مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 134) 2025, pp. 148-158

استعمال الأنموذج الرمادي للتنبؤ ببعض مؤشرات نادي الشرطة لكرة القدم في العراق

مصطفى قاسم كاظم جاسم [1]
(قسم الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد،
الجامعة المستنصرية)
07765326261

أ.م.د علي ياسين غني [2]
(قسم الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد،
الجامعة المستنصرية)

mustafa.kasm@uomustansiriyah.edu.iq
badrawi66@uomustansiriyah.edu.iq

مستخلص البحث:
يواجه الدوري العراقي لكرة القدم تحديات كبيرة في جودة البيانات المتاحة، حيث تعاني السجلات الإحصائية من نقص واضح في الدقة والاكتمال. تعود هذه المشاكل اساساً الى عدم وجود نظام منهجي لتسجيل البيانات، بالإضافة إلى محدودية الوعي بأهمية الإحصاءات الرياضية الدقيقة. في هذا السياق، تبرز النماذج الرمادية حلاً مناسباً لمعالجة البيانات غير الكاملة من خلال عملية النمذجة الرياضية المتخصصة في تبييض الأنموذج. أعتمد البحث على تطبيق أربعة نماذج رمادية رئيسة هي: (الأنموذج الرمادي GM(1,1)، الأنموذج الرمادي GM(1,2)، الأنموذج الرمادي GM(2,1)، والأنموذج الرمادي VG(1,1)). وتم أختيار هذه النماذج لقدرتها على تحليل الأنظمة ذات المعلومات الناقصة عبر آلية تحويل البيانات الرمادية إلى نماذج تنبؤية قابلة للقياس. تمت المقارنة بين النماذج الرمادية الأربعة باستعمال معياري المقارنة: جذر متوسط مربعات الخطأ (RMSE) ومتوسط الخطأ النسبي المطلق (MAPE). أظهرت النتائج تفوقاً واضحاً لأنموذج GM(1,1) من حيث الدقة وسهولة التطبيق. تعود هذه الميزة إلى بساطة هيكله الرياضي وقدرته على التعامل مع البيانات المحدودة بشكل أكثر كفاءة مقارنة بالنماذج الأخرى. تؤكد النتائج على أمكانية الاعتماد على النماذج الرمادية وخاصة الأنموذج GM(1,1) كونها أداة عملية لدعم القرارات الفنية في نادي الشرطة العراقي. كما تبرز الحاجة إلى تطوير أنظمة جمع البيانات الإحصائية لتعزيز دقة التحليلات المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: GM(1,1), GM(2,1), GM(1,2), Verhulst Model(1,1), كرة القدم ،الأنموذج الرمادي

ملاحظة : البحث مستل من رسالة ماجستير

المقدمة

طبقت النماذج الرمادية على نطاق واسع في سياقات الأقتصاد والتعليم والزراعة والنقل والأرصاد الجوية والتقييمات العسكرية. أن نظرية النظام الرمادي قد حظيت بأهتمام العلماء والباحثين من مختلف دول العالم حيث أهتمت دول شرق أسيا بالنظرية الرمادية وتطبيقها في مجال السياحة، والكثير من المجالات الاخرى. وحظيت النظرية الرمادية بالأراء الأيجابية من قبل العلماء لكفاءتها في التنبؤ بأستعمال عينات صغيرة. يُرمز للأنموذج الرمادي بالشكل GM(n,m)، حيث يمثل الرمز (n) إلى رتبة المعادلة التفاضلية المستخدمة، ويمثل الرمز (m) إلى عدد المتغيرات الداخلة في الأنموذج. وباختلاف قيم n و m تظهر هناك انواع مختلفة من النماذج الرمادية.

في بحثنا نركز على أربعة نماذج رمادية رئيسية تم تطبيقها على بيانات كرة القدم ومن هذه النماذج (الأنموذج الرمادي GM(1,1)، الأنموذج الرمادي GM(1,2)، الأنموذج الرمادي GM(2,1)، والأنموذج الرمادي VG(1,1)). حيث يشير الأنموذج GM(1,1) وهو أنموذج رمادي من الرتبة الأولى وبمتغير واحد، وهو من أكثر النماذج الرمادية أستعمالاً في الأبحاث والدراسات وذلك لكفاءته العالية. ويشير الأنموذج GM(1,2) وهو أنموذج رمادي من الرتبة الأولى وبمتغيرين أثنين، كونه أداة قوية لدراسة العلاقات الديناميكية بين متغيرين مترابطين. ويشير الأنموذج GM(2,1) وهو أنموذج رمادي من الرتبة الثانية وبمتغير واحد، حيث يتم أستعمال معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية، مما يزيد دقة التنبؤ في نمذجة التغيرات السريعة. ويشير الأنموذج VG(1,1) وهو أنموذج رمادي يدعى أنموذج (Verhulst)، من الرتبة الأولى وبمتغير واحد، يعالج الأنموذج مشكلة عدم تجانس البيانات، وهو ما يعكس أيجاباً على دقة التنبؤ عند وجود قيم شاذة أو تغييرات مفاجئة في أداء الفريق.

1.1 الدراسات السابقة

أقترحت نظرية النظام الرمادي (Grey System Theory) من قبل الباحث الصيني Deng Julong في عام (1982)، هذه النظرية مبنية على أشكال مختلفة من عدم اليقين وتتميز بكميات البيانات الصغيرة التي يمكن أن تتجاهل توزيع البيانات، وتقوم هذه النظرية بدراسة المشكلات التي تظهر في العينات الصغيرة والمعلومات الفقيرة والمعروفة جزئياً من خلال عملية التوليد الرمادية التي تقوم بمعالجة البيانات لغرض إكمال المعلومات ولتبيض سلسلة الأرقام ومن خلال عملية النمذجة الرمادية التي تقوم بتطوير أنموذج ديناميكي مع مجموعة من المعادلات التفاضلية لتبييض الأنموذج ومن خلال التنبؤ الرمادي الذي يستخدم في السلسلة [17]. وفي عام (2006) قام الباحث Diyar وآخرون في اقتراح نهج التنبؤ الرمادي مع آلية التدوير (GPRM) للتنبؤ بأجمالي استهلاك الكهرباء والاستهلاك الصناعي في تركيا. تم اختيار نهج GPRM بسبب دقته العالية في التنبؤ، وأمكانية تطبيقه في حالة وجود بيانات محدودة، واحتياجه إلى جهد حسابي بسيط. تشير النتائج الى أن النهج المقترح يقدم تقديرات أكثر دقة مقارنة بنتائج أنموذج MAED [3]. وفي عام (2007) قام الباحث WU Xin وآخرون في بناء أنموذج رياضي يوضح العلاقة بين الإنتاجية وعوامل الإدخال والناتج المحلي الأجمالي، من خلال هذا الأنموذج الحسابي، قام بحساب معدلات الإنتاجية لأهم الدول الصناعية مثل الصين والولايات المتحدة وفرنسا وألمانيا وتايلاند للفترة من 1971 إلى 2004. ثم أستعمل الباحث الأنموذج GM(1,2) لحساب الفترة الزمنية لتأخر الناتج المحلي الإجمالي عن الإنتاجية في هذه الدول. توفر النتائج أداة تحليلية مفيدة لصانعي السياسات الأقتصادية في توقع مسارات النمو بناءً على مؤشرات الإنتاجية[39]. وفي عام (2012) قام الباحث Lei وآخرون في تقديم أنموذج رمادي مبتكر يحمل أسم PGM(1,2,a,b) يعتمد هذا الأنموذج الجديد على منهجية متطورة حيث تم تحديد التسلسل المرجعي بأستخدام طريقة تحليل الأرتباط، مما يضمن أختيار المتغيرات الأكثر تأثيراًفي تحديد أسعار

الطاقة. أظهرت نتائج المحاكاة أداءً متميزاً للأنموذج الجديد في مجال التنبؤ قصير الأجل بأسعار الكهرباء، حيث تفوق بشكل ملحوظ على النماذج التقليدية من حيث الدقة والموثوقية[20].

وفي عام (2018) قام الباحث Dong Jun وآخرون في تقديم منهجية متكاملة تجمع بين الأنموذج الرمادي للتنبؤ GM(1,3) وشبكة عصبونية موجية للتنبؤ بأسعار الكهرباء قصيرة الأجل. تعتمد المنهجية المقترحة على مرحلتين رئيسيتين: المرحلة الأولى، يتم تفكيك سلسلة أسعار الكهرباء وإعادة بنائها بأستعمال خوارزمية MALLAT الشهيرة للتحليل نتعدد الدقة المستند إلى نظرية التحويل الموجي. تلي ذلك مرحلة التطبيق للأنموذج الشبكة العصبونية ذات الأنتشار العكسي (BP) للحصول على سلسلة تنبؤية أولية لأسعار الكهرباء. أما المرحلة الثانية فتقوم على أستعمال السلسلة التنبؤية الناتجة كعامل مؤثر في السعر اليومي حيث تم إدخالها في أنموذج التنبؤ الرمادي GM(1,3) للحصول على النتيجة النهائية للتنبؤ[16]. وفي عام (2020) قام الباحث Wen-ze وآخرون بأقتراح أنموذج جديد للتنبؤ الرمادي بالفواصل يعتمد على تحسين طريقة التصنيف وبناء الفاصل الرمادي. لتوضيح قابلية التطبيق وفعالية الطريقة المقترحة، تم تطبيقها على التنبؤ بالفاصل الرمادي لحجم الركاب في شبكة السكك الحديدية عالية السرعة في تايوان. تشير النتائج العددية الى أن الطريقة المقترحة حديثاً تتمتع بأداء تنبؤ أفضل مقارنة بالنماذج الأخرى[38]. وفي عام (2022) قام الباحثان Mahdi وآخرون في دراسة أقتراح أنموذج GM(1,1) معدل جديد يعتمد على الجمع بين القيمة الأولية وقيمة الخلفية المحسنتين. تشمل القيمة الأولية الجديدة القيمة الوسطى لتسلسل تم توليده بأستخدام عملية التوليد التراكمي من الدرجة الاولى على التسلسل الاصلي للبيانات عندما يكون عدد المشاهدات فردياً أو زوجياً. وفي الوقت نفسه، في الأنموذج القياسي GM(1,1)، يتم أعادة بناء قيمة الخلفية باستخدام مصطلح تكاملي لتصحيح الخطأ الناتج عن حساب قيمة الخلفية. تم أجراء دراسة تطبيقية على بيانات حقيقية للتحقق من دقة التنبؤ للأنموذج المقترح. تم تحليل مجموعات البيانات الفعلية باستخدام لغة البرمجة R. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الأنموذج المعدل GM(1,1) لديه نسبة خطأ أقل ودقة أعلى، مما يُثري نظرية تحسين النماذج الرمادية ويوسع نطاق تطبيقها في التنبؤ بالسلاسل الزمنية[29].

1. الأنموذج الرمادي GM(1,1)

الأنموذج GM(1,1) هو أحد أنواع نظرية النظام الرمادي، ويستخدم على نطاق واسع في مجالات مختلفة، وذلك نظراً لكفاءته العالية من حيث العمليات الحسابية مقارنةً بأنواع النماذج الرمادية الأخرى. يعرف الأنموذج GM(1,1) بأسم "الأنموذج الرمادي من الرتبة الأولى لمتغير واحد"، ويستعمل في التنبؤ أعتماداً على بيانات السلاسل الزمنية [33]. يتضمن بناء هذا الأنموذج GM(1,1) ست خطوات رئيسة وهي [44]:-

الخطوة الأولى: لنفترض لدينا سلسلة بيانات أصلية

$$W^{(0)} = \left(w^{(0)}(1), w^{(0)}(2), \dots\dots, w^{(0)}(n)\right), \;\; n \geq 4 \quad \dots\dots (1)$$

الخطوة الثانية: أيجاد عملية التوليد التراكمي (AGO) وتكون كالآتي

$$w^{(1)}(k) = \sum_{j=1}^{k} W^{(0)}(j) \qquad k = 1,2,\dots\dots,n. \quad \dots\dots (2)$$

بعد أجراء عملية التوليد التراكمي نحصل على السلسلة الجديدة وهي

$$W^{(1)} = (w^{(1)}(1), w^{(1)}(2), \dots\dots, w^{(1)}(n), \quad n \geq 4 \;\; \dots\dots (3)$$

الخطوة الثالثة: يتم حساب القيمة الخلفية والتي تستخدم في تقريب متوسط السلسلة المتراكمة $W^{(1)}$ بين نقطتين زمنيتين وتكون كالآتي

$$z^{(1)}(k) = gw^{(0)}(k-1) + (1-g)w^{(0)}(k)\,, \quad (k = 2,3,\dots\dots,n) \qquad \dots\dots (4)$$

وتكون قيمة g بين الصفر والواحد، واغلب الاحيان تفترض 0.5.

الخطوة الرابعة: بناء معادلة تفاضلية خطية (معادلة التبييض) من الدرجة الأولى وبمتغير واحد وكالآتي

$$\frac{dw^{(1)}(t)}{dt} + \alpha W^{(1)}(t) = \beta \qquad \dots\dots. (5)$$

من خلال المعادلة رقم (5) يمكن تقدير معلمات الأنموذج الرمادي GM(1,1) بأستعمال طريقة المربعات الصغرى (LS) وكالآتي

$$\begin{bmatrix}\alpha\\ \beta\end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y\,, \qquad \dots\dots (6)$$

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} W^{(0)}(2) \\ W^{(0)}(3) \\ \vdots \\ W^{(0)}(n) \end{bmatrix} \qquad \dots\dots (7)$$

الخطوة الخامسة: أيجاد دالة الأستجابة الزمنية، والتي تظهر كيف تتغير المتغيرات مع الزمن وكالآتي

$$\widehat{W}^{(1)}(k) = \left(W^{(0)}(1) - \frac{\alpha}{\beta}\right)e^{-\beta k} + \frac{\alpha}{\beta}\,, \quad k = 1,2,3,\dots\dots,N \quad \dots\dots (8)$$

الخطوة السادسة: أيجاد معكوس عملية التوليد التراكمي (IAGO) وكالآتي

$$\widehat{W}^{(0)}(k+1) = \widehat{W}^{(1)}(k+1) - \widehat{W}^{(1)}(k) \qquad k = 2,3,\dots\dots,n \qquad \dots\dots (9)$$

2. الأنموذج الرمادي GM(1,2)

الأنموذج الرمادي GM(1,2) من الدرجة (الرتبة) الأولى وبمتغيرين أثنين هو أحد النماذج الكلاسيكية المستخدمة في التنبؤ، وهو نوع من نماذج السلاسل الزمنية التي تعتمد على عدد قليل من البيانات. يهدف هذا الأنموذج ألى دراسة العلاقة الديناميكية بين متغيرين مترابطين بمرور الوقت. بالمقارنة مع الأنموذج الرمادي GM(1,1)، فأن أنموذج GM(1,2) يأخذ بالأعتبار تأثير متغير مستقل أضافي، مما يسمح له بالتعامل مع العلاقات التفاعلية بين المتغيرات[35]. يتم بناء الأنموذج الرمادي GM(1,2) وذلك من خلال ست خطوات رئيسة وهي:-

الخطوة الأولى: لنفترض لدينا سلسلتي البيانات الأصلية

$$\begin{cases} W^{(0)} = \left(w^{(0)}(1), w^{(0)}(2), \dots\dots, w^{(0)}(n)\right) & ,n \ge 4 \\ L^{(0)} = \left(l^{(0)}(1), l^{(0)}(2), \dots\dots, l^{(0)}(n)\right) & ,n \ge 4 \end{cases} \qquad \dots\dots (10)$$

الخطوة الثانية: أيجاد عملية التوليد التراكمي (AGO) وتكون كالآتي

$$\begin{cases} w^{(1)}(k) = \sum_{j=1}^{k} W^{(0)}(j) & k = 1,2,\dots\dots,n \\ l^{(1)}(k) = \sum_{j=1}^{k} L^{(0)}(j) & k = 1,2,\dots\dots,n \end{cases} \quad \dots\dots (11)$$

من خلال عملية التوليد التراكمي نحصل على السلسلتين جديدتين وهي

$$\begin{cases} W^{(1)} = (w^{(1)}(1), w^{(1)}(2), \dots\dots, w^{(1)}(n)) \\ L^{(1)} = (l^{(1)}(1), l^{(1)}(2), \dots\dots, l^{(1)}(n)) \end{cases} \quad \dots\dots (12)$$

الخطوة الثالثة: يتم حساب القيمة الخلفية والتي تستخدم في تقريب متوسط السلسلة المتراكمة $W^{(1)}$ بين نقطتين زمنيتين وتكون كالآتي

$$z^{(1)}(k) = gw^{(0)}(k-1) + (1-g)w^{(0)}(k), \quad (k = 2,3,\dots\dots,n) \quad \dots\dots (13)$$

الخطوة الرابعة: بناء معادلة تفاضلية خطية (معادلة التبييض) من الدرجة الأولى وبمتغيرين وكالآتي

$$\frac{dw^{(1)}(t)}{dt} + \alpha W^{(1)}(t) = \beta L^{(1)}(t) \quad \dots\dots\dots (14)$$

من خلال المعادلة رقم (14) يمكن تقدير معلمات الأنموذج الرمادي GM(1,2) بأستعمال طريقة المربعات الصغرى (LS) وكالآتي

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad , \dots\dots (15)$$

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & L^{(1)}(2) \\ -z^{(1)}(3) & L^{(1)}(3) \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & L^{(1)}(n) \end{bmatrix}, \; Y = \begin{bmatrix} W^{(0)}(2) \\ W^{(0)}(3) \\ \vdots \\ W^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad \dots\dots (16)$$

الخطوة الخامسة: أيجاد دالة الأستجابة الزمنية، والتي تظهر كيف تتغير المتغيرات مع الزمن وكالآتي

$$\begin{cases} \widehat{W}^{(1)}(k+1) = \left(W^{(0)}(1) - \frac{\alpha}{\beta} L^{(1)}(k+1) \right) e^{-\beta k} + \frac{\alpha}{\beta} L^{(1)}(k+1) \\ k = 1,2,3,\dots\dots,N \end{cases} \quad \dots\dots (17)$$

الخطوة السادسة: أيجاد معكوس عملية التوليد التراكمي (IAGO) وكالآتي

$$\widehat{W}^{(0)}(k+1) = \widehat{W}^{(1)}(k+1) - \widehat{W}^{(1)}(k) \quad \dots\dots (18)$$

3. الأنموذج الرمادي GM(2,1)

الأنموذج الرمادي GM(2,1) من الدرجة (الرتبة) الثانية وبمتغير واحد، يعتبر أنموذج الـ GM(2,1) تطوراً عن أنموذج الـ GM(1,1) حيث يهدف الى تغير البنية الخطيه للأنموذج GM(1,1) وتوسيع نطاق تطبيقات نظرية التنبؤ الرمادي [6]. يتم بناء الأنموذج الرمادي GM(2,1) من خلال ست خطوات رئيسة وهي:-

الخطوة الأولى: لنفترض لدينا سلسلة بيانات أصلية

$$W^{(0)} = \left(w^{(0)}(1), w^{(0)}(2), \dots\dots, w^{(0)}(n) \right), \; n \geq 4 \quad \dots\dots (19)$$

الخطوة الثانية: أيجاد عملية التوليد التراكمي (AGO) وتكون كالآتي

$$W^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^{k} w^{(0)}(i), \quad k = 1,2,\dots\dots,n, \quad \dots\dots (20)$$

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 134) 2025, pp. 148-158

بعد أجراء عملية التوليد التراكمي نحصل على السلسلة الجديدة وهي

$$W^{(1)}=\left(w^{(1)}(1),w^{(1)}(2),\dots\dots,w^{(1)}(n)\right),\ n\geq 4\ \dots\dots(21)$$

الخطوة الثالثة: يتم حساب القيمة الخلفية والتي تستخدم في تقريب متوسط السلسلة المتراكمة $W^{(1)}$ بين نقطتين زمنيتين وتكون كالآتي

$$z^{(1)}(k)=gw^{(0)}(k-1)+(1-g)w^{(0)}(k),\quad (k=1,2,3,\dots\dots,n)\quad \dots(22)$$

الخطوة الرابعة: بناء معادلة تفاضلية خطية (معادلة التبييض) من الدرجة الثانية وبمتغير واحد وكالآتي

$$\frac{d^2w^{(1)}}{dt}+\alpha_1\frac{dw^{(1)}}{dt}+\alpha_2 w^{(1)}=\beta\ \dots\dots(23)$$

من خلال المعادلة رقم (23) يمكن تقدير معلمات الأنموذج الرمادي GM(2,1) بأستعمال طريقة المربعات الصغرى (LS) وكالآتي

$$\begin{bmatrix}\widehat{\alpha_1}\\ \widehat{\alpha_2}\\ \hat{\beta}\end{bmatrix}=(B^TB)^{-1}B^TY,\qquad \dots\dots(24)$$

$$B=\begin{bmatrix}-w^{(0)}(2) & -z^{(1)}(2) & 1\\ -w^{(0)}(3) & -z^{(1)}(3) & 1\\ \vdots & \vdots & \vdots\\ -w^{(0)}(n) & -z^{(1)}(n) & 1\end{bmatrix},\qquad \dots\dots(25)$$

$$Y=\begin{bmatrix}\nabla^{(1)}w^{(0)}(2)\\ \nabla^{(1)}w^{(0)}(3)\\ \vdots\\ \nabla^{(1)}w^{(0)}(n)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}w^{(0)}(2)-w^{(0)}(1)\\ w^{(0)}(3)-w^{(0)}(2)\\ \vdots\\ w^{(0)}(n)-w^{(0)}(n-1)\end{bmatrix},\qquad \dots\dots(26)$$

الخطوة الخامسة: أيجاد دالة الأستجابة الزمنية، والتي تظهر كيف تتغير المتغيرات مع الزمن وكالآتي

$$\widehat{w}^{(1)}(k)=\frac{\beta}{\alpha_2}+\frac{\beta h_4-\beta h_2-\alpha_2c_1h_4+\alpha_2c_2h_2}{h_1}e^{-(\frac{\alpha_1}{2}-h_6)k}-\frac{\beta h_5-\beta h_3+\alpha_2c_2h_3-\alpha_2c_1h_5}{h_1}e^{-(\frac{\alpha_1}{2}+h_6)k},\qquad \dots\dots(27)$$

الخطوة السادسة: أيجاد معكوس عملية التوليد التراكمي (IAGO) وكالآتي

$$\widehat{w}^{(0)}(k+1)=\widehat{w}^{(1)}(k+1)-\widehat{w}^{(1)}(k),\qquad k=(2,3,\dots\dots,n),\qquad \dots\dots(28)$$

4. الأنموذج الرمادي VG(1,1) (Verhulst Model)

أنموذج فيرهلست، الذي طُور على يد عالم الأحياء البلجيكي فيرهلست في بلجيكا، يُعد أحد النماذج في نظرية الأنظمة الرمادية. لقد بحث فيرهلست قانون النمو البيولوجي وتوصل إلى أنموذج ديناميكي كمي لنمو الكائنات الحية في بيئة محدودة. يتخذ هذا الأنموذج شكل منحنى على هيئة حرف S، ويمثل عملية تصل إلى حالة التشبع. ويتميز أنموذج فيرهلست بقدرته على أزالة الإشارات المزعجة الناتجة عن العشوائية في البيانات الخام، مما يساعد على كشف القوانين المنظمة لتطور الأنظمة بشكل منهجي[23]. يتم بناء الأنموذج الرمادي VG(1,1) من خلال ست خطوات رئيسة وهي:-

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 134) 2025, pp. 148-158

الخطوة الأولى: لنفترض لدينا سلسلة بيانات أصلية

$$W^{(0)} = \left(w^{(0)}(1), w^{(0)}(2), \dots\dots, w^{(0)}(n)\right),\ n \geq 4 \quad \dots\dots (29)$$

الخطوة الثانية: أيجاد عملية التوليد التراكمي (AGO) وتكون كالآتي

$$W^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^{k} w^{(0)}(i)\,,\quad k = 1,2,\dots\dots,n\,, \quad \dots\dots (30)$$

بعد أجراء عملية التوليد التراكمي نحصل على السلسلة الجديدة وهي

$$W^{(1)} = \left(w^{(1)}(1), w^{(1)}(2), \dots\dots, w^{(1)}(n)\right),\ n \geq 4 \quad \dots\dots (31)$$

الخطوة الثالثة: يتم حساب القيمة الخلفية والتي تستخدم في تقريب متوسط السلسلة المتراكمة $W^{(1)}$ بين نقطتين زمنيتين وتكون كالآتي

$$z^{(1)}(k) = gw^{(0)}(k-1) + (1-g)w^{(0)}(k)\,,\quad (k = 1,2,3,\dots\dots,n) \quad \dots (32)$$

الخطوة الرابعة: بناء معادلة تفاضلية خطية (معادلة التبييض) من الدرجة الأولى وبمتغير واحد وكالآتي

$$\frac{dw^{(1)}(t)}{dt} + \alpha W^{(1)}(t) = \beta\left(W^{(1)}(t)\right)^{\theta}, \quad \dots\dots\dots (33)$$

من خلال المعادلة رقم (33) يمكن تقدير معلمات الأنموذج الرمادي VG(1,1) بأستعمال طريقة المربعات الصغرى (LS) وكالآتي

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y\,, \quad \dots\dots (34)$$

$$B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & \left(z^{(1)}(2)\right)^2 \\ -z^{(1)}(3) & \left(z^{(1)}(3)\right)^2 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & \left(z^{(1)}(n)\right)^2 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} W^{(0)}(2) \\ W^{(0)}(3) \\ \vdots \\ W^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad \dots\dots (35)$$

الخطوة الخامسة: أيجاد دالة الأستجابة الزمنية، والتي تظهر كيف تتغير المتغيرات مع الزمن وكالآتي

$$\widehat{W}^{(1)}(k) = \frac{\alpha W^{(1)}(0)}{\beta W^{(1)}(0) + \left(\alpha - \beta W^{(1)}(0)\right)\alpha e^{\alpha k}}\,, k = 1,2,\dots\dots,n \quad \dots\dots (36)$$

الخطوة السادسة: أيجاد معكوس عملية التوليد التراكمي (IAGO) وكالآتي

$$\widehat{w}^{(0)}(k) = \widehat{w}^{(1)}(k-1) - \widehat{w}^{(1)}(k), \quad k = (2,3,\dots\dots,n), \quad \dots\dots (37)$$

5. النتائج

يشهد التحليل الكمي في كرة القدم تطوراً ملحوظاً في العقد الأخير، حيث أصبحت النمذجة الإحصائية أداةً أساسية لتقييم أداء الفرق وتحسين أستراتيجياتها. تأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على الجانب التطبيقي لتحليل أداء الأندية في دوري نجوم العراق، من خلال التركيز على خمسة أندية وهي كل من: (نادي الشرطة، ونادي القوة الجويه، ونادي الزوراء، ونادي زاخو، ونادي دهوك) ممثلة خلال خمسة مواسم متتالية (2019-2023). تم تقسيم التحليل إلى أربعة محاور رئيسية تعكس مراحل اللعب الأساسية وهي : حراسة المرمى، والدفاع، وخط الوسط، والهجوم. وذلك بأستخدام أربعة نماذج رمادية مختلفة وهي (الأنموذج الرمادي GM(1,1)، الأنموذج الرمادي GM(1,2)، الأنموذج الرمادي GM(2,1)، والأنموذج الرمادي VG(1,1)).

نادي الشرطة

هو نادي رياضي عراقي تأسس عام (1932)، وهو تابع إلى وزارة الداخليه العراقية، ويضم مجموعة من الأنشطة الرياضية منها كرة القدم. يتمتع فريق كرة القدم بتاريخ حافل في دوري نجوم العراق. سنستعرض في هذا الفصل أداء الفريق عبر المحاور الرئيسة بأستعمال النماذج الرمادية الأربعة.

جدول (1) قيم تقدير المعلمات والتنبؤ ومعايير المقارنة لنادي الشرطة وللنماذج الرمادية الأربعة

	الأنموذج	المعلمات	تقدير المعلمات	التنبؤ للعام القادم	RMSE	MAPE
محور حراسة المرمى	GM(1,1)	α	0.09516	30.1081	10.8999	31.8533%
		β	50.847			
	GM(1,2)	α	1.4413	42.0819	14.2541	36.4421%
		β	1.965			
	VG(1,1)	α	-0.48055	50.4006	17.1476	45.4335%
		β	-0.0011353			
	GM(2,1)	α_1	1.1423	40.6130	25.3643	73.756%
		α_2	-0.24877			
		β	110.7183			
محور الدفاع	GM(1,1)	α	-0.088813	556.9863	15.1475	3.1613%
		β	338.4612			
	GM(1,2)	α	1.2342	607.2833	64.3091	11.4953%
		β	5.4178			
	VG(1,1)	α	-0.78581	438.9212	141.7677	25.9064%
		β	-0.00021849			
	GM(2,1)	α_1	-0.36942	5503.2	1511.592	228.857%
		α_2	0.086953			
		β	227.9224			
محور الوسط	GM(1,1)	α	-0.093872	375.2786	11.4726	3.2603%
		β	224.861			
	GM(1,2)	α	0.65262	410.3153	71.2622	20.834%
		β	0.82509			
	VG(1,1)	α	-0.75742	350.6028	97.5921	29.1909%
		β	-0.0003057			

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 134) 2025, pp. 148-158

	GM(2,1)	α_1	0.082279	830.4418	282.4832	74.2345%
		α_2	-0.055762			
		β	268.1474			
محور الهجوم	GM(1,1)	α	-0.086095	70.9687	4.5875	6.7839%
		β	44.5427			
	GM(1,2)	α	1.2027	76.0791	6.8515	9.0786%
		β	0.24591			
	VG(1,1)	α	-0.88715	47.2694	19.7871	27.2914%
		β	-0.0020777			
	GM(2,1)	α_1	-0.5051	1195.6	284.1194	322.842%
		α_2	0.13727			
		β	25.9058			

6. استنتاجات

تم التوصل الى الاستنتاجات الآتية: -

1. أنفرد الأنموذج GM(1,1) بأفضل مطابقة لكل مجاميع البيانات، وفي المحاور المختلفة، متفوقا على بقية النماذج الرمادية الأخرى المستعملة في مطابقة البيانات، حسب معياري متوسط الخطأ النسبي المطلق وجذر متوسط مربعات الخطأ حيث ظهرا بأقل قيمة لهذا الأنموذج مقارنة بالنماذج الأخرى.
2. المتوقع للموسم الكروي القادم في محور حراسة المرمى ان يكون هناك (30) تصدياً لنادي الشرطة.
3. المتوقع للموسم الكروي القادم في محور الدفاع أن يكون هناك (556) تدخلاً دقيقاً لنادي الشرطة.
4. المتوقع للموسم الكروي القادم في محور الوسط ان يكون هناك (448) تمريرة ناجحة لنادي الشرطة.
5. المتوقع للموسم الكروي القادم في محور الهجوم أن يكون هناك (116) هدفاً في نادي الشرطة.

7. التوصيات

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها نوصي بالنقاط الآتية: -

1. استعمال نماذج أخرى مع الأنموذج الرمادي GM(1,1) والمقارنة بينهم وذلك لمعرفة مدى كفاءة ودقة الأنموذج الرمادي GM(1,1).
2. توسيع عدد الأندية المدروسة لتشمل أندية أخرى تلعب في دوري نجوم العراق، وزيادة البيانات لمواسم أكثر من التي تم اختيارها (أكثر من 5 مواسم رياضية) وذلك للحصول على نتائج أكثر موثوقية مستقبلاً.
3. استعمال الأنموذج الرمادي GM(1,1) على مستوى أداء اللاعبين في دوري نجوم العراق وذلك من أجل تحليل تطور اللاعبين على مدى المواسم وتحديد القوة والضعف لدى كل لاعب.
4. أعداد نظام يمكن من خلاله دعم اتخاذ القرار خاص بالأندية والتي تعتمد على الأنموذج الرمادي، يتم استعماله في تقييم الأداء والتخطيط للمواسم القادمة.

5. على الاتحاد العراقي لكرة القدم توثيق معلومات متكاملة عن الأندية العراقية وعلى اللاعبين العراقيين، اسوة بما موجود في الدوريات الاوربية.

8. المصادر

1. Cheng, M. (2023). A New Method For Parameter Estimation Of Extended Grey GM (2, 1) Model Based On Difference Equation And Its Application. AIMS Mathematics, 8(7), 15993-16012.
2. Julong, D. (1989). Introduction To Grey System Theory. The Journal Of Grey System, 1(1), 1-24.
3. Jun, D., & Peiwen, Y. (2018). Short-Term Electricity Price Forecasting Based On Grey Prediction GM (1, 3) And Wavelet Neural Network. American Journal Of Electrical Power And Energy Systems, 7(4), 50-55.
4. Li, Q. (2013, November). Application Of Grey Verhulst Model To Commercial Flights At The Macau International Airport. In Proceedings Of 2013 IEEE International Conference On Grey Systems And Intelligent Services (GSIS) (Pp. 161-163). IEEE.
5. Lei, M., & Feng, Z. (2012). A Proposed Grey Model For Short-Term Electricity Price Forecasting In Competitive Power Markets. International Journal Of Electrical Power & Energy Systems, 43(1), 531-538.
6. Madhi, M., & Mohamed, N. (2022). Improving GM (1, 1) Model Performance Accuracy Based On The Combination Of Optimized Initial And Background Values In Time Series Forecasting. Open Access Library Journal, 9(4), 1-17.
7. Shodiq, M., Warsito, B., & Gernowo, R. (2018). The Implementation Of Grey Forecasting Model For. Vol, 9, 169-176.
8. Wang, R., Wang, F., & Ji, W. (2010, November). Particle Swarm Optimization Based GM (1, 2) Method On Day-Ahead Electricity Price Forecasting With Predicted Error Improvement. In 2010 2nd International Workshop On Database Technology And Applications (Pp. 1-4). IEEE.
9. Wu, W. Z., & Zhang, T. (2020). An Improved Gray Interval Forecast Method And Its Application. Communications In Statistics-Theory And Methods, 49(5), 1120-1131.
10. Wu, X., Fang, Z. G., & Shi, H. X. (2007, November). The Research Of Time Lag Effect Of Productivity And Gdpbased On GM (1, 2) Model. In 2007 IEEE International Conference On Grey Systems And Intelligent Services (Pp. 537-541). IEEE.
11. Zhao, D., Zhang, H., & Zhang, R. (2021). COMPARISON OF GM (1, 1) AND IMPROVED GM (1, 1) MODELS FOR PREDICTION OF HUMAN IMMUNODEFICIENCY VIRUS AND ACQUIRED IMMUNE DEFICIENCY SYNDROME INCIDENCE IN PR CHINA. The Southeast Asian Journal Of Tropical Medicine And Public Health, 52(6), 733-741.

مجلة كلية التربية الاساسية
كلية التربية الاساسية – الجامعة المستنصرية
Journal of the College of Basic Education Vol.31 (NO. 134) 2025, pp. 148-158

Using Grey Models to Predict Some Indicators of Al-shorta Football Club in the Iraq

(1) **Mustafa Qasem Kadhem**
Al-Mustansiryiah University
College of Administration & Economics, Department of Statistics
mustafa.kasm@uomustansiriyah.edu.iq

(2) **Professor Dr. Ali Yassin Ghani**
Al-Mustansiryiah University
College of Administration & Economics, Department of Statistics
badrawi66@uomustansiriyah.edu.iq

Abstract:
The Iraqi Football League faces significant challenges regarding data quality, as statistical records exhibit evident deficiencies in accuracy and completeness. These problems primarily stem from the absence of a systematics data recording system, coupled with limited awareness of the importance of precise sports statistics. In this context, grey models as an effective solution for handling incomplete data through specialized mathematical modeling processes in grey system whitening. This research applied four principal grey models: the grey model GM(1,1), grey model GM(1,2), grey model GM(2,1), and grey model VG(1,1). These models were selected for their capability to analyze systems with incomplete information by transforming grey data into measurable predictive models.The comparative analysis of the four grey models employed two key evaluation metrics: Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Results demonstrated the superior performance of the GM(1,1) model in terms of both accuracy and ease of implementation. This advantage stems from its simpler mathematical structure and greater efficiency in processing limited datasets compared to other models. The findings confirm the potential of grey models, particularly the GM(1,1) model, as a practical tool for supporting technical decision-making in Al-shorta Football Club. Furthermore, they highlight the need to develop enhanced statistical data collection systems to improve the accuracy of future analyses.

Keyword: GM(1,1), GM(2,1), GM(1,2), Verhulst Model(1,1), Grey Model, Football