكون قيمة إحصاء كاي سكوير صغيرة وتساوي (٠.٠٠٠٠) وقيمة sig. كبيرة وتساوي (1.000) . وان انعدام حد الخطأ تماما يعني التخلص من مشاكل الاقتصاد القياسي (مشكلة عدم تجانس تباين حد الخطأ ومشكلة الارتباط الذاتي بين قيم الحد العشوائي) ، ويتبقى لدينا مشكلة التعدد الخطي التي

يمكن ان تدلنا عليها مصفوفة معاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة ، حيث لم نجد ارتباطا معنويا يذكر بين أي من المتغيرات المستقلة مع المتغيرات المستقلة الاخرى ، أي لا توجد مشكلة تعدد خطي بين المتغيرات المستقلة .

الاستنتاجات والمقترحات

اولا: الاستنتاجات

سلط البحث الضوء على تقنية الانحدار اللوجستي ثنائي الاستجابة واستخدامه لتقدير معادلات الانحدار ذات المتغيرات التابعة النوعية ، واتضح لنا الاستنتاجات الآتية:

١. ان استخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية OLS في تقدير نموذج الانحدار الذي يتضمن متغيرات تابعة نوعية يؤدي الى الحصول على نتائج غير دقيقة ، لانه يعاني من بعض المشاكل المفاهيمية والاحصائية .

٢. كما ان استخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية OLS في تقدير نموذج الانحدار الذي يتضمن متغيرات تابعة نوعية يمكن ان يؤدي الى ان تكون بعض القيم المقدرة للمتغير التابع اكبر من (١) او اصغر من (٠) ، وهي قيم لا معنى لها لان القيم الاصلية للمتغير التابع تأخذ القيمتين (٠ ، ١) .

٣. يتم اعتماد صيغة القمة والقاع The Floor & Ceiling form في نموذج الانحدار اللوجستي ، لغرض التخلص من المشاكل التي تواجه استخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ، فوفقا لهذه الصيغة هناك حدود للقيم المتنبأ بها بحيث يفترض الا تتجاوز القيم المتنبأ بها الواحد الصحيح ولا تقل عن الصفر ، وبالتالي فإن توفي ق البيانات في حالة المتغير التابع الثنائي لن يكون من خلال استخدام افضل خط مستقيم ، ولكن باستخدام المنحنى اللوجستي الذي تقع قيمه بين الصفر والواحد ، والذي يأخذ الشكل S ، وهو الانسب لتوفيق البيانات في حالة المتغيرات التابعة الثنائية.

٤. طبقا لما جاء في اولاً وثانياً وثالثاً اعلاه يصبح استخدام نموذج الانحدار اللوجستي ثنائي الاستجابة (٠ ، ١) اكثر واقعية ويعطي نتائج منطقية تتفق والنظرية خلف الظاهرة المدروسة ، علاوة على ان متطلبات نموذج الانحدار اللوجستي فيما يتعلق بالمتغير التابع هي متطلبات

بسيطة جدا ، علما انه لتقد ير معالم نموذج الانحدار اللوجستي يتم استخدام طريقة الاحتمال الاعظم.

٥. تختلف نماذج الانحدار اللوجستي عن نماذج الانحدار العادية في الاختبارات الخاصة باختبار المعلمات واختبار النموذج ككل ، حيث ان نموذج الانحدار اللوجستي يستخدم اختبار Wald في اختبار معنوية المعلمات عوضا عن استخدام اختبار t في نموذج الانحدار العادي ، مع ما يعانیه اختبار Wald من انتقادات عديدة ، وخصوصا عند انعدام حد الخطأ او كونه صغيرا جدا في النموذج اللوجستي في اغلب الاحيان ، كما ان نموذج الانحدار اللوجستي ولغرض اختبار النموذج ككل يستخدم اختبار Hosmer-Lemeshow ، وهو اختبار يتم حسابه وفقا لاحصاء مربع كاي (χ^2).

٦. عند استخدام نموذج الانحدار اللوجستي ثنائي الاستجابة مع المتغيرات التابعة الثنائية يتم التخلص من مشاكل الاقتصاد القياسي الثلاث ، لاجتيازه اختبارات الارتباط الذاتي والتعدد الخطي وعدم تجانس التباين ، حيث يتم التخلص تماما من حد الخطأ او عندما يكون صغيرا جدا.

ثانيا: المقترحات

- بناءً على ما تم التوصل اليه من استنتاجات فإنه يمكن وضع المقترحات الآتية:
١. الاستفادة من نموذج الانحدار اللوجستي في نمذجة البيانات ذات المتغيرات التابعة ثنائية القيمة، لما يتميز به من قوة تفسيرية عالية ، علاوة على بساطة متطلباته ، حيث انه يتخلص من العديد من الافتراضات التي يتطلبها نموذج الانحدار الاعتيادي .
 ٢. توسيع استخدام الانحدار اللوجستي ثنائي الاستجابة في الدراسات الاقتصادية والاجتماعية ، حيث انحصرت استخداماته السابقة في مجال العلوم الطبية والتربوية.
 ٣. عند تقدير نماذج انحدار ذات متغيرات تابعة ثنائية نوعية نقترح على الباحثين استبعاد استخدام نموذج الانحدار الاعتيادي الذي يقوم على طريقة OLS ، والتركيز على استخدام نموذج الانحدار اللوجستي ، مع مراعاة طبيعة البيانات المستخدمة وشروط ومتطلبات استخدام النموذج اللوجستي.
 ٤. نقترح على الباحثين في مجال الاقتصاد القياسي وطلبة الدراسات العليا الذين يستخدمون نماذج الانحدار في دراساتهم ، القيام بمزيد من البحث والدراسة في مجال استخدام نموذج الانحدار

اللوجستي ، من اجل نشر استخدام هذا النموذج والتعريف به على نطاق بحوث نماذج الانحدار وفي كافة الاختصاصات .

المصادر

اولا: المصادر العربية

- ١ جابطين ، عادل احمد حسن (٢٠٠٩) ، الانحدار اللوجستي وكيفية استخدامه في بناء نماذج التنبؤ للبيانات ذات المتغيرات التابعة ثنائية القيمة ، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، اختصاص احصاء وبحوث ، جامعة ام القرى - كلية التربية - قسم علم النفس ، السعودية.
- ٢ عطية ، عبد القادر محمد عبد القادر (٢٠٠٤) ، الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق ، مكة المكرمة ، السعودية.
- ٣ خانم ، عدنان والجاعوني ، فريد خليل (٢٠١١) ، استخدام تقنية الانحدار اللوجستي ثنائي الاستجابة في دراسة أهم المحددات الاقتصادية والاجتماعية لكفاية دخل الأسرة " دراسة تطبيقية على عينة عشوائية من الأسر في محافظة دمشق " ، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية ، المجلد 27 ، العدد الأول .

ثانيا: المصادر الانكليزية

4- Binary Logistic Regression with PASW/SPSS, available at :

<http://core.ecu.edu/psyc/wuenschk/MV/Multreg/Logistic-SPSS.PDF>

5-Cramer , J. S. (2002) , The Origins of Logistic Regression , Tinbergen Institute Discussion Paper TI 2002-119/4 , available at:

<http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/02119.pdf>

6- Garson , David (2006) , Logistic Regression , available at:

<http://www2.class.ncsu.edu/garson/pa765/logistic.htm>

7-Hosmer , David W. & Lemeshow , Stanley (2000) , Applied Logistic Regression , 2nd Edition , Johnson Wiley & Sons Incorporation , New York ,USA.

8-Lea , Stephen (1997) , Multivariate Analysis II: Manifest Variables Analysis . Topic 4 : Logistic Regression and Discriminant Analysis. University of

Exeter, Department of Psychology. Revised 11th March, 1997 , available at: <http://www.exeter.ac.uk/~SEGLea/multivar2/diclogihtml> .

9- Logistic regression , available at: http://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_regression.

10- Logistic Regression Analysis and Interpretation , available at:

<http://www.appricon.com/index.php/logistic-regression-analysis.html>

11- Menard , Scott (2002) , Applied Logistic Regression Analysis (Quantitative Applications in the Social Sciences) . 2nd Edition , Volume 106 , Beverly Halls , CA : Sage.

12- Newsom (2003) , Data Analsis II: Logistic Regression , Fall 2003, available at: http://www.upa.pdx.edu/IOA/newsom/da2/ho_logistic.pdf.

13- Walker , Jonathan (1996), Methodology Application : Logistic Regression using the CODES Data , available at:

<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/96843.PDF>.

14- <http://ar.wikipedia.org/wiki/>.

15- <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD/countries>.

16- <http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/socind/statistics.htm>.