توظيف تقنية التعلم الآلي بالتنبؤ لضمان استدامة صندوق تقاعد موظفي الدولة

Using Machine Learning Technology to Predict to Ensure Sustainability of the State Employees' Retirement Fund

الباحث: مهند زيدان خلف **أ.د. زهره حسن عليوي العامري**

كلية الادارة والاقتصاد/ الجامعة المستنصرية **كلية الادارة والاقتصاد/ الجامعة المستنصرية**

muhanad.khalaf@uomustansiriyah.edu.iq

zahra-alamiri65@uomustansiriyah.edu.iq

رقم التصنيف الدولي ISSN 2709-2852

تاريخ استلام البحث : ٢٠٢٤/١٢/١١ تاريخ قبول النشر: ٢٠٢٥/١/١٣

المستخلص

يهدف البحث الحالي إلى التنبؤ بقدرة صندوق تقاعد موظفي الدولة على الوفاء بالتزاماته اتجاه المتقاعدين للمدة (٢٠٢٤-٢٠٣٠) باستخدام تقنية التعلم الآلي أحدى تقنيات الذكاء الاصطناعي واعتماداً على البيانات التاريخية لصندوق تقاعد موظفي الدولة (عدد المتقاعدين، الرواتب التقاعدية، والايرادات) للسنوات(٢٠١٦-٢٠٢٣)، وقد تم اعتماد منهج التحليل الوصفي و منهج دراسة الحالة تحقيق هذا الهدف. وقد توصل البحث إلى جملة استنتاجات أهمها أن صندوق تقاعد موظفي الدولة سيعـــاني

بحث مستل من رسالة ماجستير .

مجلة العلوم المالية والمحاسبية

AFSJ

ACCOUNTING & FINANCIAL SCIENCES JOURNAL

مجلة العلوم المالية والمحاسبية

العدد الثامن عشر/ حزيران ٢٠٢٥

الصفحات ٨١ــ ١١٠

من عجز في السنوات القادمة، وعلى إدارة صندوق تقاعد موظفي الدولة اتخاذ جملة قرارات استثمارية لتجاوز هذا العجز وضمان استدامة الصندوق .

الكلمات الافتتاحية: التنبؤ ، تقنية التعلم الآلي ، صندوق تقاعد موظفي الدولة.

Abstract:

The current research aims to predict the ability of the State Employees Retirement Fund to fulfill its obligations towards retirees for the period (2024-2030) using machine learning technology, one of the artificial intelligence techniques, and based on historical data of the State Employees Retirement Fund (number of retirees, retirement salaries, and revenues) for the years (2016-2023). The descriptive analysis approach and the case study approach were adopted to achieve this goal. The research reached a number of conclusions, the most important of which is that the State Employees Retirement Fund will suffer from a deficit in the coming years, and the management of the State Employees Retirement Fund must take a number of investment decisions to overcome this deficit and ensure the sustainability of the fund.

المقدمة:

أصبح من الممكن الاستفادة من قدرات الحاسوب الهائلة في تحليل كميات هائلة من البيانات المعقدة، مما يفتح آفاقاً جديدة لتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في التخطيط والتنبؤ و اتخاذ القرارات ، ومع تطور العالم بدأت تقنية التعلم الآلي تؤدي دورًا مهمًا في تقليل التكلفة الفعلية مما يجعل النظام أكثر موثوقية واقتصادية لكون تقنية التعلم الآلي هي فئة من الخوارزميات التي تطبق البرامج وتوفر دقة في تحديد النتائج اذ تشمل أساسيات التعلم الآلي تكوين خوارزميات يمكنها تلقي البيانات المدخلة واستعمال الأدوات الحسابية للتنبؤ بالمخرجات. يقوم خبراء البيانات بتحديد المتغير والسمات التي ينبغي أن يفحصها النموذج ويستعملها لبناء التنبؤات وبمجرد الانتهاء من التدريب على البيانات ستطبق نماذج ما تم تعلمه على البيانات الجديدة

،وان إحدى النقاط المحورية الأساسية التي تميز أنظمة التعلم الآلي هي تخصصها في حل المشكلات الكبيرة كل على حدة، تستعمل تقنيات التعلم الآلي مثل الانحدار الخطي والغابات العشوائية والتعزيز التدريجي لحل مشكلة التنبؤ بالتهديدات، وللدور الكبير لصندوق تقاعد موظفي الدولة في انشاء حياة مستقرة للمتقاعدين من خلال الرواتب التقاعدية ونتيجة لكثرة عدد المتقاعدين ومحدودية التخصيصات المالية توجه الباحثين إلى التنبؤ بقدرة هذا الصندوق على الوفاء بالتزاماته تجاه المتقاعدين باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي ومنها تقنية التعلم الآلي.

١- المبحث الأول: منهجية البحث والدراسات السابقة

١.١- مشكلة البحث:

بالرغم من وجود أساليب كمية حديثة للتنبؤ وغزو الذكاء الاصطناعي لمجالات عدة في الحياة ومنشآت الاعمال، إلاّ ان الوحدة عينة البحث لازالت تعتمد الاسلوب التقليدي في التنبؤ، وان صحّ ذلك موضوعياً فان عملية التخطيط الاستراتيجي وعملية اتخاذ القرار ستكون أقل دقة و محاطة بمخاطر عدة وقد تؤدي إلى فشل الوحدة الاقتصادية عينة البحث في وقت قريب .

٢.١-أهداف البحث:

يسعى البحث إلى تحقيق الأهداف الآتية:-

١- التعرف على الإطار المفاهيمي لتقنية التعلم الآلي.

٢- التعرف على طبيعة عمل صندوق تقاعد موظفي الدولة وماهي ابواب نفقاته ومصادر إيراداته.

٣- بناء أنموذج للتنبؤ بعدد المتقاعدين والرواتب التقاعدية ومن ثم التنبؤ باستدامة صندوق التقاعد من خلال توظيف تقنية التعلم الآلي.

٣.١- اهمية البحث:

لقد أصبحت تقنيات الذكاء الاصطناعي محوراً اساسياً للعصر، حيث تعد محركاً قوياً لمختلف العلوم ومنها علم المحاسبة، وتعد تقنية التعلم الآلي من أهم تقنيات الذكاء الاصطناعي التي يمكن توظيفها كأداة بيد إدارة الوحدات الاقتصادية للتنبؤ بدقة بما سيكون عليه وضعها في السنوات القادمة . ولان دائرة صندوق تقاعد موظفي الدولة دائرة حيوية ومؤثرة في شريحة كبيرة من المجتمع العراقي وبالأخص المتقاعدين سواء مدنين أو عسكرين أو غيرهم ، لذا يتوجب دارسة بياناتها التاريخية للتنبؤ بمدى قدرتها على الوفاء بالتزاماتها اتجاه هذه الشريحة المهمة.

٤.١- فرضية البحث:

في ضوء مشكلة البحث واهدافه تم بناء الفرضيات الآتية:-

١-بالامكان توظيف تقنية التعلم الآلي للتنبؤ باستدامة صندوق تقاعد موظفي الدولة.

٢- تختلف نماذج تقنية التعلم الآلي من حيث مستوى الدقة ومتوسط الخطأ فيها

٥.١- وسائل جمع البيانات والمعلومات :-

١- في الجانب النظري تم الاعتماد على الكتب و البحوث والمقالات و الرسائل والأطاريح المحلية والعربية والاجنبية، فضلاً عن الوثائق الرسمية.

٢- في الجانب العملي تم الاعتماد على الآتي :-

أ- قانون التقاعد الموحد رقم (٩) لسنة ٢٠١٤.

ب- التعديل الاول لقانون التقاعد الموحد رقم (٩) لسنة٢٠١٤ القانون رقم(٢٦) لسنة ٢٠١٩.

ت- المقابلات الشخصية مع مسؤولي ومحاسبي ومدققي صندوق تقاعد موظفي الدولة.

٦.١ دراسات وابحاث سابقة:

سوف يتناول الباحثين في هذا المبحث عرضا موجزا لأهم الدراسات السابقة سواء كانت دراسات عربية أم اجنبية والتي تمكّن الباحثين من الحصول عليها.

١.٦.١- دراسة:(Zaarour &Dbouk ,2017)

"Towards a Machine Learning Approach for Earnings Manipulation Detection" (تطبيق نهج التعلم الآلي لاكتشاف التلاعب بالأرباح)، هدفت الدراسة إلى اكتشاف التلاعب بالأرباح من خلال تطبيق **Bayesian Naïve Classifier** وهو نهج التعلم الآلي الخاضع للإشراف الذي يقيم ويقارن طريقة المدققين اليدويين مع نموذج رياضي مطبق على نطاق واسع (نموذج **Beneish**)،وأن أداة الدراسة المستخدمة هي المقارنة، ومن أهم الاستنتاجات التي تم التوصل إليها هي أن طرائق التدقيق التقليدية ، التي تستند إلى طرائق بسيطة لتحليل النسبة الأساسية ، وأخذ العينات ، وإقرار كل معاملة ، والتحقق اليدوي من الحسابات ، والتأسيس غير التكنولوجي ، تحتاج إلى التكامل مع التطورات التكنولوجية وذلك لتلبية احتياجات الاقتصاد الجديد. وقد اوصت الدراسة بضرورة ان يكون هناك تكامل بين الطرائق التقليدية للتدقيق وتقنية التعلم الآلي لغرض تحديد واكتشاف التلاعب بالأرباح.

٢.٦.١- دراسة:(الجابر ،٢٠٢٠)، بعنوان "**اثر الذكاء الاصطناعي على كفاءة الانظمة المحاسبية في البنوك الاردنية**"، هدفت الدراسة إلى معرفة أثر استخدام الذكاء الاصطناعي على تكامل وترابط ودقة النظام المحاسبي في البنوك الأردنية، واعتمدت الدراسة على المنهج الاستدلالي، ومن أهم الاستنتاجات التي توصلت إليها الدراسة هي ان هناك ترابط قوي بين الذكاء الاصطناعي وكفاءة الانظمة المحاسبية لتحقيق الاهداف المصرفية المرجوة ،كما أوصت الدراسة بضرورة تعزيز استعمال الذكاء الاصطناعي في المصرف لرفع كفاءة الأنظمة المحاسبية ومن ثم رفع كفاءة المصرف.

٣.٦.١- دراسة:(متولي، ٢٠٢٢) بعنوان" **استخدام معلومات التقارير المالية في نماذج تعلم الآلة للتنبؤ بالأداء المالي للشركات المقيدة في البورصة المصرية – دراسة اختبارية**" هدف البحث الى دراسة القوة التنبؤية لمعلومات التقارير المالية في التنبؤ بالأداء المالي للوحدات الاقتصادية باستخدام خوارزميات التعلم الآلي(**Learning Machine**) من خلال اختبار المعلومات المالية وغير المالية في التقارير المالية، ودراسة العلاقة بين المتغيرات وبناء الأنماط بينهما ثم التنبؤ بالمتغير التابع وفقاً لهذه الأنماط. وقد تمثلت أداة الدراسة باستخدام نموذج مقترح، ومن أهم الاستنتاجات التي توصلت إليها الدراسة هي إن النوع الأكثر ملائمة للأبحاث الاجتماعية في نماذج التعلم الآلي هو الخاضع للأشراف، اذ توجد هناك الكثير من خوارزميات التعلم الآلي الخاضع للأشراف مثل: مصنفات بايز (**NB**) ,آلة المتجهات الداعمة (**SVM**) و الغابات العشوائية (**RF**)، والجار الأقرب–(**NN K**)، وعلى وفق معايير جودة نماذج التنبؤ المقترحة تبين أن خوارزمية شجرة القرار(**RF**)هي الأفضل من حيث معايير جودة النموذج، إذ كانت تمتلك أقل قيمة من معيار متوسط مربع الخطأ، وأقل قيمة من جذر متوسط مربع الخطأ، وأعلى قيمة من معامل التحديد والتي بلغت قيمتها (1.29%) من إجمالي التغير الذي حدث بالمتغير التابع.

٤.٦.١ –دراسة: (Hassbring2022)

Machine learning embedded automation in financial forecasting"

"**التعلم الآلي جزء متضمن من الأتمتة في التنبؤ المالي**" هدفت الدراسة الى التحقيق وإثبات إمكانات واستخدام التعلم الآلي أو أتمتة الشبكة العصبية المضمنة في التنبؤ المالي، و محاولة الاجابة عن كيفية عمل النماذج العصبية بالنسبة للنماذج الإحصائية التقليدية في التنبؤ بالسلسلة الزمنية المالية الداخلية، مع وصول محدود إلى بيانات الأداء المالي التاريخية. علماً ان أداة الدراسة المستخدمة هي المقارنة،وقد

توصل الباحث إلى جملة استنتاجات منها ثبتت إمكانات واستخدام التعلم الآلي أو أتمتة الشبكة العصبية المضمنة في التنبؤ المالي. وتفوق النماذج العصبية المتمثلة بشكل مؤشرات الشبكة العصبية المتكررة **(LSTM)** و**(GRU)** على النماذج الإحصائية التقليدية في التنبؤ بالسلسلة الزمنية المالية الداخلية بالرغم من الوصول المحدود إلى بيانات الأداء المالي التاريخية، كما أتضح أن النماذج العصبية دائما ما تتفوق على نماذج التنبؤ بالسلاسل الزمنية الإحصائية التقليدية في ضمن نطاق الدراسة بحسب عينتها وحدودها، وبالرغم من استخدام أحجام عينات صغيرة أتضحت قوة النماذج العصبية.

ان كل الدراسات السابقة التي تم التطرق اليها والدراسات التي لم يتسنى لنا التطرق اليها وذكرها كان لها الفضل في اغناء بحثنا هذا وتأطير الجوانب التي لها علاقة بموضوع البحث، ويمكن بيان مجالات اختلاف البحث الحالي عن الدراسات السابقة في الاتي: يُعد هذا البحث من الدراسات القليلة في تطرقه لموضوع **(توظيف تقنية التعلم الآلي بالتنبؤ لضمان استدامة صندوق تقاعد موظفي الدولة)**

٢- المبحث الثاني :الإطار النظري للبحث

١.٢- التنبؤ : المفهوم والأهمية، والأساليب:

Forecasting: Concept, Importance, and Methods:

هناك غرضان أساسيان لإجراء تحليل البيانات هو الاستدلال والتنبؤ فعندما نريد إيجاد تأثير **X** على **Y** فإن ما يهم هو العلاقة السببية بين **X** و **Y** وفي هذه الحالة يصبح الغرض من تحليل البيانات هو الاستدلال. وعندما نريد استعمال **X** للتنبؤ بـ **Y**عند ذلك يكون الغرض من التحليل هو التنبؤ.

١.١.٢- التنبؤ:Prediction

التنبؤ هو عملية استخدام البيانات المتاحة والمعلومات التاريخية لتكوين تقديرات حول الأحداث المستقبلية. بمعنى آخر، هو محاولة النظر إلى المستقبل بناءً على ما نعرفه عن الماضي والحاضر(احمد، ١١,٢٠٢٢).

٢.١.٢- أهمية التنبؤ:Importance of prediction

للتنبؤات أهمية بالغة في التخطيط وصياغة القرارات الاقتصادية والإدارية والمالية والاجتماعية والبيئية. وممكن تلخيص هذه الأهمية بالآَتي تسهم التنبؤات في(الكلابي، ١١,٢٠١٨)

١- رفع كفاءة وفاعلية الوحدات الاقتصادية في المرونة مع البيئة الخارجية .

٢- معرفة حاجات الوحدات الاقتصادية في المدى القصير والمتوسط .

٣- الحد من المخاطر التي قد تواجه الوحدات الاقتصادية.

٤- اعطاء صورة للوحدات الاقتصادية عن توجهها المستقبلي .

٥- اتخاذ القرارات وترقب آثارها المستقبلية.

٣.١.٢- أنواع أساليب التنبؤ:Types of forecasting methods

يمكن تصنيف أساليب التنبؤ إلى فئتين رئيسيتين هما:

أساليب نوعية:(Qualitative Methods) هي مجموعة من التقنيات التي تستخدم لجمع وتحليل البيانات غير الرقمية، مثل الآراء والخبرات والتقييمات، بهدف التنبؤ بحدث أو اتجاه مستقبلي. هذه الأساليب تعتمد بشكل كبير على رأي الخبير والتقييمات الذاتية، وتستخدم عندما تكون البيانات الكمية محدودة أو غير متاحة, وتشمل هذه الأساليب الآَتي:-

طريقة دلفي: تعتبر أهم طرق التنبؤ الكيفية المعتمدة من طرف المؤسسات الكبرى (اليابانية، الأمريكية)، طورت هذه الطريقة في بداية الخمسينيات من قبل المؤسسة الأمريكية **Rand** من طرف **Olf Hlmer** ،حيث استخدمت لأول مرة للتنبؤات التكنولوجية للمدى البعيد ولم يتوقف على هذا بل تعدت لتشمل التنبؤ بالمبيعات والعوامل المؤثرة فيه، التطورات الاقتصادية والاجتماعية.(احمد،١٣,٢٠٢٢)

ويمكن أن نجد ثلاث مشاركين في هذه التقنية هم:

- **متخذو القرار:** وهم مجموعة من الخبراء الذين يقوموا باتخاذ القرارات على أساس نتائج التنبؤ، وهي عادة ما تتضمن من ٥ إلى ١٠ أعضاء.

- **طاقم الموظفين:** الذين يقوموا بتحضير وتوزيع وجمع وتلخيص الاستبانات ونتائج المسح الإحصائي
- **المستجوبون:** وهم مجموعة من الأفراد يتميزون بخبراتهم القيمة والمطلوبة.

أ- **تحليل السيناريوهات:** السيناريو عبارة عن وصف أو سرد لمجموعة من الأحداث والتصرفات المحتمل وقوعها في المستقبل ووصف للقوى المؤدية إلى وقوعها، ويعد هذا الوصف بناءً على ترتيب منطقي لتسلسل الأحداث، ومحاولة تحديد جميع الروابط القائمة بينها، باعتبار أن هذه الأحداث لا تقع منعزلة عن بعضها البعض، و ترتبط من خلال عملية ديناميكية، أي أن السيناريو يتكون من عنصرين :الأحداث والتصرفات (رياض، محمد، ٢٠١٦).

أبحاث السوق أو أسواق التنبؤ : المعروفة أيضًا باسم أسواق المراهنات وأسواق المعلومات وأسواق العقود الآجلة – تُستخدم هذه السواق للتنبؤ منذ القرن السادس عشر (دراسة رود و سترومبف ٢٠٠٤ **Rhode and Strumpf**) . تجتذب المكافآت النقدية الأشخاص الذين يعتقدون أن لديهم المعرفة أو المعلومات التي تمكنهم من تقديم تنبؤات دقيقة حول الموقف الذي يراهنون عليه. تكون أسواق التنبؤ مفيدة بشكل خاص عندما تكون المعرفة مشتتة ويتم تحفيز العديد من المشاركين للتداول بشكل متكرر. يمكن للأسواق مراجعة التوقعات بسرعة عندما تصبح المعلومات الجديدة متاحة. يحتاج المتنبئون الذين يستخدمون أسواق التنبؤ إلى أن يكونوا على دراية بتصميم أسواق التنبؤ والاستطلاعات، (رياض، محمد، ٢٠١٦).

أساليب كمية:(Quantitative Methods) تعتمد هذه الأساليب بشكل أساسي على البيانات الرقمية والتحليلات الإحصائية لتقديم توقعات حول الأحداث المستقبلية. هذه الأساليب تتيح لنا تحويل البيانات التاريخية إلى نماذج رياضية يمكن استخدامها للتنبؤ بمتغيرات معينة في المستقبل. (رياض، محمد،٢٠١٦) ومن هذه الأساليب مايأتي:-

أ- **طريقة المتوسط البسيط:** يتم حساب الوسط الحسابي للمتغير المدروس (الظاهرة لفترات زمنية سابقة)، ثم يستخدم هذا المتوسط للتنبؤ بالفترة الزمنية اللاحقة وهو من أبسط الطرق الإحصائية.

❖ **طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة:** وهي أكثر النماذج استخداما، حيث تستخدم عند التنبؤ بقيمة متغير ما لفترة زمنية، فهي عبارة عن سلسلة من الأوساط الحسابية لعدد محدود من البيانات الزمنية وهي طريقة سهلة التطبيق لكن من عيوبها إنها تعطي لكل المشاهدات نفس الوزن.

❖ **طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة:** هذه الطريقة تعطي لكل مشاهدة تاريخية وزن معين في السلسلة الزمنية وهذا من نقائص الطريقة السابقة حيث الوزن يترجم بمعامل الترجيح باعتبار إن السلسلة تتخللها تقلبات حادة خلال فترة زمنية محددة، أي تأخذ هذه الطريقة التذبذبات بالحسبان ، وتعرف على الوسط الذي يتم تعديله بشكل مستمر مع مرور الفترات الزمنية عن طريق تغيير الأرقام التي يحسب على أساسه وذلك بإضافة رقم جديد وإسقاط رقم قديم.

❖ **طريقة التمهيد الأسي البسيط:** إن الطرق السابقة تتطلب وجود بيانات خاصة بالمتغير لفترتين على الأقل لكي تتم عملية التنبؤ، بينما هذه الطريقة تستبعد هذا النقص وتبحث عن وجود ثلاثة بيانات فقط وهي القيمة الفعلية الأخيرة الخاصة بالظاهرة محل التنبؤ وآخر قيمة متوقعة ومعامل الترجيح.

❖ **طريقة المسح الأسي المزدوج:** وتعبر عن إعادة استخدام طريقة المسح الأسي البسيط.

ب- **تحليل السلاسل الزمنية:** إن استخدام طريقة الانحدار الخطي البسيط غير كافية لإظهار آثار بعض المؤثرات النوعية الهامة الخارجية والتي قد لا يكون لها دور كبير

في تفسير قيمة المشاهدات، ومن ثم يجب استخدام نموذج السلاسل الزمنية لتحليل البيانات بنوعيها الثابت التي تكون فيه البيانات متوازية حول وسط معين، وغير ثابت التي تتميز فيه البيانات بوسط متحرك أو اتجاه عام.

ت- **نماذج الاقتصاد القياسي** : تعتمد هذه النماذج في قياس وتفسير العلاقة بين المتغيرات استنادا إلى النظرية الاقتصادية بشأن المتغيرات التي تدخل في تفسير سلوك المتغير التابع، مثال :تفسير دالة الاستهلاك بواسطة الدخل المتاح مع ثبات العوامل الأخرى :

$$C=U+bY+a$$

حيث أن:

C الاستهلاك

Y الدخل

U متغير عشوائي

a ,b معاملات يتم تقديرها من خلال تقنيات إحصائية.

وتتطلب هذه النماذج :(تحديد النظرية الاقتصادية الخاصة بموضوع البحث)، (صياغة نموذج)،(جمع البيانات الخاصة بمتغيرات النموذج)، (تقدير النموذج)،(اختبار النموذج)،(استخدام النموذج في التنبؤ).

ث- **تقنيات الذكاء الاصطناعي:** تُعدّ تقنيات الذكاء الاصطناعي لاسيما التعلم الآلي مجموعة من الأدوات الإحصائية التي تُستعمل للتنبؤات، ،وسيعتمد الباحثان على نماذج التعلم الآلي في التنبؤ باستدامة صندوق تقاعد موظفي الدولة لكونها أكثر دقة من باقي الاساليب الكمية.

ويرى الباحثين ان التنبؤ الأكثر دقة وثقة ذلك الذي يعتمد على النماذج الرياضية.

٢.٢- الاطار المفاهيمي لتقنية التعلم الآلي

١.٢.٢- مفهوم التعلم الالي:Machine learning concept

يُعدّ التعلم الآلي (**ML**) فرع من فروع الذكاء الاصطناعي (**AI**) وأشهرها، اذ يركز على تطوير الخوارزميات والنماذج التي تمكن أجهزة الحاسوب من التعلم من البيانات وإجراء التنبؤات أو القرارات من دون أن تتم برمجتها بشكل يدوي، الفكرة هي تمكين الآلات من التعلم من التجربة وتحسين أدائها بمرور الوقت (23، 2018، **Brill**)، فضلاً عن ذلك يمتلك التعلم الآلي التطبيقات العملية بشكل واسع في مختلف المجالات، مثل تحليل البيانات والتعرف على الصور والصوت والنصوص، وتحسين خدمات العملاء والتنبؤ بالأحداث المستقبلية وتحسين العمليات الإنتاجية في الصناعة. (**Janiesch**, **et al**, 2021)

٢.٢.٢- انواع تقنيات التعلم الآلي: Types of machine learning techniques

تتضمن تقنية التعلم الآلي عادةً ثلاثة مكونات رئيسة بيانات الإدخال والخوارزمية، والمخرجات أو التنبؤ، تُستخدم بيانات الإدخال لتدريب الخوارزمية والتي تولد بعد ذلك مخرجات أو تنبؤات بناءً على بيانات الإدخال ثم يتم تصفية المخرجات وتقييمها، ويتم تدريب الخوارزمية مرة أخرى من بيانات إدخال محدثة لتحسين أدائها، وهناك ثلاثة أنواع من خوارزميات التعلم الآلي وهي التعلم الخاضع للإشراف والتعلم غير الخاضع للإشراف والتعلم المعزز.(**Mahesh**, 2018,381) & (9، 2020 , **Mohammed**)

التعلم الخاضع للإشراف Supervised learning:

يتضمن تدريب خوارزمية باستخدام البيانات المصنفة ويتم إعطاء خبرات تستطيع من خلالها الآلة استخراج أنماط لتطبيقها على البيانات خلال مرحلة التنبؤ ويستخدم هذا الأسلوب في العلوم الاجتماعية بصورة كبيرة.

٢ – التعلم غير الخاضع للإشراف Unsupervised learning :

هو تدريب خوارزمية ببيانات غير مصنفة مسبقاً وتقوم الآلة باستخراج الأنماط بمفردها من خلال خوارزميات التعلم حيث يكون الهدف هو تحديد الأنماط أو تصنيف البيانات على شكل مجاميع.

٣-التعلم المعزز Reinforcement learning:

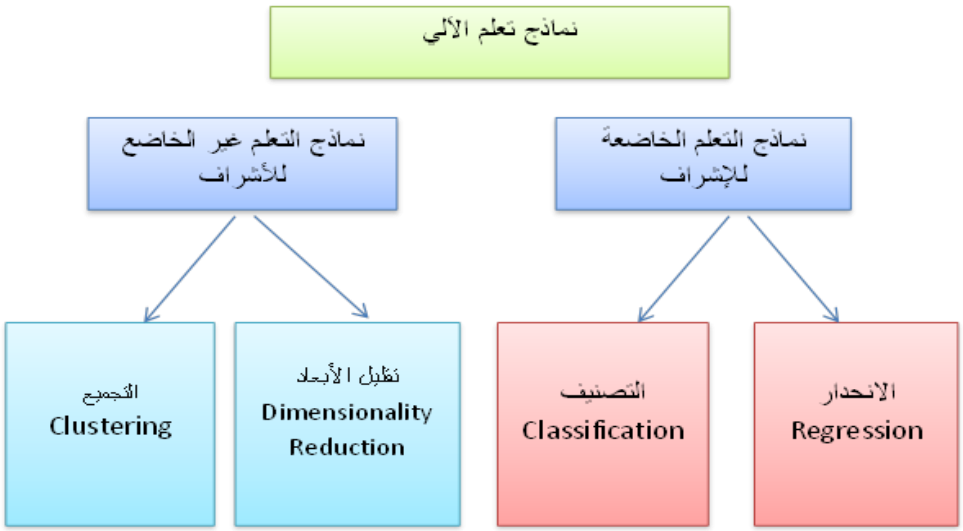
وهو نموذج التعليم السلوكي الذي يتضمن تدريب خوارزمية لاتخاذ القرارات بناءاً على التغذية الراجعة من بيئتها ويتم فيه الاعتماد على التجربة والخطأ لتكوين الخبرات لدى الآلات في البيئات الديناميكية.

. (Ryll & Seidens, 2019,2)

٣.٢.٢- نماذج تقنيات التعلم الخاضع للأشراف وغير الخاضع للأشراف

Supervised and unsupervised learning techniques models:

هناك عدة تقنيات للتعلم الخاضع للأشراف وغير الخاضع للأشراف يوضحها الشكل الآتي(Pushpalatha et al 2019:412-417):



الشكل(١) نماذج التعلم الآلي

(من إعداد الباحثين بالاعتماد على ...

Pushpalatha, D.V., Gandhi, Kathan.,& Padala, V. Siddesh. (2019)." Machine learning: the new language for applications" .IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI) Vol. 8, No. 4.)

وبناءً على أهداف البحث وفرضياته سيتم التركيز على نماذج التعلم الخاضعة للأشراف.

حيث تنقسم تقنية التعلم الآلي الخاضع للأشراف الى تقنيتين هما :

(Lookabaugh , et al ,2020:52,55)

أ- **الانحدار الخطي Liner Regression:** هو أسلوب يقوم بتحليل البيانات، اذ يقوم بتوقع قيمة بيانات غير معروفة باستعمال قيمة بيانات أخرى ومعروفة ومن ثم يقوم بعمل نموذج رياضي للمتغير التابع والمتغير المستقل كمعادلة خطية.

ب- **التصنيف Classification** :يشار إلى خوارزمية الانحدار المعدلة باسم التصنيف ويعمل الانحدار اللوجستي بنفس الطريقة ولكن له اختلافات دقيقة في التفاصيل اذ يتنبأ الانحدار الخطي بقيم مستمرة ، وينبغي أن يُصنّف الانحدار اللوجستي البيانات إلى أنواع مختلفة لذا يستعمل نموذج احتمالي باستعمال الدالة السينية، وتنقسم هذه التقنية الى تقنيات أخرى هي:

(Dwivedi & Rai ,2020:62,68,70)(Payal et al ,2020:728)

-غابة عشوائية Random Forest

هي خوارزمية تعلم خاضعة للإشراف تستعمل في التصنيف والانحدار ويتم استعمالها بشكل أساسي لمشكلات التصنيف. تقوم خوارزمية **Random Forest** ببناء أشجار القرار على عينات البيانات ثم تحصل على التوقعات من كل منها وفي النهاية تختار الحل الأفضل عن طريق التصويت.

-التحليل المميز Linear Discriminant Analysis

يعد الهدف من خوارزمية تحليل التمايز الخطي عرض البيانات على مساحة ذات بُعد أقل بطريقة يتم فيها تعظيم إمكانية فصل الفئة وتقليل التباين داخل الفصل وأثناء تدريب نموذج تحليل التمايز الخطي يتم حساب الخصائص الإحصائية (أي مصفوفة المتوسط والتغاير) لكل فئة ثم يتم تقدير الخصائص الإحصائية على أساس الافتراضات التالية حول البيانات:

• يتم توزيع البيانات بشكل طبيعي.

• كل سمة لها نفس التباين، وتختلف قيم كل متغير حول المتوسط بنفس المقدار في المتوسط.

• ولعمل توقع. يُقّدر هذا النموذج احتمال أن تنتمي مجموعة جديدة من المدخلات إلى كل فئة كفئة المخرجات هي التي فيها أعلى احتمال.

-الأشجار الإضافية Extra trees

المعروفة أيضًا باسم الأشجار العشوائية هي نوع من الغابة العشوائية تقوم ببناء العديد من الأشجار وتقسيم العقد باستعمال مجموعات فرعية عشوائية من الميزات المشابهة لـ **Random Forest**. ومع ذلك على عكس الغابة العشوائية اذ يتم رسم الملاحظات مع الاستبدال ويتم رسم الملاحظات دون استبدال في أشجار إضافية لذا لا يوجد تكرار للملاحظات.

فضلا عن ذلك تختار **Random Forest** أفضل تقسيم لتحويل الأصل إلى عقدتين فرعيتين أكثر تجانسًا. في الأشجار الإضافية لا تأتي العشوائية من البيانات وانما تأتي من الانقسامات العشوائية لجميع الملاحظات.

-تعزيز التكيف Adaptive Boosting

أو Ada Boost هي تقنية تعزيزية تكون فيها الفكرة الأساسية هي تجربة المتنبئين بالتسلسل ويحاول كل نموذج إصلاح أخطاء سابقه. في كل تكرار تقوم خوارزمية **Ada Boost** بتغيير توزيع العينة عن طريق تعديل الأوزان المرتبطة بكل حالة من

الحالات فهي تزيد من أوزان الحالات التي تم توقعها بشكل خاطئ وتقلل من الحالات التي تم توقعها بشكل صحيح.

-طريقة التعزيز التدريجية Gradient boosting method

هي تقنية تعزيز أخرى مشابهة لـ **Ada Boost** اذ الفكرة هي تجربة المتنبئين بالتسلسل. يعمل التعزيز التدريجي عن طريق إضافة التنبؤات السابقة غير المناسبة بشكل متسلسل إلى المجموعة مما يضمن تصحيح الأخطاء التي تم إجراؤها مسبقًا.

٣.٢-استدامة صندوق تقاعد موظفي الدولة

١.٣.٢- نبذة مختصرة عن هيأة التقاعد الوطنية و دوائرها:

A brief overview of the National Retirement Authority and its departments.

تتمتع هيئة التقاعد الوطنية بالشخصية المعنوية وترتبط بوزارة المالية ومقرها في بغداد، تأسست هيئة التقاعد الوطنية بموجب القانون رقم (٢٤) لسنة ٢٠٠٢، ثم أعيد تنظيمها بموجب القانون رقم (٢٧) لسنة ٢٠٠٦ وتعديلاته لعام ٢٠٠٧ بموجب قانون (٦٩)، وبناءً على ما أقره مجلس النواب وفق أحكام البند (أولا) من المادة (٦١) وانقضاء المدة القانونية المنصوص عليها في البند (ثالثا) من المادة (٧٣) من الدستور بتاريخ (٢٠١٤/٣/٣) صدر القانون رقم (٩) لسنة ٢٠١٤.وتم التعديل الاول لقانون التقاعد الموحد رقم (٩) لسنة ٢٠١٤ بالقانون رقم (٢٦) لسنة ٢٠١٩. **(الموقع الالكتروني الرسمي لهيئة التقاعد الوطنية)**

تتكون الهيأة من التشكيلات الآتية :

أ – صندوق تقاعد موظفي الدولة .

ب– مديرية شؤون المتقاعدين.

ج – مديرية الشؤون الإدارية والقانونية.

د– مديرية الحاسبة ونظم المعلومات.

هـ– مديرية البنى التحتية والخدمات.

و – مديرية الشؤون المالية.

ز – مديريات التقاعد في المحافظات غير المنتظمة في إقليم.

٢.٣.٢ – أهداف صندوق تقاعد موظفي الدولة:

Objectives of the State Employees Retirement Fund:

يهدف صندوق تقاعد موظفي الدولة إلى احتساب الحقوق التقاعدية للمشمولين بالقانون رقم ٢٧ لسنة ٢٠٠٦ المعدل وجمع الاشتراكات من منتسبي الدولة وفق القانون أعلاه واستثمار جزء من أمواله في حافظات استثمارية وفق القانون للتقليل عن كاهل الموازنة. إضافة لذلك هنالك قوانين تتولى الدائرة تطبيقها:–

- ❖ قانون التقاعد الموحد رقم ٢٧ لسنة ٢٠٠٦ المعدل بالقانون رقم ٦٩ لسنة ٢٠٠٧.
- ❖ قانون الاستثمار رقم ١٣ لسنة ٢٠٠٦.
- ❖ قانون بيع وإيجار أموال الدولة رقم ٣٢ لسنة ١٩٨٦ الذي ينظم كيفية استثمار عقارات دوائر الدولة من خلال عرض عقارات الدائرة للإيجار أو الاستثمار.

وتتحقق مهام الدائرة من خلال عوائدها المتمثلة بـ (جمع الاشتراكات من منتسبي الدولة، الاستثمارات المالية، الإعانات أو المنح)

٣.٣.٢ – ايرادات صندوق تقاعد موظفي الدولة:

تتكون ايرادات الصندوق مما يأتي(المادة – ٩)

١. مبالغ التوقيفات التقاعدية التي تستقطع ١٠% شهريا من رواتب موظفي الدولة والمكلفين.

٢. مساهمة الدولة البالغة ١٥%خمسة عشر من المائة من راتب الموظف شهريا.

٣. مبالغ التوقيفات التقاعدية التي يدفعها الموظف أو المتقاعد عن خدماته المضافة لغرض التقاعد.

٤. المبالغ المتأتية من استثمار أموال الصندوق .

٥. مبالغ الغرامات والرسوم المقررة بموجب أحكام هذا القانون .

٦. مبالغ الرواتب التقاعدية المصروفة استثناء من احكام هذا القانون للمحـــــالين الى

التقاعد بعد (١ /١/٢٠٠٨)التي تقوم وزارة المالية بإعادة مبالغها الى الصندوق سنويا.

٧. المنح والاعانات التي تقدمها وزارة المالية الى الصندوق.

٨. التبرعات والهبات من داخل العراق وخارجه وفقا للقانون.

٩. تصرف وزارة المالية منحة سنوية الى الصندوق يحدد مبلغها بالتنسيق بين مجلس ادارة الصندوق ودائرة الموازنة في وزارة المالية لتغطية ما قد يواجه الصندوق من ازمات مالية.

١٠. تتولى وزارة المالية تهيئة المستلزمات المالية والعقارية والبشرية لتشكيلات الصندوق.

٤.٢.٢- نفقات صندوق تقاعد موظفي الدولة

يقوم صندوق تقاعد موظفي الدولة بدفع حقوق المتقاعدين التي تتمثل بـ(الراتب التقاعدي والمكافأة التقاعدية) للمتقاعدين عند إحالتهم إلى التقاعد.

٣- المبحث الثالث: الإطار العملي

١.٣- النماذج المستخدمة في التنبؤ: Models used in forecasting

لغرض تحقيق اهداف البحث واختبار فرضياته تم استخدام عدة نماذج لتحليل البيانات والتنبؤ باستدامة صندوق تقاعد موظفي الدولة، مثل:

١.١.٣- الانحدار الخطي:(Linear Regression)

لتحليل العلاقة الخطية بين السنة والمدفوعات التقاعدية وعدد المتقاعدين.

٢.١.٣- الغابة العشوائية:(Random Forest)

لتحسين التوقعات باستخدام مجموعة من أشجار القرار.

٣.١.٣- تعزيز التدرج (Gradient Boosting) :

لتعزيز دقة التنبؤات من خلال تحسين الأخطاء السابقة.

٤.١.٣- تعزيز التدريج المتطرف extreme Gradient Boosting (XG Boost)

وهي تقنية مشابهة **(Gradient Boosting)** إذ تُعدّ نماذج متقدمة تعزز دقة التنبؤات من خلال تحسين الأخطاء السابقة.

٢.٣- الانموذج المقترح:Proposal form

يقدم هذا الجزء من البحث نموذجًاً يعتمد على البيانات التاريخية الموضحة في الجدول رقم (١) لتحليل الاتجاهات والتنبؤ بالزيادة المستقبلية في عدد المتقاعدين ورواتبهم والتخصيصات المالية. يساعد هذا التحليل في تقديم رؤى استراتيجية لضمان استدامة نظام صندوق تقاعد موظفي الدولة على المدى الطويل.

ومن خلال مقابلة اجمالي الايرادات يتضح ان صندوق تقاعد موظفي الدولة يعاني من عجز في سنة ٢٠١٦ وقد ازداد هذا بمقدار كبير في سنة ٢٠٢٠ بسبب التشريعات القانونية من خلال المعايشة في صندوق التقاعد وتحليل بيانات الايرادات والنفقات لصندوق تقاعد موظفي الدولة، ان الصندوق يعاني من العجز في تغطية رواتب المتقاعدين، ويعد سبب هذا العجز عوامل عدة منها:-

١-التشريعات الحكومية:-

تعد التشريعات أحد الاسباب التي من الممكن ان تؤدي الى عجز صندوق التقاعد أو زياده هذا العجز مثل (الأساتذة الجامعيون و الاطباء والطيارين و السفراء)هؤلاء يخرجون عن الخدمة براتب آخر شهر من الوظيفة ويعطى لهم راتب على ضوء ذلك ويعد هذا ثقل على صندوق التقاعد.

٢-الورثة:-

عند وفاة الموظف يدفع له الراتب التقاعدي مع غلاء معيشة لجميع أفراد عائلته .

٣-الفترة التقاعدية:-

أحد الاسباب التي أثرت على صندوق التقاعد هو إحالة الموظفين ممن أعمارهم (٦١ ،٦٢، ٦٣) سنة الى التقاعد وتم دفع رواتبهم التقاعدية في سنة واحدة ٢٠٢٠ وبذلك تحمل الصندوق مبالغ كبيره جداً في سنة واحدة هي سنة ٢٠٢٠.

الدوائر المتلكئة بالتسديد:-

أحد الأسباب التي أضرت بصندوق التقاعد هو عدم دفع الاستقطاعات التقاعدية من قبل بعض الوزارات مثل وزارة الصناعة والمعادن . واستمر هذا العجز كما واضح في الجدول (١) بالزيادة خلال السنوات ٢٠٢٣,٢٠٢٢,٢٠٢١.

الجدول (١) مبالغ الفعلية المدفوعات والإيرادات صندوق تقاعد سنوات السابقة

السنة	عدد المتقاعدين (بالألاف)	اجمالي المدفوعات (دينار)	اجمالي الإيرادات(دينار)	فائض (عجز)
٢٠١٦	٣٠٤,٧٢٤	٣,٠٧٩,١٥٦,٠١٦,٤٠٢	٢,٩٣٤,٧٤٤,٤٤٧,٠٩٦	-١٤٤,٤١١,٥٦٩,٣٠٦
٢٠١٧	٣٦٥,٥٢٣	٢,٩٣٣,٩٠٨,٤١٨,٨٩٦	٣,١٩٠,٩٦١,٠٠٢,٣٦٧	٢٥٧,٠٥٢,٥٨٣,٤٧١
٢٠١٨	٤١٢,١٨١	٣,٢٦٨,٠٧٤,٩٩٩,٣٨٢	٣,٧٤٥,٦٤٩,١١٠,١٢٨	٤٧٧,٥٧٤,١١٠,٧٤٦
٢٠١٩	٤٦٦,٣١٩	٣,٦٠٧,٦١٤,٦٠٣,١٣٤	٣,٦١١,٢٨٠,٥٩٨,٠٠٤	٣,٦٦٥,٩٩٤,٨٧٠
٢٠٢٠	٥٤٤,٠٠٧	٥,٠٣١,٨٠٢,٩٥٢,٣٣٣	٤,٤٠٨,٨٦٥,٦١٩,٥٨٤	-٦٢٢,٩٣٧,٣٣٢,٧٤٩

٢٠٢١	٦٠٦,٦٧٥	٥,٠٥٣,٨٩٤,٦١٠,٣٠٤	٤,٢٣٢,٧٨٩,٥٥٣,٦٧٢	-٨٢١,١٠٥,٠٥٦,٦٣٢
٢٠٢٢	٦٧٠,٧٩٦	٥,٤٤٢,٢٣٩,٦٩٢,٥٠٠	٤,٤٨٢,١٦٧,٠٢٤,٨٦٣	-٩٦٠,٥٢٥,٤٦٤,٩٩٤
٢٠٢٣	٧٣٢,٢٧٥	٦,١٤٣,٢٣٩,٦٩٢,٥٠٠	٥,١٢٣,٨٢٦,٥٧٨,٢٨٤	-١,٠١٠,٤١٣,١١٤,٢١٦

(من اعداد الباحثان بالاعتماد على قسم الموازنات المالية – وزارة المالية)

إن وجود هذا العجز وزيادته بمقدار ليس بالقليل لسنوات متتالية دفع الباحثين إلى الاستفسار عن الآلية التي يتم اعتمادها للتخطيط للمستقبل من قبل صندوق تقاعد موظفي الدولة.

تبين ان الصندوق يعتمد الاسلوب التقليدي في التنبؤ حيث يتم تقدير عدد المتقاعدين وفقاً للمعادلة الآتية:-

عدد المتقاعدين في السنة القادمة= عدد المتقاعدين في السنة الحالية +(١٠% أو ٥% من عدد المتقاعدين في السنة الحالية)

وبما ان الاسلوب التقليدي لا يتميز بالدقة لذا سيعتمد الباحثين على تقنية التعلم الآلي وهي أحدى تقنيات الذكاء الاصطناعي.

بخطوتين كل خطوة تحتوي على نموذج (سيتم توضيح هدف النموذج ، تفسير النتائج ، وآلية عمل النموذج)

ففي النموذج الأول سيتم التنبؤ بعدد المتقاعدين ورواتبهم التقاعدية(اجمالي المدفوعات) للسنوات ٢٠٢٤-٢٠٣٠.

وفي النموذج الثاني سيتم التنبؤ بالإيرادات للسنوات ٢٠٢٤-٢٠٣٠.

النموذج الأول

٣.٣-هدف النموذج:-

الهدف من هذا النموذج هو التنبؤ بعدد المتقاعدين و رواتبهم التقاعدية في السنوات المقبلة (٢٠٢٤-٢٠٣٠) استنادًا إلى بيانات السنوات السابقة (٢٠١٦-٢٠٢٣).

٤.٣- تفسير النتائج:

يهدف هذا النموذج إلى التنبؤ بعدد المتقاعدين في السنوات المقبلة (٢٠٢٤-٢٠٣٠) بناءً على إجمالي المدفوعات التقاعدية باستخدام البيانات التاريخية من السنوات السابقة (٢٠١٦-٢٠٢٣). يعد هذا التنبؤ أداة مهمة في التخطيط المالي لصندوق التقاعد، حيث يتيح للصندوق معرفة عدد المستفيدين المتوقع في المستقبل بناءً على اتجاه المصروفات الحالية.

٥.٣-آلية عمل النموذج:

تم استخدام الانحدار الخطي (**Linear Regression**) ونماذج أخرى مثل (**Gradient Boosting** و **Random Forest** و **XG Boost**) لتطوير النموذج.

يعتمد النموذج على العلاقة بين:

إجمالي المدفوعات التقاعدية (مليار دينار) :كمتغير مستقل(**Input**).

عدد المتقاعدين :كمتغير تابع (**Output**) يتم التنبؤ به.

جدول (٢)

توقعات صندوق التقاعد بعدد المتقاعدين والمدفوعات التقاعدية المتوقعة

السنة	عدد المتقاعدين المتوقع (بلآلاف)	المدفوعات النقدية المتوقعة
٢٠٢٤	٧٦١,٧٨٠	٦,٦٢١,٣٦٦,٧٠٢,٨٢٤
٢٠٢٥	٨١٧,٤٨٤	٧,٠٩٩,٤٩٣,١٧١,٨١٩
٢٠٢٦	٨٧٣,١٨٩	٧,٥٧٧,٦١٩,١٠٨,٥٨٥
٢٠٢٧	٩٢١,٧٠٠	٨,٠٥٥,٧٤٤,٥١٣,١٢٣
٢٠٢٨	٩٦٦,٦١٥	٨,٥٣٣,٨٦٩,٣٨٥,٤٣٤

٢٠٢٩	١,٠١٥,١٢٦	٩,٠١١,٩٩٣,٧٢٥,٥١٨
٢٠٣٠	١,٠٦٣,٦٣٧	٩,٤٩٠,١١٧,٥٣٣,٣٧٦

(من اعداد الباحثان بالاعتماد على تقنيات التعلم الآلي)

يتم تدريب النموذج على البيانات التاريخية ثم اختباره للتأكد من دقته، وبعد ذلك يتم استخدامه للتنبؤ بعدد المتقاعدين المتوقع في السنوات القادمة استنادًا إلى قيم المدفوعات التقاعدية المتوقعة.

نتائج أداء النماذج لتنبؤ بعدد المتقاعدين

الجدول(٣)

تقييم اداء نماذج تقنية التعلم الآلي

النماذج	متوسط الخطأ المطلق(MAE)	معامل التحديد (R^2 Score)
Linear Regression	**20,431.53**	**0.985**
Random Forest	**41,868.74**	**0.966**
Gradient Boosting	**49,861.69**	**0.951**
XG Boost	**49,855.37**	**0.951**

(من عداد الباحثان بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي)

مثال على النتائج المتوقعة:

بالاعتماد على الجدول(١) الخاص ببيانات سنوات سابقة ومن خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي تم للتنبؤ باستدامة صندوق تقاعد موظفي الدولة).حيث تم التنبؤ بالسنوات الآتية (٢٠٢٤-٢٠٣٠) من ناحية عدد المتقاعدين واجمالي الرواتب التقاعدية.

تحليل النتائج:

الانحدار الخطي:(Linear Regression)

MAE: 20,431.53

R^2 Score: 0.985

- **وهذا يعني ان النموذج دقة حقق عالية بمتوسط خطأ منخفض، مما يشير إلى أن العلاقة بين المتغيرات يمكن تمثيلها بشكل جيد عبر الانحدار الخطي.**

الغابة العشوائية: Random Forest

MAE: 41,868.74

R^2 Score: 0.966

- **وهذا يعني ان الأداء جيد، لكنه أقل من الانحدار الخطي، مما يشير إلى أن هذا النموذج يمكن أن يتعامل بشكل جيد مع العلاقات المعقدة بين المتغيرات.**

تعزيز التدرج:Gradient Boosting

MAE: 49,861.69

- **R^2 Score: 0.951**

وهذا يعني على الرغم من أن النموذج يحسن الأداء بشكل تدريجي، فإن متوسط الخطأ كان أعلى مقارنة بالنماذج الأخرى.

XG Boost:

MAE: 49,855.37

R^2 Score: 0.951

وهذا يعني ان أداء XG Boost مشابه لـ Gradient Boosting ، لكنه لم يتفوق على النماذج الأخرى بشكل واضح

النموذج الثاني

٦.٣-هدف النموذج:-

الهدف من هذا النموذج هو التنبؤ بالإيرادات و المصروفات تقاعدية لمعرفة العجز المستمر في السنوات المقبلة (٢٠٢٤-٢٠٣٠) استنادًا إلى بيانات السنوات السابقة (٢٠١٦-٢٠٢٣).

٧.٣- تفسير النتائج:

يهدف هذا النموذج إلى التنبؤ بالإيرادات في السنوات المقبلة (٢٠٢٤-٢٠٣٠) بناءً على إجمالي المدفوعات التقاعدية باستخدام البيانات التاريخية من السنوات السابقة (٢٠١٦-٢٠٢٣). يعد هذا التنبؤ أداة مهمة في التخطيط المالي لصندوق التقاعد.

٨.٣- آلية عمل النموذج:

يتم تدريب نماذج متعددة مثل (**Linear Regression**، **Random Forest**، **Gradient Boosting** و **XG Boost**) بهدف التنبؤ بمستويات المدفوعات المستقبلية بناءً على الاتجاهات الزمنية.

من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي وبخصوص تقنية تعلم الآلي يبين الجدول (٤) المدفوعات النقدية المتوقعة وايرادات الصندوق المتوقعة والفائض صندوق تقاعد موظفي الدولة.

جدول (٤)

توقعات صندوق التقاعد بالمدفوعات التقاعدية وايرادات

السنة	المتوقعة	إيرادات الصندوق المتوقعة	الفائض/العجز
٢٠٢٤	٦,٦٢١,٣٦٦,٧٠٢,٨٢٤	٤,٥٥٩,٢٤٠,٢٨٣,٤٠٢	-٢,٠٦٢,١٢٦,٤١٩,٤٢٢
٢٠٢٥	٧,٠٩٩,٤٩٣,١٧١,٨١٩	٤,٥٥٩,٢٥٤,٦٢٥,٨٠٠	-٢,٥٤٠,٢٣٨,٥٤٦,٠١٩
٢٠٢٦	٧,٥٧٧,٦١٩,١٠٨,٥٨٥	٤,٥٥٩,٢٥٦,٣٤٦,٣٨٩	-٣,٠١٨,٣٦٢,٧٦٢,١٩٦
٢٠٢٧	٨,٠٥٥,٧٤٤,٥١٣,١٢٣	٤,٥٥٩,٢٥٦,٥٥٢,٨٠٠	-٣,٤٩٦,٤٨٧,٩٦٠,٣٢٣

٢٠٢٨	٨,٥٣٣,٨٦٩,٣٨٥,٤٣٤	٤,٥٥٩,٢٥٦,٥٧٧,٥٦٢	-٣,٩٧٤,٦١٢,٨٠٧,٨٧٢
٢٠٢٩	٩,٠١١,٩٩٣,٧٢٥,٥١٨	٤,٥٥٩,٢٥٦,٥٨٠,٥٣٢	-٤,٤٥٢,٧٣٧,١٤٤,٩٨٦
٢٠٣٠	٩,٤٩٠,١١٧,٥٣٣,٣٧٦	٤,٥٥٩,٢٥٦,٥٨٠,٨٨٩	-٤,٩٣٠,٨٦٠,٩٥٢,٤٨٧

(من اعداد الباحث بالاعتماد على تقنيات التعلم الآلّي)

يتبين من جدول (٣) ان صندوق تقاعد موظفي الدولة يعاني من العجز وان عجز مستمر بالزيادة .لذا من الضروري إجراء التنبؤات بناءً سيكون عليه الوضع المالي للصندوق في السنوات القادمة .

نتائج أداء النماذج لتنبؤ بالإيرادات

الجدول(٥) تقييم اداء نماذج تقنية التعلم الآلي

نماذج	متوسط الخطأ المطلق (MAE)	معامل التحديد (R^2 Score)
Linear Regression	291,968,700,000	0.937478
Random Forest	179,183,900,000	0.969844
Gradient Boosting	32,668,960	1.000000
XG Boost	860,724	1.000000

(من عداد الباحثان بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي)

تحليل النتائج:

الانحدار الخطي:(Linear Regression)

(MAE) متوسط الخطأ المطلق:(291,968,700,000)

(R^2) معامل التحديد :(0.937)

- وهذا يعني ان الانحدار الخطي يقوم بعمل جيد نسبيًا في التنبؤ، حيث يفسر حوالي ٩٤% من التباين في البيانات. ومع ذلك، الخطأ المطلق هنا يشير إلى أن هناك بعض الأخطاء في التوقعات.

الغابات العشوائية :(Random Forest)

MAE: 179,183,900,000

R^2: 0.97

- وهذا يعني ان أداء الغابات العشوائية أفضل من الانحدار الخطي، مع تقليل الخطأ وزيادة معامل التحديد، مما يعني أن النموذج يفسر البيانات بشكل أكثر دقة.

التعزيز التدريجي:(Gradient Boosting)

MAE: 32,668,960

R^2: 1.0

- وهذا يعني ان النموذج يقدم نتائج دقيقة جدًا، مع معامل تحديد مثالي (١.٠) مما يشير إلى أن التوقعات مطابقة تمامًا للبيانات الفعلية تقريبًا، مع خطأ مطلق صغير جدًا.

XG Boost:

MAE: 860,724

R^2: 1.0

وهذا يعني ان **أداء XG Boost** ممتاز ويكاد يكون مثاليًا، حيث يقلل الخطأ المطلق إلى مستوى ضئيل جدًا، ويحقق معامل تحديد ١.٠، مما يعني أن النموذج يفسر جميع التباينات بدقة.

٤- المبحث الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

٤.١- الاستنتاجات

١- يعد الاسلوب التقليدي المستخدم في التنبؤ من قبل صندوق تقاعد موظفي غير قادر على التنبؤ في السنوات القادمة بشكل دقيق.

٢- بالإمكان التنبؤ بعدد المتقاعدين والرواتب التقاعدية في السنوات القادمة وبصورة أدق من الاساليب التقليدية للتنبؤ وذلك من خلال استخدام تقنية التعلم الآلي .

٣- أثبتت نماذج التعلم الآلي قدرتها على تحليل كميات هائلة من البيانات بسرعة ودقة متناهية، مما يمكن صناديق التقاعد من اتخاذ قرارات استثمارية أكثر استنارة.

٤.٢- التوصيات

١- من الضروري التحول من الاسلوب التقليدي في التنبؤ الى الاسلوب الحديث المتمثل بتقنيات الذكاء الاصطناعي وأهمها تقنية التعلم الآلي.

٢- يتطلب تطبيق تقنية التعلم الألي وجود بنية تحتية قوية قادرة على معالجة كميات كبيرة من البيانات. عليه من الضروري لصندوق تقاعد موظفي الدولة الاستثمار في أجهزة الحاسوب و برامج التحليل المتقدمة.

٣- ضرورة استخدام تقنيات التعلم الآلي من قبل صندوق تقاعد موظفي الدولة لمعرفة عدد المتقاعدين و المصروفات التقاعدية حيث ان هذا الاستخدام من شأنه ان يسهم في تخطيط أفضل و اتخاذ القرارات.

المصادر

اولاً: المصادر العربية والمحلية

- الوثائق:

١- قانون التقاعد الموحد رقم (٩) لسنة ٢٠١٤.

٢- التعديل الاول لقانون التقاعد الموحد رقم (٩) لسنة ٢٠١٤ القانون المعدل رقم (٢٦) لسنة ٢٠١٩.

٣- الموقع الرسمي لوزارة المالية.

- الرسائل والاطاريح:

١- احمد ، بوريش ،(٢٠٢٢). "**مطبوعة نماذج التنبؤ**"، بحث منشور، لمركز الجامعي – مغنية معهد العلوم الاقتصادية، التجارية و علوم التسيير قسم العلوم الاقتصادية.

٢- الكلابي، صفاء مجيد مطشر،(٢٠١٨)." **استعمال بعض طـــــــرائق التنبؤ المختلفة لتحليل اعداد المصابين بالأورام الخبيثة**"، رسالة ماجستير ، جــامعة كربلاء – كلية الادارة والاقتصاد –قسم الاحصاء.

-الدوريات:

١- الجابر، غدير محمد عودة ،(٢٠٢٠)،" **أثر الذكاء الاصطناعي على كفاءة الانظمة المحاسبية في البنوك الاردنية**"- رسالة ماجستير في المحاسبة ،جامعة الشرق الاوسط، الاردن.

رياض، قادري و محمد، بن بوزيان ،(٢٠١٦)."**نماذج التنبؤ بالمبيعات دراسة حالة شركة ALGAL للألمنيوم**"، بحث منشور، مجلة اقتصاديات شمال إفريقيا – العدد الخامس عشر.

٢- متولي، سعاد السيد محمد، (٢٠٢٢). "**استخدام معلومات التقارير المالية في نماذج تعلم الآلي للتنبؤ بالأداء المالي للشركات المقيدة في البورصة المصرية**"- دراسة تطبيقية، مجلة البحوث المالية والتجارية، المجلد ٢٣ ،العدد ٤.

ثالثاً: المصادر الاجنبية: Foreign References

A-Books

1-Lookabaugh, Brad. Puri, Sahil. & Tatsat, Hariom. (2020)." Machine Learning & Data Science Blueprints for Finance". First Edition, O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol.

B-The Periodicals ,Articles and Thesis

Dwivedi, Rajendra Kumar.& Rai, Arun Kumar. (2020)." Fraud Detection in Credit Card Data using Unsupervised Machine Learning Based Scheme" .Proceedings of the International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC 2020) IEEE Xplore Part Number: CFP20V66-ART; ISBN: 978-1-7281-4108-4

Hassbring, I. (2022). Machine learning embedded automation in financial forecasting, Master's Thesis, Stockholm, Sweden.

Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021)." Machine learning and deep learning", Electron Markets, 31, 685–695. https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2.

Mahesh, B. (2018). Machine learning algorithms - A review, International Journal of Science and Research (IJSR).

Mohammad, S., Hamad, A., Borgi, H., Thu, P., Sial, M., & Alhadidi, A. (2020)." How artificial intelligence changes the future of accounting industry", International Journal of Economics and Business Administration, 8, 478-488. https://doi.org/10.35808/ijeba/538.

Payal, Ritu., Saini, Sameeka.& kumar, Yogesh.(2020). "Comparative Analysis for Fraud Detection Using Logistic Regression, Random Forest and Support Vector Machine" International Journal of Research and Analytical Reviews, Volume 7, Issue 4.

Pushpalatha, D.V., Gandhi, Kathan.,& Padala, V. Siddesh. (2019)." Machine learning: the new language for applications" .IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI) Vol. 8, No. 4.

Ryll, L., & Seidens, S. (2019). "Evaluating the performance of machine learning algorithms in financial market forecasting": A comprehensive survey, arXiv: Computational Finance.

Zaarour, Iyad,& Dbouk, Bilal.(2017)." Towards a Machine Learning Approach for Earnings Manipulation Detection" .Asian Journal of Business and Accounting 10(2).