AL KUT JOURNAL OF ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES
Publisher: College of Economics and Management - Wasit University

"استعمال الخوارزمية الجينية للتنبؤ بنموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات"

"Using Genetic Algorithm to Predict Spatial Error Model for Multivariate Variance Gamma Distribution"

م .د سرمد عبدالخالق صالح

قسم الرياضيات /كلية التربية للعلوم الصرفة/ جامعة الحمدانية/ العراق.

sarmadsalih@uohamdaniya.edu.iq

المستخلص

تهدف الدراسة الى استخدام أسلوب جديد يقوم على اعتماد نموذج الخطأ المكاني كبديل عن نموذج الانحدار الاعتيادي بالإضافة الى استثمار تقنية الشبكات العصبية الاصطناعية في هذا المجال، اي بمعنى أن تكون مشاهدات حد الخطأ ترتبط مكانياً فيما بينها، وبافتراض كون النموذج يتبع تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات، تم اجراء عملية التنبؤ بأسعار الأسهم المالية في العراق. اما فيما يتعلق بنموذج الخطأ المكاني الذي يحتوي على معلمة التأثير المكاني، فضلاً عن معلمات تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات. وتم استعمال تقنية الخوارزمية الجينية (الوراثية) لتقدير معلمات النموذج، وأن تكون مصفوفة التجاورات المكانية عبارة عن مصفوفة (Rook) . وطبقت النتائج التي تم الوصول إليها على مجاميع من البيانات الحقيقية المتعلقة بسوق الاوراق المالية في العراق ولقطاع المصارف والصناعة والزراعة. وبالاستعانة ببرنامج (Matlab R2020a) و الـ SPSS أظهرت نتائج تقنية الخوارزمية الجينية تفوقها على طريقة الامكان الاعظم للتنبؤ بنموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات مقارنة مع نموذج الانحدار الاعتيادي ونموذج انحدار كاما وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية، وذلك بالاعتماد على معياري متوسط مربعات الخطأ ومتوسط النسبة المطلقة للخطأ.

الكلمات المفتاحية: نموذج الخطأ المكاني، تقنية الخوارزمية الجينية (الوراثية)، مصفوفة التجاورات المكانية، تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات، نموذج انحدار كاما، تقنية الشبكات العصبية الاصطناعية.

Abstract

The study aims to use a new method based on adopting the spatial error model as an alternative to the regular regression model in addition to investing in artificial neural networks technology in this field, meaning that the observations of the error term are spatially linked to each other, and assuming that the model follows multivariate variance gamma distribution, the process of predicting stock prices in Iraq was carried out. As for the spatial error model, which contains the spatial effect parameter as well as the variance parameters of the multivariate gamma distribution. The genetic algorithm technique was used to estimate the model parameters and the spatial adjacency matrix was a (Rook) matrix. The results reached were applied to groups of real data related to the stock market in Iraq and to the banking, industrial and agricultural sectors. Using the (**Matlab R2020a**) and SPSS program, the results of the genetic algorithm technique showed its superiority over the maximum likelihood method for predicting the spatial error model for the multivariate variance gamma distribution compared to the regular regression model, the gamma regression model, and the artificial neural network technique, based on the criteria of the mean square error and the mean absolute error ratio.

Keywords: Spatial Error Model, Genetic Algorithm Technique, Spatial Adjacency Matrix, Multivariate Variance Gamma Distribution, Gamma Regression Model, Artificial Neural Network Technique.

(1) المقدمة **Introduction**

تعدُّ استقلالية الاخطاء لنماذج الانحدار المختلفة من أهم الفروض الاحصائية الواجب توفرها في تحليل البيانات، الا أن وجود ارتباطات بين المشاهدات الظاهرة المدروسة الذي ما يعرف بالارتباط الذاتي يعد مخالفة لهذه الشروط ، لذا يجب علينا عند تحليل البيانات اخذ ذلك بنظر الاعتبار بمعنى اخر يجب الاعتماد على نماذج اكثر عمومية منها نموذج الخطأ المكاني والذي ينص على ان يكون هناك ارتباط مكاني بين مشاهدات الخطأ العشوائي ويكون قابل للتطبيق عندما يحدث الارتباط المكاني التلقائي كمشكلة ناتجة عن تحديد خاطئ أو تحديد غير كافٍ للمشاهدات المكانية والهدف من النموذج هو تصحيح الخطأ المكاني.

تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات يعدُّ من التوزيعات الاحتمالية المستمرة الذي ينتج من دمج توزيع كاما مع التوزيع الطبيعي المنحرف متعدد المتغيرات، فضلاً على انه من التوزيعات الاحتمالية المنحرفة الذي له دور كبير للتطبيق في مختلف القطاعات الاقتصادية وذلك لعدَّه حالة خاصة من توزيع القطع الزائد الموسع الذي يتضمن مختلف التوزيعات الاحتمالية المستمرة.

قام كل (علي وهادي، 2014) بتقدير نموذج الانحدار الذاتي المكاني ونموذج الخطأ المكاني لمعرفة اهمية التحليل المكاني لبيانات المسح الاقتصادي والاجتماعي للأسرة لسنة (2012)، ومن خلال الدراسة تبين وجود الاعتمادية المكانية عن طريق اختبار موران ومضاعف لاكرانج الحصين، وان عملية تجاهل هذه الاعتمادية يؤدي الى فقدان معلومات مهمة في عملية تحليل البيانات، فضلاً عن استعمال عدة مصفوفات تجاورات مكانية التي تأخذ بنظر الاعتبار تأثير الجوارات واستنتج الباحثان تفوق نموذج الانحدار الذاتي المكاني على نموذج الانحدار الاعتيادي، بالاعتماد على معايير مقارنة عديدة.

كذلك درس كل من (Gallaugher & McNicholas, 2019) ثلاثة توزيعات احتمالية منحرفة، وهم توزيع مصفوفة القطع الزائد المعمم وتباين توزيع مصفوفة كاما وتوزيع مصفوفة معكوس كاوس الطبيعي، فضلاً عن دراسة خصائص التوزيعات والتطبيق على مثال حقيقي لبيان أهمية التوزيعات المنحرفة.

كما قدر كل من (مخيلف وعبد الرحيم، 2022) معلمات نموذج الانحدار اللاخطي والمتمثل بنموذج الانحدار اللوجستي اللوغارتمي بالاعتماد على الخوارزمية الجينية، فضلاً عن الطرائق الكلاسيكية، وهي طريقة المربعات الصغرى الموزونة والامكان الاعظم والتطبيق على بيانات حقيقية تتعلق بالمرضى المصابين بأمراض القلب، ومن خلال معايير المقارنة تفوقت طريقة المربعات الصغرى الموزونة على الخوارزمية الجينية والامكان الاعظم.

إن عملية الوصول إلى تقدير مثالي لمعلمات تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات نوعاً ما أقرب الى المستحيل بالطرق الكلاسيكية، لذلك سيتم اللجوء إلى استخدام تقنية الخوارزمية الجينية لغرض حل المسألة. الدراسات الحديثة تعتمد على التداخل أو التوليف بين مختلف الاتجاهات للعلوم، موضوع التداخل بوسعهِ أن يستفيد من المزايا الكثيرة لهذه العلوم وتوظيفها في اتجاه خدمة المجالات الاخرى، والابتعاد أو محاولة تجاوز العيوب الموجودة في بعض الطرائق عبر استخدام الحلول المتوفرة في الاتجاه الموظف فيهِ. إلاّ أن موضوع التوظيف في مختلف العلوم أمر معقد ويحتاج إلى معرفة كافية في كلا الاتجاهين المستخدمين لتحقيق النتائج المثلى، وعلى هذا الأساس اعتمد هذا البحث على توظيف مزايا تقنية الخوارزمية الجينية في عملية تقدير معلمات تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات، واستخدام نموذج الخطأ المكاني كبديل للانحدار الخطي الاعتيادي وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية لغرض اجراء عملية التنبؤ بأسعار الأسهم المالية في العراق ولمختلف القطاعات.

قسم البحث على جانبين، احتوى الجانب النظري وصفاً لنموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات فضلاً عن استعمال طريقة الامكان الاعظم لتقدير دالة النموذج ووصف الخوارزمية الجينية وكيفية استعمالها في عملية تقدير معلمات نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات. اما الجانب التطبيقي تضمن تطبيق ماتم ذكره في الجانب النظري على ثلاثة قطاعات لبيانات حقيقية تتعلق بأسعار الاسهم المالية في العراق وتم دراسة شركتين لكل قطاع. واخيراً عرض أهم الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل إليها من خلال النتائج.

(2) تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات: Multivariate Variance Gamma Distribution

تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات من التوزيعات الاحتمالية العشوائية المستمرة والذي نتج من دمج توزيعيين احتماليين مستمريين والمتمثلين بتوزيع الطبيعي متعدد المتغيرات المنحرف بالمعلمات $\left(\underline{\mu}, \sigma^2 I_n, \underline{\gamma}\right)$ وتوزيع كاما بالمعلمات (α, α) اي بمعنى معلمة الشكل هي ذاتها معلمة القياس. وان المعلمة $(\underline{\gamma})$ تمثل متجه الانحراف والـ$\left(\underline{\mu}\right)$ متجة الموقع و(σ^2) معلمة التباين وعلى هذا الأساس عدَّ تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات من التوزيعات المنحرفة التي لها تطبيقات واسعة في مختلف مجالات القطاعات الاقتصادية وذلك لاحتسابه حالة خاصة من توزيع القطع الزائد المعمم، وان دالة الكثافة الاحتمالية العشوائية له تكون كالاتي: (Gallaugher & McNicholas ,2019)

$$f(\underline{Y}) = \frac{2\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{n}{2}} (\alpha)^{\alpha} (\Gamma(\alpha))^{-1} \left(\frac{(\underline{Y}-\underline{\mu})^T (\underline{Y}-\underline{\mu})}{\sigma^2}\right)^{\frac{\alpha}{2}-\frac{n}{4}}}{\left(\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\right)^{n} (\sigma^2)^{\frac{n}{2}} e^{-\frac{(\underline{Y}-\underline{\mu})^T \underline{\gamma}}{\sigma^2}} \left(\frac{\underline{\gamma}^T \underline{\gamma}}{\sigma^2} + 2\alpha\right)^{\frac{\alpha}{2}-\frac{n}{4}}}$$

$$* H_{\alpha-\frac{n}{2}}\left(sqrt\left(\left(\frac{(\underline{Y}-\underline{\mu})^T (\underline{Y}-\underline{\mu})}{\sigma^2}\right)\left(\left(\frac{\underline{\gamma}^T \underline{\gamma}}{\sigma^2} + 2\alpha\right)\right)\right)\right) \quad \dots (1)$$

اذا ان $\alpha > 0$ ، وان $H_r(sqrt(.))$ تمثل دالة هانكل (Hankel function) من الرتبة (r) ومعرفة حسب المعادلة الاتية:(Koudou & Ley ,2014)

$$H_r(sqrt(.)) = \int_0^{\infty} x^{-(1-r)} \left(2 e^{\frac{-1}{2}(sqrt(.))\left[-\frac{1}{x}-x\right]}\right)^{-1} dx \quad \dots (2)$$

(3) وصف نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات:

Description of the Spatial Error Model for Multivariate Variance Gamma Distribution

يفترض في هذا النموذج ان تكون الاخطاء مرتبطة مكانياً، على خلاف فرضيات استقلال الاخطاء للنماذج التقليدية وان الهدف منه هو تصحيح الخطأ المكاني وتكون طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية لتقدير معلمات النموذج

غير كفوءة الا انها تكون غير متحيزة في الوقت نفسه. والصيغة الرياضية للنموذج تكون كالآتي: (ابو الشعير والصراف ،2018) و (Yildirim & Mert Kantar, 2020)

$$\underline{\boldsymbol{Y}} = \boldsymbol{X}\underline{\boldsymbol{\theta}} + \underline{\boldsymbol{\epsilon}} \qquad \ldots (\mathbf{3})$$

إذا إن:

$$\underline{\boldsymbol{\epsilon}} = \boldsymbol{\beta}\, \boldsymbol{W}\underline{\boldsymbol{\epsilon}} + \underline{\boldsymbol{e}}$$

$$\underline{\boldsymbol{\epsilon}} = (\boldsymbol{I_n} - \boldsymbol{\beta}\, \boldsymbol{W})^{-1}\underline{\boldsymbol{e}} \qquad , \quad \underline{\boldsymbol{e}} \sim \boldsymbol{N}(\underline{\mathbf{0}}, \boldsymbol{\sigma^2 I_n})$$

وأن (W) تمثل مصفوفة التجاورات المكانية ذات بعد $(n \times n)$ اذا كانت $(i\,, j)$ متقاربة فان $(w_{ij} = 1)$، أما أذا كانت $(i\,, j)$ متباعدة فان $(w_{ij} = 0)$، وفي هذا البحث تم استعمال مصفوفة تجاورات $(Rook)$ والتي تكون كالاتي: (ابو الشعير والصراف ،2018)

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\ \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \\ \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

وان (β) تمثل معلمة التأثير او التأخير المكاني التي تصف قوة الاستجابة المكانية، وأن قيمة هذه المعلمة تكون ما بين (1) و (-1) وان (X) عبارة عن مصفوفة المشاهدات المؤثرة ذات بعد $(n \times k)$ وان (k) تمثل عدد المتغيرات المؤثرة وان $(\underline{\theta})$ عبارة عن متجه معلمات نموذج الخطأ المكاني ذات بعد $(k \times 1)$ و $(\underline{\epsilon})$ عبارة عن متجه الاخطاء العشوائية ذات بعد $(n \times 1)$.

وبالإمكان كتابة المعادلة (3) بالشكل الآتي:(Abd Alwahab & Shimal, 2023)

$$\underline{\boldsymbol{Y}} = \boldsymbol{X}\underline{\boldsymbol{\theta}} + (\boldsymbol{I_n} - \boldsymbol{\beta}\, \boldsymbol{W})^{-1}\underline{\boldsymbol{e}} \qquad \ldots (\mathbf{4})$$

وتحت افتراض ان يكون حد الخطأ يتبع تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات وبالاستعانة بمفهوم التوزيعات الخليطة اي خلط التوزيع الطبيعي متعدد المتغيرات المنحرف وتوزيع كاما فان دالة الكثافة الاحتمالية لمتجه الاخطاء العشوائية تكون كالآتي:

$$\boldsymbol{f}(\underline{\boldsymbol{\epsilon}}) = \int_{\mathbf{0}}^{\infty} \boldsymbol{f}(\underline{\boldsymbol{\epsilon}}|\boldsymbol{Z}) * \boldsymbol{P}(\boldsymbol{Z})\ \boldsymbol{dZ}$$

$\boldsymbol{f}(\underline{\boldsymbol{\epsilon}}|\boldsymbol{Z})$ تمثل دالة كثافة الاحتمال للاخطاء العشوائية الشرطية التي تتبع التوزيع الطبيعي متعدد المتغيرات المنحرف. وان $(\boldsymbol{Z})$ عبارة عن متغير عشوائي له توزيع كاما بالمعلمات $(\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\alpha})$.

$$f(\underline{\epsilon}) = \int_0^{\infty} \frac{\left(2\left(\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\right)^2\right)^{-\frac{n}{2}} \left(\frac{1}{Z}\right)^{\frac{n}{2}} |I_n - \beta W|^{\frac{1}{2}}}{(\sigma^2)^{\frac{n}{2}}\ e^{\frac{1}{2\sigma^2 Z}\left(\underline{\epsilon}-\underline{\gamma}Z\right)^T (I_n-\beta W)\left(\underline{\epsilon}-\underline{\gamma}Z\right)}} * \frac{\alpha^{\alpha}\ Z^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)\ e^{(\alpha Z)}}\ dZ$$

$$f(\underline{\epsilon}) = \frac{2\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{n}{2}}\ (\alpha)^{\alpha}\ (\Gamma(\alpha))^{-1}\ |I_n - \beta W|^{\frac{1}{2}} \left(\frac{(\underline{\epsilon})^T (I_n - \beta W)(\underline{\epsilon})}{\sigma^2}\right)^{\frac{\alpha}{2}-\frac{n}{4}}}{\left(\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\right)^{n}\ (\sigma^2)^{\frac{n}{2}}\ e^{-\frac{(\underline{\epsilon})^T (I_n-\beta W)\ \underline{\gamma}}{\sigma^2}} \left(\frac{\underline{\gamma}^T \underline{\gamma}}{\sigma^2} + 2\alpha\right)^{\frac{\alpha}{2}-\frac{n}{4}}}$$

$$* H_{\alpha-\frac{n}{2}}\left(\text{sqrt}\left(\left(\frac{(\underline{\epsilon})^T (I_n - \beta W)(\underline{\epsilon})}{\sigma^2}\right)\left(\left(\frac{\underline{\gamma}^T \underline{\gamma}}{\sigma^2} + 2\alpha\right)\right)\right)\right) \quad \ldots (5)$$

وبما ان متجة متغير الاستجابة عبارة تركيبة خطية بدلالة متجه الاخطاء العشوائية $(\underline{\epsilon})$ فان دالة الكثافة الاحتمالية له ايضا تتبع تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات وكالاتي:

$$f(\underline{Y}) = \frac{2\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{n}{2}}\ (\alpha)^{\alpha}\ (\Gamma(\alpha))^{-1}\ |I_n - \beta W|^{\frac{1}{2}} \left(\frac{(\underline{Y} - X\underline{\theta})^T (I_n - \beta W)(\underline{Y} - X\underline{\theta})}{\sigma^2}\right)^{\frac{\alpha}{2}-\frac{n}{4}}}{\left(\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\right)^{n}\ (\sigma^2)^{\frac{n}{2}}\ e^{-\frac{(\underline{Y}-X\underline{\theta})^T (I_n-\beta W)\ \underline{\gamma}}{\sigma^2}} \left(\frac{\underline{\gamma}^T \underline{\gamma}}{\sigma^2} + 2\alpha\right)^{\frac{\alpha}{2}-\frac{n}{4}}}$$

$$* H_{\alpha-\frac{n}{2}}\left(\text{sqrt}\left(\left(\frac{(\underline{Y} - X\underline{\theta})^T (I_n - \beta W)(\underline{Y} - X\underline{\theta})}{\sigma^2}\right)\left(\left(\frac{\underline{\gamma}^T \underline{\gamma}}{\sigma^2} + 2\alpha\right)\right)\right)\right)$$

$$\ldots (6)$$

وتوصف المعادلة (6) بالشكل الآتي:

$$\underline{Y} \sim MVG(X\underline{\theta}, \sigma^2 (I_n - \beta W)^{-1}, \underline{\gamma}, \alpha)$$

(4) تقدير الامكان الأعظم لدالة الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات:

Maximum likelihood Estimation of the Spatial Error Function for the multivariate Variance Gamma Distribution:

في هذه الطريقة ولنموذج الخطأ المكاني فإن الاهتمام يكون بمعلمة التأثير المكاني (β) التي توضح الارتباط بين البواقي؛ نظراً لصعوبة الحصول على مقدر الإمكان الأعظم من المعادلة رقم (6)، فقد تم الاستعانة بمفهوم التوزيعات الخليطة، وعليه فان تقدير الإمكان الأعظم لنموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات يكون كالآتي: (أبو الشعير والصراف ,2018)

$$L(\underline{Y}|Z) = \frac{\left(2\left(\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\right)^2\right)^{-\frac{n}{2}}\left(\frac{1}{Z}\right)^{\frac{n}{2}}|I_n - \beta W|^{\frac{1}{2}}}{(\sigma^2)^{\frac{n}{2}}\ e^{\frac{1}{2\sigma^2 Z}\left(\underline{Y}-X\underline{\theta}-\underline{\gamma}Z\right)^T (I_n-\beta W)\left(\underline{Y}-X\underline{\theta}-\underline{\gamma}Z\right)}} \quad \dots (7)$$

المعادلة (7) تمثل دالة الامكان لنموذج الخطأ المكاني الطبيعي متعدد المتغيرات المنحرف. وان (Z) عبارة عن متغير عشوائي له توزيع كاما بالمعلمات (α, α)، ودالته تكون كالاتي: (Bhaumik, Kapur & Gibbons, 2009)

$$P(Z) = \frac{\alpha^{\alpha}\ Z^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)\ e^{(\alpha Z)}}\ , Z > 0 \quad \dots (8)$$

بعد اخذ اللوغارتم الطبيعي للمعادلة (7) وإجراء عملية المشتقة الاولى نسبة الى متجه المعلمات $(\underline{\theta})$ نحصل على الاتي:

$$\frac{\partial \ln L(\underline{Y}|Z)}{\partial\, \underline{\theta}^T} = -\frac{1}{2\,\sigma^2 Z}\Big(-2\,X^T(I_n - \beta\, W)\,\underline{Y} + 2X^T\,(I_n - \beta\, W)X\underline{\theta} + 2\,X^T(I_n - \beta\, W)\,\underline{\gamma}\,Z\Big) \quad \dots (9)$$

بعد مساواة المعادلة (9) بالصفر واجراء عملية التكامل نسبة الى المتغير العشوائي (Z) نحصل على الاتي:

$$\widehat{\underline{\theta}} = (X^T(I_n - \beta\, W)\,X)^{-1}X^T\,(I_n - \beta\, W)\underline{Y} - (X^T(I_n - \beta\, W)\,X)^{-1}X^T(I_n - \beta\, W)\,\underline{\gamma}$$

$$* \frac{\Gamma(\alpha+1)}{2^{\alpha}\ \Gamma(\alpha)}(\alpha)^{-0.5} \quad \dots (10)$$

وبافتراض أن تكون معلمة التأثير المكاني معلومة، فإن المعادلة (10) تمثل تقدير الإمكان الأعظم لمتجه المعلمات $(\underline{\theta})$ لنموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات.

(5) تقنية الخوارزمية الجينية: Genetic Algorithm Technique

تكمن فكرة الخوارزمية الجينية باستخدام مفهوم التطور الجيني لإيجاد الحلول المثلى وتصنف على أنها طريقة من طرق البحث الشامل وتعتبر من البيولوجية الطبيعية مثل الطفرة والتوريث والتهجين، وتتلخص في عملية توليد بعض الحلول للمسألة عشوائياً، ثم يتم فحص تلك الحلول ومقارنتها من خلال عدة معايير يضعها مصمم الخوارزمية، والحلول المثلى هي التي تبقى، أما الحلول ذات الكفاءة الأقل، فيتم إهمالها استناداً الى قاعدة (**البقاء للأصلح**).

والخطوة التالية هي عملية مزاوجة الحلول المثالية لإنتاج حلول جديدة، على عكس ما يحصل في الكائنات الحية وذلك بمزج جيناتها الا ان الفرد الجديد الناتج ستكون صفاته هجينة من صفات والديه وتدخل الحلول الناتجة اثناء عملية التزاوج تحت عملية الفحص والتنقيح لمعرفة كفاءتها واقترابها من الحل الأفضل، وبهذا تتم عمليات التزاوج والانتقاء حتى تصل العملية لعدد معين من التكرارات. وعليه فان تقنيات الخوارزميات الجينية تولد بنجاح الفرضيات عن طريق تكرار الطفرة وإعادة تجميع أفضل أجزاء الفرضيات الموجودة. من مميزات تقنية الخوارزمية الجينية أن تعالج أي دالة هدف مع القيود أو دونها سواء أكانت الدالة خطية أم غير خطية، وابعاد الحل قد يكون بعد واحد أو أكثر (Thede, 2004) . وبصورة عامة فإن خطوات عمل تقنية الخوارزمية الجينية توصف كالآتي:

1- البداية (start):

تمثل البداية عملية توليد مجتمع عشوائي من الكروموسومات، أي بمعنى إيجاد حلول مناسبة لمشكلة الظاهرة.

2- اللياقة (fitness):

تمثل اللياقة عملية تحويل دالة الهدف الى دالة هدف مناسبة لإيجاد الحل في تقنية الخوارزمية الجينية.

3- المجتمع الجديد (new population):

يمثل المجتمع الجديد توليد جيل جديد بتكرار الخطوات الآتية إلى إن يكتمل الجيل، وهذه الخطوات تتضمن ما يلي:

- **الاختيار(Selection):** يتم اختيار اثنين من الكروموسومات من المجتمع الأولي كأداء استنادا إلى دالة اللياقة، وان القيم الفضلى هي التي لها فرص أكبر لعملية الاختيار.
- **التداخل الإبدالي(Crossover):** تعني هذه الخطوة الى إجراء إحدى عمليات التداخل او التعابر من اجل الحصول على الذرية وتكون العملية بين كروموسومين اثنين.
- **الطفرة (Mutation)**: مع احتمالية وجود الطفرة يتم عمل الطفرة للجيل الجديد بموقع معين في الكروموسوم، وتجري بين الجينات في الكروموسوم الواحد.
- **الاستبدال(Replacement)**: تستبدل عملية الأبناء في المجتمع الجديد ليكونوا آباءً في المجتمع التالي.
- **الاختبار (Test):** عند تحقق شرط التوقف، فإن تقنية الخوارزمية الوراثية تتوقف وتعيد الحل الجيد من آخر جيل متكون.
- **الدورة :(Loop)** يتم الرجوع إلى الخطوة 2.

إن كل تكرار لهذه العملية يسمى بالجيل، وبعد نهاية التنفيذ يقوم الباحث باستعراض تقرير عن الحقائق التي تم التوصل إليها (Fogel 1998).

(6) استعمال تقنية الخوارزمية الجينية لتقدير معلمات نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات:

Using Genetic Algorithm Technique to Estimate the Parameters of the Spatial Error Model of the Multivariate Variance Gamma Distribution

إن تقنية الخوارزمية الجينية عبارة عن خوارزمية ذكية تعمل على انتخاب الحلول المثلى من بين عدد كبير من الحلول وإجراء بعض التداخلات والتبديلات بين هذه الحلول بهدف تكوين حلول مثلى. وبشكل عام فإن تقنية الخوارزمية الجينية تحتوي على عدداً من الخطوات المهمة والأساسية لحل مختلف المسائل. ويكون الاختلاف في أسلوب صياغة وتطبيق كل خطوة من هذه الخطوات حسب المسألة ومجال تطبيقها. وادناه توضيح لخطوات تقنية الخوارزمية الجينية لحل مسألة تقدير نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات:

1. البيانات الأولية: وهي عملية قراءة قيم متغيرات مسألة الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات وتتضمن:

- مشاهدات متجه متغير الاستجابة ذات البعد (n×1).
- مصفوفة مشاهدات المتغيرات المؤثرة وتكون مصفوفة غير عشوائية ذات البعد (n×k).

تكون المصفوفة التي تمثل الإدخال للمسالة ويكون الجزءان معاً بالشكل الآتي:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_k & Y_{k+1} \\ x_2 & x_3 & \cdots & x_{k+1} & Y_{k+2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & & \vdots \\ x_{n-k} & x_{n-k+1} & \cdots & x_{n-1} & Y_n \end{bmatrix}$$

تجدر الإشارة إلى أنه يجب أن تتم معايرة البيانات قبل إدخالها للشبكة؛ لأنه في حالات كثيرة تكون البيانات المعدة للتدريب ذات قيم عالية، عندئذ ينصح دائماً بمعايرة مدخلات ومخرجات الشبكة لتصبح ضمن الفترة $(1\ ,\ -1)$، وللقيام بمعايرة بيانات المسألة، يتم استخدام الصيغة الآتي:

$$\hat{X} = 2 * \left(\frac{X \quad - X_{min}}{X_{max} - X_{\ min}}\right) - 1 \qquad \ldots (11)$$

إذ إن $(\hat{X})$ تمثل القيم بعد المعايرة و (X) تمثل القيم الحقيقة للمتغيرات المؤثرة، كما أن (X_{max}) و (X_{min}) يمثلان أكبر وأصغر قيمة من قيم (X) على التوالي.

2. إنشاء الجيل الاولي: وبعد النقطة الأولى لحل المسألة، وتتم عملية بناء الجيل الاولي بطريقة عشوائية تبعاً للتوزيع الاحتمالي المنتظم وكالآتي:

- يتم توليد قيم عشوائية لمتجه معلمات نموذج الخطأ المكاني (θ) وفق التوزيع الاحتمالي المنتظم ضمن المدة $U[-1,1]$.
- توليد قيم عشوائية لمتجه معلمة الانحراف (γ) تبعاً للتوزيع الاحتمالي المنتظم ، فضلا عن توليد قيمة عشوائية للمعلمة σ^2 و β و α.

إذ يتم انشاء عدة كروموسومات اولية بحجم $(N_{population})$، ويمثل كل كروموسوم حل متكامل للمسألة، كما أن طول الكروموسوم يكون بعدد معلمات المسألة. والشكل الآتي يوضح هيئة الكروموسوم لمسالة الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات.

θ_1	θ_2	…	θ_k	γ_1	γ_2	…	γ_k	β	σ^2	A

الشكل (1): يمثل الكروموسوم الخاص بمسألة الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات

3. دالة الهدف : إن دالة الهدف الخاصة بمسألة الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات عبارة عن دالة الخطأ التربيعي (MSE).

4. اختيار الآباء: تتم عملية اختيار الاباء في هذه الخوارزمية على اساس انتقاء الفرد ذات المرتبة الأعلى؛ اذ تعتمد هذه الطريقة على اختيار احدى الافراد التي تمتلك أعلى هدف، بينما يتم انتقاء الفرد الآخر عشوائياً، وتسمح هذه الطريقة بتحسين الكروموسومات بحيث تمتلك بعض الجينات الجيدة من الفرد الذي يمتلك الكلفة الأكبر. (Thede, 2004)

5. التداخل الابدالي: يتمثل عمل التداخل باختيار فردين وربطهما خطياً لإنتاج نوعين جديدين من الأبناء، وهذا النوع من التداخل يسمى (Arithmetic Crossover) ويتم بتطبيق المعادلتين الآتيتين:

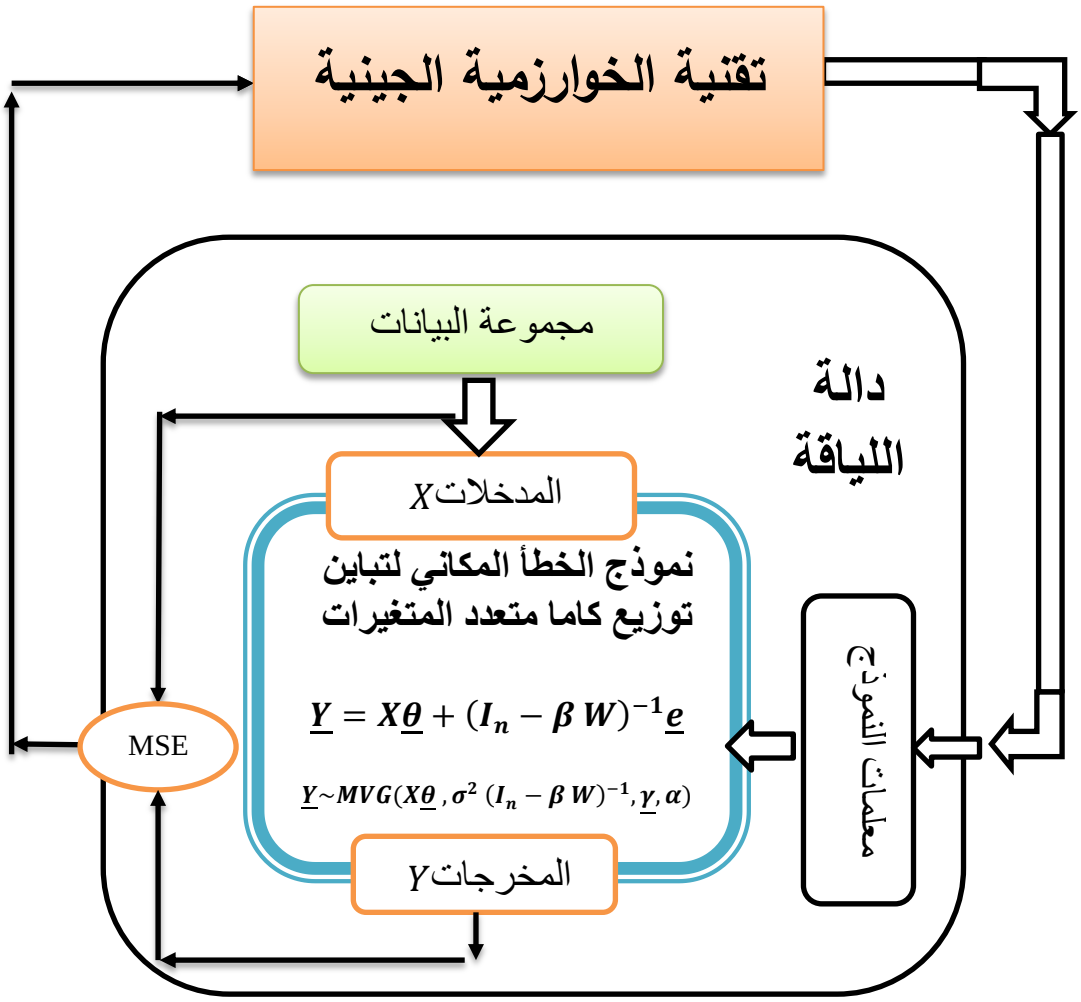
$$offspring\ 1 = b * parent\ 1 + (1 - b) * parent\ 2 \quad \ldots (12)$$

$$offspring\ 2 = (1 - b) * parent\ 1 + b * parent\ 2 \quad \ldots (13)$$

إذ أن (b) تمثل عدداً عشوائياً يتم اختياره قبل كل عملية تداخل ويكون محصوراً بين $(0\ ,1)$.

6. الطفرة: تم اجراء الطفرة في هذه الخوارزمية بالاعتماد على طفرة التوزيع الاحتمالي المنتظم، إذ يتم اختيار موقع ضمن الكروموسوم ويتم استبدال قيمته بصورة عشوائية وضمن الحدود الخاصة به وباحتمالية $(P = 0.2)$.

7. مقياس التوقف: يستمر تكوين الأجيال المتعاقبة (الخطوات 4-7) بهدف تحسين الحل اي يقترب الى الحل الامثل إلى أن يتحقق شرط التوقف الذي يعتمد على انهاء العدد المحدد من التكرارات، كما يمكن ايقاف تقنية الخوارزمية الجينية في حالة عدم تحسين الحل، والشكل (2) يوضح طريقة ربط تقنية الخوارزمية الجينية مع نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات.



الشكل (2) :يبين ربط تقنية الخوارزمية الجينية بنموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات.

(7) الجانب التطبيقي: Practical Side

يتم في المبحث تطبيق ما توصل اليه في الجانب النظري على العديد من مجاميع البيانات الحقيقية المتعلقة بأسعار الاسهم المالية في العراق ولقطاع المصارف والصناعة والزراعة للفترة من 2018/6/1 لغاية 2023/6/1، فضلاً عن مناقشة النتائج التي يتم الحصول عليها استناداً الى برنامج الـ Matalb R2020a.

(1-7) تهيئة البيانات: Data Initialization

لغرض اثبات فعالية نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات في التقدير والتنبؤ باسعار الاسهم المالية في العراق تم استخدام ثلاث قطاعات ولكل قطاع استعمل شركتين والجدول (1) يبين تفاصيل بيانات الشركات المستخدمة. علماً بان متغير الاستجابة يمثل اسعار الاسهم المالية في العراق وان المتغيرات المؤثرة كانت اعلى سعر وأدنى سعر للسهم المالي.

الجدول (1): تفاصيل البيانات الخاصة بأسعار الأسهم المالية في العراق.

ت	القطاع	اسم الشركة	الرمز	عدد المشاهدات	نوع المشاهدات
1	المصارف	مصرف الشرق الاوسط	BIME	55	شهري
		مصرف الموصل للاستثمار	BMFI	59	شهري
2	الصناعة	الصناعات الالكترونية	IELI	60	شهري
		الكندي للقاحات البيطرية	IKLV	53	شهري
3	الزراعة	الاهلية للإنتاج الزراعي	AAHP	51	شهري
		بابل للإنتاج الحيواني والنباتي	ABAP	56	شهري

قبل اجراء عملية التقدير والتنبؤ تم مطابقة البيانات الحقيقية مع تباين توزيع كاما بالاستعانة بمفهوم التوزيعات المختلطة وذلك من خلال العلاقة الاتية: ((Salih & Aboudi(2021)

$$T = \frac{\epsilon - \gamma\, Z}{\sigma\, Z^{\frac{1}{2}}} \qquad \ldots (14)$$

تمثل (ϵ) مشاهدات الخطأ الذي يتبع تباين توزيع كاما، و (Z) متغير عشوائي يتبع توزيع كاما ومن خلال تكامل المعادلة (14) نسبة الى المتغير العشوائي (Z) نحصل على مشاهدات الخطأ الذي يتبع تباين توزيع كاما والتي من خلالها يتم استعمال اختبار حسن المطابقة والمتمثل باختبار كولموجروف سميرنوف، اذ كانت القيم المحسوبة للاختبار ولكافة الشركات اقل من القيم الجدولية تحت دلالة إحصائية مقدارها (0.05) مما يدل على قبول الفرضية الصفرية اي بمعنى البيانات المستخدمة في عملية التقدير كانت ملائمة لتوزيع تباين كاما، فضلاً عن تباين توزيع كاما له تطبيقات خاصة و واسعة للاسهم المالية. والجدول الاتي يبين قيم الاختبار.

الجدول (2): قيم اختبار كولموجروف سميرنوف المحسوبة والجدولية.

ت	القطاع	اسم الشركة	الرمز	القيمة المحسوبة	$D(0.05, \frac{1.3581}{\sqrt{n}})$
1	المصارف	مصرف الشرق الاوسط	BIME	0.1124	0.1831
		مصرف الموصل للاستثمار	BMFI	0.1264	0.1761

2	الصناعة	الصناعات الالكترونية	IELI	0.1050	0.1754
		الكندي للقاحات البيطرية	IKLV	0.1489	0.1865
3	الزراعة	الاهلية للإنتاج الزراعي	AAHP	0.1774	0.1902
		بابل للإنتاج الحيواني والنباتي	ABAP	0.1532	0.1815

فضلاً عن معرفة فيما إذا كانت معلمة التأثير المكاني مساوية للصفر ام لا. وتم ذلك من خلال استعمال اختبار مضاعف لاكرانج لنموذج الخطأ المكاني لاختبار الفرضية الاتية:

$$H_0: \beta = 0 \qquad V.S. \qquad H_A: \beta \neq 0 \qquad \dots (15)$$

يبين هذا الاختبار بوجود او عدم وجود الاعتماد المكاني في حدود الخطأ فاذا تم رفض فرضية العدم وقبول البديلة فيكون النموذج الامثل هو نموذج الخطأ المكاني وصيغة الاختبار موضحة ادناه: (ابو الشعير و الصراف,2018)

$$LM = \left(\frac{\frac{(\underline{\epsilon}' W \underline{\epsilon})}{\underline{\epsilon}' \underline{\epsilon} / n}}{tr\,(W'W + WW)} \right)^2 \qquad \dots (16)$$

ويتم قبول او رفض فرضية العدم بعد مقارنة المعادلة (16) مع قيمة مربع كاي الجدولية بدرجة حرية واحدة ودلالة احصائية ($\propto = 0.05$)، وهناك اختبار اخر يستخدم ايضاً لمعرفة فيما اذا كان هنالك تأثيرات مكانية ام لا ويدعى باختبار موران (Moran Test) (ابو الشعير والصراف ,2018). والجدول (3) يبين قيمة اختبار مضاعف لاكرانج لمجاميع البيانات الستة:

الجدول (3): قيمة اختبار مضاعف لاكرانج لمعرفة وجود الاعتماد المكاني ام لا.

الرمز	قيمة اختبار مضاعف لاكرانج	القيمة الجدولية	القرار	قيمة التأثير المكاني β
BIME	10.2354	3.841	وجود الاعتماد المكاني	0.8240
BMFI	19.2140	3.841	وجود الاعتماد المكاني	0.7471
IELI	6.3258	3.841	وجود الاعتماد المكاني	-0.9984

IKLV	8.7145	3.841	وجود الاعتماد المكاني	-0.6431
AAHP	33.6510	3.841	وجود الاعتماد المكاني	0.8510
ABAP	25.4369	3.841	وجود الاعتماد المكاني	0.7799

لتقييم اداء التنبؤ لبيانات الاسهم المالية المختلفة، تم تقسيم البيانات الى مجموعتين هما مجموعة التدريب ومجموعة الاختبار وهاتان المجموعتان مستقلتان ولا وجود لأي ترابط بينهما. إذ يتم استخدام بيانات مجموعة التدريب لغرض بناء نموذج الخطأ المكاني وتقدير معلماته، ثم يتم استخدام بيانات الاختبار لتقييم كفاءة النموذج المستخدم، وقد تم تقسيم البيانات الى 75% و 25% لبيان هيكلية مجموعتي التدريب والاختبار لمجاميع البيانات على التوالي.

(2-7) معايير المقارنة: Comparison Criteria

لغرض مقارنة اداء نماذج التنبؤ بأسعار الاسهم المالية في العراق، تم استعمال عدد من معايير الاداء لاختبار النماذج ومعرفة مدى صلاحيتها ومدى ملائمة القيم الحقيقية من القيم المقدرة. وقد تم استخدام كل من متوسط مربعات الخطأ (MSE) و متوسط النسبة المطلقة للأخطاء ($MAPE$) والموضحين في المعادلات (17) و(18) على التوالي. (ابو الشعير والصراف, 2018)

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \quad \dots (17)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(|y_i - \hat{y}_i|)}{n} \quad \dots (18)$$

تمثل (y) القيمة الحقيقية و($\hat{y}$) تمثل القيمة المقدرة باستخدام التقنيات بينما تمثل (n) عدد المشاهدات.

(3-7) تقدير معلمات نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات والتنبؤ:

Estimation of Spatial Error Model Parameters for Multivariate Variance Gamma Distribution and Prediction:

في هذا المبحث أُستخدم نموذج الانحدار الاعتيادي، ونموذج انحدار كاما، وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية؛ لغرض المقارنة مع نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات، في حالة استعمال تقنية الخوارزمية الجينية وطريقة الامكان الاعظم. ويبين الجدول (4) و (6) نتائج المقارنة باستخدام المعيارين في المعادلة (17) و (18).

الجدول (4): نتائج مقارنة نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات مع نموذج الانحدار الاعتيادي وانحدار كاما والشبكات العصبية الاصطناعية.

البيانات	المعيار	نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما		نموذج انحدار كاما		نموذج الانحدار الاعتيادي		تقنية الشبكات العصبية الاصطناعية	
		تدريب	اختبار	تدريب	اختبار	تدريب	اختبار	تدريب	اختبار
BIME	*MSE*	**1.9874**	**1.1014**	**2.5219**	**2.9921**	**3.2417**	**3.9571**	**2.9317**	**3.9571**
	MAPE	**1.7204**	**1.1014**	**2.0017**	**2.9921**	**2.7741**	**3.9571**	**2.5317**	**3.9571**
BMFI	*MSE*	**0.9924**	**1.4571**	**1.0311**	**1.5625**	**1.1247**	**8.2147**	**1.1092**	**8.2147**
	MAPE	**0.9651**	**1.4571**	**1.0092**	**1.5625**	**1.1114**	**8.2147**	**1.0910**	**8.2147**
IELI	*MSE*	**7.2364**	**9.2148**	**8.8621**	**10.0147**	**9.3698**	**11.1472**	**9.0147**	**11.1472**
	MAPE	**6.5210**	**9.2148**	**8.2147**	**10.0147**	**9.0124**	**11.1472**	**8.9214**	**11.1472**
IKLV	*MSE*	**0.5899**	**0.2929**	**1.6982**	**0.2930**	**2.5897**	**0.2939**	**3.5890**	**3.3122**
	MAPE	**0.5899**	**0.2179**	**1.6982**	**0.2930**	**2.5897**	**0.2097**	**3.5890**	**3.2244**
AAHP	*MSE*	**12.2354**	**10.2325**	**12.9472**	**13.2410**	**15.2147**	**29.1470**	**13.9958**	**29.1470**
	MAPE	**11.0145**	**10.2325**	**12.2543**	**13.2410**	**14.9952**	**29.1470**	**12.9952**	**29.1470**
ABAP	*MSE*	**2.2584**	**2.9325**	**2.2317**	**3.2147**	**5.2147**	**9.2584**	**4.9987**	**9.2584**
	MAPE	**2.2201**	**2.9325**	**2.2307**	**3.1147**	**5.0147**	**9.2584**	**4.4258**	**9.2584**

من خلال الجدول (4) تبيّن أن استعمال البرنامج الاحصائي ($SPSS$) لتقدير نموذج الانحدار الاعتيادي ونموذج انحدار كاما لمجاميع بيانات الجدول (4)، وتم تقدير المعلمات لمجموعة التدريب، بينما تم اختبار المعلمات المقدرة باستعمال بيانات الاختبار.((Sarle and Warren (1994)

ولغرض اجراء عملية التنبؤ، أُستخدم تقنية الشبكات العصبية الصناعية؛ اذ استخدمت شبكة عصبية متعددة الطبقات ذات الانتشار الامامي وبطبقة مخفية واحدة، واستخدمت عقدة اخراج واحدة واستعمال تنبؤ أمامي متعدد الخطوات باستخدام إجراءات تكرارية (الكسو (2005) (1998) ,Zhang))

كما تم اختيار عقد الادخال بقدر عدد المتغيرات المؤثرة والمتمثلة بأعلى سعر للسهم، وأدنى سعر للسهم للمجاميع القطاعات الثلاثة، مع عقد مخفية تتفاوت من (3-11) بزيادة بمقدار اثنين، لذا فإن مجموعة 8 نموذج شبكة

عصبية اصطناعية تم اختبارها قبل الوصول إلى التركيبة النهائية لنموذج الشبكة العصبية الاصطناعية. وقد تم استخدام برنامج الـ (MatlabR2020a) لبناء الشبكة وتقدير الاوزان واختبارها.

ولتقدير معلمات نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات استعمل تقنية الخوارزمية الجينية، وقبل البدء بعملية تقدير المعلمات تم تحديد معلمات تقنية الخوارزمية الجينية، وذلك لغرض الحصول على أفضل نتيجة واسرع تقارب والجدول (5) يوضح معلمات الخوارزمية الجينية.

الجدول (5) معلمات تقنية الخوارزمية الجينية

المعلمة	القيمة
حجم المجتمع	60
عدد التكرارات	1500
احتمالية التعابر	0.5
احتمالية الطفرة	0.5
نوع الانتقاء	*Highest Rank Selection*
نوع التعابر	*Arithmetic*
نوع الطفرة	*Uniform*
دالة اللياقة	*MSE*

والجدول (6) يبين المقارنة بين نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما اعتماداً على طريقة الامكان الاعظم وتقنية الخوارزمية الجينية وكالآتي:

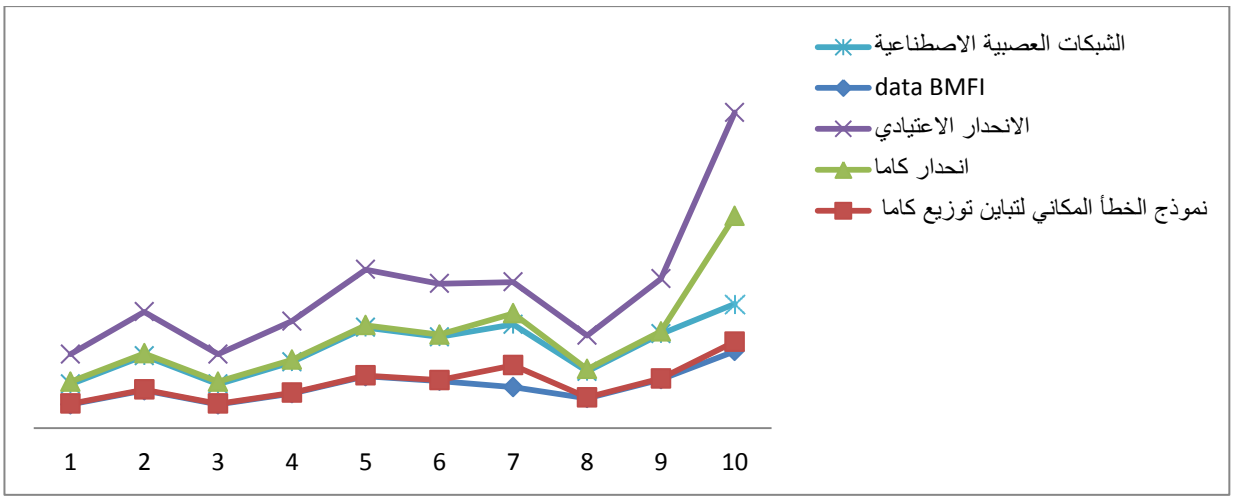
الجدول (6): قيم معايير المقارنة لنموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما بالاعتماد على طريقة الامكان الاعظم وطريقة تقنية الخوارزمية الجينية.

البيانات	المعيار	طريقة الامكان الاعظم	تقنية الخوارزمية الجينية	
			تدريب	اختبا
BIME	*MSE*	3.9321	1.9874	1.1014
	MAPE	3.1248	1.7204	1.1014

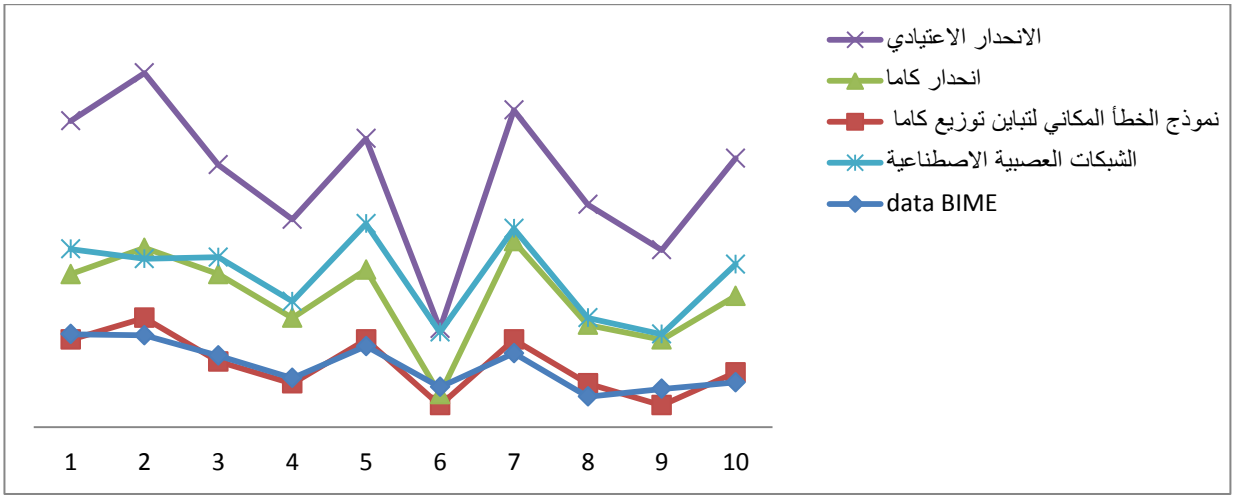
1.4571	0.9924	2.8147	*MSE*	BMFI
1.4571	0.9651	2.2657	*MAPE*	
9.2148	7.2364	14.2363	*MSE*	IELI
9.2148	6.5210	13.5841	*MAPE*	
0.2929	0.5899	2.2229	*MSE*	IKLV
0.2179	0.5899	3.1452	*MAPE*	
10.2325	12.2354	19.3214	*MSE*	AAHP
10.2325	11.0145	18.3257	*MAPE*	
2.9325	2.2584	6.3254	*MSE*	ABAP
2.9325	2.2201	5.9987	*MAPE*	

من الجدول (6) نلاحظ تفوق تقنية الخوارزمية الجينية على طريقة الامكان الاعظم لنموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما وذلك لامتلاكها اقل قيم للمعيارين متوسط مربعات الخطأ ومتوسط النسبة المطلقة للخطأ.

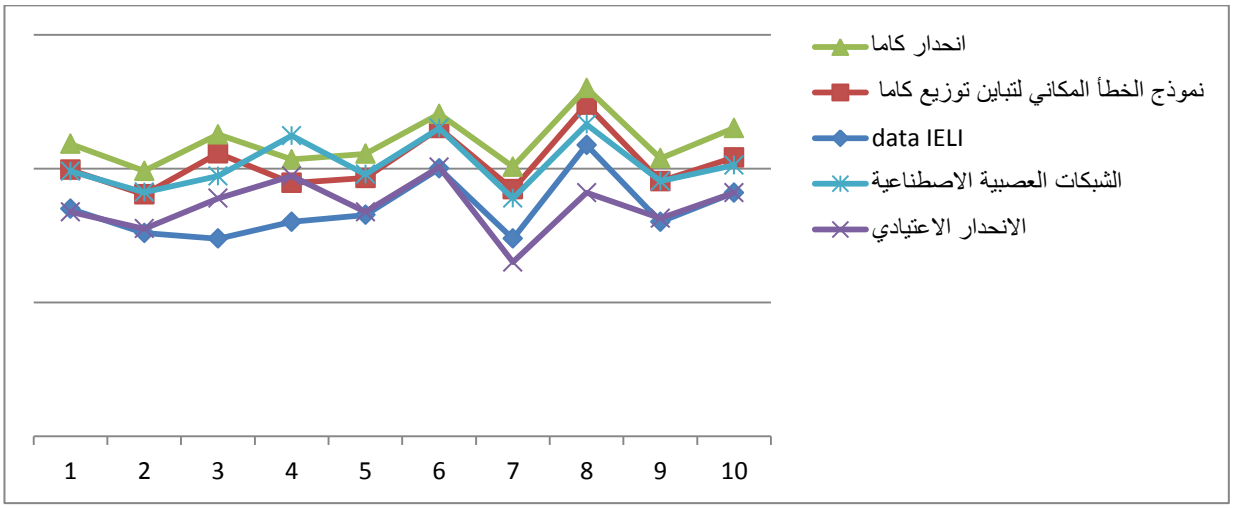
بعد تقدير معلمات نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات باستخدام تقنية الخوارزمية الجينية من خلال بيانات التدريب، تم اختبار كفاءة النموذج باستخدام معايير المقارنة الموضحة سابقاً على بيانات الاختبار لمعرفة افضل نموذج يمكن استخدامه للتنبؤ باسعار الاسهم المالية في العراق من النماذج الاربعة. والاشكال الاتية توضح سلوك القيم الحقيقية والمتنبأ للنماذج وللقطاعات الثلاثة وكالاتي:



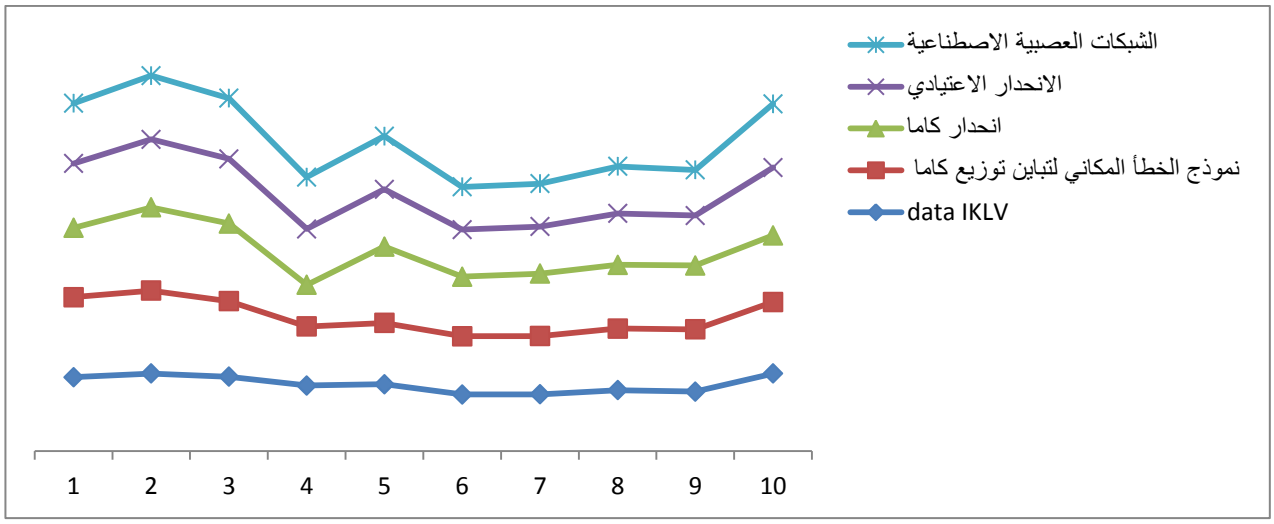
الشكل (3) : يوضح سلوك القيم الحقيقية والمتنبأ لبيانات شركة مصرف الشرق الاوسط لقطاع المصارف.



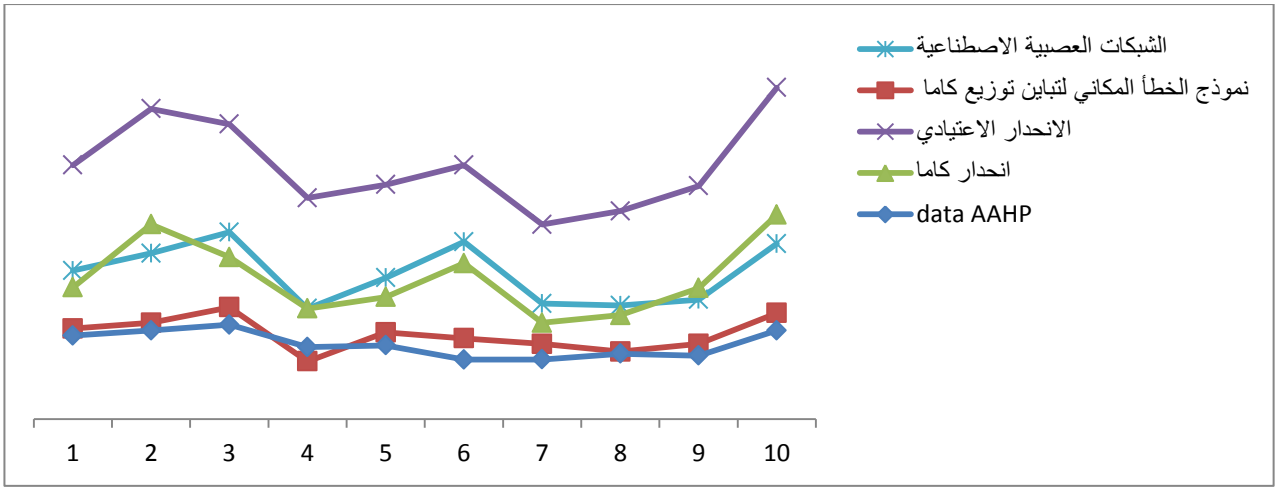
الشكل (4) :يوضح سلوك القيم الحقيقية والمتنبأ لبيانات شركة مصرف الموصل للاستثمار لقطاع المصارف.



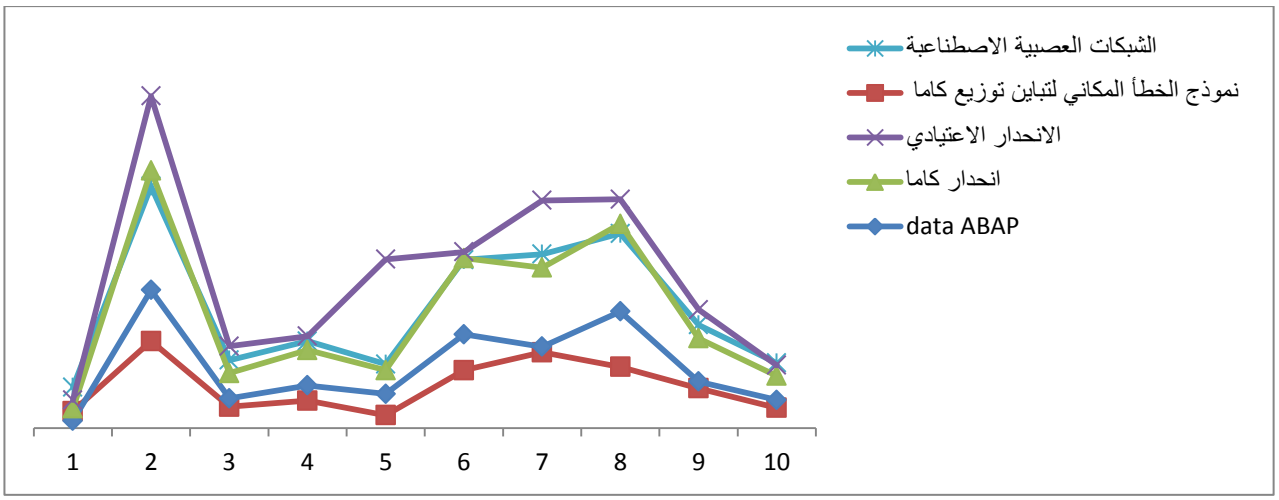
الشكل (5) :يوضح سلوك القيم الحقيقية والمتنبأ لبيانات شركة الصناعات الالكترونية لقطاع الصناعة.



الشكل (6): يوضح سلوك القيم الحقيقية والمتنبأ لبيانات شركة الكندي للقاحات البيطرية لقطاع الصناعة.



الشكل (7): يوضح سلوك القيم الحقيقية والمتنبئ لبيانات شركة الأهلية للإنتاج الزراعي لقطاع الزراعة.



الشكل (8): يوضح سلوك القيم الحقيقية والمتنبي لبيانات شركة بابل للإنتاج الحيواني والنباتي لقطاع الزراعة.

(4-7)مناقشة النتائج: Discussion of Results

نلاحظ من الجدول (4) و (6) والاشكال (3) و (4) و (5) و (6) و (7) و (8) بأن نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات كان أفضل من نموذج الانحدار الاعتيادي ونموذج انحدار كاما وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بأسعار الاسهم المالية في العراق ولقطاع المصارف والصناعة والزراعة، إذ أثبتت النتائج قدرة نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات على الموازنة بين التذكر (التدريب) والتنبؤ (الاختبار). وهذا يدل على قوة النموذج المستخدم في البحث وكفاءته مقارنة بالنماذج التقليدية وتقنية الشبكات العصبية الاصطناعية اللذين يستخدمان لغرض التنبؤ.

(8) الاستنتاجات والتوصيات: Conclusions and Recommendations

تم في هذا البحث توظيف أسلوب جديد يقوم على استخدام نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات كبديل للانحدار الخطي الاعتيادي وانحدار كاما والشبكات العصبية الاصطناعية، ولغرض التنبؤ بأسعار الأسهم المالية في العراق. تم استخدام طريقة الامكان الاعظم وتقنية الخوارزمية الجينية لتقدير معلمات تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات. وطبقت النتائج التي توصلنا إليها على العديد من البيانات الحقيقية المتعلقة بسوق الاوراق المالية ولقطاع المصارف والصناعة والزراعة اذا استعمل شركتين لكل قطاع، وذلك لاثبات كفاءة النموذج، وقد أظهرت نتائج التنبؤ تفوق نموذج الخطا المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات على نموذج الانحدار الاعتيادي ونموذج انحدار كاما، والشبكات العصبية الاصطناعية في بيانات التدريب والاختبار، فضلاً عن تفوق تقنية الخوارزمية الجينية على طريقة الإمكان الأعظم في تقدير النموذج، مما يدل على فعالية النموذج لأن تباين توزيع كاما متعدد المتغيرات توزيعاً منحرفاً شاملاً يستطيع احتواء جميع الظواهر الاقتصادية والبيانات الموجودة، إذ تعدُّ أغلب التوزيعات الاحتمالية العشوائية حالات خاصة مرتبطة به. ويوصي الباحث باعتماد نموذج الخطأ المكاني لتباين توزيع كاما متعدد المتغيرات وتقنية الخوارزمية الجينية في نمذجة جميع الظواهر الحياتية، واستخدامه كبديل للانحدار الاعتيادي.

(9) المصادر : **References**

1. ابو الشعير، محمود جواد والصراف، نزار مصطفى (2018) **" الانحدار الخطي: رؤئ من القاعدة الى القمة"**، مطبعة عبد السلام، الطبعة الاولى، كلية الرافدين الجامعة، العراق.
2. الكسو ،ابتهاج عبد الحميد محمد علي (2005). " استخدام الشبكات العصبية في تقدير رتب سلاسل ماركوف مع التطبيق على سلسلة جبل بطمة في محافظة نينوى "، اطروحة دكتوراه غير منشورة كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، العراق.
3. علي، عمر عبدالمحسن و هادي، سوسن قاسم (2014) **" تقدير نماذج الانحدار الحيزي لنسب الفقر في اقضية العراق للعام 2012"** ، مجلة العلوم الاقتصادية والادارية، المجلد العشرون ، العدد التاسع والسبعون، ص.ص: 337-351.
4. مخيلف، حسين خليل عبيد و عبد الرحيم ، مشتاق كريم (2022)**" تقدير معلمات انحدار log-logistic باستخدام الخوارزمية الجينية مع تطبيق عملي"**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة كربلاء، العراق.
5. Abd Alwahab, O. A., & Shimal, A. H. (2023**)" Using the Spatial Error Model to Study The Effect of Location on Rainfall in Iraq".** Al-Rafidain University College For Sciences, (54).
6. Bhaumik, D. K., Kapur, K., & Gibbons, R. D. (2009). **"Testing parameters of a gamma distribution for small samples"**. Technometrics, 51(3), 326-334.
7. Fogel D., (1998) **"Evolutionary Computation: The Fossil Record***".* Piscataway NJ: IEEE Press.
8. Gallaugher, M.P. & McNicholas, P.D. (2019) **"Three skewed matrix variate distribution"**, Statistics & Probability Lettres, vol.145, p.p. 103-109.
9. Koudou, A. E. & Ley, C. (2014) **" Characterizations of GIG laws: a survey complemented with two new result** ", Proba. Surv. ,vol. 11 , p.p. 161-176.
10. Salih, S. A. & Aboudi, E. H.(2021**)" Bayes estimators of a multivariate generalized hyperbolic partial regression model"**, Int. J .Nonlinear Anal. Appl. 12 No. 2 , pp 961-975. https://ijnaa.semnan.ac.ir/article_5166.html
11. Sarle , Warren S. , (1994**)." Neural Networks and Statitical Models"**, Proceeding of The Nineteenth Annual SAS Vsers Group Internaternational Conference, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
12. Thede, S. M. (2004). **"An introduction to genetic algorithms".** Journal of Computing Sciences in Colleges, 20(1), 115-123.
13. Yildirim, V., & Mert Kantar, Y. (2020). **"Robust estimation approach for spatial error model"**. Journal of Statistical Computation and Simulation, 90(9), 1618-1638.
14. Zhang G., Patuwo B., and Hue M., (1998) **"Forecasting with artificial neural networks: The state of the art,"** International Journal of Forecasting, vol.14