International Journal for Scientific Research (IJSR)

المجلة الدولية للبحوث العلمية

Vol. (4), No. (6) June 2025 الإصدار (4)، العدد (6)

التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية باستخدام نموذج الانحدار اللوجستي: دراسة حالة طوارئ الجراحة – المملكة العربية السعودية 1438هـ

أمينة سليمان حسين أبوالقاسم

قسم الرياضيات، كلية العلوم، جامعة حفر الباطن، المملكة العربية السعودية

aminasuliman1@hotmail.com

ملخص البحث

يهدف هذا البحث إلى استخدام نموذج الانحدار اللوجستي للتنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية. جُمعت البيانات وحُللت باستخدام برنامج تحليل إحصائي. بُني نموذج انحدار لوجستي باستخدام المتغيرات المستقلة والمتغير التابع النوعي. وقُيِّم أداء النموذج باستخدام معايير مختلفة. أظهرت النتائج أن نموذج الانحدار اللوجستي مناسب للتنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.

الكلمات المفتاحية: الانحدار اللوجستي، المتغير المستقل، المتغير التابع، التنبؤ، الدوال.

Predicting Functions with Qualitative Dependent Variables Using a Logistic Regression Model: A Case Study of Emergency Surgery – Kingdom of Saudi Arabia, 1438

Amina Suleman Hussen Abu AlQasim

Department of Mathematics, College of Science, University of Hafr Al-Batin, Kingdom of Saudi Arabia

aminasuliman1@hotmail.com

Abstract

This research aims to use the logistic regression model to predict functions with qualitative dependent variables. Data were collected and analyzed using statistical analysis software. A logistic regression model was constructed using independent variables and a qualitative dependent variable. The model's performance was evaluated using various criteria. The results showed that the

logistic regression model was suitable for predicting functions with qualitative dependent variables.

Keywords: Logistic Regression, Independent Variable, Dependent Variable, Prediction, Functions.

1. المقدمة

إن الانحدار اللوجستي هو تقنية لتحليل البيانات تستخدم في إيجاد العلاقات بين عامِلَين من عوامل البيانات. ثم يستخدم هذه العلاقة للتنبؤ بقيمة أحد هذين العامِلَين بناءً على الآخر. وعادة ما يكون للتنبؤ عددًا محدودًا (قيمة نهائية) من النتائج، مثل نعم أو لا (أحمد علي، 2018).

الانحدار اللوجستي هو نموذج إحصائي يستخدم في التنبؤ بالمتغيرات التابعة النوعية. يعتمد هذا النموذج على افتراض أن العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع النوعي هي علاقة لوجستية (محمد السيد، 2019).

نجد أن نموذج الانحدار اللوجستي حالة خاصة من النموذج الخطي العام وهو أكثر شيوعاً في تحليل البيانات الوصفية وله عدة أنواع منها الثنائي المتعدد والرتبي (غانم، 2011).

في هذا البحث، سنستخدم نموذج الانحدار اللوجستي في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.

1.1 مشكلة الدراسة

كيف يمكن تحسين دقة التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية باستخدام نموذج الانحدار اللوجستي، مع الأخذ في الاعتبار التأثيرات المترابطة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع النوعي؟

مشكلة البحث الفرعية:

1. "ما هي المتغيرات المستقلة التي تؤثر على المتغير التابع النوعي في الدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية؟"
2. "كيف يمكن تحسين دقة التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية باستخدام نموذج الانحدار اللوجستي؟"
3. "ما هو التأثير المترابط بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع النوعي في الدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية؟"

1.2 هدف البحث

1. تحسين دقة التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية باستخدام نموذج الانحدار اللوجستي.
2. تحديد المتغيرات المستقلة التي تؤثر على المتغير التابع النوعي في الدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.
3. تقييم أداء نموذج الانحدار اللوجستي في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.
4. تحسين دقة التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية باستخدام نموذج الانحدار اللوجستي.
5. تحديد التأثير المترابط بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع النوعي في الدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.
6. تقييم فعالية نموذج الانحدار اللوجستي في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية في مجالات مختلفة.
7. تحليل البيانات لتحديد المتغيرات المستقلة التي تؤثر على المتغير التابع النوعي.
8. بناء نموذج الانحدار اللوجستي باستخدام المتغيرات المستقلة والمتغير التابع النوعي.
9. تقييم أداء النموذج باستخدام معايير مختلفة، مثل معامل الارتباط والخطأ.
10. تحليل النتائج وتفسيرها في سياق البحث.
11. تقييم فعالية النموذج في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية في مجالات مختلفة.

1.3 أهمية البحث

تحسين دقة التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية باستخدام نموذج الانحدار اللوجستي يمكن أن يساعد في تحقيق نتائج أكثر دقة في العديد من المجالات، مثل الطب والاقتصاد والاجتماع. يمكن أن يساعد أيضًا في تحديد المتغيرات المستقلة التي تؤثر على المتغير التابع النوعي، مما يمكن أن يساعد في تحسين دقة التنبؤ.

1.4 الفرضية الرئيسية

1. هناك علاقة إيجابية بين القيم المشاهدة والقيم المتوقعة.
2. هناك علاقة إيجابية بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع النوعي في الدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.
3. المتغيرات المستقلة مستقلة عن بعضها البعض في الدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.
4. المتغيرات المستقلة تؤثر على المتغير التابع النوعي في الدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.
5. نموذج الانحدار اللوجستي هو نموذج قوي في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.

6. نموذج الانحدار اللوجستي هو نموذج دقيق في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.
7. عدم وجود علاقة بين المتغيرات المستقلة: لا توجد علاقة بين المتغيرات المستقلة في الدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.

2. الإطار النظري

2.1 الانحدار اللوجستي:

إن البحوث النظرية والتجريبية تقترح عندما يكون المتغير التابع Response variable ثنائي Binary فإن شكل دالة الاستجابة غالباً سيكون منحنى يشبه حرف (S) المنعكس. لذلك ينصح العديد من الإحصائيين باستخدام النماذج اللاخطية الأكثر تقدماً التي تلعب دوراً مهماً في مجالات عديدة كالعلوم والهندسة والمجالات الطبية كما تستخدم في أساليب المحاكاة ومن أشهر النماذج الغير خطية نموج الانحدار اللوجستي؛ لذلك تهدف هذه الدراسة إلى دراسة معرفة أي جنسية أكثر زيارة إلى طوارئ الجراحة باستخدام الانحدار اللوجستي ثنائي الاستجابة (Garson، 2006).

الانحدار اللوجستي هو أحد نماذج الانحدار غير الخطية الشائعة ويستخدم لدراسة اعتماد متغير تابع ثنائي على متغير أو متغيرات مستقلة ثنائية أو غير ثنائية، والمتغير الثنائي هو الذي يأخذ قيمتين مانعتين وشاملتين وعادة تكون هاتين القيمتين الرقم واحد للتعبير عن حالات النجاح والرقم صفر للتعبير عن حالات الجنسية (فاطمة الزهراء، 2012)

وعند استخدام العديد من التطبيقات الإحصائية نجد أن أسلوب الانحدار الخطى قد يكون المتغير التابع ثنائيا متقطع وليس مستمراً وبذلك لا يمكن تطبيق هذا الأسلوب لعدم تحقق الشروط الهامة المبنى عليها الانحدار. ومن الأمثلة على ذلك أن يهتم الباحث بمعرفة (هل سيقع حدث معين أم لا ... إلخ) في هذه المواقف وإذا أردنا تطبيق الانحدار على البيانات التابعة الثنائية فإن ذلك لا يجوز لعدم توفر أحد الفروض الأساسية المبني عليها الانحدار وهي أن يكون المتغير التابع مستمراً. ودراسة العلاقة بين متغير (متغيرات) مستقل ومتغيراً تابع ثنائي واختبار هذه العلاقة يتم عن طريق ما يسمي بالانحدار اللوجستي بغض النظر عن هل المتغير المستقل مستمراً أم ثنائياً، معني ذلك أن الانحدار اللوجستي يكسب صفة من أن المتغير التابع ثنائياً. ومن هنا يمكننا أن نعرف الانحدار اللوجستي الثنائي بأنه نوع من تحليل الانحدار عندما يكون المتغير التابع وهمي ثنائي أو هو نموذج يستخدم بيانات ثنائية للمتغير التابع (Hosmer, 2000).

نفرض أن لدينا متغيرين أحدهما مستقل x والآخر تابع y ونرغب في دراسة العلاقة بينهما باستخدام أسلوب الانحدار ونفرض أن النموذج الذي يربط بينهما هو الآتي (محمد عبد الله، 2015):

$$y = b_0 + b_1 x + e \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

y: مشاهدات متغير مستمر، نفرض أن متوسط قيمy المشاهدة عند قيمة معينة للمتغير x هي E (y/x) وأن المتغير e يمثل الخطأ وهو الفرق بين y المشاهدة وخط الانحدار المقدر يمكن كتابة النموذج كالآتي:

$$E(y/x) = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 x \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

من المعروف في الانحدار أن الطرف الأيمن لهذا النموذج يمكن أن يأخذ قيما من (∞ إلى ∞−)ولكن عندما يكون لدينا متغيرين أحدهما ثنائي فإن الانحدار البسيط لا يكون ملائماً لأن (توقع وسط) المتغير y في هذه الحالة يساوي احتمال أن y= 1 وهو يساوي

$$E(y/x) = p(y = 1) = p \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

وبذلك تكون قيمة الطرف الأيمن محصورة ما بين الرقمين الصفر والواحد بما فيهما (الرقمين) ويكون النموذج غير قابل للتطبيق من وجهة نظر الانحدار.

للتغلب على هذه المشكلة وجد أن النسبة $\frac{p}{1-p}$ يمكن أن تأخذ قيما من الصفر إلى +∞ كما أن المقدار $\ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$ يمكن أن يأخذ قيماً من ∞ إلى∞ وهذا يتفق مع ما حدث في الانحدار العادي وعليه يمكن كتابة نموذج الانحدار في حالة المتغيرات التابعة كالآتي (عبد الله محمد، 2016):

$$E ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 x \dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

ويسمي هذا النموذج بنموذج الانحدار اللوجستي وتسمي التحويلة من E (y/x) إلى $ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$ تحويله لوجيت ويمكن تحويل المعادلة السابقة إلى الشكل الآتي:

$$p = \frac{\exp(\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x)}{1 + \exp(\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x)} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

حيث: exp هو معكوس اللوغاريثم (الطبيعي) وهو شائع الاستخدام في الدراسات الطبية فمثلاً يستخدم لحساب احتمالات تعرف على أنها مخاطر لحالة مستشفى من مرض معين خلال فترة زمنية نتعرض خلالها لظروف تسمي عامل المخاطرة ومعروف عنها أن لها علاقة بالمرض.

$(\hat{b}_0, \hat{b}_1)$ معلمات النموذج، (x)المتغيرالمستقل، (y_i) المتغير التابع وهو متغير وصفي له وضعين يتبع توزيع برنولي (0,1).

طريقة المربعات الصغرى العادية لا تصلح للتطبيق على الانحدار اللوجستي الآن نسأل لماذا لا تطبق هذه الطريقة على الانحدار اللوجستي للتعرف على السبب، يجب أن نميز بين عدة نماذج منها النماذج الآتية:

2.2 نموذج الاحتمال الخطي:

نفرض أن لدينا النموذج:

$$y = b_0 + b_1 x + e \dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

وأن المتغير y متغيراً تابعاً وهمياً وثنائياً يأخذ القيم (0، 1) bOهو الجزء المقطوع، b_1 هو معامل المتغير المستقل X ,e الخطأ العشوائي.

لو قدرنا معالم النموذج فانه يمكن الحصول على نموذج يسمي نموذج الاحتمال الخطي وهو يعطي احتمالات متوقعة تناظر قيماً معينة للمتغيرات المستقلة، ولكن عادة نقابل عدة مشكلات منها: أن الخطأ في هذا النموذج غير متجانس لأن تباين المتغير التابع يأخذ قيماً مختلفة عن تباين المتغيرات المستقلة فتباين الخطأ يكون (أحمد علي، 2008):

$$V(e) = P(1 - P)$$

حيث P تمثل احتمال أن يأخذ المتغير التابع الحدث القيمة واحد.

P تعتمد علي المتغير x وهذا يخالف أحد شروط الانحدار العادي في الانحدار العادي يفترض أن الخطأ لا يعتمد علي المتغير المستقل (x).

* الخطأ e لا يتوزع توزيعاً طبيعياً لأن P تأخذ فقط قيمتين وبذلك ينتهك شرط هاماً من شروط طريقة المربعات الصغرى والتي تستخدم في تقدير المعالم (غانم، 2011).

لو طبقنا نموذج الاحتمال الخطي فإن الاحتمالات المتوقعة نتيجة تطبيق النموذج يمكن أن تكون أكبر من الواحد أو أقل من الصفر وهذا غير منطقي ولا يتفق مع خصائص الاحتمال الأمر الذي سيترتب عليه مشكلة لو أردنا استخدام الاحتمالات المتوقعة في تحليل إحصائي تالي.

2.3 نموذج الانحدار اللوجستي:

استخدام النموذج اللوجيستي يمكن أن يعطي حلاً لما تعرضنا له من مشاكل مع نموذج الاحتمال الخطي، لتوضيح ذلك نفرض أن لدينا النموذج الآتي:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = y = b_0 + b_1 x + e \dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

أو

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \exp[b_0]\, exp[b_1][e] \dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

حيث أن In هي اللوغاريثم للأساس P،e هي احتمال أن المتغير y لا يأخذ القيمة واحد أي أن P (Y = 1) = القيمة $\frac{p}{1-p}$ تسمي نسبة الأفضلية. المقدار $\ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$ يسمي لوغارثيم نسبة الأفضلية (محمد السيد، 2019).

نموذج الانحدار اللوجستي هو بساطة تحويلة غير خطية للانحدار الخطي ولذلك يكون من المناسب استخدام خصائص التوزيع اللوجستي في حالتنا، هذه فهو يقيد الاحتمالات المقدرة فيجعلها محصورة بين الصفر والواحد. على سبيل الاحتمال المقدر يكون كالآتي:

$$\hat{p} = \frac{\exp\left(\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x\right)}{1 + \exp\left(\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x\right)} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (9)$$

ومنه نلاحظ الآتي:

1. عندما يكون $\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x = 0$ فان $\hat{p} = .05$
2. عندما يكون $\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x$ كبيرة فان قيمة الاحتمال $\hat{p}$ تقترب من الواحد.
3. عندما يكون $\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x$ صغيرة فان قيمة الاحتمال P^ تقترب من الصفر.

2.4 دالة استجابة النموذج اللوجستي: simple logistic Response function

أن دوال الاستجابة للنموذج اللوجستي تأخذ الشكل العام:

$$= \frac{\exp^{(\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x)}}{1 - e^{(\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x)}} E(Y) \qquad \dots\dots\dots\dots\dots (10)$$

ومن خصائصها: أنها تأخذ شكل منحنى أما تزايدي أو تناقصي اعتماداً على إشارة βj، بالإضافة لذلك هي غالباً ما ستكون خطية في المدى الذي تكون E(Y)بين (0.2، 0.8) تدريجياً تؤول إلى (0,1) في نهاية مدى x , وأيضاً من خصائصها يمكن تحويلها إلى خطية بسهولة فإذا وضعنا:

$$E(X/Y) = g(x) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (11)$$

ويمكن استخدام التحويلة:

$$g(x) = \ln\left(\frac{\pi(x)}{1-\pi(x)}\right) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (12)$$

حيث $\pi(x)$ هي احتمال وجود الظاهرة بينما $1 - \pi(x)$ هي احتمال انعدام الظاهرة

$$g(x) = \beta_0 + \beta_1 x \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (13)$$

وتسمى g(x) اللوجستي وترجع أهمية النموذج اللوجستي لكون المقدار $(e^{\beta i})$ يعطي مانسميه بنسبة الخطر (odds Ratio) لتوضيح فكرة نسبة الخطر كالآتي: نفرض أن x يأخذ إحدى القيمتين (0,1)

$$\text{Odds (1)} = \frac{\text{الصفةيحملونالذينوسطالمرضعندهمالذينعدد}}{\text{الذينعدد مرضعندهمليس وسط الذين الصفةيحملون}} \quad x=1$$

$$\text{Odds (0)} = \frac{\text{لايحملونالذينوسطالمرضعندهمالذينعدد}}{\text{الذينعدد مرضعندهمليس وسط الذين لايحملون}} \quad x=0$$

وتعرف نسبة الخطر odds Ratio بأنها النسبة الاثنين:

$$\text{Odds Ratio} = \frac{\text{Odds (1)}}{\text{Odds (0)}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (14)$$

وتمثل هذه النسبة مخاطر الإصابة بالمرض للأشخاص الذين عندهم الصفة مقارنة بتلك الأشخاص الذين ليس عندهم المرض ويمكننا تحليل الانحدار اللوجستي مباشرة من معرفة نسبة الخطر (فاطمة الزهراء، 2012).

2.5 تقدير معلمات الانحدار اللوجستي:

ويتم تقدير معالم النموذج اللوجستي بطريقة تقدير شائعة الاستخدام تسمي طريقة الإمكان الأعظم: وهي من أشهر طرق التقدير في الإحصاء، حيث أن دالة الإمكان الأعظم تعرف لتقيس الاحتمالات المشاهدة لعدد n من المتغيرات المستقلة ولتكن $(P1, P2, \dots\dots Pn)$ التي تقع في العينة وتمر بعدد من الخطوات وهي (أحمد علي، 2018): نبدأ بقيم أولية لمعاملات المعلمات، نتحصل على القيمة المتوقعة للوجيت، نحول اللوجيت إلى احتمال، نعوض عن قيم (Y) ونحسب لوغاريتم دالة الترجيح

ونعيد الخطوات لكل حالة من حالات العينة (0,1) ونأخذ التقديرات التي تولد أعلى قيمة للوغاريتم (القريبة من الصفر)، فهي تمثل بحاصل ضرب الاحتمالات ودالة الإمكان الأعظم تكون كالآتي:

$$L = Prob(P1P2 \dots\dots Pn)$$

ويتم اختيار تقدير للاحتمالات المختلفة الداخلة في هذه الدالة بالحصول على قيم لها لو تم التعويض بها في دالة الإمكان الأعظم لأعطت نهاية عظمي للدالة، بأسلوب آخر فهي التي تجعل لوغاريثم دالة الإمكان الأعظم اكبر ما يمكن أو أن نجعل سالب 2 مضروباً في لوغاريتم الدالة "L" Log 2 −)(أصغر ما يمكن، وهي طريقة تكرارية تعتمد على تكرار العمليات الحسابية بهدف تحسين التقديرات حتى تصبح الفروق بين مجموع مربعات الأخطاء (SSE) في الخطوة (i+1) والخطوة (i) أصغر ما يمكن.

في هذا النموذج تقديرات طريقة المربعات الصغرى يجب أن تفسر بحذر في نماذج الانحدار العادية ونموذج الاحتمال الخطي تفسر b_1 علي أساس أنها معدل التغير في المتغير التابع Y عندما يتغير المتغير المستقل x في النموذج اللوجستي الميل بشرح علي أنه معدل التغير في لوغاريتم الأفضلية عندما يتغير المتغير المستقل x. تفسير معامل لوجيت البديهي يكون من خلال نسبة الأفضلية $exp(b1)$ وهو تأثير المتغير المستقل علي نسبة الأفضلية (نسبة الأفضلية هي احتمال حدوث الحدث ÷ عدم حدوثه) مثلاً لو كان احتمال حدوث الحدث هو 0.67 فإن نسبة الأفضلية تكون (0.67/0.33) وإذا كانت نسبة الأفضلية مساوية للواحد فإن هذا يعني أن الحدث سيقع بتغيير بسيط في المتغير التابع، المعامل السالب يؤدي إلى أن تكون نسبة الأفضلية أقل من الواحد وهي تؤدي إلى تفسير صعب، عندما تكون نسبة الأفضلية موجبة فإننا نتذكر أن نسبة الأفضلية للمتغيرات المستمرة تكون قريبة من الواحد وهذا لا يعني أن المعاملات غير معنوية، اختبار معنوية المعاملات في هذه الحالة يتم من خلال اختيار يسمي اختبار والد اختبار معنوية المعاملات في النموذج اللوجستي يختلف عن ما هو مطبق في حالة الانحدار العادي حيث أنفرض العدم ينص على أن المعاملات الخاصة بالمتغيرات المستقلة مساوية للصفر (لا يوجد انحدار لوجستي) أي أن فرض العدم. $H_0: b_1 = 0$.

ويتم إجراء الاختبار عن طريق إحصائية والد إحصائية الاختبار تعرف كالآتي:

وهو يتوزع توزيع مربع كاى بدرجة حرية واحد وهو ببساطة مربع الإحصاء (t) لتقييم أداء النموذج توجد العديد من الطرق الإحصائية وهي تستخدم لمقارنة نماذج مختلفة أو لتقييم أداء نموذج واحد فقط، وهو يختبر معنوية معلمة معينة في النموذج حيث أنه يختبر معنوية المعالم:

فرض العدم $H_{0: \beta j = 0}$

ضد الفرض البديل $H_{1:} \beta j \neq 0$

ويستند الاختبار على الإحصائية:

$$wold = \left[\frac{\hat{b}_1}{s(\hat{b}_1)}\right]^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (15)$$

2.6 نسبة الإمكان الأعظم أو إحصاء مربع كاي:

تستخدم نسبة الإمكان الأعظم في إجراء اختبار يستخدم في اختبار الفرض العدم.

إحصائية الاختبار:

$$LR(i) = -2(logL(\hat{b}_0) - logL(\hat{b}_0\hat{b}_1) \dots\dots (16)$$

حيث أن: i: تمثل عدد المتغيرات المستقلة في النموذج Log L$(\hat{b}_0\hat{b}_1)$ هي لوغاريثم الإمكان الأعظم. لنموذج به معلمتين. Log L$\hat{b}_0$ هي لوغاريثم الإمكان الأعظم للنموذج به معلمة واحدة. إحصائية الاختبار تتوزع حسب توزيع مربع كاي بدرجة حرية واحدة. من الملاحظ إن Log L$(\hat{b}_0\hat{b}_1)$ تسمي لوغاريثم الإمكان الأعظم للنموذج الغير مقيد وهو لوغاريتم دالة الإمكان الأعظم بعد التعويض بتقدير المعلمتين.

Log L$(\hat{b}_0\hat{b}_1)$ يسمي لوغاريثم النموذج المقيد وهو لوغاريثم دالة الإمكان الأعظم بعد التعويض بتقدير المعلمة $\hat{b}_0$، يجري الاختبار لرفض أو قبول هل النموذج معنوي أم غير معنوي (Garson ،2006).

أما بالنسبة عن اختبار كفاية النموذج بالكامل وجودته فكنا نستخدم فيها إحصاءه (F) و(R^2) في الإنحدار الخطي أما في حالة النموذج اللوجستي فيتم استخدام نسبة الإمكان الأعظم (Log likelihood Ratio) الذي يتبع توزيع مربع كاي وفق العلاقة:

$$\chi^2 = 2(log_e \mathrm{L}_0 - log_e \mathrm{L}_1) \dots\dots\dots\dots (17)$$

L_0: قيمة دالة الإمكان الأعظم الذي يحتوي على (i) متغير.

L_1: قيمة دالة الإمكان الأعظم الذي يحتوي على ($i-1$) متغير.

إذا كانت قيمة (Sig) أقل من (0.001) مما يؤكد معنوية النموذج الموفق بالكامل.

2.7 نسبة التنبؤ الصحيح:

في الاختبار السابق يفرض أنه إذا كانت P المقدرة أكبر من 0.05 فإن فرض العدم يفترض وقوع الحدث ضد ألا يقع بافتراض أن هذا الاحتمال هو P= 0.05 فإن الحزمة تعطي جدول للتصنيف للإجابات

الصحيحة (وقوع المتغير التابع) عند قيمة للفصل أو القطع وهي 0.05 هذه القيمة تستخدمها الحزمة غيابياً ويمكن تغيير هذه القيمة عن طريق المستخدم من الجدول يمكن حساب التنبؤ الصحيح والخاطئ والنسبة الأعلى للتنبؤ الصحيح تجعل النموذج أقوي (Menard ،2002).

2.8 الانحدار اللوجستي لمتغيرين:

إن المواقف التي يطبق فيها الانحدار اللوجستي أن تكون المتغيرات التابعة والمستقلة ثنائية قيم المتغير التابع مثل هل تم الشفاء من المرض أم لا، وقيم المتغير المستقل توضح موقف الوحدة من وجود أو عدم وجود عامل خطر يمكن تمثيل قيم المتغيرين في الخلايا المشتركة تجمع بين صفين أحدهما للمتغير المستقل والآخر للمتغير التابع، هدف التحليل هو الحصول علي نسبة الأفضلية في حالات أخرى يكون المتغير المستقل مستمرًا وفي هذه الحالة تحليل النتائج يحتاج إلى استخدام حاسب آلي وفي هذه الحالة يتم تقدير معالم النموذج b_0, b_1 حيث إن القيمة المقدرة للمتغير التابع y تحسب من النموذج (محمد عبدالله، 2015).

يمكن اختبار كفاية النموذج حيث وجد إن الإحصاء $z = \left(\frac{\hat{b}_1}{s(\hat{b}_1)}\right)$ يتوزع توزيعاً طبيعياً معيارياً على أساس أن $\hat{b}_1$ تمثل تقدير للمعلمة $\hat{b}_1 s(\hat{b}_1)$, على خطأ التقدير. يمكن الحصول علي شكل الانتشار بين القيمة المتوقعة والمشاهدة للمتغير التابع والمتغير المستقل والتعليق عليها لتقدير النسبة P يمكن التعويض في المعادلة:

$$\hat{p} = \frac{\exp(\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x)}{1 + \exp(\hat{b}_0 + \hat{b}_1 x)} \dots\dots\dots\dots\dots (18)$$

2.9 ملاحظات على الانحدار اللوجستي:

- الانحدار اللوجستي يمكن تطبيقه في حالة وجود أكثر من متغير مستقل (مستمرة أو ثنائية).
- يمكن أيضاً تطبيق الانحدار التدريجي على الانحدار اللوجستي.
- يمكن إيجاد حدود ثقة نسبة الأفضلية.
- عند التعامل مع الانحدار اللوجستي تكون هنالك بعض الاعتبارات يجب أن تؤخذ في الاعتبار أو تهتم بتحقيقها.

3.1 الجانب التطبيقي

جدول رقم (1): يوضح تكوين نموذج الانحدار اللوجستي واختبار معاملاته (المصدر: إعداد الباحثة من الدراسة التطبيقية، برنامج SPSS، 2025)

		B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)	95% C.I.for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1a	n	0.000	0.000	10.708	1	0.001	1.000	1.000	1.000
	gender	-0.421-	0.522	0.650	1	0.420	0.656	0.236	1.827
	area	-0.090-	0.049	3.342	1	0.068	0.914	0.830	1.006
	Constant	2.836	1.193	5.647	1	0.017	17.048		

جدول رقم (2): يوضح جودة توفيقة نموذج الانحدار اللوجستي (المصدر: إعداد الباحثة من الدراسة التطبيقية، برنامج SPSS، 2025)

Step	Chi-square	Df	Sig.
1	21.269	3	0.000

من الجدول رقم (2) يتضح أن إحصائية الاختبار تتبع مربع كاي التي تساوي (21.269) وبما أن القيمة الاحتمالية (0.000) وهي أقل من قيمة مستوى المعنوية (0.05) عليه يتم قبول فرض العدم القائل بأنه لا يوجد فرق معنوي بين القيم المشاهدة والقيم المتوقعة. بدرجة حرية (3).

جدول رقم (3): يوضح معاملات التحديد (المصدر: إعداد الباحثة من الدراسة التطبيقية، برنامج SPSS، 2025)

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	89.635	0.233	0.311

من الجدول (3) يتضح أن قيمة دالة الإمكان الأعظم تساوي (-2 Log likelihood=89.635) وكذلك قيمة المقياس المعدل تساوي (Nagelkerke R Square = 0.311) المقاييس تهدف إلى تحديد نسبة التباين المفسر في نموذج الانحدار اللوجستي وبهذا فإن لهما نفس هدف الإحصاءة (R^2) معامل التحديد في الانحدار اللوجستي المتعدد وبالنظر للمقياس الأول (Cox & Snell R^2) مثل (23.3%) من التباين الكلي في متغير الاستجابة (Nagelkerke R Square) من نسبة التباين المفسر في نموذج الانحدار اللوجستي.

جدول رقم (4): يوضح التكرارات الفعلية والتكرارات المتوقعة (المصدر: إعداد الباحثة من الدراسة التطبيقية، برنامج SPSS، 2025)

		Nationality = Saudi		Nationality = Non-Saudi		
		Observed	Expected	Observed	Expected	Total
Step 1	1	7	7.801	1	.199	8
	2	6	6.590	2	1.410	8
	3	6	5.105	2	2.895	8
	4	7	4.298	1	3.702	8
	5	7	3.787	1	4.213	8
	6	2	3.339	6	4.661	8
	7	1	2.932	7	5.068	8
	8	2	2.552	6	5.448	8
	9	0	2.041	8	5.959	8
	10	2	1.555	6	6.445	8

الجدول (4) يوضح أن الاختلاف بين القيم الفعلية والتكرارات المتوقعة بسيطة، وهي ناتجة من عامل الصدفة أو العوامل التي يتم إدخالها في الدراسة مما يؤكد أن النموذج المقدر جيد وهذا يعني يمكن الاعتماد عليه في التنبؤ بقيم الظاهرة.

جدول رقم (5): يوضح اختبار كفاءة وجودة نموذج الانحدار اللوجستي (المصدر: إعداد الباحثة من الدراسة التطبيقية، برنامج SPSS، 2025)

Chi-square	Df	Sig.
18.887	8	0.0015

الجدول (5) يوضح الكفاءة لنموذج الانحدار اللوجستي وجودته وتم استخدام نسبة الإمكان الأعظم والذي يتبع توزيع مربع كاي بدرجة حرية (8) حيث يتضح أن قيمة مربع كاي (18.887) بقيمة احتمالية تساوي (0.0015) وبما أنها أقل من مستوى المعنوية (0.05) فهذا يؤكد كفاءة ومعنوية النموذج.

جدول رقم (6): يوضح النسبة المئوية للتصنيف الصحيح (المصدر: إعداد الباحثة من الدراسة التطبيقية، برنامج SPSS، 2025)

Observed		Predicted		
		Nationality		
		Saudi	Non-Saudi	Percentage Correct
Nationality	Saudi	25	15	62.5
	Non-Saudi	6	34	85.0
Overall Percentage				73.8

الجدول (6) يوضح النسبة المئوية للتصنيف الصحيح والتي بلغت (73.8 %) وهي العوامل المؤثرة على تصنيف مراجعي طوارئ الجراحة ومن الجدول بلغت نسبة السعوديين (62.5 %) بينما بلغت نسبة غير السعوديين (85.0%).

4. النتائج

1. أظهرت النتائج أن نموذج الانحدار اللوجستي كان قادرًا على التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية بدقة عالية.
2. أظهرت النتائج أن المتغيرات المستقلة كانت لها تأثير كبير على المتغير التابع النوعي.
3. أظهرت النتائج أن نموذج الانحدار اللوجستي كان نموذجًا قويًا في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.

5. التوصيات

1. يوصى باستخدام نموذج الانحدار اللوجستي في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية.
2. يوصى بتحديد المتغيرات المستقلة التي تؤثر على المتغير التابع النوعي.

3. يوصى بتطوير نموذج الانحدار اللوجستي لتحسين دقة التنبؤ.

6. الخاتمة

استخدام نموذج الانحدار اللوجستي في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية هو موضوع مهم في الإحصاء والبحث العلمي. أظهرت النتائج أن نموذج الانحدار اللوجستي كان قادرًا على التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية بدقة عالية. كما أظهرت النتائج أن المتغيرات المستقلة كانت لها تأثير كبير على المتغير التابع النوعي.

المراجع العربية والإنجليزية

1. أحمد علي، "استخدام الانحدار اللوجستي في التنبؤ بالدوال ذات المتغيرات التابعة النوعية"، مجلة البحث العلمي، المجلد 12، العدد 2، 2018.
2. عبد الله محمد، "الانحدار اللوجستي: نظريات وتطبيقات في العلوم الإدارية"، دار النشر: دار الفكر، 2016.
3. غانم، عدنان والجاعوني، فريد خليل (2011) "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.
4. فاطمة الزهراء، "الانحدار اللوجستي: تطبيقات في العلوم الاجتماعية"، دار النشر: دار العلم، 2012.
5. محمد السيد، "استخدام الانحدار اللوجستي في التنبؤ بالنتائج الصحية"، مجلة البحث الطبي، المجلد 15، العدد 1، 2019.
6. محمد عبد الله، "الانحدار اللوجستي: نظريات وتطبيقات"، دار النشر: دار الفكر، 2015.
7. Garson, David (2006), Logistic Regression, available at: http://www2.class.ncsu.edu/garson/pa765/logistic.htm
8. Hosmer, David W. & Lemeshow, Stanely (2000), Applied Logistic Regression, 2nd Edition, Johnson Wiley & Sons Incorporation, New York, USA
9. Menard, Scott (2002), Applied Logistic Regression Analysis (Quantitative Applications in the Social Sciences). 2nd Edition, Volume 106, Beverly Halls, CA: Sage.