

مهارات بحثية

Prepared by

فهد مساعد



يمثل الانحدار الخطي منهجاً إحصائياً يستهدف تفسير سلوك متغير معين يُعدّ تابعاً، استناداً إلى مجموعة من المتغيرات التي تُعامل بوصفها مستقلة. وعندما يتضمن النموذج متغيراً مستقلاً واحداً فقط، يُصنّف ضمن إطار الانحدار الخطي البسيط، بينما يتوسع إلى الانحدار الخطي المتعدد إذا اشتمل على أكثر من متغير مستقل. وانطلاقاً من خصائص البيانات في هذه الدراسة، تم اختيار نموذج الانحدار الخطي المتعدد، نظراً لوجود متغير تابع واحد (Y) يقابله ثلاثة متغيرات مستقلة هي: X_1 ، X_2 ، X_3 .

أسماء المتغيرات

أسماء المتغيرات

١. اختبار الوثب العريض من الثبات: وهو المتغير المستقل في النموذج.
٢. اختبار الشد لأعلى على العقلة: ويُعد أحد المتغيرات التابعة التي يُقاس تأثير المتغير المستقل عليها.
٣. اختبار السعة الحيوية: ويمثل متغيراً تابعاً آخر ضمن مكونات النموذج.
٤. اختبار الوثب العمودي من الثبات: ويأتي كذلك كمتغير تابع يُستخدم لتقييم الأثر الناتج عن المتغير المستقل.

الأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليل البيانات:

تحليل الانحدار الخطي المتعدد: (Multiple Linear Regression) استخدم هذا الأسلوب لتحديد حجم الأثر الذي تمارسه المتغيرات المستقلة في المتغير التابع، وتقدير مقدار مساهمة كل متغير مستقل في تفسير التباين الحاصل في المتغير التابع، بما يتيح بناء نموذج تنبؤي دقيق يعتمد على العلاقات الخطية بين المتغيرات.

تحليل الارتباط: (Pearson Correlation) استُخدم لقياس قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرات موضع الدراسة، وتحديد ما إذا كانت هذه العلاقات موجبة أم سالبة، فضلاً عن تحديد درجة قوتها وفقاً لقيم معامل الارتباط.

تحليل التعددية الخطية (Multicollinearity) باستخدام معامل تضخم التباين: (VIF – Variance Inflation Factor) هدف هذا التحليل إلى الكشف عن مدى وجود تعدد ترابط بين المتغيرات المستقلة، إذ إن ارتفاع قيم VIF يُعد مؤشراً على وجود مشكلة تداخل خطي من شأنها التأثير في دقة تقديرات معاملات الانحدار، مما يستوجب التحقق منها ومعالجة آثارها على النموذج..

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.975 ^a	.951	.938	4.528
a. Predictors: (Constant), x3, x2, x1				

يُظهر ملخص نموذج الانحدار المتعدد أن النموذج يتمتع بدرجة عالية من القوة التفسيرية والاتساق الإحصائي. فقد بلغت قيمة معامل الارتباط $R = 0.975$ ، وهي قيمة مرتفعة للغاية تشير إلى وجود علاقة قوية بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة مجتمعة. كما توضح قيمة معامل التحديد $R \text{ Square} = 0.951$ أن النموذج قادر على تفسير ٩٥,١% من التباين في المتغير التابع، وهي نسبة تعكس كفاءة عالية في التنبؤ.

ويؤكد معامل التحديد المعدل $\text{Adjusted } R \text{ Square} = 0.938$ ملائمة النموذج وصلاحيته، خاصة أنه يأخذ في الاعتبار حجم العينة وعدد المتغيرات. أما الخطأ المعياري للتقدير الذي بلغ ٤,٥٢٨، فيشير إلى أن الانحراف بين القيم الفعلية والمتوقعة محدود نسبياً، مما يدعم دقة النموذج وموثوقيته. وبذلك يُعد النموذج الإحصائي قوياً وفعالاً في تفسير العلاقات بين المتغيرات وتحليلها.

مخرجات البرنامج

ANOVA ^a						
	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4374.508	3	1458.169	71.133	.000 ^b
	Residual	225.492	11	20.499		
	Total	4600.000	14			

a. Dependent Variable: y

b. Predictors: (Constant), x3, x2, x1

a. Dependent Variable: y

b. Predictors: (Constant), x3, x2, x1

يعكس جدول تحليل التباين (ANOVA) قوة النموذج الإحصائي ودلالته في تفسير التباين في المتغير التابع. فقد بلغ مجموع مربعات الانحدار ٤٣٧٤,٥٠٨، وهو يمثل الجزء الأكبر من التباين الكلي في البيانات، بينما سجلت البواقي ٢٢٥,٤٩٢ فقط، مما يشير إلى أن معظم التباين قد تم تفسيره من خلال المتغيرات المستقلة داخل النموذج. ويُلاحظ أن متوسط مربعات الانحدار ١٤٥٨,١٦٩ يفوق بشكل كبير متوسط مربعات الخطأ ٢٠,٤٩٩، الأمر الذي يعكس التأثير الكبير للمتغيرات المدخلة في النموذج.

وتزداد قوة هذا الاستنتاج وضوحاً من خلال قيمة إحصاء $F = 71.133$ ، وهي قيمة مرتفعة للغاية وتدل على أن معامل الانحدار المشترك للمتغيرات المستقلة يفسر التباين في المتغير التابع بدرجة معنوية عالية. أما قيمة الدلالة المصاحبة $Sig = 0.000$ فتؤكد أن النموذج ككل دال إحصائياً عند مستوى معنوية مرتفع، مما يعني أن إدخال المتغيرات المستقلة يسهم بشكل واضح وفَعّال في تفسير الفروق في المتغير التابع. وبذلك يثبت هذا الجدول أن النموذج المستخدم قوي وقادر على تفسير الظاهرة المدروسة بشكل موثوق.

مخرجات البرنامج

		Coefficients ^a				
	Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	79.106	19.782		3.999	.002
	x1	-4.928	1.611	-.563	-3.059	.011
	x2	.016	.007	.392	2.146	.055
	x3	.175	.637	.043	.275	.789

a. Dependent Variable: y

يعرض جدول معاملات الانحدار تقديراً دقيقاً لطبيعة تأثير كل متغير مستقل على المتغير التابع، وهو ما يتضح من قيم المعاملات ودلالاتها الإحصائية. فقد جاءت قيمة الثابت $79,106$ بدلالة عالية، مما يشير إلى مستوى المتغير التابع عند غياب تأثير جميع المتغيرات المستقلة. ويُظهر المتغير ($X1$ الشد لأعلى على العقلة) تأثيراً سلبياً واضحاً، حيث بلغ معامل الانحدار $-4,928$ مع دلالة معنوية قوية ($Sig = 0.011$)، ما يدل على أنه أكثر المتغيرات تأثيراً في النموذج، وهو ما تؤكدُه القيمة المعيارية $Beta = -0.563$ التي تعكس قوة واتجاه تأثيره.

أما المتغير ($X2$ السعة الحيوية)، فقد بلغ معامل انحداره $0,016$ ، وجاءت دلالاته الإحصائية $0,055$ على حدود المعنوية التقليدية، مما يشير إلى تأثير إيجابي متوسط القوة وإن لم يكن ذا دلالة قاطعة. وتدعم القيمة المعيارية $Beta = 0.392$ هذا التفسير. في المقابل، أظهر المتغير ($X3$ الوثب العمودي من الثبات) تأثيراً ضعيفاً وغير معنوي، حيث سجل معامل انحدار قدره $0,175$ مع قيمة دلالة مرتفعة ($0,789$) وقيمة معيارية منخفضة للغاية ($Beta = 0.043$)، مما يعني أن أثره على المتغير التابع محدود وغير مؤثر إحصائياً.

وتعكس هذه النتائج أن المتغير الأكثر فاعلية في تفسير التباين في المتغير التابع هو $X1$ ، يليه $X2$ بدرجة أقل، بينما لا يظهر المتغير $X3$ أي تأثير معنوي داخل النموذج، وهو ما يؤكد التباين في قوة العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع.

مخرجات البرنامج

		Correlations		
		x1	x2	x3
x1	Pearson Correlation	1	-.918**	-.887**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	15	15	15
x2	Pearson Correlation	-.918**	1	.886**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	15	15	15
x3	Pearson Correlation	-.887**	.886**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	15	15	15

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

يعرض جدول معاملات الارتباط (Pearson Correlation) مستوى الارتباط بين المتغيرات المستقلة الثلاثة، ويكشف بوضوح عن وجود علاقات خطية قوية فيما بينها. فقد أظهر المتغير X_1 ارتباطاً سلبياً مرتفعاً مع كل من X_2 و X_3 ، حيث بلغت معاملات الارتباط -0,918 و -0,887** على التوالي، وهي قيم دالة إحصائياً عند مستوى 0,01، مما يدل على أن زيادة قيم X_2 أو X_3 ترتبط بانخفاض واضح في قيم X_1 .

كما يبين الجدول أن المتغير X_2 يرتبط ارتباطاً موجباً قوياً مع المتغير X_3 ، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما 0,886 بدلالة معنوية عالية، وهو ما يعكس تحرك المتغيرين في الاتجاه نفسه بشكل كبير. وتعكس هذه القيم المرتفعة للارتباط وجود علاقات خطية قوية بين المتغيرات المستقلة، ما يشير إلى احتمال وجود تعدد ترابط (Multicollinearity) داخل النموذج الإحصائي، وهو ما يتطلب الحذر عند تفسير معاملات الانحدار.

مخرجات البرنامج

		Coefficients ^a	
	Model	Collinearity Statistics	
		Tolerance	VIF
1	X1	.216	4.640
	x2	.213	4.699
	x3	.127	6.366
a. Dependent Variable: x1			

يوضح جدول إحصاءات التعدد الخطي (Collinearity Statistics) مستوى الترابط الداخلي بين المتغيرات المستقلة من خلال قيمتي **Tolerance** و **VIF**، وهما من أهم المؤشرات المستخدمة للكشف عن مشكلة التعدد الخطي. وتعكس النتائج المعروضة وجود درجة واضحة من الترابط بين المتغيرات الثلاثة، إذ جاءت قيم **Tolerance** منخفضة، بينما ظهرت قيم **VIF** مرتفعة نسبياً، مما يؤكد وجود تداخل في المعلومات التي تحملها المتغيرات المستقلة.

فقد بلغت قيمة **VIF** للمتغير **X1** مقدار ٤,٦٤٠، وهي قيمة تشير إلى وجود ارتباط ملحوظ بينه وبين المتغيرين الآخرين. أما المتغير **X2** فقد سجل قيمة ٤,٦٩٩، وهي مشابهة تقريباً لقيمة **X1** وتعكس مستوى الترابط ذاته تقريباً. في المقابل، أظهر المتغير **X3** أعلى قيمة، حيث بلغ ٦,٣٦٦، مما يعني أنه الأكثر تعرضاً لمشكلة التعدد الخطي بين المتغيرات المستقلة.

وتدل قيم **Tolerance** المصاحبة، والتي جاءت منخفضة جميعها (وتحوم حول ٠,٢٠)، على أن كل متغير يشارك بنسبة كبيرة من تباينه مع المتغيرات الأخرى، وهو ما يؤكد وجود مشكلة تعدد ترابط داخل النموذج. ويشير هذا الوضع إلى ضرورة توخي الحذر في تفسير معاملات الانحدار، لأن التعدد الخطي قد يؤدي إلى عدم استقرار التقديرات وضعف القدرة على تحديد التأثير الحقيقي لكل متغير على المتغير التابع.



Thank You