

استعمال انموذج الارحجية النسبية في تحديد اهم العوامل المؤثرة في تغيير نسبة الهيموجلوبين في الدم عند النساء في سن الحمل

شيماء محمد احمد**

أ.د. دجلة ابراهيم مهدي*

المستخلص

يتضمن هذا البحث دراسة اهمية انموذج الارحجية النسبية (Proportional Odds Model) في تحديد اهم العوامل المؤثرة في تغيير نسبة الهيموجلوبين في الدم عند النساء في سن الحمل لكون هذا الانموذج المناسب عندما يكون المتغير التابع رتبي قياسي ، وقد تضمن البحث دراسة 350 حالة بالاعتماد على استبيان قام به معهد التغذية والبحوث في بغداد التابع لوزارة الصحة العراقية واستنتجنا بان اكثر المتغيرات تأثيراً على تغيير نسبة الهيموجلوبين في الدم هي (استمرار الدورة الشهرية لأكثر من سبعة ايام ، نزف كثير غير اعتيادي اثناء الدورة الشهرية ، العمر ، قلة الغذاء) من خلال ما أثبتته انموذج الارحجية النسبية.

Abstract

This study includes a study of the importance of proportional odds model to determining the most important factors affecting the change in the proportion of hemoglobin in the blood in women of child-bearing age because this model is appropriate when the response is ordinal variable in the study included 350 cases based on a questionnaire conducted by the Institute of Nutrition and Research in Baghdad of the Iraqi Ministry of Health and we concluded that the most variables affecting the change in the proportion of hemoglobin in the blood are (Continue your menstrual cycle for more than seven days , is there a miscarriage or a dead birth during your life , age , lack of food) We also show the significance of the model used in the analysis.

Keywords: Proportional Odds Model (POM) , Odds Ratio(OR) , Wald Test

1-1 المقدمة

يعتبر أنموذج الارحجية النسبية (Proportional Odds Model)(POM) احد اهم انواع الانحدار اللوجستي الرتبي ومن اكثر النماذج استعمالاً في المجال الطبي عندما تتضمن الدراسة متغيرات توضيحية نوعية وكمية ومتغير الاستجابة يكون من النوع الفئوي. ويهدف البحث الى استعمال أنموذج الارحجية النسبية الرتبي في تحديد اهم العوامل المؤثرة في تغيير نسبة الهيموجلوبين في الدم عند نساء في سن الحمل وذلك بالاعتماد على بيانات حقيقية، اذ يعرف الهيموجلوبين (Hemoglobin) على انه مركب بروتيني يتكون من بروتينين بروتين (جلوبين) وبروتين (هيم) الذي يحتوي على الحديد والذي بدوره يتحد بالأكسجين ، حيث يختلف تركيز الهيموجلوبين في الرجال من النساء فإن تركيز الهيموجلوبين في الرجال يتراوح في كل لتر من الدم من (140-180) ملجم. وفي النساء يتراوح من (120-160) ملجم ، وقيمة تركيز الهيموجلوبين المتوسط لدى الانسان حوالي 150 ملجم ، ويقال تركيز مادة الهيموجلوبين في النساء مقارنة بالرجال وذلك نتيجة لفقدان كميات من الدم اثناء الدورة الشهرية والحمل والاسقاط والولادة [1]. ان مادة الهيموجلوبين تعطي لكريات الدم الحمر الصبغة الحمراء. وان الخلية الحمراء الواحدة تحتوي على قرابة ثلاثمائة مليون جزيء هيموجلوبين اي انها تحمل حوالي الف ومائتي مليون جزيء اكسجين . لذا فإن انخفاض عدد كريات الدم الحمراء يعني انخفاض الهيموجلوبين والذي يؤدي الى انخفاض قدرة الدم على حمل الاوكسجين و بالعكس. ومن اهم وظائف الدم نقل الاوكسجين وكل ما يغذي الجسم وكذلك يقوم بنقل النواتج الايضية والتي من ضمنها ثنائي اوكسيد الكربون خارج الجسم وايضا يحافظ على درجة حرارة الجسم وكذلك يقوم بالمحافظة على عملية الاتزان الحمضي القاعدي [2].

2-1 مشكلة البحث

تتبع مشكلة البحث من خطورة وتزايد النساء في سن الحمل اللاتي يعانن من مشكلة في نسبة الهيموجلوبين في الدم بسبب التركيبة الفسيولوجية لجسم المرأة لذا لابد من معرفة أكثر العوامل التي تؤثر على زيادة أو نقصان نسبة الهيموجلوبين في الدم وذلك باستعمال نموذج انحدار مناسب من أجل الحصول على نتائج منطقية .

3-1 هدف البحث

تحديد العوامل المؤثرة في تغيير نسبة الهيموجلوبين في الدم عند النساء في سن الحمل باستعمال نموذج الارحجية النسبية للانحدار الرتبي .

2- أنموذج الارحجية النسبية Proportional Odds Model

يعتبر انموذج الارحجية النسبية (POM) Proportional Odds Model هو الانموذج المناسب لمتغير الاستجابة الفئوية التي تشترط الترتيب. كما يشار إلى انموذج (POM) كنماذج Logit التراكمية وهو واحد من النماذج الأكثر استعمالاً للاستجابات ذات الفئات الترتيبية [7] . حيث يعتمد على Logit للاحتمالات التراكمية لفئة استجابة معينة (أي الاحتمالات التراكمية لتلك الفئة والفئات الأدنى) مقابل الاحتمالات التراكمية للفئات الأكبر من فئة الاستجابة أو العكس وان احد اهم الافتراضات الخاصة بالنموذج هو ان نسبة الارحجية التي تقيم تأثير نقاط القطع جميعها متساوية بغض النظر عن موقع نقطة القطع والصيغة العامة للأنموذج هي [8]:

$$\ln \left(\frac{pr(Y > j)}{pr(Y \leq j)} \right) = \alpha_j + X\beta \dots (1)$$

اذ ان :

X : مصفوفة المتغيرات التوضيحية

j : تمثل فئات متغير الاستجابة $M, 1, 2, 3, \dots$

α_j : يمثل نقاط القطع

β : متجه معاملات Logit

وعندما

$$pr(Y \leq j) = \pi_1 + \pi_2, + \dots + \pi_j \dots (2)$$

$$pr(Y > j) = \pi_{j+1} + \pi_{j+1}, + \dots + \pi_M \dots (3)$$

اذ ان: π_j تمثل الاحتمالات عند الفئة j

بذلك سوف يكون انموذج الارحجية النسبية كالآتي:

$$\ln \left(\frac{pr(Y > j)}{pr(Y \leq j)} \right) = \ln \left(\frac{\pi_{j+1} + \pi_{j+1}, + \dots + \pi_M}{\pi_1 + \pi_2, + \dots + \pi_j} \right) \dots (4)$$

وعندما يتم استخدام جميع فئات M من خلال كل Logit تراكمي ، فإن أنموذج الارحجية النسبية سوف يقدر M – 1 من Logit التراكمي أي ان β_s يكون مساويا لعدد Logit التراكمية [7].

1-2 تقدير انموذج الارحجية النسبية

ليكن β متجة يتضمن معلمات الأنموذج، وليكن α_j متجه يتضمن معلمات حد العتبة، وحسب المعادلة (5) فان:

$$\Pr(Y_i = j|X_i, \beta, \alpha) = F(\alpha_j - X_i\beta) - F(\alpha_{j-1} - X_i\beta) \quad \dots (5)$$

وأن الاحتمال لأي قيمة تشاهد للمتغير Y كانت مشاهدة فعلا للمشاهدة i^{th} هو

$$\pi_i = \begin{cases} \Pr(Y_i = 1|X_i, \beta, \alpha) & \text{if } Y = 1 \\ \vdots & \vdots \\ \Pr(Y_i = j|X_i, \beta, \alpha) & \text{if } Y = m \\ \vdots & \vdots \\ \Pr(Y_i = M|X_i, \beta, \alpha) & \text{if } Y = M \end{cases} \quad \dots (6)$$

حيث $j = 1, \dots, M - 1$
 وإذا كانت المشاهدات مستقلة، فإن معادلة الإمكان ستكون:

$$L(\beta, \alpha|Y, X) = \prod_{i=1}^M \pi_i \quad \dots (7)$$

$$L(\beta, \alpha|Y, X) = \prod_{j=1}^M \prod_{Y_i=j} \Pr(Y_i = j|X_i, \beta, \alpha) \quad \dots (8)$$

$$= \prod_{j=1}^M \prod_{Y_i=j} [F(\alpha_j - X_i\beta) - F(\alpha_{j-1} - X_i\beta)] \quad \dots (9)$$

حيث $\prod_{Y_i=j}$ مؤشر حاصل الضرب على جميع الحالات وبأخذ اللوغاريتم الطبيعي للأساس $\ln e$ ، فإن $\log likelihood$ هو:

$$\ln L(\beta, \alpha|Y, X) = \sum_{j=1}^M \sum_{Y_i=j} \ln [F(\alpha_j - X_i\beta) - F(\alpha_{j-1} - X_i\beta)] \quad \dots (10)$$

هذه المعادلة بالإمكان تعظيمها Maximized باستعمال طريقة نيوتن رافسون لإيجاد قيم المقدرات [5][9].

2-2 اختبار افتراض انموذج الارحجية النسبية: احد الافتراضات المهمة لأنموذج الارحجية النسبية وهو أن معاملات الانحدار هي نفسها لكل الفئات. إذا تم رفض افتراض الارحجية النسبية ، فمن الأفضل النظر في استعمال انموذج انحدار متعدد الحدود ، والذي يقدر معاملات منفصلة لكل فئة ويستعمل خاصة عندما يكون عدد المتغيرات التوضيحية كبيراً و يكون حجم العينة كبيراً [5].

3-2 نسبة الارحجية odds ratio: وتعرف نسب الارحجية بأنها تفسر التغير الحاصل في نسب الاحتمالات المتوقعة في أي وحدة من وحدات المتغير X ، مع ثبات باقي متغيرات الأنموذج ، أي مقارنة احتمال حدوث الحدث مع عدم حدوث الحدث نفسه.

حيث يمكن كتابة صيغته [6] :

$$\theta_0 = \frac{pr(\text{hemoglobin} = 0)}{pr(\text{hemoglobin} > 0)} \quad \dots (11)$$

$$\theta_1 = \frac{pr(\text{hemoglobin} = 0 \text{ or hemoglobin} = 1)}{pr(\text{hemoglobin} > 1)} \quad \dots (12)$$

$$\theta_2 = \frac{pr(\text{hemoglobin} = 1 \text{ or hemoglobin} = 2)}{pr(\text{hemoglobin} > 2)} \quad \dots (13)$$

$$\theta_3 = \frac{pr(\text{hemoglobin} = 2 \text{ or hemoglobin} = 3)}{pr(\text{hemoglobin} > 3)} \quad \dots (14)$$

$$\dots (15) \theta_4 = \frac{pr(\text{hemoglobin}=3 \text{ or hemoglobin}=4)}{pr(\text{hemoglobin}>4)}$$

4-2 اختبار Wald

تستخدم احصاء Wald لاختبار معنوية كل معلمة من معاملات أنموذج الانحدار اللوجستي والتي تتبع توزيع مربع كاي (χ^2) وبدرجة حرية لكل معلمة تساوي (df=1)، حيث ان الصيغة الرياضية لإحصاء Wald هي الآتية :

$$wald = t^2 = \left(\frac{\hat{b}_j}{S.E(\hat{b}_j)} \right)^2 \quad \dots (16)$$

اذ أن :

wald: يمثل اختبار t^2 .

$\hat{b}_j$: تمثل معلمة المتغير التوضيحي ذات الرتبة j .

: يمثل الخطأ القياسي للمعلمة المقدرة. $S.E(\hat{b}_j)$

اما فرضية الاختبار هي :

$$H_0: \beta_j = 0 \quad vs \quad H_1: \beta_j \neq 0$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, k$$

اذا كانت قيمة p-value وهي القيمة الاحتمالية لإحصاء Wald اكبر من 0.05 نقبل الفرضية H_0 . اي ان المعلمة β_j تساوي صفر. فاذا كانت قيمة p-value اقل من (0.05) اي ان معلمة المتغير التوضيحي معنوية. [3]

3- الجانب التطبيقي

وفي هذا الجزء سوف يتم استعمال انموذج الارحجية النسبية في تحديد اهم العوامل المؤثرة في تغيير نسبة الهيموجلوبين في الدم عند النساء في سن الحمل بالاعتماد على البيانات الحقيقية التي تم الحصول على البيانات من

خلال استبيان قام به معهد التغذية والبحوث التابع لوزارة الصحة العراقية في بغداد. ان متغير الاستجابة يمثل نسبة الهيموجلوبين للأنموذج الارحجية النسبية وتم تصنيفه على اساس نسبة الهيموجلوبين في الدم الى خمس مستويات المستوى الاول وقد اخذ الترميز 0 عندما تكون نسبة الهيموجلوبين (12-15) اي بصورته الطبيعية ولا توجد مشكلة، و تمثل المستوى الثاني بالترميز 1 عندما تنخفض نسبة الهيموجلوبين عند (7-12) ملغم فيتسبب بمشكلة فقر الدم ، والمستوى الثالث اخذ الترميز 2 عند النسبة (3-7) فيتسبب بمشكلة فقر دم حاد. والمستوى الرابع اخذ الترميز 3 عندما تزيد نسبة الهيموجلوبين عن (12-15) ملغم اي توجد زيادة في نسبة الهيموجلوبين في الدم فتسبب مشكلة زيادة كمية الدم في الجسم . والمستوى الخامس اخذ الترميز 4 عندما تزيد نسبة الهيموجلوبين عن (20) ملغم يعني توجد زيادة عالية في الدم تسبب الوفاة احياناً .

والجدول رقم (1) يوضح المتغيرات التوضيحية :

جدول (1) يوضح المتغيرات التوضيحية مع مستوياتها

الوصف	المتغيرات التوضيحية والمستوى لكل متغير
التحصيل الدراسي	X1
- ابتدائية	0
- متوسطة	1
- اعدادية	2
- دبلوم	3
- بكالوريوس	4
- دراسات عليا	5
الحالة الاجتماعية	X2
- متزوجة	0
- ليست متزوجة	1
استمرار الدورة الشهرية لأكثر من سبعة ايام	X3
- نعم	0
- لا	1
نزف كثير غير اعتيادي اثناء الدورة الشهرية	X4
- نعم	0
- لا	1
حدث حمل او انجاب خلال حياتك	X5
- نعم	0
- لا	1
عدد الاحمال الكلي	X6
عدد الاسقاطات او الولادات الميتة	X7
العمر	X8
اوقات شرب الشاي	X9
- قبل الوجبة	0
- بعد الوجبة/ مع الوجبة	1
- بعد ساعتين او اكثر من الوجبة	2
نقص غذاء	X10
- نعم	1
- لا	2

3-1 تقدير معلمات الانموذج

يوضح الجدول ادناه تقدير معلمات الانموذج باستعمال الطريقة الموضحة في الفقرة 2 وكذلك لاختبار مدى معنوية هذه المعلمات باستعمال اختبار Wald .

جدول (2) يبين تقدير معلمات الانموذج واختبار معنوية المعلمات

Coefficients		Estimate	S.E.	t ²	p-value
Intercept 1		-5.055433	0.913482	28.63	0.00876
Intercept 2		-6.364187	0.934413	43.53	0.0041611
Intercept 3		-8.248309	0.969367	70.06	0.00216
Intercept 4		-8.477825	0.974455	73.10	0.0021
	X ₁	0.132079	2.75	1.657	0.09239
	X ₂	0.063203	.17	0.412	0.5229
	X ₃	0.666013	4.64	2.155	0.0096
	X ₄	-0.537548	6.23	2.496	0.0383
	X ₅	2.459563	58.72	7.663	0.00181
	X ₆	0.074526	2.51	2.51	0.19201
	X ₇	0.395582	1.60	1.60	0.20551
	X ₈	0.315959	8.79	8.79	0.0197
	X ₉	0.005970	.66	.66	0.41805
	X ₁₀	-0.692557	14.08	14.08	0.00202

يوضح جدول (2) في العمود الثاني القيم التقديرية للمعلمات اي ان معادلة انموذج الارحية النسبية يمكن كتابته بالشكل الاتي :-

$$\ln \left(\frac{p(hemo \leq 15)}{p(hemo > 15)} \right) = -5.055433 + 0.132079X_1 + 0.063203X_2 + 0.666013X_3 - 0.537548X_4 + 2.459563X_5 + 0.074526X_6 + 0.395582X_7 + 0.315959X_8 + 0.005970X_9 - 0.692557X_{10}$$

$$\ln \left(\frac{p(hemo \leq 12)}{p(hemo > 12)} \right) = -6.364187 + 0.132079X_1 + 0.063203X_2 + 0.666013X_3 - 0.537548X_4 + 2.459563X_5 + 0.074526X_6 + 0.395582X_7 + 0.315959X_8 + 0.005970X_9 - 0.692557X_{10}$$

$$\ln \left(\frac{p(hemo \leq 7)}{p(hemo > 7)} \right) = -8.248309 + 0.132079X_1 + 0.063203X_2 + 0.666013X_3 - 0.537548X_4 + 2.459563X_5 + 0.074526X_6 + 0.395582X_7 + 0.315959X_8 + 0.005970X_9 - 0.692557X_{10}$$

$$\ln \left(\frac{p(hemo \leq 20)}{p(hemo > 20)} \right) = -8.477825 + 0.132079X_1 + 0.063203X_2 + 0.666013X_3 - 0.537548X_4 + 2.459563X_5 + 0.074526X_6 + 0.395582X_7 + 0.315959X_8 + 0.005970X_9 - 0.692557X_{10}$$

: يمثل متغير التابع الرتيبي (نسبة الهيموغلوبين في الدم) hemo

كما يوضح العمود الثالث قيم الخطأ المعياري (S.E) لكل معلمة مقدرة من معلمات انموذج الارحية النسبية وفي العمود الرابع والخامس تظهر قيم الاختبار t^2 لكل معلمة ودرجات الحرية ومعنوية تلك المعلمات p-value على التوالي . حيث تشير ان المتغيرات التوضيحية X_3, X_{10}, X_5, X_4 قد اثبتت معنويتها لأن قيمة sig اعطت اقل من 0.05 بالمقارنة مع القيم الجدولية الخاصة بها. اي ان المتغيرات (استمرار الدورة الشهرية لأكثر من سبعة ايام ، نزف كثير غير اعتيادي اثناء الدورة الشهرية ، العمر ، قلة الغذاء) هي اكثر المتغيرات التي لها تأثير على نسبة الهيموجلوبين في الدم.

3-2 نسبة الارحية odds ratio: تستعمل نسبة الارحية لتوضيح قيمة الدالة الاسية لمعلمات انموذج الارحية النسبية المقدرة وتعتبر عن المضاعف الذي تتغير به نسبة الترجيح والجدول (3) يوضح ذلك.

جدول (3) يبين نسب الارحية لمعلمات الانموذج

Variables	Odds ratios
X_1	11.6997005
X_2	1.065243062
X_3	1.610112416
X_4	0.707657542
X_5	11.6997005
X_6	1.0760087
X_7	1.0760087
X_8	1.4852481
X_9	1.0059879
X_{10}	0.5002952

نسبة الارحية تشير الى مقدار التغير الحاصل في نسبة ارحية وقوع حدث (نسبة هيموجلوبين الدم) عند حدوث تغير في قيمة المتغير التوضيحي المرتبط بالمعلمة (B) . وتشير قيم نسبة الارحية الاكبر من (1) اي زيادة في نسبة ارحية وقوع الحدث (نسبة الهيموجلوبين في الدم)، اما اذا كانت قيم نسب الارحية اقل من (1) تشير الى ان اي زيادة في المتغير التوضيحي تؤدي الى انخفاض نسبة ارحية وقوع الحدث (نسبة الهيموجلوبين في الدم).

فعند تغير المتغير التحصيل الدراسي من ابتدائية الى متوسطة او اي مستوى من مستوياته الستة فان نسبة الارحية نسبة الهيموجلوبين تزداد بنسبة 11.6997005 وعند تغير المتغير الحالة الاجتماعية من غير متزوجة الى متزوجة فان نسبة الارحية نسبة الهيموجلوبين تزداد بنسبة 1.065243062 اما عند تغير المتغير استمرار الدورة الشهرية من عدد ايام الدورة الشهرية من سبعة ايام الى اكثر من سبعة ايام فان نسبة الارحية نسبة الهيموجلوبين تزداد بنسبة 1.610112416 .

وعند تغير المتغير لا يوجد نزف كثير اثناء الدورة الشهرية الى يوجد نزف كثير اثناء الدورة الشهرية فان نسبة الارحية لنسبة الهيموجلوبين تقل بنسبة 0.707657542 وكذلك عند تغير المتغير يوجد حمل الى لا يوجد حمل فان لنسبة الارحية لنسبة الهيموجلوبين تزداد بنسبة 11.6997005 وكلما يقل عدد الاحمال حمل واحد فان نسبة الارحية لنسبة الهيموجلوبين تزداد بنسبة 1.0760087 وكلما تقل الاسقاطات او الولادات الميتة اسقاط واحد او ولادة ميتة واحدة فان نسبة الارحية لنسبة الهيموجلوبين تزداد بنسبة 1.0760087 اما عند تغير وقت تناول الشاي من وقت الى اخر فان نسبة الارحية لنسبة الهيموجلوبين تزداد بنسبة 1.4852481 وكلما زاد عمر المرأة سنة واحدة فان نسبة الارحية لنسبة الهيموجلوبين تزداد بنسبة 1.0059879 وعند تغير متغير الغذاء من لا يوجد قلة في الغذاء الى يوجد قلة في الغذاء فان نسبة الارحية لنسبة الهيموجلوبين تقل بنسبة 0.5002952

3-3 اختبار افتراض الارجحية النسبية

يمكن التحقق من افتراض نسبة الارجحية للانحدار الرتبي من خلال هذا الاختبار وكما موضح في جدول (4)

جدول (4) اختبار افتراض الارجحية النسبية

Model	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	Sig.
Null Hypothesis General	469.672 .000	469.672	36	.000

من جدول (4) يمكن التحقق من افتراض نسبة الارجحية للانحدار الرتبي وحيث يفترض ان جميع حدود القطع متساوية عند كل عتبة مقابل عدم التساوي . نقيس مدى ملائمة هذا الافتراض من خلال "اختبار الخط الموازي" او اختبار افتراض الارجحية النسبية. يقارن هذا الاختبار الأنموذج الرتبي الذي يحتوي على مجموعة واحدة من المعاملات لجميع العتبات (تسمى Null Hypothesis) إلى أنموذج مع مجموعة منفصلة من المعاملات لكل حد قطع (تسمى General) اي يحتوي على كل المجموعات لحد العتبة. إذا كان الأنموذج العام يعطي أهمية أكبر للبيانات من الأنموذج الذي يحتوي الحد الثابت فقط (الاحتمالات) من خلال اختبار مربع كاي ومن قيمة $\text{sig}=0.772$ والتي تشير الى قبول فرضية العدم وتحقق افتراض الارجحية النسبية للأنموذج.

4- الاستنتاجات

- 1- من خلال الدراسة التطبيقية تبين اكثر المتغيرات تأثيراً على تغير نسبة الهيموجلوبين في الدم هي (التحصيل الدراسي، استمرار الدورة الشهرية لأكثر من سبعة ايام ، نزف كثير غير اعتيادي اثناء الدورة الشهرية ، العمر ، قلة الغذاء) من خلال ما ثبته انموذج الارجحية النسبية.
- 2- كلما زاد حجم العينة والمتغيرات التوضيحية يكون انموذج الارجحية النسبية اكثر ملائمة وهذا ما ثبته افتراض الارجحية النسبية من تحقق افتراض الانموذج.

التوصيات

- 1- استخدام طرق اخرى لأنموذج الانحدار الرتبي (مثل المتغير الكامن ، الانموذج المستمر) في دراسة بيانات يكون فيها متغير الاستجابة من النوع الرتبي القياسي .
- 2- نقترح استخدام متغيرات اخرى لها تأثير على نسبة الهيموجلوبين في الدم مثل نقص الحديد وغيرها .

المصادر

- 1- النمر ، عبد الرحمن ، " كريات الدم الحمراء " ، الكويت. مجلة أهل الكتاب والسنة ، العدد 21 ، 2011. الكويت
- 2- الهزاع ، هزاع محمد ، " فقر الدم (الانيميا) والرياضة " ، كلية التربية ، قسم التربية البدنية وعلوم الحركة ، جامعة الملك سعود.

- 3- Agresti, A. (1990). "Categorical data analysis", New York: John Wiley.
- 4- Frank E. Harrell, Jr.(2015) . "Regression Modeling Strategies. Department of Biostatistics School of Medicine Vanderbilt ". University .Nashville, TN, USA.300-3011.

- 5- Gameroff, M.J. (2005). "Using the Proportional Odds Model for Health-Related Outcomes" :*Why, When, and How with Various SAS R Procedures . Paper 205-30 [Accessed: 2nd August, 2015].*
- 6- Meng, X., & Miller, P. (1995). "Occupational segregation and its impact on gender wage discrimination in China,s rural industrial sector" . Oxford Economic papers, 47, 136-155.
- 7- McCullagh, P. & Nelder, J. A. (1989). " Generalized linear models" , (2nd ed.). New York: Chapman and Hall.
- 8- Stiger, R.T., Barnhart, H.X., & JOHN M. Williamson. J.M. (1999). " Testing Proportionality in the Proportional Odds Model Fitted with GEE". *Statistics in Medicine Statist.Med.* 18, 1419-1433.
- 9- Winship, C., & Mare, R. D. (1984). " Regression models with ordinal variable". *American Sociological Review*, 49, 512-525.

