وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي – تبسة-

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

قسم العلوم الاقتصادية

الرقم التسلسلي: .....

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي (ل م د)

الميدان: علوم اقتصادية، تسيير وعلوم تجارية

الشعبة: علوم اقتصادية

ماستر تخصص: اقتصاد كمي

المذكرة موسومة بـ:

استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر

من إعداد الطالب(ة): **تحت إشراف:**

– خليلي هناء – الأستاذ حميدان ربيع

أعضاء لجنة المناقشة

الاسم واللقب	الرتبة العلمية	الصفة
أ.د الوافي الطيب	أستاذ التعليم العالي	رئيسا
أ. حميدان ربيع	أستاذ مساعد–أ–	مشرفا ومقررا
د.مشير الوردي	أستاذ محاضر–أ–	عضوا مناقشا

السنة الجامعية 2024-2025

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى قياس مدى فاعلية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، وبشكل خاص خوارزميات تعلم الآلة، في التنبؤ بقيمة الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر خلال الفترة (2000–2023). وقد تم الاعتماد على مجموعة من المؤشرات الاقتصادية الكلية، وتطبيق عدة نماذج تنبؤية مثل: الانحدار الخطي, شجرة القرار, الغابة العشوائية، وآلات التعزيز التدريجي والجار الأقرب K. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي، إلى جانب استخدام أدوات كمية من خلال برمجية **Python**, حيث أظهرت النتائج أن النماذج الغير خطية خصوصا **[RF,GBM]** قد حققت أداءً أفضل من حيث دقة التنبؤ، مما يبرز إمكانية توظيف هذه الأدوات في دعم السياسات التصديرية واتخاذ القرارات الإستراتيجية المناسبة لاقتصاد البلاد, كما تؤكد الدراسة على أهمية تحليل العوامل الاقتصادية المؤثرة في السوق العالمية لتحقيق التنويع الاقتصادي وتعزيز القدرة التنافسية للصادرات الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، تعلم الآلة، التنبؤ الاقتصادي، الصادرات خارج المحروقات، الاقتصاد الجزائري.

Abstract:

This study aims to assess the effectiveness of using artificial intelligence techniques—particularly machine learning algorithms—in forecasting the value of non-hydrocarbon exports in Algeria during the period 2000–2023. The research relies on a set of macroeconomic indicators and applies several predictive models, including Linear Regression, Decision Tree, Random Forest, Gradient Boosting Machines (GBM), and K-Nearest Neighbors (KNN). The study adopts both the descriptive and analytical approaches, in addition to using quantitative tools through Python software. The results indicate that non-linear models, especially Random Forest and Gradient Boosting Machines, achieved better performance in terms of prediction accuracy. This highlights the potential of employing these tools to support export policies and strategic decision-making for the national economy. Furthermore, the study emphasizes the importance of analyzing economic factors affecting the global market to achieve economic diversification and enhance the competitiveness of Algerian exports.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Economic Forecasting NonHydrocarbon Exports, Algerian Economy.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

﴿وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ ۚ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ﴾ (هود: 88)

اللَّهُمَّ وفِّقْنا وبارِكْ لنا في عِلْمِنا
وارفعْنا درجاتٍ في الدنيا والآخرة
واجعلْ تخرُّجَنا فاتحةَ خيرٍ لنا ولأحبابِنا.
اللَّهُمَّ سدِّدْ خُطانا
وارزُقْنا النجاحَ والتيسيرَ في كلِّ أمر
واجعلْ تعبَنا وجهدَنا
في ميزانِ حسناتِنا

الشكر والعرفان

الحمد لله
الذي بنعمته تتمّ الصالحات،وبفضله تتحقق الغايات وبعد جهدٍ ومسيرةٍ علميةٍ مضنية، أضع بين أيديكم هذه المذكرة التي ما كانت لتكتمل لولا توفيق الله ثم دعم ومساندة من وقفوا إلى جانبي
بالكلمة ... والرأي ... والتشجيع.
أتقدم بخالص الشكر وأسمى عبارات الامتنان إلى أستاذي المشرف

" حميدان ربيع "

الذي لم يبخل عليّ بعلمه وتوجيهه ودعمه الدائم لي
وكان خير سند في كل مراحل هذه الدراسة, جزاه الله عني كل خير.
ولا يفوتني أن أخص بالشكر كل أساتذة القسم وكل من وضع بصمة علم في طريقي، فلكم مني كل التقدير والعرفان.
كما أرفع أكف الدعاء والامتنان إلى عائلتي الغالية، التي كانت ولا تزال النور الذي أستضيء به في العتمة والتعب

2025

شكراً لقلوبكم
التي احتضنتني،
وصبركم الذي ألهمني،
وحبكم الذي لا يقدر بثمن
أخيراً،
إلى كل من كان له أثر طيب في رحلتي العلمية والإنسانية، ولو بكلمة
أقول: شكرًا من القلب، ودمتم مشاعل نور في دروب الآخرين.

إهداء

إلَى ٱلعَزِيزِ ٱلَّذِي حَمَلْتُ ٱسمَهُ فَخْرًا،إلَى
مَنْ كَلَّلَهُ ٱللَّهُ بِٱلْهَيبَةِ وَٱلْوَقَارِ،
إلَى مَنْ حَصَدَ ٱلْأَشْوَاكَ عَنْ دَرْبِي، وَزَرَعَ
لِيَ ٱلرَّاحَةَ بَدَلًا مِنْهَا...إلَى أَبِي

ٱلَّذِي لَمْ يَنْحَنِ ظَهْرُهُ مِهمَّا كَانَ يَحْمِلُهُ،
لكنْ لِيَحْمِلَنِي مِن أجْلِ يَنْحَدَبَ وَكُنْتُ
أَحْجُبُ عَنْ نَفْسِي مَطَالِبَهَا، فَكَانَ يَكْشِفُ
عَمَّا أُحِبُّ ٱلْحَجْبَ
شُكْرًا لِكَوْنِكَ أَبِي...(عَلِي)

وَإلَى مَنْ عَلَّمَتْنِي ٱلْأَخْلَاقَ قَبْلَ أَنْ أَتَعَلَّمَهَا،
إلَى ٱلْجِسرِ ٱلَّذِي أَصْعَدُ بِهِ إلَى ٱلْجَنَّةِ،
إلَى ٱلْيَدِ ٱلْخَفِيَّةِ ٱلَّتِي أَزَالَتْ عَنْ طَرِيقِي
ٱلْعَقَبَاتِ، إلَى مَنْ ظَلَّتْ دَعَوَاتُهَا تَحْمِلُ
ٱسمِي لَيْلًا وَنَهَارًا... مَحْبُوبَتِي، وَمُلْهِمَتِي,
أُمِّي...(صَبَاخ)

وَإلَى مَنْ وَهَبَنِي ٱللَّهُ نِعْمَةَ وُجُودِهِمْ، إلَى
مَصْدَرِ قُوَّتِي، وَأَرْضِي ٱلصُّلْبَةِ، وَجِدَارِ
قَلْبِي ٱلْمَتِينِ،إخْوَتِي، وَأَخَوَاتِي ٱلْأَعِزَّاءَ...
(لِيتدَا, عَبد ٱلرَّحِيم, وَسِيم)

خليلي هناء

إهداء

وَإِلَى مَنْ، إِنْ ضَاقَتْ بِيَ ٱلدُّنْيَا، وَسِعَتْ
بِخُطَاهُمْ، وَإِنْ سَقَطْتُ، كَانُوا أَوَّلَ مَنْ
رَفَعُونِي بِكَلِمَاتِهِمْ، إِلَى مَنْ رَافَقُونِي
بِٱلْقَلْبِ قَبْلَ ٱلدَّرْبِ،
أَصْحَابِي...(إِيمَان, سُمِيَّة, نَجْلاَ, رِيم,
عَائِشَة, صَلاحَة, عَائِشَة)

عَائِلَتِي (وَخَاصَّةً مِنْهُم جَدَّتِي وَالخَالَة)...
وَأَحِبَّتِي... شُكْرًا

هَا أَنَا ذَا أَطْوِي صَفْحَةً مِنَ ٱلتَّعَبِ،
وَأُسَجِّلُ فِي ٱلتَّارِيخِ فَخْرًا لَا يُنْسَى،
لَمْ أَعُدْ أَتَسَاءَلُ عَنْ مَلَامِحِ ٱلْوُصُولِ، فَقَدْ
رَأَيْتُهَا فِي عُيُونِي، حِينَ تَلَاشَتْ غُيُومُ
ٱلتَّعَبِ،وَٱبْتَسَمَ ٱلْأُفُقُ بَعْدَ عَتَمَةِ ٱلانْتِظَارِ

هَا هِيَ ٱلْخُطَى، ٱلَّتِي كَانَتْ تَتَعَثَّرُ أَحْيَانًا،
قَدْ وَجَدَتْ مُسْتَقَرَّهَا فِي قِمَّةِ ٱلْإِنْجَازِ،
وَبَيْنَ طَيَّاتِ ٱلطَّرِيقِ، تَنَفَّسْتُ سَلَامًا...
وَفَرَحًا... وَٱمْتِنَانًا...

خليلي هناء

فهرس المحتويات

قائمة الجداول .....د

قائمة الأشكال .....هـ

مقدمة عامة 1

الفصل الأول: عموميات حول الذكاء الاصطناعي و الصادرات خارج المحروقات 10

تمهيد 10

المبحث الأول: تطور الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر 10

المطلب الثاني: هيكل الصادرات خارج قطاع المحروقات 14

المطلب الثالث: تطور الصادرات 19

المبحث الثاني: الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة 26

المطلب الأول: مفاهيم عامة حول الذكاء الاصطناعي والذكاء البشري 26

المطلب الثاني: العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة 32

المطلب الثالث: دور تعلم الآلة في دعم الاقتصاد والتنبؤ بالصادرات غير النفطية 40

المبحث الثالث: الدراسات السابقة.....41

المطلب الأول: الدراسات العربية 41

المطلب الثاني: دراسات أجنبية 47

المطلب الثالث: التعقيب على الدراسات السابقة 49

الفصل الثاني: دراسة تنبؤية للصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر 56

تمهيد 56

المبحث الأول: استكشاف بيانات الدراسة 56

المطلب الأول: التعريف بمتغيرات الدراسة وأدوات جمع البيانات 57

المطلب الثاني: الأدوات وبيئة التطوير المستخدمة في الدراسة 59

المطلب الثالث: خطوات بناء النموذج 62

المطلب الرابع: طرق التحقق من النماذج (Model Validation Methods) 65

المبحث الثاني : تحليل النتائج وتفسيرها 68

المطلب الأول: مراحل بناء النموذج 68

فهرس المحتويات

المطلب الثاني: بناء وتقييم النموذج.....80

المطلب الثالث: تلخيص النتائج وتحليلها.....99

الخاتمة العامة.....104

قائمة المراجع.....109

قائمة الجداول والأشكال

قائمة الجداول

الجدول رقم 1: تطور التركيبة السلعية للصادرات خارج المحروقات في الجزائر للفترة 2000-2023 15
الجدول رقم 2: تطور إجمالي الصادرات والصادرات خارج المحروقات في الجزائر خلال الفترة 2000-2023 20
الجدول رقم 3: مقارنة بين الذكاء البشري والذكاء الاصطناعي 29
الجدول رقم 4: مقارنة بين الخوارزميات 39
الجدول رقم 5: مقارنة بين الدراسات العربية 49
الجدول رقم 6: مقارنة بين الدراسات الأجنبية 52
الجدول رقم 7: يوضح متغيرات الدراسة وطبيعتها الإحصائية.....58
الجدول رقم 8: مخرجات الأمر df.info() 70
الجدول رقم 9: نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج الانحدار الخطي 82
الجدول رقم 10: نتائج التحقق المتقاطع للانحدار الخطي 83
الجدول رقم 11: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج الانحدار الخطي.....84
الجدول رقم12 : نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج شجرة القرار 85
الجدول رقم 13: نتائج التحقق المتقاطع لشجرة القرار 86
الجدول رقم 14: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج شجرة القرار 87
الجدول رقم 15: نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج الغابة العشوائية.....89
الجدول رقم 16: نتائج التحقق المتقاطع لنموذج الغابة العشوائية.....90
الجدول رقم 17: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج الغابة العشوائية.....91
الجدول رقم 18: نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج آلات التعزيز التدريجي.....92
الجدول رقم 19: نتائج التحقق المتقاطع لنموذج آلات التعزيز التدريجي.....93
الجدول رقم 20: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج آلات التعزيز التدريجي.....95
الجدول رقم21 : نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج أقرب الجيران K.....96
الجدول رقم 22: نتائج التحقق المتقاطع لنموذج أقرب الجيران K.....97
الجدول رقم 23: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج أقرب الجيران K.....98
الجدول رقم 24: ملخص عام لنتائج تقييم أداء كل نموذج باستخدام المؤشرات العامة.....99
الجدول رقم 25: ملخص عام لنتائج التحقق المتقاطع لكل نموذج 100

قائمة الأشكال

الشكل رقم 1: تطور الصادرات الجزائرية من (المواد الغذائية, المواد الخام, المنتجات النصف المصنعة) للفترة 2000-2023 16
الشكل رقم 2: تطور كل من إجمالي الصادرات, صادرات المحروقات, صادرات خارج المحروقات للفترة 2000-2023.....22
الشكل رقم 3: تطور سعر البترول للفترة 2000-2023.....22
الشكل رقم 4: تطور سعر صرف الدينار مقابل الدولار الأمريكي والاورو الأوروبي للفترة 2000-2023 22
الشكل رقم 5: تمثيل لعملية معالجة البيانات باستخدام الذكاء الاصطناعي 26
الشكل رقم 6: تطبيقات الذكاء الاصطناعي 30
الشكل رقم 7: التسلسل المفاهيمي للذكاء الاصطناعي وتطبيقه ومن ثم المضمون.....32
الشكل رقم 8: أنواع تعلم الآلة 33
الشكل رقم 9: تمثيل يوضح طريقة العمل الخاضع للإشراف.....34
الشكل رقم 10: تمثيل يوضح طريقة العمل الغير خاضع للاشراف 35
الشكل رقم 11: تمثيل طريقة العمل للتعلم المعزز 36
الشكل رقم 12: المراحل المنهجية المتبعة لبناء النموذج التنبؤي للدراسة.....63
الشكل رقم 13: آلية التحقق المتقاطع باستخدام الطيات (K-fold Cross Validation) 66
الشكل رقم 14: كيفية استيراد المكتبات الأساسية والضرورية في برمجية (Python) 69
الشكل رقم 15: استيراد قاعدة البيانات 69
الشكل رقم 16: نتيجة استظهار البيانات 70
الشكل رقم 17: وصف إحصائي مبدئي للبيانات الرقمية في (Data Frame) 71
الشكل رقم 18: وصف إحصائي للبيانات مع تحويل السنة (#) إلى فهرس معلوم 73
الشكل رقم 19: مصفوفة الارتباط بين المتغيرات الاقتصادية المؤثرة على الصادرات الجزائرية 74
الشكل رقم 20: أوامر البرمجة لتقسيم البيانات 76
الشكل رقم 21: مخرجات المتغير المستقل 76
الشكل رقم 22: مخرجات المتغير التابع.....77
الشكل رقم 23: النتيجة النهائية للمصفوفة (X) بعد التوحيد 77
الشكل رقم 24: النتيجة النهائية لمصفوفة (X) بعد التوحيد 78
الشكل رقم 25: مخرجات تقسيم البيانات لمجموعتي تدريب واختبار 79
الشكل رقم 26: أوامر استيراد المكتبات.....80
الشكل رقم 27: بناء نموذج الانحدار الخطي 81

قائمة الأشكال

الشكل رقم 28: بناء نموذج شجرة القرار.....85
الشكل رقم 29: بناء نموذج الغابة العشوائية.....88
الشكل رقم 30 : بناء نموذج آلات التعزيز التدريجي.....92
الشكل رقم 31: بناء نموذج أقرب الجيران K 96

مقدمة عامة

مقدمة عامة

في ظل التحولات الاقتصادية العالمية المتسارعة، ومع تعاظم التحديات المرتبطة بتقلبات أسعار المحروقات وتذبذب الأسواق الدولية، بات من الضروري للجزائر أن تسعى للبحث عن بدائل حقيقية ومستدامة لتقوية اقتصادها، والخروج من دائرة التبعية لقطاع النفط والغاز, وفي هذا الإطار، تبرز الصادرات خارج قطاع المحروقات كخيار استراتيجي من شأنه أن يغير مجرى الاقتصاد ويعزز نموه، يرفع الناتج المحلي الإجمالي، ويوفر مصدرا متجددا للعملة الصعبة.

وعلى ضوء هذا المسعى، تزايد الاهتمام بتبني أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا الحديثة، وعلى رأسها تقنيات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة، لما تمتلكه من قدرات عالية في معالجة البيانات، التنبؤ بالاتجاهات الاقتصادية، والمساعدة في اتخاذ القرارات المبنية على التحليل الكمي والمعرفي العميق. فالتقنيات الحديثة، لم تعد ترفًا أكاديميًا أو تكنولوجيا للمستقبل، بل أصبحت أداة فعالة وأساسية في بناء اقتصاد مبني على المعرفة.

مشكلة البحث:

إلى أي مدى يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، لا سيما خوارزميات تعلم الآلة، في التنبؤ بقيمة الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر استنادًا إلى مجموعة من المتغيرات الاقتصادية الكلية؟

التساؤل الرئيسي:

هل يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تقدم نماذج تنبؤية فعالة ودقيقة لتقدير قيمة الصادرات غير النفطية في الجزائر؟

التساؤلات الفرعية:

- ✓ ما هو النموذج الأفضل أداءً بين النماذج المدروسة من حيث دقة التنبؤ؟
- ✓ هل تؤدي النماذج غير الخطية إلى نتائج أكثر دقة من النماذج الخطية؟

- ✓ ما مدى تأثير استخدام التحقق المتقاطع على استقرار ودقة النماذج؟

الفرضية الرئيسية:

يمكن استخدام نماذج الذكاء الاصطناعي (خاصة غير الخطية) لتحسين التنبؤ بالصادرات خارج المحروقات في الجزائر بدقة أعلى من النماذج التقليدية.

الفرضيات الفرعية:

- ✓ نفترض أن نموذج (GBM) يحقق أداء أفضل من باقي النماذج (LR, DT, RF, KNN) من حيث خطأ التنبؤ (MAE).
- ✓ نفترض أن النماذج الغير خطية مثل (RF, GBM) قادرة على التقاط العلاقات المعقدة في البيانات بشكل أفضل من النموذج الخطي.
- ✓ استخدام التحقق المتقاطع (Cross Validation) يساهم في تقليل التحيز وتحسين استقرار النتائج.

أسباب اختيار الموضوع:

- ✓ حبي لتخصصي, والاهتمام الشخصي بمجال الذكاء الاصطناعي، والرغبة في اكتشاف هذا العالم ومعرفته وتوظيف مهاراته في فكرة مختلفة وفريدة من نوعها.
- ✓ عدم وجود أي موضوع مشابه لمذكرتي أو حتى قريب من الفكرة, مما جعله تحديا قويا بالنسبة لي, والرغبة الشديدة لوضع بصمتي في دراسة تعتبر الأولى من نوعها.
- ✓ الرغبة في تقديم مقترح عملي يمكن أن تستفيد منه المؤسسات الاقتصادية وصناع القرار، من خلال نماذج قابلة للتطبيق تساعد في فهم وتحسين أداء الصادرات غير النفطية.
- ✓ فتح مجال للباحثين فيما بعد للتوسع فالفكرة وتعميمها على مختلف الأفكار والمجالات الأخرى, أو حتى تبني نفس الدراسة التي كانت بياناتها سنوية, واستبدالها ببيانات فصلية أو حتى شهرية إن توفرت لاكتشاف دقة النموذج, وهل يمكن التحصل على نتيجة أفضل أم لا؟

أهمية البحث:

تكمن أهمية هذه الدراسة في:

- ✓ مساهمتها في إثراء الأدبيات الاقتصادية حول توظيف الذكاء الاصطناعي في التنبؤات الاقتصادية.
- ✓ تعزيز التنوع الاقتصادي والتقليل الاعتماد على قطاع المحروقات من خلال دعم الصادرات الغير نفطية.
- ✓ محاكاة التطور التكنولوجي ودمجه مع الاقتصاد لفتح آفاق مستقبلية للبلاد تعزز التنافسية بين الدول.
- ✓ تقديم نماذج تطبيقية يمكن لصناع القرار الاستفادة منها في دعم سياسات التصدير وتنويع الاقتصاد الوطني.
- ✓ إظهار قدرة النماذج الحديثة في معالجة البيانات المعقدة والتنبؤ بدقة مقارنة بالنماذج الخطية التقليدية.

أهداف البحث:

- ✓ معرفة العوامل الاقتصادية المؤثرة على الصادرات الغير نفطية, وتقييم مدى دقة التنبؤ بها بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي.
- ✓ بناء نموذج تنبؤي باستخدام تقنيات تعلم الآلة لتقدير الصادرات خارج المحروقات في الجزائر.
- ✓ مقارنة أداء النماذج الخطية وغير الخطية في عملية التنبؤ.
- ✓ تقييم دور التحقق المتقاطع في تحسين نتائج النماذج.
- ✓ تقديم توصيات لصناع القرار حول أفضل النماذج التنبؤية القابلة للتطبيق في الجزائر.

المنهجية العلمية للدراسة:

تعتبر المنهجية العلمية بمثابة العمود الفقري لأي دراسة أكاديمية، فهي التي تحدد الطريق الذي من خلاله يتم الوصول إلى النتائج المرجوة والتي تتمتع بالموثوقية والقدرة على التعميم, وانطلاقا من طبيعة الموضوع الذي يتناول استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر، فإن المنهجية المتبعة في هذه الدراسة كانت على النحو الآتي:

1.منهج الدراسة:

تم الاعتماد على المنهج **الوصفي** والمنهج **التحليلي** في الدراسة، بهدف وصف وعرض المفاهيم الأساسية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة، واستعراض واقع الصادرات خارج المحروقات في الجزائر.

2.أدوات الدراسة:

اعتمدنا في هذه الدراسة على مجموعة من الأدوات التي كانت بمثابة حجر الأساس لبناء نموذج تنبؤي بأفضل نتيجة ممكنة, وهي كالتالي:

لغة البرمجة (Python)، نظرًا لما توفره من مكتبات قوية في مجال تعلم الآلة, وهي:

- مكتبات تعلم الآلة مثل:
  - ✓ **Scikit-learn:** لتطبيق النماذج المختلفة مثل (LR، DT، RF، GBM، KNN)
  - ✓ **Pandas** و **NumPy:** لمعالجة البيانات.
  - ✓ **Matplotlib** و**Seaborn:** للتصوير البياني وتحليل العلاقات بين المتغيرات.
- بيئة العمل مثل:
  - ✓ **Jupyter Notebook:** لتنفيذ وتحليل النماذج التجريبية بشكل تفاعلي.

3.البيانات المستخدمة:

اعتمدت الدراسة على سلسلة زمنية لبيانات الاقتصاد الكلي للجزائر للفترة (2000–2023)، تشمل المتغيرات التالية:

- ✓ الصادرات خارج المحروقات (المتغير المستهدف).
- ✓ سعر صرف الدينار/الدولار.
- ✓ سعر صرف الدينار/ الأورو.

- ✓ سعر البترول.
- ✓ % التضخم.
- ✓ % البطالة.
- ✓ سعر الفائدة الحقيقي.

تم جمع هذه البيانات من مصادر رسمية مثل: CNIS, الجمارك، بنك الجزائر، النشرة الإحصائية الثلاثية, البنك الدولي, الديوان الوطني للإحصائيات, مجلة شمال إفريقيا.

4.النماذج المطبقة فالدراسة:

تم الاعتماد في هذه الدراسة على مجموعة من النماذج التنبؤية في تعلم الآلة والتي تخدم موضوعنا، وهي كالتالي:

- ✓ **Linear Regression (LR):** خط الأساس للمقارنة.
- ✓ **Decision Tree (DT):** اكتشاف العلاقات عبر شروط منطقية.
- ✓ **K-Nearest Neighbors (KNN):** تنبؤ بناء على الجيران الأكثر تشابهًا.
- ✓ **Random Forest (RF):** زيادة الدقة وتقليل التحيز.
- ✓ **Gradient Boosting Machines (GBM):** تحسين مستمر للنموذج عبر تصحيح الأخطاء.

5.طرق تقييم الأداء:

تم استخدام مجموعة من المؤشرات لقياس دقة النماذج:

- ✓ **MAE (Mean Absolute Error):** متوسط الخطأ المطلق.
- ✓ **RMSE (Root Mean Squared Error):** الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ.
- ✓ **(R^2):** معامل التحديد لقياس نسبة التباين المفسَّر في البيانات.

كما اعتمدنا على التحقق المتقاطع **(Cross-Validation)** لتقليل التحيز وتحسين دقة النتائج، وذلك باستخدام طريقة **K-Fold Cross Validation** وتقسيم النموذج لعشرة طيات **(K=10)**

حدود البحث:

- ✓ **الحدود الزمنية:** تمتد البيانات التي تم استخدامها في الدراسة للتنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات فالجزائر من سنة 2000 إلى غاية سنة 2023, ولم نعتمد على سنة 2024 لعدم توفر بيانات كافية وكاملة حسب متطلبات الدراسة.
- ✓ **الحدود المكانية:** تركز الدراسة على دراسة حالة الاقتصاد الجزائري فقط، ولا تشمل أي مقارنة إقليمية أو دولية.

تقسيم البحث:

وللإجابة عن الإشكالية قمت بتحديد خطة بحثي على النحو التالي:

قسمت بحثي إلى فصلين رئيسيين، يتناول الفصل الأول الإطار النظري ويشمل مفاهيم الصادرات خارج المحروقات، الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة، إضافة إلى عرض الدراسات السابقة ذات صلة أو مشابهة لموضوع الدراسة, أما الفصل الثاني فخصصته لجانب التطبيقي, والغوص في آليات الذكاء الاصطناعي وبناء نماذج تنبؤية باستخدام خوارزميات تعلم الآلة, وذلك بهدف تقييم أدائها في التنبؤ بقيمة الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, حيث تم جمع بيانات الاقتصاد الكلي في الجزائر خلال الفترة الممتدة ما بين (2000–2023), واستخلاص النتائج والتوصيات.

الدراسات السابقة:

لقد شهد موضوع الصادرات خارج قطاع المحروقات والذكاء الاصطناعي في الاقتصاد اهتماما متزايدا من قبل الباحثين في الجزائر والعالم العربي، سواء من زاوية التحليل الاقتصادي أو من خلال دراسة أثر التنبؤات الذكية على اتخاذ القرار, فهناك دراسات سابقة للباحثين قد تناولوا فيها أحد متغيري بزاوية مختلفة دون وجود أي موضوع يجمع بينهما في دراسة واحدة كموضوعي, رغم التطيق لمبحث كامل يخص الدراسات السابقة إلا أنه فيما يلي سيتم عرض أبرز الدراسات السابقة ذات الصلة بالموضوع:

1.أبرز الدراسات المتعلقة بالصادرات خارج المحروقات في الجزائر:

- ✓ **بن شيخة نوال (2025):** ركزت على دور التنويع الاقتصادي في تنمية الصادرات غير النفطية، مؤكدة أهمية الإصلاحات الاقتصادية لتحفيز الإنتاج المحلي وتشجيع المؤسسات الصغيرة.
- ✓ **مومن مروة (2023):** أجرت دراسة قياسية لقياس أثر الصادرات غير النفطية على النمو الاقتصادي، باستخدام نموذج ARDL، وأثبتت وجود علاقة طويلة الأجل بينهما، لكنها أظهرت ضعف المساهمة الفعلية لهذه الصادرات.
- ✓ **الكوط مبارك وآخرون (2021):** تطرقوا إلى واقع وآفاق الصادرات غير النفطية، وأشاروا إلى أن هذه الأخيرة لا تزال تمثل نسبة هامشية، رغم الجهود الحكومية المبذولة.
- ✓ **عيادة هشام (2021):** توصل إلى أن الصادرات غير النفطية لم تفسّر النمو الاقتصادي سواء على المدى القصير أو الطويل، مما يعكس محدودية دورها.

2.أبرز الدراسات المتعلقة باستخدام الذكاء الاصطناعي في الاقتصاد:

- ✓ **أحمد دقعة وأحمد حنيش (2024):** سلطت الضوء على التحديات التقنية والتنظيمية لتوظيف الذكاء الاصطناعي في الجزائر، مشيرين إلى الإمكانات الكامنة إذا ما تم استغلالها بالشكل الأمثل.
- ✓ **طول محمد وبكار أمال (2023):** استخدما الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بالمبيعات في مؤسسة صناعية جزائرية، وأثبتا فعالية الذكاء الاصطناعي في التنبؤ الدقيق.
- ✓ **زعموكي سالم ومرزق حبالي (2023):** ناقشا الانعكاسات الاقتصادية العالمية للذكاء الاصطناعي، وأكدا على دوره في رفع الكفاءة وتحسين الإنتاجية.
- ✓ **قادري عائشة ومخلوفي عبد السلام (2019):** تناولا الذكاء الاقتصادي كأداة لترقية الصادرات غير النفطية، من خلال تحسين تنافسية المنتجات الجزائرية.

صعوبات الدراسة:

واجهت هذه الدراسة عدة تحديات خلال مختلف مراحلها، يمكن تلخيص أبرزها فيما يلي:

- ✓ **صعوبة جمع البيانات الكمية الدقيقة** حول الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر، بسبب تشتتها بين مصادر متعددة وعدم توفرها في مصدر واحد أو بشكل سنوي منتظم أو بتنسيق قابل للمعالجة البرمجية.
- ✓ **غياب قاعدة بيانات مهيكلة جاهزة** تضم كافة المؤشرات الاقتصادية الكلية المطلوبة في الدراسة (مثل سعر الصرف، التضخم، البطالة...), مما تطلب جهدا إضافيا وقتا كبير في البحث وجمع البيانات من مختلف المصادر، وتحويلها إلى صيغة نهائية قابلة للتحليل.
- ✓ **تحديات تقنية مرتبطة بتطبيق نماذج تعلم الآلة**، خصوصًا في مرحلة إعداد البيانات واختيار أفضل المعايير لتحسين دقة النماذج.
- ✓ **قلة عن لم نقل ندرة الدراسات التطبيقية الجزائرية** التي توظف الذكاء الاصطناعي في المجال الاقتصادي، مما جعل من الصعب إجراء مقارنات بين دراستنا والدراسات السابقة أو الاستفادة من أخطاء ونتائج سابقة مشابهة.
- ✓ **ضيق الإطار الزمني** المخصص لإنجاز البحث، خاصة وأن الدراسة جمعت بين جانب نظري موسّع وجانب تطبيقي تقني تطلب تعلم أدوات برمجية وتحليلية.
- ✓ **صعوبة ضبط عناصر الجانب النظري للدراسة** كون موضوع الذكاء الاصطناعي عبارة عن بحر من المعلومات والآفاق التي قد تسبب لنا احتمالية الخروج عن الموضوع.
- ✓ **عدم توفير بيانات لسنة 2024** مما جعل الدراسة محددة بإطار زمني مقيد حسب البيانات المتحصل عليها.
- ✓ **عدم التقيد بنموذج تنبؤي واحد** بل تجربة أكثر من نموذج يخدم الدراسة, ومن ثم مقارنة من هو الأفضل من ناحية النتائج المتحصل عليها لبناء النموذج.

الفصل الأول

عموميات حول الذكاء الإصطناعي والصادرات خارج المحروقات

تمهيد

شهد العالم في العقود الأخيرة تغيرات اقتصادية عميقة، رافقها تطور مذهل في التكنولوجيا، مما فرض على الدول النامية تحديات غير مسبوقة في سبيل تحقيق الاستقرار والنمو الاقتصادي, وقد مرت الجزائر منذ الاستقلال إلى يومنا هذا بعدة تحديات ومعيقات اقتصادية متتالية, محاولة التخلص من التبعية الاقتصادية والتحرر نحو إنعاش الاقتصاد، وباعتبارها دولة ريعية تعتمد بدرجة كبيرة على صادرات المحروقات، إذ وجدت نفسها في مواجهة تقلبات الأسواق العالمية وأسعار النفط، الأمر الذي أظهر بشكل واضح ضرورة تبني نموذج اقتصادي جديد، يركز على التنويع وتوسيع قاعدة الصادرات في الجزائر.

وفي خضم هذه التحولات، برزت الصادرات خارج قطاع المحروقات كأحد أهم البدائل الإستراتيجية التي بإمكانها تحقيق الاستقرار المالي وتعزيز موقع الجزائر على الساحة الاقتصادية العالمية, غير أن نجاح هذا التوجه يتطلب الاستعانة بأدوات تحليل وتنبؤ متطورة وحديثة تتماشى مع متطلبات العصر الرقمي, ومن هنا يأتي دور الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة، كوسائل فعالة لدراسة المتغيرات الاقتصادية المعقدة والتنبؤ بمستقبل الصادرات بكل دقة وموضوعية, حيث تسعى هذه الأخيرة لتقديم رؤية علمية وعملية حول مدى إمكانية تسخير تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر، معتمدين على بيانات حقيقية تمتد لأكثر من عقدين، ونماذج رياضية متقدمة من تعلم الآلة، سعيا نحو توفير أداة دعم قرار فعالة لصناع السياسات الاقتصادية, وتبعا لذلك سيتم التطرق في هذا الفصل لثلاث مباحث أساسية قد شملت كل متغيرات الدراسة المتمثلة في:

المبحث الأول: تطور الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر.

المبحث الثاني: الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة.

المبحث الثالث: الدراسات السابقة.

المبحث الأول: تطور الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر

تُعد الصادرات أحد أهم الركائز الأساسية لدفع عجلة النمو والتنمية الاقتصادية فالجزائر، لما لها من دور فعّال في الترويج للاقتصاد الوطني وتسويق المنتجات المحلية في الأسواق العالمية, فكلما زادت القدرة الإنتاجية والتنافسية للدولة، انعكس ذلك إيجابًا على موقعها الاقتصادي العالمي، حيث تُعد قوة

الصادرات مؤشرا مهما على الأداء الاقتصادي للدولة, وفي هذا المبحث سنتناول مفهوم الصادرات من حيث تعريفها، أنواعها، وأهميتها، مرورا بهيكل الصادرات وصولا لتطورها عبر الزمن، وذلك بهدف بناء فكرة شاملة لمدى أهميتها ودورها في دعم الاقتصاد الوطني.

المطلب الأول: ماهية الصادرات

التجارة الخارجية هي عبارة عن عملية تبادل السلع والخدمات بين الدول تبعا لبنود وقوانين معروفة لدى جميع دول العالم وهي مكونة من نموذجين أساسيين هما:

- التصدير: وهو خروج للسلع والخدمات.

- الاستيراد: وهو دخول للسلع والخدمات. (نامق، 1999)

الفرع الأول: مفهوم الصادرات

تنوعت واختلفت المفاهيم المرتبطة بالتصدير باختلاف آراء الباحثين وكذلك حسب وجهة نظر المدارس الكلاسيكية, ومن بعض هته المفاهيم نعرفها كما يلي:

فقد عرف فريد النجار التصدير على أنه "مدى قدرة الدولة وشراكاتها على تحقيق انبعاثات وتدفقات للسلع والمنتجات والخدمات وكذلك التدفقات المعلوماتية والمالية والثقافية والسياحية والبشرية إلى دول العالم عبر أسواق عالمية حسب الطلب, وكل هذه العمليات و النشاطات من أجل تحقيق أرباح وقيمة مضافة لرصيد الدولة".

وقد عرفها Claude Ménendian على أنها "كل السلع والخدمات التي تخرج بشكل نهائي من الإقليم الاقتصادي الخاص بالدولة نحو باقي دول العالم". (الرزاق، 2012)

تعتبر الصادرات واحدة من أهم القطاعات التي تحظى باهتمام جميع إن لم نقل كل دول العالم وذلك لمدى قوتها وفعاليتها في إدخال العملة الصعبة–زيادة الإنتاج وتوفير فرص العمل– وصولا إلى الرقي بالمستوى المعيشي وتطويرها للأفضل

وجاء تعريف الصادرات على أنها تلك المعادلة التي تتكون متغيراتها من سلع وخدمات تساهم بدورها في انفتاحات أجنبية وتوسع سوقي للبلاد, مما نتج عنها زيادة للدخل الوطني حيث صنفت الصادرات على أنها أقوى إضافة لتيار الإنفاق الحكومي

رغم وجود العديد من التعاريف الخاصة بالتجارة الخارجية حيث يمكن تعريفها على أنها مجموعة من الأنشطة القائمة على عمليات التبادل المستمر من شتى النواحي سواء فالإنتاج والخدمات رؤوس الأموال وكذلك السلع والمنتجات عبر الخطوط الدولية وحتى الإقليمية, فهي تمثل عمود الأساس للعلاقات الدولية ركيزة اقتصادية لأغلبية دول العالم.

الفرع الثاني: أنواع الصادرات

الصادرات المنظورة: والتي تضم صادرات السلع المادية الملموسة التي تعبر الحدود الجمركية تحت نظر السلطات الجمركية, مثل القمح, السيارات...., وتُنقل من المقيمين في دولة ما إلى المقيمين في الخارج, ويمكن للسلطات الجمركية معاينتها وإحصائها.

الصادرات غير المنظورة: وتتمثل في صادرات الخدمات وتشمل: المواصلات والاتصالات, السفر والسياحة والإقامة خارج الدولة, إيرادات استثمارية, ويلاحظ أن جمع البيانات عن صادرات الخدمات هو أمر أصعب كثيرا منه بالنسبة لصادرات السلع.

الصادرات المؤقتة: وهي تلك البضائع أو الأمور التي يتم تصديرها للخارج لمدة معينة من الزمن ثم يعاد استيرادها, من جملتها: المنتجات التي يراد تقديمها في المعارض والمؤتمرات, أو الصالونات الدولية, موارد وأجهزة أو آلات أشغال ضرورية للقيام بمهمات عمل في الخارج أو في إطار عقود مقاولة من الباطن, إرسال أجهزة وآلات لإصلاحها في الخارج.

الصادرات النهائية: وهي تلك السلع والخدمات التي يتم تصديرها بصفة نهائية بحيث تنقطع علاقتها بالمصدر بمجرد وفائه بالتزاماته التعاقدية مع المستورد. (غانم، سليم، النجار، غنوم، و محمد، 2022)

الفرع الثالث: أهمية الصادرات

– يعتبر التصدير المحرك الجذاب والمستقطب لكل الأنشطة الاقتصادية.

– يضمن للدولة مصدر مستقر للنقد الأجنبي.

– تحسين الكفاءة الاقتصادية للأنشطة ككل بمحاكاتها للتقدم التكنولوجي.

– الاستخدام الأمثل للموارد الاقتصادية المتاحة.

– تساهم الصادرات في تطوير جودة الإنتاج المحلي ليكن مؤهلا للتنافسية فالأسواق الخارجية. (شيخة، 2025)

– تساهم في زيادة الاحتياطات بالنسبة للدولة المصدرة من العملات الصعبة.

– استقطاب الاستثمارات الأجنبية والمحلية.

– توفير فرص العمل في قطاع التصدير مع ارتفاع أجور الموظفين فيه.

– زيادة الإنتاج المحلي للدولة المصدرة.

– تشجع عملية التصدير إلى حب الابتكار والتطور التكنولوجي والتفنن بحسن استغلال الذكاء الاصطناعي, وبالتالي زيادة المستوى التقني وتعزيز المهارات داخل البلاد لمواجهة المتطلبات المطلوبة في الأسواق العالمية.

– البلد القادر على التصدير فهذا يعني أنه قد غطى على احتياجاته والسيطرة على وارداته وبالتالي يحدث فائض في الميزان التجاري.

– انتعاش التجارة الخارجية تساهم بشكل مباشر في ترقية قطاعات النقل المساهمة في نشاطها من موانئ ومطارات.

– تساهم التجارة الخارجية في زيادة مبيعات الشركات المصدرة من غيرها وبالتالي يحدث تحفيز وتشجيع بقية الشركات في تطوير منتجاتها وتلبية حاجيات السوق والقدرة على التصدير.

– يمكن للصادرات مواجهة الأزمات الاقتصادية, حيث أنها تحقق معدل نمو أعلى من الإيرادات وبالتالي زيادة حجم المبيعات في السوق الخارجي, كما أن العائد المالي من العملة الصعبة تعتبر موردا إضافيا للشركات, مما يجعلها تتأقلم مع جو الركود الاقتصادي ومواكبة الوضع.

– قد أثبتت الدراسات التي تشمل كل من الشركات الكبيرة والصغيرة على حد سواء أن الشركات تسعى لتحقيق أسرع معدل نمو هي الشركات المصدرة بشكل خاص من غيرها.

– للتصدير دور مهم جدا وأساسي وفعال في دعم التنمية الاقتصادية وزيادة النمو الاقتصادي للدولة من خلال إجراءات مهمة كتحفيز الطلب ودعم فكرة الادخار.

المطلب الثاني: هيكل الصادرات خارج قطاع المحروقات

لدينا بعض الإحصائيات حول بعض الصادرات الجزائرية والمتمثلة في (مواد غذائية, مواد خام, مواد نصف مصنعة, تجهيزات زراعية, تجهيزات صناعية, مواد استهلاكية غير خام) في الجدول التالي:

الجدول رقم 1: تطور التركيبة السلعية للصادرات خارج المحروقات في الجزائر للفترة 2000-2023

الوحدة: مليون دولار

السنة	مواد غذائية	مواد خام	مواد نصف زراعية	تجهيزات زراعة	تجهيزات صناعة	مواد استهلاك غير غذائي	المجموعة
2000	32	44	465	11	47	13	612
2001	28	37	504	22	45	12	648
2002	35	51	551	20	50	27	734
2003	48	50	509	1	30	35	673
2004	59	90	571	0	47	14	781
2005	67	134	651	0	36	19	907
2006	73	195	828	1	44	43	1184
2007	88	169	993	1	46	35	1332
2008	119	334	1384	1	67	32	1928
2009	113	170	692	0	42	49	1066
2010	315	94	1056	1	30	30	1526
2011	355	161	1496	0	35	15	2062
2012	315	168	1527	1	32	19	2062
2013	402	109	1458	0	28	17	2014
2014	323	109	2121	2	16	11	2810
2015	234	106	1693	1	18	11	1490
2016	327	84	1299	0	53	18	1779
2017	350	73	845	0	78	20	1367
2018	373	93	1626	0	90	33	2216
2019	408	96	1445	0	83	36	2068
2020	437	71	1287	0	77	37	1909
2021	576	182	3486	1	188	63	4495
2022	269	263	5086	2	84	111	5815
2023	428	256	3977	3	45	67	4773

المصدر: جمعت البيانات من عدة مصادر سبق ذكرها كالتالي

-CNIS, Les réalisations des échanges extérieurs de l'Algérie, Période : 1963–2010, P :18.

-CNIS, rapport annuel 2015, Statistiques du commerce extérieurs de l'Algérie, P :16.

-CNIS, série 2005-2015, Evolution du commerce extérieurs de l'Algérie par groupes D'utilisation, P :05.

-CNIS, rapport annuel 2016, Statistiques du commerce extérieurs de l'Algérie, P :17.

– بنك الجزائر، النشرة الإحصائية الشهرية، رقم40، ديسمبر 2017، ص27–28.

– بنك الجزائر، النشرة الإحصائية الشهرية، رقم49، مارس 2020، ص27–28.

– البنك الدولي، *قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية*، مؤشر "سعر الفائدة الحقيقي (%)"، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 18 أفريل 2025، من:

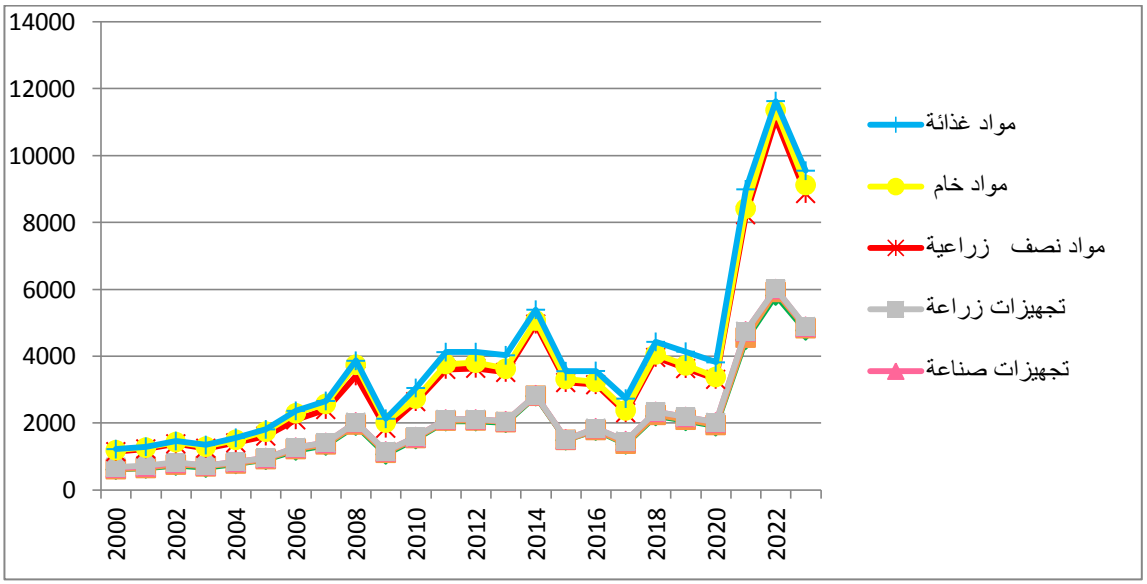
] https://data.albankaldawli.org/indicator/FR.INR.RINR?end=2023&locations=MN-DZ&start=1995&view=chart](https://data.albankaldawli.org/indicator/FR.INR.RINR?end=2023&locations=MN-DZ&start=1995&view=chart(

– البنك الدولي، *قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية*، تم الاطلاع عليها بتاريخ: 18 أفريل 2025، من:

]https://data.albankaldawli.org/](https://data.albankaldawli.org(/

وللتوضيح أكثر قمنا بتمثيل جميع قيم الجدول(1) أعلاه في الشكل البياني(1) التالي، كما نلاحظ وجود تميز وانفراد لثلاث متغيرات تمثلت في (المواد الغذائية، المواد الخام، والمنتجات نصف المصنعة), باعتبارها تمثل أهم الصادرات خارج المحروقات من جهة، ومن جهة أخرى حسب قيم الجدول تمثل أكبر قيمة مقارنة بباقي الصادرات خارج المحروقات, كما هو موضح فالشكل التالي:

الشكل رقم 1: تطور الصادرات الجزائرية من (المواد الغذائية, المواد الخام, المنتجات النصف المصنعة) للفترة 2000–2023



مخرجات برنامج (Excel 2007) بناء على معطيات الجدول(1)

1. المواد الغذائية:

تُعد المواد الغذائية من أبرز مكونات الصادرات غير النفطية، حيث سجلت نموا ملحوظا خلال الفترة (2000–2023), فقد بلغت قيمتها **465 مليون دولار** سنة 2000، واستمرت في الارتفاع بشكل تدريجي مع تسجيل قفزات قوية في بعض السنوات مثل: (1384 مليون دولار) سنة 2008، وقيمة (2121 مليون دولار) سنة 2014, غير أن القفزة الأهم جاءت بعد سنة 2020، حيث بلغت **3486 مليون دولار** في 2021، لتصل إلى ذروتها عند **5086 مليون دولار** سنة 2022، ثم تراجعت نسبيًا إلى **3977 مليون دولار** في 2023, مما يعكس هذا التطور ديناميكية واضحة في قطاع الصناعات الغذائية، والتي باتت تمثل العمود الفقري للصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر للسنوات الأخيرة.

2. المواد الخام:

شهدت المواد الخام تصاعدًا مهمًا في مساهمتها ضمن هيكل الصادرات، إذ بدأت بقيمة **32 مليون دولار** فقط سنة 2000، وارتفعت تدريجيًا رغم بعض التذبذبات, بلغت أعلى قيمة لها في سنة 2021 بـ **576مليون دولار**، بينما كانت أدنى قيمة سنة 2001 بـ**28 مليون دولار**, هذا الارتفاع يعكس استمرار اعتماد الاقتصاد الجزائري على تصدير المواد الأولية، لكنه في ذات الوقت يكشف عن الفرص الغير مستغلة في مجال تحويل هذه الموارد محليا.

3. المواد نصف الزراعية:

بلغت صادرات المواد نصف الزراعية نحو **44 مليون دولار** سنة 2000، ثم عرفت نموا تدريجيا لتبلغ **195 مليون دولار** سنة 2006، قبل أن تصل إلى أول ذروة لها في 2008 بقيمة **334 مليون دولار**, وبعد مرحلة من التذبذب شهدت ارتفاعا جديدا بلغ **263 مليون دولار** سنة 2022, لتعكس هذه التطورات مدى أهميتها كوسيطة بين الزراعة والصناعة التحويلية، مما يبرز الحاجة إلى تطوير كل من القطاع الفلاحي والصناعي.

4. تجهيزات الزراعة:

تبقى تجهيزات الزراعة الأضعف من حيث القيمة والمساهمة في إجمالي الصادرات, فقد كانت قيمتها **11 مليون دولار** سنة 2000، ولم تتجاوز **3 ملايين دولار** طوال الفترة الزمنية المدروسة، حيث سجلت أدنى قيمة في عدة سنوات عند **0 مليون دولار** مثل (2004، 2005،...2020), أما أعلى قيمة فقد كانت سنة 2023 بـ**3 ملايين دولار** فقط, مما يعكس هذا الأداء المحدود ضعف تطور قطاع تصنيع المعدات الفلاحية أو ضعف قدرتها التنافسية في الأسواق الخارجية.

5. تجهيزات الصناعة:

بدأت صادرات تجهيزات الصناعة من **47 مليون دولار** سنة 2000، وتذبذبت بشكل لافت خلال السنوات التالية، حيث سجلت أدنى قيمة سنة 2015 بـ **16 مليون دولار**، ثم بلغت أقصى قيمة لها سنة 2021 بـ **188 مليون دولار**، قبل أن تنخفض مجددا إلى **45 مليون دولار** سنة 2023, بينما يظهر هذا النمط محدودية القدرة التصديرية للصناعات التقنية والتحويلية، ويبرز مدى الحاجة إلى دعم هذا القطاع.

6. مواد الاستهلاك غير الغذائية:

تميزت صادرات مواد الاستهلاك غير الغذائية بضعف واضح خلال كل الفترة الزمنية المدروسة, فبينما بدأت من **13مليون دولار** سنة 2000، فإنها لم تعرف ارتفاعات كبيرة، حيث تراوحت ما بين **[11–49] مليون دولار** أغلب السنوات، باستثناء سنة 2022 التي سجلت فيها أعلى قيمة قدرت بـ**111مليون دولار**, وهذا الأداء المتواضع يشير إلى محدودية الصناعات الاستهلاكية غير الغذائية الموجهة للتصدير، أو انخفاض تنافسيتها في السوق الخارجية.

7. إجمالي الصادرات غير النفطية (المجموعة):

يُظهر متغير "**المجموعة**"، الذي يمثل مجموع الصادرات غير النفطية، منحى تصاعديا عامً رغم التذبذبات, فقد ارتفع من **612 مليون دولار** سنة 2000 إلى **1928 مليون دولار** سنة 2008، قبل أن ينخفض إلى **1066 مليون دولار** سنة 2009, استأنف بعد ذلك النمو تدريجيًا ليبلغ **2062 مليون**

دولار في كل من 2011 و2012، ثم سجل قفزة كبيرة بعد سنة 2020، حيث بلغ **4495 مليون دولار** في 2021، وذروته سجلت بـ**5815 مليون دولار** سنة 2022، ثم انخفض قليلًا إلى **4773 مليون دولار** عام 2023, فهذه البيانات تعكس تحسنا في أداء القطاعات الغير النفطية، لا سيما الزراعية والغذائية، مع استمرار الحاجة إلى تنمية بقية القطاعات.

المطلب الثالث: تطور الصادرات

لدينا بعض الإحصائيات حول (الصادرات، الصادرات خارج المحروقات، سعر البترول وسعر صرف الدينار مقابل الأورو والدولار الأمريكي) نظرا للارتباط القوي فيما بينها, كما هو فالجدول التالي:

الجدول رقم 2: تطور إجمالي الصادرات والصادرات خارج المحروقات في الجزائر خلال الفترة 2000-2023

الوحدة: مليون دولار

السنة	الصادرات خارج المحروقات	سعر الفائدة الحقيقي	التضخم %	معدل البطالة %	سعر البترول	إجمالي الصادرات	صادرات المحروقات	سعر الصرف الرسمي دينار /اورو	سعر الصرف الرسمي دينار /دولار
2000	612	-10.30	0.34	29.77	28.5	22031	21431	69.34	75.26
2001	648	1.40	4.23	27.3	24.85	19132	18484	69.2	77.215
2002	734	7.10	1.42	25.9	25.2	18825	18091	75.36	79.682
2003	673	-0.80	4.27	23.72	29.03	24612	23939	87.6	77.395
2004	781	-3.10	3.96	17.65	38.5	32083	31302	89.64	72.061
2005	907	-3.90	1.38	15.27	54.6	46001	45094	91.32	73.276
2006	1184	-2.50	2.31	12.27	65.7	54613	53429	91.24	72.647
2007	1332	0.80	3.68	13.79	74.9	60163	58831	95	69.292
2008	1928	-6.20	4.86	11.33	99.9	79298	77361	94.86	64.583
2009	1066	16.60	5.74	10.16	62.3	45194	44128	101.3	72.647
2010	1526	-6.50	3.91	9.96	80.2	57053	55527	99.19	74.386
2011	2062	-7.60	4.52	9.96	112.9	73489	71427	102.22	72.938
2012	2062	0.00	8.89	10.97	111	71866	69804	102.16	77.454
2013	2014	7.00	3.25	9.82	109	64974	60304	105.44	79.37
2014	2810	6.50	2.92	10.21	100.2	62889	60076	106.91	84.78
2015	1490	13.70	4.78	11.21	53.1	34570	33080	111.44	100.46
2016	1779	7.10	6.40	10.2	45	28883	27104	121.18	109.46
2017	1890	2.90	5.59	10.33	54.15	34763	32864	125.32	110.96
2018	2216	1.70	4.27	10.42	71.3	41113	38897	137.6864	116.6169
2019	2068	7.10	1.95	10.50	64.4	34994	32926	133.7058	119.3606
2020	1909	13.30	2.42	12.25	42.1	21925	20016	144.8804	126.8288
2021	4495	-6.80	7.23	11.75	76.2	38553	34058	157.0045	138.8376
2022	5815	-12.20	9.27	11.55	83	65457	59642	146.0173	137.2214
2023	4773	7.1	9.3	11.7	78.5	55554	50781	148.5737	134.2735

المصدر: جمعت البيانات من عدة مصادر كالتالي

-CNIS, Les réalisations des échanges extérieurs de l'Algérie, Période : 1963–2010, P :18. (الجمارك (الجزائرية، 2010، ص 18

-CNIS, rapport annuel 2015, Statistiques du commerce extérieurs de l'Algérie, P :16. (الجمارك، 2015، ص 16)

-CNIS, série 2005-2015 , Evolution du commerce extérieurs de l'Algérie par groupes D'utilisation, P :05. (الجمارك، ص 5)

-CNIS, rapport annuel 2016, Statistiques du commerce extérieurs de l'Algérie, P :18. (الجمارك، 2016)

– بيانات الجزائر، النشرة الإحصائية الشهرية، 20 ديسمبر 2012، ص 27

– بيانات الجزائر، النشرة الإحصائية الشهرية، رقم 40، ديسمبر 2017، ص. 27–28

– بيانات الجزائر، النشرة الإحصائية الشهرية، رقم 49، مارس 2020، ص. 27–28

– بيانات الجزائر، النشرة الإحصائية الشهرية، رقم 20، ديسمبر 2012، ص. 27–28

- موقع الوكالة الوطنية لتطور الاستثمار (http://www.andi.dz)

– البنك الدولي، *قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية*، مؤشر "سعر الفائدة الحقيقي (%)"، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 18 أفريل 2025، من:

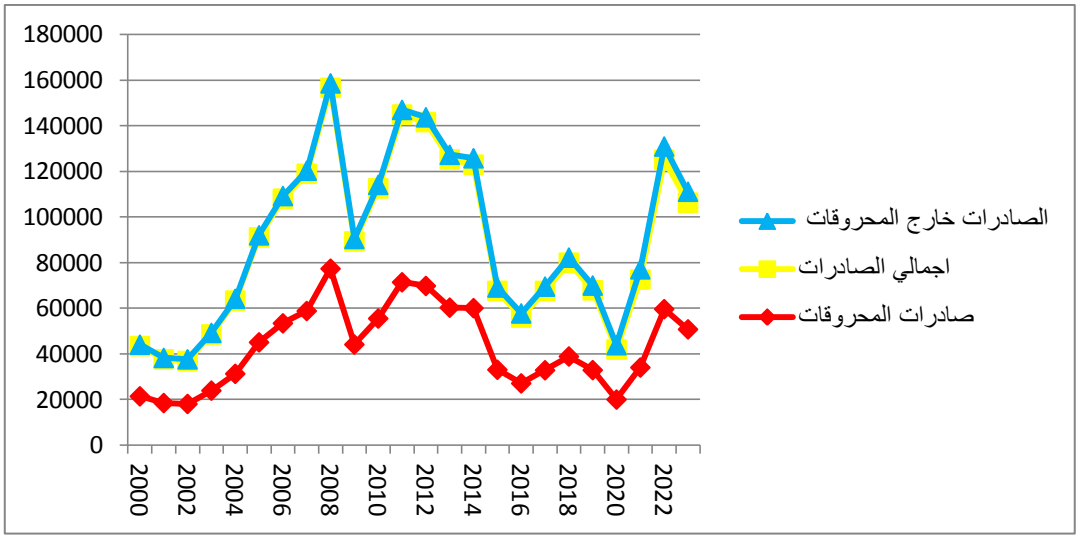
] https://data.albankaldawli.org/indicator/FR.INR.RINR?end=2023&locations=MN-DZ&start=1995&view=chart](https://data.albankaldawli.org/indicator/FR.INR.RINR?end=2023&locations=MN-DZ&start=1995&view=chart(

– البنك الدولي، *قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية*، تم الاطلاع عليها بتاريخ: 18 أفريل 2025، من:

(/https://data.albankaldawli.org/](https://data.albankaldawli.org]

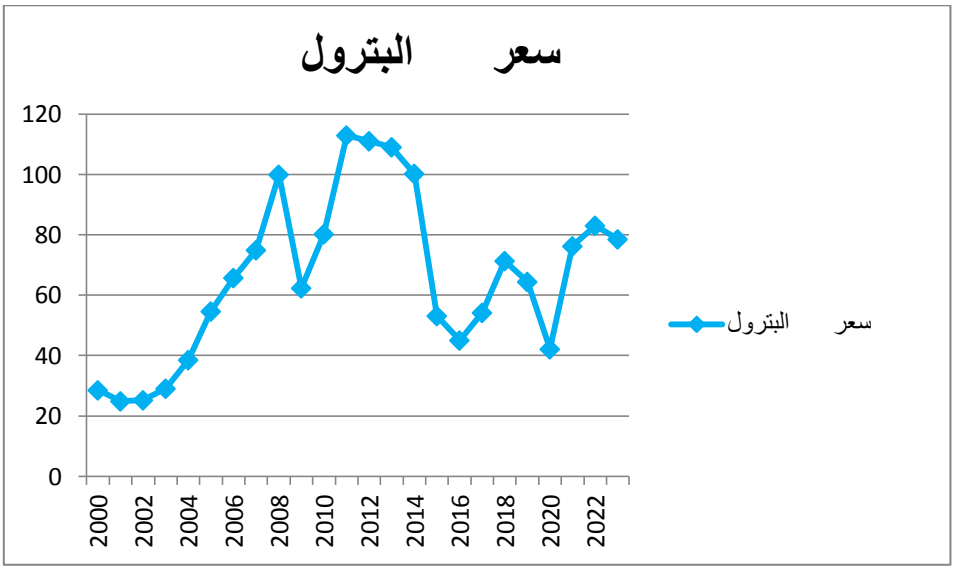
وللمزيد من التوضيح قمنا بتمثيل قيم الجدول رقم(1) أعلاه في أشكال بيانية (2،3،4) كالتالي:

الشكل رقم 2: تطور كل من إجمالي الصادرات, صادرات المحروقات, صادرات خارج المحروقات للفترة 2000-2023



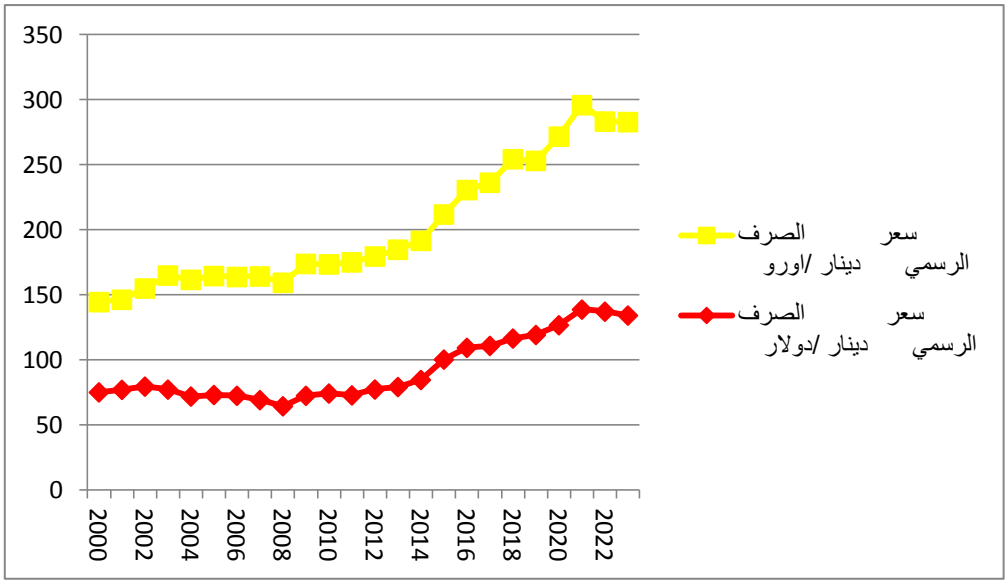
المصدر: من مخرجات برنامج (Excel2007) بناء على معطيات الجدول(2)

الشكل رقم 3: تطور سعر البترول للفترة 2000-2023



المصدر: من مخرجات برنامج (Excel2007) بناء على معطيات الجدول(2)

الشكل رقم 4: تطور سعر صرف الدينار مقابل الدولار الأمريكي والاورو الأوروبي للفترة 2000-2023



المصدر: من مخرجات برنامج (Excel2007) بناء على معطيات الجدول(2)

يتضح لنا من الأشكال الواردة أعلاه انه يمكن تقسيم مراحل تطور الصادرات الجزائرية خلال الفترة المدروسة إلى خمس مراحل (2000-2008 , 2009-2011 , 2012-2016 ، 2016-2018, 2018-2020 , 2020-2023), يُظهر تحليل تطور الصادرات الجزائرية خلال الفترة الممتدة من سنة (2000-2023) علاقة واضحة بين أداء التجارة الخارجية والتقلبات التي عرفتها أسعار البترول وسعر صرف الدينار مقابل الدولار, وبالاعتماد على المعطيات الإحصائية والمنحنيات البيانية، يمكن تقسيم هذه الفترة إلى عدة مراحل تميزت كل واحدة منها بظروف اقتصادية داخلية وخارجية خاصة، انعكست مباشرة على بنية الصادرات ومستواها، سواء بالنسبة لصادرات المحروقات أو الصادرات خارج المحروقات.

المرحلة الأولى: 2000-2008

شهدت هذه المرحلة انتعاشا كبيرا في الصادرات الجزائرية نتيجة الارتفاع المستمر في أسعار البترول، حيث ارتفع السعر من 28.5 دولار للبرميل سنة 2000 إلى حدود 99.9 دولار سنة 2008، مما أدى إلى تضاعف صادرات المحروقات، التي شكلت النسبة الأكبر من إجمالي الصادرات, وقد بلغ هذا الأخير 79.3 مليار دولار سنة 2008 مقارنة بـ22 مليار دولار فقط في 2000, وبالرغم من أن هذا النمو كان كبيرا، ظلت الصادرات خارج المحروقات هامشية، إذ لم تتجاوز 1.9 مليار دولار في أفضل الحالات، مما يعكس هيمنة المحروقات على صادرات الجزائر, كما أن سعر صرف الدينار مقابل

الدولار عرف تحسنا نسبيا، إذ انتقل من 75.26 إلى 64.58 دينار للدولار، مما ساهم في استقرار القدرة الشرائية نسبيا، دون أن يكون له تأثير واضح على تنويع الصادرات.

المرحلة الثانية: 2008–2011

تأثرت هذه الفترة بشكل واضح بالأزمة المالية العالمية التي تسببت في تراجع أسعار البترول إلى 62.3 دولار سنة 2009 بعد أن كانت قد بلغت ذروتها سنة 2008، وهو ما أدى إلى تراجع صادرات المحروقات إلى حوالي 44 مليار دولار في نفس السنة, غير أن تعافي السوق النفطية كان سريعا، حيث عاد السعر إلى أكثر من 112 دولار سنة 2011، لتستعيد الصادرات عافيتها وتصل إلى أكثر من 71 مليار دولار, ورغم هذا التعافي لم تسجل الصادرات خارج المحروقات تحسنا كبيرا، مما يؤكد استمرار غياب التنويع, أما الدينار فقد حافظ على نوع من الاستقرار، حيث لم يتجاوز سعر صرفه 73 دينار/الدولار خلال كامل الفترة.

المرحلة الثالثة: 2011–2016

عرفت هذه المرحلة تقلبات حادة بسبب الانخفاض المتواصل في أسعار البترول، التي تراجعت من 112.9 دولار سنة 2011 إلى 45 دولار سنة 2016، وهو ما انعكس بشكل مباشر على صادرات المحروقات التي فقدت ما يقارب نصف قيمتها، إذ تراجعت إلى 27.1 مليار دولار فقط, كما انخفض إجمالي الصادرات بنفس النسبة تقريبا، ليصل إلى 28.8 مليار دولار سنة 2016, ورغم الأزمة لم تظهر الصادرات خارج المحروقات أي مقاومة حقيقية، حيث بقيت أقل من 1.8 مليار دولار، مما يعكس هشاشتها وضعفها أمام تقلبات السوق, في المقابل شهد الدينار تدهورا ملحوظا، إذ بلغ سعر صرفه 109.46 د/دولار سنة 2016، مما زاد من تكلفة الواردات دون أن ينعكس بشكل إيجابي على تنافسية الصادرات غير النفطية.

المرحلة الرابعة: 2016–2018

تميزت هذه الفترة بنوع من الاستقرار النسبي في السوق البترولية، حيث تراوحت أسعار النفط بين 54 و71 دولار للبرميل، وهو ما ساعد على تحسين جزئي في الصادرات التي ارتفعت إلى 41.1 مليار دولار سنة 2018, كما شهدت صادرات المحروقات تحسناً من حيث القيمة، دون أن يتغير هيكلها, أما

الصادرات خارج المحروقات فقد سجلت نمواً طفيفاً بلغ 2.2 مليار دولار أما سعر صرف الدينار فقد واصل التراجع إذ بلغ 116.6 دولار، مما زاد من الضغط على الميزان التجاري رغم تحسن نسبي في مداخيل المحروقات.

المرحلة الخامسة: 2018–2020

شهدت هذه المرحلة أزمة مزدوجة تمثلت في استمرار انخفاض أسعار البترول من جهة، ثم الصدمة الاقتصادية العالمية الناتجة عن جائحة (كوفيد–19) من جهة أخرى، مما أدى إلى انهيار أسعار النفط إلى 42.1 دولار سنة 2020, وهذا التراجع تسبب في هبوط صادرات المحروقات إلى 20 مليار دولار فقط، بينما لم تتجاوز الصادرات خارج المحروقات 1.9 مليار دولار، ما يدل على هشاشة بنية التصدير خارج الطاقة, كما تراجع إجمالي الصادرات إلى 21.9 مليار دولار، وهو من أدنى المستويات خلال العقدين الأخيرين, وفي الوقت ذاته واصل سعر صرف الدينار في التدهور، ليصل إلى 126.8 دولار، مما زاد من كلفة الاستيراد وأضعف القيمة الحقيقية للعملة الوطنية

المرحلة السادسة: 2021–2023

مثلت هذه الفترة نقطة تحول إيجابية في أداء الصادرات الجزائرية، حيث استفادت من تعافي أسعار النفط التي بلغت 83 دولاراً سنة 2022، ما ساهم في ارتفاع صادرات المحروقات إلى نحو 59.6 مليار دولار, والأهم من ذلك هو القفزة النوعية التي سجلتها الصادرات خارج المحروقات، والتي بلغت 4.5 مليار دولار سنة 2021، ثم 5.8 مليار دولار سنة 2022، وهو أعلى مستوى تم تسجيله منذ 2000، قبل أن تتراجع قليلا إلى 4.7 مليار سنة 2023, ويرجع هذا التحسن إلى عدة عوامل، من بينها انخفاض سعر صرف الدينار الذي بقي في حدود 134 إلى 138 دولار، مما زاد من تنافسية المنتجات المحلية في الأسواق الخارجية، إلى جانب بعض السياسات المشجعة للتصدير.

من خلال تتبع هذه المراحل، يتضح أن الاقتصاد الجزائري ظل معتمدا بشكل كبير على قطاع المحروقات، في حين لم تتمكن الصادرات خارج المحروقات من فرض نفسها إلا في السنوات الأخيرة, وقد بدأت بعض مؤشرات التحسن في الظهور خاصة بعد سنة 2021، مما يدل على وجود جهود حقيقية نحو

التنويع الاقتصادي، لكنها لا تزال بحاجة إلى دعم أكبر واستقرار طويل الأمد حتى تصبح هذه النتائج مستدامة وقادرة على تقليل هشاشة الاقتصاد الوطني أمام الصدمات الخارجية.

المبحث الثاني: الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة

يدرج الذكاء الاصطناعي ضمن أحد أهم التطورات في عصرنا, مما دفع بالمجتمع لمواكبة التطور في شتى المجالات, وقد حضي مجال الذكاء الاصطناعي باهتمام كبيرا من قبل صانعي السياسات والشركات وحتى الجمهور, حيث يتم بذل مجهود وبكل شغف وطموح لتصويره والاستفادة منه, وقد برز هذا في الاختلافات الواضحة بين مستويات الذكاء الاصطناعي بشكل واسع من إنشاء نماذج التعلم الآلي وتحليل البيانات الضخمة وغيرها من التقنيات المتعددة التي لا يمكن حصرها. (كوثر، 2023) ومنه فإننا في هذا المبحث سنتجول في عالم تعلم الآلة, هذا المجال الحركي الذي يمثل عصب الذكاء الاصطناعي, ومن خلال معلومات شيقة ومبسطة سنستعرض أهم مفاهيم تعلم الآلة, بدءا من مفاهيمه, مرورا بتطبيقاته العملية التي تحاكي واقعنا اليوم, وصولا لأهميته في دعم الاقتصاد والمساهمة في تطوره, وتبعا لذلك سيتم ضبط مطالبه على النحو التالي:

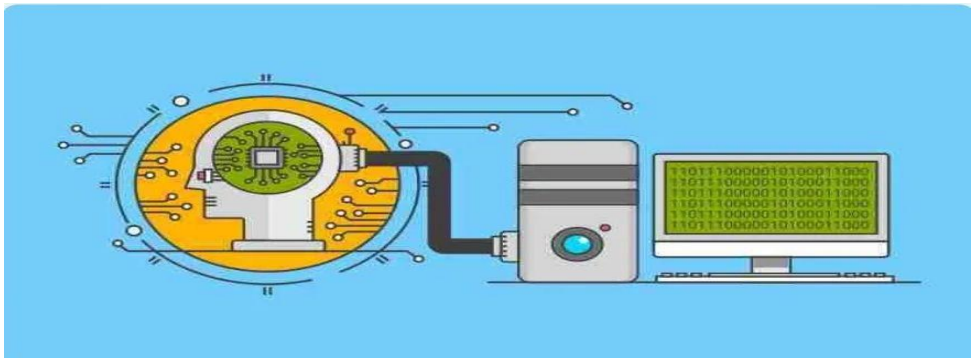
المطلب الأول: : مفاهيم عامة حول الذكاء الاصطناعي والذكاء البشري.

المطلب الثاني: العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة.

المطلب الثالث: دور تعلم الآلة في دعم الاقتصاد والتنبؤ بالصادرات غير النفطية.

المطلب الأول: مفاهيم عامة حول الذكاء الاصطناعي والذكاء البشري

الشكل رقم 5: تمثيل لعملية معالجة البيانات باستخدام الذكاء الاصطناعي



المصدر: من تطبيق (Pinterest)

الفرع الأول: مفهموم الذكاء الاصطناعي

يرمز هذا المصطلح إلى الأنظمة وكذلك الأجهزة المحاكية لفطنة وذكاء البشر في تأدية مهامهم وحل مشاكلهم ويكون هذا بناءا على جمع المعلومات وتطوير نفسها.

أولا: تعريف الذكاء الاصطناعي (Artifical Intelligence)(AI)

اختلفت وتنوعت تعريفات الذكاء الاصطناعي لاختلاف وجهات نظر العلماء حول تعريف, ولاختلاف المتخصصين حول تعريف الذكاء الاصطناعي حيث أن كل باحث يعرفه حسب وجهة نظره من جهة أخرى, فتعريفه لا يزال غامضا. (كاظم، 2023)

هو العلم والهندسة اللذان جعلا الحاسب الآلي آلة ذكية وهو اصطناعي لأنه عبارة عن برنامج وأجهزة تتعاون لتؤدى عملية فهم معقدة يمكن أن تضاهى ذكاء البشر من فهم وسمع ورؤية وشم وكلام وتفكير, أي أنه: برامج ذكية + أجهزة = ذكاء اصطناعي.

نستطيع القول أيضا بأن الذكاء الاصطناعي هو المساحة من علم الحاسبة التي تركز على إنشاء آلات تستطيع القيام بما يقوم به الإنسان من أعمال ذكية, والحلم في تطوير آلة ذكية أصبح قريب المنال. (السيد، 2004)

الذكاء الاصطناعي يتكون من كلمة الذكاء, وهو عبارة عن القدرة على إدراك فهم وتعلم الحالات أو الظروف الجديدة. والكلمة الاصطناعي ترتبط بالفعل يصنع أو يبدع, وبالتالي تطلق الكلمة على كل الأشياء التي تنشأ نتيجة النشاط أو الفعل الذي يتم من خلال اصطناع الأشياء تمييزا عن الأشياء الموجودة بالفعل, وبذلك يكون الذكاء الاصطناعي هو أحد العلوم الحديثة المرتبطة بالحاسب الآلي التي تبحث عن أساليب متطورة ومبتكرة للقيام بأعمال واستنتاجات تشابه–ولو في حدود الضيقة– تلك الأسباب التي تنسب لذكاء الإنسان, والغرض منه هو إعادة البناء باستخدام الوسائل الاصطناعية.

ويعرف أيضا بأنه العلم الذي يمكن الآلات من تنفيذ الأشياء التي تتطلب ذكاء إذا تم تنفيذها من قبل الإنسان. (السويدي، 2023)

ومنه فالذكاء الاصطناعي عبارة عن هيكل مصمم وناتج عن العقل البشري ويمتلك القدرة على فرز البيانات وتحليلها واتخاذ القرارات فيما بعد، حيث يتطرق الذكاء الاصطناعي في أبحاثه إلى جملة من

المفاهيم والمعارف والأدوات باختلاف مجالاتها كالكمبيوتر وعلم النفس والفلسفة واللغات وبحوث العمليات والاقتصاد وعلم الأعصاب وتقنيات التعرف على الكلام والتعرف على الوجه, والاحتمالات والبحث عن بيانات وغيرها من مجالات الذكاء الاصطناعي.

رغم أن الذكاء الاصطناعي وتطوره لا يزال محدود القدرات مقابل الذكاء البشري ومعجزه الله في خلقه، إلا أنه يتمتع بالكثير من المزايا عن طريق خاصية قدرة المعالجة النسبية.

ثانيا: مزايا الذكاء الاصطناعي

1.الدقة: تكون دقة العمل عالية جدا وذات جودة متحكم بها.

2.سرعة التنفيذ: قد يستغرق الطبيب مدة قدرها 10 دقائق في معاينة المريض وتشخيص مرضه، بينما يطبق نظام الذكاء الاصطناعي ألف إجراء بل مليون في وقت أقل منه مع تقديم عدة نتائج وقرارات متسلسلة تسهل لنا تشخيص المرض وفهمه.

3.القدرة التشغيلية: تتميز هذه الميزة بتزويد المطلع نتائج لا محدودة وبسرعة فائقة ما عدا إذا وجد تدخل خارج لتحديد النتائج أو توقيفها. (سارغن و جوشن، 2019)

فقد جاء الذكاء الاصطناعي تطويرا لأنظمة الكمبيوتر والأجهزة الإلكترونية ودمج قدراتها ومميزاتها مع الذكاء البشري وقدرة الدماغ في التحليل والتخزين واتخاذ القرارات, لذا وقبل الولوج في عالم الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة, وجب علينا الاطلاع أولا على مفهوم الذكاء البشري وعلاقته بالذكاء الاصطناعي, مع تسليط الضوء عن الفرق بينهما.

الفرع الثاني: مفهوم الذكاء البشري

عرف علم النفس الذكاء على انه قدرة من قدرات العقل الفطرية المؤثرة على نشاط العقل للفرد بمصطلح الذكاء البشري فهو يعبر عن مدى قدره الشخص على التكيف الفعال مع التغيير في الزيت وسرعه التعامل وقدره التأقلم مع المحيط. (الله، قطب، و بومجاهد، 2019)

حيث يعرف الذكاء البشري على أنه نمط معالجة يحتفظ بالقدرة على التعلم من التجارب السابقة والتأقلم مع الأحداث المستجدة والتعامل مع الأفكار المجردة، أما بالنسبة للبعض فالذكاء هو قدرة الشخص

على التكيف مع المحيط والبيئة التي فيها، وبالنسبة لآخرون فهو مهارة الحياة التي يظهرها لمواصلة حياته مما جعل جل دراسات الذكاء الاصطناعي تسعى لمحاوله رصد وتقليد المميزات البشرية ومحاكاتها فالذكاء يتضمن أنشطة الدماغ لقدرات التفكير والتخطيط الأوتوماتيكي الذاتي للإنسان وخاصية التكرار في التعلم تساهم في التعلم الدائم.

الفرع الثالث: مقارنة ما بين الذكاء البشري والذكاء اصطناعي

يسعى الذكاء الاصطناعي لمحاكاة الخصائص البشرية والعمليات الذهنية ومعجزة العقل التي وهبها الله سبحانه وتعالى للإنسان كالتمييز بين الأشياء واتخاذ القرار وغيرها من معجزة الله في خلقه, وجعلها في هياكل الكترونية قابلة للبرمجة, ومن خلال الجدول يتضح الفرق بينهما كما التالي:

الجدول رقم 3: مقارنة بين الذكاء البشري والذكاء الاصطناعي

الخصائص	الذكاء البشري	الذكاء الاصطناعي
القدرة على استخدام الحواس الخمس	عالية	منخفضة
القدرة على التخيل	عالية	منخفضة
القدرة على التعلم من الخبرة	عالية	منخفضة
القدرة على التكيف	عالية	منخفضة
القدرة على تحمل اكتساب الذكاء	عالية	منخفضة
القدرة على اكتساب مصادر مختلفة للمعلومات	عالية	منخفضة
القدرة على اكتساب مقدار كبير من المعلومات الخارجية	عالية	منخفضة
القدرة على الحسابات المعقدة	منخفضة	عالية
القدرة على نقل المعلومات	منخفضة	عالية
القدرة على القيام بالحسابات بسرعة وبدقة	منخفضة	عالية

المصدر: رحمانة نريمان, بلحواس سلمى, واقع تطبيق الذكاء الاصطناعي في عملية اتخاذ القرار في المؤسسات الاقتصادية الجزائرية,مذكرة ماستر,كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير,قسم علوم التسيير, تخصص إدارة أعمال, جامعة8ماي1945, ص14

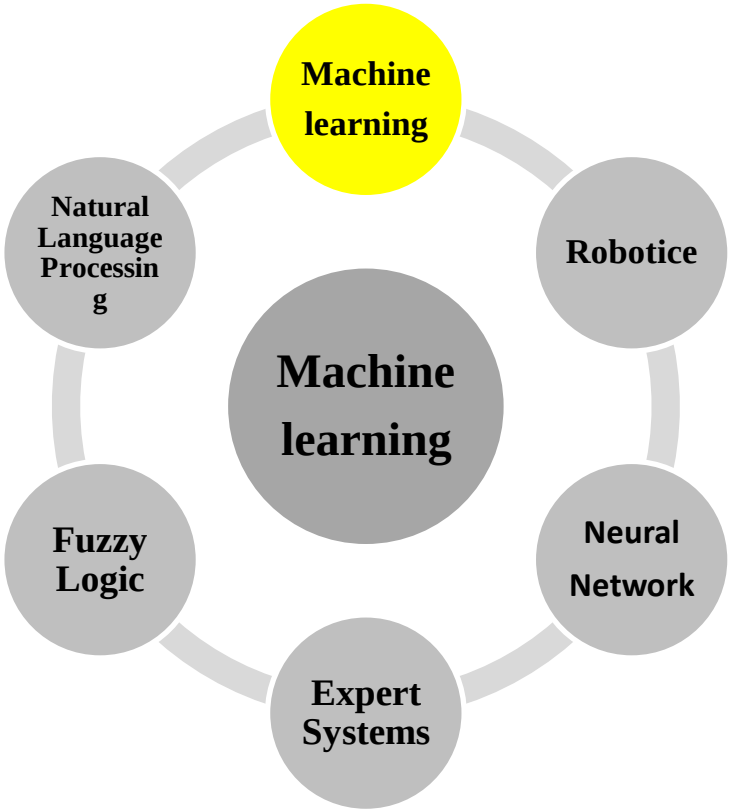
من خلال جدول التالي يمكن ملاحظة الفرق الواضح ما بين الذكاء الاصطناعي والذكاء البشري، بداية فقد تميز الذكاء البشري باستخدام الحواس الخمس، كذلك التخيل والتعلم وميزة التأقلم بسهولة مع القدرة القوية على الاستقبال سواء المعلومات أو المعرفة والذكاء، أما بالنسبة للذكاء الاصطناعي فهو

تفوق بجدارة على الذكاء البشري في امتلاكه خوارزميات تسرع وتسهل عمليه الحسابات مهما كانت معقدة ونقل المعلومات بسلاسة ودقة ليسهل على البشر اتخاذ القرارات المناسبة في النهاية بأقل وقت ممكن.

الفرع الرابع: تطبيقات الذكاء الاصطناعي

يتكون مجسم الذكاء الاصطناعي من 6 فروع رئيسية تتمثل في :

الشكل رقم 6: تطبيقات الذكاء الاصطناعي



المصدر: من إعداد الطالبة

1.الروبوتات (Robotice): هي عبارة عن عملية دمج واتحاد بين أنبل التخصصات العلمية وهي العلوم والهندسية الميكانيكية والكهربائية والرياضيات وعلم الحاسب الآلي وغيرها، حيث يهتم هذا العلم بكل مراحل صنع الروبوت من تصميم وتنفيذ مرورا بإنتاجه إلى غاية تشغيله واستخدامه حسب البرمجة، حيث تستخدم الروبوتات في المهام والأشغال التي قد تكون شاقة ومرهقة للبشر وكذلك ذات استهلاك عظيم للوقت مثل النقل والصنع والجراحة والتصنيف...

2.الشبكة العصبية (Neural Network): هي دمج ما بين الآلات وعلم الإدراك بمحاولة محاكاة الجهاز العصبي للدماغ، أي تربط بين علم الأعصاب والذكاء الاصطناعي بغيت حل الكثير من المسائل المعقدة والمهام الصعبة بسهولة تامة دون جهد من البشر.

3.الأنظمة الخبيرة (Expert Systems): كان أول ظهور لهذه التقنية في السبعينات، لتتطور بشكل واضح في الثمانينات، حيث أن هذا النظام يسمح باتخاذ القرار وحل المشاكل المعقدة بالتفكير المنطقي محاولة تقليد ذكاء البشر.

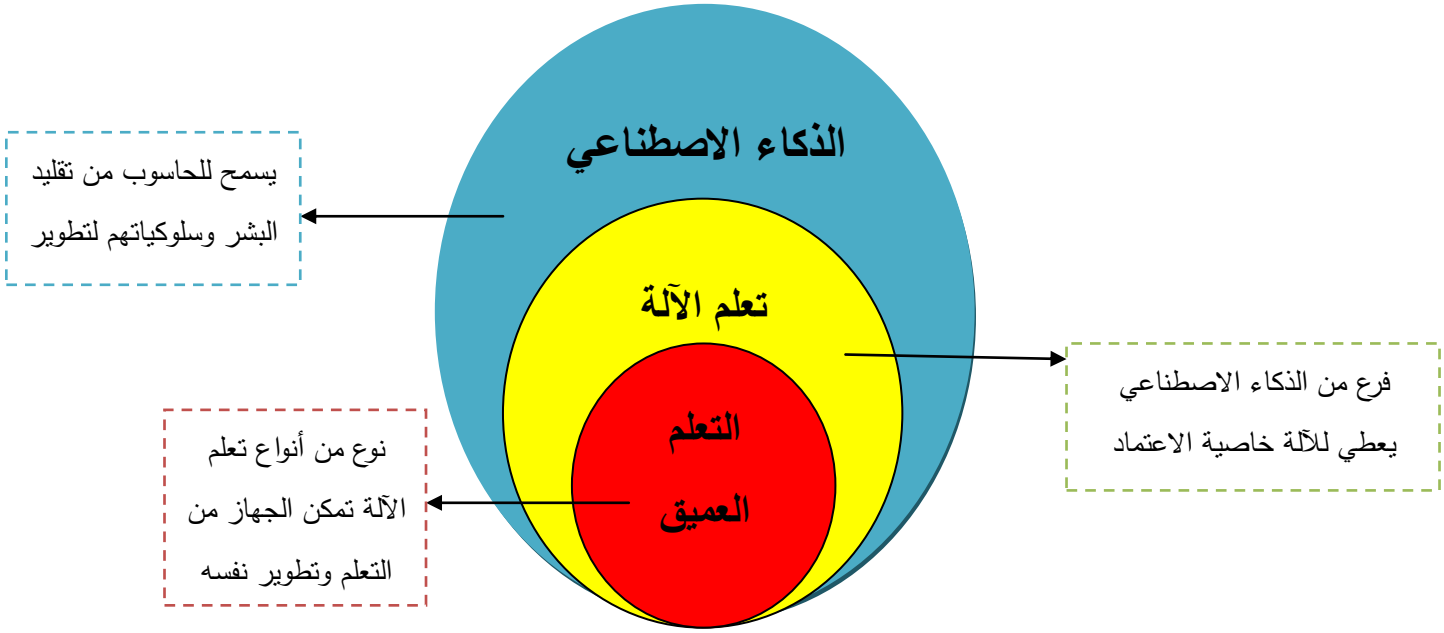
4.المنطق الضبابي (Fuzzy Logic): هو تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتي تتمثل مهمتها في تحليل البيانات الغير مؤكد منها، وتصليحها، وقدرة التعامل مع كل حالات عدم اليقين باختبار صحة الفرضيات استنادا على التفكير المنطقي لعقل البشر، فهي تدمج بين تفكير الإنسان ونظم اتخاذ القرار.

5.البرمجة اللغوية العصبية (Natural Language Processing): هي أحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تهدف إلى جعل الحاسوب يفهم لغة البشر سواء المكتوبة أو المسموعة، من خلال تحليلها والتفاعل معها مثل: تلخيص النص، وتحليل المشاعر، كذلك تستخدم في الترجمة الآلية وغيرها، ومن البرامج التي تتميز بهذه التقنية لدينا برامج الشرطة الالكترونية وبرامج الدردشة والمساعدات الذكية.

6.تعلم الآلة (Machine learning) : هو علم يسمح للآلة من جمع البيانات وترجمتها وتنفيذها والتحقق منها عن طريق الاستعانة بالخوارزميات التي تتطور بالقدرات الرياضية المعقدة، وتهميشها برموز أو لغة تفهمها فقط الآلة لتسهيل حياة الإنسان وحل جل مشاكله اليومية وفي وقت قصير. (المنعم و اسماعيل، 2021)

المطلب الثاني: العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة

الشكل رقم 7: التسلسل المفاهيمي للذكاء الاصطناعي وتطبيقه ومن ثم المضمون



المصدر: من إعداد الطالبة

يعتبر "تعلم الآلة" فرع من فروع الذكاء الاصطناعي، الذي بدوره يمنح الآلات باختلافها القدرة على الاعتماد الكامل على نفسها دون الحاجة للبشر في برمجتها، وذلك من خلال التعلم الذاتي واتخاذ القرارات، ويمكن عملها في الاستفادة من العمليات والتجارب السابقة من تخزين البيانات والاستفادة منها فيما بعد، بهدف تطوير الأداء المستقبلي أي تعتمد على التطور الذاتي دون مساعدة ويكمن ذلك بمساعدة من البرامج التي صممت خصيصا لجمع البيانات وتوليد الأفكار دون نسيان أهم عامل وهو السرعة والبديهة بأكثر دقة في العمل، مهما كانت صعوبته، كاتخاذ القرار وميزة التعرف على الأصوات وأهمها هو التنبؤ المستقبلي، مما جعلها تتغلغل في عمق الكثير من المجالات اليومية مثل: البنك، التجارة الإلكترونية، وسائل التواصل الاجتماعي، التعليم، .....ويندرج التعلم العميق ضمن فرع من فروعه، الذي اختصرت مهمته في ابتكار شبكة عصبية اصطناعي (Artificial Neural Nelwork), تحاكي الخلايا العصبية الموجودة في دماغ البشر، وبالمرور بعدة مراحل الشبكات العصبية باستقبال وتحليل كمية ضخمة من البيانات والمعلومات والصور واللغات الغير منظمة وإعادة ترتيبها وترجمتها للتعرف عليها وتخزينها فيما بعد، ومن هنا سميت بمصطلح "العميق" وعلى سبيل المثال: اعتمدت شركة (Symrise) وهي أحد أهم الشركات الرائدة في مجالات ألا وهوا صناع العطور على نظام (Philyra) وهو نظام

اصطناعي ذكي، ومن خلال قدراته الفائقة ومميزاته، يمكن التعرف بسهولة على تركيبة العطور ومعرفة المواد الخام وإعادة صنعه من جديد. (مجدي، 2020)

الفرع الأول: أنواع تعلم الآلة وخوارزمياتها

بناء على نوع البيانات المستخدمة، وكذلك أسلوب تعلم الآلة المتبع، يمكن تقسيم تعلم الآلة إلى 4 أنواع أساسية تسهل علينا عملية الاختيار بعناية وهي كالتالي:

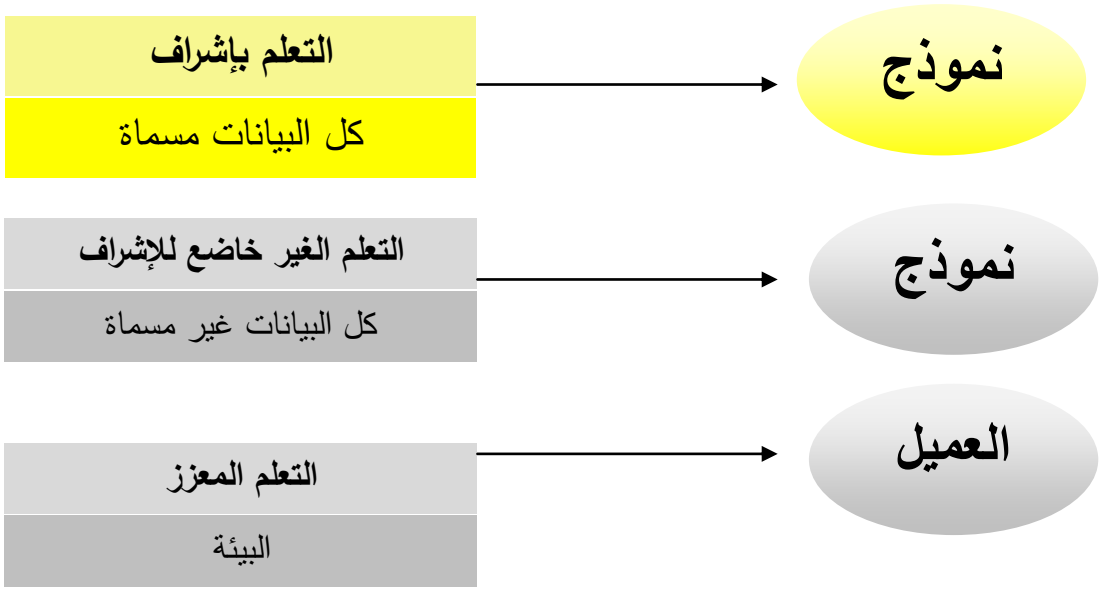
1. التعلم الخاضع للإشراف **(Supervised learning)**

2. التعلم غير خاضع للإشراف **(UnSupervised learning)**

3. التعلم المعزز **(Reinforcement learning)** (ويكيبيديا الموسوعة الحرة، 2024)

حيث يسعى كل نوع من هذه الأنواع لمحاولة تقليد طريقة البشر في اتخاذ قراراتهم وحل مشاكلهم، ولكل نوع طريقة معينة في معالجة البيانات، وإليك مخطط يوضح تفصيل بسيط لكل نوع منها:

الشكل رقم 8: أنواع تعلم الآلة

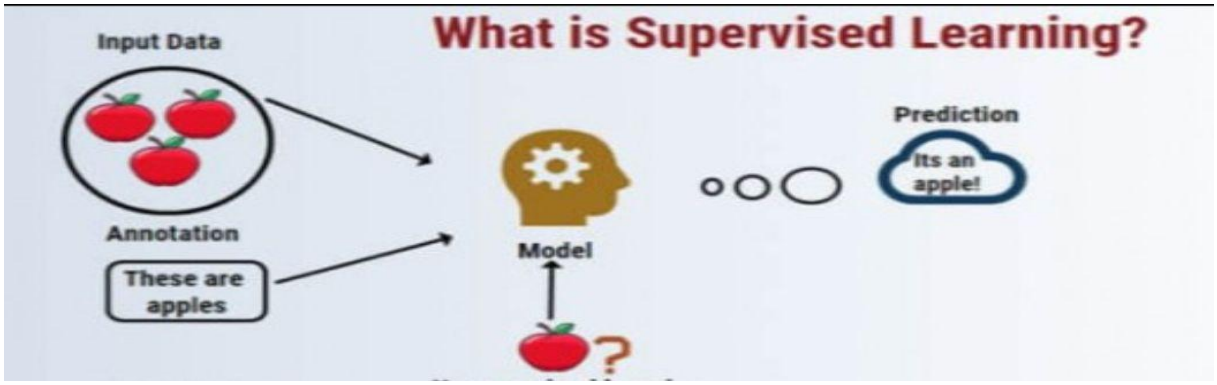


المصدر: من إعداد الطالبة

1.التعلم الخاضع للإشراف (Supervised learning):

وهو أحد أشهر أنواع تعلم الآلة الذي يجمع البيانات ويقرؤها بالشكل الصحيح أثناء عملية التعلم، ومن ثم التعلم منها كونها تمثل أمثلة حقيقية للنموذج, يعتمد على بيانات مصنفة (inputs + labels)

الشكل رقم 9: تمثيل يوضح طريقة العمل الخاضع للإشراف



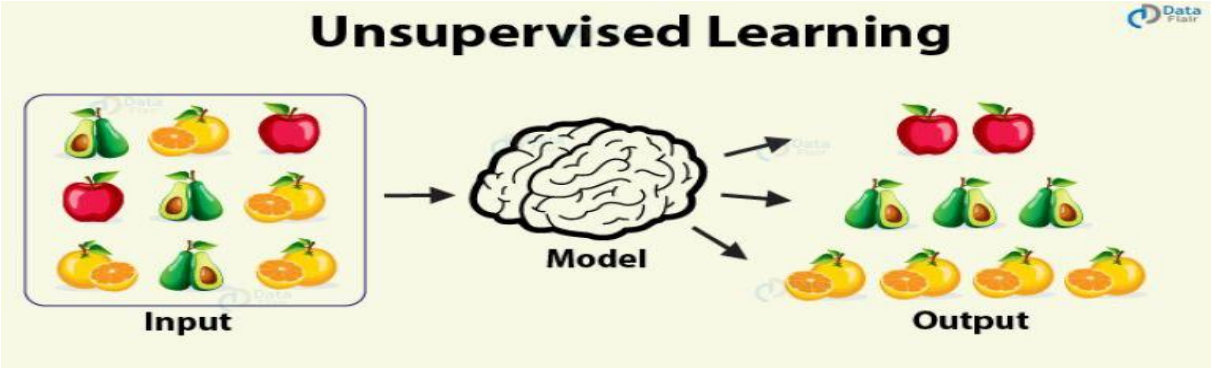
المصدر: https://encord.com/blog/mastering-supervised-learning-a-comprehensive-guide/

ومن أهم خوارزمياته: LR، DT، RF، GBM، SVM , ANN وKNN

- ✓ الانحدار الخطي (Linear Regression)
- ✓ الانحدار اللوجستي (Logistic Regression)
- ✓ أشجار القرار (Decision Trees)
- ✓ الغابة العشوائية (Random Forest)
- ✓ آلات الدعم الناقل (Support Vector Machines – SVM)
- ✓ آلات التعزيز التدرجي Gradient Boosting Machines (GBM)
- ✓ الجار الأقرب (K-Nearest Neighbors – KNN)
- ✓ الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks)

2.التعلم غير خاضع للإشراف (UnSupervised learning): وهو قراءة البيانات بالشكل الصحيح لكنها مجودة أو غير مكتملة, يعمل بدون تسميات(labels) .

الشكل رقم 10: تمثيل يوضح طريقة العمل الغير خاضع للاشراف



المصدر: https://medium.com/@ambika199820/unsupervised-machine-learning-algorithms-352db9f94412

ومن أهم خوارزمياته: K-means،HC, DBSCAN، PCA وGMM

- ✓ التجميع بـ (K-means Clustering) K-means
- ✓ التجميع الهرمي (Hierarchical Clustering)
- ✓ خوارزمية DBSCAN
- ✓ تحليل المكونات الرئيسية (Principal Component Analysis – PCA)
- ✓ خوارزمية Apriori (للتنقيب عن العلاقات)
- ✓ خوارزمية (GMM) Gaussian Mixture Models

3.التعلم المعزز (Reinforcement learning): هو نوع من أنواع التعلم دون إشراف حيث تبني الآلة خبراتها نتيجة تفاعلها مع البيئة، ويتوقع أن يكون لهذا النوع من التعلم الواعد دورا مهما في المستقبل، لا سيما في التعامل مع البيئات المعقدة التي لا تكون معلوماتها معروفة مسبقا مما يجعله أداة فعالة رغم استهلاكه الكبير للموارد الحسابية, يعتمد على التفاعل العميل مع البيئة باستخدام المكافأة والعقاب.

الشكل رقم 11: تمثيل طريقة العمل للتعلم المعزز

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي

- ✓ ومن أهم خوارزمياته: Q-learning، DQN،SARSA, AC, PPO وMCM
- ✓ Q-Learning
- ✓ Deep Q Network (DQN)
- ✓ SARSA
- ✓ Actor-Critic
- ✓ Proximal Policy Optimization (PPO)
- ✓ Monte Carlo Methods

الفرع الثاني: نماذج تعلم الآلة المستخدمة في الدراسة

كما نعلم أن تعلم الآلة هو عبارة عن تصميم برامج تتمكن من التطور والتعلم من التجارب السابقة، حيث يعتبر أروع إضافة لأجهزة الحاسوب والبرمجة الذكية، فهو يهدف لاستخلاص بيانات ومعلومات جديدة من بيانات سابقة للاستفادة منها وتصحيحها فيما بعد، لتهيئة نماذج تستطيع التنبؤ بمستقبل البيانات استنادا على التدريبات السابقة، فتعلم الآلة هو "فرع من فروع الذكاء الاصطناعي" حيث يهدف الذكاء الاصطناعي لتصميم أقرب آلة لتفكير البشر، وتقليل تصرفاتهم (صالح، 2022), وهو بطبعه يحتوي على عده نماذج أساسية والتي تناولتها دراستنا تمثلت في:

1.الانحدار الخطي: Logistic Regression (LR)

هو عبارة عن محاولة النموذج لرصد وتوضيح العلاقة مابين المتغيرات, حيث يستخدم هذا النموذج للتنبؤ بقيمة المتغير التابع بناء على بيانات وقيم المتغيرات المستقلة، عن طريق رسم خط مستقيم

لتوضيحها, وهو خوارزمية تصنيف خاضعة للإشراف تُستخدم للتنبؤ باحتمالية انتماء عنصر ما إلى فئة معينة مثلا (نعم/لا) تعتمد على دالة لوجستية (Sigmoid) لتحويل القيم إلى احتمالات بين 0 و 1

2.أشجار القرار: Decision Trees (DT)

هي إحدى تقنيات تعلم الآلة الخاضعة للإشراف, وتعرف بأنها نموذج تنبؤي يستخدم لتصنيف البيانات واتخاذ القرارات المناسبة فيما بعد, عن طريق طرح مجموعة من الأسئلة المتسلسلة, وكل سؤال يوجهنا لفرع مختلف وصولا للقرار النهائي, فهي قد سميت بشجرة القرار رجوعا لشكلها الذي يشبه الشجرة بجذورها وفروع أغصانها وصولا للأوراق والثمار, تبدأ من نقطة أساسية لتتفرع حسب الإجابات, وتمثل خوارزمية تصنيف وانحدار، تقوم ببناء شجرة من الأسئلة (شروط) تقود إلى نتيجة نهائية, حيث أن كل عقدة في الشجرة تمثل اختبارًا لخاصية معينة، وكل فرع يمثل ناتجًا ممكنًا لهذا الاختبار.

3.الغابة العشوائية: Random Forest (RF)

هي مجموعة من عدة أشجار قرار, تعمل مع بعضها البعض, حيث أن لكل شجرة رأي خاص بها, ومن ثم يتم الأخذ بعين الاعتبار رأي الأغلبية أو المتوسط للحصول على نتيجة نهائية, ويكمن الهدف منها هو تحسين الدقة وتقليل الأخطاء التي من الأرجح أن تقع فيها شجرة قرار واحدة, حيث تُستخدم لتقليل التحيز وتحسين الأداء مقارنة بشجرة قرار واحدة

4.آلات التعزيز التدرجي: Gradient Boosting Machines (GBM)

خوارزمية تعلم قوية تبني نموذجًا مركبًا عبر تدريب عدة نماذج بسيطة (مثل الأشجار الصغيرة)، بحيث يُصحّح كل نموذج جديد أخطاء النماذج السابقة فعالة جدًا في التنبؤ والتصنيف لكنها تتطلب وقت تدريب أطول.

5.أقرب الجيران K: K-Nearest Neighbors (KNN)

خوارزمية بسيطة تقوم بتصنيف عنصر جديد بناءً على الفئات التي ينتمي إليها "k" من أقرب الجيران له في مجموعة التدريب, تعتمد على حساب المسافة بين النقاط لتحديد التشابه.

جميع هذه الخوارزميات **تنتمي إلى التعلم الخاضع للإشراف**، وتُستخدم بشكل واسع في مجالات مثل الاقتصاد، التسويق، الطب، وحتى التنبؤ بالصادرات.

الفرع الثالث: مقارنة بين الخوارزميات

لدينا الجدول يوضح تصنيفات كل خوارزمية (تصنيفي, تنبؤي, تجميعي), وقد تم تمييز الخمس نماذج التي اعتمدنا عليها في دراستنا التنبؤية كالتالي:

الجدول رقم 4: مقارنة بين الخوارزميات

الخوارزميات	تصنيفي	تنبؤي	تجميعي
الانحدار (Linear Regression)	X	X	
أشجار القرار (Decision Trees)	X	X	
الغابة العشوائية (Random Forest)	X	X	
آلات الدعم الناقل (Support Vector Machines – SVM)	X	X	
آلات التعزيز التدرجي Gradient Boosting Machines	X	X	
الجار الأقرب (K-Nearest Neighbors – KNN)	X	X	
الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)	X	X	
التجميع بـ (K-means)			X
التجميع الهرمي (Hierarchical Clustering)			X
خوارزمية DBSCAN			X
تحليل المكونات الرئيسية (Pincipal Component Analysis)			X
خوارزمية (GMM) Gaussian Mixture Models			X
Q-Learning	X		
Deep Q Network (DQN)	X		
SARSA	X		
Actor-Critic	X		
Proximal Policy Optimization (PPO)	X		
Monte Carlo Methods	X		

المصدر: من إعداد الطالبة

المطلب الثالث: دور تعلم الآلة في دعم الاقتصاد والتنبؤ بالصادرات غير النفطية

الفرع الأول: تعلم الآلة كأداة لتعزيز الأداء الاقتصادي والتنافسي

تعلم الآلة يلعب دورًا حيويًا في تعزيز النمو الاقتصادي وتطوير العديد من القطاعات الاقتصادية, من خلال استخدام الخوارزميات المتقدمة لتحليل البيانات واستخراج الأنماط، يمكن لتعلم الآلة تحسين كفاءة الإنتاج، تقليل التكاليف، وتعزيز الابتكار في مختلف المجالات الاقتصادية الغير نفطية كالصناعة، الصحة، الفلاحة, السياحة, والتعليم، ويستخدم كذلك تعلم الآلة في تحسين استراتيجيات التسويق، التنبؤ بالطلب، وتعزيز التنافسية بين الدول في مدى سرعة تبنيها لهذا النظام، وسرعة حل العمليات التجارية بدقة وفي أسرع وقت ممكن، مما يساهم في زيادة الربحية وتحقيق استدامة اقتصادية, كما يعزز تعلم الآلة من قدرة الشركات على إيجاد حلول لمشاكلها واتخاذ القرارات المناسبة بناءا على بيانات حقيقية سابقة والمتنبئ بها فالمستقبل، مما يؤدي إلى زيادة التنافسية في الأسواق العالمية.

الفرع الثاني: استخدام تعلم الآلة في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات

يلعب تعلم الآلة دورًا هاما في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات، الذي يُعد أمرًا حيويًا للاقتصاديات التي تسعى لتنويع مصادر دخلها وتقليل اعتمادها على النفط والغاز, من خلال تحليل البيانات التاريخية والاتجاهات الاقتصادية واستغلالها فالتنبؤ للاطلاع على اقتصاد الدولة لتفادي تكرار الأخطاء الماضية وإيجاد حلول جذرية للدفع بعجلة الاقتصاد نحو تحقيق أعلى الأرباح والاستغلال الأمثل لثروات البلاد الغير نفطية، ومن ثم حل المشكلات التي قد تواجهها الدولة واتخاذ القرارات المناسبة لها, فلتعلم الآلة يمكنه التنبؤ بالأنماط المستقبلية للصادرات في قطاعات مختلفة غير نفطية مثل: الزراعة، الصناعة، والتكنولوجيا، وغيرها..., حيث تساهم تقنيات تعلم الآلة مثل التحليل التنبؤي والنماذج التنبؤية في تحسين دقة التوقعات حول حجم الصادرات ووجهاتها المستقبلية نسبتا للسنوات الماضية, وعلى سبيل المثال: يمكن استخدام تعلم الآلة لتحديد الأسواق الأكثر طلبا للصادرات غير النفطية وتحليل العوامل التي تؤثر على هذه الأسواق، مثل التغيرات في الطلب المحلي والعالمي، وكذا تغيرات أسعار السلع كيفية ضبطها، كما يمكن لتعلم الآلة مساعدة الحكومات والشركات والمؤسسات في تحسين استراتيجياتها في التصدير عن طريق توفير رؤى دقيقة حول المنتج الذي يمكن أن يحقق أعلى ربحية في الأسواق الدولية، مما يساهم في تنوع الاقتصاد وتعزيز النمو المستدام خارج قطاع المحروقات.

المبحث الثالث: الدراسات السابقة

تطرقت العديد من هذه الدراسات لموضوع الصادرات خارج قطاع المحروقات وكذلك موضوع الذكاء الاصطناعي بزوايا مختلفة, حيث يتناول هذا المبحث الدراسات السابقة التي تم الاستعانة بها في بناء الخلفية العلمية والنظرية والمنهجية للدراسة مع إبراز أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية.

المطلب الأول: الدراسات العربية

1.دراسة نوال بن شيخة (2025) , بعنوان: دور التنويع الاقتصادي في تنمية الصادرات خارج المحروقات دراسة حالة الجزائر للفترة (2000-2020), أطروحة دكتوراه الطور الثالث, من خلال هذه الدراسة, تم التركيز على واقع التنويع الاقتصادي في الجزائر, بتناولها لأبرز الإصلاحات والطرق المتبعة من قبل الدولة الجزائرية, مع إبراز دور هذه الإصلاحات في تنمية الصادرات خارج المحروقات, حيث تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تطور الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, واكتشاف فرص توسعها وتأثيرها على الاقتصاد, كما سلطت الضوء على العوامل المعززة لها مع تقديم اقتراحات لدعمها وتنميتها باستخدام المنهج الوصفي التحليلي, حيث خلصت الدراسة إلى أن التنويع الاقتصادي مهم جدا لتقليل الاعتماد على المحروقات, مع تسجيل تطور في الصادرات الفلاحية والمؤسسات الصغيرة رغم ضعفها للان, كما شهد قطاع السياحة نموا قبل تأثره بجائحة كورونا, ويبقى دعم القطاعات هذه أساسا لتعزيز الصادرات خارج المحروقات. (شيحة، 2025)

2.دراسة أحمد دقعة وأحمد حنيش (2024) , بعنوان: استخدام التقنيات الحديثة للذكاء الاصطناعي في الدول العربية (دراسة حالة الجزائر), هدف هذه الورقة البحثية إلى تسجيل أهم التحديات التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في الجزائر والجهود المبذولة من طرف الدولة لمواكبته وتطوره ومحاولة الاتكال عليه لتنمية الاقتصاد, خاصة مواجهة الصعوبات المتمثلة في البنية التحتية في مجال حصر البيانات الضخمة, إضافة إلى التشريعات والقوانين المنتظمة لهذه التقنية, وقد نتج عن الدراسة أن الجزائر بإمكانية الولوج لعالم التطور والتكنولوجيا من بابها الواسع فقط إذا تمكنت من التوظيف الأصح لتقنيات الذكاء الاصطناعي والاهتمام بالمعرفة والبحث العلمي, والقدرة على حسن استغلال الموارد البشرية. (دقشة و حنيش، 2024)

3.دراسة عيساوي رياض وهاني محمد (2024) , بعنوان: التجارة الخارجية في الجزائر (الواقع والتحديات) دراسة تحليلية للفترة (2010–2022), يتضمن الهدف من هذه الدراسة إلى الإلمام بالجانب النظري الذي من ضمنه التجارة الخارجية وأهميتها اقتصاديا, مع اكتشاف الواقع والتحديات المتعلقة بها خلال الفترة (2010–2022), بإتباع المنهج الاستنباطي الوصفي لرسم معالم الإطار النظري ومن ثم استخدام التحليل والترتيب لإبراز الواقع التجاري في تلك الفترة, فقد توصلت الدراسة لنتائج أساسية مفادها أن الغالب على الصادرات الجزائرية هو قطاع المحروقات بنسبة تتجاوز 90%, مع تسجيل ارتفاع ملحوظ للصادرات خارج المحروقات في السنوات الأخيرة نتيجة وقوف الدولة الجزائرية باستراتيجياتها لرفع الإنتاج الوطني والتقليل قدر المستطاع من الواردات وتشجيع التصدير خارج المحروقات لزيادة النمو الاقتصادي للبلاد. (رياض و محمد، 2024)

4.دراسة جلال عكروت ونوفل سمايلي (2024) , بعنوان: آفاق وتحديات تنمية الصادرات خارج المحروقات في الجزائر"" برنامج الإنعاش الاقتصادي "(2020–2024) تهدف لتسليط الضوء على الآفاق والتحديات التي تساهم في تنمية التوجيهية العامة لخطة الإنعاش الاقتصادي (2020–2024) للإنجازات الآنية على المدى القصير, حيث توصلت الدراسة إلى أن الاستثمار في هيكلة الاقتصاد وتطوير بيئة الأعمال يعد شرطا أساسيا لتنويع الصادرات, كما أشارت إلى اعتماد الجزائر على المحروقات في صادراتها لحد الآن, حيث لم تحقق الصادرات خارج قطاع المحروقات النتائج المتوقعة رغم كل الإصلاحات المتخذة, وتبقى فالأخير وجود مجموعة من العوائق الاقتصادية والتشريعية المعيقة لتطوير هذه الصادرات. (عكروت و سمايلي، 2024)

5.دراسة زعموكي سالم ومرزق فتحية حبالي (2023) , بعنوان: الذكاء الاصطناعي وانعكاساته الاقتصادية على العالم, تهدف هذه الورقة الموسومة بداية بالذكاء الاصطناعي من الأهمية والخصائص, وتوضيح العلاقة بين الذكاء البشري والذكاء الاصطناعي, عن طريق استخدام الرموز للمعالجة والتعلم والتعرف على الأشياء, وصولا لوضع حلول للمشكلات والاستعانة بالإنسان وخبرته, كما تشير العديد من البحوث والدراسات للآثار والانعكاسات الاقتصادية المتوقعة لتفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي شامل لأغلبية القطاعات الاقتصادية عالميا عن طريق مستوى الناتج والإنتاجية وزيادة الطلب والدخل وأسواق العمل, بالاعتماد على المنهج الوصفي والتحليلي, لنستخلص مدى مساهمة الذكاء الاصطناعي في اتخاذ

القرارات ودقة تأدية العمل وسهولة تنفيذه, مما يتطلب تبني آليات الذكاء الاصطناعي. (سالم و حبالي، 2023)

6.دراسة مروة مومن (2023) , بعنوان: أثر تنمية الصادرات خارج المحروقات على النمو الاقتصادي في الجزائر– دراسة قياسية للفترة (2000–2020) , أطروحة دكتوراه في الطور الثالث, فقد كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هوا تسليط الضوء على النمو الاقتصادي والصادرات خارج المحروقات في الجزائر مع قياس حجم تأثير تنمية الصادرات خارج المحروقات على النمو الاقتصادي باستخدام برمجية Eviews10 ونموذج الانحدار الذاتي لفترة إبطاء موزعة (ARDL) من (2000 إلى 2020) بمنهج وصفي, تحليلي مع الاعتماد على المنهج التاريخي, حيث نتج عن هذه الدراسة ضعف مساهمة الصادرات خارج المحروقات في النمو الاقتصادي للجزائر, كما أكدت على وجود علاقة تكامل مشترك بين الصادرات والناتج المحلي الإجمالي, مما يساهم بشكل مباشر في رفع معدلات النمو الاقتصادية, ومنه يتطلب اعتماد سياسات تصحيحية فعالة ودعامة للمدى الطويل. (مومن، 2023)

7.دراسة اللحياني ليلى (2023) , بعنوان: إستراتيجية الدولة الجزائرية لترقية الصادرات من الانفتاح الاقتصادي إلى سياسة تجارية لصالح الصادرات خارج القطاع المحروقات, قد أثبتت الدراسة مدى سعي الدولة الجزائرية في محاولة ترقية الصادرات خارج المحروقات طمعا في إيجاد دخل لمشكلة التنمية الاقتصادية والابتعاد على الاعتماد الشبه كلي للمحروقات وكان الهدف الرئيسي للدراسة هوا تحليل وتقييم مدى نجاح الاستراتيجيات التي تبعتها الجزائر لترقية الصادرات خارج المحروقات, وعليه فقد اعتمدت الدولة على خطط إستراتيجية تجري إصلاحات اقتصادية خاصة ما يتعلق بالتجارة الخارجية عن طريق محاولة التوجه نحو الانفتاح السوقي ومبادئه, بادرت الحكومة الجزائرية في ظل أزمة كورونا إلى تحقيق إنعاش وتحديث اقتصادي للبلاد بواسطة إتباع سياسة تجارية لصالح الصادرات خارج المحروقات. (ليلى، 2023)

8.دراسة طول محمد وبكار أمال (2023), بعنوان: الذكاء الاصطناعي كآلية للتنبؤ بالمبيعات في المؤسسات الاقتصادية –دراسة حالة مؤسسة CERAM الغزوات–لقد تبين لنا أن الهدف الأساسي لهذه الدراسة هو إدراك مدى فعالية وجودة الدقة في تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بحجم مبيعات الشركة الجديدة للخزف الصحي CERAY الغزوات بإتباع منهج وصفي فالنظري والمنهج التحليلي فالجزء

التطبيقي, حيث استخدم فيه نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية MLP عند تنفيذها على سلاسل الزمنية المتميزة بالنمط الغير خطي بعد مقارنة النتائج الفعلية بالنتائج المتنبأ بها. (محمد و أمال، 2023)

9.دراسة صفية بن قراب (أستاذة محاضرة ب)(2022), بعنوان: الاستخدامات الاقتصادية للذكاء الاصطناعي, برزت أحدث التقنيات التكنولوجية للذكاء الاصطناعي الذي ساهم في تغيير اقتصادياتنا والتدخل في النشاط الاقتصادي في العالم, حيث سجلت الدراسة أحد الأهداف والاستراتيجيات التي تسعى إليها معظم الدول عن طريق تطور مجال الذكاء الاصطناعي, حيث لا ينبغي أن يغفل أحد على مخاطر اتساع الفجوة التكنولوجية بين متبنين لفكرة تقنيات الذكاء الاصطناعي بسرعة, وأولئك المتباطئين فيها وأيضا بين العمال ذوي المهارات الرقمنة المناسبة والذين لا يمتلكونها بالاعتماد على مزيج من المنهج الوصفي والمنهج التحليلي, حيث توصلت هذه الدراسة لبعد نظر حول أهمية الذكاء الاصطناعي بتوفيره لفرص اقتصادية كبيرة وتنبيه يولد قوة دفع رهيبة لزيادة التنمية الاقتصادية, حيث أن كل دولة تستثمر في الذكاء الاصطناعي أبكر كلما تحقق أعلى المكاسب وتفادي الفجوة الاقتصادية عكس الدول المتأخرة في تنبيه, دون نسيان مدى توفيره لفرص عمل لا تعد ولا تحصى في شتى المجالات رغم أنه يتسبب أحيانا في فقدان بعض الوظائف التقليدية لعدم الحاجة إليه من بعده. (قراب، 2022)

10.محمد أمين حنفي عبد الله(2022), بعنوان: تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة والنمو الاقتصادي في الدول الآسيوية (دراسة حالة الصين), تهدف الدراسة إلى إبراز الدور المهم الذي تلعبه تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة في زيادة معدل النمو الاقتصادي في دول الآسيوية ومنطقة المحيط الهادي من خلال دراسة تأثيرها على القطاعات الاقتصادية الحيوية مثل: قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصال والصناعة, وكذلك دورها الفعال في القطاع الصحي والطاقم الطبي, بإتباع المنهج الاستنباطي ومن ثم المنهج الاستقرائي, حيث نتج عن هته الدراسة عدة نتائج أهمها هو مدى ضرورة اتخاذ مجموعة من السياسات الاقتصادية المحلية للتقليل من الآثار السلبية للتقدم التكنولوجي, إضافة إلى المزايا التي يقدمها الذكاء الاصطناعي لاقتصاد البلاد, مع اقتراح المزيد من الإصلاحات على النظام العالمي والاهتمام بالحكومة وسياساتها التي تقوي فرص الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي . (الله م.، 2022)

11.دراسة الكوط مبارك, قرساس حياة وميلودي مصطف(2021), بعنوان: الصادرات خارج المحروقات–الواقع والمأمول–دراسة حالة الجزائر للفترة (2000–2020), فقد كان الغرض من الدراسة هذه هو الولوج والتوغل في واقع الصادرات خارج المحروقات في الجزائر فالفترة الممتدة من (2000–

2020), باعتبار أن زيادتها وتنويعها صار رهان للحكومة الجزائرية المتتالية خصوصا بعد التباين لأسعار المحروقات, بالاتكال على المنهج التحليلي لإتمام الدراسة, حيث كانت نتائج الدراسة تتمحور حول أن الصادرات خارج المحروقات تمثل نسبة هامشية مقارنة مع صادرات المحروقات خلال مدة الدراسات, كما سجلت الدراسة عدم نجاح سياسة تخفيض العملة والبرامج التنموية المتعاقبة في رفعها. (مبارك، حياة، و مصطفى، 2021)

12.دراسة زهرة مصطفى (2021), بعنوان: واقع وآفاق الصادرات خارج المحروقات في الجزائر للفترة (من 2010 إلى 2021), حيث تهدف هته الدراسة إلى معالجة موضوع مهم بالنسبة للاقتصاد الجزائري, وهو واقع وآفاق الصادرات خارج المحروقات, باستخدامها للمنهج الوصفي التحليلي, وتبين من خلال الدراسة أن الصادرات خارج المحروقات في الجزائر بقيت ضعيفة القيمة, رغم كل الجهود التي بذلتها الدولة لترقيتها والرفع من قيمتها, وستبقى هذه الصادرات ضعيفة مادام الاقتصاد الجزائري ضعيف ولازال يعتمد على قطاع المحروقات. (مصطفى، 2021)

13.دراسة عيادة هيشام (2021), بعنوان: دراسة قياسية لأثر الصادرات خارج المحروقات على النمو الاقتصادي بالجزائر خلال الفترة (1985–2019), فقد حلل الباحث العلاقة التي تربط النمو الاقتصادي بالصادرات خارج المحروقات في الجزائر, عن طريق تبنيه لاختبار التكامل المشترك لجوهانسن وحاتيمي, حيث نتج عن هته الدراسة وجود علاقة طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة المتمثلة في النمو الاقتصادي, الصادرات خارج المحروقات, مؤشر التجارة, الاستثمار المحلي وسعر الصرف ونتج عنه عدم تفسير الصادرات خارج المحروقات للنمو الاقتصادي سواء في المدى القصير أو الطويل. (هشام، 2021)

14.دراسة طوير أمال وعلاوي صفية (2020), بعنوان: دراسة قياسية لأثر الصادرات على النمو الاقتصادي في الجزائر خلال الفترة (1990–2018) هدفت هذه الدراسة إلى معرفة قوة تأثير الصادرات على النمو الاقتصادي في الجزائر خلال فترة (1990–2018), حيث أن هذه الدراسة قد قسمت إلى جانبين جانب نظري يتضمن بعض الأساسيات النظرية لكل من الصادرات والنمو الاقتصادي, أما بالنسبة للجانب التطبيقي فقد اختار نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة Ardl عن طريق استخدام تطبيق Eviews10 بغيت دراسة استقراري المتغيرين للدراسات حيث توصلت الأبحاث إلى ثبات وجود علاقة توازنية طويلة الآجل بين متغيري الدراسة, مع وجود تأثير للنمو الاقتصادي من قبل الصادرات تأثيرا طرديا في الجزائر للمدى الطويل, مع ضرورة تبني إستراتيجية فعالة لتنويع الصادرات وذلك بتشجيع

القطاعات الأخرى للصادرات الغير نفطية كالزراعة والصناعة وذلك بهدف زيادة النمو الاقتصادي. (أمال و صفية، 2020)

15.دراسة قادري عائشة ومخلوفي عبد السلام (2019), بعنوان: الذكاء الاقتصادي وتأثره في ترقية الصادرات خارج المحروقات في الجزائر, كان من أهم ما تهدف له هذه الدراسة هو معرفة مدى مساعدة الذكاء الاصطناعي في ترقية وتطوير الصادرات خارج المحروقات في الجزائر لنمو مستدام بإتباع المنهج الوصفي والتحليلي الذي استخلص لنا مجموعة من النتائج اتضحت في عدم رصد ضعف في مسيرة الاقتصاد الجزائري, بل يجب أن يكون دعامة لتصحيح الوضع الحالي, والبحث عن الفرص المتاحة لتطويرها ورصد أهم المعيقات التي تحد من نموها, من خلال تبني الذكاء لاصطناعي الاقتصادي. (عائشة و السلام، الذكاء الاقتصادي وتأثره في ترقية الصادرات خارج المحروقات في الجزائر، 2018)

16.دراسة العياضي جهيدة وبن عزة محمد (2018), بعنوان: إشكالية تنويع وتنمية الصادرات خارج قطاع المحروقات وأثرها على النمو الاقتصادي–دراسة قياسية لأثر الصادرات النفطية وغير النفطية على النمو الاقتصادي في الجزائر–, حيث كان هدف هذه الدراسة هوا معالجة تنويع الصادرات وآثارها الايجابية على النمو الاقتصادي وتطوير الصادرات الجزائرية والصادرات الغير نفطية باعتبارها أهم عنصر في تنويع الاقتصاد, لتتوصل الدراسة إلى رصد تأثير إيجابي للصادرات على النمو الاقتصادي, رغم أن الصادرات الغير نفطية لا يزال تأثيرها ضعيفا نظرا لمحدودية مساهمتها في القطاعات الغير نفطية, وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز وتنويع الصادرات غير النفطية لتحقيق تنمية مستدامة. (جهيدة و محمد، جوان 2018)

17.دراسة قادري عائشة وخلوفي عبد السلام (2018), بعنوان: اعتماد الذكاء الاقتصادي لترقية الصادرات الجزائرية خارج قطاع المحروقات دراسة تحليلية للفترة (2000–2015), حيث أن هذه الورقة البحثية تهدف إلى تسليط الضوء على أهمية ترقية الصادرات خارج المحروقات في الجزائر بالاعتماد على الذكاء الاقتصادي كآلية لتعزيز القدرة التنافسية للمنتجات الجزائرية في الأسواق العالمية, حيث أتت هذه الدراسة لإبراز مدى أهمية دمج الذكاء الاقتصادي في ترقية الصادرات خارج المحروقات حيث كانت نتيجة الدراسة المتوصل إليها هي كلما اعتمدت الدولة الجزائرية على الذكاء الاقتصادي كلما ساهم في تحسين أداء هذه الصادرات عن طريق توفير معلومات دقيقة وتحليل التنافسية بين الدول, كما أكدت الدراسة على ضرورة تطوير إستراتيجيات تصدير فعالة للوصول إلى الهدف المخطط له. (عائشة و

السلام، اعتماد الذكاء الاقتصادي لترقية الصادرات الجزائرية خارج قطاع المحروقات دراسة تحليلية للفترة (2000-2015)، 2018)

18.دراسة إلهام أيت بن اعمر بن عجال (2017), بعنوان: آليات تشجيع الصادرات خارج قطاع المحروقات "واقع وآفاق" أطروحة دكتوراه منشورة, حيث كان هدف الدراسة هو معرفة الأسباب المؤدية لعدم تطور الصادرات خارج المحروقات والتحفيزات المناسبة لتشجيعها, كما تسعى لدراسة مختلف القطاعات الاقتصادية التي يمكن أن تساهم في تنويع الاقتصاد, وعلى المعيقات التي يعانيها قطاع التصدير والحلول الممكنة باستخدام المنهج الوصفي, التاريخي والتحليلي, فقد بينت الدراسات أن الصادرات الجزائرية تعاني من ضعف التنوع مع هيمنة الصناعات الإستراتيجية والسياحة غير مستقلة بالكامل رغم مقاومتها, فالجزائر تحتاج إلى تحسين بيئة الاستثمار ودعم المؤسسات الصغيرة والاستفادة من تجارب الدول الناشئة لتعزيز اندماجها في التجارة الدولية. (عجال، 2017)

19.دراسة حمشة عبد الحميد (2013), بعنوان: دور تحرير التجارة الخارجية في ترقية الصادرات خارج المحروقات في ظل التطورات الدولية الراهنة-دراسة حالة الجزائر-, مذكرة ماجستير منشورة, حيث تهدف هذه الدراسة إلى تحليل دور الصادرات خارج قطاع المحروقات في دعم النمو الاقتصادي, عن طريق تأثيرها الايجابي الموجه مباشرة للميزان التجاري, ميزان المدفوعات ومستوى الدخل الوطني, مع عدم التفاعل عن كون الصادرات تمثل عمودي الأساس لحصيلة الدول من العملة الصعبة, باستخدام المنهج الوصفي التحليلي والإحصائي القياسي والاستدلال, خلصت الدراسة إلى أن تنويع الصادرات يتطلب تطوير استراتيجيات تشمل كل من تحرير التجارة وتحفيز الاستثمار الأجنبي المباشر, مما يساهم في تعزيز القدرة التنافسية الاقتصادية, كما تطلب تحسين كفاءة المؤسسات الاقتصادية والإدارية ودعم القطاع الخاص من خلال تقليل القيود الجمركية والجبائية والإدارية المعيقة لنموه, بالإضافة إلى دعم الجودة والتنافسية في الأسواق الأجنبية لضمان تنويع مصادر الدخل الوطني واستدامة التصدير, مما يساهم في تقليل الاعتماد على النفط وتحقيق النمو الاقتصادي. (الحميد، 2013)

المطلب الثاني: دراسات أجنبية

1.دراسة Tahaoui Farid,Bachouche Hayet (2024), بعنوان: Analytical and Foresight Study of the Performance of Non-Oil Economic Sectors in Algeria Afuture Vision for 2030, تهدف

هذه الدراسة إلى التنبؤ بعمل القطاعات الاقتصادية المختلفة والغير نفطية في الجزائر, من تقييم إمكانياتها ومدى تأثيرها على الاقتصاد الوطني وصولا إلى تحقيق التنمية المستدامة وكل الأهداف المخطط لها, وهذا بالاعتماد على الأهداف الأربعة لنموذج كالدور، بتقييم الوضع ومراقبة كل تأثيراتها على كل من الناتج المحلي الإجمالي والتجارة الخارجية وكذا العمالة، بمنهجية تنبؤية، بطريقة التنعيم الآسي هولت- وينترز لتقدير المساهمات المستقبلية لهذه القطاعات، وقد توصلت الدراسة إلى إثبات ضعف أداء القطاعات الاقتصادية الغير نفطية، رغم محدودية التنوع الاقتصادي، ومنه سيضل التحدي الذي تواجهه البلاد هو تنويع اقتصادها، الذي يمثل عصب الأساس نحو الصمود وتحقيق التنمية المستدامة وتعزيز القدرة التنافسية للاقتصاد الوطني.(Afaf, Mohamed, & Soumaia, 2021)

2.دراسة Karima Bouguerra,Amirouche Bouchelaghem (2021)، بعنوان: The Reality of Diversifying the Algerian Economy outside The Hydrocarbon Sectorm Standard analytical study for the period (1990-2020)، تهدف الدراسة إلى قياس مدى تنويع الاقتصاد الجزائري وتقييمه، بإتباع المنهج الوصفي والمنهج التحليلي، بإبراز علاقة التأثير والتأثر ما بين القطاعات خارج المحروقات والنمو الاقتصادي، لتتوصل هته الدراسة إلى وجود علاقة تكامل مشترك في الأجل الطويل بين المتغيرات رغم تسجيل ضعف في التنويع الاقتصادي، ولرفع قيمة الناتج المحلي الإجمالي ينبغي على الدولة الجزائرية تنويع اقتصادها في شتى القطاعات.

3.دراسة Belhadi Afafو Ayad Side Mohammedو Zenasni Soumia (2021) بعنوان: Non-Oil Exports Diversfication and Trade Openness in Algeria Empirical Analusis، لقد كانت هناك عدة عوامل مؤثرة اقتصاديا للدول النامية، المعتمدة اقتصاديا على الموارد الأولية، من ناحية ضروریاتها لترقية الصادرات الغير نفطية ألا وهي الانفتاح التجاري. كما نعلم أن الدولة النامية تعتمد في اقتصادها على الموارد الأولية، والتي بدورها تسعى لتنمية اقتصادها عن طريق أهم العوامل المؤثرة ايجابيا على الاقتصاد وهو الانفتاح التجاري، مثلها مثل الجزائر التي لازالت تعتمد صادراتها على الموارد النفطية بنسبة97% من الصادرات الوطنية، ومن هنا يعتبر الهدف الرئيسي للدراسة هو توضيح العلاقة بين الانفتاح التجاري وتنويع الصادرات الوطنية خارج قطاع المحروقات، دراسة حالة الجزائر للفترة الممتدة ما بين (1990-2016)، باستعمال نموذج تصحيح الخطأ (VECM)، للتوصل الدراسة لنتائج مفادها أن سياسة الانفتاح التجاري تؤثر بشكل مباشر على تنويع صادرات خارج المحروقات في الجزائر تأثير ايجابيا وعلى المدى الطويل.

المطلب الثالث: التعقيب على الدراسات السابقة

الفرع الأول: الدراسات العربية

الجدول رقم 5: مقارنة بين الدراسات العربية

الدراسة	الموضوع	المنهج	العينة	نتائج الدراسة
1	**دور التنويع الاقتصادي في تنمية الصادرات خارج المحروقات**	وصفي تحليلي	الجزائر	✓ التنويع الاقتصادي مهم لتقليل الاعتماد على المحروقات ✓ تسجيل تطور في الصادرات الفلاحية والمؤسسات الصغيرة ✓ نمو قطاع السياحة قبل كورونا
2	**استخدام التقنيات الحديثة للذكاء الاصطناعي في الدول العربية**	وصفي تحليلي	الجزائر	✓ الاستخدام الصحيح لتقنيات الذكاء الاصطناعي والاهتمام بالعلم والمعرفة يمكن الجزائر دخول عالم التكنولوجيا والتطور مع حسن استغلال الموارد البشرية
3	**التجارة الخارجية في الجزائر(الواقع والتحديات)**	الاستنباطي والتحليلي	الجزائر	✓ غالبية صادرات الجزائر تتمثل في قطاع المحروقات بنسبة 90% ✓ ارتفاع ملحوظ للصادرات خارج المحروقات في السنوات الأخيرة لاهتمام الدولة برفع الإنتاج الوطني ومحاولة تقليل من الواردات ✓ تشجيع التصدير خارج المحروقات لزيادة النمو الاقتصادي للبلد
4	**آفاق وتحديات تنمية الصادرات خارج المحروقات "برنامج الإنعاش الاقتصادي"**	تحليلي	الجزائر	✓ الشرط الأساسي لتنويع الصادرات هو الاستثمار في الاقتصاد وتطوير محيط العمل ✓ لازالت الجزائر تعتمد على

				المحروقات لحد الآن ✓ لم تحقق صادرات خارج المحروقات النتائج المرغوب فيها
5	**الذكاء الاصطناعي وانعكاساته الاقتصادية على العالم**	وصفي تحليلي	العالم	✓ إبراز مدى أهمية ومساهمة الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرار ودقة العمل وسرعة تنفيذه ✓ ضرورية تبني آليات الذكاء الاصطناعي
6	**أثر تنمية الصادرات خارج المحروقات على النمو الاقتصادي في الجزائر**	وصفي تحليلي وتاريخي	الجزائر	✓ ضعف مساهمة الصادرات خارج المحروقات في النمو الاقتصادي ✓ وجود علاقة تكامل مشترك بين الصادرات والناتج المحلي الإجمالي ✓ يساهم في رفع معدلات النمو الاقتصادي
7	**إستراتيجية لدولة الجزائرية لترقية الصادرات من الانفتاح الاقتصادي إلى سياسة تجارية لصالح الصادرات خارج قطاع المحروقات**	تحليلي	الجزائر	✓ مبادرة الجزائر في فترة كورونا في تحقيق إنعاش وتجديد اقتصاد البلاد بإتباع سياسة تجارية لصالح الصادرات خارج المحروقات ✓ اعتماد الدولة علة خطط إستراتيجية لإصلاح الاقتصاد ✓ التوجه نحو الانفتاح السوقي ومبادئه
8	**الذكاء الاصطناعي كآلية للتنبؤ بالمبيعات في المؤسسات الاقتصادية–دراسة حالة مؤسسة CERAM الغزوات–**	وصفي وتحليلي	الجزائر	✓ مقارنة النتائج المتنبأ بها مع النتائج الفعلية
9	**الاستخدامات الاقتصادية للذكاء الاصطناعي**	مزيج بين الوصفي والتحليلي	العالم	✓ مدى أهمية الذكاء الاقتصادي بتوفيره لفرص اقتصادية وقوة دفع لزيادة التنمية الاقتصادية ✓ كلما استخدمت الدول الذكاء

				الاصطناعي أبكر كلما كانت المكاسب أكثر
10	تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة والنمو الاقتصادي في الدول الآسيوية	استنباطي ومن ثم الاستقرائي	الصين	✓ مدى ضرورة اتخاذ مجموعة من السياسات الاقتصادية لتقليل الآثار السلبية للتقدم التكنولوجي ✓ اقتراح المزيد من الإصلاحات
11	الصادرات خارج المحروقات–الواقع والمأمول–	تحليلي	الجزائر	✓ الصادرات خارج المحروقات تمثل نسبة قليلة بالنسبة للمحروقات ✓ سجلت الدراسة عدم نجاح سياسة تخفيض العملة والبرامج التنموية
12	واقع وآفاق الصادرات خارج المحروقات	وصفي تحليلي	الجزائر	✓ قيمة ضعيفة للصادرات خارج المحروقات ✓ ستبقى الصادرات ضعيفة مادام الاقتصاد ضعيف
13	دراسة قياسية لآثر الصادرات خارج المحروقات على النمو الاقتصادي	تحليلي	الجزائر	✓ وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغيرين ✓ عدم تفسير الصادرات خارج محروقات للنمو الاقتصادي على المدى الطويل والقصير
14	دراسة قياسية لأثر الصادرات على النمو الاقتصادي	تحليلي	الجزائر	✓ وجود علاقة توازنية طويلة بين المتغيرين ✓ ضرورة تنويع الصادرات وتشجيع القطاعات الأخرى
15	الذكاء الاصطناعي وتأثيره في ترقية الصادرات خارج المحروقات	وصفي تحليلي	الجزائر	✓ لا يوجد ضعف في مسيرة اقتصاد الجزائر ويعتبر دعامة لتصحيح الحاضر
16	إشكالية تنويع وتنمية الصادرات خارج قطاع المحروقات وأثرها على النمو الاقتصادي	تحليلي	الجزائر	✓ ضرورة تعزيز وتنويع الصادرات الغير نفطية لتحقيق التنمية ✓ التأثير الايجابي للصادرات على النمو الاقتصادي

17	اعتماد الذكاء الاقتصادي لترقية الصادرات الجزائرية خارج قطاع المحروقات	وصفي تحليلي	الجزائر	✓ اعتماد الجزائر على الذكاء الاقتصادي كلما ساهم في تحسين أداء الصادرات ✓ ضرورة تطوير استراتيجيات الصادرات للوصول للهدف
18	آليات تشجيع الصادرات خارج قطاع المحروقات"واقع وآفاق"	وصفي تاريخي وتحليلي	الجزائر	✓ ضعف تنوع الصادرات ✓ حاجة الجزائر لتحسين بيئة الاستثمار ودعم المؤسسات الصغيرة والاستفادة من تجارب الدول الناشئة
19	دور تحرير التجارة الخارجية في ترقية الصادرات خارج المحروقات في ظل التطورات الدولية الراهنة	وصفي تحليلي إحصائي قياسي استدلالي	الجزائر	✓ تطور الصادرات يشمل جملة من استراتيجيات المتبعة ✓ المطالبة بتحسين كفاءة المؤسسات الاقتصادية والإدارة ودعم القطاع الخاص لضمان تنويع مصادر الدخل الوطني واستدامة التصدير, مما يساهم في تقليل الاعتماد على النفط وتحقيق النمو الاقتصادي.

المصدر: من إعداد الطالبة

الفرع الثاني: الدراسات الأجنبية

الجدول رقم 6: مقارنة بين الدراسات الأجنبية

الدراسة	الموضوع	المنهج	العينة	النتائج
1	Analytical and Foresight Study of the Performance of Non-Oil Economic Sectors in Algeria Afuture Vision for 2030	تنبؤية	الجزائر	✓ ضعف أداء القطاعات الغير نفطية ✓ تنويع اقتصاد البلاد هو تحدي لتحقيق التنمية وتعزيز القدرة التنافسية
2	The Reality of Diversifying the Algerian Economy outside The Hydrocarbon Sectorm	وصفي تحليلي	الجزائر	✓ وجود علاقة تكامل مشترك في الأجل الطويل بين المتغيرات ✓ يجب على الدولة تنويع اقتصادها

	Standard analytical study for the period (1990-2020،)			في شتى القطاعات ✓ تسجيل ضعف في تنوع الاقتصاد
3	**Non-Oil Exports Diversfication and Trade Openness in Algeria Empirical Analusis**	تحليلي	الجزائر	✓ سياسة الانفتاح التجاري لها تأثير مباشر على تنويع الصادرات خارج المحروقات للجزائر وتأثيرها الايجابي على المدى الطويل

المصدر: من إعداد الطالبة

الفرع الثالث: مقارنة بين الدراسات السابقة

من خلال مختلف الدراسات السابقة التي تطرقنا إليها, نلاحظ أن معظمها قد تطرقت لموضوع الصادرات خارج قطاع المحروقات, وكل دراسة قد تناولت الموضوع بزاوية مختلفة وتباينت ما بين العربية والأجنبية, وقد اتفقت مختلف الدراسات على مدى ضرورة تنويع الاقتصاد ودعم مختلف القطاعات الاقتصادية الغير نفطية, كما أنها سجلت ضعف واضح في القطاعات الغير نفطية مقارنه بغيرها، ومحاولة التحاكي بالواقع التكنولوجي والتطور العلمي بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي, فكلما استخدمتها الدولة بشكل أسرع كلما كانت النتائج لصالح اقتصاد البلاد ومن ثم العالم بأسره, مع تقديم مجموعه من النصائح طمعا في أن تأخذها الدولة بعين الاعتبار, وكما نلاحظ قد تنوعت المناهج المتبعة في الدراسات السابقة من خلال وصفي تحليل مرورا بالاستنباطي والاستدلالي وصولا للتنبؤي وحتى التاريخي رغم قلته، كما أن الدراسات التي عرضناها قد جاءت في الفترة الزمنية الممتدة ما بين (1985-2024)، حيث سجلنا تنوع في عينات الدراسة ما بين العالمية والصينية إلا أن أغلبيتها قد كانت تمس حالة الجزائر بالتحديد وهذا ما يخدم موضوع بحثنا, وبرغم من تنوع مواضيع الصادرات خارج قطاع المحروقات وكذلك الدراسات التي تناولت موضوع الذكاء الاصطناعي ومدى أهميته في تغيير العالم بأسره, إلا انه لا توجد دراسة سابقة تجمع بين الموضوعين في دراسة واحدة, وهذا ما جعله ورقة رابحة وتحدي في موضوعنا وجعله الأول والفريد من نوعه, ويمكن تلخيص ذلك في ما يلي:

- ✓ **أوجه التشابه:** جميع الدراسات السابقة تقريبًا اتفقت على أهمية تنمية الصادرات غير النفطية، وضرورة تنويع الاقتصاد, كما أجمعت الدراسات الخاصة بالذكاء الاصطناعي على فعاليته في دعم اتخاذ القرار والتنبؤ الاقتصادي.

- ✓ **أوجه الاختلاف:** معظم الدراسات لم توظف تقنيات تعلم الآلة بشكل تطبيقي مباشر للتنبؤ بالصادرات الجزائرية, كما لم تقارن بين أداء نماذج متعددة كما تفعل هذه الدراسة, ولا ننسى الفترة الزمنية تختلف من دراسة لأخرى .

ومنه فأن ما يميز الدراسة الحالية هو فكرة دمج مجالين حيويين (الاقتصاد الكلي والذكاء الاصطناعي), من خلال بناء نماذج تنبؤية متعددة ومقارنتها باستخدام أدوات علمية دقيقة، بما يتيح لنا نتائج عملية قابلة للتطبيق.

خلاصة الفصل الأول

بعد استعراض مختلف المفاهيم والنظريات المرتبطة بموضوع الدراسة، يمكن القول إن هذا الفصل شكّل الأساس النظري الذي بُنيت عليه الإشكالية المطروحة. فقد تناولنا التعريف بالمفاهيم المركزية، من خلال الوقوف على التحديدات اللغوية والاصطلاحية، وصولاً إلى التداخلات النظرية التي تحكم علاقة هذه المفاهيم ببعضها البعض في سياق البحث, كما عرضنا لأهم النظريات والمقاربات المعتمدة في تفسير الظاهرة المدروسة، مما سمح لنا بتحديد المنطلقات النظرية والمنهجية للدراسة، وساهم في بناء تصور شامل للأبعاد التي يمكن أن تتقاطع مع موضوع البحث, وقد تم الاعتماد على مجموعة من الدراسات السابقة التي قدمت إضافة نوعية للمجال، سواء من خلال المقاربات المعتمدة أو النتائج التي توصلت إليها, وبالتالي مكّننا هذا الفصل من تأسيس أرضية معرفية واضحة تسند الجانب التطبيقي من الدراسة، وتُوجِّه تحليل النتائج لاحقًا، في ضوء المعارف النظرية و المفاهيمية التي تم استعراضها.

الفصل الثاني

دراسة تنبؤية للصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر

تمهيد

بعدما تناولنا في الجزء النظري من هذه المذكرة لجل المفاهيم الأساسية المتعلقة بمتغيرات الدراسة، حيث شملت كل من الصادرات خارج المحروقات وذكاء الاصطناعي وكذالك تعلم الآلة وأهم الخوارزميات والنماذج المستخدمة ، مع التركيز على دور هذه الأخيرة في دعم اتخاذ القرار والقدرة على تحليل البيانات الاقتصادية, لتنتقل فيما بعد إلى هذا الجانب التطبيقي من الدراسة والذي يتمحور حول استخدام تقنيه الذكاء الاصطناعي في عملية التنبؤ ، والذي يهدف بدوره لبناء نموذج تنبؤي قادر على التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات بالاعتماد على خوارزميات **تعلم الآلة الخاضعة للإشراف**, باستخدام أدوات مناسبة لتطبيق الخوارزميات, واختبار أداء النموذج لمعرفة أي خوارزمية منهم تعطينا أفضل نتيجة ليعتمد عليها فيما بعد.

حيث سنعرض في هذا الفصل مراحل إعداد النموذج التطبيقي، بدءا من جمع البيانات وتحضيرها، مرورا باختبار الفرضيات واختيار الخوارزميات المناسبة، وصولا إلى تحليل النتائج وتفسيرها في إطار السياق الاقتصادي، مع تقييم أداء النماذج المستعملة ومدى فعاليتها في تحقيق الهدف من الدراسة واتخاذ القرارات المناسبة فينا بعد.

المبحث الأول: استكشاف بيانات الدراسة

يتناول هذا الفصل الإطار النظري للدراسة، من خلال استعراض المفاهيم الأساسية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة، وأهم خوارزميات الانحدار المستخدمة في التنبؤ، مع التركيز على التطبيقات الاقتصادية ذات الصلة بالصادرات غير النفطية, حيث سنتطرق في هذا المبحث إلى :

المطلب الأول: التعريف بمتغيرات الدراسة وأدوات جمع البيانات.

المطلب الثاني: الأدوات وبيئة التطوير المستخدمة في الدراسة.

المطلب الثالث: خطوات بناء وتقييم النموذج.

المطلب الأول: التعريف بمتغيرات الدراسة وأدوات جمع البيانات

1. مصدر البيانات:

اعتمدنا في هذه الدراسة على بيانات هيكل الصادرات النفطية والغير نفطية في الجزائر للفترة الممتدة ما بين (2000 – 2023)، حيث قمنا بتحميل البيانات من [الجمارك الجزائرية عن طريق إحصائيات التجارة الخارجية لجزائر, وموقع البنك الجزائري عن طريق النشرة الإحصائية، والبنك الدولي الذي يضمن الوصول المجاني والمفتوح للبيانات المتعلقة بالتنمية في البلدان في مختلف أنحاء العالم, ويمكنك من جمع أي نوع بيانات لأي دولة كانت, على أساس زمني (سنوي) وتضم هذه البيانات مجموعة من المتغيرات الاقتصادية الكلية المؤثرة على الصادرات غير النفطية, وهي:

- ✓ صادرات خارج المحروقات
- ✓ سعر الفائدة الحقيقي
- ✓ % التضخم
- ✓ % معدل البطالة
- ✓ سعر البترول
- ✓ صادرات المحروقات
- ✓ سعر الصرف الرسمي دينار/اورو
- ✓ سعر الصرف الرسمي دينار/دولار

2: وصف البيانات

تتكون هذه الدراسة من 8 متغيرات، حيث أن جميعها تندرج ضمن المتغيرات الكمية(عددية), أي أنها تأخذ قيماً رقمية قابلة للقياس والتحليل الإحصائي، ولا تحتوي على متغيرات نوعية (صنفيه) تتطلب معالجة ترميزية أو تصنيفية, وعليه تم التركيز في التحليل الاستكشافي على الخصائص الإحصائية الأساسية, مثل: **(متوسط الخطأ المطلق, الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخط, معامل التحديد, متوسط الخطأ)**, وكذلك العلاقات بين المتغيرات باستخدام أدوات تحليل الانحدار والترابط، دون الحاجة إلى تقنيات معالجة المتغيرات "النوعية".

الشكل الموالي يوضح لنا المتغيرات التي تم الاعتماد عليها في الدراسة مع توضيح نوعها وترجمتها كالتالي:

الجدول رقم 7: يوضح متغيرات الدراسة وطبيعتها الإحصائية

variable	المتغير	نوعه
Non-hydrocarbon exports	الصادرات خارج المحروقات	كمي
Real interest rate	سعر الفائدة الحقيقي	كمي
Inflation rate	نسبة التضخم	كمي
Unemployment rate	نسبة معدل البطلة	كمي
Oil price	سعر البترول	كمي
Fuel exports	صادرات المحروقات	كمي
Official exchange rate (dinar/euro)	سعر الصرف الرسمي دينار /اورو	كمي
Official exchange rate (dinar/dollar)	سعر الصرف الرسمي دينار /دولار	كمي

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات برمجية (Python)

عند بناء نموذج تنبؤي يعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، من الضروري تصنيف المتغيرات المستخدمة في الدراسة إلى متغير تابع يمثل الظاهرة المراد التنبؤ بها، ومجموعة من المتغيرات المستقلة المؤثر فيه, أو تُساهم في تفسير سلوكه, وسنوضح ذلك فيما يلي:

1.2.المتغير المستقل: أو ما يسمى (Independent variabale) حيث يمثل متغيرات الدراسة المتمثلة في: سعر الفائدة الحقيقي، نسبة التضخم، نسبة البطالة، سعر البترول، صادرات المحروقات، سعر الصرف الرسمي (دينار/يورو)، سعر الصرف الرسمي (دينار/دولار), نظراً لما لها من تأثير اقتصادي مباشر أو غير مباشر على تطور الصادرات غير النفطية, ويرمز له بالرمز (X).

2.2.المتغير التابع: أو ما يسمى (Dependent Variable) يمثل الصادرات خارج قطاع المحروقات, لكونها تمثل المتغير الأساسي محل التنبؤ في هذه الدراسة, وهو العامل الذي يتأثر بالمتغير المستقل ويرمز له (Y) , وحدة القياس بالمليون دولار أمريكي.

3.النماذج المستخدمة

تم تطبيق عدد من نماذج الانحدار لتقدير أداء كل نموذج في التنبؤ، وتشمل:

- ✓ الانحدار الخطي البسيط والمتعدد Linear Regression (LR)
- ✓ الانحدار باستخدام الجيران الأقرب K-Nearest Neighbors Regression (KNN)
- ✓ أشجار القرار Decision Trees (DT)
- ✓ الغابات العشوائية Random Forest (RF)
- ✓ آلات التعزيز التدرجي Gradient Boosting Machines (GBM)

المطلب الثاني: الأدوات وبيئة التطوير المستخدمة في الدراسة

لأجل تنفيذ الدراسة التطبيقية وتحليل البيانات، تم الاعتماد على عدة أدوات خاصة بتعلم الآلة والبرمجيات المستخدة في الدراسة وهي كالتالية:

:Python.1

"تتميز لغة **Python** بأنها تعتبر من بين اللغات القوية, فهي لغة برمجة عالية المستوى ومترجمة وتفاعلية وكائنيه, وواحدة من أشهر لغات البرمجة وأكثرها استخداما, أنشأها المبرمج الهولندي (Guido Van Rossum) و قام بإطلاقها كأول مرة في سنة 1991، وتعني كلمة Python أحد أخطر أنواع الأفاعي, واسمها مستوحى من مجموعة كوميدية بريطانية باسم (Monty Python), فلغته تعتبر لغة سهلة القراءة للغاية ومتنوعة حيث أنها تتطلب عدد اقل من الأسطر البرمجية لتنفيذ نفس المهمة مقارنة باللغات البرمجية الأخرى, ومتعددة الاستخدامات ويمكن استخدامها في كل المجالات, بدءا من ألعاب الفيديو ومعالجة اللغات, وحتى تحليل البيانات والتعلم الآلي, وكان أحد الأهداف الأساسية لفريق تطوير بايثون هو جعل اللغة مرحة وسهلة الاستخدام, وإعدادها بسيط, وطريقة كتابتها مباشرة وتعطيك تقريرا مباشرا عند حدوث أخطاء, وهي خيار ممتاز للمبتدئين والوافدين الجدد على البرمجة". (تاغليفيري، 2020)

فلغة **(Python)** تتعامل مع العديد من الملفات مثل: ملفات **(Excel)** وملفات **(Csv)** وغيرها، وتنفيذ البرمجة عبر بيئة **(Jupyter Notebook)** كبيئة تفاعلية لكتابة الأكواد وتنفيذها وتحليل النتائج, والتي تتيح التفاعل السلس مع الكود وتحليل النتائج بشكل فوري, بينما تحتوي الأخيرة على العديد من

المكتبات التي تساعد في إنجاز العديد من المهام وفي أكثر من مجال على سبيل المثال في (الرياضيات، تحليل البيانات، صناعة الألعاب، معالجة الصور ومقاطع الفيديو...) لإنشاء النموذج التنبؤي، والمتمثلة في فيما يلي:

: Jupyter Notebook.1.1

يُستخدم بشكل رئيسي مع لغة **(Python)** نظرًا لشعبيتها الكبيرة في مجالات تحليل البيانات، فهو بيئة تفاعلية مفتوحة المصدر تُستخدم بشكل واسع في مجالات تحليل البيانات، تعلم الآلة, الذكاء الاصطناعي والبحث العلمي, وداعمة للعديد من لغات البرمجة الأخرى مثل **R**، **Julia**، و **Scala** , حيث تتيح هذه البيئة للمستخدمين والباحثين كتابة الأكواد البرمجية وتنفيذها خطوة بخطوة، مع إمكانية عرض النتائج النصية أو الرسومية مباشرة ضمن بيئة العمل، مما يجعلها مثالية لتجربة الأفكار وتوثيق العمليات البرمجية بشكل واضح ومنظم, وواحدة من أبرز مميزاته هي القدرة على دمج الكود البرمجي مع النصوص التوضيحية المكتوبة ، بالإضافة إلى الرسومات التفاعلية والجداول والوسائط المتعددة, وهذا يجعله أداة مثالية لإعداد تقارير تحليلية، ومذكرات بحث، وعروض تقديمية تفاعلية يمكن مشاركتها بسهولة مع الآخرين.

:Pandas .2.1

تُعد مكتبة **Pandas** من بين أشهر المكتبات في لغة **Python**، وتُستخدم كأداة أساسية في تحليل البيانات, وتوفّر هياكل بيانات مرنة وقوية مثل **(`Series`)** مصفوفة أحادية البعد **(Data frame)**, وهي جداول ثنائية الأبعاد تشبه إلى حد كبير جداول برنامج **(Excel)**، مما يجعلها مناسبة للتعامل مع أنواع متعددة من البيانات مثل الأعداد الصحيحة، الأعداد العشرية، التواريخ، والسلاسل النصية, كما تتميّز مكتبة **(Pandas)** بقدرتها على قراءة البيانات من مصادر متعددة، كملفات **CSV**، **Excel**، **JSON**، وقواعد بيانات **SQL**، كما تتيح أدوات متقدمة لتصفية البيانات، تنظيفها، تجميعها، ودمجها، بالإضافة إلى دعمها القوي لتحليل البيانات الزمنية والمكانية, بفضل مرونتها وسهولة استخدامها، وأداة فعالة لتحليل البيانات في مجالات متعددة مثل الاقتصاد، العلوم، المالية، والذكاء الاصطناعي. (ماكنتاير، مارتن، و واشنتن، 2024)

:NumPy.3.1

تُعد هذه المكتبة اختصار (Numerical Python), مكتبة مفتوحة المصدر في لغة البرمجة Python، تم تطويرها عام 2005 على يد "Travis Oliphant" ، وهي مصممة لتوفير دعم فعال للعمل مع المصفوفات (Arrays) والمعالجة العددية عالية الأداء, تتميز هذه المكتبة بقدرتها على التعامل مع المصفوفات وتوفير مجموعة واسعة من الدوال الرياضية والإحصائية، بما في ذلك الجبر الخطي، التحليل الفوري، والتعامل مع القيم العشوائية, تشكل مكتبة NumPy حجر الأساس لعديد من مكتبات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة مثل: **(Pandas، SciPy، وScikit-learn)**، وهي عنصر محوري في بيئة الحوسبة العلمية, وتسمح كذلك بتنفيذ عمليات رياضية متقدمة بسرعة وكفاءة، مما يجعلها أداة أساسية في تحليل البيانات وبناء النماذج التنبؤية. (جاسم، 2023)

: Matplotlib.4.1

تُعد هذه المكتبة من أبرز وأقوى أدوات تصوير البيانات في لغة **(Python)**، وتُستخدم بشكل واسع في إنشاء الرسوم البيانية بمختلف أنواعها، مثل: المخططات الخطية، الشريطية، والتشتتية, كما تُعد هذه الرسوم أساسية لفهم البيانات وتحليلها وسرد القصص حولها، مما يجعل من **(Matplotlib)** أداة محورية في عمل محللي البيانات, فهي تمتاز بمرونتها العالية وقدرتها الكبيرة على التخصيص، إلا أن إعداد الرسوم قد يتطلب كتابة تعليمات برمجية مفصلة، خصوصًا في حالة التصورات البسيطة, كما يتطلب استخدام **(Matplotlib)** في السياق العملي معرفة مسبقة بأساسيات مكتبات **NumPy** و**Pandas**، نظرًا لاعتمادها على هياكل البيانات المقدمة من هاتين المكتبتين لإنشاء التصورات.

: Seaborn.5.1

هي مكتبة تقوم بتصوير البيانات بلغة **(Python)** مبنية بالأساس على مكتبة (matplotlib), كما تُعد هي الأخيرة من الأدوات المهمة في مجال عرض تحليل البيانات بصريًا, وتوفّر واجهة عالية المستوى تبسط عملية إنشاء الرسومات الإحصائية المعقدة بطريقة احترافيو وجذابة وغنية بالمعلومات، مثل مخططات الانحدار،الرسوم الصندوقية (Boxplots)، الرسوم الحرارية (Heatmaps)، والمصفوفات الإرتباطية.(Seaborn, 2025)

: Scikit-learn .6.1

مكتبة (scikit-learn) المعروفة سابقًا باسم (scikits.learn)، والمعروفة أيضًا باسم (sklearn) وهي مكتبة تعلّم آلي مجانية ومفتوحة المصدر للغة برمجة (Python3), وتتميز كذلك بخوارزميات تصنيف وانحدار وتجميع متنوعة بما في ذلك آلات المتجهات الداعمة، والغابات العشوائية، وتعزيز التدرج، و k-means، وهي مصممة للتفاعل مع مكتبتي بايثون العدديتين والعلميتين NumPy, SciPy ما يجعلها أداة فعّالة لتطوير النماذج وتحليل البيانات. (Cournapeau، 2025)

المطلب الثالث: خطوات بناء النموذج

في إطار تنفيذ الجانب التطبيقي للدراسة، تم إتباع مجموعة من الخطوات المنهجية لبناء نموذج التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات، بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي, وقد شملت هذه الخطوات مراحل متعددة بدءًا من جمع البيانات ومعالجتها، مرورًا بترميزها وتقسيمها، وصولًا إلى اختيار المتغيرات المناسبة وبناء النموذج مما يضمن دقة النتائج وفعالية النموذج المقترح, حيث يوضح المخطط التالي التسلسل المنطقي والسليم المتبع من خلال هذه الخطوات:

الشكل رقم 12: المراحل المنهجية المتبعة لبناء النموذج التنبؤي للدراسة

المصدر: من إعداد الطالبة

1.شرح خطوات بناء النموذج:

1.1.جمع البيانات (Data collection): وهي أول وأهم مرحلة في بناء النموذج, تتمثل في جمع بيانات الدراسة من مختلف المصادر وقواعد البيانات, مثل: البنك الدولي, الجمارك, البنك الجزائري..., وعلى أساسها يتم إتمام بقية المراحل وصولا للنموذج النهائي, فجودته تعتمد بشكل كبير على جودة البيانات المدخلة ومصداقيتها.

2.1.استكشاف وتحليل البيانات (Data exploration and analysis): بعد جمع البيانات, يتم تحليلها بصريا وإحصائيا لفهم خصائصها, وتصنيفها لبيانات كمية ونوعية وتجميعية, وعلى أساسها يتم تحديد أي نوع من أنواع تعلم الآلة الذي سيتم الاعتماد عليه في بناء النموذج, وهي خطوة مهمة لاتخاذ قرارات سليمة للمعالجة فيما بعد.

3.1.معالجة البيانات (Data processing): تنص هذه المرحلة تنظيف البيانات من القيم الشاذة والمفقودة والمتكررة, وتنسيقها بشكل مناسب ومعالجتها إما بالحذف, أو التعويض والتأكد من صلاحية البيانات ومدى إمكانية الاعتماد عليها في الدراسة, حيث أن دراستنا لا تحتوي على أي من القيم الشاذة أو المفقودة وكل قيمها معلومة وكمية بحت.

4.1.تقسيم البيانات: يقصد بتقسيم البيانات هو تحديد نوع المتغيرات داخل قاعدة البيانات, حيث يتم تقسيم البيانات إلى متغيرات مستقلة ومتغير تابع, فحسب دراستنا تم تقسيم البيانات إلى متغيرات مستقلة تمثلت في: سعر الفائدة الحقيقي، نسبة التضخم، نسبة البطالة، سعر البترول، صادرات المحروقات، سعر الصرف الرسمي (دينار/يورو)، سعر الصرف الرسمي (دينار/دولار), ويرمز لها برمز **(X)**. أما المتغير التابع فهو يمثل الصادرات خارج قطاع المحروقات, ويعد هذا التقسيم أساسيا لتحضير البيانات قبل إدخالها في النموذج.

5.1.توحيد المقاس: وفي هذه المرحلة يطبيق التوحيد المعياري **(StandardScaler)**, حيث يتم إعادة ضبط القيم العددية إلى نفس سلم القياس مثلا: من (0−1) لتقليل تأثير التباين الكبير بين القيم, وهذه الخطوة ضرورية جدا خصوصا عند استخدام خوارزميات حساسة مثل: (KNN).

6.1. تقسم البيانات إلى مجموعتين: المجموعة الأولى هي مجموعة التدريب (Training set) بنسبة **80%**, والمجموعة الثانية هي مجموعة الاختبار (Test set) بنسبة **20%**, وتدور العملية فالتقسيم ل5

مرات وكل مرة تكون تقسيمة مختلفة عن السابقة للتحقق من قدرة النموذج على التعميم وعدم التحيز لبيانات التدريب فقط كونها أعلى نسبة.

7.1.بناء النموذج: في هذه المرحلة يتم بناء النموذج باستخدام خوارزميات تعلم الآلي مناسبة للنموذج, مثل: الانحدار الخطي, أشجار القرار, الغابات العشوائية, آلات التعزيز التدرجي, أقرب الجيران **K**, وهي التي تناولناها في دراستنا التنبؤية.

8.1. **التحقق المتقاطع (Cross Validation):** هو تقنية تُستخدم لتقييم أداء النماذج بشكل أكثر دقة، حيث نقوم بتقسيم البيانات إلى عدة أجزاء (طيّات)، يتم فيها تدريب النموذج على بعضها واختباره على الجزء المتبقي، بالتناوب. تساعد في تقليل التحيز وتقدير دقيق لأداء النموذج على بيانات غير مرئية.

المطلب الرابع: طرق التحقق من النماذج (Model Validation Methods)

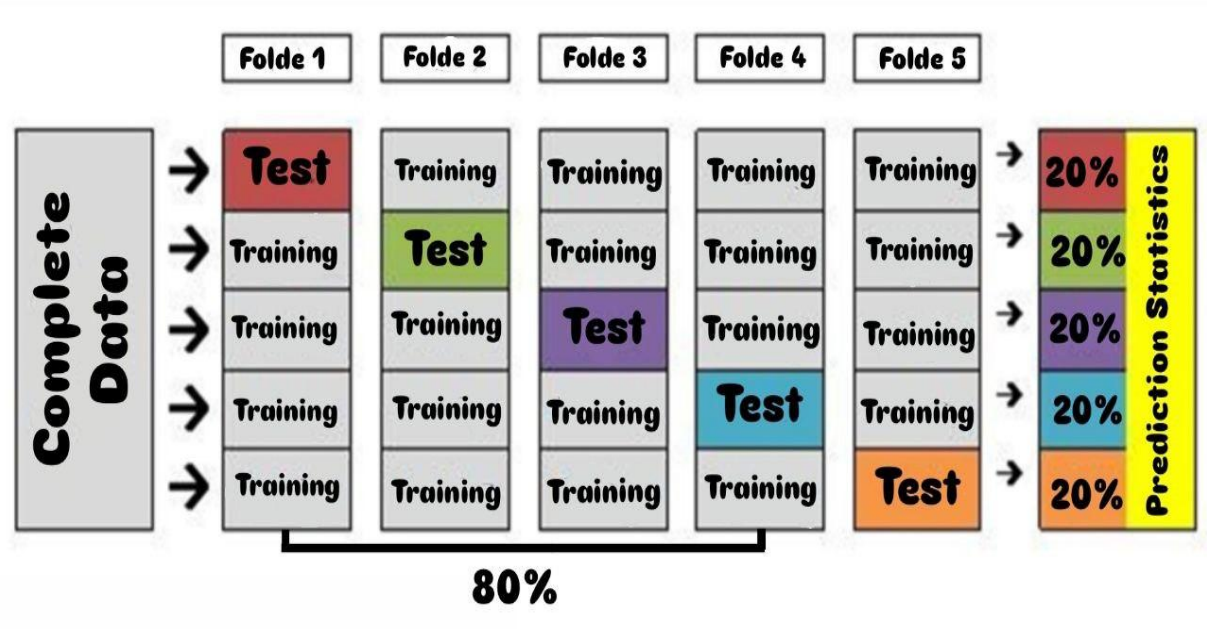
كل نموذج تم اختباره باستخدام تقنيات التحقق المتقاطع واختيار المعاملات المثلى، مع إجراء مقارنة شاملة بين النتائج لتحديد النموذج الأنسب للاستخدام في التنبؤ الفعلي.

حيث تعد عملية التحقق من النماذج أهم خطوة في بناء نماذج تعلم الآلة، حيث تهدف إلى تقييم مدى كفاءة النموذج في التنبؤ وضمان قدرته على التعميم عند تطبيقه على بيانات جديدة ، قد يظهر النموذج أداءً جيدًا على بيانات التدريب دون الأخذ بعين الاعتبار بيانات الاختبار لنسبته القليلة مقارنة بالتدريب، ومن بين أهم طرق التحقق التي تم استخدامها في هذه الدراسة لدينا:

1. التحقق المتقاطع (Cross Validation):

لضمان دقة النماذج المُستخدمة وتجنب مشكلة الإفراط في التعلّم (Overfitting)، تم اختبار كل نموذج باستخدام تقنيات التحقق المتقاطع (Cross-Validation)، و هو أسلوب أسلوبًا فعالًا لتقدير الأداء الحقيقي للنموذج، إذ يتم تقسيم البيانات إلى أكثر من جزء, أو ما يسمى بالطيات (Folds)، عادة ماتكون إلى (5 أو 10 طيات), وفي كل دورة نستخدم جزءًا واحدًا للاختبار ويكون بنسبة **20%**, والباقي للتدريب بنسبة **80%**، ونظل نكرر العملية لكل جزء ونحسب المتوسط الخاص به, وهذا ما يسمح بتقييم يكون أكثر استقرارا ويقلل من تحيّز النتائج, وسنوضح ذلك فالشكل الوالي:

الشكل رقم 13: آلية التحقق المتقاطع باستخدام الطيات (K-fold Cross Validation)



المصدر: من إعداد الطالبة

من خلال الصورة يمكن فهم آلية التحقق المتقاطع بشكل واضح وأدق, حيث نلاحظ أنه تم تقسيم كل البيانات المدخلة للنموذج إلى (5) مراحل وكل مرحلة تمثل نسبة 100%, وكل مرحلة مقسمة إلى: 5 طيات **(Folde)** متساوية وكل طية تمثل نسبة 20%, بالنسبة لأول مرحلة يتم اختبار الطية الأولى **(test fold1)** وتدريب باقي بيانات النموذج الممثلة 80% **(Training fold2, fold3, fold4, fold5),** لننتقل إلى المرحلة الثانية حيث يتم تدريب الطية الثانية **(test fold2)** لتصبح الطية الأولى **(fold1)** التي تم اختبارها سابقا تابعة لبيانات التدريب المتبقية (**fold3, fold4, fold5**), وتستمر العملية في كل مرة وصولا لاختبار آخر طية **(fold5)** فالمرحلة الأخيرة, وبالتالي ينتهي اختبار وتدريب النموذج لضمان عدم تحير الآلة مع دقة ومصداقية فالنموذج.

2. مؤشرات الأداء (MAE, RMSR, R^2) :

بعد بناء النموذج وتطبيق تقنيات التحقق من صحته، أصبح من الضروري تقييم أداء هذه النماذج عن طريق الاستعانة بمجموعة من المؤشرات الإحصائية والمعايير الكمية التي تُمكّننا من قياس مدى دقة التنبؤات وجودتها, وتُعد مؤشرات الأداء من الأدوات الأساسية لمقارنة النماذج واختيار الأنسب من بينها استنادا للنتائج المتحصل عليها, ومن أبرز هذه المؤشرات والتي اعتمدنا عليها في دراستنا نذكر:

2.1.متوسط الخطأ المطلق(MAE - Mean Absolute Error) :

يقيس متوسط الفروقات المطلقة بين القيم الحقيقية والقيم المتوقعة, فكلما كان (MAE) أصغر كلما كان أداء النموذج أفضل, تكتب صيغته الرياضية كما يلي:

حيث أن:

- ✓ **(n):** تمثل عدد المشاهدات.
- ✓ **(y_i):** القيمة الحقيقية.
- ✓ **($\hat{y}_i$):** القيمة المحسوبة.

2.1.الجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE - Root Mean Squared Error)

هو الجذر التربيعي لـ **(MSE)** ، ويُعبر عن الخطأ بوحدات المتغير الأصلي، مما يجعله أكثر تفسيرًا, يكتب بالصيغة الرياضية التالية:

حيث تكتب معادلة **(MSE)** بالصيغة الرياضية التالي:

وبالتعويض يمكن كتابة معادلة **(RMSE)** بالصيغة الرياضية التالي:

3.1.معامل التحديد (R^2 - Coefficient of Determination)

يقيس نسبة التباين في البيانات التي يفسرها النموذج, عادة يتراوح مابين (0−1)، حيث يشير (1) إلى تطابق تام بين القيم المتوقعة والحقيقية والعكس صحيح, نكتب صيغته الرياضية بالشكل التالي:

حيث أن:

- ✓ **(RSS):** هو مجموع المربعات المتبقية.
- ✓ **(TSS):** هو مجموع المربعات الإجمالي

المبحث الثاني : تحليل النتائج وتفسيرها

بعد الانتهاء من بناء النماذج الإحصائية, والتعرف على الأدوات التي سنستخدمها في بناء نموذج التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات, ثم القيام بعمليات المعالجة والتحقق، سننتقل في هذا المبحث إلى تحليل النتائج المستخلصة من النماذج, وتفسير دلالاتها الاقتصادية والعملية المتحصل عليها بالاعتماد على برمجية **(Python),** حيث يهدف هذا التحليل إلى معرفة مدى كفاءة النماذج المستخدمة ومصداقيتها، و قدرة **المتغيرات المستقلة** في التأثير على **المتغير التابع,** كما سنُقارن عمل النماذج فيما بينها اعتمادًا على مؤشرات الأداء التي ذكرناها سابقا، كما سنختبر الفرضيات ونستخلص التوصيات الممكنة بناءً على ما تكشفه لنا النتائج من: أنماط وعلاقات.

المطلب الأول: مراحل بناء النموذج

في إطار الدراسة التطبيقية المتعلقة باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي للتحليل والتنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر، تم الاعتماد على بيئة البرمجة **(Python)**، لما توفره من مكتبات قوية ومرنة متخصصة في معالجة البيانات وتحليلها الإحصائي والبياني, أما بالنسبة لبناء النموذج فهو يمر على 6 مراحل أساسية كما شرحناهم سابقا في الشكل رقم(2) وهي كتالي:

1.جمع البيانات

قمنا بداية بجمع البيانات كما ذكرنا سابقا, وسنذكر مراحل استيراد المكتبات الأساسية التي تشكل حجر الأساس لتحليل البيانات وهي كالتالي:

الشكل رقم 14: كيفية استيراد المكتبات الأساسية والضرورية في برمجية (Python)

```
#استيراد المكتبات
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

تمثل الصورة السابقة عملية استيراد البيانات التي تم جمعها لبداية بناء النموذج التنبؤي حيث تحتوي العملية على مجموعة من الأوامر التي تسهل على الآلة العمل فيما بعد وهي :

- ✓ **pandas:** لتحميل ومعالجة البيانات.
- ✓ **numpy:** لدعم العمليات الرياضية والإحصائية.
- ✓ **seaborn، matplotlib.pyplot:** لإنشاء الرسوم البيانية وتخصيصها.

الشكل رقم 15: استيراد قاعدة البيانات

```
#استيراد قاعدة البيانات
df = pd.read_excel('D:/HANAK/DataEXP.xlsx')
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

بالنسبة للصورة الثانية، في تمثل خطوة استيراد قاعدة البيانات باستخدام مكتبة **(pandas)**, ويكمن ذلك من خلال إعطاء الأمر **df=pd.read_excel()** الذي يُستخدم لجلب بيات الدراسة المخزنة في ملف **(Excel)**, يحمل اسم **"DataEXP.xlsx"**.

الشكل رقم 16: نتيجة استظهار البيانات

```
#استظهار البيانات
df.head(24)
```

	السنة	سعر الصرف الرسمي دينار / دولار	سعر الصرف الرسمي دينار / اورو	صادرات المحروقات	سعر البترول	معدل البطالة %	% التضخم	سعر الفائدة الحقيقي	الصادرات خارج المحروقات
0	2000	75.2600	69.3400	21431	28.50	29.770	0.339163	-10.3	612
1	2001	77.2150	69.2000	18484	24.85	27.300	4.225988	1.4	648
2	2002	79.6820	75.3600	18091	25.20	25.900	1.418302	7.1	734
3	2003	77.3950	87.6000	23939	29.03	23.720	4.268954	-0.8	673
4	2004	72.0610	89.6400	31302	38.50	17.650	3.961800	-3.1	781
5	2005	73.2760	91.3200	45094	54.60	15.270	1.382447	-3.9	907
6	2006	72.6470	91.2400	53429	65.70	12.270	2.311499	-2.5	1184
7	2007	69.2920	95.0000	58831	74.90	13.790	3.678996	0.8	1332

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

توضح الصورة قاعدة البيانات للدراسة, وبما أنها تحتوي على8 متغيرات و24 مشاهدة, بما أنها كبيرة ولا يمكن حصرها في صورة واحدة, سنظهر فقط أول 5أسطر من البيانات باستخدام الأمر **df.head()**

2.استكشاف وتحليل البيانات:

تركز هذه المرحلة على فهم طبيعة البيانات من خلال عرض هيكلها ومواصفاتها وإحصائياتها:

الجدول رقم 8: مخرجات الأمر df.info()

#	Column	Non-Null Count	Dtype
0	24	السنةnon-null	int64
1	24	non-null سعر الصرف الرسمي دينار/دولار	float64
2	24	non-nullسعر الصرف الرسمي دينار/اورو	float64
3	24	non-null صادرات المحروقات	int64
4	24	non-nullسعر البترول	float64
5	24	non-null % معدل البطالة	float64
6	24	non-null%نسبة التضخم	float64
7	24	non-nullسعر الفائدة الحقيقي	float64
8	24	non-nullالصادرات خارج المحروقات	int64

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

بعد تحميل قاعدة البيانات بنجاح باستخدام لغة البرمجة **(Python)**, قمنا بتنفيذ الأمر **df.info()** الذي يستخدم للحصول على نظرة شاملة حول بنية البيانات الدراسة, ويزودنا بمعلومات عامة عنها من خلال (عدد الصفوف, الأعمدة, أنواع المتغيرات), وهي مخرجات مهمة جدا حيث يتم عرض عدد القيم الغير المفقودة في كل عمود ونوع المتغير (رقمي, نصي...), وقد وضح الجدول أن قاعدة البيانات تحتوي على:

- ✓ **عدد الصفوف:** 24 صف, أي تمثل 24 فترة زمنية وهي تصف السنوات.
- ✓ **عدد الأعمدة:** 8 أعمدة, وهي تمثل متغيرات الدراسة.

وتحتوي أيضا على:

- ✓ **6 متغيرات من نوع float64:** وهي قيم رقمية لكنها بفواصل عشرية.
- ✓ **3 متغيرات من نوع int64 :** وهي قيم عددية صحيحة.

بما أن جميع الأعمدة خالية من القيم المفقودة **(non-null)**, سهلت علينا عملية التحليل دون الحاجة إلى تنظيف القيم أو تعويض القيم الناقصة.

الشكل رقم 17: وصف إحصائي مبدئي للبيانات الرقمية في (Data Frame)

```
#استظهار بعض المعايير الاحصائية المهمة و التي تساعد في فهم البيانات اكثر
df.describe()
```

	السنة	سعر الصرف الرسمي دينار /دولار	سعر الصرف الرسمي دينار /اورو	صادرات المحروقات	سعر البترول	معدل البطالة %	% التضخم	سعر الفائدة الحقيقي	الصادرات خارج المحروقات
count	24.000000	24.000000	24.000000	24.000000	24.000000	24.000000	24.000000	24.000000	24.000000
mean	2011.500000	92.375200	108.607838	43274.833333	66.022083	14.082500	4.453434	1.350000	1948.916667
std	7.071068	24.716859	25.357507	18085.726745	27.665128	6.097923	2.437522	7.730572	1342.673774
min	2000.000000	64.583000	69.200000	18091.000000	24.850000	9.820000	0.339163	-12.200000	612.000000
25%	2005.750000	73.191500	91.300000	30252.500000	44.275000	10.303000	2.791478	-4.475000	1026.250000
50%	2011.500000	78.412000	102.190000	41512.500000	65.050000	11.440000	4.247471	1.100000	1834.500000
75%	2017.250000	112.374225	127.416450	59033.750000	80.900000	14.160000	5.627602	7.100000	2063.500000
max	2023.000000	138.837600	157.004500	77361.000000	112.900000	29.770000	9.300000	16.600000	5815.000000

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

الجدول التالي يعرض إحصائيات وصفية للأعمدة تتمثل في:

- ✓ السنة.
- ✓ سعر الصرف (سعر صرف رسمي – دينار/دولار، وسعر صرف موازي – السوق السوداء).
- ✓ مجموع الصادرات.
- ✓ سعر النفط.
- ✓ % معدل المبالغة.
- ✓ % نسبة التضخم.
- ✓ % سعر الفائدة الحقيقي.
- ✓ الصادرات خارج المحروقات.

وكذلك الإحصائيات المعروضة المتمثلة في:

- ✓ **count:** عدد القيم 24 سنة.
- ✓ **mean:** المتوسط الحسابي.
- ✓ **std:** الانحراف المعياري.
- ✓ الربع الأول (25%)
- ✓ الربع الثاني (50%)
- ✓ والربع الثالث (75%)
- ✓ **min, max:** القيم العليا والدنيا.
- ✓ **متوسط الصادرات خارج المحروقات:** هو حوالي: (1948.92) مليون، لكن الحد الأقصى يصل إلى: (5815) مليون، مما يشير لوجود تذبذب كبير.
- ✓ **سعر النفط المتوسط:** 66.02 = دولار, مما يظهر لنا تباينًا واضحًا **(std= 27.66)** ، وهو أمر طبيعي بالنظر لتقلب أسعار النفط.
- ✓ **نسبة سعر الفائدة الحقيقي:** قد تكون سلبية أحيانًا الحد الأدنى **(min= -12.22)**، مما قد يشير إلى وجود تضخم أعلى من سعر الفائدة الاسمي.

الشكل رقم 18: وصف إحصائي للبيانات مع تحويل السنة (#) إلى فهرس معلوم

```
#تحويل السنة الى فهرس
df.set_index('السنة', inplace=True)
```

```
df
```

السنة	سعر الصرف الرسمي دينار / دولار	سعر الصرف الرسمي دينار / اورو	صادرات المحروقات	سعر البترول	معدل البطالة %	% التضخم	سعر الفائدة الحقيقي	الصادرات خارج المحروقات
2000	75.2600	69.3400	21431	28.50	29.770	0.339163	-10.3	612
2001	77.2150	69.2000	18484	24.85	27.300	4.225988	1.4	648
2002	79.6820	75.3600	18091	25.20	25.900	1.418302	7.1	734
2003	77.3950	87.6000	23939	29.03	23.720	4.268954	-0.8	673
2004	72.0610	89.6400	31302	38.50	17.650	3.961800	-3.1	781
2005	73.2760	91.3200	45094	54.60	15.270	1.382447	-3.9	907
2006	72.6470	91.2400	53429	65.70	12.270	2.311499	-2.5	1184

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

- ✓ **df.describe().to_excel("deschana.xlsx"):** هذا السطر يقوم بحفظ الإحصائيات الوصفية في ملف (Excel) باسم " deschana.xlsx ".
- ✓ **df.set_indexg ("السنة" , inplace=True) :** هذا السطر يقوم بتحويل عمود السنة(#) إلى فهرس (Index) في "DataFrame"، مما يسهل عملية التحليل الزمني.

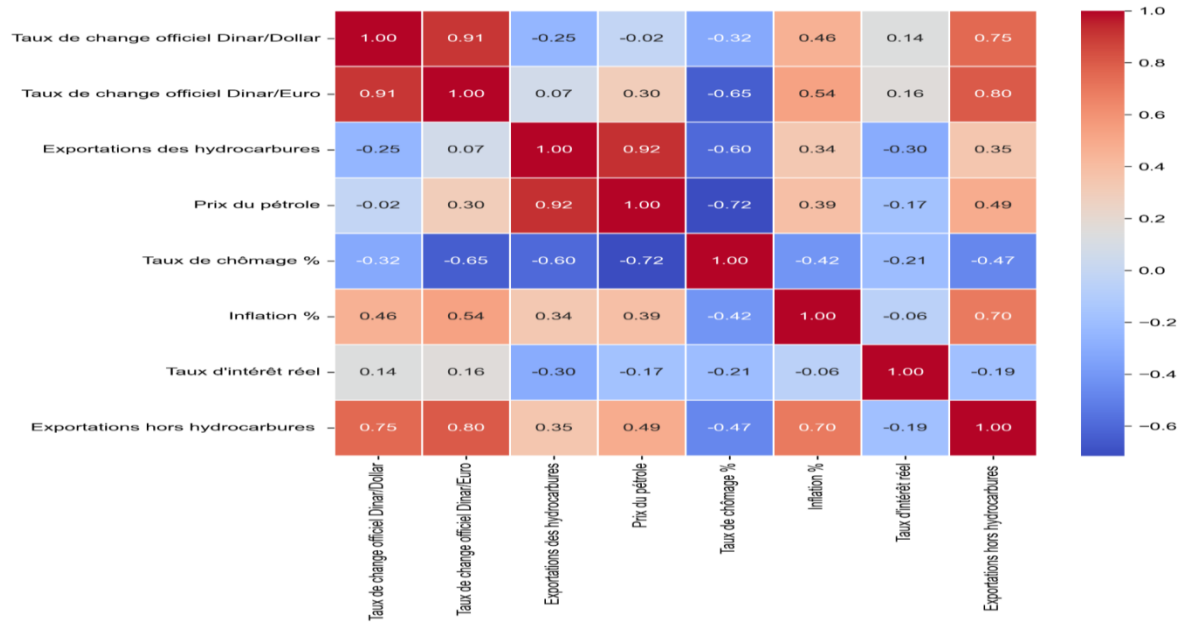
3.معالجة البيانات:

تشير هته المرحلة للإجراءات المأخوذة لتعديل وتحسين جودة البيانات, حيث تقوم بتنظيفها من القيم الشاذة والناقصة أو المتطرفة ومن ثم تحويلها إلى صيغ مناسبة للنمذجة مثل: (ترميز, إضافة متغيرات, حذف...), ودراستنا لا تحتوي على أي مما لأنها بيانات ذات قيم حقيقة من مصادر رسمية, ومنه سنستغني عن هذه المرحلة لعدم وجود حاجة لها.

وقبل الشروع في تقسيم بيانات الدراسة وبناء النموذج تنبؤي، تم إجراء تحليل ارتباطي بين المتغيرات محل الدراسة, والذي يُعد خطوة أساسية لفهم العلاقات المتبادلة وتأثير العوامل المختلفة على أداء الاقتصاد، ولاسيما في ما يتعلق بالصادرات من خلال مصفوفة الارتباط، وذلك لفهم طبيعة العلاقات الثنائية بين هذه المتغيرات وتحديد مدى قوة الترابط فيما بينها, حيث يوضح المخطط الحراري

(Heatmap) أدناه مصفوفة الارتباط بين عدد من المتغيرات الاقتصادية الرئيسية في الجزائر، مثل أسعار الصرف، أسعار النفط، التضخم، البطالة، الصادرات النفطية والغير نفطية, وهي كالتالي:

الشكل رقم 19: مصفوفة الارتباط بين المتغيرات الاقتصادية المؤثرة على الصادرات الجزائرية



المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

يمثل هذا المخطط الحراري مصفوفة الارتباط بين ثمانية متغيرات اقتصادية، حيث تتراوح قيم الارتباط بين **(-1)** و **(+1)**, ولدينا سلم رسم يوضح تدرج ألوان المخطط الحراري ولما ترمز:

- ✓ **اللون الأحمر:** (يشير إلى ارتباط إيجابي قوي) كلما زادت قيمة أحد المتغيرين، زادت قيمة الآخر.
- ✓ **اللون الأزرق:** (يشير إلى ارتباط سلبي قوي) كلما زادت قيمة أحد المتغيرين، انخفضت قيمة الآخر.
- ✓ **القيم القريبة من الأصفر:** تمثل علاقة ضعيفة أو منعدمة.

1.3.تحليل بعض العلاقات المهمة:

– العلاقة مابين **(Taux de change officiel Dinar/Dollar , Exportations hors hydrocarbures)**, هي علاقة طردية قوية, فعندما يرتفع سعر صرف الدينار مقابل الدولار (أي يصبح الدينار أقوى أو الدولار أضعف)، تزيد الصادرات غير النفطية, وقد قدرت قيمة معامل الارتباط (0.75).

– العلاقة ما بين **(Exportations hors hydrocarbures , Taux de change officiel Dinar/Euro)**, هي علاقة طردية قوية أيضًا: نفس الملاحظة لكن مقابل اليورو, وتم تسجيل معامل الارتباط بقيمة (0.8).

–العلاقة ما بين **(Exportations hors hydrocarbures , % Inflation)**, تمثل علاقة طردية قوية نسبيا, قد تدل على أن فترات ارتفاع التضخم تترافق مع زيادة الصادرات غير النفطية، وربما بسبب تأثير التضخم على الأسعار المحلية مقارنة بالأسواق العالمية, بقيمة معامل ارتباط (0.7).

– العلاقة مابين **(Exportations des hydrocarbures , Prix du pétrole)**, تعد علاقة طردية قوية جدًا، كما هو متوقع, كلما ارتفع سعر النفط زادت صادرات المحروقات لتسجل ترابط فيما بينهما بقيمة (0.92).

– العلاقة ما بيم **(Taux de change officiel Dinar/Euro , % Taux de chômage)**, سجلت معامل ارتباط بقيمة (0.65−), مما يدل على علاقة عكسية قوية بينهما, فكلما زاد سعر صرف الدينار مقابل اليورو انخفضت البطالة.

– العلاقة ما بين **(Exportations hors hydrocarbures , % Taux de chômage)**, بما أن معامل الارتباط كان سالبا بقيمة (0.47−) فانه يعبر عن علاقة عكسية متوسطة, فكلما تزيد الصادرات الغير نفطية، كلما انخفضت البطالة وهو أمر طبيعي.

4.تقسيم البيانات وتحديدها:

وهي تعد خطوة تمهيدية لأي تحليل تنبؤي باستخدام الذكاء الاصطناعي, حيث تقسم فيها البيانات إلى متغيرين:

- ✓ **متغيرات مستقلة:** ترمز لها بالرمز **(X)**
- ✓ **متغير تابع:** ويرمز له بالرمز **(Y)**

الشكل رقم 20: أوامر البرمجة لتقسيم البيانات

```
#تقسيم البيانات الى متغيرات مستقلة و متغير تابع
#متغيرات مستقلة
x=df.iloc[:,:-1]
```

```
#target (متغير تابع)
y = df.iloc[:,-1]
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

بعد معالجة البيانات، تم تقسيم قاعدة البيانات إلى متغيرات مستقلة ومتغير تابع باستخدام لغة **(Python):**

- ✓ **المتغيرات المستقلة (X):** تمثل جميع الأعمدة ما عدا العمود الأخير, وهو ما كان المقصود بالأمر [:, : −1].
- ✓ **المتغير التابع (Y):** يمثل العمود الأخير من قاعدة البيانات، والذي يعكس قيمة الصادرات خارج قطاع المحروقات, وهو المقصود بالأمر [:, −1].

الشكل رقم 21: مخرجات المتغير المستقل

```
# عرض المتغيرات المستقلة
x
```

السنة	سعر الصرف الرسمي دينار /دولار	سعر الصرف الرسمي دينار /اورو	صادرات المحروقات	سعر البترول	% معدل البطالة	% التضخم	سعر الفائدة الحقيقي
2000	75.2600	69.3400	21431	28.50	29.770	0.339163	-10.3
2001	77.2150	69.2000	18484	24.85	27.300	4.225988	1.4
2002	79.6820	75.3600	18091	25.20	25.900	1.418302	7.1
2003	77.3950	87.6000	23939	29.03	23.720	4.268954	-0.8
2004	72.0610	89.6400	31302	38.50	17.650	3.961800	-3.1
2005	73.2760	91.3200	45094	54.60	15.270	1.382447	-3.9
2006	72.6470	91.2400	53429	65.70	12.270	2.311499	-2.5

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

بالنسبة للصورة السابقة فهي تمثل مخرجات قيم المتغيرات المستقلة **(X)** التي تشمل جميع الأعمدة ماعدا العمود الأخير، والمتمثلة في العوامل المؤثرة في الصادرات مثل: سعر الصرف، الناتج المحلي، سعر البترول، التضخم، الخ..., حيث اكتفينا بعرض أول **(7)** نتائج لكبر حجمها كالتالي:

الشكل رقم 22: مخرجات المتغير التابع

```
y
```

السنة	
2000	612
2001	648
2002	734
2003	673
2004	781
2005	907
2006	1184
2007	1332
2008	1928
2009	1066
2010	1526
2011	2062
2012	2062
2013	2014
2014	2810
2015	1490
2016	1779
2017	1890
2018	2216
2019	2068
2020	1909
2021	4495
2022	5815
2023	4773

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

أما بالنسبة لهذه الصورة فهي تعبر عن مخرجات المتغير التابع **(Y)**, والذي يعبر العمود الأخير، والمتمثل في "الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر".

5.توحيد المقياس:

هذه الخطوة مهمة جدا وأساسية في تحضير البيانات قبل بناء نموذج تعلم الآلة, وهي تندرج تحت مسمى (Feature Scaling), حيث يتم من خلال هذه الخطوة وضع سلم موحد لجميع البيانات مثلا: [3 , 3-], وذلك عن طريق الأمر الموضح فصورة التالية :

الشكل رقم 23: النتيجة النهائية للمصفوفة (X) بعد التوحيد

```
from sklearn.preprocessing import StandardScaler

scaler = StandardScaler(copy=True, with_mean=True, with_std=True)

oldx = x

x = scaler.fit_transform(x)
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

والصورة التالية تمثل شكل المتغيرات المستقلة بعد عملية توحيد السلم :

الشكل رقم 24: النتيجة النهائية لمصفوفة (X) بعد التوحيد

```
x
array([[-0.70734355, -1.58187488, -1.2337711 , -1.38546628,  2.6279284 ,
        -1.72419388, -1.53941607],
       [-0.62654656, -1.58751467, -1.40022189, -1.52023897,  2.21416055,
        -0.09531711,  0.00660694],
       [-0.52458944, -1.33936377, -1.4224191 , -1.50731556,  1.97963627,
        -1.27195229,  0.75979763],
       [-0.61910745, -0.84628471, -1.09211565, -1.36589655,  1.61444845,
        -0.07731124, -0.28409824],
       [-0.83955305, -0.76410486, -0.67624283, -1.01622605,  0.59761814,
        -0.2060321 , -0.5880173 ],
       [-0.78933907, -0.69642735,  0.10274915, -0.42174927,  0.19892685,
        -1.28697842, -0.69372827],
       [-0.81533462, -0.69965008,  0.57352193, -0.01189261, -0.30362519,
        -0.89763438, -0.50873406],
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

وفي الأخير تُعرض النتيجة النهائية للمصفوفة x بعد التوحيد, وكما نلاحظ أن القيم أصبحت موزعة حول الصفر، وهو المتوقع بعد استخدام **(StandardScaler).**

6.تقسيم البيانات إلى بيانات تدريب وبيانات اختبار:

في هذه المرحلة يتم تقسيم البيانات إلى جزأين:

- ✓ **بيانات التدريب (Training Set):** تُستخدم لتدريب نموذج تعلم الآلة.
- ✓ **بيانات الاختبار (Testing Set):** تُستخدم لاختبار دقة النموذج بعد تدريبه.

الشكل رقم 25: مخرجات تقسيم البيانات لمجموعتي تدريب واختبار

```
print('X Shape is ' , x.shape)
```

```
X Shape is  (24, 7)
```

```
#0 %20 تقسيم البيانات الى بيانات للتدريب 80% و اخرى للاختبار
from sklearn.model_selection import train_test_split

#Splitting data

x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size=0.20, random_state=44, shuffle =Tru

#Splitted Data
print('X_train shape is ' , x_train.shape)
print('X_test shape is ' , x_test.shape)
print('y_train shape is ' , y_train.shape)
print('y_test shape is ' , y_test.shape)
```

```
X_train shape is  (19, 7)
X_test shape is  (5, 7)
y_train shape is  (19,)
y_test shape is  (5,)
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

في مرحلة تقسيم البيانات إلى مجموعة تدريب واختبار، الهدف هو تجهيز البيانات لتدريب نموذج الذكاء الاصطناعي والتأكد من قدرته على التنبؤ بدقة عبر اختباره على بيانات لم يرها من قبل, وسنقدم شرحا تفصيليا للأوامر التالية:

- ✓ **X Shape is (24, 7):** أي أن هناك 24 صفًا (السنوات), و7 أعمدة (متغيرات مستقلة).
- ✓ **from sklearn.model_selection import train_test_split :** استدعاء دالة التقسيم التي تستورد البيانات من مكتبة **(sklearn)**.

تم تقسيم البيانات إلى:

- ✓ **(x_train, y_train):** تمثل 80% للتدريب.
- ✓ **(x_test, y_test):** تمثل 20% للاختبار.

عرض شكل البيانات بعد التقسيم:

- ✓ 19 صفًا للتدريب.
- ✓ 5 صفوف للاختبار.

✓ وينطبق نفس الشيء على y.

المطلب الثاني: بناء وتقييم النموذج

في هذه المرحلة، سنقوم باستخدام مجموعة من خوارزميات تعلم الآلة بهدف بناء نماذج تنبؤية تستطيع تقدير الصادرات خارج قطاع المحروقات الجزائرية, بالاعتماد على المتغيرات الاقتصادية المختارة, وقد تم اختيار مجموعة متنوعة من الخوارزميات, وذلك بهدف المقارنة بين أدائها واختيار النموذج الأنسب لدراستنا والأكثر دقة وفعالية, وتتمثل هذه الأوامر فيما يلي:

الشكل رقم 26: أوامر استيراد المكتبات

```
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.tree import DecisionTreeRegressor
from sklearn.ensemble import GradientBoostingRegressor
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

- ✓ **LinearRegression** الانحدار الخطي البسيط، يُستخدم كنموذج أساسي لتوقع القيم المستمرة.
- ✓ **DecisionTreeRegressor** نموذج شجرة القرار، جيد في التقاط العلاقات غير الخطية.
- ✓ **Gradient Boosting Machines:** (آلات التعزيز التدرجي), من أقوى النماذج المستخدمة حاليًا، يعتمد على تحسين الأداء تدريجيًا من خلال تدريب متسلسل لمجموعة من النماذج الضعيفة.
- ✓ **RandomForestRegressor** (غابة عشوائية) تجمع عدة أشجار قرار, يعطي نتائج قوية ويقلل من التفاوت.
- ✓ **K-Nearest Neighbors:** (خوارزمية أقرب الجيران) تقدر القيم بناءً على متوسط أقرب k جيران, بسيطة لكنها تتأثر بعدد الجيران وطريقة قياس المسافة، وقد تكون ضعيفة مع البيانات المزعجة أو ذات الأبعاد العالية.

الفرع الأول: بناء وتقييم نموذج الانحدار الخطي Logistic Regression (LR)

في هذا الفرع، سنقوم ببناء نموذج تنبؤي باستخدام خوارزمية (Linear Regression) الانحدار الخطي, بهدف التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, ويُعد هذا النموذج من أبسط تقنيات التنبؤ الإحصائي، حيث يفترض وجود علاقة خطية بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، مما يجعله نقطة انطلاق فعّالة لفهم الاتجاهات الأساسية في البيانات وتقديم خط أساس لمقارنة أداء النماذج الأكثر تعقيدًا لاحقًا.

1.إعداد النموذج:

تم إعداد نموذج الانحدار الخطي باستخدام مكتبة Scikit-learn بلغة Python, حيث لا يتطلب النموذج إعدادات معقدة نظرا لطبيعته البسيطة، فهو يعمل على تقدير معاملات العلاقة الخطية بين المتغيرات المستقلة والمتغير المستهدف, ويتم ذلك عبر الأوامر التالية:

الشكل رقم 27: بناء نموذج الانحدار الخطي

```
from sklearn.inspection import permutation_importance
dflr = pd.DataFrame(x_train, columns=[" صادرات المحروقات","سعر البترول" , "معدل البطالة %" , "التضخم %","سعر الفائدة الحقيقي
feature_names = dflr.columns
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

2. تقييم أداء النموذج باستخدام المؤشرات العامة لجودة النموذج:

تم اعتماد مجموعة من المؤشرات الإحصائية لتقييم أداء نموذج الانحدار الخطي في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات فالجزائر، تمثلت في كل من:

- ✓ **(MAE):** متوسط الخطأ المطلق.
- ✓ **(RMSE):** جذر متوسط مربع الخطأ.
- ✓ **(R^2):** ومعامل التحديد.

الجدول رقم 9: نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج الانحدار الخطي

المؤشرات	القيمة	النسبة%
MAE	393.6858	7.56
RMSE	242.5528	4.66
R^2	0.6297	62.97

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

حيث أظهرت نتائج النموذج أن قيمة **(MAE)** قد بلغت بالتقريب **393.69**، بنسبة مئوية قدرها **7.56** وهي نسبة جيدة, مما يعني أن متوسط الفارق بين القيم الحقيقية والمتنبأ بها يقدّر بحوالي **394 مليون دولار**، وهي قيمة تُعد معتدلة نسبيًا .أما بالنسبة لقيمة **(RMSE)** سجلت **242.55**، وهو ما يمثل نسبة **4.66%** من متوسط القيم الحقيقية، مما يدل على أن تباين الأخطاء محدود ولا توجد انحرافات كبيرة في التقدير, في المقابل بلغ معامل التحديد **R^2= 0.6297** ما يُشير إلى أن النموذج قادر على تفسير حوالي **62.97%** من المتغير التابع المتمثل في الصادرات الغير نفطية, انطلاقًا من المتغيرات الاقتصادية المستخدمة في الدراسة.

وبناءً على هذه النتائج، يمكن القول أن أداء النموذج **مقبول إلى جيد**، حيث يُظهر قدرة مقبولة على التنبؤ مع هامش خطأ معقول, غير أن نسبة التباين غير المفسَّر سجلت حوالي **37%** قد توحي بإمكانية تحسين النموذج من خلال اعتماد خوارزميات أكثر دقة وتعقيدًا.

3.تقييم النموذج باستخدام التحقق المتقاطع (Cross Validation):

لزيادة موثوقية نتائج نموذج الانحدار الخطي، تم الاعتماد على تقنية التحقق المتقاطع باستخدام **10** طيات **(K-Fold = 10)** ، حيث يتم تقسيم البيانات إلى عشرة أجزاء متساوية، ويُستخدم كل جزء مرة للاختبار بينما تُستخدم الأجزاء التسعة المتبقية للتدريب، ويتم تكرار العملية 10مرات لنتحصل على النتائج التالية:

الجدول رقم 10: نتائج التحقق المتقاطع للانحدار الخطي

Folde	القيمة	النسبة%
Folde1	213.1075	4.09
Folde2	249.0582	4.78
Folde3	297.6629	5.72
Folde4	383.0905	7.36
Folde5	583.7199	11.21
Folde6	496.0059	9.53
Folde7	305.1465	5.86
Folde8	632.2966	12.15
Folde9	606.4993	11.65
Folde10	1384.6994	26.61
Mean	515.1293	9.9

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

أظهرت النتائج تباينًا ملحوظًا في قيمة الخطأ المطلق **(MAE)** بين الطيات، حيث تراوحت بين **213.11 مليون دولار** في **(Fold1)**, وبلغت ذروتها عند قيمة **1,384.70مليون دولار** في **(Fold10)**, أما متوسط الخطأ عبر الطيات العشر فقد بلغ قيمة **515.13 مليون دولار**، وهو ما يعادل **9.9%**, ويشير هذا التباين إلى عدم استقرار أداء النموذج، إذ يُظهر لنا مستويات خطأ مقبولة في بعض الطيات، مقابل ارتفاع واضح في طيات أخرى مثل: **(Fold8)**، **(Fold9)** و**(Fold10)**, مما يدل على أن النموذج يعاني من حساسية لهيكل البيانات أو وجود تباين داخلي بين العيّنات الدراسة، مما يُضعف قدرته على التعميم عند تطبيقه لبيانات جديدة.

بناءً على هذه النتائج، يمكن القول أن نموذج الانحدار الخطي يُحقق أداءً مقبولًا بشكل عام، إلا أن عدم استقراره في كل الطيات يُبرز لنا مدى الحاجة للجوء لخوارزميات بديلة تكون أكثر قدرة على التقاط الأنماط المعقدة وتحقيق ثبات أعلى.

4.ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها فالنموذج:

بهدف تحديد العوامل الأكثر تأثيرًا على الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر، تم تحليل أهمية المتغيرات (Feature Importance) باستخدام نموذج الانحدار الخطي, لنتحصل على:

الجدول رقم 11: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج الانحدار الخطي

المتغيرات	Importance	% النسبة
صادرات المحروقات	0.3960	39.60
سعر الصرف الرسمي دينار/دولار	0.3170	31.70
% معدل البطالة	0.2585	25.85
سعر الفائدة الحقيقي	0.0004	0.04
% التضخم	0.0052	0.52
سعر الصرف الرسمي دينار/اورو	0.0094	0.94
سعر البترول	0.0135	1.35

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

أظهرت نتائج الجدول أعلاه أن **صادرات المحروقات** كانت المتغير الأكثر تأثيرًا على النموذج بنسبة قدرها **39.60%**، تليها **سعر الصرف الرسمي دينار/دولار** ثم **معدل البطالة** على التوالي **% 31.70، 25.85%**, مما يعكس الدور الكبير للعوامل الاقتصادية الأساسية في تفسير تغيرات الصادرات غير النفطية, في المقابل، أظهرت بعض المتغيرات تأثيرًا محدودًا على النموذج، مثل: سعر الفائدة الحقيقي ومعدل التضخم.

الفرع الثاني: بناء وتقييم شجرة القرار (Decision Tree)

في هذا الفرع سيتم بناء نموذج تنبؤي باستخدام خوارزمية شجرة القرار **(Decision Tree)**, بهدف التنبؤ بقيمة الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, وتعتمد هذه الخوارزمية على تقسيم البيانات إلى فروع متتالية بناءً على شروط بسيطة، مما يجعلها سهلة التفسير وقادرة على التعامل مع العلاقة بين المتغيرات.

1.إعداد النموذج:

كان إعداد نموذج شجرة القرار باستخدام مكتبة Scikit-learn بلغة Python, ومن ثم تم تحديد العشوائية (random_state=42), لضمان قابلية تكرار النتائج، دون فرض عمق معين للشجرة، مما يسمح للنموذج بالتعامل بحرية من البيانات, بإتباع الأوامر التالية:

الشكل رقم 28: بناء نموذج شجرة القرار

```
dt_model = DecisionTreeRegressor(random_state=42)
dt_model.fit(x_train, y_train)
y_pred = dt_model.predict(x_test)
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

2.تقييم أداء النموذج باستخدام المؤشرات العامة لجودة النموذج:

تم تقييم أداء النموذج من خلال ثلاث مؤشرات رئيسية، وهي :متوسط الخطأ المطلق **(MAE)** وجذر متوسط مربع الخطأ **(RMSE)**, ومعامل التحديد **(R^2)**, وذلك لقياس دقة التنبؤ وجوده بين القيم المتوقعة والقيم الفعلية للصادرات غير النفطية, ويتضح ذلك فالجدول الموالي:

الجدول رقم12 : نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج شجرة القرار

المؤشرات	القيمة	النسبة%
MAE	177.4	3.4
RMSE	238.6901	4.58
R^2	0.8829	88.29

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

تبين من النتائج أن قيمة **(MAE)** بلغت **177.4مليون دولار**، وهو ما يمثل نسبة **3.4%** فقط من المتوسط العام للقيم الحقيقية، مما يدل على أن متوسط الخطأ في التنبؤ منخفض نسبيًا, كما بلغ **RMSE = 238.69 مليون دولار**، بنسبة **4.58%**، وهي قيمة قريبة من **MAE**، مما يُشير إلى أن الأخطاء الكبيرة قليلة، وأن النموذج يُنتج تنبؤات مستقرة, أما معامل التحديد **(R^2)** فقد بلغ **0.8829**، أي

أن النموذج جيد جدا وقادر على تفسير حوالي **88.29%** من التباين في قيم الصادرات خارج قطاع المحروقات، وهي نسبة مرتفعة جدًا وتُشير إلى ملائمة قوية بين النموذج والبيانات.

تُشير هذه النتائج إلى أن النموذج يُحقق أداءً عالي الجودة، حيث يجمع بين انخفاض مستويات الخطأ وارتفاع قدرة التفسير، مما يُعزز من مصداقيته في التنبؤ ويُبرز تفوقه بالمقارنة مع نموذج الانحدار الخطر, ويمثل هذا الأداء مؤشرًا على نجاح النموذج في التقاط العلاقات غير الخطية والمعقدة بين المتغيرات الاقتصادية المستقلة والصادرات غير النفطية.

3.تقييم النموذج باستخدام التحقق المتقاطع (Cross Validation):

تم تقييم أداء النموذج باستخدام تقنية التحقق المتقاطع **(K-Fold Cross-Validation)** عبر تقسيم البيانات إلى 10طيات، بهدف فحص استقراره ومدى مصداقية النموذج عند تطبيقه على بيانات الدراسة وهوا كالتالي:

الجدول رقم 13: نتائج التحقق المتقاطع لشجرة القرار

Folde	القيمة	النسبة%
Folde1	80.3333	1.54
Folde2	397	7.63
Folde3	312.6667	6.01
Folde4	494.6667	9.51
Folde5	1753.5	33.7
Folde6	660	12.68
Folde7	307.5	5.91
Folde8	252	4.84
Folde9	1591	30.58
Folde10	3226	62
Mean	907.4667	17.44

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

تبين من النتائج المذكورة أعلاه وجود تباينا واضحا في قيمة **(MAE)** بين الطيات، حيث تراوحت بين **80.33 مليون دولار** فقط في **(Fold1)** أي بنسبة 1.54%، ووصلت لذروتها عند **3,226 مليون دولار** في الطية العاشرة بنسبة خطأ بلغت **62%**، وهو ما يعد مرتفعا جدا, كما بلغ متوسط الخطأ عبر جميع الطيات **907.47 مليون دولار** والذي بدوره يمثل نسبة **17.44%** من المتوسط العام للقيم الحقيقية, ويتضح من النتائج أن النموذج يعاني من عدم الاستقرار في الأداء، إذ يُظهر دقة عالية جدًا في بعض الطيات، مقابل أداء ضعيف جدا في طيات أخرى, إلا أن ارتفاع التباين بين الطيات يضعف من قدرته على التعميم ويقلل من مصداقيته, مما يجعلنا بحاجة لاختيار نموذج آخر ليعطينا أفضل نتيجة ممكنة.

4.ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها فالنموذج:

تم استخدام خاصية **"Feature Importance"** المستخرجة من نموذج شجرة القرار لتحليل مدى تأثير كل متغير على التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, ونوضح ذلك فيما يلي:

الجدول رقم 14: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج شجرة القرار

المتغيرات	Importance	% النسبة
سعر الصرف الرسمي دينار/اورو	0.841082	84.10
% معدل البطالة	0.081590	8.15
سعر الفائدة الحقيقي	0.029413	2.94
صادرات المحروقات	0.025686	2.56
سعر البترول	0.012221	1.22
سعر الصرف الرسمي دينار/دولار	0.009200	0.92
% التضخم	0.000809	0.08

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

اتضح من النتائج أن **سعر الصرف الرسمي دينار/يورو** بنسبة **84.10%** يُعد المتغير الأكثر تأثيرًا في النموذج، بفارق واضح عن بقية المتغيرات، وهو ما يشير إلى أهمية هذا العامل لتفسير

التغيرات في الصادرات غير النفطية, وفي المقابل سجل كل من **التضخم** و**سعر الصرف الرسمي دينار/دولار** و**سعر البترول** على التوالي **0.08%, 0.92%, 1.22%** نسب تأثير ضعيفة جدا.

الفرع الثالث: بناء وتقييم نموذج الغابة العشوائية(Random Forest)

في هذا الفرع، سنقوم ببناء نموذج تنبؤي باستخدام خوارزمية **(Random Forest)** الغابة العشوائية, وذلك بهدف التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, حيث تعتمد هذه الخوارزمية على إنشاء مجموعة من أشجار القرار وتوحيد نتائجها باستخدام آلية التصويت بالأغلبية، مما يحسن من دقة التنبؤ ويقلل من مشكلة الإفراط في التخصيص.

1.إعداد النموذج:

تم إعداد نموذج الغابة العشوائية باستخدام مكتبة **Scikit-learn** بلغة **(Python)**, تم ضبط عدد الأشجار (n_estimators) على 100 شجرة، مع تحديد عشوائية ثابتة (random_state=42) لضمان قابلية إعادة التكرار, لم يتم تقييد عمق الشجرة للسماح للنموذج بالتعلم الكامل من خصائص البيانات, بإتباع الأوامر التالية:

الشكل رقم 29: بناء نموذج الغابة العشوائية

```
rf_model = RandomForestRegressor(n_estimators=100, random_state=42)
rf_model.fit(x_train, y_train)
y_pred = rf_model.predict(x_test)
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

2. تقييم أداء النموذج باستخدام المؤشرات العامة لجودة النموذج:

تم تقييم أداء النموذج من خلال ثلاث مؤشرات رئيسية، وهي :متوسط الخطأ المطلق **(MAE)** وجذر متوسط مربع الخطأ **(RMSE)**, ومعامل التحديد **(R^2)**, وذلك لقياس دقة التنبؤ وجوده بين القيم المتوقعة والقيم الفعلية للصادرات غير النفطية, ويتضح ذلك فالجدول الموالي:

الجدول رقم 15: نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج الغابة العشوائية

المؤشرات	القيمة	النسبة%
MAE	189.868	3.65
RMSE	191.4336	3.68
R^2	0.9247	92.47

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

نلاحظ من خلال نتائج الجدول أن قيمة **(MAE)** بلغت بالتقريب **189.87مليون دولار**، وهي **3.65%** فقط من المتوسط العام للقيم الحقيقية، أي أنه مؤشر ممتاز ويدل على أن النموذج ينتج تنبؤات دقيقة, أما قيمة **RMSE** فقد بلغت **191.43مليون دولار**، مما يرمز لانخفاض مستوى التشتت بين القيم المتنبأ بها والقيم الحقيقية, ومن جهة أخرى بلغ معامل التحديد $R^2 = 0.9247$، وهو ما يعني أن النموذج قادر على تفسير حوالي **92.47%** من التباين في البيانات، مما يُعد مؤشرًا قويًا جدًا على فعالية النموذج.

3.تقييم النموذج باستخدام التحقق المتقاطع (Cross Validation):

تم تقييم أداء نموذج الغابة العشوائي **(Random Forest Regressor)**, استخدام تقنية التحقق المتقاطع (K-Fold Cross-Validation) عبر تقسيم البيانات إلى عشر طيات **(10Folds)**، وذلك من أجل قياس مدى استقراره وفعاليته في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر عند تطبيقه على بيانات لم يُدرّب عليها, لنتحصل على النتائج التالية:

الجدول رقم 16: نتائج التحقق المتقاطع لنموذج الغابة العشوائية

Folde	القيمة	النسبة%
Folde1	270.5966	5.2
Folde2	307.8433	5.92
Folde3	266.54	5.12
Folde4	526.67	10.12
Folde5	565.36	10.87
Folde6	597.63	11.49
Folde7	142.88	2.75
Folde8	62.25	1.2
Folde9	1049.84	20.18
Folde10	2330.745	44.8
Mean	612.0364	11.76

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

أظهرت النتائج المبينة أعلاه تباينًا ملحوظًا في الخطأ المطلق عبر الطيات المختلفة، حيث سجل النموذج **أقل قيمة خطأ** كانت في الطية **(Fold8)** بمقدار **62.25 مليون دولار** بنسبة **20.18%**، في حين سجل **أعلى قيمة خطأ** في الطية **(Fold10)** بمقدار **2,330.75 مليون دولار** بنسبة **44.8%**, مما يُشير إلى وجود حالات شاذة أثّرت على أداء النموذج بشكل كبير, أما **متوسط الخطأ عبر جميع الطيات** فقد بلغ **612.04 مليون دولار**، بنسبة **11.76%**، وهي نسبة مقبولة نسبيًا مقارنة بمستوى الخطأ الكلي المحتمل في هذا النوع من البيانات الاقتصادية.

ليتبين لنا أن النموذج قادر على تقديم أداء جيد في معظم الحالات، إلا أن التفاوت الكبير في دقة التنبؤ بين الطيات يدل على أنه **عرضة للتأثر ببنية العينة** المُستخدمة في التدريب, لذا يُوصى باختيار نموذج آخر يكون أكثر دقة لضبط معلمات النموذج, بهدف تحقيق أداء أكثر توازنًا واستقرارًا.

4.ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها فالنموذج:

من خلال استخدام خاصية **"Feature Importance"** التي توفرها خوارزمية الغابة العشوائية، تم تحديد المتغيرات الأكثر تأثيرًا في عملية التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, مرتبة في الجدول التالي:

الجدول رقم 17: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج الغابة العشوائية

المتغيرات	Importance	% النسبة
سعر الصرف الرسمي دينار/دولار	0.343885	34.38
سعر الصرف الرسمي دينار/اورو	0.343411	34.34
% التضخم	0.194204	19.42
سعر الفائدة الحقيقي	0.044231	4.42
% معدل البطالة	0.035877	3.58
سعر البترول	0.022000	2.20
صادرات المحروقات	0.016392	1.63

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

تبين من الجدول أعلاه أن **سعر الصرف الرسمي (دينار/دولار)** و**سعر الصرف الرسمي (دينار/يورو)** هما الأكثر تأثيرا بنسبة **34.38%**، **34.34%** على التوالي, حيث سجل كلاهما قيم متقاربة وعالية، أما في المقابل فقد جاءت متغيرات: **سعر البترول** و**صادرات المحروقات** في مراتب أقل بنسب **2.20%**، **1.63%**, مما يشير إلى أن تأثيرها على الصادرات غير النفطية ضمن هذا النموذج كان محدودا.

الفرع الرابع: بناء وتقييم نموذج آلات التعزيز التدرجي Gradient Boosting Machines (GBM)

في هذا القسم، سنقوم ببناء نموذج تنبؤي باستخدام خوارزمية آلات التعزيز التدرجي (Gradient Boosting Machines)، للتنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, بينما تعتمد هذه الخوارزمية على بناء سلسلة من النماذج الضعيفة (أشجار قرار), بحيث يصحح كل نموذج جديد الأخطاء

التي وقع فيها النموذج السابق، مما يؤدي إلى تحسين تدريجي في الأداء وزيادة الدقة، خاصة عند التعامل مع العلاقات المعقدة وغير الخطية في البيانات.

1.إعداد النموذج:

تم إعداد نموذج آلات التعزيز التدرجي باستخدام مكتبة **Scikit-learn** بلغة Python, إلى جانب تثبيت العشوائية (random_state=42) لضمان ثبات النتائج, كما هو موضح فالأوامر التالية:

الشكل رقم 30 : بناء نموذج آلات التعزيز التدريجي

```
gbm_model = GradientBoostingRegressor(n_estimators=100, learning_rate=0.1, max_depth=3, random_state=42
gbm_model.fit(x_train, y_train)
y_pred = gbm_model.predict(x_test)
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

2. تقييم أداء النموذج باستخدام المؤشرات العامة لجودة النموذج:

الجدول رقم 18: نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج آلات التعزيز التدريجي

المؤشرات	القيمة	النسبة%
MAE	92.4229	1.78
RMSE	502.3296	9.65
R^2	0.9658	**96.58**

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

أظهرت نتائج التقييم أن النموذج يتمتع بدقة عالية في التنبؤ، حيث بلغ متوسط الخطأ المطلق **(MAE) حوالي 92.42 مليون دولار**، أي بنسبة **1.78%** فقط من القيم الفعلية وهي نتيجة ممتازة جدا, كما بلغت قيمة **(RMSE)** حوالي **502.33 مليون دولار**، والأهم من ذلك أن معامل التحديد **(R^2)** سجل قيمة **0.9658**، أي أن النموذج يفسر **96.58%** من التباين في البيانات، وهو ما يُعد مؤشراً قويًا جدا على جودة النموذج وقدرته على التنبؤ بدقة, ويمكن القول عليه أنه قريب للكمال.

تُشير المؤشرات إلى أن نموذج **(GBM)** يُعد من بين **أفضل النماذج المستخدمة** في هذه الدراسة, من حيث الدقة والانضباط في التنبؤ، مما يجعله اختيارا موفقا لتنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات فالجزائر, ومع ذلك يُنصح لاحقًا بتعزيز التقييم باستخدام التحقق المتقاطع لضمان ثبات النموذج عند تطبيقه على بيانات مختلفة.

3.تقييم النموذج باستخدام التحقق المتقاطع (Cross Validation):

تم تقييم أداء نموذج آلات التعزيز التدرجي **(Gradient Boosting Regressor)** باستخدام تقنية التحقق المتقاطع **(K-Fold Cross-Validation)**، بالاعتماد على مؤشرات شاملة لقياس جودة التنبؤ, واختبار مدى قدرة النموذج على التعميم عند تطبيقه على بيانات لم يُدرّب عليها مباشرة, تم تقسيم العينة إلى عشر طيات **(10Folds)**، حيث يتم في كل مرة تدريب النموذج على تسع طيات, واختباره على الطية العاشرة، لضمان توزيع شامل وعادل للبيانات, لنتحصل في الأخير على النتائج التالية:

الجدول رقم 19: نتائج التحقق المتقاطع لنموذج آلات التعزيز التدريجي

Folde	القيمة	النسبة%
Folde1	57.1551	1.1
Folde2	149.2068	2.87
Folde3	247.0712	4.75
Folde4	431.5778	8.29
Folde5	1036.4049	19.92
Folde6	570.5189	10.97
Folde7	143.1102	2.75
Folde8	187.2233	3.6
Folde9	1068.4828	2.05
Folde10	1779.098	34.19
Mean	566.9849	10.9

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

أظهرت نتائج التحقق المتقاطع باستخدام تقنية **K-Fold Cross Validation (k=10)** لتقييم أداء نموذج آلات التعزيز التدرجي **(GBM)** تفاوتًا ملحوظًا في مستويات الخطأ بين الطيات, فقد سجل النموذج أقل نسبة خطأ في **Fold1** الطية الأولى بقيمة **57.15** ذات النسبة **1.1%**، تليها **Fold2** بنسبة **2.87%**، و**Fold7** بنسبة **2.75%**، ما يشير إلى أن النموذج كان دقيقًا جدًا وممتاز في التنبؤ في هذه الطيات, أما في المقابل، سجلت بعض الطيات نسب خطأ مرتفعة، أبرزها **Fold10** التي بلغت فيها نسبة الخطأ **34.19%**، وهي أعلى نسبة سجلها النموذج، لتليها **Fold5** بنسبة **19.92%**، ومن ثم **Fold6** بنسبة قدرها **10.97%**, وهذا التباين قد يكون ناتجًا عن تداخل أو تباين في خصائص البيانات المستخدمة في تلك الطيات، أو عن وجود بعض القيم التي أثّرت على الأداء,

فبشكل عام، قد بلغ **متوسط الخطأ (Mean)** عبر جميع الطيات نحو **10.9%** بقيمة **566.98**، وهو مؤشر مقبول يعكس أداءً جيدًا للنموذج في معظم البيانات، مع قابلية للتحسين عبر ضبط المعلمات ولا ربما بإضافة بيانات أخرى للنموذج, أو استخدام تقنيات معالجة بيانات إضافية.

4.ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها فالنموذج:

قمنا بإبراز أهمية المتغيرات في نموذج **GBM** باستخدام خاصية **"Feature Importance"** التي تحدد لنا مدى مساهمة كل متغير في تحسين القدرة التنبؤية للنموذج, لنتحصل على الجدول التالي:

الجدول رقم 20: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج آلات التعزيز التدريجي

المتغيرات	Importance	% النسبة
سعر الصرف الرسمي دينار/اورو	0.508507	50.85
سعر الصرف الرسمي دينار/دولار	0.388202	38.82
% معدل البطالة	0.047978	4.79
سعر البترول	0.020439	2.04
صادرات المحروقات	0.017012	1.70
سعر الفائدة الحقيقي	0.013226	1.32
% التضخم	0.004637	0.46

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

أظهرت نتائج نموذج آلات التعزيز التدرجي أن **أسعار الصرف** تُعد المتغيرات الأكثر تأثيرًا في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, حيث جاء **سعر الصرف الرسمي دينار/يورو** في المرتبة الأولى بأهمية نسبية بلغت **50.85%**، يليه مباشرة **سعر الصرف الرسمي دينار/دولار** بنسبة **38.82%**، مما يعكس الدور الحاسم لتقلبات أسعار الصرف في توجيه حركة الصادرات، خصوصًا في اقتصاد يعتمد على الاستيراد والتصدير بشكل كبير, أما في المرتبة الثالثة فقد جاء **معدل البطالة** بنسبة تقريبا **4.8%**، ليفسر وجود ارتباط محدود بين سوق العمل وأداء الصادرات غير النفطية, أما المتغيرات الأخرى مثل: **سعر البترول (2.04%)** و**صادرات المحروقات (1.70%)** سجلت تأثيرا ضعيفا، وهو ما يعكس استقلال نسبي لأداء الصادرات الغير نفطية مع قطاع الطاقة ضمن هذا النموذج, وفي نهاية الترتيب، جاءت نسبة كل من: **سعر الفائدة الحقيقي (1.32%)** و**نسبة التضخم (0.46%)**، حيث أظهر كلاهما تأثيرًا هامشيا في النموذج، مما يُشير إلى أن العوامل النقدية والمالية لا تُشكّل محددا رئيسيا لأداء الصادرات غير النفطية في الدراسة.

الفرع الخامس: بناء وتقييم نموذج أقرب الجيران K-Nearest Neighbors (KNN)

في هذا الفرع، سيتم بناء نموذج تنبؤي باستخدام خوارزمية أقرب الجيران **(K-Nearest Neighbors - KNN)**، بهدف التنبؤ بالصادرات غير النفطية في الجزائر, حيث تقوم هذه الخوارزمية على

مبدأ بسيط يتمثل في مقارنة العينة الجديدة بأقرب **(K)** نقاط موجودة في مجموعة التدريب، ومن ثم تقدير القيمة المستهدفة بناءً على متوسط أو أغلبية هذه النقاط, وتعتبر خوارزمية **KNN** فعالة في اكتشاف الأنماط المحلية في البيانات، لكنها قد تتأثر بحجم البيانات، مما يتطلب اختيارًا دقيقًا لعدد الجيران **(K)** وطرق القياس المناسبة.

1.إعداد النموذج:

تم إعداد نموذج أقرب الجيران باستخدام مكتبة Scikit-learn بلغة Python تم تعيين عدد الجيران (n_neighbors) ، مع إمكانية تعديلها لاحقًا بناءً على الأداء, كما هو موضح فالصورة الموالية:

الشكل رقم 31: بناء نموذج أقرب الجيران K

```
from sklearn.neighbors import KNeighborsRegressor
knn_model = KNeighborsRegressor(n_neighbors=3)  # جربي تغيري K = 3 حسب البيانات أو 5 أو 7
knn_model.fit(x_train, y_train)
y_pred = knn_model.predict(x_test)
```

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

1.تقييم أداء النموذج باستخدام المؤشرات العامة لجودة النموذج:

تم تقييم أداء نموذج الجار الأقرب بعد تدريبه على بيانات التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر، وذلك باستخدام مجموعة من مؤشرات التقييم المعتمدة في نماذج الانحدار كما هو موضح فالجدول التالي:

الجدول رقم21 : نتائج المؤشرات العامة لجودة نموذج أقرب الجيران K

المؤشرات	القيمة	النسبة%
MAE	199.333	3.83
RMSE	259.4338	4.99
R^2	0.8617	86.17

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

من الجدول أعلاه تبين أن النموذج يحقق أداءً جيدًا، حيث بلغ متوسط الخطأ المطلق **(MAE)** حوالي **199.33** وحدة بنسبة خطأ تبلغ **3.83%** فقط, أما ما يخص **(RMSE)** فقد بلغ **259.43** بوحدة التنبؤ، ما يعادل نسبة قدرها **4.99%**, بينما سجل معامل التحدي **0.8617** أي ما يعادل **86.17%**، وهو ما يدل على أن النموذج قادر على تفسير نسبة كبيرة من التباين في المتغير التابع (الصادرات غير النفطية) بالاعتماد على المتغيرات المستقلة المدخلة.

ليتبين أن نموذج **KNN** يمتلك قدرة تنبؤية معتبرة، مما يجعله خيارًا فعّالًا في حالات معينة خاصة مع بيانات غير خطية.

3.تقييم النموذج باستخدام التحقق المتقاطع (Cross Validation):

من أجل زيادة الموثوقية لدى نتائج نموذج الجار الأقرب **(KNN)**، تم إجراء التحقق المتقاطع باستخدام تقسيم البيانات إلى عشر طيات **(10Folds)** لنتحصل على النتائج التالية:

الجدول رقم 22: نتائج التحقق المتقاطع لنموذج أقرب الجيران K

Folde	القيمة	النسبة%
Folde1	122.3333	2.35
Folde2	240.7778	4.63
Folde3	191	3.67
Folde4	431	8.28
Folde5	138.6667	2.66
Folde6	694.1667	13.34
Folde7	90.1667	1.732
Folde8	405.1667	7.79
Folde9	178.5	3.43
Folde10	2427	46.65
Mean	491.8778	9.45

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

وقد أظهرت نتائج كل طية وجود تباينًا في مستويات الخطأ، حيث تراوحت نسبة الخطأ بين **1.73%**و**46.65%**، مع تسجيل أعلى خطأ في الطية العاشرة، مما يشير إلى وجود تباين في أداء النموذج حسب تقسيمات البيانات, بينما بلغ متوسط الخطأ عبر جميع الطيات حوالي **491.88** وحدة بنسبة خطأ تعادل **9.45%**، وهو ما يعتبر أداءً مقبولا.

4.ترتيب المتغيرات حسب التأثير في النموذج:

يعرض الجدول أدناه ترتيب المتغيرات المستعملة في نموذج الجار الأقرب وفقًا لمدى تأثيرها في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر، تم استخراج أهمية المتغيرات **(Feature Importance** بناءً على مساهمتها في دقة النموذج, حيث احتسبت درجة الأهمية لكل متغير بناءً على مساهمته في تحسين أداء النموذج, ويتضح ذلك فيما يلي:

الجدول رقم 23: ترتيب المتغيرات حسب تأثيرها في نموذج أقرب الجيران K

المتغيرات	Importance	النسبة
سعر الصرف الرسمي دينار/اورو	0.1932	19.32
% معدل البطالة	0.1175	11.75
سعر البترول	0.1151	11.51
صادرات المحروقات	0.0858	8.58
سعر الصرف الرسمي دينار/دولار	0.0457	4.57
سعر الفائدة الحقيقي	0.0022	0.22
% التضخم	0.0188	1.88

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

تبين لنا من النتائج للجدول أن **سعر الصرف الرسمي دينار/يورو** كان المتغير الأكثر تأثيرًا بنسبة **19.32%**، ويمثل المتغير الأكثر تأثيرًا في النموذج، مما يفسر لنا مدى تأثير تقلبات هذا السعر بشكل مباشر وواضح على النموذج, يليه **معدل البطالة** و**سعر البترول** بنسبة **11.75%** و**11.51%** على التوالي, كما ساهمت **صادرات المحروقات** بنسبة **8.58%** في تفسير التغيرات, في المقابل سجل كل من **سعر الفائدة الحقيقي** و**التضخم** نسب تأثير ضعيفة جدًا بلغت **0.22%**

و **1.88%** على التوالي، مما يشير إلى محدودية دورهما في النموذج، وفقا لطبيعة العلاقة الغير الخطية بين هذه المتغيرات والصادرات خارج المحروقات.

المطلب الثالث: تلخيص النتائج وتحليلها

1.ملخص تقييم الأداء لكل النماذج:

تم تقييم أداء خمسة نماذج تعلم آلي في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات فالجزائر, باستخدام ثلاثة مؤشرات رئيسية للأداء وهي: معامل التحديد **(R^2)**, وجذر متوسط مربع الخطأ **(RMSE)** ومتوسط الخطأ المطلق **(MAE)**, حيث يوضح الجدول التالي نتائج تقييم النماذج الخمسة المدروسة:

الجدول رقم 24: ملخص عام لنتائج تقييم أداء كل نموذج باستخدام المؤشرات العامة

النماذج	MAE	RMSE	R^2
LR	393.6858	242.5528	62.97%
DT	177.4	238.6901	88.29%
RF	189.868	191.4336	92.47%
GBM	92.4229	502.3296	**96.58%**
KNN	199.333	259.4338	86.17%

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

من ما أظهرته النتائج السابقة نلاحظ وجود تفاوت في كفاءة النماذج:

- ✓ **نموذج الانحدار الخطي (LR):** سجل أدنى أداء بين النماذج، حيث بلغ معامل التحديد 62.97%، مما يشير إلى قدرته المحدودة على تفسير التباين في البيانات, كما كانت قيمة MAE مرتفعة جدا (393.68)، مما يدل على ضعف الدقة التنبؤية.
- ✓ **نموذج شجرة القرار (DT):** أظهر تحسنا كبيرا مقارنة بالانحدار الخطي، حيث ارتفع R^2 إلى 88.29%، وانخفض MAE إلى 177.4، مما يعكس تحسينا في الدقة.
- ✓ **نموذج الغابة العشوائية (RF):** حقق R^2 بنسبة 92.47% و RMSE أقل من DT، مما يشير إلى قدرة أكبر على التنبؤ، رغم أن MAE ارتفعت قليلا (189.86).

- ✓ **نموذج تعزيز التدرج (GBM):** سجل أفضل أداء من حيث معامل التحديد **(96.58%)** وأدنى قيمة لـ(92.42) MAE، مما يدل على دقة عالية جدا بل وممتازة في التنبؤ, إلا أن RMSE كان مرتفعا نسبيا بقيمة (502.32)، وهو ما قد يشير إلى تأثر النموذج ببعض القيم الشاذة.
- ✓ **نموذج الجار الأقرب (KNN):** كان أداؤه متوسطا، مع تسجيل قيمة كل من R^2 بنسبة 86.17% و MAE بلغ 199.33.

2.ملخص التحقق المتقاطع لكل النماذج:

تم تقييم أداء خمسة نماذج تعلم آلي في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر، باستخدام نتائج **التحقق المتقاطع (Cross-Validation)**, بهدف اختبار استقرار أداء كل نموذج عند تطبيقه على عينات بيانات مختلفة, وقد تم اعتماد مؤشرين أساسيين للأداء في هذا التقييم، وهما: **متوسط الخطأ (Mean)** ، و**النسبة المئوية له**, حيث يوضح الجدول التالي ملخص شامل لنتائج التحقق المتقاطع في النماذج الخمسة المدروسة:

الجدول رقم 25: ملخص عام لنتائج التحقق المتقاطع لكل نموذج

النماذج	Mean	النسبة %
LR	515.1293	9.9
DT	907.4667	17.44
RF	612.0364	11.76
GBM	566.9849	10.9
KNN	491.8778	9.45

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على مخرجات (Python)

يظهر أن **نموذج KNN** قد حقق **أقل نسبة خطأ (9.45%)**، إلى جانب **أقل متوسط خطأ (491.88)**، مما يدل على استقرار أدائه عند تطبيق التحقق المتقاطع, يليه **نموذج LR** بنسبة خطأ 9.9%، وهو أداء جيد نسبيًا رغم ضعف دقته في التقييم العام السابق, **نموذج GBM** حافظ على أداء مقبول، بنسبة خطأ 10.9% ومتوسط 566.98، مما يشير إلى ثبات نسبي في أدائه عبر

مختلف أجزاء البيانات, أما نموذجا **DT** و**RF** فقد أظهرا نتائج أضعف في هذا النوع من التقييم، خاصة نموذج شجرة القرار **(DT)** الذي سجل أعلى نسبة خطأ 17.44% وأعلى متوسط خطأ.

3.الاختيار النهائي للنموذج الأفضل:

تشير نتائج التحقق المتقاطع إلى أن نموذج **KNN** يتمتع بدرجة عالية من **الاستقرار والموثوقية** في الأداء التنبؤي، حيث سجل أقل نسبة خطأ نسبي وأدنى متوسط للخطأ مقارنة ببقية النماذج, غير أن اختيار النموذج الأنسب لا يستند فقط على نتائج التحقق المتقاطع، بل يتطلب النظر الشامل إلى مختلف مؤشرات الأداء، بما في ذلك **معامل التحديد (R^2)**، و**جذر متوسط مربع الخطأ (RMSE)**، و**متوسط الخطأ المطلق (MAE)**، وذلك لتحقيق التوازن بين الدقة التنبؤية والاستقرار العام للنموذج.

ورغم أن نموذج **GBM** أظهر قيمة مرتفعة نسبيا لمؤشر RMSE، إلا أنه تميز بتحقيق **أعلى قيمة لمعامل التحديد (R^2) بلغت 96.58%**، مما يدل على قدرته الكبيرة على تفسير التباين في البيانات, كما أنه سجل **أدنى MAE** من بين جميع النماذج المختبرة مما يعكس دقته العالية في التنبؤ, وتقليلا ملموسا لمتوسط الخطأ, وبالتالي فإن هذه النتائج تؤكد أن نموذج **" GBM "** يوفر أداءً قويا جدا من حيث **القدرة التفسيرية والدقة التنبؤية** للدراسة على حد سواء، لا سيما في سياق الدراسات التي يكون الهدف الأساسي فيها هو تقديم تنبؤات أكثر دقيقة وموثوقية.

وبناءً على ما سبق، تم **اعتماد نموذج " GBM " كالنموذج النهائي المعتمد في هذه الدراسة،** وذلك لكونه يقدم موازنة فعالة بين جودة التنبؤ وعمق التفسير الإحصائي، مما يجعله الأنسب لتحقيق أهداف الدراسة.

خلاصة الفصل الثاني

خصص الفصل الثاني من هذه المذكرة للجانب التطبيقي، حيث تم الشروع في بناء نماذج تنبؤية اعتمادا على تقنيات تعلم الآلة لمعالجة وتحليل سلسلة زمنية من بيانات الاقتصاد الكلي في الجزائر, حيث شملت هذه البيانات مؤشرات مثل (سعر صرف الدينار مقابل الدولار واليورو، سعر النفط، معدل التضخم، البطالة، وسعر الفائدة الحقيقي), وذلك لتقدير قيمة الصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, فقد استخدمنا خمس نماذج تنبؤية تمثلت في الانحدار الخطي, شجرة القرار, أقرب الجيران K,

الغابة العشوائية وآلات التعزيز التدرجي **(GBM)** أظهرت نتائج التقييم أن النماذج الغير خطية RF و GBM تفوقت بشكل واضح من ناحية الدقة، حيث استطاعت التقاط العلاقات المعقدة بين المتغيرات بشكل أفضل من النماذج التقليدية, كما بيّنت التجربة مدى أهمية التحقق المتقاطع (Cross Validation) في تحسين موثوقية النتائج وتقليل التحيز.

هذه النماذج أظهرت قدرة الذكاء الاصطناعي على تقديم حلول واقعية لدعم السياسات الاقتصادية، مما يعكس إمكانية كبيرة لتوظيف هذه الأدوات في المستقبل لعدة مجالات اقتصادية، خاصة في ظل الحاجة الماسة للتنويع الاقتصادي.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

إنطلاقا من التساؤل الرئيسي المشار اليه فالمقدمة, كان الهدف من هذه الدراسة هو استكشاف الدور الممكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي، وتحديدا خوارزميات تعلم الآلة في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات في الجزائر, انطلقت الدراسة من إشكالية تتعلق بمدى فعالية هذه النماذج في تقديم توقعات دقيقة، من خلال تحليل بيانات الاقتصاد الكلي للفترة (2023–2000), حيث أظهرت النتائج أن الذكاء الاصطناعي عبر نماذجه غير الخطية، و يمتلك قدرة عالية على تحسين أداء التنبؤات مقارنة بالطرق التقليدية، لا سيما في البيئات المعقدة التي تتعدد فيها المؤثرات, وقد سجلت نتائج النموذجين GBM و RF تفوقا ملحوظ، وأكدا أن السياسات التصديرية يمكن أن تستفيد كثيرا من توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي لتوجيهها بكفاءة أعلى, كما سلطت الضوء على واقع الصادرات الجزائرية، مبرزة التحديات التي تعيق نموها وتنوعها، وقدمت مقترحات عملية قابلة للتطبيق, كما شكلت هذه المذكرة مرجعا متميزا للباحثين المهتمين بدمج الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الاقتصادية واتخاذ القرار.

وفي ختام هذه المذكرة، يمكن القول بأن الذكاء الاصطناعي بما يتضمنه من أدوات تحليل وتعلم، لم يعد مجرد تقنية حديثة بل أصبح ضرورة إستراتيجية في عصر البيانات, كما أكدت هذه الدراسة أن توظيف خوارزميات تعلم الآلة يمكن أن يساهم في فهم ديناميكيات الصادرات الغير نفطية, وتقديم نماذج دقيق تساعد صناع القرار في تحسين الأداء الاقتصادي وتوجيه الموارد بذكاء, ورغم التحديات المرتبطة بجمع البيانات وتطبيق النماذج البرمجية، إلا أن التجربة كانت ثرية جدا، وساهمت في إثراء الحقل المعرفي, وفتحت آفاقا واسعة للبحوث المستقبلية في هذا المجال, ولا ننسى أن الاستمرار في تطوير هذا النوع من الدراسات سيعزز من قدرة الجزائر على الخروج من تبعية المحروقات وتحقيق تنمية اقتصادية شاملة ومستدامة, وبهذا العمل نأمل أن نكون قد وضعنا بصمة علمية متواضعة تساهم في بناء اقتصاد وطني قائم على المعرفة والتحليل الذكي، ونفتح الباب أمام دراسات مستقبلية أكثر توسعا ودقة, وبعد إجرائنا للدراسة التنبؤية توصلنا إلى النتائج الآتية:

1.اختبار الفرضيات:

أظهرت نتائج الدراسة تأكيدا للفرضية الرئيسية، حيث أثبتت النماذج الغير خطية خصوصا (Random Forest, GBM)، مدى قدرتها العالية على التنبؤ الدقيق بقيمة الصادرات خارج المحروقات في الجزائر مقارنة بباقي النماذج.

كما تم تأكيد الفرضيات الفرعية:

- تم قبول الفرضية الأولى التي تنص على أن: " النموذج (KNN) يحقق أداء أفضل من باقي النماذج (LR، DT، RF، GBM) من حيث خطأ التنبؤ (MAE) "، حيث أظهر نموذج "GBM" أداء ممتازا من حيث دقة التنبؤ، رغم تقارب نتائجه مع نموذج (RF) في أغلبية المؤشرات.
- تم تأكيد الفرضية الثانية التي تنص على أن: "النماذج غير الخطية مثل (RF، GBM) قادرة على التقاط العلاقات المعقدة في البيانات بشكل أفضل من النموذج الخطي"، حيث أن النماذج الغير خطية استطاعت التقاط العلاقات المعقدة بين المتغيرات الاقتصادية، وهو ما لم تستطع النماذج الخطية فعله.
- تم تأكيد الفرضية الثالثة التي تنص على أن: "استخدام التحقق المتقاطع (Cross Validation) يساهم في تقليل التحيز وتحسين استقرار النتائج"، لأن استخدام التحقق المتقاطع (K-Fold CV), قد ساهم بشكل ملحوظ في تحسين استقرار النماذج وتقليل التحيز.

وبالتالي، فإن النتائج المتحصل عليها تدعم صحة الفرضيات المطروحة وتؤكد جدوى استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ الاقتصادي.

2.نتائج الدراسة:

- ✓ أظهرت النماذج الغير خطية مثل الغابة العشوائية (RF) وآلات التعزيز التدريجي (GBM) أداءً تنبؤيًا عاليًا مقارنة بالنماذج الخطية مثل الانحدار الخطي، حيث سجلت أقل مستويات في مؤشرات الخطأ (MAE، RMSE) وأعلى قيمة لمعامل التحديد (R^2).
- ✓ أثبت استخدام التحقق المتقاطع (K-Fold Cross Validation) فعاليته في تحسين دقة النماذج وتقليل التحيز، مما أعطى نتائج أكثر استقرارًا وموثوقية.

- ✓ تبين أن العوامل الاقتصادية الكلية مثل سعر صرف الدينار، وسعر البترول، والتضخم، لها تأثير كبير في تحديد مستوى الصادرات خارج قطاع المحروقات، مما يجعلها متغيرات أساسية في بناء أي نموذج تنبؤي مستقبلي.
- ✓ أكدت الدراسة أن استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي، لا سيما تعلم الآلة، يمكن أن يشكل بديلاً فعالاً عن النماذج الاقتصادية التقليدية في تحليل الظواهر الاقتصادية المركبة.
- ✓ استخدام "تقنيات الذكاء الاصطناعي" في التحليل الاقتصادي يدل على وعي بأهمية التطورات التكنولوجية الحديثة في تحسين دقة وكفاءة التنبؤات الاقتصادية مقارنة بالأساليب التقليدية.
- ✓ إبراز مدى أهمية جمع البيانات الاقتصادية بكل دقيقة وشفافية وشمولية للموضوع, حيث تعد الشرط الأساسي لنجاح تطبيق للذكاء الاصطناعي في دراستنا.

ومنه فإن الدراسة قد أثبتت نجاح الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالصادرات خارج قطاع المحروقات فالجزائر، حيث أن هذه النماذج يمكن أن تزود صناع القرار في الجزائر بأدوات قوية للتخطيط المستقبلي، وصياغة سياسات تجارية جديدة، وتحديد القطاعات التي ستساهم في لزيادة الصادرات الغير لنفطية ودعمها من قبل الحكومة.

التوصيات:

- ❖ تشجيع تبني الذكاء الاصطناعي، وتكوين كفاءات محلية متخصصة في النمذجة الاقتصادية الذكية, وجعلها تجتاح مختلف المؤسسات الاقتصادية في الجزائر.
- ❖ إنشاء قواعد بيانات وطنية موحدة ومفتوحة فيها كل المعلومات التي تضم مختلف المؤشرات الاقتصادية الكلية، لتسهيل الدراسات التنبؤية وتحسين دقة النماذج, دون مواجهة صعوبة في جمع البيانات من مختلف المصادر وتضيع الوقت والجهد.
- ❖ التركيز على دعم الصادرات خارج قطاع المحروقات, من خلال إصلاحات هيكلية تشجيع الإنتاج المحلي الموجه نحو الخارج.
- ❖ تشجيع البحث العلمي التطبيقي الذي يجمع بين الاقتصاد والذكاء الاصطناعي، مع توفير بيئة مناسبة لتطوير حلول مبنية على البيانات الضخمة والتحليلات الذكية.

- ❖ إعادة اختبار النماذج على بيانات فصلية أو شهرية مستقبلا إن توفرت، وذلك للتحقق من قدرتها على التنبؤ الدقيق في آجال أقصر, أو بإضافة متغيرات نوعية وكمية أخرى قد تؤثر على الصادرات في الجزائر.
- ❖ دعم تطوير أدوات تنبؤية محلية تعتمد على الذكاء الاصطناعي لاستخدامها في رسم السياسات الاقتصادية والمالية.

قائمة المراجع

Belhadi Afaf، Ayad Sidi Mohamed، و Zenasni Soumaia. (2021). Analytical and Foresight Study of the Performance of Non-Oil Economic Sectors in Algeria Afuture Vision for 2030. Journal of Economic Integration ، Vol09 (03°N)، 711.

David Cournapeau. (10 1, 2025). scikit-learn. تاريخ الاسترداد 21 5, 2025، من wikipedia: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Scikit-learn

Seaborn. (2025). تصور البيانات الإحصائية. تم الاسترداد من Seaborn: https://seaborn.pydata.org/tutorial/introduction

أحمد دقشة، و أحمد حنيش. (2024). استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الدور العربية(دراسة حالة الجزائر). مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية ، المجلد17 (العدد ديسمبر2024)، 231.

العياطي جهيدة، و بن عزة محمد. (جوان 2018). إشكالية تنويع وتنمية الصادرات خارج قطاع المحروقات وأثرها على النمو الاقتصادي–دراسة قياسية لأثر الصادرات النفطية وغير النفطية على النمو الاقتصادي في الجزائر–. مجلة العقار للدراسات الاقتصادية, مجلة علمية دولية محكمة مختصة في الميدان الاقتصادي .

الكوط مبارك، قرساس حياة، و ميلودي مصطفى. (2021). الصادرات خارج المحروقات–الواقع والمأمول–دراسة حالة الجزائر للفترة(2000إلى2020). مجلة الدراسات الأكاديمية ، المجلد3 (العدد4)، 125.

اللحيالي ليلى. (2023). استراتيجية الدولة الجزائرية لترقية الصادرات: من الانفتاح الاقتصادي الى سياسة تجارية لصالح الصادرات خارج المحروقات. مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والاقتصادية ، المجلد12 (العدد3)، 565.

إلهام أيت بن اعمر بن عجال. (2017). آليات تشجيع الصادرات خارج قطاع المحروقات "واقع وآفاق". كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قسم علوم التسيير. الجزائر: جامعة الجزاءر3.

جلال عكروت، و نوفل سمايلي. (2024). أفاق وتحديات تنمية الصادرات خارج المحروقات في الجزائر"برنامج الانعاش الاقتصادي"(2020–2024). مجلة الانسانية والعلوم الاجتماعية ، المجلد10 (العدد01)، 279.

جورج ماكنتاير، بريندان مارتن، و لورين واشنتن. (2024). Python Pandas Tutorial: A Complete Introduction for Beginners. تاريخ الاسترداد 21 5, 2025، من learndatasci: https://www-learndatasci-com.translate.goog/tutorials/python-pandas-tutorial-complete-introduction-for-beginners/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ar_&_x_tr_hl=ar_&_x_tr_pto=wa

قائمة المراجع

حمدان صدخان البزوني كاظم. (2023). أثر الذكاء الاصطناعي في نظرية الحق. لبنان: المؤسسة الحديثة للكتاب.

حميشة عبد الحميد. (2013). دور تحرير التجارة الخارجية في ترقية الصادرات خارج المحروقات في ظل التطورات الدولية الراهنة–دراسة حالة الجزائر–. كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قيم علوم الاقتصاد. الجزائر: جامعة خيضر بسكرة.

خالد ناصر السيد. (2004). أصول الذكاء الاصطناعي. المملكة العربية السعودية: مكتبة الرشد.

زعموكي سالم، و مرزق فتحية حبالي. (2023). الذكاء الاصطناعي وانعكاساته الاقتصادية على العالم. مجلة التراث ، المجلد13 (العدد4)، 35.

زهرة مصطفى. (2021). واقع وأفاق الصادرات خارج المحروقات في الجزائر الفترة من 2010إلى 2021. مجلة شعاع للدراسات الاقتصادية ، المجلد5 (العدد2)، 125.

سيف يوسف السويدي. (2023). نموذج الذكاء الاصطناعي ChatGPT. تركيا: دار الاصالة.

شادي عبدالحليم توفيق غانم، كمال مصطفي كمال أحمد سليم، محمد نبيل محمد النجار، نورا ناجح علي غنوم، و هاجر فوزي يوسف محمد. (2 12, 2022). أثر الصادرات علي النمو الاقتصادي المصري " ١٩٩٠ – ٢٠١٩ ". (المركز الديمقراطي العربي) تاريخ الاسترداد 19 2, 2025، من https://democraticac.de/?p=84333: https://democraticac.de/?p=84333

صفية بن قراب. (20 10, 2022). الاستخدامات الاقتصادية للذكاء الاصطناعي. المجلة الجزائرية للعولمة والسياسات الاقتصادية ، 117.

(1999). تأليف صلاح الدين نامق، التجارة الدولية (صفحة 10). القاهرة: دار المعارف.

طول محمد، و بكار أمال. (2023). الذكاء الاصطناعي كآلية للتنبؤ بالمبيعات في المؤسسة الاقتصادية–دراسة حالة CERAM الغزوات–. مجلة اقتصاد المال والأعمال ، المجلد8 (العدد1)، 727.

طوير أمال، و علاوي صفية. (2020). دراسة قياسية لأثر الصادرات على النمو الاقتصادي في الجزائر خلال الفترة (1990–2018). مجلة أبحاث اقتصادية معاصر ، مجلد3 (عدد2)، 37.

عبد الرحمان سارغن، و احمد جوشن. (2019). الذكاء الاصطناعي للأطفال. شانلي اورفا: مركز STEM والعلوم.

عياد هشام. (2021). دراسة قياسية لأثر الصادرات خارج المحروقات على النمو الاقتصادي بالجزائر خلال الفترة (1985–2019). مجلة دفاتر بوادكاس ، المجلد10 (العدد1)، 90.

عيساوي رياض، و هاني محمد. (2024). التجارة الخارجية في الجزائر(الواقع والتحديات). مجلة إضافات اقتصادية ، المجلد8 (العدد2)، 225.

قادري عائشة، و مخلوفي عبد السلام. (2018). اعتماد الذكاء الاقتصادي لترقية الصادرات الجزائرية خارج قطاع المحروقات دراسة تحليلية للفترة (2000–2015). مجلة الاقتصاد وإدارة الأعمال ، مجلد2 (العدد7)، 7.

قادري عائشة، و مخلوفي عبد السلام. (2018). الذكاء الاقتصادي وتأثره في ترقية الصادرات خارج المحروقات في الجزائر. مجلة الاقتصاد وادارة الاعمال ، مجلد2 (عدد7)، 7.

ليزا تاغليفيري. (2020). البرمجة بلغة بايثون. أكاديمية حسق.

م. البتول عبد المهدي صالح. (24 8, 2022). مقدمة عن تعلم الآلة. تعلم الآلة MACHINE LEARNING ، 1.

مبارك الحاج جاسم. (2023). مكتبة Numpy. مكتبة نور.

محمد أمين حنفي عبد الله. (2022). تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة والنمو الاقتصادي في الدول الآسيوية(دراسة حالة الصين). المجلة العلمية للبحوث والدراسات التجارية ، المجلد36 (العدد الثالث)، 121.

مروة عبد الرزاق. (2012). تحليل فعاليات السياسة العمومية في ترقية الصادرات خارج المحروقات في الجزائر. الجزائر ولاية وهران: كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية.

مروة مومن. (2023). أثر تنمية الصادرات خارج المحروقات على النمو الاقتصادي في الجزائر–دراسة قياسية للفترة(2000–2020). جامعة8ماي1945، قسم التجارة وعلوم التسيير. الجزائر: كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير.

منسل كوثر. (2023). دور الادارة الالكترونية في الجزائر: نحو بروز قانون الادارة الالكترونية. كلية الحقوق والعلوم السياسية، قسم الحقوق. الجزائر: جامعة قالمة 8ماي1945.

مي عبد الله، هيثم قطب، و فادية بومجاهد. (2019). الذكاء الاصطناعي ورهانات الاتصال والتنمية في الوطن العربي (الإصدار الطبثة الثانية). لبنان: الرابطة العربية للبحث العلمي وعلوم الاتصال.

قائمة المراجع

نرمين مجدي. (2020). الذكاء الاصطناعي وتعلم اللإلة (المجلد العدد3). أبو ضبي–الامارات العربية المتحدة: صندوق النقد العربي.

نوال بن شيحة. (2025). دور التنويع الاقتصادي في تنمية الصادرات خارج المحروقات دراسة حالة الجزائر للفترة(2000–2020). كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قسم العلوم التجارية. الجزائر: جامعة8ماي1945.

نوال بن شيخة. (2025). دور التنويع الاقتصادي في تنمية الصادرات خارج المحروقات دراسة حالة الجزتئر للفترة(2000–2020). كلية العلوم الاقتصادية والتجارة وعلوم التسيير، قسم العلوم التجارية. الجزائر: جامعة8ماي1945.

هبة عبد المنعم، و محمد اسماعيل. (2021). مشروع بحثي حول الانعكاسات الاقتصادية للثروة الصناعية الرابعة, الذكاء الاصطناعي. مجلة دراسات اقتصادية (78)، 8,9,10.

ويكيبيديا الموسوعة الحرة. (29 نوفمبر, 2024). تاريخ الاسترداد 22 4, 2025، من https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%B9%D9%84%D9%85_%D8%A7%D9%84%D8%A2%D9%84%D8%A9:
https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%B9%D9%84%D9%85_%D8%A7%D9%84%D8%A2%D9%84%D8%A9