



## المجلة العراقية للعلوم الإحصائية

www.stats.mosuljournals.com



### مقارنة طريقتي تقدير معلمات انحدار لوجستي ثنائي

فرح هيثم فتحي <sup>ID</sup> و صفاء يونس الصفاوي <sup>ID</sup>

قسم الاحصاء والمعلوماتية ، كلية علوم الحاسوب والرياضيات ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

#### الخلاصة

يتناول هذا البحث أهم نماذج الانحدار غير الخطية الواسعة الاستخدام في نمذجة التطبيقات الاحصائية وهو انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي (the binary logistic regression model)، وتم تقدير معلمات هذا الأنموذج باستخدام طرائق التقدير الاحصائية. شملت المقارنة بعض من طرائق التقدير المهمة وهي طرائق التقدير الاعتيادية التي تضمنت طريقة المربعات الصغرى الموزونة (Weighted Least Squares Method WLS)، وطريقة بيز (Bayes Method BM)، ومن اجل اختيار الطريقة الفضلى في التقدير وذلك من خلال أخذ عدد من النماذج وحجام عينات مختلفة وباستعمال المعيار الاحصائي متوسط مربعات الخطأ (MSE) لمقدرات الانموذج اللوجستي لغرض المقارنة بين أفضلية طرائق تقدير معلمات الأنموذج، وقد تم التوصل بشكل عام الى انه طريقة المربعات الصغرى الموزونة (WLS) هي الأفضل لامتلاكها اقل قيمة لمعيار المقارنة MSE مقارنة بالطرائق الأخرى. تم ايضا في الجانب العملي استخدام هاذين النموذجين لنمذجة البيانات الخاصة بالمصابين بأمراض السكري، الذين تم الحصول على بياناتهم من مستشفى ازادي الواقع في مدينة دهوك لعام 2021، و تم تقدير المعلمات باستخدام الطرائق الفضلى. تم مقارنة المرضى الذين لديهم استعداد للإصابة بمرض السكري مع الذين لم يصابوا بمرض السكري للتوصل لمدى ملائمة الأنموذج في نمذجة هذا النوع من البيانات واستخلاص السبب الرئيسي لحالات حدوث مرض السكري وهو الانسولين، وكذلك دقة الطرق في تقدير معلمات الانموذج.

#### معلومات النشر

تاريخ المقالة:  
تم استلامه في 17 آب 2021  
تم القبول في 24 ايلول 2021  
متاح على الإنترنت في 1 كانون الاول 2021

الكلمات الدالة:  
انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي  
تقدير معلمات  
طريقة المربعات الصغرى الموزونة

#### المراسلة:

فرح هيثم فتحي

farah.csp140@student.uomosul.edu.iq

DOI: <https://doi.org/10.33899/ijoss.2021.169971>, ©Authors, 2021, College of Computer and Mathematical Science, University of Mosul  
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

#### 1- مقدمة Introduction

يعد انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي احد النماذج اللاخطية التي يمكنها وصف العلاقة بين متغير تابع ثنائي القيمة اي بمعنى ياخذ قيمتان هما الصفر لاحتمال عدم حدوث حدث معين والواحد الصحيح لاحتمال حدوث ذلك الحدث اما المتغيرات المستقلة فانها تأخذ قيم وصفية او كمية، وعليه تستعمل ستراتيجية تحويل الاستجابات الى فنتي او فئات المتغير التابع من نوع لوجت ووقتها فقط سوف تتحول العلاقات غير الخطية الى علاقات خطية بين متغير الاستجابة التابع والمتغيرات التوضيحية (المستقلة)، حيث تم الاعتماد على بعض طرائق التقدير ومنها طريقة تقدير المربعات الصغرى الموزونة (WLSE) وطريقة تقدير بيز (BE) من اهم الطرائق التي تطبق في تقدير معلماتها من اجل الحصول على قيم المعلمة المثلى اذ يتم الحصول على معادلات الامكان من الدرجة الاولى لمعلمات دالة الامكان من الانموذج اللوجستي الثنائي مما يزيد من احتمالية مشاهدة الفرد وتكون بذلك غير خطية وبالتالي لايمكننا الحصول على تحليل للقيم المثلى للمعلمات (Hosmer, & Sturdivant, 2013)(Groenwald & Mokgatthe, 2005).

الهدف من البحث هو تقدير معاملات نموذج الانحدار اللوجستي الثنائي باستخدام طرق التقدير الكلاسيكية (الاعتيادية) (WLSE, BE)، مع المقارنة بين هذه الطرق باستعمال المعيار الاحصائي متوسط مربعات الخطأ (MSE)، للوصول الى افضل طريقة، ومن اجل بناء نموذج الانحدار اللوجستي بالجانب التطبيقي.

## 2- نموذج الانحدار اللوجستي الثنائي (Binary logistic regression model)

يعد هذا النموذج من نماذج الانحدار اللاخطي وأن متغير الاستجابة (Y) يتبع توزيع برنولي (Bernoulli distribution) والذي يأخذ القيم (0) و (1)، (Hosmer & Sturdivant, 2013) اي أن متغير الاستجابة الفئوي (Y) له حالتين تتمثل الاولى (Y=1) عند وقوع حدث معين والثانية (Y=0) عند عدم وقوع ذلك الحدث (النجاح) هو (π(Xi)) بالاعتماد على قيم المتغيرات التوضيحية للملاحظات واحتمال عدم وقوع الحدث (الفشل) هو (1-π(Xi)) وبذلك تكون دالة الكثافة الاحتمالية بالصيغة الاتية (Rodriguez, 2007):

$$P(Y_i/X_i) = [\pi(X_i)]^{Y_i} [1 - \pi(X_i)]^{1-Y_i} \quad (1) \quad Y_i = 0,1$$

$$P(Y = 0 / X_i) = 1 - \pi(X_i) \quad (2)$$

$$P(Y = 1 / X_i) = \pi(X_i)$$

اذ أن:

$\pi(X_i)$  تمثل التوقع الشرطي (Conditional mean)  $E(Y/X)$  لمتغير الاستجابة (Y) عند قيمة معينة ل (X) وتكون بحالتين:  
 $\pi(X_i)$  احتمال حدوث الاستجابة او احتمالية النجاح (success)  
 $1 - \pi(X_i)$  احتمال عدم حدوث الاستجابة او احتمال الفشل (failure)  
 ويكون توقع متغير الاستجابة يمثل احتمال النجاح

$$E(Y_i) = \pi(X_i)$$

والتباين لمتغير الاستجابة يمثلنا احتمال حاصل ضرب النجاح مع احتمال الفشل

$$\text{Var}(Y_i) = \pi(X_i)(1 - \pi(X_i))$$

وللتعبير عن نموذج الانحدار اللوجستي في حال احتوائه على متغير توضيحي واحد (X) بالصيغة الرياضية التالية (عبد الرزاق واخرون، 2016):

$$\pi(X_1) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1 X_1)}} = \frac{e^{(\beta_0+\beta_1 X_1)}}{1+e^{(\beta_0+\beta_1 X_1)}} \quad (3)$$

$$1 - \pi(X_1) = \frac{1}{1+e^{(\beta_0+\beta_1 X_1)}} \quad (4)$$

$$\pi(X_1) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1 X_1)}} = \frac{e^{(\beta_0+\beta_1 X_1)}}{1+e^{(\beta_0+\beta_1 X_1)}} \quad (5)$$

$$1 - \pi(X_1) = \frac{1}{1+e^{(\beta_0+\beta_1 X_1)}} \quad (6)$$

اذ ان  $\beta_0$  و  $\beta_1$ : معلمتا نموذج الانحدار اللوجستي.

## 4- طرق تقدير معاملات الانموذج اللوجستي الثنائي (Methods of Estimating Parameters of The Binary Logistic Model)

سيتم التطرق الى طريقتين في هذا البحث:

1-طريقة المربعات الصغرى الموزونة Weighted Least Squares Method (WLSM)

Bayes Method (BM)

2-طريقة بيز

1-طريقة المربعات الصغرى الموزونة (Weighted Least Squares Method(WLSM))

انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي هو حالة خاصة من النماذج الخطية العامة والتي يمكن ان تعتبر امتدادا للانموذج الخطي البسيط (Muller, 2004). حيث يمكن كتابة انموذج الانحدار الخطي العام بالشكل التالي (Mccullagh & Nelder, 1983) :-

$$z_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi} + \varepsilon_i$$

$$z_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} + \varepsilon_i \quad , i = 1, 2, \dots, n ; j = 1, 2, \dots, p \quad (7)$$

قدرت معاملات انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي باستخدام طريقة المربعات الصغرى الموزونة (WLS) للحصول على افضل تقدير.

$$W_i = \pi_i (1 - \pi_i) \quad (8)$$

حيث ان:

$W_i$ : مصفوفة التباينات التي تمثل الاوزان المختارة للمستوى  $i$

تقدر المعلمات  $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$  حسب (WLS) بايجاد القيم التي تجعل الفرق بين استجابة المشاهدة والاستجابة المقدرة اقل مايمكن بمعنى تصغير مجموع مربعات الخطأ (SSE) (Hosmer, & Sturdivant, 2013) :-

$$SSE_i = \sum w_i (z_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \dots - \beta_p x_{pi})^2 \quad (9)$$

وبهذا نكون قد وصلنا الى قيمة  $\hat{\beta}$  المقدرة وكما يلي (Strutz, T. 2016) :-

$$\hat{\beta} = (XWX)^{-1} XWZ \quad (10)$$

2-4 طريقة بيز Bayes Method (BM)

ان اسلوب طريقة بيز تتكون من ثلاث اقسام هي التوزيع السابق والتوزيع اللاحق ودالة الامكان الاعظم ووفقا لهذا الاسلوب يمكن كتابة دالة التوزيع اللاحق لمعاملات الانموذج اللوجستي وفق الصيغ التالية (Hoff, 2009):

$$\pi(\beta/Y, Z) = f(Y/\beta, Z) f(\beta/Z) \quad (11)$$

$$\pi(\beta/Y, Z) = l(\beta)\pi(\beta) \quad (12)$$

فإن:

$\pi(\beta/Y, Z)$ : تمثل دالة التوزيع اللاحق للمعاملات المراد تقديرها.

$l(B) = f(Y/\beta, Z)$ : تمثل دالة الامكان الاعظم كما قد ذكرناها سابقا.

$\pi(\beta) = f(\beta/Z)$ : تمثل دالة التوزيع السابق للمعاملات.

وتطبق معاينة جيبس من خلال التوزيع الشرطي لـ  $(Z_i)$  وبالتكرار يمكن توليد بيانات عشوائية من التوزيع المنتظم حسب الصيغة الريضية التالية (Groenwald & Mokgathe 2005):

$$\beta_j / \beta_{j-p}, Y, Z \sim U(a_j, b_j) \quad ; j = 0, 1, \dots, P \quad (13)$$

$U(a_j, b_j)$ : تمثل التوزيع المنتظم للفترة  $(a)$  و  $(b)$  اذ ان

$$a_j = \max \left[ \frac{1}{X_{ip}} \log \left( \frac{Z_i}{1-Z_i} \right) - \sum_{j \neq p}^N BX_{ij} \right]$$

$$b_j = \min \left[ \frac{1}{X_{ip}} \log \left( \frac{Z_i}{1-Z_i} \right) - \sum_{j \neq p}^N BX_{ij} \right]$$

ونحصل على قيم ( $\beta$ ) التقديرية بأخذ متوسط العينة المسحوبة (المتولدة) من التوزيع اللاحق وحسب الصيغة الرياضية التالية (Chatterjee,2012):

$$\beta^{(i)} \sim \hat{\pi}_i(\beta/Y) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N P(\beta/Y, Z_j^{(i-1)}) \quad (14)$$

#### 5- معيار المقارنة بين طرائق التقدير المستخدمة (Comparison Criterion Between Used Estimation Methods)

لقد تم الاعتماد على مقياس متوسط مربعات الخطأ (*Mean Square Error (MSE)* لكافة محاولات (تكرارات) الظاهرة قيد الدراسة مقسما على عدد المحاولات كمقياس للمقارنة بين طرائق التقدير المستخدمة والتي تشير الى مدى دقة التقدير وان قيمته تتناقص وتشير الى دقة وجودة المقدرات والهدف المراد تحقيقه هنا هو للحصول على المقدر  $[(\hat{Y}_i) = \hat{\pi}(X_i)]$  في الصيغة (10-2) ويكون حسابة بالشكل التالي (Kubsch, 2021):-

$$MSE = \frac{1}{n-p} \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (15)$$

حيث أن:  $\hat{Y}_i$ : تمثل القيمة التقديرية للملاحظات,  $n$ : تمثل حجم العينة,  $p$ : تمثل عدد المعلمات.

#### 6- وصف البيانات التطبيقية

اعتمدت الدراسة على البيانات الطبية لمحافظة دهوك لسنة 2020 م الصادرة من مركز امراض السكر في مستشفى ازادي وتم استخدام خمس متغيرات منها متغير واحد تابع (متغير الاستجابة  $Y$ ) والذي يأخذ قيمتين هما الصفر للمصاب بمرض السكري (اي لدية استعداد للاصابة بالمرض) والواحد الصحيح للسليم (اي ليس لدية مرض السكري) وستة متغيرات توضيحية، وقد تم تعريف كل متغير في الجدول (1) والجدول (2) في الملحق كما واخذت المتغيرات التالية:

1-6 المتغير الاستجابة (Response Variable):

$Y_i$ : المصابين بأمراض السكري,  $i = 0, 1$ ,  $Y = 0$ : لدية استعداد للاصابة,  $Y = 1$ : ليس لدية استعداد للاصابة.

2-6 المتغيرات التوضيحية (variable explanatory):

$X_1$ : (الجنس): متغير وصفي يمثل جنس المريض.

$X_2$ : (العمر): متغير كمي يمثل عمر المريض ويقاس بوحدة (السنة).

$X_3$ : (مؤشر كتلة الجسم): متغير كمي يمثل كتلة الجسم حيث يتم قياسه عن طريق المعادلة التالية:

$$\text{الوزن (كغم)} \div \text{الطول (م)}^2$$

$X_4$ : (الكلوکوز): متغير كمي يمثل مستوى السكر بالدم حيث تتراوح النسب الطبيعية من (72-99) ووحدة قياسه mg/dl وتم قياسه بعد صيام ثمان ساعات.

$X_5$ : (الانسولين): متغير كمي يمثل مستوى الانسولين في الدم ووحدة قياسه  $\mu\text{u/ml}$

$X_6$ : (مقاومة الانسولين): متغير كمي يمثل مقاومة الجسم للانسولين ويقاس عن طريق المعادلة التالية:

(الكلوکوز \* الانسولين) / 405. حيث أن النسب الطبيعية تتراوح من (0.5-1.4)، وإذا زادت النسبة عن 1.9 فهذا يعني ان الشخص لدية استعداد للاصابة بالمرض.

(Analysis of Applied)

7- تحليل النتائج التطبيقية

سيتم عرض نتائج الجانب التطبيقي وتحليلها ليتم قياس مدى ملائمة البيانات الحقيقية مع انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي المقدر وذلك من خلال اجراء اختبارات خاصة بمقدرات الانموذج اللوجستي.

فقد تم التوصل الى كافة النتائج التطبيقية باستخدام برنامج (MATLAB) ، الجدول 1 يمثل نتائج تحليل طرائق الانحدار اللوجستي الثنائي

جدول (1) تقدير معاملات انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي بكلتا الطريقتين

Estimated Parameters	Binary Logistic Regression Analysis	
	WLS	BM
$\beta_0$	0.503	0.00163
$\hat{\beta}_1$	0.07	0.0023
$\hat{\beta}_2$	0.004	0.0018
$\hat{\beta}_3$	-0.007	0.0024
$\hat{\beta}_4$	0.002	0.0022
$\hat{\beta}_5$	0.0015	0.00229
$\beta_6$	0.0005	0.00284

نلاحظ من الجدول (1) قيم مقدرات انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي من خلال تحديد متجه مقدر المعلمات  $\hat{\beta} = (\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_{10})$  ويتم بتعويضها مع المتغيرات التوضيحية لنحصل على مقدرات انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي وبدورها نقلل مجموع مربعات الخطأ الى اصغر مايمكن حسب طرق التقدير طريقة المربعات الصغرى الموزونة (WLS)، طريقة بيز (BM) والنتائج موضحة في الجدول اعلاه. والجدول 2 يوضح نتائج معيار المقارنة الاحصائي MSE

جدول (2) متوسط مربعات الخطأ (MSE)

الطرق	MSE
WLS	0.2462
BM	0.3485

نلاحظ من الجدول (2) ان طريقة WLS تعطي اقل نسبة خطأ MSE .

(Classification Table Criterion (CTC) )

8- معيار جدول التصنيف

يظهر جدول (3) التصنيف امكانية ملائمة الانموذج وهذه المقارنة تتمثل بمقارنة النتائج المتوقعة من خلال الانموذج مع نتائج المشاهدة ومن خلال التصنيف للقيم المتوقعة على اساس القيم الاحتمالية المعينة.

جدول (3) تصنيف بيانات

المجموع	التنبؤ		حالة المريض	المشاهدة
	$\pi \geq 0.5$ عدم حدوث المرض (1)	$\pi < 0.5$ حدوث المرض (0)		
a+c	c False negative	d True positive	positive Y = 0	
d+b	a True negative	b False positive	Negative Y = 1	
a+b+c+d	c+a	d+b	المجموع	

تمثل قيمة **d** قيمة true positive: اي بمعنى انه تمت مشاهدة المريض مصاب (Positive) وان التنبؤ وفق الطريقة تعطي positive ايضا. اي من خلال البيانات نخبر المريض بانه مصاب وهو بالفعل مصاب. فهذه القيمة تعتبر صحيحة  
 تمثل قيمة **a** قيمة true negative: اي بمعنى انه تمت مشاهدة المريض غير مصاب (negative) وان التنبؤ وفق الطريقة تعطي negative ايضا. اي من خلال البيانات نخبر المريض بانه غير مصاب وهو بالفعل غير مصاب. فهي قيمة صحيحة.

تمثل قيمة **c** قيمة false negative : اي بمعنى انه تمت مشاهدة المريض بانه مصاب positive والتنبؤ وفق الطريقة اعطى نتيجة negative. اي من خلال البيانات نخبر المريض بانه غير مصاب ولكنه مصاب بالمرض. فهي نتيجة غير صحيحة وقد تكون لها عواقب.

تمثل قيمة **b** قيمة false positive: اي ان تخبر المريض بانه مصاب وهو غير مصاب بالحقيقة. هذه النتيجة قد تكون مؤثرة ولكن ليست بخطورة القيمة c.

ولمعرفة اداء الطرق نقوم بحساب القيم التالية:

#### 1- دقة النموذج (AC) Accuracy

وهي تعرف بان تكون القيم المتوقعة صحيحة نسبة الى كافة التوقعات

$$\frac{\text{True positive} + \text{True negative}}{\text{all the samples}} = \frac{a+d}{a+d+c+b} \text{ AC} =$$

#### 2- معدل الخطاء (ER) Error Rate

وهي معدل القيم المتوقعة الخاطئة الى بقية القيم

$$\frac{\text{False positive} + \text{false negative}}{\text{all the samples}} = \frac{c+b}{a+d+c+b} \text{ ER} =$$

#### 3- حساسية النموذج (SE) Sensitivity

وهي توقع ان يكون التصنيف المتوقع موجبا نسبة للحالة التي تكون موجبا

$$\frac{a}{a+c} \text{ SE} =$$

### 9- النتائج

#### 9-1 نتائج طريقة (WLS)

نلاحظ في الجدول (4) ان نموذج الانحدار اللوجستي الثنائي قام بتصنيف المتغيرات المعنوية من خلال ايجاد قيم انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي ، حيث صنف الانموذج 13 من اصل 40 حالة تصنيفا صحيحا لتنبؤ وجود المرض عند وجود المرض بالفعل. و 27 حالة تم التنبؤ بها بعدم وجود المرض عند وجوده. اي بلغت نسبة التصنيف الصحيح بوجود المرض حوالي 35% وهي نسبة منخفضة جدا. ومن جهة اخرى تنبؤات الطريقة ب 359 من 360 حالة صحيحة بعدم وجود المرض اي بنسبة 99%. و بما انه من الضروري ان نتنبأ بوجود المرض عند وجوده بالفعل فان هذه الطريقة قد تكون غير محبذة لكشف وجود المرض.

في الجدول (5) نلاحظ ان نسبة الدقة بحدوث المرض قليلة ونسبة الصحيحة لتنبؤ بوجود المرض ما قليلة وهي حوالي 88%. نسبة حساسية النموذج ونسبة التصنيف الصحيح مقبولة نوعا ما.

جدول (4) تصنيف بيانات العينة باستخدام طريقة (WLS)

المجموع	التنبؤ		حالة المريض	
	عدم حدوث المرض (1) $\hat{\pi} \geq 0.5$	حدوث المرض (0) $\hat{\pi} < 0.5$	حدوث المرض $Y = 0$	عدم حدوث المرض $Y = 1$
40	27	13	حدوث المرض $Y = 0$	المشاهد
360	359	1	عدم حدوث المرض $Y = 1$	
400	394	14	المجموع	
AC=%93			دقة النموذج	
SE=%93			حساسية النموذج	
ER=%7			معدل الخطاء	

#### 9-2 نتائج طريقة (BM)

جدول (5) تصنيف بيانات العينة باستخدام طريقة (BM)

المجموع	التنبؤ		حالة المريض	
	عدم حدوث المرض (1) $\hat{\pi} \geq 0.5$	حدوث المرض(0) $\hat{\pi} < 0.5$	حدوث المرض Y = 0	عدم حدوث المرض Y = 1
40	19	21		المشاهدة
360	332	28		
400	351	49	المجموع	
AC=%88.5			دقة النموذج	
SE=%94			حساسية النموذج	
ER= %11.5			معدل الخطاء	

### 10-التربط بين البيانات correlation وتحليل الارتباط

في الجدول (5) الذي ولدناه من برنامج ( IBM spss ) نلاحظ الترابط (Pearson Correlation) بين قيم x الستة مع بعضها و مع قيمة ال y. كما نلاحظ قيمة ال p-value المتمثلة بقيمة (2-tailed) Sig في الجدول. نلاحظ في الجدول ان قيمة p-value اكبر من 0.05 بين y والادخال x6 مما يخبرنا انه لا توجد علاقة بين ثبوت الاصابة بالمرض و قيمة مقاومة الجسم للانسولين. كما توضح قيمة Pearson correlation علاقة ضعيفة بين y و قيمة x6 . مما يعني انه ممكن ان نتخلى عن x6 في الحسابات في الطرق الاربعة تحت الاختبار .

1-10 الفحوصات الجراحية .

من المرغوب جدا ان يتم الفحص باسبط الطرق لمعرفة حالة المريض. هنا بعض الادخالات التي اخذناه بالاختبار تحتاج الى تدخل جراحي نوعا ما كما يتطلب فحصه وجود اجهزه مختبرية قد تكون مكلفة. مثال على ذلك الادخال x4 وهو يمثل ( الكلوكوز): متغير كمي يمثل مستوى السكر بالدم). ولفحص هذا الكلوكوز نحتاج جهاز خاص في المختبر يدعى spectrophotometer . صورة هذا الجهاز موجودة في الملحق B. المتغير x5 الذي يمثل مستوى الانسولين يمكن ان ياخذ في البيت بواسطة جهاز محمول ورخيص يدعى Glucometer وهو موجود في الصيدليات ولا يحتاج الى جراحة فقط وخرزة صغيرة ويعطي النتيجة.

### 10-2 النتائج بدون وجود x4 و x6

رغم ان x4 عامل مهم لكشف المرض كما موضح في الجدول (6) من خلال عامل ترابط عالي. الا اننا ممكن ان نسغني عنه لغرض تقليل الكلفة . كما انه يمكن الاستغناء عن x6 لان عامل الارتباط قليل مع ال y. لذلك سنقوم فحص الطريقتين بوجود اربع ادخالات فقط: x1,x2,x3, x5 والتي تمثل الجنس العمر الوزن والانسولين.

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6
y Pearson Correlation	1	.179**	.298**	-.289**	.350**	.206**	.019
Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	0.699
Sum of Squares and Cross-products	36.000	10.700	641.300	-382.600	1983.877	866.400	11.674
Covariance	.090	.027	1.607	-.959	4.972	2.171	.029
N	400	400	400	400	400	400	400

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

## 11- النتائج بوجود البيانات المنزلية فقط

جدول (7) تصنيف بيانات العينة باستخدام طريقة (WLS) بالطريقة غير الجراحية

التنبؤ			حالة المريض $x_1, x_2, x_3, x_5$	
المجموع	عدم حدوث المرض (1) $\hat{\pi} \geq 0.5$	حدوث المرض (0) $\hat{\pi} < 0.5$	Y = 0 حدوث المرض	المشاهدة
40	32	8	Y = 1 عدم حدوث المرض	
360	356	4	المجموع	
400	388	4		
AC=%91			دقة النموذج	
SE=%91.3			حساسية النموذج	
ER=%9			معدل الخطاء	

نلاحظ في الجدول (7) ان نموذج الانحدار اللوجستي الثنائي قام بتصنيف المتغيرات المعنوية من خلال ايجاد قيم انموذج الانحدار اللوجستي الثنائي صنف الانموذج باستخدام الادخالات الاجراحية الاربعة :  $x_1, x_2, x_3, x_5$ . حيث نلاحظ عند مقارنته مع الجدول (3) ان الانحدار اللوجستي الثنائي اعطى نتائج جيده حيث زادت نسبة الخطاء من 7 الى 9 بالمئة فقط.

جدول (8) تصنيف بيانات العينة باستخدام طريقة (BM)

التنبؤ			حالة المريض $X_1, x_2, x_3, x_5$	
المجموع	عدم حدوث المرض (1) $\hat{\pi} \geq 0.5$	حدوث المرض (0) $\hat{\pi} < 0.5$	Y = 0 حدوث المرض	المشاهدة
40	0	40	Y = 1 عدم حدوث المرض	
360	51	308	المجموع	
400	51	348		
AC=%23			دقة النموذج	
SE=%100			حساسية النموذج	
ER= %77			معدل الخطاء	

في الجدول (8) وضح انه لا يمكن استخدام طريقة BM بالطريقة غير الجراحية، اي عند استخدام BM يجب ان تتم النتائج في المختبر . لان الخطاء زاد من 11 الى 77% وهذا يدل على فشل الطريقة.

## ملحق A

عينة من البيانات المستخدمة :  $y=0$  اي ان المريض مصاب

Y	x1	x2	x3	x4	x5	x6
0	1	30	46	47.78784	171	8.84566
1	1	51	19	37.75323	186	0.620592
1	1	34	46	139.5184	77	13.00878
1	1	44	30	161.1248	114	2.123871
1	1	35	25	125.0661	114	8.92781
1	2	60	53	118.2466	147	4.928079
1	2	70	37	127.9066	168	4.994892

## الملحق B





Spectrophotometer x4

Glucometer x5

## 12- الاستنتاجات

- 1- اثبتت طريقة المربعات الصغرى الموزونة (WLS) كفاءتها على كافة طرائق التقدير الاعتيادية إذ حققت المرتبة الاولى من الأفضلية في تقدير المعلمات لانموذج الانحدار اللوجستي الثنائي ولحصوله على اقل قيمة ل MSE.
- 2- تناقص قيمة (MSE) لمقدرات الأنموذج اللوجستي باستخدام كافة طرائق التقدير الاعتيادية بازدياد حجم العينة، وهذا مايطابق النظرية الاحصائية.
- 3- نستنتج انه ممكن ان نتنبأ بوجود مرض السكري عند مريض بنسبة خطأ معقولة من خلال معرفة جنسه و عمره ووزنه ونسبة الأنسولين غيرالجراحية (كلها ممكن ان تقاس في البيت) باستخدام طريقة WLE. طريقة BM لايمكن استخدامها الى من خلال نتائج الكوكوز التي يجب ان تتم في المختبر.
- 4- عند وجود نتائج مختبرية من الافضل استخدام BM والا فيمكن استخدام طريقة WLE

## التوصيات

- 1- استعمال متغيرات اخرى غير التي ذكرت في البحث مثل متغير بيتايد السي (C-peptide) أو هرمون الرزستين (Resistin) أو هرمون اللبتين (Leptin) وغيرها من العوامل التي تؤثر على مرض السكري.
- 2- اجراء الطرائق التي تم عرضها باتباع منهجية الخوارزمية الجينية في مجالات اخرى من غير الطبية مثلا تكون بيانات سلوكية أو اجتماعية.
- 3- استخدام طرق ال machine learning في عمليات تنبؤ البيانات.

## Reference

- 1- Abdul-Razzaq, Muhammad Sadiq and Zaalan, Risan Abdul-Imam, (2016) "Using the logistic regression method to analyze the effect of psychological stress on the incidence of blood pressure", (Basra, Gulf Economics Journal, pages 48-66
- 2- Talib, H. R., & Mazloum, S. A. (2020). The Use of Binary Logistic Regression Method to Analyze The Factors Affecting Heart Disease Deaths: An Applied Study on A Sample of Patients in Dhi Qar Governorate. Al-Rafidain University College For Sciences, (46).
- 3-Azen, R., & Walker, C. M. (2021). *Categorical data analysis for the behavioral and social sciences*. Routledge.
- 4-Akkus ,Ö. , Demir , E. , (2016), " Comparison Som Classical And Meta-Heuristic Optimazation Techniques in The Estimation Of The Logit Model Parameters", ,(2017) , "The Factors Affecting Eye Patients (Cataract) In Jordan by Using the Logistic Regression Model", MAS, pp. 38-42.
- 5- Strutz, T. (2016). Data fitting and uncertainty. A practical introduction to weighted least squares and beyond.
- 6-Chatterjee, S., Hadi, A., (2012) ,"Regression Analysis By Example", John Wiley ,INC.
- 7-Demir , E. , Akkus , Ö., (2015), " An Introductory Study on How the Genetic Algorithm Works in the Parameter Estimation of Binary Logit Model", IJS:BAR, pp.162-180.
- 8-Gelman, A. & et al., (2014)," Bayesian Data Analysis", Texts in Statistical Science , CRC , LC , Chapman and Hall Book.
- 9-Kubsch, M., Stamer, I., Steiner, M., Neumann, K., & Parchmann, I. (2021). Beyond p-values: Using Bayesian Data Analysis in Science Education Research. Practical Assessment, Research, and Evaluation, 26(1), 4.
- 10- Groenewald, P. C., & Mokgathe, L. (2005). Bayesian computation for logistic regression. Computational statistics & data analysis, 48(4), 857-868.
- 11- Acquah, H. D. G. (2013). Bayesian logistic regression modelling via Markov Chain Monte Carlo algorithm.
- 12- Hoff, P. D. (2009). A first course in Bayesian statistical methods (Vol. 580). New York: Springer.
- 13-Hosmer, D., Lemeshow, S. & Sturdivant , R. ,(2013)," Applied Logistic Regression", 3rd edition ,New York: willey,WSIPS, http : // ihmsi.org.
- 14- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (2019). Generalized linear models. Routledge.

## Comparison of Two Methods for Estimating Parameters of the Model Binary Logistic Regression

Farah Haitham Fathi      Safa Younis Al-Safawi

### **Abstract**

In this paper, we deal with one of the most important nonlinear regression models widely used in modeling statistical applications, which is the binary logistic regression model, and then estimating the parameters of this model using statistical estimation methods. In this paper, some ordinary estimation methods are employed to fit the estimation of the parameters of this type of non-linear regression model, and then we compare these estimation methods. Further, the comparison includes some of the important estimation methods, which are the ordinary estimation methods that included the Weighted Least Squares Method (WLS), and the Bayes Method (BM). In order to choose the best method for estimating, by taking several models and different sample sizes and using the statistical standard mean error squares (MSE) for the logistic model estimations for the purpose of comparison. Among the preferred methods for estimating model parameters, and it was generally concluded that the WLS method provides the MSE of estimators compared to the other methods. On the practical side, this model was also used to model data for people with diabetes (that we obtained from Azadi hospital in Duhok) and to estimate parameters using the best methods, and it was reached by comparing patients with diabetes. A census of diabetes with those who did not have diabetes with the appropriateness of the model in modeling this type of data and extracting the main cause of diabetes incidence, which is insulin, as well as the accuracy of the methods in estimating the model parameters.