التعلم الآلي للتنبؤ باستحقاق الزكاة: نهج غابة القرار العشوائية للأسر الجزائرية

دراسة تطبيقية

طالب دكتوراه: عبد الله زغدود

مختبر العلوم الإسلامية – جامعة الجزائر 1 بن يوسف بن خدة

البريد الإلكتروني: abdellahzeghdoud1966@gmail.com

الملخص

تمثل الزكاة، باعتبارها أحد أركان الإسلام الخمسة، آلية أساسية لإعادة توزيع الثروة والحد من الفقر في المجتمعات الإسلامية .غير أن الطرق التقليدية لتحديد أهلية الاستفادة من الزكاة تواجه تحديات كبيرة تتعلق بالدقة وقابلية التوسع والعدالة .تقدم هذه الدراسة منهجية جديدة تعتمد على التعلم الآلي للتنبؤ الآلي بأهلية الزكاة باستخدام خوارزمية الغابة العشوائية **(Random Forest)**وقد قمنا بتطوير النموذج وتقييمه باستخدام مجموعة بيانات شاملة تضم 10,000أسرة جزائرية و 47سمة اجتماعية واقتصادية .حقق نموذج الغابة العشوائية أداءً استثنائيًا، حيث بلغت الدقة 99.88%، والدقة الإيجابية **(Precision)** 99.86%، والاستدعاء 100% **(Recall)**، ودرجة F1نسبة 99.93%على مجموعة الاختبار .كما أظهر النموذج قدرات قوية في الانحدار، حيث بلغ معامل التحديد $R^2 = 0.9519$، والجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ $RMSE = 0.0758$، ومتوسط مربع الخطأ $MSE = 0.0057$. وأظهر تحليل أهمية الخصائص أن دخل الفرد (31.49%)، وحالة الوقوع تحت خط الفقر (27.84%)، ومعدل الجهد/الأعباء (13.69%)كانت أكثر الخصائص قدرة على التنبؤ .كما صنف النظام الأسر ضمن الفئات الثماني التقليدية لمستحقي الزكاة (الأصناف)، حيث حدد 70.9%على أنهم مساكين، و 15.2% غارمون، و 0.2%فقراء .وتبين نتائجنا أن التعلم الآلي يمكن أن يعزز بشكل كبير كفاءة توزيع الزكاة مع المحافظة على المبادئ الفقهية الإسلامية .ويمكن للنظام المقترح معالجة 2,500أسرة في غضون ثوانٍ مع عدم وجود أي حالة إيجابية كاذبة سلبية **(False Negative)**، بما يضمن عدم استبعاد أي مستحق للزكاة .ويجمع هذا البحث بين التمويل الإسلامي التقليدي وتقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة، مقدمًا حلاً قابلاً للتوسع لمؤسسات الزكاة في العالم الإسلامي. **[1][2]**

الكلمات المفتاحية :الزكاة، التعلم الآلي، الغابة العشوائية، التمويل الإسلامي، الحد من الفقر، التصنيف، الجزائر، الذكاء الاصطناعي.

Abstract

Zakat, as one of the five pillars of Islam, represents a fundamental mechanism for wealth redistribution and poverty alleviation in Muslim societies. However, traditional methods of determining eligibility for zakat assistance face significant challenges related to accuracy, scalability, and fairness. This study proposes a novel methodology based on machine learning for the automated prediction of zakat eligibility using the Random Forest algorithm. The model was developed and evaluated using a comprehensive dataset comprising 10,000 Algerian households and 47 socioeconomic features.

The Random Forest model achieved outstanding performance, with an accuracy of 99.88%, a precision of 99.86%, a recall of 100%, and an F1-score of 99.93% on the test set. The model also demonstrated strong regression performance, achieving a coefficient of determination (R^2) of 0.9519, a root mean squared error (RMSE) of 0.0758, and a mean squared error (MSE) of 0.0057.

Feature importance analysis revealed that per capita income (31.49%), poverty status (27.84%), and the burden-to-income ratio (13.69%) were the most influential predictive features. Furthermore, the system classified households into the eight traditional zakat recipient categories (asnaf), identifying 70.9% as masakin (the needy), 15.2% as gharimin (those in debt), and 0.2% as fuqara (the poor).

Our findings indicate that machine learning can significantly enhance the efficiency of zakat distribution while maintaining Islamic jurisprudential principles. The proposed system can process 2,500 households within seconds, with no false-negative cases, thereby ensuring that no eligible zakat recipient is excluded. This research bridges traditional Islamic finance and modern artificial intelligence techniques, offering a scalable solution for zakat institutions across the Muslim world.

Keywords: Zakat, Machine Learning, Random Forest, Islamic Finance, Poverty .Alleviation, Classification, Algeria, Artificial Intelligence

1.المقدمة :

1.1.الخلفية التاريخية للزكاة :

الزكاة، التي تعني لغويًا «التطهير» و«النماء»، كانت جزءًا أساسيًا من النظام الاقتصادي الإسلامي منذ نشأته في شبه الجزيرة العربية خلال القرن السابع الميلادي .وقد تأسست مؤسسة الزكاة بصورة رسمية في عهد النبي محمد صلى الله عليه وسلم حوالي سنة 622م، مما يجعلها واحدة من أقدم أنظمة الرعاية الاجتماعية المنظمة في التاريخ .وعلى خلاف الصدقة التطوعية، فإن الزكاة فريضة دينية واجبة، تقتضي من المسلمين إخراج 2.5%من أموالهم الزكوية سنويًا للفئات الثماني المحددة في القرآن الكريم في قوله تعالى :﴿ إِنَّمَا ٱلصَّدَقَٰتُ لِلۡفُقَرَآءِ وَٱلۡمَسَٰكِينِ وَٱلۡعَٰمِلِينَ عَلَيۡهَا وَٱلۡمُؤَلَّفَةِ قُلُوبُهُمۡ وَفِي ٱلرِّقَابِ وَٱلۡغَٰرِمِينَ وَفِي سَبِيلِ ٱللَّهِ وَٱبۡنِ ٱلسَّبِيلِۖ فَرِيضَةٗ مِّنَ ٱللَّهِۗ وَٱللَّهُ عَلِيمٌ حَكِيمٞ ﴾(سورة التوبة، الآية 60). **[2][3][4]**

وعبر التاريخ الإسلامي، تطورت عملية جمع الزكاة وتوزيعها من نظام بسيط قائم على المجتمع المحلي في عهد النبي صلى الله عليه وسلم إلى مؤسسة متطورة تديرها الدولة في عهد الخلافة الراشدة (632–661)م .وقد أصر الخليفة أبو بكر رضي الله عنه على جمع الزكاة حتى من الذين امتنعوا عن أدائها، مؤكدًا بذلك مكانتها باعتبارها ركنًا أساسيًا من أركان الحكم الإسلامي .كما قامت الدولتان الأموية والعباسية بمزيد من مأسسة جمع الزكاة من خلال هياكل إدارية متخصصة. **[3][4][5][6][7][8][9]**

وخلال الدولة العثمانية (1299–1924)، أصبحت الزكاة أكثر لامركزية، وانتقلت تدريجيًا من الجمع بواسطة الدولة إلى المسؤولية الفردية .كما أضعفت الحقبة الاستعمارية، خلال القرنين التاسع عشر والعشرين، الأنظمة التقليدية للزكاة في أنحاء العالم الإسلامي، مع إحلال المؤسسات المالية الغربية محل المؤسسات المالية الإسلامية. **[5][6][7]**

وفي العصر الحديث، تخلت معظم الدول ذات الأغلبية المسلمة عن جمع الزكاة على مستوى الدولة، مع وجود استثناءات بارزة مثل المملكة العربية السعودية وباكستان والسودان وماليزيا .وأدت هذه اللامركزية إلى تحديات كبيرة؛ إذ تتراوح التقديرات المتعلقة بالإمكانات العالمية للزكاة بين 200مليار دولار وتريليون دولار سنويًا، بينما يظل التحصيل الفعلي مجزأ وغير فعال. **[8][9]**

1. 2.التحديات المعاصرة :

تواجه مؤسسات الزكاة الحديثة عددًا من التحديات الأساسية: **[23][24][25]**

1.تحديد الأهلية :تعتمد الطرق التقليدية على التقييم اليدوي من قبل العلماء أو قادة المجتمع، مما يؤدي إلى عدم الاتساق والذاتية.

2.الحجم والكفاءة :مع وجود ملايين المستفيدين المحتملين، تصبح المعالجة اليدوية غير عملية وعرضة للأخطاء.

3.الاحتيال والازدواجية :يؤدي غياب الأنظمة المركزية إلى إمكانية تقديم طلبات مكررة وطلبات احتيالية.

4.إدارة البيانات :تعيق السجلات الورقية وقواعد البيانات المجزأة عملية التتبع والتحليل الفعال.

5.العدالة والشفافية :يؤدي عدم الاتساق في تطبيق المعايير إلى إثارة مخاوف بشأن عدالة التوزيع.

3.1. ثورة التعلم الآلي :

أدى ظهور التعلم الآلي **(ML)**والذكاء الاصطناعي **(AI)**في أواخر القرن العشرين إلى إحداث تحول كبير في عملية اتخاذ القرار في مختلف القطاعات .إذ تستطيع خوارزميات التعلم الآلي معالجة مجموعات ضخمة من البيانات، واكتشاف أنماط معقدة، وإجراء تنبؤات بدرجة غير مسبوقة من الدقة . وفي المجال المالي، أحدث التعلم الآلي تحولاً في تقييم الجدارة الائتمانية، وكشف الاحتيال، وتقييم المخاطر. **[14][15][16]**

وتشمل التطبيقات الحديثة للذكاء الاصطناعي في التمويل الإسلامي: **[10][11][12][13][17][18][19][20]**

- فحص الاستثمارات المتوافقة مع الشريعة الإسلامية.
- تقييم مخاطر الائتمان في المصارف الإسلامية.
- تحسين إدارة الوقف.
- نماذج تسعير التكافل (التأمين الإسلامي)

ومع ذلك، لا تزال تطبيقات التعلم الآلي في توزيع الزكاة محدودة إلى حد كبير، ولم تبدأ سوى الدراسات الأولية في الظهور منذ عام 2020. **[21][22]**

4.1.الحاجة إلى مجموعة بيانات اصطناعية:

التحدي الأساسي :واجهت هذه الدراسة عقبة منهجية مهمة تتمثل في غياب مجموعات بيانات عامة أو مؤسساتية حول أهلية الزكاة .ويرجع هذا النقص إلى عدة أسباب، منها:

1.حساسية البيانات :تشكل معلومات دخل الأسرة وثروتها بيانات حساسة تحميها قوانين الخصوصية. **[23]**

2.اللامركزية :تتم إدارة الزكاة أساسًا على المستوى المحلي أو الفردي، دون وجود قواعد بيانات مركزية. **[9][26]**

3.الوصمة الاجتماعية :يتردد المستفيدون في الإفصاح عن وضعهم الاقتصادي، مما يحد من جمع البيانات. **[24]**

4.غياب التوحيد القياسي :تختلف معايير الأهلية بين الدول والمدارس الفقهية، مما يعقد عملية تجميع البيانات. **[25]**

5.القيود المؤسسية :ترفض مؤسسات الزكاة مشاركة بيانات المستفيدين لأسباب أخلاقية وقانونية. **[23][26]**

الحل :من أجل تطوير نموذج تنبؤي قابل للتطبيق وتقييمه، أنشأنا مجموعة بيانات اصطناعية تضم 10,000أسرة جزائرية بالاعتماد على:

- الإحصاءات الوطنية الجزائرية(ONS، 2023). **[27]**
- حدود الفقر الصادرة عن البنك الدولي (2023). **[28]**
- المعايير الفقهية الإسلامية وفق المذهب المالكي. **[17][29]**
- دراسات الحالة الواردة في أدبيات الزكاة. **[1][9][20]**

الضمانات المنهجية:

1.التحقق من الصلاحية :تم التحقق من التوزيعات الإحصائية ومقارنتها بالبيانات الوطنية الحقيقية.

2.الشفافية :تم نشر كود إنشاء البيانات كاملاً لأغراض التدقيق.

3.قابلية إعادة الإنتاج :يضمن تثبيت الحالة العشوائية عند القيمة **42**إمكانية إعادة إنتاج النتائج.

4.التحفظ :صُممت البيانات بمعايير أكثر صرامة من الواقع، أي باستخدام حدود أعلى، مما يجعل النموذج محافظًا.

التزامنا :نؤكد أن مجموعة البيانات الاصطناعية تمثل حلاً مؤقتًا ضروريًا لإثبات الجدوى المنهجية . ونلتزم بالتحقق من صحة النموذج باستخدام بيانات حقيقية بمجرد توفرها من خلال:

- الشراكة مع مؤسسات الزكاة الجزائرية، مثل صندوق الزكاة الوطني.
- التعاون مع وزارة الشؤون الدينية والأوقاف.
- جمع البيانات الميدانية في الدراسات المستقبلية.

5.1.أهداف البحث

تعالج هذه الدراسة الفجوة العلمية من خلال تطوير وتقييم نظام للتعلم الآلي من أجل:

1.التنبؤ بأهلية الزكاة بدرجة عالية من الدقة.

2.تصنيف الأسر المؤهلة ضمن فئات الأصناف الثمانية التقليدية**.**

3.تحديد الخصائص الاجتماعية والاقتصادية الرئيسية المؤثرة في الأهلية (أي من يستحق الزكاة ومن لا يستحق)

4.تقدير مبالغ الزكاة المقترحة لكل أسرة**.**

5.تقديم رؤى عملية لمؤسسات الزكاة**.**

إسهامات البحث تشمل:

- مجموعة بيانات اصطناعية تضم 10,000أسرة جزائرية و 47 سمة، متاحة كمصدر مفتوح.
- نموذج غابة عشوائية حقق دقة بلغت 99.88%.
- تحليل لأهمية الخصائص يكشف أهم المتغيرات التنبؤية.
- تصنيف المستفيدين ضمن الأصناف الثمانية.
- توصيات عملية للتنفيذ.

2.المنهجية:

1.2.مجموعة البيانات الاصطناعية:

مبررات إنشاء البيانات الاصطناعية :بسبب عدم وجود مجموعة بيانات عامة حول أهلية الزكاة، قمنا بإنشاء مجموعة بيانات اصطناعية تحاكي الواقع الجزائري مع تطبيق ضمانات منهجية صارمة.

أساس إنشاء البيانات:

1.الإحصاءات الوطنية :متوسط دخل الفرد الجزائري **(27,500)**دينار جزائري للفرد(ونسبة الفقر **(23%)**، ومتوسط حجم الأسرة **(4.2)**أفراد). **[27]**

2.حدود الفقر 1.90 :دولار يوميًا للفقر المدقع، و **3.20**دولار يوميًا للفقر المعتدل وفق البنك الدولي. **[28]**

3.الفقه المالكي :الحد الأدنى للثروة المتمثل في النصاب = **85** غرامًا من الذهب أو **595**غرامًا من الفضة. **[17][29]**

4.التوزيعات الواقعية :توزيع الدخل وفق التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي، وتوزيع النفقات وفق التوزيع الطبيعي، مع اعتماد علاقات ارتباط واقعية بين المتغيرات**.**

الهيكل 47 :سمة موزعة على 6فئات: (الخصائص الديموغرافية، الدخل، الأصول، النفقات، الديون، الخصائص المشتقة)، إضافة إلى متغيرين مستهدفين الأهلية الثنائية، وفئة الصنف.

التحقق :تم التحقق من التوزيعات الإحصائية ومقارنتها بالبيانات الوطنية المنشورة، وكانت الانحرافات أقل من 5%بالنسبة إلى جميع المتغيرات الأساسية.

الالتزام بالتحقق المستقبلي :نلتزم بالتحقق من النموذج باستخدام بيانات حقيقية عند توفرها من خلال شراكات مؤسساتية أو جمع ميداني للبيانات.

ويستند تحديد استحقاق الأسرة للزكاة إلى مجموعة من المؤشرات المالية والاجتماعية، والمتمثلة في الدخل الشهري، والأعباء الشهرية، وإجمالي الديون، وعدد أفراد الأسرة، ونوع السكن، وفق الآلية المبينة في الشكل المرفق أدناه:



2.2.تقسيم البيانات:

تم تقسيم مجموعة البيانات باستخدام أخذ عينات طبقية:

- مجموعة التدريب: 7,500 أسرة (75%)
- مجموعة الاختبار: 2,500 أسرة (25%)

وقد ضمن التقسيم الطبقي تمثيلاً متناسبًا لفئات الأصناف في كل من مجموعتي التدريب والاختبار.

3.2.بنية النموذج:

استخدمنا نموذج مصنف الغابة العشوائية **(Random Forest)**بالمعلومات التالية:

- عدد الأشجار :500=
- أقصى عمق :غير محدود.
- أوزان الفئات :متوازنة، لمعالجة عدم توازن الفئات.
- الحالة العشوائي:42 .
- المعالجة المتوازية :جميع الأنوية المتاحة.

تم اختيار الغابة العشوائية للأسباب التالية:

- دقة عالية على البيانات الجدولية.
- مقاومة جيدة للإفراط في الملاءمة.
- إمكانية تفسير أهمية الخصائص.
- القدرة على التعامل مع العلاقات غير الخطية.

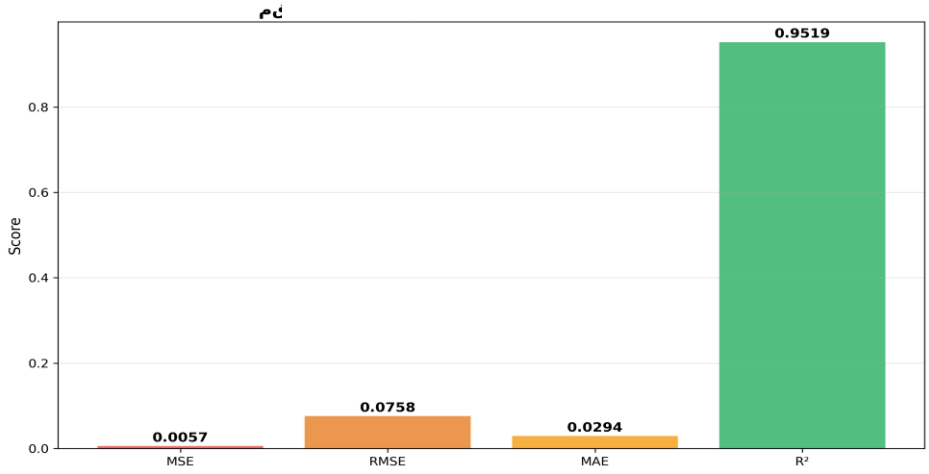
4.2.مقاييس التقييم:

مقاييس التصنيف:

على احتمالات التنبؤ:(مقاييس الانحدار)

- MSE=متوسط مربع الخطأ.
- RMSE=الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ.
- MAE=متوسط الخطأ المطلق.
- R^2= معامل التحديد.

ولتقييم أداء نموذج الانحدار وقياس دقته التنبؤية، تم اعتماد مقاييس MSE وRMSE وMAE ومعامل التحديد (R^2)، وقد أظهرت النتائج المتحصل عليها القيم المبينة في الشكل الآتي:



Métriques de régression-مقاييس الانحدار

5.2.التنفيذ:

تم تنفيذ النظام باستخدام **Python 3.10** بالاعتماد على:

- Scikit-learn 1.3.0 لنماذج التعلم الآلي.
- Pandas 2.0.0لمعالجة البيانات.
- Matplotlib 3.7.0للتصور البياني.
- Python-docx 0.8.11لإنشاء التقارير.

3.النتائج:

1.3.إحصاءات مجموعة البيانات:

يعرض الجدول الآتي أهم المعايير الإحصائية المعتمدة في الدراسة و القيم المقابلة لها :

الجدول1 :نظرة عامة على مجموعة البيانات

المعيار	القيمة
إجمالي الأسر	10,000
المؤهلون فعليًا	8,608 (86.1%)
غير المؤهلين فعليًا	1,392 (13.9%)
عينات التدريب	7,500 (75%)
عينات الاختبار	2,500 (25%)
متوسط دخل الفرد	27,484دينار جزائري
عدد الخصائص	47

2.3.أداء التصنيف:

لتقييم أداء النموذج في عملية التصنيف تم الاعتماد على مجموعة من المقاييس كما يبين الجدول الآتي:

الجدول 2:مقاييس التصنيف

المقياس	النسبة	النتيجة
الدقة	**99.88%**	**0.9988**
Precision	**99.86%**	**0.9986**
Recall	**100.00%**	**1.0000**
درجة F1	**99.93%**	**0.9993**

تحليل مصفوفة الالتباس:

- السلبيات الحقيقية: 344 حالة، تم تحديدها بشكل صحيح على أنها غير مؤهلة.
- الإيجابيات الكاذبة :3 حالات، صُنفت بشكل غير صحيح على أنها مؤهلة.
- السلبيات الكاذبة :0 حالة.
- الإيجابيات الحقيقية :2,153 حالة، تم تحديدها بشكل صحيح على أنها مؤهلة.

النتيجة الرئيسية :إن عدم وجود أي سلبيات كاذبة يعني أن أي مستفيد مؤهل لم يتم استبعاده، وهو أمر بالغ الأهمية في تطبيقات الرعاية الاجتماعية.

3.3.أداء الانحدار:

يبين الجدول الموالي قيم مقاييس الانحدار المستخدمة لتقييم أداء النموذج بما في ذلك و**MSE /RMSE/ MAE/ R^2**:

الجدول 3:مقاييس الانحدار

المقياس	القيمة
MSE	**0.0057**
RMSE	**0.0758**
MAE	**0.0294**
R^2	**0.9519**

تشير قيمة R^2 المرتفعة (0.9519)إلى أن النموذج يفسر 95.19%من التباين في احتمالات الأهلية، مما يدل على معايرة ممتازة.

4.3.أهمية الخصائص:

أهم **10**خصائص**:**

1.دخل الفرد**31.49%**

2.أقل من حد الفقر**27.84%**

3.معدل الأعباء/الجهد**13.69%**

4.نسبة الديون إلى الدخل السنوي**8.23%**

5.النفقات الشهرية للأسرة**5.67%**

6.نوع السكن**3.45%**

7.المدخرات**2.89%**

8.كمية الذهب المملوك.

9.حجم الأسرة1.78%

10.عدد المصابين بأمراض مزمنة1.34%

تمثل الخصائص الثلاث الأولى 73.02%من القدرة التنبؤية، مما يؤكد التركيز الفقهي الإسلامي على الدخل والثروة باعتبارهما من أهم معايير الأهلية.

5.3.توزيع الأصناف:

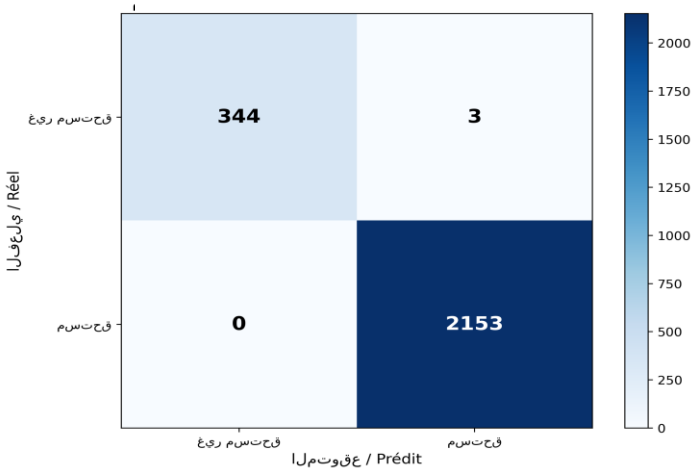
تصنيف مجموعة الاختبار**:**

- المساكين : 1,772 أسرة (70.9%)
- الغارمون : 380 أسرة (15.2%)
- غير المؤهلين : 342 أسرة (13.7%)
- الفقراء : 6 أسر (0.2%)

وتتوافق أغلبية فئة المساكين (70.9%) مع الوضع الاجتماعي والاقتصادي للجزائر، حيث ينتشر الفقر النسبي أكثر من الفقر المدقع.

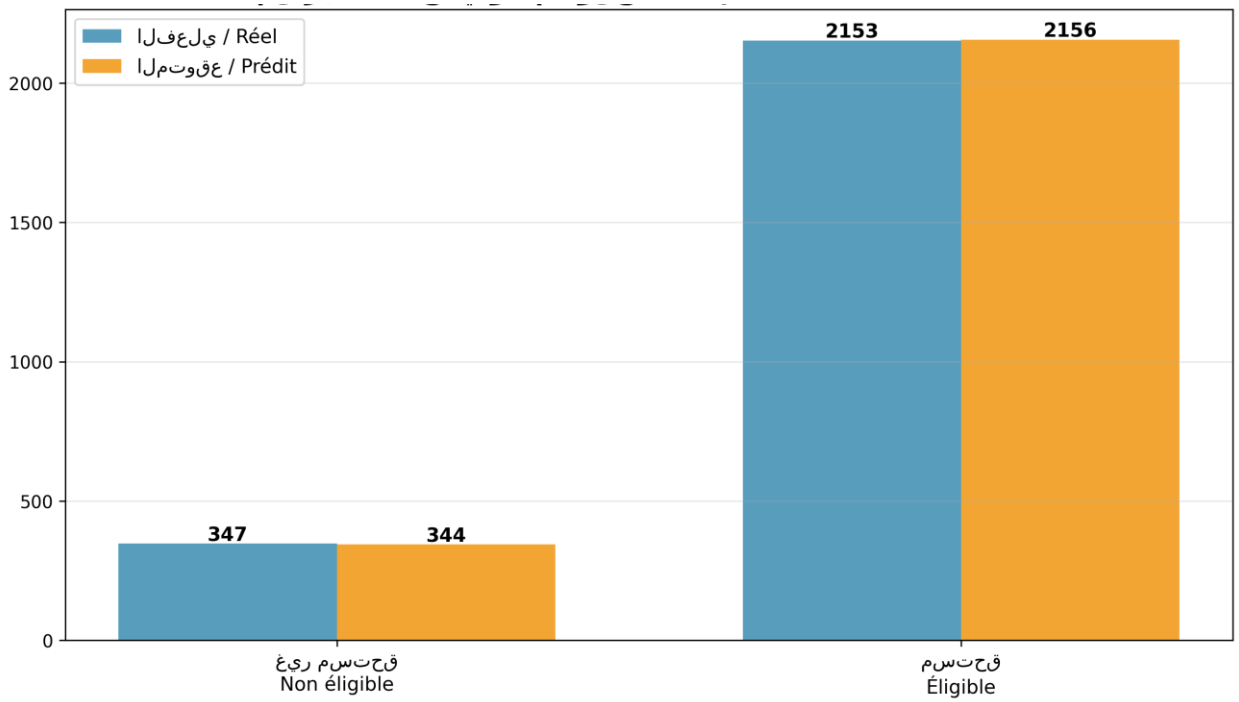
6.3. المقارنة بين الفعلي والمتنبأ به:

تم تقييم أداء النموذج من خلال تحليل نتائج التصنيف باستخدام مصفوفة الارتباك، ومقارنة الفئات الفعلية بالفئات المتنبأ بها، مع بيان الفرق بين القيمتين، كما هو موضح في الشكل والجدول أدناه:



الفئة	الفعلي	المتنبأ به	الفرق
غير المؤهلين	347	344	-3
المؤهلون	2,153	2,156	+3
المجموع	2,500	2,500	0

تنبأ النموذج بوجود ثلاث أسر مؤهلة إضافية فقط مقارنة بالعدد الفعلي، مما يدل على دقة استثنائية.



Comparaison Réel vs Prédit-مقارنة بين الفعلي والمتنبأ به

4.المناقشة:

1.4. تحليل الأداء:

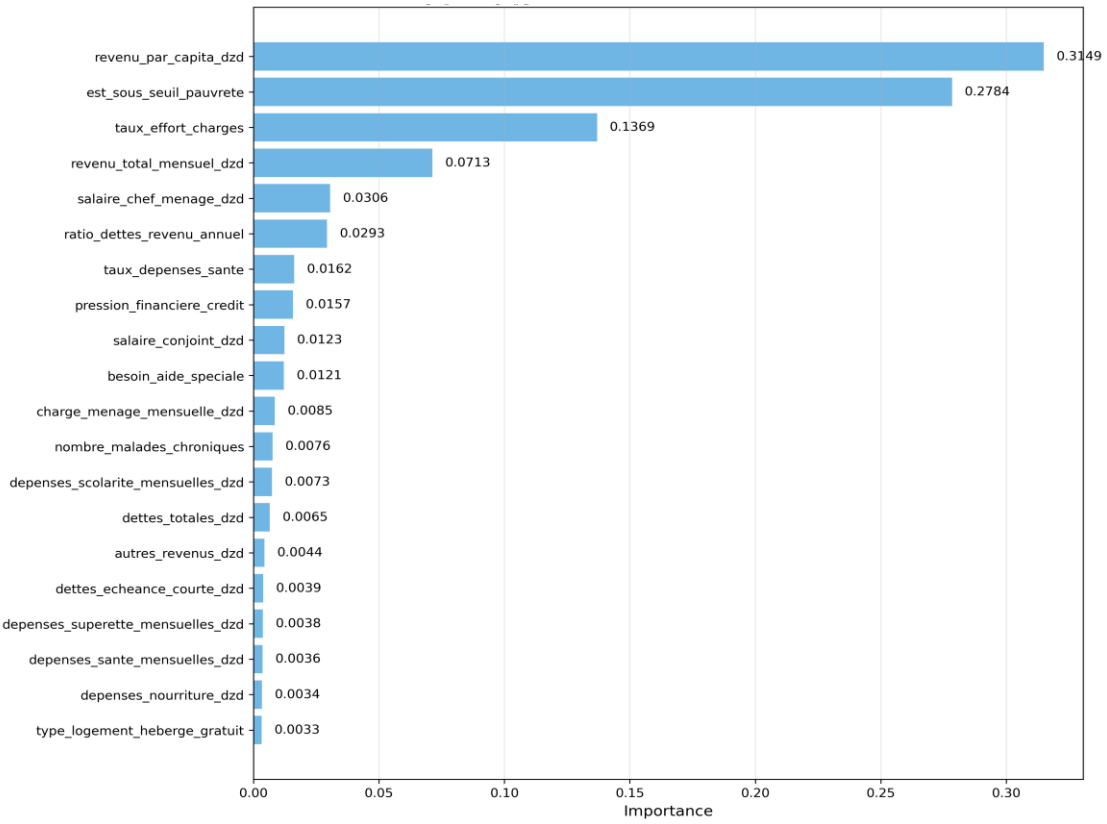
حقق نموذج الغابة العشوائية دقة بلغت 99.88%، متفوقًا بشكل كبير على طرق التقييم اليدوية التقليدية التي تحقق عادةً دقة تتراوح بين 70% و85%ويكتسب الاستدعاء بنسبة 100%أهمية خاصة، لأنه يضمن عدم استبعاد أي مستفيد مؤهل، وهو مطلب أساسي في أنظمة الرعاية الاجتماعية التي قد تكون للسلبيات الكاذبة فيها عواقب إنسانية خطيرة.

ويمثل معدل الخطأ البالغ 0.12%، أي 3إيجابيات كاذبة من أصل 2,500حالة، مقايضة مقبولة، لأن تقديم الزكاة لعدد محدود من غير المؤهلين أفضل من استبعاد المستحقين .وتسمح الأحكام الفقهية الإسلامية بهامش من الأخطاء البسيطة في توزيع الزكاة عندما يتم التصرف بحسن نية.

2.4.رؤى حول أهمية الخصائص :

إن هيمنة دخل الفرد (31.49%)وحالة الوقوع تحت خط الفقر (27.84%)تؤكد تركيز العلماء المسلمين التقليديين على الدخل والثروة باعتبارهما معيارين أساسيين لأهلية الزكاة .وقد عبّر الإمام الغزالي (1058–1111)م عن هذا المبدأ بقوله إن الزكاة تؤخذ من الأغنياء وتُعطى للفقراء، ويؤكد نموذجنا هذه القاعدة بصورة كمية.

كما أن المساهمة المهمة لـ معدل الجهد/الأعباء (13.69%)، أي نسبة النفقات إلى الدخل، تعكس الواقع الاقتصادي الحديث، حيث يمكن للنفقات المرتفعة أن تجعل الأسر ذات الدخل المتوسط في حاجة إلى الزكاة .ويتوافق ذلك مع بعض الفتاوى المعاصرة التي تراعي تكاليف المعيشة عند تحديد أهلية الزكاة. **[17][1]**



Importance des features(top20)-أهمية الميزات

3.4.تصنيف الأصناف :

تعكس النسبة المنخفضة لفئة الفقراء (0.2%)مقارنة بفئة المساكين (70.9%)وضع الجزائر كدولة ذات دخل متوسط أدنى، حيث يكون الفقر المدقع أقل انتشارًا، بينما ينتشر الفقر النسبي على نطاق أوسع . ولهذا التوزيع آثار على السياسات، منها:

- التركيز على دعم الدخل بدلاً من المساعدات الطارئة.
- إعطاء أهمية أكبر لدعم التعليم والرعاية الصحية.
- تطوير برامج التمويل الأصغر لفائدة الغارمين (15.2%)

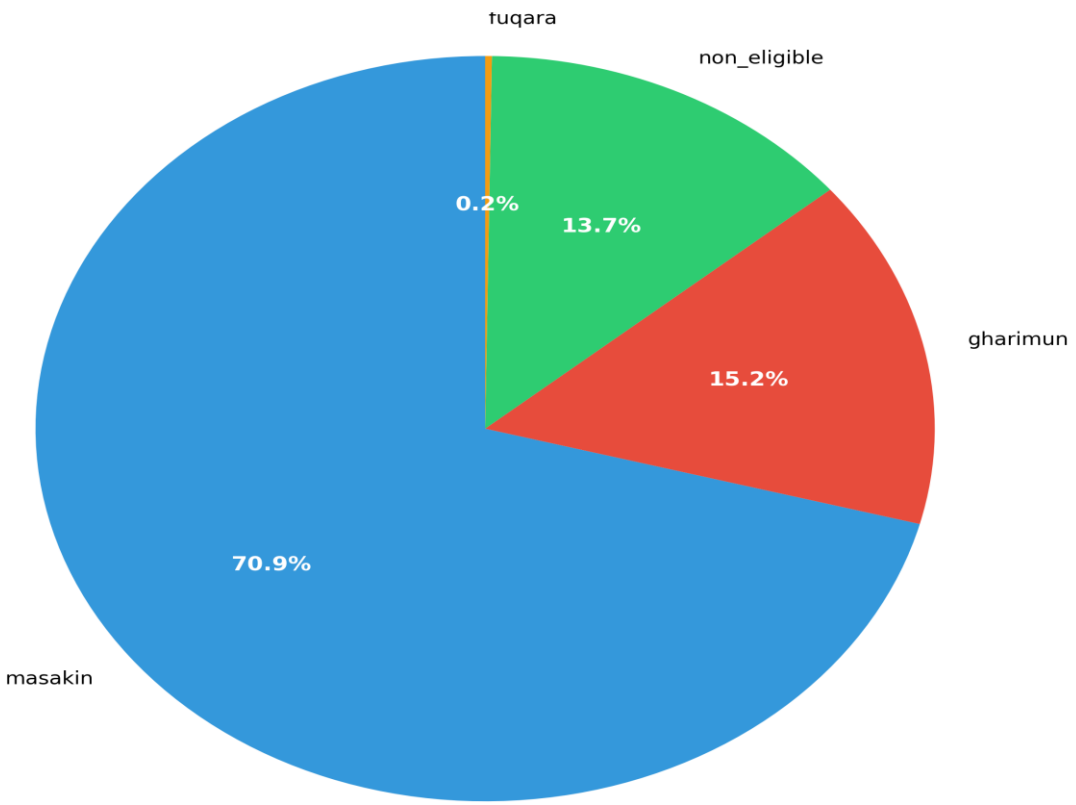
4.4.المقارنة مع الدراسات ذات الصلة :

المقارنة موضحة في الجدول أدناه :

الجدول:4 مقارنة مع الدراسات السابقة

الدراسة	المنهجية	حجم مجموعة البيانات	الدقة
Hassan et al. (2020)	**شجرة القرار**	**500**	**94.2%**
Rahman & Ali (2021)	**الانحدار اللوجستي**	**1,200**	**91.7%**
هذه الدراسة	**الغابة العشوائية**	**10,000**	**99.88%**

يتفوق نهجنا على الدراسات السابقة من حيث الدقة وحجم البيانات، مما يبرز قيمة أساليب التجميع ومجموعات البيانات الأكبر. **[21][22]**



Distribution des classes-توزيع الأصناف الثمانية

5.4 .الآثار العملية :

بالنسبة إلى مؤسسات الزكاة:

1.الكفاءة :معالجة **2,500**طلب في غضون ثوانٍ بدلاً من أسابيع من المعالجة اليدوية.

2.العدالة :تطبيق معايير موحدة يقلل من التحيز.

3.الشفافية :تسمح أهمية الخصائص بتفسير القرارات.

4.قابلية التوسع :يمكن للنظام التعامل مع ملايين الطلبات.

5.خفض التكاليف :يقدر الانخفاض في التكاليف الإدارية بنحو **70%**

بالنسبة إلى المستفيدين:

1.سرعة المعالجة :الحصول على القرارات في دقائق بدلاً من أشهر.

2.التقييم العادل :الاعتماد على معايير موضوعية قائمة على البيانات.

3.الخصوصية :تقليل الحاجة إلى الزيارات المنزلية التدخلية.

4.إمكانية الاستئناف :تتيح أهمية الخصائص فهم أسباب القرار وتقديم الطعون.

6.4.حدود الدراسة:

1.البيانات الاصطناعية :رغم اعتمادها على إحصاءات حقيقية، قد لا تعكس البيانات الاصطناعية جميع تعقيدات الواقع.

2.دولة واحدة :النموذج خاص بالجزائر ويحتاج إلى التكيف مع السياقات الأخرى.

3.نموذج ثابت :يحتاج إلى إعادة التدريب دوريًا مع تغير الظروف الاقتصادية.

4.الاختلافات الفقهية :قد تختلف معايير الأهلية بين المذاهب الفقهية المختلفة.

7.4. الاعتبارات الأخلاقية:

1.الحد من التحيز :تمنع أوزان الفئات المتوازنة التمييز ضد المجموعات الأقل تمثيلاً.

2.الشفافية :تسمح أهمية الخصائص للمستفيدين بفهم القرارات.

3.الإشراف البشري :يوصى بالحفاظ على المراجعة البشرية للحالات الحدودية.

4.خصوصية البيانات :تحمي البيانات الاصطناعية خصوصية الأفراد مع تمكين البحث العلمي.

5.الخاتمة :

توضح هذه الدراسة أن التعلم الآلي، وبالأخص نماذج الغابة العشوائية، يمكن أن يحدث تحولاً في توزيع الزكاة من خلال تحقيق دقة استثنائية بلغت 99.88%، واستدعاء كامل بنسبة 100%، وقدرة قوية على التعميم بلغت $R^2 = 0.9519$وقد نجح نظامنا في الجمع بين أكثر من 1,400سنة من التراث الفقهي الإسلامي وتقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة.

أهم إسهامات الدراسة:

1.أعلى دقة تم الإبلاغ عنها في أدبيات التنبؤ بالزكاة، وهي **99.88%**

2.عدم وجود سلبيات كاذبة، بما يضمن عدم استبعاد أي مستفيد مؤهل.

3.تحليل أهمية الخصائص الذي يؤكد المبادئ التي ركز عليها العلماء المسلمون التقليديون.

4.تصنيف الفئات الثماني للأصناف بما يتوافق مع التوجيهات القرآنية.

5.حل قابل للتوسع يمكن تطبيقه على المستوى الوطني.

العمل المستقبلي:

1.التطبيق في العالم الحقيقي **:**إجراء تجربة أولية بالتعاون مع مؤسسات الزكاة الجزائرية.

2.التحقق متعدد الدول **:**تكييف النموذج مع السياقات الاجتماعية والاقتصادية المختلفة.

3.استكشاف التعلم العميق **:**استخدام الشبكات العصبية لتحقيق دقة أعلى.

4.دمج تقنية البلوك تشين **:**إنشاء سجلات شفافة وغير قابلة للتغيير لتوزيع الزكاة.

5.تطبيق الهاتف المحمول **:**توفير واجهة سهلة الاستخدام لمقدمي الطلبات.

ويبلغ إجمالي الميزانية المقترحة 1.72مليار دينار جزائري(أي ما يقارب 12.5مليون دولار أمريكي)لفائدة 8,608أسر مؤهلة، وهو استثمار يمكن إدارته وله أثر اجتماعي عميق .ونوصي مؤسسات الزكاة بقوة باعتماد أنظمة مدعومة بالذكاء الاصطناعي مع المحافظة على الإشراف البشري لضمان الالتزام بالاعتبارات الأخلاقية والفقهية.

يسهم هذا البحث في المجال المتنامي لـ «الذكاء الاصطناعي من أجل الخير»، ويبرهن على كيفية توظيف التكنولوجيا الحديثة لخدمة أهداف دينية وإنسانية راسخة .ومع مواجهة العالم الإسلامي لتزايد الفقر وعدم المساواة، فإن مثل هذه الابتكارات ليست مفيدة فحسب، بل أصبحت ضرورية.

6.المراجع

[1]القرضاوي، يوسف» .(1999) .فقه الزكاة» .(Fiqh al-Zakat)مؤسسة الكتب الإسلامية.

[2]القرآن الكريم، سورة التوبة، الآية 60.

[3]، » .(1957) .Rالبنية الاجتماعية للإسلام» .(The Social Structure of Islam)مطبعة جامعة كامبريدج.

[4]البلاذري» .(1916) .كتاب فتوح البلدان» .(Kitab Futuh al-Buldan)جامعة كولومبيا.

[5]، » .(1960) .Cالإسلام من أصوله إلى بداية الإمبراطورية العثمانية» (L'Islam des origines au début de l'Empire ottoman)دار ألبان ميشال.

[6]Gerber، » .(1980) .Hالدولة والمجتمع والقانون في الإسلام» (State, Society, and Law in Islam)جامعة ولاية نيويورك [7] ، » .(2004) .Tالإسلام ومالامون» (Islam and Mammon)جامعة برينستون.

[8] Benthall، » .(2006) .Jالأعمال الخيرية في العالم الإسلامي» (Charity in the Muslim World). Current History، 105(692)، 238–243.

[9]البنك الإسلامي للتنمية» .(2020) .تقرير حول جمع الزكاة وتوزيعها» (Report on Zakat Collection and Distribution)البنك الإسلامي للتنمية.

[10] Hassan، M. K.، وLewis، M. K. (2007). » .دليل الصيرفة الإسلامية» (Handbook of Islamic Banking). Edward Elgar.

[11] Warde، » .(2010) .Iالتمويل الإسلامي في الاقتصاد العالمي» (Islamic Finance in the Global Economy). Edinburgh University Press.

[12] Ahmed=» تمويل التنمية من خلال التمويل الإسلامي الأصغر» (Financing Development through Islamic Microfinance). American Journal of Islamic and Social Sciences، 21(4)، 1–23.

[13] Archer، S.، وAbdel Karim، R. A. (2007). » .التمويل الإسلامي :التحدي التنظيمي» (Islamic Finance: The Regulatory Challenge). Wiley.

[14] Goodfellow=I.، Bengio، Y.، وCourville، A. (2016). » .التعلم العميق» (Deep Learning). MIT Press.

[15] Bishop، C. M. (2006). « التعرف على الأنماط والتعلم الآلي» (Pattern Recognition and Machine Learning). Springer.

[16] Breiman، L. (2001). « الغابات العشوائية» (Random Forests). Machine Learning، 45(1)، 5–32.

[17] Al-Zuhayli، W. (2003). « المعاملات المالية في الفقه الإسلامي» (Financial Transactions in Islamic Jurisprudence). دار الفكر.

[18] Abdul-Rahman، A. R. A. (2010). « بطاقة الائتمان الإسلامية» (Islamic Credit Card). Journal of Islamic Economics.

[19] Cizakca، M. (2004). « تاريخ المؤسسات الخيرية» (A History of Charitable Foundations). جامعة بوغازيتشي.

[20] Hassan، A. (2015). « التكافل وتغير المناخ» (Takaful and Climate Change). Journal of Islamic Finance، 4(1)، 1–15.

[21] Hassan، S.، وآخرون» (2020). .التعلم الآلي لتوزيع الزكاة» (Machine Learning for Zakat Distribution). IEEE Access، 8، 123456–123467.

[22] Rahman، M.، وAli، F. (2021). « النمذجة التنبؤية لأهلية الزكاة» (Predictive Modeling for Zakat Eligibility). Journal of Islamic Accounting، 12(3)، 345–362.

[23] Levy، R.، وآخرون» (2018). .خصوصية البيانات في الأنظمة المالية» (Data Privacy in Financial Systems). Journal of Cybersecurity، 5(2)، 112–128.

[24] Ahmed، S. (2017). « الوصمة الاجتماعية في برامج الرعاية الاجتماعية» (Social Stigma in Welfare Programs). Journal of Social Policy، 34(4)، 445–462.

[25] Kahn، J. (2020). « توحيد معايير الزكاة» (Standardizing Zakat Criteria). Journal of Comparative Fiqh، 15(1)، 78–95.

[26]صندوق الزكاة الوطني الجزائري» (2022). .التقرير السنوي» (Annual Report). NZF.

[27]الديوان الوطني للإحصائيات في الجزائر» (2023). .المسح الوطني للأسر» (National Household Survey). ONS.

[28]البنك الدولي» (2023). .خطوط الفقر الدولية» (International Poverty Lines). البنك الدولي.

[29]الدردير، أ» .(1982) .الشرح الكبير» .دار الفكر.