استخدام مؤشر متوسط مطلق البواقي المعياريةكمؤشر مقترح للكشف عن جودة نموذج الانحدار الخطي

د. محمد منصور الشافعي

كلية التربية - جامعة الملك سعود

المملكة العربية السعودية

الملخص

استهدفت الدراسة الكشف عن جودة نموذج الانحدار الخطي باستخدام مؤشر مقترح وهو مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية، واعتمدت الدراسة في سبيلها لتحقيق هذا الهدف على عينة عشوائية من بيانات طلاب كلية التربية بجامعة الملك سعود في عشرة مقررات مشتركة بين الأقسام العلمية بالكلية كمتغيرات مستقلة (منبئة) ومتغير المعدل التراكمي كمتغير تابع (متنبأ به)، واستخدمت الدراسة أيضاً مجموعة من المعايير التي تستخدم في المفاضلة بين نماذج الانحدار الخطي مثل معيار محك أكياك (AIC) ومعيار محك بايزيان (BIC) ومعامل التحديد المصحح (R^{-2})، والخطأ المعياري (S)، إحصاءة مالوز (C_p)، معيار (PRESS) كمؤشرات محكية لاختبار المؤشر المقترح كبديل يمكن استخدامه في إجراءات المفاضلة بين نماذج الانحدار الناتجة عن تحليلات الانحدار الخطي المتعدد اعتمادا على طريقة (Stepwise) في إدخال المتغيرات بنموذج الانحدار، وأظهرت النتائج إمكانية استخدام المؤشر المقترح في إجراءات المفاضلة بين نماذج الانحدار.

المقدمة

تعتمد عملية التنبؤ في المجالات الدراسية والمهنية على بعض الأساليب الإحصائية التي تمكن مستخدميها من الكشف عن إمكانية النجاح أو الفشل الدراسي أو المهني للمتقدمين إلى هذين المجالين بهدف الالتحاق بمجالات دراسية أو شغل وظائف مهنية معينة اعتماداً على التحليلات الإحصائية الخاصة ببيانات وطيدة الصلة بهذه المجالات (Tang et al., 2012: 11)، ومن بين أهم الأساليب الإحصائية الشائعة الاستخدام في هذا الصدد،أسلوب تحليل

الانحدار المتعدد (Kleinbaum, 2008: 30)؛ حيث يعتمد هذا الأسلوب على ظاهرة وحيدة المتنبأ بها، وعدد من المتغيرات المنبئة (الشافعي، ٢٠١٤: ٥٣٥).حيث يختار الباحث في البداية عند استخدامه لأسلوب تحليل الانحدار المتعدد مجموعة من المتغيرات المنبئة اعتماداً على أطر نظرية معينة لإدراجها بنموذج (معادلة) الانحدار دفعة واحدة (Dobson, 2002: 87). وذلك بهدف الحصول على المعادلة التنبؤية التي تمثل العلاقة بين الظاهرة المتنبأ بها والمتغيرات المنبئة ثم تلي هذه الخطوة اختيار الطريقة التي يمكن من خلالها التحقق من أي المتغيرات المنبئة ينبغي أن يدرج بالنموذج وأيها يجب استبعاده وذلك من خلال عدة طرق بيانها فيما يلي (Kleinbaum, 2008; Derksen, & Keselman, 1992; شامل، ٢٠٠٩) :

طريقة إدخال كل المتغيرات مرة واحدة Enter: حيث يجرى إدخال كافة المتغيرات المنبئة مرة واحدة بنموذج الانحدار مع تحديد أي منها له تأثير دال أو غير دال من خلال قيمة ودلالة اختبار (t) لكل متغير من تلك المتغيرات التي أجرى إدراجها بالكامل بنموذج الانحدار، **أما طريقة إدخال المتغيرات على التوالي** Stepwise يجرى إدخال المتغيرات المنبئة إلى المعادلة الخطية على خطوات متتابعة حيث يتم إدخال المتغير صاحب أعلى معامل ارتباط جزئي مع المتغير المتنبأ به كخطوة أولى ثم يدرج المتغير المنبئ الثاني بنموذج الانحدار الذي له أعلى معامل ارتباط تالي بالمتغير المتنبأ به بعد حذف أثر المتغير أو المتغيرات التي سبق إدراجها، ثم تكرار هذه الخطوة مع الأخذ في الاعتبار الدلالة الإحصائية لمقدار الزيادة في معامل التحديد جراء إدراج متغير جديد بنموذج الانحدار، حتى ينتهي إدخال جميع المتغيرات المنبئة التي تحقق هذا الشرط. ويسفر استخدام هذه الطريقة عن عدد من نماذج الانحدار التي يمكن المفاضلة فيما بينها، **وفي طريقة الحذف المتتالي للمتغيرات** Remove يتم إدخال المتغيرات إلى المعادلة الخطية مرة واحدة ثم حذف المتغيرات التي لا يكون لها ارتباط جزئي دال بالمتغير المتنبأ به مرة واحدة. و تستخدم هذه الطريقة بعد استخدام طريقة Enter أولاً ثم تجرى هذه الطريقة بصورة تالية

لها، **وفي طريقة الحذف المتراجع** Backward تدخل المتغيرات جميعها مرة واحدة إلى نموذج الانحدار ثم يحذف المتغير المنبئ الذي يكون لديه أدنى ارتباط جزئي مع المتغير المتنبأ به وهكذا حتى يبقى في المعادلة فقط المتغيرات المنبئة التي لها دلالة إحصائية؛ حيث يتم على التتابع حذف المتغيرات التي لا تؤدي عملية حذفها إلى انخفاض معامل التحديد بصورة دالة، **أما طريقة الإضافة المتتالية المتقدمة** Forward فهي عكس الطريقة السابقة حيث يدرج أولاً المتغير الثابت وفي كل خطوة يتم إضافة المتغير الذي لديه أعلى ارتباط جزئي مع المتغير المتنبأ به، وهكذا حتى الوصول إلى الحد الذي لا يسفر عن إدراجه أي زيادة دالة في معامل التحديد.

هذا ويتضمن التراث الخاص بالدراسات التنبؤية العديد من البحوث التي استخدمت في عقد المقارنات بين نتائج طرق إدخال المتغيرات المنبئة نموذج الانحدار مثل دراسة (Roger & Charles 2009) التي توصلت إلى عدم وجود فرق دال جوهرياً في عدد المتغيرات الدالة التي اسفر عنها استخدام طريقتي (Stepwise، Enter)، وهذا ما توصلت إليه أيضاً دراسة (Ryan, 2008) التي توصلت إلى وجود تشابه بنتائج طرق إدخال المتغيرات بنموذج الانحدار المتعدد اعتماداً على طرق (Forward, Backward, Enter, Stepwise)، كما أظهرت دراسة (Wenxuan, Tingting & Jun, 2012) أن طرق إدخال المتغيرات تعطي نتائج متشابهة عند استخدام طريقتي .Stepwise, Forward

وقد يتعمد بعض مستخدمي أسلوب الانحدار المتعدد اتباع أحد طرق إدخال المتغيرات السابقة لتقدير الأهمية النسبية لبعض المتغيرات في التنبؤ بالظاهرة المستهدفة من التحليلات، وفي كثير من الأحيان يلجأ الباحث إلى استخدام طريقة إدخال المتغيرات بنموذج التحليل (Stepwise) حتى يحصل على بدائل متعددة من نماذج الانحدار ويحاول المفاضلة فيما بينها بهدف التنبؤ الدقيق بالظاهرة المستهدفة بأقل عدد ممكن من المتغيرات المنبئة (Kurozumi & Tuvaandori, 2011). وقد أظهرت بعض الأطر النظرية وجود بعض المعايير التي

يمكن تستخدم من جانب الباحث في المفاضلة بين نماذج الانحدار التي تحتوي على متغيرات دالة مختلفة منها: معامل التحديد (R^2)، واختبار (F) الجزئي، حجم الانحراف المعياري للبواقي (الخطا المعياري للبواقي (S)، إحصاء مالوز Mallow's C_p، محك أكياك للمعلومات (AIC) محك بايزيان للمعلومات (BIC)، معيار (PRESS). وهذه المعايير بيانها فيما يلي (إسماعيل، ٢٠٠١: ٢٢٠-٢٢٣):

١ - معامل التحديد (R^2):

يستخدم في الكشف عن مدى دقة وجودة نموذج الانحدار ودلالة المتغيرات المنبئة المنبئة الناتجة عن التحليلات (Kleinbaum, 2008: 32)، ويعتمد على معامل الارتباط المتعدد حيث يعبر هذا المعامل عن مستوى العلاقة الكائنة بين المتغير المتنبأ به والمتغيرات المنبئة (إسماعيل، ٢٠٠١: ٢٢؛ شامل، ٢٠٠٩: ٦٤٣)، وكلما ازدادت قيمة معامل التحديد دل ذلك على جودة ودقة نموذج الانحدار (Burnham & Anderson, 2002: 33; Steidl, 2006: 2120)، ويعتمد على معامل التحديد في تفسير كمية التباين في قيم المتغير المتنبأ به predicted التي تعزى للمتغير المنبئ predictor التي أدرجت بنموذج الانحدار (Hibe, 2010). ولكن يعاب على هذا المقياس أن أي إضافة لمتغيرات منبئة جديدة لنموذج الانحدار يؤدي إلى خفض مجموع مربعات الخطأ مما يؤدي إلى ارتفاع قيمة معامل التحديد (R^2) ومما قد يؤدي بدوره إلى نتائج تفتقر إلى الدقة (Steidl, 2006: 1452)، كما أن معامل الارتباط المتعدد يتأثر بحجم العينة وكذلك عدد المتغيرات المنبئة المستخدمة نظرا لأنه كلما اقترب حجم العينة من عدد المتغيرات المنبئة اقترب معامل التحديد من القيمة (١) مما يجعل منه مقياساً غير صادقاً في الحكم على جودة نموذج الانحدار، مما استدعى تصحيح هذا المعامل بإيجاد معامل التحديد المصحح الذي يعتمد في تقديره على عدد المتغيرات المنبئة وحجم عينة التحليل كما هو مبين بالصيغة التالية (شامل، ٢٠٠٩: ٦٤٤؛ Symonds & Moussalli, 2011: 630):

$$R^{-}2 = 1-[(n-1)(1-R^2)/(n-k)]$$

حيث (R^{-2}) هو معامل التحديد المصحح، (n) حجم العينة، (R^2) معامل التحديد، (k) عدد المتغيرات المنبئة، ويعتبر معامل الارتباط المتعدد المصحح أفضل من معامل الارتباط المتعدد في تقدير جودة نموذج الانحدار. ويستخدم هذا المعيار إذا كانت الظاهرة المتنبأ بها تمثل متغير متنبأ به واحد، و النموذج الذي يسفر عن أعلى قيمة لمعامل التحديد يكون هو الأفضل (Burnham & Anderson, 2002: 33).

٢ - اختبار (F) الجزئي:

يستخدم هذا الاختبار للكشف عن دلالة الفرق بين مجموع مربعات البواقي للنموذج الكامل المتضمن لكل المتغيرات ومجموع مربعات البواقي للنموذج ذو العدد الأقل من المتغيرات (المخفض) وفي حال عدم دلالة هذا الفرق يستخدم النموذج المخفض (شامل، ٢٠٠٩: ٦٦٤).

٣ - الخطأ المعياري. (S):

وهو الجذر التربيعي لمتوسط مجموع مربعات البواقي لنموذج الانحدار، (Keith, 2006: 266) وإذ كان الانحراف المعياري للنموذج المخفض أقل من أو يساوي الانحراف المعياري للنموذج الكامل فإن ذلك يشير إلى أفضلية النموذج المخفض (Cohen, Cohen, West & Aiken, 2003: 254).

٤ - إحصاءة مالوز Statistic C_pMallow's:

يستخدم هذا المعيار في الكشف عن عدد المتغيرات المنبئة التي يجب إدراجها بالنموذج الأفضل للانحدار (Burnham & Anderson, 2002: 35)، حيث يشير هذا المعيار إلى أن النموذج يكون هو الأفضل عندما يتساوى عدد المعاملات المتضمنة به (عدد المتغيرات المنبئة +١) مع قيمة إحصاء مالوز (Kleinbaum, 2008: 221).

ويمكن التعبير عن قيمة إحصاءة مالوز بالصيغة التالية (Tong Lee-Ing & Wang Chung-Ho,2002):

$$C_p = \sum(\gamma - \hat{\gamma})^2 / S^2 - (n - 2p)$$

حيث (C_p) إحصاءة مالوز، $\sum(\gamma - \gamma)^2$ مجموع مربعات البواقي، (p) عدد معاملات الانحدار الكلي (بما في ذلك ثابت النموذج)، (S^2) تباين البواقي لفئة المتغيرات الكلية، (n) حجم العينة.

٥ - معيار PRESS:

ويشير هذا المعيار إلى مجموع مربعات البواقي للقيم المتنبأ بها بعد إقصاء الحالات الشاذة (i) large Leverage, Outliers التي تبتعد بصورة شاذة عن خط الانحدار (Minitab meet, 2010)، وهي الحالات التي يزيد الانحراف المعياري للبواقي لها عن مطلق القيمة(٣) (SPSS Manual v20) والصورة العامة لها المعيار على النحو التالي (Rousseeuw & Leroy, 2003: 145):

$$PRESS = \sum_{i=1}^{n} e^{2}_{i,-i}$$

حيث PRESS هي مؤشر مجموع مربعات البواقي للقيم المتنبأ بها، $e^{2}_{i,-i}$ مربعات البواقي بعد إقصاء الحالات الشاذة ($_{-i}$) الواقعة على مسافات بعيدة عن خط الانحدار.

وقيمة PRESS الأصغر تشير للنموذج الأفضل (Karnan, Qannari, et al., 2014: 67).

٦ - محكات تعتمد على نظرية المعلومات Information theory (IT)

تعتمد هذه المحكات على متغير المعلومات المرتبطة بنموذج الانحدار بهدف اختيار الأفضل بين النماذج المتعددة (Burnham and Anderson, 2002). ومن بينها: المحكات:

- **محك أكياك للمعلومات Akaike Information Criterion (AIC)**

ويشير محك أكياك AIC إلى كمية المعلومات المفقودة من نموذج الانحدار، وكلما قلت قيمة هذا المحك كان نموذج الانحدار هو الأفضل (Vrieze, 2012: 230) ويمكن إيجاد قيمة هذا المحك من خلال صيغ متعددة من أشهرها الصيغة التالية: (Symonds & Moussalli, 2011: 14):

$$AIC = n\left[1n(\frac{RSS}{n})\right] + 2k$$

حيث AIC معيار أكياك للمعلومات، حجم العينة، RSS مجموع مربعات البواقي، هو تباين الخطأ، k عدد المتغيرات المتضمنة بنموذج الانحدار، ln هو اللوغاريتم الطبيعي، وقد أثبتت بعض الدراسات أن هذا المحك يتأثر بحجم عينة التحليل كما يتأثر كذلك بوجود تشتت كبير للمتغيرات المنبئة (Symonds & Moussalli, 2011; Richards, 2008).

- **محك أكياك المعدل للمعلومات Akaike Criterion Modified (AIC_c)**

وقد أُجري تعديل على محك أكياك للمعلومات على العينات الصغيرة التي تحقق الشرط التالي:

$(n/k) < 40$ والصيغة المعدلة على النحو التالي: (Symonds & Moussalli, 2011: 14).

$$AIC_c = AIC + \frac{2k\,(k+)}{n-k-}$$

حيث (n) هو حجم العينة، (k) عدد المتغيرات الملائمة في غالبية النماذج.

محك بايزيان للمعلومات Bayesian information criterion (BIC)

ويعود هذا المحك إلى جوديون شوارز Gideon E. Schwarz، ويعتمد جزئياً على دالة الاحتمال Likelihood Function، التي تشير إلى احتمال الحصول على قيم متنبأ بها للمتغير المتنبأ به بحيث تكافئ القيم الفعلية لنفس المتغير، ويشير محك بيك BIC أيضاً إلى كمية المعلومات المفقودة من نموذج الانحدار كي يكون هو الأفضل، وكلما قلت قيمة هذا المحك كان نموذج الانحدار هو الأفضل

(Vrieze, 2012: 231) ومن بين الصيغ الخاصة بتعيين قيمة هذا المحك الصيغة التالية (Boydan, Ghosh, & Zak - Szatkouska, 2008: 991):

$$BIC = n\ lpg\ (\frac{RSS}{n}) + k\ log\ n,$$

حيث n حجم العينة، (RSS) مجموع مربعات البواقي، (log) هو اللوغاريتم العادي، (k) عدد المتغيرات المتضمنة بنموذج الانحدار، وقد اجريت بعض الدراسات لمقارنة محك أكياك (AIC)، ومحك بيك (BIC) منها دراسة (David, Nicola, Bradley & van der Linde, 2002) (في: Kleinbaum, 2008)، وتوصلت إلى تقارب نتائج كل من هذين المعيارين. وقد أجريت دراسة لمقارنة محك بايزيان (BIC) مع محك أكياك (AIC) منها دراسة (Vrieze, 2012) التي توصلت إلى أن محك (BIC) أفضل من محك (AIC) في حالة وجود النموذج الحقيقي بين النماذج المرشحة، وقد أظهرت دراسات أخرى التفوق النسبي لمحك بايزيان (BIC) عن المعايير الأخرى المستخدمة في اختيار نموذج الانحدار الأفضل وهي إحصاء مالوز (C_p) محك أكياك (AIC)، محك بايزيان (BIC)، مجموع مربعات البواقي (RSS).

- **محك بايزيان المعدل للمعلومات Bayesian Information Criterion Modified (mBIC)**

وقد اشتق هذا المعيار المعدل نظرا للتقدير الزائد لمعيار بايزيان للمتغيرات بنموذج الانحدار وتضمينه لمتغيرات ليس لها تأثير على الظاهرة المتنبأ بها وهو على الصيغة التالية (Bogdan et al., 2008: 636):

$$mBIC = log\ L\ (Y/M_i,\ \theta^i) - \tfrac{1}{2} k_i log\ n - k_i\ log\ (\tfrac{m}{c} - 1)$$

حيث $\log L(Y/M_i, \hat{\theta} i)$ هي لوغاريتم إمكانية الحصول على قيم المتغير المتنبأ به الفعلية، (y) المتغير المتنبأ به، (m_i) العدد الكلي للمتغيرات المنبئة المدخلة بالتحليلات، (k_i) عدد المتغيرات المنبئة الدالة الملائمة، (n) حجم العينة، $\hat{(i\theta)}$ هي الاحتمال الأقصى لـ ($i\theta$) هي متجه متغيرات النموذج ($B_0, B_1, \ldots B_{ki}$)، وهذا المحك غير متوافر ببرامج التحليل المتاحة.

هذا ومن خلال تفقد الباحث للتراث الخاص بمؤشرات جودة نموذج الانحدار لم يتضح عدم وجود حدود معينة لمقدار الانخفاض في قيم مؤشرات (PRESS)، (AIC)، (BIC)، (S) التي ترجح أفضلية نموذج الانحدار عن قيم نفس المؤشرات لنماذج الانحدار الأخرى موضع المقارنة، وبالتالي فإن أية انخفاض في قيم تلك المؤشرات مهما كانت صغيرة فإنها تشير إلى أنها مرتبطة بنموذج الانحدار الأفضل، كما لم يتضح للباحث عدم وجود حدود معينة لمقدار الزيادة في قيمة (R^{-2}) التي ترجح أفضلية نموذج الانحدار عن قيم (R^{-2}) لنماذج الانحدار الأخرى، وبالتالي فإن أية زيادة في قيمة (R^{-2}) مهما كانت صغيرة فإنها تشير إلى أنها مرتبطة بنموذج الانحدار الأفضل. وعلى الرغم من تعدد وتنوع المعايير السابقة التي تستخدم في تحديد جودة نموذج الانحدار التي تسفر عنها تحليلات الانحدار المتعدد التي تعتمد على طريقة Stepwise، فقد جاءت إشارات متعددة من التراث تفيد بوجود اختلافات وتضارب في نتائج أغلب هذه المؤشرات فيما يتعلق باختيار النموذج الأفضل من الانحدار، وتحديد المتغيرات ذات الأثر الدال بنفس النموذج، فقد أشارت دراسة (Lingmin, Jing & Jun, 2008) إلى أن إحصاءة مالوز C_p عندما تؤدي إلى نتائج لاتعبر عن العدد الملائم للمتغيرات المنبئة بالنموذج فإن معامل التحديد (R^2) هو البديل المناسب لتحديد المتغيرات المناسبة والنموذج الأفضل، وقد أشارت دراسة (Zhongfu, 2009) إلى أن دلالة اختبار (t) في نموذج الانحدار التي تفيد بدلالة تأثير المتغير المنبئ في المتغير المتنبأ به، يمكن الكشف عنها من خلال معايير إحصاء مالوز C_p ومعيار أكياك (AIC) ومعيار بايزيان (BIC)، بخلاف معيار (PRESS) الذي أسفر عن نتائج لا تتسق مع المعايير الثلاث السابقة، وقد أشارت دراسة (Salena, Mozammel, 2010) التي استهدفت تجريب طريقة (QEA) Quantum-Inspired Evolutionary Algorithm في تعيين النقاط الشاذة البعيدة عن خط الانحدار، والتي يمكن أن تعطي نتائج مضللة ومشوهه، اعتماداً على مؤشر محك بايزيان (BIC)، ومؤشري (s)، (R^2) إلى أن استخدام محك بايزيان هو الأفضل، وقد أشارت دراسة (Ugur, Kurt & Alma, 2011) إلى أن كل من

مؤشري (BIC , AIC) لا يتأثران بالنقاط الشاذة Outliers البعيدة عن خط الانحدار، وبالتالي فإن النتائج الخاصة بهذين المؤشرين - برغم اتساقها - لاتتمتع بالدقة الكافية، وقد أشارت دراسة (Mehmood et al., 2012) إلى أن طريقة (PRESS) التي تعتمد على حذف الحالات الشاذة Outliers أفضل من الطرق الأخرى وهي معايير أكياك للمعلومات AIC، بايزيان BIC للمعلومات، إحصاء مالوز C_p وقد تبين من خلال النتائج أيضاً أن معايير المعلومات تعطي نتائج أكثر اتساقاً فيما بينها، كما أشارت دراسة (Ueki & Kawasaki, 2013)، التي استهدفت مقارنة المعايير (S, R^2, BIC, AIC) لانتقاء النموذج باستخدام طريقة التحليل Stepwise إلى وجود تشابه في نتائج تلك المعايير، في حالة عدم وجود ازدواج خطي بين متغيرات الانحدار،كما أشارت دراسة (Ibrahim & Wibowo, 2013) إلى وجود تشابه شديد بين نتائج مؤشر محك أكياك AIC، ومؤشر محك بايزيان، BIC في اختيار نموذج الانحدار الأفضل اعتمادا على طريقة التحليل Stepwise المعتمدة على أقل مربعات جزئية، وقد أظهرت دراسة (Wu et al., 2013) طريقة جديدة تعتمد على معيار متوسط المعلومات الموزون (WICvc) في اختيار نموذج الانحدار الأفضل عند استخدام طريقة التحليل Stepwise، وقد قارنت الدراسة الطريقة الجديدة بمؤشر محك بايزيان المعدل ($_m$BIC) وكذلك مؤشر محك (AIC) في ضوء استخدام عينات من التحليل مختلفة من حيث الحجم، وتبين أن الطريقة الجديدة تعطي نتائج ومتسقة مع المؤشرات الأخرى ولم تتسق مع مؤشري (R^2)، (S)، مع العينات الأكبر، كما أشارت دراسة (Pintar, Anderson-Cook & Huaiqing, 2013) إلى طريقة جديدة لاختيار نموذج الانحدار الأفضل عند استخدام طريقة Stepwise، من خلال الاعتماد على القدرة التنبؤية للنموذج المتمثلة في توزيع القيم التي يتنبأ بها النموذج، والتوزيع الاحتمالي المتوقع، حيث يتم اختيار النموذج الأفضل في ضوء صغر المساحة التي يبتعد بها توزيع القيم التنبؤية مع التوزيع الاحتمالي المتوقع ذات الاهتمام، مع الاعتماد على مؤشر محك بايزيان (BIC) للمعلومات كمحك لقبول النموذج. وأظهرت النتائج إلى أن النموذج الذي يسفر عن المسافة الأقل

بين التوزيعين (المتنبأ به والاحتمالي) هو الأفضل، وقد أشارت دراسة (Kueozumi & Twaandori, 20123) التي استهدفت عقد مقارنة بين إحصاءات أكياك، وبيك (AIC)، (BIC) وإحصاءة مالوز (C_p)، ومعامل التحديد (R^2) في اختيار النموذج الأفضل عند استخدام طريقة Stepwise، إلى وجود فروق جوهرية بين معياري (AIC)، (BIC) من ناحية وإحصاءة مالوز (C_p)، ومعامل التحديد (R^2) من ناحية أخرى، ووجود اتساق بين معياري أكياك وبيك. كما أشارت دراسة (Yong-Huan, Dong-Sheng, Jun, Da-Bing & Oing-Song, 2014) التي استهدفت مقارنة استخدام معايير انتقاء النموذج الأفضل للانحدار من بدائل النماذج الناتجة عن استخدم طريقة Stepwise إلى وجود تشابه بين استخدام معايير المعلومات (AIC)، (BIC)، عند مقارنتهما بإحصاء مالوز C_p، كما أشارت دراسة (Ibrahim & Wibowo, 2013) من خلال مقارنة القدرة التنبؤية لنموذج الانحدار من نماذج الانحدار المتعددة وذلك باستخدام معايير المعلومات (AIC)، (BIC) ومعيار PRESS، أن معيار (PRESS) كان أفضل من معياري المعلومات (AIC)، (BIC).

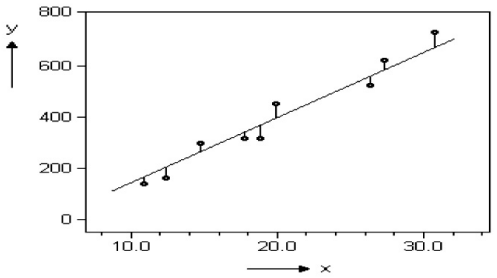
ويتضح مما سبق التناقض الشديد بين نتائج المقارنات التي أجريت بين المؤشرات التي تستخدم في اختيار نموذج الانحدار الأفضل من بين نماذج الانحدار الناتجة عن التحليلات التي تعتمد على طريقة Stepwise، مما قد يتسبب في حيرة مستخدمي الانحدار المتعدد في تحديد نموذج الانحدار الأفضل، والمحير في تلك المعايير أنها لا يرتبط بعضها بالبعض الآخر، وبالتالي يصعب تحديد ما المعيار الأفضل، فمن المعروف أن معامل التحديد ترتفع قيمته مع ازدياد المتغيرات المنبئة، ومن المعروف أن زيادة عدد المتغيرات المنبئة يخفض من قيمة الانحراف المعياري (إسماعيل، ٢٠٠١: ٣٢٣) كما أن قيم مؤشر محك (AIC)، ومؤشري (BIC)، (PRESS) لا تتسق فيما بينها وتعطي نتائج متناقضة، وهذا مما دعى بعض الباحثين إلى محاولة التوصل إلى معايير جديدة يمكن الاعتماد عليها بدرجة أعلى من الثقة، مثل دراسة (Wu et al., 2013) التي أسفرت عن طريقة جديدة تعتمد على معيار متوسط المعلومات الموزون

(WICvc) وقد تشابهت هذه الطريقة مع المؤشرات الأخرى التي تستخدم لنفس الغرض، ولكن ما يعاب على هذه الطريقة أنها معقدة وغير متوفرة بالبرامج الإحصائية المتاحة، وكذلك الطريقة الأخرى الجديدة التي اقترحتها دراسة (Pintar, Anderson-Cook, Huaiqing, 2013) التي تعتمد على اختيار النموذج الأفضل في ضوء صغر المساحة التي يبتعد بها توزيع القيم التنبؤية مع التوزيع الاحتمالي المتوقع، والتي تستند إلى فلسفة الاحتمالات التي قد تكون بدورها معقدة لدى كثير من الباحثين كما أنها لا تتوافر أيضاً ببرامج التحليل الشائع استخدامها في هذا الصدد، وهذا مما أدى إلى وجود حاجة إلى اشتقاق معيار آخر يمكن الاعتماد عليه في تحديد النموذج الأفضل للانحدار وهذا ما حدا بالباحث الحالي إلى فكرته البحثية المطروحة على بساط هذا البحث والتي تعتمد على اقتراح مؤشر جديد يتمثل في متوسط مطلق البواقي المعيارية. وهو المؤشر الذي يجرى تمحيصه من خلال إجراءات هذه الدراسة. حيث يرى الباحث أن الطريقة الأخيرة التي تعتمد على أساس الفروق بين توزيع القيم التنبؤية، والتوزيع الاحتمالي المتوقع هي تعتمد في الأساس على منطق البواقي التي تشير إلى حيود القيم المتنبأ بها عن القيم الفعلية لنفس الظاهرة، وبالتالي فبدلاً من اللجوء إلى أساليب قد تكون معقدة تعتمد على فلسفة الاحتمالات، فإن الباحث يجدأن استخدام فكرة البواقي Residuals تكون هي الأفضل لأنها الأقرب إلى معنى الدقة في التنبؤ، وبدلا من الاعتماد على التوزيعات الاحتمالية للقيم المتنبأ بها يمكن الاعتماد بدلا منها على القيم الفعلية الحقيقة للظاهرة نفسها، وبالتالي فإن الاعتماد على المؤشر المقترح (MASR) قد يؤدي إلى نتائج أفضل في الكشف عن دقة المؤشرات التي تستخدم في الكشف عن النموذج الأفضل من بين بدائل نموذج الانحدار التي تنتج عن استخدام طريقة Stepwise، والفقرة القادمة تبرز المنطق والأساس الفلسفي الذي يستند إليه المؤشر الذي يقترحه الباحث في دراسته الحالية.

مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية المقترح Mean Of Absolute Standardized Residual (MASR)

تشير البواقي Residualsبنتائج تحليل الانحدار إلى الفروق بين القيم المتنبأ بها للظاهرة الممثلة للمتغير المتنبأ به والقيم الفعليـة لنفـس المتغير (Fox, 2008:44) من خلال متغيرات منبئة (الممثلة للمتغيرات المنبئة)، وهي تمثل المسافات التي تبتعد أو تنحرف بها القيم المتنبأ بها عن خط الانحدار من جهتيه كما هو مبين بشكل رقم (1) ويمكن تعيين قيم البواقي بالصيغة التالية:

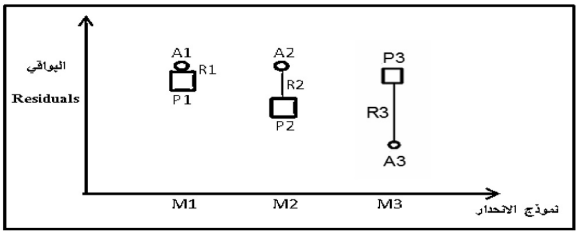
الباقي (Residual) = القيمة الفعلية للظاهرة (Actual) – القيمة المتنبأ بها لنفس الظاهرة (Predicted).



شكل رقم (١)
تعيين قيم البواقي

ومن المنطقي أن القيمة الذي يتنبأ بها نموذج الانحدار كلما تقاربت بشدة مع القيمة الفعلية لها كان ذلك دليلاً على زيادة القدرة التنبؤية لنموذج الانحدار، وتبلغ أقصى قدرة للتنبؤ عندما تتساوى القيمة الفعلية للظاهرة للقيمة المتنبا بها لنفس الظاهرة، وفي هذه الحالة فإن قيمة الباقي =0، وكلما ابتعدت القيمة المتنبأ بها عن القيمة الفعلية دل ذلك على ضعف القدرة التنبؤية لنموذج الانحدار، ويمكن توضيح دقة تنبؤ نموذج الانحدار من الشكل رقم (٢)، حيث تبدو الخطوط الرأسية (R1, R2, R3) معبرة عن البواقي (الفروق) بين القيم الفعلية الثلاثة (وهي ممثلة بالدوائر) لظاهرة ما (A1, A2, A3)، والقيم

المتنبأ بها (الممثلة بالمربعات) المناظرة لها (P1, P2, P3) على التوالي، كما يبدو أن الباقي (R1) يكاد يكون منعدماً نظراً للاقتراب الشديد للقيمة المتنبأ بها (P١) من القيم الفعلية المناظرة لها (A1)، بينما تزداد البواقي تدريجياً حيث يكون الباقي (R2) أكبر من الباقي (R1) في حين يكون الباقي (R3) أكبر من كل من (R2، R1)، فإذا كان الباقي (R1) ناتج عن تحليلات نموذج الانحدار (M1)، وكان الباقي (R2) ناتج من تحليلات نموذج انحدار آخر مختلف (M2)، وكان الباقي (R3) ناتج من تحليلات نموذج انحدار آخر ثالث مختلف أيضاً (M3) فإن ذلك يعني أن أفضل النماذج الثلاثة وأكثرها جودة هو النموذج (M1) الذي أسفر عن أقل قيمة للبواقي، وأقل هذه النموذج من حيث الأفضلية هو (M3).



شكل رقم (٢)
تمثيل بياني للبواقي بين ثلاث قيم فعلية، والقيم الثلاث المناظرة المتنبا بها

وبناء على الأساس المنطقي للبواقي، فقد اقترح الباحث مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية كمؤشر جديد للكشف عن أفضل نموذج انحدار من بدائل النماذج الفرعية التي يمكن أن تسفر عنها تحليلات أسلوب الانحدار المتعدد، ويشير مطلق البواقي إلى إلغاء وإهمال الاشارة التي قد تكون موجبة أو سالبة، نظرا لأن البواقي سواء كانت موجبة أي القيم المتنبأ بها أكبر من القيم الفعلية، أو سالبة أي أقل عن القيم الفعلية فإنها تمثل بغض النظر عن الاشارة عدم دقة عملية التنبؤ ووجود أخطاء بها، فكلما أسفر نموذج الانحدار الفرعي عن قيمة لمتوسط مطلق البواقي المعيارية أقل من قيم متوسط مطلق البواقي المعيارية التي تسفر عنها تحليلات نماذج انحدار فرعية مختلفة، كلما دل ذلك

على جودة ودقة نموذج الانحدار. واقتُرح هذا المؤشر لبعض المبررات من أهما: أنه يلخص ويوجز حيود القيم المتنبأ بها للظاهرة المتنبأ بها عن القيم الفعلية لنفس الظاهرة بقيمة وحيدة تمثلها وتعبر عنها، كما أنه لا يعتمد على حجم عينة التحليل، فضلاً عن أنه لا يعتمد على طبيعة ووحدة قياس الظاهرة المتنبأ بها بما يسمح ويتيح مستقبلا إمكانية التوصل إلى حدود مقننة لهذا المؤشر يسمح بعقد المقارنات بين نماذج الانحدار التي يمكن أن تستخدم للتنبؤ بظواهر مختلفة من حيث وحدة القياس وتعتمد على نفس المتغيرات المنبئة، وبالتالي سوف يعتمد الباحث على هذا المؤشر المقترح كمحك وفقاً لأسس منطقية يمكن من خلالها الكشف عن دقة تنبؤ نموذج الانحدار وكذلك الكشف عن دقة المؤشرات الأخرى التي تستخدم في تحديد نموذج الانحدار الأفضل الناتج عن استخدام طريقة Stepwise التي من أشهرها مؤشرات (معامل التحديد المصحح ($R^{\tilde{}2}$)، الخطأ المعياري (S)، إحصاء مالوز (C_P)، معيار أكياك (AIC)، معيار بايزيان (BIC)، معيار برس (PRESS)).

مشكلة الدراسة

تبين من خلال خبرات الباحث الأكاديمية والمهنية في مجال الإحصاء، ومن خلال مسحه للتراث الخاص بأسلوب تحليل الانحدار المتعدد، عدم وجود مؤشر يمكن الاتفاق عليه في اختيار النموذج الأفضل من بين نماذج الانحدار عن استخدام طريقة Stepwise، ذلك المؤشر الذي يمكن أن يؤدي في النهاية إلى تحديد النموذج الأعلى قدرة من حيث التنبؤ والمتضمن للمتغيرات المنبئة ذات الأثر الدال على الظاهرة المتنبأ بها، وهذا ما أكدته بعض الأطر النظرية بنفس المجال (شامل، ٢٠٠٩: ٦٦٤) وأشارت إليه بعض الدراسات التي أجريت لمقارنة مؤشرات اختيار نموذج الانحدار الأفضل وانتهت إلى نتائج متناقضة في هذا الصدد (Pintar, Anderson-Cook & Huaiqing, 2013; Young-Huan et al., 2014). ونظراً لأن توزيع البواقي المعيارية هي أحد التوزيعات التي يمكن الحصول عليها من

استخدام البرامج الإحصائية المشهورة (SYSTAT, SPSS) في إجراء تحليلات الانحدار المتعدد وهو التوزيع الأقرب - من حيث المنطق - إلى معنى دقة التنبؤ، فإن الباحث الحالي يرى وجود إمكانية للاعتماد على بعض مؤشراته الإحصائية مثل مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية، كمؤشر مقترح في اختيار نموذج الانحدار الأفضل كما يمكن اختباره في تمحيص المؤشرات الأخرى التي تستخدم لنفس الغرض مثل مؤشرات (معامل التحديد المصحح (R^{-2})، الخطأ المعياري (S)، إحصاء مالوز (C_P)، معيار أكياك (AIC)، معيار بايزيان (BIC) معيار (PRESS) التي مازالت مصدر حيرة لدى الكثير من الباحثين نظرا لنتائجها المتناقضة، فإنه يمكن تلخيص مشكلة البحث في الإجابة عن السؤال العام التالي:

هل يمكن استخدام مؤشر مطلق البواقي المعيارية المقترح في تحديد نموذج الانحدار الأفضل من بين بدائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة Stepwise، وهل يتسق هذا المؤشر مع المؤشرات شائعة الاستخدام عند اختلاف طريقة التحليل (Stepwise, Forward, Backward, Remove, Enter)؟ ويتفرع من هذا السؤال العام الأسئلة الفرعية الآتية:

١ - هل تختلف المتغيرات ذات التأثير الدال بنموذج الانحدار باختلاف طريقة إدخال المتغيرات بنموذج الانحدار (Backward, Remove, Enter, Stepwise, Forward)؟

٢ - هل يختلف متوسط مطلق البواقي المعيارية لنموذج الانحدار الناتج عن التحليلات باختلاف الأسلوب المستخدم (Backward, Remove, Enter, Stepwise, Forward)؟

٣ - هل يتسق مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية لكل متغير من المتغيرات المنبئة (كل على حدة) مع مؤشرات جودة نموذج الانحدار: معامل التحديد (R^2) والانحراف المعياري للبواقي (S)، إحصاءة مالوز (C_p)، معيار (PRESS)، معيار أكياك للمعلومات (AIC) ومعيار بايزيان للمعلومات (BIC)؟

٤ - هل يختلف متوسط البواقي المعيارية باختلاف بدائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة Stepwise.

٥ - هل يتسق مؤشر متوسط البواقي المعيارية لبدائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة Stepwise. ومؤشرات جودة النموذج: معامل التحديد (R^2) والانحراف المعياري للبواقي (S)، إحصاءة مالوز (C_p)، معيار (PRESS)، معيار أكياك للمعلومات (AIC) ومعيار بايزيان للمعلومات (BIC)؟

أهداف الدراسة

- تبلور الهدف العام من الدراسة في الكشف عن دقة مؤشر متوسط البواقي المعيارية كمؤشر مقترح في تحديد نموذج الانحدار الأفضل من خلال تحقيق الأهداف الفرعية التالية:
- الكشف عن مدى اختلاف المتغيرات الدالة بنموذج الانحدار باختلاف طريقة إدخال المتغيرات.
- الكشف عن مدى اختلاف المؤشر المقترح - متوسط مطلق البواقي المعيارية - باختلاف طريقة إدخال المتغيرات بالنموذج (Backward, Remove, Enter, Stepwise, Forward).
- الكشف عن مدى اتساق نتائج مؤشر متوسط البواقي المعيارية كمؤشر مقترح مع المؤشرات الأخرى التي تستخدم في تحديد دقة التنبؤ لنموذج الانحدار وذلك لكل متغير من المتغيرات المنبئة.
- الكشف عن مدى اختلاف مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية باختلاف بدائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة التحليل Stepwise.
- الكشف عن مدى اتساق مؤشر متوسط البواقي المعيارية مع المؤشرات الأخرى قيد البحث وهي: معامل التحديد المصحح ($\bar{R}^2$) والانحراف المعياري للبواقي (الخطأ المعياري) (S)، إحصاءة مالوز (C_p)، معيار (PRESS)، معيار أكياك للمعلومات (AIC) ومعيار بايزيان للمعلومات (BIC).

أهمية الدراسة

تبدو أهمية الدراسة في أهمية الاعتماد على مؤشر قد يكون أكثر صدقاً في التحقق من دقة التنبؤ نظراً لارتباطه الصريح و المباشر بمنطق دقة التنبؤ الذي يتلخص في تقليص الفارق بين القيم المتنبأ بها والقيم الفعلية للظاهرة المستهدفة، كما تبدو أهمية الدراسة في إضافة مؤشر آخر - يسهل تقديره وتفسيره - للتراث الخاص بمعايير دقة التنبؤ والذي قد يزيد من الثقة في النتائج التي يمكن التوصل إليها من تحليلات الانحدار الخطي والتي يمكن أن تفيد في مجالات القبول بمختلف المؤسسات والقطاعات المجتمعية: الدراسية والمهنية والعسكرية.

مصطلحات الدراسة

متوسط مطلق البواقي المعيارية: هو متوسطقيم توزيع مطلق البواقي المعيارية ويحدد إجرائياً بالمتوسط الحسابي لقيم توزيع مطلق البواقي المعيارية.

- **دقة التنبؤ:** وتعرف بمدى اقتراب القيم المتنبأ بها للظاهرة بالقيم الفعلية لها وتقاس دقة التنبؤ إجرائيا في هذه الدراسة بمؤشر المتوسط الحسابي لقيم توزيع مطلق البواقي المعيارية (المقترح من جانب الباحث). فكلما قلت قيمة هذا المؤشر كلما دل ذلك على دقة التنبؤ، ويمكن أن تقدردقة التنبؤ في التراث ذات الصلة بعدة معايير منها:
- **معامل التحديد المصحح** ($\bar{R}^2$): وهو معامل الارتباط المتعددو المصحح من تأثير عدد المتغيرات المنبئة بنموذج التحليل، وكلما ازدادت قيمته كلما دل ذلك على دقة التنبؤ. (David, 2008: 102) وتقدر قيمة هذا المعيار من خلال تحليل برنامج MINITAB (v.15).
- **الخطأ المعياري للبواقي** (S): ويشير إلى الجذر التربيعي لمتوسط مربعات البواقي المعيارية ($\sqrt{MSE}$) وكلما قلت قيمة هذا المؤشر دل ذلك على دقة التنبؤ وتقدر قيمة هذا المعيار من خلال تحليل برنامج MINITAB (v.15).

- **إحصاء مالوز C_p**: ويشير إلى أن دقة التنبؤ تتحقق عندما يتساوى عدد معاملات نموذج الانحدار (عدد المتغيرات المنبئة ذات الأثر الدال +١) مع قيمة إحصاء مالوز (David, 2008: 221). وتقدر قيمة هذا المعيار من خلال تحليلات برنامج MINITAB (v.15).

- **معيار أكياك للمعلومات AIC**: ويشير إلى كمية المعلومات المفقودة من نموذج الانحدار، وكلما قلت قيمته كلما دل ذلك على دقة التنبؤ (Vrieze, 2012: 230) وتقدر قيمتة من تحليلات برنامج SYSTEM (v.12).

- **معيار بايزيان للمعلومات BIC**: ويشير أيضاً إلى كمية المعلومات المفقودة من نموذج الانحدار، وكلما قلت قيمته دل ذلك على دقة التنبؤ (Vrieze, 2012: 231). وتقدر قيمتة من تحليلات برنامج SYSTEM (v.12).

- **معيار PRESS**: يشير هذا المعيار إلى مجموع مربعات البواقي للقيم المتنبأ بها بعد إقصاء الحالات الشاذة Leverage outlier (i) التي تبتعد بصورة شاذة عن خط الانحدار وقيمة PRESS الأصغر تشير للنموذج الأفضل (Ibrahim, et al., 2014: 67) وتقدر قيمة هذا المعيار من خلال تحليلات برنامج MINITAB (v.15).

الطريقة والإجراءات

اعتمدت الدراسة في إجراءاتها على بيانات عينة قوامها (٥٠٠) طالب من الطلاب المتخرجين من كلية التربية بجامعة الملك سعود المدونة بعمادة القبول والتسجيل، لعشرة مقررات مشتركة بين الأقسام المختلفة ومتغير متنبأ بهواحد وهو المعدل التراكمي، في الفترة من ١٤٣١ إلى ١٤٣٣ هو بيانها بالجدول التالي:

جدول (١)

المقررات المشتركة بين أقسام كلية التربية بجامعة الملك سعود

م	نوع المتغير	رقم ورمز المقرر	الرمز البحثي	اسم المقرر
١	منبئ	١٠١ سلم	X1	المدخل إلى الثقافة الإسلامية.
٢		١٠١ عرب	X2	المهارات اللغوية
٣		٣٣٣ نهج	X3	المدخل إلى التدريس
٤		١٠١ ترب	X4	أصول التربية الإسلامية
٥		١١٣ نفس	X5	مبادئ البحث التربوي
٦		٢٢١ نفس	X6	علم النفس التربوي.
٧		٢٥٠ نهج	X7	الحاسب الآلي واستخداماته في التدريس.
٨		٢٥١ نفس	X8	التقويم التربوي.
٩		٤٦١ نفس	X9	مناهج البحث في علم النفس.
١٠		٣٣٠ نهج	X10	المناهج وطرق التدريس العامة.
١١	متنبأ به	GPA	y	المعدل التراكمي

وسوف تقوم الدراسة بالإجابة على التساؤلات الخاصة بالدراسة كما يلي:

أولاً - الإجراءات الخاصة بالإجابة عن السؤال الأول الذي ينص على: هل تختلف المتغيرات ذات التأثير الدال بنموذج الانحدار باختلاف طريقة إدخال المتغيرات بنموذج الانحدار (Stepwise, Forward, Backward, Remove, Enter).

لقد اقتضت الإجراءات الخاصة بالإجابة عن السؤال التحقق أولاً من شروط استخدام تحليل الانحدار المتعدد لكل متغير من المتغيرات المنبئة وهي : من التوزيع العشوائي لأخطاء القياس بمتوسط يساوي الصفر ($\sum_{i=1}^{n} e_i = 0$) لكل متغير من المتغيرات المنبئة (Cohen et al.,2003)، عدم وجود تعدد خطي بين المتغيرات Multicollinarity أي أن عامل تضخم التباين (VIF) أقل من القيمة (١٠) والتباين المسموح به Tolerance أكبر من (٠,٠٥) (شامل، ٢٠٠٩)، وقد أسفرت النتائج عن توافر شروط استخدام تحليل الانحدار المتعدد حيث بلغ متوسط البواقي القيمة (٠) لكل متغير من المتغيرات العشرة، كما تراوحت قيم (VIF)

للعوامل العشرة بين القيمتين (٢,١٨، ٩,٣٧) وهي قيم تزيد عن (١٠) كما تراوحت قيم التباين المسموح به بين القيمتين (٠,١١، ٠,٤٦) وهي قيم تزيد عن (٠,٠٥). وبالتالي يمكن استخدام المتغيرات العشرة في تحليلات الدراسة على النحو التالي:

١ - تحليل البيانات الخاصة بعينة الدراسة اعتماداً على كل المتغيرات (١X، ٢X، ٣X، ٤X، ٥X، ٦X، ٧X، ٨X، ٩X، ١٠X) كمتغيرات (منبئة) والمتغير (y) كمتغير متنبأ به باستخدام أسلوب تحليل الانحدار المتعدد (بعد التحقق من شروط استخدامه) مع إدراج كل المتغيرات المنبئة بالتحليلات دفعة واحدة ثم تكرار هذا الإجراء باستخدام طرق التحليل الخمسة المدرجة ببرنامج التحليل الإحصائي SPSS على التتابع وهي: (Forward, Backward, Remove, Stepwise, Enter).

٢ - حذف جميع الحالات التي تشذ خط الانحدار (Large leverage, Outliers) والتي يمكن أن تؤثر على دقة نتائج التحليل وهي الحالات التي يزيد الانحراف المعياري للبواقي المعيارية الخاصة بها عن مطلق القيمة (٣) (Salena, Mozammel, 2010: 1778)، وقد أشارت النتائج الخاصة بهذا التحليل عن الحالات الشاذة التالية التي لم تختلف باختلاف طريقة التحليل، وبيانها بالجدول رقم (٢):

جدول رقم (٢)

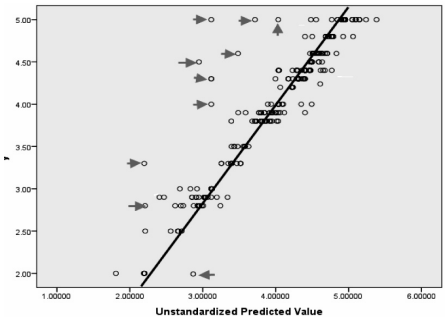
الحالات الشاذة التي لها بواقي يزيد انحرافها المعياري عن القيمة المطلقة (٣)

مسلسل	رقم الحالة	المعدل التراكمي	المعدل التراكمي المتنبأ به	البواقي	الإنحراف المعياري للبواقي
1	29	4.9	4.034779308	0.865220692	4.45187634
2	107	4.3	3.116122684	1.183877316	5.460383782
3	152	2	2.656794372	0.656794372	-3.029325157
4	314	3.3	2.19746606	1.10253394	5.085204661
5	374	4.9	3.116122684	1.783877316	8.688985762

تابع/ جدول رقم (٢)

الحالات الشاذة التي لها بواقي يزيد انحرافها المعياري عن القيمة المطلقة (٣)

مسلسل	رقم الحالة	المعدل التراكمي	المعدل التراكمي المتنبأ به	البواقي	الإنحراف المعياري للبواقي
6	392	4.6	3.483585333	1.116414667	5.149226576
7	401	4	3.116122684	0.883877316	4.076697219
8	422	4.5	2.947453282	1.552546718	7.160793443
9	446	4.3	3.116122684	1.183877316	5.460383782
10	500	4.8	3.716112461	1.083887539	5.921659786



شكل رقم (٣)
التمثيل البياني للحالات الشاذة

يتضح من الجدول رقم (٣) وكذلك شكل رقم (٣) الحالات الشاذةعن خط الانحدار وبعد حذف هذه الحالات من بيانات التحليل تجرى إعادة التحليل مرة أخرى للإجابة عن الأسئلة الخاصة بالدراسة.

٣ - إيجاد تكرارات ظهور المتغير الدال مع كل طريقة من طرق التحليل موضع المقارنة.

٤ - في حال إذا كان هناك فروق ظاهرية (اختلافات ملاحظة) بين تكرارات ظهور المتغير ذو الأثر الدال بنموذج الانحدار الناتج عن كل طريقة من طرق التحليل موضع المقارنة، يستخدم اختبار مربع كاي (CHi^2) للتعرف

على دلالة فروق تكرار ظهور المتغير ذو الأثر الدال مع نموذج الانحدار الناتج عن طريقة التحليل المستخدمة.

ثانياً - الإجراءات الخاصة بالإجابة عن السؤال الثاني الذي ينص على هل تختلف متوسطات البواقي المعيارية لنموذج الانحدار الناتج عن التحليلات باختلاف الطريقة المستخدمة في التحليلات (Remove, Stepwise, Enter, Forward, Backward).

٥ - إيجاد متوسط مطلق البواقي المعيارية الناتج عن التحليلات اعتمادا على كل المتغيرات كمتغيرات منبئة والمتغير (y) كمتغير متنبأ به وذلك لكل طريقة من الطرق موضع المقارنة يلي ذلك استخدام اختبار تحليل تباين القياس المتعدد للكشف عن دلالة الفروق بين متوسطات البواقي المعيارية الناتجة عن التحليلات الخاصة بكل طريقة من طرق المقارنة. ثم استخدام اختبار LSD لعقد المقارنات الثنائية بين متوسطات البواقي المعيارية في حال وجود دلالة لتباين القياسات المتكررة.

ثالثاً - الإجراءات الخاصة بالإجابة عن السؤال الثالث الذي ينص على: هل يتسقمؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية لكل متغير من المتغيرات المنبئة (كل على حدة) مع مؤشرات جودة نموذج الانحدار: معامل التحديد المصحح (R^{-2}) والانحراف المعياري للبواقي (S)، إحصاءة مالوز (C_p)، معيار (PRESS)، معيار أكياك للمعلومات (AIC) ومعيار بايزيان للمعلومات (BIC)؟

٦ - إجراء تحليل الانحدار البسيط لكل متغير منبئ من المتغيرات المنبئة قيد البحث مع المتغير المتنبأ به.

٧ - إيجاد كل من مؤشرات: متوسط مطلق البواقي المعيارية، معامل التحديد المصحح (R^{-2})، الانحراف المعياري للبواقي (S)، إحصاءة مالوز (C_p)، معيار (PRESS)، معيار أكياك للمعلومات (AIC) ومعيار بايزيان للمعلومات (BIC). يلي ذلك ترتيب متغيرات البحث تنازلياً وفقاً لقيم مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية المقترح حيث يكون للمتغير الرتبة

(١) إذا أسفر تحليله عن أقل قيمة لنفس المؤشر الناتجة عن تحليل المتغيرات المتبقية. ثم تكرار نفس الإجراء مع مؤشرات الانحراف المعياري للبواقي (BIC, AIC, PRESS, S) ثم ترتيب متغيرات البحث تنازليا في ضوء مؤشرمعامل التحديد المصحح Adjusted (R^{-2}) حيث يكون للمتغير الرتبة (١) إذا أسفر تحليله عن أكبر قيمة لنفس المؤشر الناتجة عن تحليل المتغيرات المتبقية. يلي ذلك ترتيب متغيرات البحث تنازليا في ضوء قيم مؤشر إحصاءة مالوز (C_p)، حيث يكون للمتغير الرتبة (١) إذا أسفر تحليله عن قيمة لهذا المؤشر= (عدد المتغيرات الدالة بنموذج الانحدار) +١، ونظراً لأن نموذج الانحدار البسيط لا يتضمن أكثر من متغير واحدمنبئ فإن قيمة إحصاءة مالوز يجب ألا تزيد عن (١+١ =٢)، والقيم التي تزيد عن القيمة (٢) يكون لها الرتب (٢، ٣، ٤،.... وهكذا) أما إذا أسفرت التحليلات عن قيم ثابتة (غير مميزة) لنفس المؤشر سوف يجرى استبعاده من المقارنات الخاصة بمؤشرات جودة النموذج.

٨ - استخدام اختبار فريدمان للكشف عن دلالة فروق رتب قيم مؤشرات جودة نموذج الانحدار، وفي حالة وجود دلالة لقيمة اختبار فريدمان سوف يستخدم اختبار ويلكاكسون للتعرف على دلالة فروق رتب قيم مؤشر متوسط البواقي المعيارية مع رتب قيم كل مؤشر من مؤشرات جودة نموذج الانحدار (كل على حدة).

رابعاً - إجراءات الإجابة عن السؤال الرابع الذي ينص على: هل يختلف متوسط البواقي المعيارية باختلاف بدائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة Stepwise.

٩ - إدخال كل المتغيرات المنبئة قيد البحث بالتحليلات الخاصة بتحليل الانحدار المتعدد مع استخدام (طريقة Stepwise) نظرا لأنها الطريقة الوحيدة التي يسفر عنها بدائل لنماذج انحدار تتضمن المتغيرات ذات التأثير الدال فقط (Mehmood et al., 2012: 63). ثم إيجاد قيم البواقي المعيارية الخاصة بكل نموذج من نماذج الانحدار الناتجة.

١٠ - إيجاد القيم المطلقة لقيم البواقي المعيارية الخاصة بكل نموذج ناتج عن تنفيذ الخطوة السابقة.

١١ - استخدام اختبار تحليل تباين القياس المتعدد للكشف عن دلالة الفروق بين متوسطات البواقي المعيارية الناتجة عن التحليلات الخاصة بكل نموذج من نماذج الانحدار موضع المقارنة.

١٢ - استخدام اختبار (LSD) لعقد المقارنات الثنائية بين متوسطات البواقي المعيارية موضع المقارنة.

خامساً: إجراءات الإجابة عن السؤال الخامس الذي ينص على: "هل يتسق مؤشر متوسط البواقي المعيارية لبدائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة Stepwise. ومؤشرات جودة النموذج: معامل التحديد (R^2) والانحراف المعياري للبواقي (S)، إحصاءة مالوز (C_p)، معيار (PRESS)، معيار أكياك للمعلومات (AIC) ومعيار بايزيان للمعلومات (BIC)؟

١٣ - إدخالكل المتغيرات المنبئة قيدالبحث بنموذج الانحدار المتعدد باستخدام طريقة (Stepwise).

١٤ - رصد قيم مؤشرات جودة كل نموذج انحدار ناتج من تنفيذ الخطوة السابقة باستخدام برنامج SYSTATv.12 للحصول على مؤشري (AIC)، (BIC)، ثم استخدام برنامج MINITAB v.15 للحصول على مؤشرات: (C_p)، (PRESS)، (s)، وبرنامج SPSS v.20 للحصول على مؤشر (R^{-2}).

١٥ - ترتيب نماذج التحليل الناتجة عن التحليل اعتمادا على طريقة Stepwise. وفقاً للترتيب السابق ذكره بالخطوات أرقام (١٠، ١١، ١٢، ١٣) ثم استخدام اختبار فريدمان للكشف عن دلالة فروق رتب نموذج الانحدار في ضوء مؤشرات جودة نموذج التحليل، وفي حالة وجود دلالة لقيمة اختبار فريدمان سوف يستخدم اختبار ويلكاكسون للتعرف على دلالة فروق رتب نموذج الانحدار في ضوء المؤشر المقترح (MASR) مع رتب نماذج الانحدار الأخرى.

النتائج

أسفرت الإجراءات الخاصة بالإجابة عن أسئلة الدراسة عن النتائج التالية:

أولاً - نتائج الإجابة عن السؤال الأول الذي ينص على: هل تختلف المتغيرات الدالة بنموذج الانحدار باختلاف الأسلوب المستخدم في التحليلات (Forward, Backward, Remove, Enter).

لقد أسفرت إجراءات الإجابة عن هذا السؤال عن النتائج المبينة بالجدولين: الجدول رقم (٣) الذي يوضح نتائج المتغيرات الدالة ببدائل نماذج الانحدار المختلفة التي أسفر عنها استخدام طريقة Stepwise، والجدول رقم (٤) الذي يتضمن نموذج الانحدار النهائي المتضمن للمتغيرات الدالة فقط للطرق الأخرى (Forward, Backward, Remove, Enter).

جدول رقم (٣)

بدائل نماذج الانحدار المتضمنة للمتغيرات الدالة التي أسفرت عنها تحليلات طريقة Stepwise

النموذج		المعاملات غير المعيارية Unstandardized Coefficients		المعاملات المعيارية Standardized Coefficients	قيمة t	مستوى الدلالة Sig.
		B	Std. Error	Beta		
١	(Constant)	٣,٥٠٢	٠,٥٥		٦,٣٦٤	٠,٠٠٠
	x1	٠,٩٢١	٠,٠١٣	٠,٩٠٤	٦٨,٢٦١	٠,٠٠٠
٢	(Constant)	٢,٦٧٨	٠,٥٩٦		٤,٤٩٤	٠,٠٠٠
	x1	٠,٨٥٦	٠,٠٢٣	٠,٨٨٤	٣٦,٩	٠,٠٠٠
	x5	٠,٠٨٤	٠,٠٢٥	٠,٠٨٢	٣,٤٠٧	٠,٠٠١

تابع/ جدول رقم (٣)

بدائل نماذج الانحدار المتضمنة للمتغيرات الدالة التي أسفرت عنها تحليلات طريقة Stepwise

النموذج		المعاملات غير المعيارية Unstandardized Coefficients		المعاملات المعيارية Standardized Coefficients	قيمة t	مستوى الدلالة Sig.
		B	Std. Error	Beta		
٣	(Constant)	٣,٦٢٩	٠,٥٧٥		٦,٣١٤	٠,٠٠٠
	x1	٠,٨٧٨	٠,٠٢٢	٠,٩٠٥	٣٩,٨١١	٠,٠٠٠
	x5	٠,٢٧٣	٠,٠٣٣	٠,٢٦٦	٨,١٩٥	٠,٠٠٠
	x6	-٠,٢٣٣	٠,٠٢٩	-٠,٢٢٨	-٧,٩١٧	٠,٠٠٠
٤	(Constant)	٣,٦٠٢	٠,٥٧٢		٦,٢٩٢	٠,٠٠٠
	x1	٠,٩٠٥	٠,٠٢٥	٠,٩٠٥	٣٦,٤٥٦	٠,٠٠٠
	x5	٠,٣	٠,٠٣٥	٠,٢٩٢	٨,٥٣١	٠,٠٠٠
	x6	-٠,١٩٥	٠,٠٣٤	-٠,١٩٠	-٥,٧٦٤	٠,٠٠٠
	x4	-٠,٠٩٢	٠,٠٤	-٠,٠٩٢	-٢,٣١٦	٠,٠٢١

أسفرت التحليلات الخاصة بالمتغيرات الكلية المنبئة باستخدام طريقة Stepwise عن أربعة نماذج تتضمن جميعها متغيرات دالة، حيث تضمن النموذج (١) الأول المتغير (X١) فقط، بينما تضمن النموذج الثاني (٢) المتغيرين (X١، X٥)، في حين تضمن النموذج الثالث (٣) المتغيرات الثلاثة (X١، X٥، X٦)، وتضمن النموذج الرابع (٤) على المتغيرات الأربعة (X١، X٤، X٥، X٦) وجميع هذه المتغيرات المتضمنة بجميع النماذج لها تأثيرات دالة ($p<0.05$) على الظاهرة المتنبأ بها. أما الطرق الأخرى لم تسفر عن بدائل من نماذج الانحدار تتضمن جميعها متغيرات دالة، حيث أسفرت في النهاية عن نموذج واحد فقط يتضمن نفس المتغيرات الدالة المتضمنة بالنموذج رقم (٤) بالجدول السابق رقم (٣) والجدول التالي رقم (٤) يتضمن نموذج الانحدار المتضمن للمتغيرات الأربعة الدالة والناتجة عن الطرق الخمسة موضع المقارنة.

جدول رقم (٤)

المتغيرات الدالة بنموذج الانحدار الناتج من طرق تحليل الانحدار الخمسة اعتماداً على العشرة متغيرات

الطريقة المستخدمة في التحليلات	نموذج الانحدار	المتغيرات الدالة بالنموذج
Enter	Y = 0.90x1-0.09x4 + 0.3x5-0.19x6	x1,x4,x5,x6
stepwise	Y = 0.90x1-0.09x4 + 0.3x5-0.20x6	x1,x4,x5,x6
Remove	Y = 0.90x1-0.09x4 + 0.3x5-0.19x6	x1,x4,x5,x6
Backward	Y = 0.90x1-0.09x4 + 0.3x5-0.20x6	x1,x4,x5,x6
Forward	Y = 0.91x1-0.09x4 + 0.3x5-0.20x6	x1,x4,x5,x6

يتضح من الجدول رقم (٤) المتضمن للمتغيرات الدالة بنموذج الانحدار الناتج عن التحليلات التي اعتمدت على الطرق الخمسة موضع المقارنة، عدم وجود اختلاف أو فروق ظاهرية في تكرارات ظهور المتغيرات ذات التأثير الدال بنموذج الانحدار باختلاف طريقة إدخال المتغيرات المنبئة بنموذج الانحدار فقد تبين أن المتغيرات التي لها دلالة هي (x1, x4, x5, x6) وقد تكرر كل منها خمسة مرات مع الطرق موضع المقارنة، مما يعني أن نتائج التحليل لا تختلف باختلاف طريقة إدخال المتغيرات وتتسق هذه النتائج مع الدراسات التي أجريت لمقارنة نتائج طرق إدخال المتغيرات المنبئة بنموذج الانحدار مثل دراسة (Thomas, 2008) والتي توصلت إلى وجود تشابه بنتائج طرق إدخال المتغيرات بنموذج الانحدار المتعدد اعتمادا على طرق (Forward, Backward, Enter, Stepwise)، ودراسة (Roger & Charles, 2009) التي توصلت إلى عدم وجود فرق دال جوهرياً في عدد المتغيرات الدالة التي أسفر عنها استخدام طريقتي (Enter, Stepwise) وأيضاً دراسة (Wenxuan, Tingting & Jun, 2012) التي انتهت إلى أن طرق إدخال المتغيرات تعطي نتائج متشابهة عند استخدام طريقتي Forward Stepwise. وفي ضوء هذه النتيجة فإن اختيار أي طريقة من طرق إدخال المتغيرات لن يغير في دلالة تأثير المتغيرات المنبئة على الظاهرة المتنبأ بها.

ثانياً - نتائج إجراءات الإجابة عن السؤال الثاني الذي ينص على: هل

تختلف متوسطات البواقي المعيارية لنموذج الانحدار الناتج عن التحليلات باختلاف الأسلوب المستخدم في التحليلات Forward، (Enter Remove)، Backward، عن النتائج التالية:

١ - نتائج إجراء المقارنات باستخدام أسلوب تحليل القياس المتعدد

جدول رقم (٥)
نتائج المقارنة بين الطرق المختلفة لإدخال المتغيرات المنبئة نموذج الانحدار باستخدام تحليل القياس المتكرر

طريقة التحليل	متوسط البواقي المعيارية MASR	اختبار ولكس لامدا Wilks' Lambda	التحقق من شرط الدورية (اختبار ماكولي) Mauchly'sW	اختبار (F) لتباين القياس المتكرر لجرين هاوس - جيسر Greenhouse-Geisser	المقارنات الثنائية (Lsd)		
					طريقة التحليل		فروق المتوسطات Mean Difference (I-J)
					(J)	(I)	
(1) Enter	٠,٤٠	٠,٨٤٢❖	٠,٠٠١	٩١,٧٩٢❖	(١)	(٢)	٠,١٠٤❖
(2) Stepwise	٠,٣٠					(٣)	٠,١٠٤❖
(3) Remove	٠,٣٠					(٤)	٠,١٠٤❖
(4) Backward	٠,٣٠					(٥)	٠,١٠٤❖
(5) Forward	٠,٣٠						

❖ دال عند مستوى (٠,٠٥)

يتضح من نتائج تحليل القياس المتكرر لمطلق البواقي المعيارية الناتجة عن استخدام الطرق الخمسة موضع المقارنة والمتضمنة بجدول رقم (٥) أن قيمة اختبار (f) بلغت (٩٧,٨) وهي قيمة دالة عند ($p < 0.05$)، مما يشير إلى وجود فروق دالة لتباين مطلق البواقي المعيارية بين الطرق موضع المقارنة، وتشير المقارنات الثنائية لاختبار (LSD) إلى وجود فروق جوهرية بين طريقة إدخال المتغيرات (Enter) من ناحية وكل طريقة من طرق الإدخال الأخرى، ولم توجد أية فروق دالة بين متوسطات مطلق البواقي المعيارية بين الطرق الأخرى نظراً

لتساوي المتوسطات الخاصة بها، وتؤكد هذه النتيجة نتائج دراسة (Thomas, 2008) والتي أفادت بوجود تشابه بنتائج طرق إدخال المتغيرات بنموذج الانحدار وهي طرق (Forward, Backward, Enter, Stepwise)، ونتائج دراسة (Roger & Charles, 2009) التي أظهرت تشابه بين طريقتي (Enter, Stepwise)، ونتائج دراسة (Wenxuan, Tingting & Jun, 2012) التي انتهت إلى أن طرق إدخال المتغيرات أسفرت عن نتائج متشابهة مع استخدام طريقتي (Stepwise, Forward).

ثالثاً - نتائج إجراءات الإجابة عن السؤال الثالث الذي ينص على: "هل يتسق مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية لكل متغير من المتغيرات المنبئة (كل على حدة) مع مؤشرات جودة نموذج الانحدار: معامل التحديد (R^2) والانحراف المعياري للبواقي (S)، إحصاءة مالوز (C_p)، معيار (PRESS)، معيار أكياك للمعلومات (AIC) ومعيار بايزيان للمعلومات (BIC)؟ عن النتائج المبينة بالجدول التالي:

جدول رقم (٦)

مقارنة نتائج مؤشرات البواقي بمؤشرات جودة نموذج الانحدار لعينة الدراسة الكلية

المتغيرات المدرجة	مؤشرات جودة نموذج الانحدار							
	متوسط مطلق البواقي	معامل التحديد (R^2)	الخطأ المعياري (S)	إحصاءة مالوز C_P	معيار PRESS	محك اكياك AIC	محك بايزيان BIC	Fredman chi-Square
X1	١,٣٤٥	٠,٩٠٤	١,١٣	٢	٦٣٦,٤	١٥١٦,٣	١٥٢٨,٩	
X2	٥,٦١٠	٠,٢٠٢	٦,٦٢	٢	٢١٥١٦,٩	٣٢٤٦,٩	٣٢٥٩٥	
X3	٥,٧٩١	٠,٠٨٧	٧,١٤	٢	٢٥٠٧٢,١	٣٣٢١,١	٣٣٣٣,٦	
X4	٢,١٥٥	٠,٦٣٩	٤,١١	٢	٨٣٣١,٥٧	٢٧٨٠	٢٧٩٣	
X5	٣,٣٠٥	٠,٦٤٦	٤,٢٥	٢	٨٨٩٤,٦٩	٢٨١٢,٤	٢٨٢٥	
X6	٣,٨٨٣	٠,٤٨٨	٥,٩٠	٢	١٢٧٦٤,٢	٢٩٨٩,٧	٣٠٠٢,٣	
X7	٥,٨٤١	٠,٠٦٠	٧,٢٤	٢	٢٥٨١٦,٨	٣٣٣٥,٣	٣٣٤٧,٨	
X8	٤,٤٤٧	٠,٣٦٣	٥,٨٢	٢	١٦٦٧٣,٨	٣١٢١,٩	٣١٣٣,٥	
X9	٥,٦٤٤	٠,٠٣٧	٧,٣٣	٢	٢٦٤٥٠,٩	٣٢٤٧,١	٣٣٥٧,٧	
X10	٥,٠١٥	٠,٢٠١	٧,٢٤	٢	٢١٥٦١,٩	٣٢٤٦,٩	٣٢٥٩,٥	

جدول رقم (٧)

قيمة ودلالة اختبار فريدمان للفروق بين رتب نموذج الانحدار وفقاً لمتغيرات الدراسة

المتغيرات	(MASR)	(R^2)	S	C_P	PRESS	AIC	BIC	Fredman Chi-Square
X1	١	١	١	–	١	١	١	١,٠٢
X2	٧	٦,٥	٦	–	٦,٥	٦,٥	١٠	
X3	٩	٨	٧	–	٨	٩	٧	
X4	٢	٨	٢	–	٢	٢	٢	
X5	٣	٢	٣	–	٣	٣	٣	
X6	٤	٤	٥	–	٤	٤	٤	
X7	١٠	٩	٨,٥	–	١٠	١٠	٨	
X8	٥	٥	٤	–	٥	٥	٥	
X9	٨	١٠	١٠	–	٩	٨	٩	
X10	٦	٦,٥	٨,٥	–	٦,٥	٦,٥	٦	

❖ دال عند مستوى (٠,٠٥)

يتبين من جدول رقم (٦) أن المتغير (x1) جاءت قيم مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية له أقل من قيم نفس المؤشرلجميع المتغيرات المتبقية، واتسقت هذه النتائج أيضاً مع النتائج الخاصة بالمؤشرات الأخرى، حيث تبين أن قيمة مؤشر (R^2) الناتجة عن استخدام المتغير (١X) بلغت (٠,٩٠٤) وهي أعلى قيمة، بينما جاءت قيم نفس المؤشر للمتغيرات الأخرى متفاوته بين القيمتين (٠,٠٣٧ إلى ٠,٦٤٦) بما يفيد أن المتغير (١X) له أعلى نسبة في تفسير تباين المتغير المتنبأ به (y) إذا ما قورن بالمتغيرات الأخرى، كما تبين من نفس الجدول السابق أيضاً أن أقل قيم لمؤشرات جودة نموذج التحليل وهي (BIC, AIC, PRESS, S) جاءت للمتغير (١X) إذا ما قورنت بنتائج نفس المؤشرات الناتجة من التحليلات الخاصة بالمتغيرات الأخرى التي أدخلت بالتحليلات بما يفيد أن نموذج الانحدار البسيط الذي يعتمد على المتغير (x1) بمفردة أفضل من النماذج البسيطة التي تحتوي على كل متغير من المتغيرات الأخرى (كل على

حدة)، وذلك نظراً لأن نموذج الانحدار المتضمن لهذا المتغير أسفر عن القيم الأقل لمؤشرات (BIC, AIC, PRESS, s) بما يفيد أن هذا النموذج هو الأفضل من بين النماذج الأخرى (Symonds & Moussalli, 2011; Cohen et al., 2003) كما تبين من نفس الجدول السابق (٦) أن قيمة معامل التحديد (R^2) لنفس المتغير (x1) جاءت أعلى من مثيلاتها الناتجة عن المتغيرات الأخرى، مما يعني أن هذا المتغير يفسر أكبر نسبة من تباين الظاهرة المتنبأ بها (Burnham & Anderson, 2002) بما يفيد اتساق المؤشر المقترح (MASR) مع جميع المؤشرات الأخرى الخاصة بجودة نموذج الانحدار، كما تبين أيضاً من نتائج إحصاءة مالوز (C_p) أن قيمة هذه الإحصاءة بلغت القيمة (٢) مع جميع المتغيرات المنبئة العشرة بلا استثناء، وهي تساوي عدد المتغيرات الملائمة بالإضافة إلى ثابت النموذج (David, 2008)، ونظراً لأن كل نموذج يحتوي على متغير واحد فقط وثابت فإن قيمة تلك الإحصاءة جاءت ثابتة عند هذه القيمة مع جميع التحليلات التي تتضمن متغير منبئ واحد فقط، وبالتالي لا يعتمد على هذه الإحصاءة مع نماذج الانحدار البسيط التي تعتمد في تحليلاتها على متغير منبئ واحد فقط، ولكنها يمكن أن تفيد بصورة أوضح مع تحليلات الانحدار المتعدد الذي يحتوي على أكثر من متغير منبئ واحد (Burnham & Anderson, 2002) وبالتالي سوف يستبعد هذا المؤشر من التحليلات الخاصة باختبار فريدمان لفروق رتب نموذج الانحدار كما هو مبين بجدول (٧) وتبدو من خلال هذه النتائج ثمة دليل آخر يمكن أن يزيد من الثقة في الاعتماد على المؤشر المقترح (MASR) في اختيار نموذج الانحدار الأفضل كما يمكن استخدامه كبديل لمؤشرات (BIC, AIC, PRESS, S) وهي المؤشرات غير المتوفرة جميعها في برنامج تحليل واحد.

كما يتضح من النتائج السابقة المبينة بالجدول رقم (٧) المتضمن لقيمة ودلالة اختبار فريدمان (Chi-Square) للفروق بين رتب نموذج الانحدار وفقاً لمؤشرات جودة النموذج موضع المقارنة، أن قيمة اختبار فريدمان بلغت (١,٠٢) وجاءت غير دالة عند مستوى ($P < 0.05$) مما يعني عدم وجود اختلافات

جوهرية بين رتب نموذج الانحدار البسيط المتضمن لكل متغير من المتغيرات قيد الدراسة، مما قد يضيف دليلاً آخر لتشابه واتساق المؤشر المقترح (MASR) مع غالبة مؤشرات جودة نموذج الانحدار، وبما يسمح بإمكانية استخدامه أيضاً في المفاضلة بين بدائل نماذج الانحدار.

رابعاً - نتائج إجراءات الاجابة عن السؤال الرابع الذي ينص على :هل يختلف متوسط البواقي المعيارية باختلاف بدائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة Stepwise. لقد تبين من إجراءات الإجابة عن هذا السؤال من خلال النتائج المبينة بالجدولين رقمي (٧، ٨) وبيانهما فيما يلي:

جدول رقم (٨)

نتائج تحليل القياس المتكرر لمطلق البواقي المعيارية الناتجة عن نماذج الانحدار موضع المقارنة

نموذج الانحدار	المتوسط mean	اختبار ولكس لامدا Wilks' Lambda	التحقق من شرط الدورية (اختبار ماكولي) Mauchly's W	اختبار (F) لتباين القياس المتكرر Sphericity Assumed	المقارنات الثنائية (Lsd)		
					طريقة التحليل		فروق المتوسطات Mean Difference (I-J)
					(J)	(I)	
(1) X1	٠,٤٠٨٢٨٥	٠,٨١٠❖	٠,٠٠٣	٤٣,٠٢٥❖	(١)	(٢)	-٠,٠٣٢❖
(2) x1,x5	٠,٤٤٠٢٩٧					(٣)	-٠,١٠٤❖
(3) x1,x5,x6	٠,٥١٢٢٧٨					(٤)	-٠,١٠٣❖
(4) x1,x4,x5,x6	٠,٥١١٦٥٠					(٥)	-٠,١٠٣❖
(5) X10, X9,.....X1	٠,٥١١٦٥٠						

❖دال عند مستوى (٠,٠٥)

يتضح من الجدول رقم (٨) وجود فروق ظاهرية بين متوسطات مطلق البواقي المعيارية الناتجة عن النماذج موضع المقارنةحيث بلغت أعلى قيمة لها (٠,٥١١٦٥٠) وكانت لكل من النموذج (٥) المعتمد على كل المتغيرات العشرة،

والنموذج (٤) المعتمد على الأربعة متغيرات (x1, x4, x5, x6)، بينما بلغت أقل قيمة لنفس المؤشر القيمة (٠,٤٠٨٢٨٥) وجاءت للنموذج البسيط المعتمد على متغير واحد فقط (x1) : كما يتبين أن قيمة اختبار ولكس لامدا بلغت (٠,٨١٠) وهي دالة عند مستوى (٠,٠٥) مما يعني أن التباين بين البواقي المعيارية يعزى لنماذج الانحدار موضع المقارنة، كما تبين من اختبار ماكولي Mauchly's W للتحقق من شرط الدورية بلغت قيمته (٠,٠٠٣)، وهي قيمة ليست دالة مما يعني تحقق هذا الشرط، كما تبين أن قيمة اختبار (f) لتباين مرات القياس باستخدام النماذج الخمسة من الانحدار (المستخدم مع تحقق شرط الدورية) بلغت (٤٣,٠٢٥) وهي قيمة دالة عند مستوى (٠,٠٥) وبالتالي توجد فروق جوهرية بين متوسطات مطلق البواقي المعيارية التي أسفرت عنها نماذج الانحدار موضع المقارنة وتختلف من حيث عدد المتغيرات التي لها تأثيرات دالة على الظاهرة المتنبأ بها، حيث تبين من خلال المقارنة الثنائية باستخدام اختبار (LSD) وجود فروق جوهرية بين متوسط مطلق البواقي المعيارية للنموذج البسيط (١) من جانب وجميع النماذج الأخرى (٢، ٣، ٤) من جانب آخر في صالح النماذج الأخرى، مما يعني أن النموذج البسيط (١) (المعتمد على متغير واحد) أفضل من حيث التنبؤ إذا ما قورن بالنموذج المعتمد على كل المتغيرات (العشرة) والأخرى المعتمدة على أربعة وثلاثة واثنان من المتغيرات الدالة. وقد تفسر هذه النتائج بأن قيمة متوسط البواقي المعيارية الناتجة عن نموذج الانحدار قد ترتبط بقيمة معامل التحديد وهو المعامل الذي يشير إلى نسبة التباين في قيم الظاهرة المتنبأ بها التي تعزى وتفسر بالمتغير المنبئ (Burnham & Anderson, 2002 ; الشافعي، ٢٠١٤)، وذلك نظراً لأن قيم معاملات التحديد الناتجة عن نموذج التحليل الواحد تختلف عن قيم معاملات التحديد الناتجة عن النماذج الأخرى التي تتضمن عدداً مختلفاً من المتغيرات، وهي المتغيرات التي بدورها اختلفت قيم معاملات التحديد الخاصة بها ارتفاعاً وانخفضاً – كما هو مبين بالجدول رقم (٦) – وتعكس تفاوت تأثيرها على الظاهرة المتنبأ

بها أيضاً ارتفاعاً وانخفاضاً، وبالتالي فإن هناك ثمة علاقة بين اختلاف معاملات التحديد المدرجة بالنماذج موضع المقارنة وقيم متوسطات البواقي المعيارية الناتجة عن كل نموذج على حدة، وهذا ما قد يفسر اختلافات قيم مؤشر البواقي المعيارية الذي جاء مميزاً بين نماذج الانحدار الأخرى التي اعتمدت في تحليلاتها على عدد أكبر من حيث عدد المتغيرات، مما قد يعني إمكانية استخدام هذا المؤشر في التمييز بين بدائل نماذج الانحدار. وهذا ما سوف يتضح من الإجابة عن السؤال الوارد لاحقاً.

خامساً - نتائج إجراءات الإجابة عن السؤال الخامس الذي ينص على: هل يتسق مؤشر متوسط البواقي المعيارية لبدائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة Stepwise. ومؤشرات جودة النموذج: معامل التحديد (R^2) والانحراف المعياري للبواقي (S)، إحصاءة مالوز (C_p)، معيار (PRESS)، معيار أكياك للمعلومات (AIC) ومعيار بايزيان للمعلومات (BIC)؟ عن النتائج المبينة بالجدولين التاليين:

جدول رقم (٩)

قيم مؤشرات جودة النموذج المرتبطة ببدائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة التحليل Stepwise

بائل نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة Stepwise	متوسط مطلق البواقي المعيارية (MASR)	معامل التحديد المصحح (R^2)	الخطأ المعياري (S)	محك اكياك AIC	محك بايزيان BIC	إحصاء مالوز C_P	معيار PRESS
(1) x1	٠,٤٠٨	٠,٩٠٣	١,١٣	١٤٧٦	١٥٢٩	٢	١٢٤١
(2) x1,x5	٠,٤٤٠	٠,٩٠٥	١,١٣	١٤٠١	١٤٧٠	٣	٢٤١٢
(3) x1,x5,x6	٠,٥١٢	٠,٩١٧	١,١١	١٣٨٨	١٤٣٣	٤	٢٦٦٧
(4) x1,x4,x5,x6	٠,٥١١	٠,٩١٨	١,١١	١١٧٨	١٤١١	٣,١	٢٤٢٥
(5) X1,X2,...X10	٠,٥١١	٠,٩١٦	١,١١	١١٧٨	١٤١١	٠,٥	٢٦٥٦

جدول رقم (١٠)

ترتيب النماذج حسب الأفضلية من حيث الجودة

نماذج الانحدار الناتجة عن استخدام طريقة Stepwise	(MASR)	(R^2)	(S)	AIC	BIC	C_P	PRESS	Fredman Chi-Square
(1) x1	١	٥	٢	٤	٤	١	١	٧,١٤٦
(2) x1,x5	٢	٤	٢	٣	٣	١	٢	
(3) x1,x5,x6	٤	٢	١	٢	٢	١	٥	
(4) x1,x4,x5,x6	٣	١	١	١	١	٢	٣	
(5) X1,X2,.....,X10	٣	٣	١	١	١	٣	٤	

❖ دال عند مستوى (٠,٠٥)

يتضح من النتائج السابقة المبينةبالجدولين رقمي (٩، ١٠) أن قيمة اختبار فريدمان بلغت (٧,٢٧٢) وهي غير دالة ($p > 0.05$) مما يعني عدم وجود اختلاف جوهري بين ترتيب بدائل نماذج الانحدار باختلاف مؤشر جودة نموذج التحليل. ويرى الباحث أنه على الرغم من النتائج غير الدالة لاختبار فريدمان ومن خلال التحليل الكيفي والفحص الذاتي من جانب الباحث لقيم نتائج مؤشرات جودة نموذج الانحدار المدرجة بجدول رقم (٩) ومن خلال القواعد المرتبطة بكل مؤشر على حدة وتُحدد أفضلية نموذج الانحدار، يبدو أن هناك اختلافاً - على الرغم من أنه ليس جوهرياً - قد يكون له أهمية عند اختيار النموذج الأفضل نظراً لأن القواعد الخاصة باستخدام هذه المؤشرات تنص على أن مجرد وجود اختلاف بين قيمة المؤشر عن قيم نفس المؤشر (زيادة أو نقصاً وفقاً لطبيعة المؤشر والفلسفة الخاصة به) وبين بدائل نماذج الانحدار يمكن أن يعتمد عليه في اختيار النموذج الأفضل دون أن يكون هناك حدود معينة لمقدار هذا الاختلاف، وبالتالي فإن الباحث يرى أن ترتيب بدائل نماذج الانحدار حسب الأفضلية (كما ورد بجدول رقم ٩) في ضوء المؤشر المقترح (MASR) الناتج من التحليلات، جاء بالنموذج البسيط (١) المعتمد على المتغير (x1) في

المرتبة الأولى، ثم النموذج(٢) المعتمد على المتغيرين (x1,x5) في المرتبة الثانية، وكل من النموذج رقم (٤) المعتمد على الأربعة متغيرات (x1,x4,x5,x6)، والنموذج الكلي (٥)المعتمد على كل المتغيرات العشرة (x1,x2,...,x10) في المرتبة الثالثة ثم النموذج رقم (٤) المعتمد على المتغيرات الثلاثة (x1,x5,x6) بالمرتبة الرابعة والأخيرة.وقد تشابهت هذه النتائج بصورة واضحة مع نتائج معيار (PRESS)، والتي أفادت بأن النموذج البسيط رقم (١) والنموذج رقم (٢) جاءا في المرتبتين الأولى والثانية من حيث الأفضلية، والنموذج رقم (٤) المعتمد على الأربع متغيرات في المرتبة الثالثة، ثم النموذج (٥) في المرتبة الرابعة، ثم النموذج رقم (٣) في المرتبة الأخيرة وبالتالي تشابهت نتائج مؤشرات البواقي المعيارية (الأربعة) مع معيار (PRESS) في عدد أربعة نماذج من خمسة نمازج وهي النماذج أرقام (١،٢،٣، ٤) بينما بدا الاختلاف في نموذج واحد فقط وهو النموذج (٥)، وتفيد هذه النتيجة بكفاءة هذا المعيار في تحديد نموذج الانحدار الأفضل إذا ما قورن بمعايير أخرى (Mehmood et al., 2014; Karman et al., 2013) في حين اختلفإلى حد ما ترتيب النماذج التي أسفرت عنها نتائج مؤشر (MASR) مع ترتيب نفس النماذج من حيث الأفضلية الناتجة عن المؤشرات الأخرى، حيث أظهرت المقارنات الخاصة بمؤشر معامل التحديد المصحح (R^2) الذي يفيد بأن النموذج صاحب القيمة الأكبر لمعامل التحديد هو الأفضل (Burnham & Anderson, 2002)، جاء النموذج رقم (٤) في المرتبة الأولى ثم النموذج (٣) المعتمد على الثلاثة متغيرات ثم النموذج رقم (٥) المعتمد على العشرة متغيرات، ثم النموذج رقم (٢) المعتمد على متغيرين ثم النموذج رقم (١) المعتمد على متغير واحد فقط في المراكز من الثاني حتى الخامس على التوالي، وبالتالي بدا الاختلاف في جميع النماذج بلا استثناء عدا النموذج رقم (٥) والذي احتل نفس المرتبة من حيث الأفضلية مع كل من مؤشرات البواقي الأربعة ومؤشر (R^{-2}) أما النتائج الخاصة بمؤشر الخطأ المعياري (s) الذي يفيد بأن النموذج الأفضل يمتلك القيم الأقل من المؤشر (Cohen et al., 2003) فقد جاءت النماذج المعتمدة على المتغيرات التي عددها (ثلاثة، أربعة، عشرة)

متغيرات، وهي النماذج أرقام (٣، ٤، ٥) كان لها المرتبة الأولى في حين جاء كل من النموذجين المعتمدين على (متغير واحد ومتغيرين) وهما رقما (١، ٢) في المرتبة الثانية وبالتالي حدث التشابه بين مؤشر (MASR) ومؤشر (s) في نموذج واحد فقط وهو النموذج (٢)، أما فيما يتعلق بمحكي المعلومات (BIC, AIC) اللذان يفيدان بأن الأفضلية للنموذج الذي يمتلك أقل قيمة لكل من هذين المؤشرين (VriezeVrieze, 2010)، فقد جاء النموذج المعتمد على المتغيرات ذي العدد الأكبر من المتغيرات هي الأفضل بنتائج هذين المؤشرين، وجاء ترتيب النماذج من حيث الأفضلية للنماذج أرقام (٥، ٤، ٣، ٢، ١) على الترتيب، وبالتالي بدت النتائج متسقة ومتطابقة بين هذين المؤشرين فقط، وهذا ما أشارت إليه دراستا (Alma et al., 2011; Kurozumi & Tuuaandorj, 2011) وبالتالي اختلفت نتائج أفضلية النماذج بصورة تامة بين المؤشرات الأربع للبواقي ونتائج معياري (BIC, AIC)، أما فيما يتعلقبنتائج مؤشر إحصاءة مالوز (C_p) فقد جاءت النماذج التي اعتمدت على عدد أقل من المتغيرات هي الأفضل، حيث تعتبر قيمة هذه الإحصاءة المساوية لعدد المتغيرات الدالة بالنموذج +١ تشير للنموذج الأفضل (David, 2008)، وهي النماذج أرقام (١، ٢، ٣) التي احتلت المرتبة الأولى، بينما جاء النموذج (٤) المعتمد على أربعة متغيرات والنموذج (٥) المعتمد عشرة متغيرات في المرتبتين الثانية والثالثة على التوالي، وبالتالي تشابهت النتائج الخاصة بمؤشرات البواقي الأربع ومؤشر (C_p) إلى حد ما، بينما اختلفت النتائج بين أطراف المقارنة بالنماذج المتبقية.أما فيما يتعلق بالنتائج الخاصة بمؤشرات ($R^{\sim 2}$)، (s) (BIC, AIC)، (C_p)، (PRESS)، فعلى الرغم من نتائج اختبار فريدمان التي أفادت بعدم وجود فروق جوهرية بين نتائج تلك المؤشرات، فقد اتضح للباحث من خلال النتائج السابقة وجود اختلاف - إلى حد ما - بين تلك المؤشرات في تحديد النموذج الأفضل وهذا يتسق مع نتائج دراسة (Kurozumi & Twvaandrj, 2013) التي أشارت إلى وجود اختلاف بين مؤشرات جودة نموذج التحليل. أما مؤشري المعلومات (BIC, AIC) فقد جاءت جميع نتائجهما متسقة ومتطابقة من حيث ترتيب النماذج حسب

الأفضلية، وهذا ما أشارت العديد من الدراسات (Kurozumi & Twvaandrj, 2011; Yonh-Hun et al., 2014)، وقد جاءت هذه النتائج غير متوقعة، فمن المنطقي أن دقة التنبؤ تتعلق بمدى اقتراب أو ابتعاد القيم المتنبأ بها من القيم الفعلية للظاهرة المتنبأ بها فكلما قلت القيم المطلقة للبواقي التي تمثل الفروق بين القيم المتنبأ بها والقيم الفعلية دل ذلك على دقة التنبؤ، وبالتالي فإن النتائج التي تبدو مختلفة لتلك المؤشرات تؤدي إلى إثارة بعض من الشكوك حول الأسس الرياضية المعقدة التي تستند إليها وقد تتعلق باختلاف الأسس النظرية في تقدير هذه المؤشرات، حيث يعتمد مؤشري (AIC, BIC) على عدد المتغيرات الدالة بالنموذج (k)، وحجم العينة (n) (Matthew & Adnan, 2011: 14)، في حين تعتمد إحصاءة مالوز (C_p) على مجموع مربعات البواقي، (p) عدد معاملات نموذج الانحدار الكلي (بما في ذلك ثابت النموذج)، (s^2) تباين البواقي لفئة المتغيرات الكلية، (n) حجم العينة، (Lee-Ing & Chung-Ho, 2002) بينما يعتمد الخطأ المعياري (s) على قيمة الجذر التربيعي لتباين البواقي فقط Kkeith, 2006: 266) كما يعتمد معامل التحديد (R^2) على مربع معامل الارتباط المتعدد بين الظاهرة المتنبأ بها والمتغيرات المعتمد عليها بالتحليلات (Steidl, 2006: 1499)، في حين يعتمد معيار (PRESS) على مربع مجموع البواقي المعيارية واستبعاد الحالات الشاذة البعيدة عن خط الانحدار (Rousseeuw & Leroy, 2003: 145)، ويرى الباحث أن اختلاف الأسس النظرية وما يترتب عليها من معالجات قد تؤدي إلى اختلاف نتائج تلك المؤشرات، وقد تكون تلك الاختلافات هي أحد الأسباب التي جعلت كل برنامج من برامج التحليل الثلاث يعتمد على بعض منها فقط ولا يعتمد على المؤشرات الأخرى التي تتضارب معها من حيث النتائج، حيث يعتمد برنامج SPSS على معامل التحديد (R^2) بينما يعتمد برنامج SYSTAT على مؤشري المعلومات (AIC, BIC) في حين يعتمد برنامج MINITAB على مؤشرات مالوز (C_p)، (PRESS)، (S) وبالتالي فإن الإجابة الخاصة بالسؤال التالي: لماذا لميتضمن برنامج واحد من برامج التحليل كل المؤشرات الخاصة بجودة نموذج الانحدار؟ قد تبدو واضحة من خلال النتائج

الدراسة الحالية التي أظهرت شيء ما من التضارب والاختلاف بين تلك المؤشرات. وبالتالي قد تبدو مشكلة لدى مصممي البرنامج في حصول المستخدم على نتائج متضاربة التي قد تؤدي في النهاية إلى انطباعات قد لا تكون إيجابية نحو البرنامج أو تلك المؤشرات. وعلى نحو آخر فقد تبين كذلك من خلال النتائج السابقة الاتساق الواضح إلى حد ما بين النتائج الخاصة بالمؤشر المقترح (MASR)، ومؤشر معيار (PRESS) وقد يفسر هذا الاتساق بأن هذا المؤشر يعتمد في معالجاته الخاصة بتحديد النموذج الأفضل على مفهوم البواقي المعيارية (Rousseeuw, & Leroy, 2003: 144) وبالتالي فإن كلا من المؤشر المقترح ومؤشر (PRESS) يعتمدان في تقديراتها لدقة التنبؤ على مؤشر أكثر صدقاً هو مؤشر البواقي (Residuals) بما يؤكد إمكانية الاعتماد على المؤشر المقترح في الكشف عن أفضلية نموذج الانحدار، وذلك مع برامج التحليلات التي لا تتضمن بالحزمة الإحصائية الخاصة بها مؤشر (PRESS) مثل برنامجي التحليل (SPSS, SYSTAT) وهما الأكثر شيوعا وانتشارا بين جماهير الباحثين.

خاتمة

تبين من خلال نتائج الدراسة أن المؤشر المقترح (MASR) هو الأكثر صدقاً من بين مؤشرات جودة نموذج الانحدار الأخرى حيث تبين أنه أعطى نتائج إلى حد ما متسقة مع أغلب مؤشرات جودة النموذج، كما أنه بدا أكثر اتساقاً مع مؤشر PRESS وهو المؤشر الذي يعتمد في معالجاته على فلسفة البواقي المعيارية فقط، ونظراً لأن أغلب مؤشرات جودة نموذج الانحدار غير متضمن جميعها ببرنامج تحليل واحد، فإنه يمكن الاعتماد على مؤشر (MASR) المقترح بالدراسة الحالية مع تحليلات برنامج SPSS الأكثر استخداماً بين جمهور الباحثين العلميين، وهو البرنامج الذي لا يتضمن بالحزمة الإحصائية الخاصة به مؤشرات مثل (s)، (AIC، BIC)، (C_p)، (PRESS). مما قد يسهل على الباحثين الحصول على نتائج دقيقة ومن خلال مؤشر لا يختلف بل يكون أفضل من المؤشرات الأخرى التي تستخدم في المفاضلة بين نماذج الانحدار المتعدد الناتجة عن تحليلات طريقة Stepwise.

التوصيات

في ضوء النتائج التي أسفرت عنها الدراسة يجب عدم الاكتفاء فقط بمؤشرات معامل التحديد والخطأ المعياري للبواقي المعيارية، وإحصاءةمالوز، معيار أكياك، معيار بايزيان في اختيار نموذج الانحدار الأفضل، بل يجب الاعتماد على مؤشر أكثر صدقاً وأكثر وضوحاً وتفسيراً وهو مؤشر متوسط مطلق البواقي المعيارية كذلك لأنه الأقرب إلى معنى دقة التنبؤ التي تتلخص في اقتراب قيم التنبؤ بالظاهرة من القيم الفعلية لها، وبالتالي يجب الاعتماد على المؤشر المقترح مستقبلاً للكشف عن نموذج الانحدار الأفضل في مختلف الدراسات والبحوث وكذلك الإجراءات الخاصة بمجال التنبؤ.

دراسات مقترحة

في ضوء نتائج الدراسة الحالية يمكن اقتراح الدراسات التالية:

١ - دراسة كفاءة مؤشر (MASR) كمعيار في اختيار النموذج الأفضل في مجال الانحدار اللوغاريتمي.

٢ - دراسة كفاءة مؤشر (MASR) كمعيار في اختيار النموذج الأفضل في مجال التحليل التمييزي.

٣ - دراسة كفاءة مؤشر (MASR) كمعيار في اختيار النموذج الأفضل في مجال تحليل الانحدار غير الخطي.

٤ - دراسة للتحقق من صدق مؤشر (MASR) بالمقارنة بالمؤشرات الأخرى في إجراءات القبول بالمجالات الدراسية أو المهنية المختلفة.

Using Average of Absolute Standard Residuals Index As a Suggested Indicator for the Detection of Quality Linear Regression Model

Dr. Mohamed M. Alshafei
Faculty of Education, King Saud University
K.S.A

Summary

The study targeted detecting quality linear regression model using the proposed indicator, an indicator of average absolute residuals standard. To achieve this goal a random sample of students data from Faculty of Education, King Saud University in ten courses of the joint between the science departments college as independent variables (predictors) and variable grade point average (GPA) as the dependent variable predictable. The study also used a set of standards that are used in the comparison between the models of linear regression like a Akiak information criterion (AIC) and Bayesian information criterion(-BIC) and the adjusted coefficient of determination debugger (R^{-2}), and standard error (S), statistic Mallows (C_P), standard (PRESS) as criteria indicators to test the proposed index can be used as an alternative to the procedures in the trade-off between regression models resulting from the multiple linear regression analyses depending on the method (Stepwise) input variables in the regression model. The results showed the possibility of using the suggested index in the trade-off between regression models.

المراجع

١ - إسماعيل، محمد عبد الرحمن (٢٠٠١). تحليل الانحدار المتعدد. معهد الإدارة العامة،الرياض.

٢ - الشافعي، محمد منصور (٢٠١٤). **الإحصاء التقليدي والمتقدم في البحوث التربوية، أسس نظرية وتطبيقية باستخدام برامج** (SPSS - LISREL - AMOS) - الكتاب الأول. الرياض: مكتبة الرشد.

٣ - فهمي، محمد شامل بهاء الدين (٢٠٠٩). **الإحصاء بلا معاناة**، الرياض: معهد الإدارة العامة، مركز البحوث.

4 - Akter, S. & Khan, M. H. (2010). Multiple-Case Outlier Detection in Multiple Linear Regression Model Using Quantum-Inspired Evolutionary Algorithm, **Journal Of Computers**, 5(12):1779-1788.

5 - Alma, O. & Kurt, S, A. (2011). Genetic algorithms for outlier detection in multiple regression with different information criteria, **Journal Of Statistical Computation And Simulation**, 181: 29- 47.

6 - Bogdan, M.; Gbosh, J.K. & Zak-Szatkowsks (2008). Selecting Explanatory Variables with the ModifiedVersion of the Bayesian Information Criterion. **Quality And Reliability Engineering International**, 24:627-641.

7 - Burnham, K. P., & D. R. Anderson (2002). Model selection and multimodel inference. 2nd ed. Springer, Berlin.

8 - Cohen, J., Cohen P., Stephen G., Leona S. (2003)**. Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences**. NJ, Mahwah.

9 - Derksen, S., & Keselman, H. J. (1992). Backward, forward and stepwise automated subset selection algorithms: frequency of obtaining authentic and noise variables. **British Journal of Mathematical and Statistical Psychology**, 45:265-268.

10 - Dobson, A. J. (2002). **An introduction to generalized linear models. Chapman** & Hall/CRC. NJ.

11 - Fox, J. (2008) **Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models**, Los Angeles, SAGE.

12 - Ge, Zhongfu (2009). Effectiveness of the T-test in Multiple Linear Regression Modeling of Environmental Systems, **Environmental Engineering Science**, 26 (2):377-383.

13 - Ibrahim, N. & Wibowo, A. (2013). Partial Least Squares Regression Based Variables Selection For Water Level Predictions. **American Journal of Applied Sciences**, 10 (4): 322-330.

14 - Karman, I.; Qannari, El-Mostafa; Martens, H.; Hedemann, M.S.; Erick, Knud; Knudsen, B. & Kohler, A. (2013). Comparison of Sparse and Jack-knife partial least squares regression methods for variable selection, **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, 122:65-77.

15 - Keith, T.A. (2006). **Multiple Regression And Beyond**. USA, Pearson College Division.

16 - Kleinbaum, David G. (2008). **Applied Regression Analysis and Multivariable Methods**, U.S.A, CA, Thomson brooks/col.

17 - Kurozume, E. & Tuvaandorj, P. (2011). Model selection criteria in multivariate models with multiple structural changes. **Journal of Econometrics**, 164(2): 218-238.

18 - Lee-Ing, Tong and Chung-Ho, Wang. (2002). **STATISTICA V5.5 and Basic Statistic Analysis**, Tasng Hai Publisher, Taiwan, R.O.C.

19 - Mehmood, Tahir; Liland, Kristian, H.; Snipen, L. & Saeba, S. (2012) A review of variable selection methods in Partial Least Squares Regression **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, 118:62-69.

20 - Mundry, R. & Nun, C.L. (2009). Stepwise Model Fitting and Statistical Inference: Turning Noise into Signal Pollution. **The American Naturalist**, 173(1):119-123.

21 - Pintar A. L, Anderson-Cook, M. & Huaiqing, U. (2013). Prediction-Based Model Selection For Bayesian Multiple Regression models. **Advances & Applications in Statistics**, 32(2):83- 117.

22 - Richards, S.A. (2008). Dealing with overdispersed count data in applied ecology. **J Appl Ecol**, 45:218-227.

23 - Steidl, R. J. (2006). Model selection, hypothesis testing, and risks of condemning analytical tools. **Journal of Wildlife Management**, 70: 1497-1499.

24 - Symonds, Matthew R. E. & Moussalli, Adnan (2011). A brief guide to model selection, multimodel inference and model averaging in behavioural ecology using Akaike's information criterion. **Behav Ecol Sociobiol**, 65:13-21.

25 - Tang, Wan; He, Hua; & Tu, Xin M. (2014) **Applied Categorical and Count Data Analysis**, UK: Champan and Hall/CRC.

26 - Ueki, Masao & Kawasaki, Yoshinori (2013). Multiple choice from competing regression models under multicollinearity based on standardized update. **Computational Statistics and Data Analysis**, 63:31-41.

27 - Vrieze, S. (2012). Model Selection and Psychological Theory: A Discussion of the Differences Between the Akaike Information Criterion (AIC) and the Bayesian Information Criterion (BIC). **Psychological Methods**, 17 (2): 228-243.

28 - Wenxuan, Z., Tingting, Z., & Jun, S. (2012). Correlation pursuit: forward stepwise variable selection for index models, **The Journal of Royal Statistical Society**, 74 (5): 849-870.

29 - Wu, Tiee-Jian; Chen, Pinyuen & Yan, Yanjun (2013). The weighted average information criterion for multivariate regression model selection, **Signal Processing**, 93(1): 49-55.

30 - Yadav, V.; Mueller, K. & Michalak, A. (2013). A backward elimination discrete optimization algorithm for model selection in spatio-temporal regression models. **Environmental Modelling & Software**, 42: 88-98.

31 - Yong-Huan, Y.; Dong-Sheng, C.; Jun, Y.; Da-Bing, R. & Qing-Song, X. (2014). A simple idea on applying large regression coefficient to improve the genetic algorithm-PLS for variable selection in multivariate calibration. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**,130:76-83

32 - Zeng, L.; Wu, J.; & Xie, J. (2008). Statistical Methods in Integrative Analysis for Gene Regulatory Modules, **Statistical Applications in Genetics and Molecular Biology**, 7(1) :1-24.