



جامعة غرداية

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
قسم العلوم الاقتصادية



أطروحة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة دكتوراه، الطور
الثالث

في ميدان: العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
شعبة: العلوم الاقتصادية، تخصص: إقتصاد كمي
بعنوان:

إستخدام تقنيات التنقيب في بيانات إستهلاك الطاقة - دراسة حالة مؤسسة سونلغاز ولاية غرداية-

تحت إشراف:

أ. د طويطي مصطفى

أ. بن عبد الرحمان ذهيبية

من إعداد الطالبة:

بن سعدي فتيحة

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ: 2025/06/12، أمام اللجنة المكونة من:

الاسم واللقب	الرتبة	الجامعة	الصفة
عبادة عبد الرؤوف	أستاذ محاضر "أ"	غرداية	رئيسا
طويطي مصطفى	أستاذ	غرداية	مشرفا ومقرا
بن عبد الرحمان ذهيبية	أستاذة محاضرة "أ"	غرداية	مشرفة مساعدة
عنيشل عبد الله	أستاذ محاضر "أ"	غرداية	ممتحنا
جوادي علي	أستاذ	البويرة	ممتحنا
عدلي إواهم	أستاذ محاضر "أ"	بوج بوعريج	ممتحنا

الموسم الجامعي: 2024-2025

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



جامعة غرداية

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
قسم العلوم الاقتصادية

أطروحة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة دكتوراه، الطور
الثالث

في ميدان: العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
شعبة: العلوم الاقتصادية، تخصص: إقتصاد كمي

بعنوان:

إستخدام تقنيات التنقيب في بيانات إستهلاك الطاقة - دراسة حالة مؤسسة سونلغاز ولاية غرداية-

تحت إشراف:

أ. د طويطي مصطفى

أ. بن عبد الرحمان ذهبية

من إعداد الطالبة:

بن سعدي فتيحة

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ: 2025/06/12، أمام اللجنة المكونة من:

الاسم واللقب	الرتبة	الجامعة	الصفة
عبادة عبد الرؤوف	أستاذ محاضر "أ"	غرداية	رئيسا
طويطي مصطفى	أستاذ	غرداية	مشرفا ومقررا
بن عبد الرحمان ذهبية	أستاذة محاضرة "أ"	غرداية	مشرفة مساعدة
عنيشل عبد الله	أستاذ محاضر "أ"	غرداية	ممتحنا
جوادي علي	أستاذ	البويرة	ممتحنا
عدلي إواهيم	أستاذ محاضر "أ"	بج بوعريج	ممتحنا

الموسم الجامعي: 2024-2025

الإهداء

أهدي هذا العمل إلى والدي رحمه الله

وإلى والدتي التي كانت وماتزال سنداً وعوناً وحافزاً أطال الله في عمرها وأدام علينا نورها

إلى جميع إخوتي وأخواتي الكل باسمه

إلى كل الأهل والأقارب

إلى كل الأصدقاء والأحبة

إلى كل أساتذتي

بن سعدي فتيحة

شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

"اللهم لك أقصى مبلغ الحمد والشكر على توفيقك وصلي اللهم وسلم على نبينا محمد وعلى آله وصحبه"

أتقدم بأسمى عبارات الشكر والتقدير

للمشرف الأستاذ الدكتور " طويطي مصطفى " والمشرفة الدكتورة " بن عبد الرحمان ذهبية " حفظهما الله نظير متابعتهما وإشرافهما على أطروحتي وما قدماه من نصائح وتصويبات وملاحظات قيمة

وأیضا لوجه الشكر الجزيل للأستاذة " بن عبد الرحمان حبيبة " على دعمها ومساندتها لي، كما لا أنسى الأستاذ " شريف عبد الرحمان " على كل ما تم تقديمه دون كلل أو ملل

والشكر الجزيل إلى الأستاذ " أولاد النوي سليمان " والأستاذ " زوبير محمد "

وإلى كل أساتذتي في كلية العلوم الاقتصادية بجامعة ورقلة وعلى رأسهم الأستاذ " نوييس محمد الطيب "

كما أتقدم بأسمى عبارات الشكر والتقدير لأعضاء لجنة المناقشة لتخصيص جزء من وقتهم لتقييم هذا العمل.

الملخص:

عالجت الدراسة موضوع تقنيات التنقيب في بيانات استهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض في ولاية غرداية، باستخدام الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM التي تعد من أهم تقنيات التنقيب في البيانات التي تسمح بمعالجة البيانات ذات السلاسل الزمنية؛

تم إجراء الدراسة على عينة مكونة من 127508 مستهلك وتقسيمها إلى مجموعتين، ضمت الأولى 112820 مستهلك منزلي بنسبة 88.48% والثانية تضمنت 14688 مستهلك يحمل صفة تجارية أو اقتصادية نسبتهم 11.52%، حيث تم استخدام بيانات استهلاك الطاقة الكهربائية من الثلاثي الأول لسنة 2021 إلى غاية الثلاثي الثالث لسنة 2023 وهذا بالإستعانة ببرمجة Python.

توصلت الدراسة إلى بناء نماذج للتنبؤ، حقق نموذج الاستهلاك المنزلي معامل تحديد R^2 بنسبة 72% والجذر التربيعي لمجموع مربعات الأخطاء RMSE بنسبة 54%، كما خلصت الدراسة إلى أن نموذج الاستهلاك غير المنزلي حقق معامل تحديد R^2 بنسبة 76% والجذر التربيعي لمجموع مربعات الأخطاء RMSE بنسبة 40%، أما نموذج استهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض حقق معامل تحديد R^2 بنسبة 69% و الجذر التربيعي لمجموع مربعات الأخطاء RMSE بنسبة 63%، حيث مكنت هذه النماذج من التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية للفترة الممتدة من Q4 2023 إلى Q4 2025.

كلمات مفتاحية: تنبؤ؛ تنقيب في البيانات؛ تعلم عميق؛ شبكات عصبية ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى؛ تحليل بيانات السلاسل الزمنية؛ استهلاك الطاقة الكهربائية؛

Abstract:

The study addressed the topic of mining techniques for low-voltage electrical energy consumption data in the state of Ghardaïa, using Long Short-Term Memory LSTM deep neural networks, which are among the most important data mining techniques that allow processing of time series data;

The study was conducted on a sample of 127508 consumers divided into two groups, the first included 112820 residential consumers 88.48%, and the second included 14688 consumers with commercial or economic status 11.52%, The study used electrical energy consumption data from the first quarter of 2021 to the third quarter of 2023 this is done using Python software.

The study succeeded in building predictive models, The residential consumption model achieved a coefficient of determination R^2 of 72% and a Root Mean Square Error RMSE of 54%, The study also found that the non-residential consumption model achieved an R^2 of 76% and an RMSE of 40%, The low-voltage electrical energy consumption model achieved an R^2 of 69% and an RMSE of 63%, These models enabled the prediction of electrical energy consumption for the period extending from Q4 2023 to Q4 2025.

Keywords: Prediction; Data mining; Deep learning; Long Short-Term Memory neural networks; Time series data analysis; Electrical energy consumption.

قائمة المحتويات

قائمة المحتويات

الصفحة	المحتوى
	الإهداء
	الشكر
	الملخص
I	قائمة المحتويات
IV	قائمة الجداول
V	قائمة الأشكال
VII	قائمة المختصرات
1	مقدمة
07-43	الفصل الأول: الإطار النظري للتنقيب في البيانات واستخراج المعرفة
8	تمهيد الفصل الأول
9	المبحث الأول: التطور التاريخي والمفاهيمي للتنقيب في البيانات واكتشاف المعرفة
9	المطلب الأول: الإطار المفاهيمي للتنقيب في البيانات واكتشاف المعرفة
14	المطلب الثاني: أهداف وأهمية التنقيب في البيانات
15	المطلب الثالث: الركائز الأساسية للتنقيب في البيانات ومجالات إستخدامها
22	المبحث الثاني: مراحل التنقيب في البيانات واكتشاف المعرفة
22	المطلب الأول: أنواع التعلم التنقيب في البيانات
23	المطلب الثاني: سيرة اكتشاف المعرفة "KDD" والتنقيب في البيانات "DM"
25	المطلب الثالث: تقنيات التنقيب في البيانات
30	المبحث الثالث: أدوات التنقيب في البيانات
31	المطلب الأول: أدوات تقنية التصنيف
38	المطلب الثاني: أدوات تقنية التجميع
40	المطلب الثالث: أدوات قواعد الارتباط
43	خلاصة الفصل الأول
44-96	الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

45	تمهيد الفصل الثاني
46	المبحث الأول: أساسيات حول الموارد الطاقوية
46	المطلب الأول: الإطار المفاهيمي للطاقة
48	المطلب الثاني: أنواع المصادر الطاقوية
58	المطلب الثالث: توزيع الموارد الطاقوية في الجزائر عبر الأجيال
65	المبحث الثاني: طرق وسبل الحصول على كهرباء الوطن
65	المطلب الأول: الإطار النظري حول الطاقة الكهربائية
68	المطلب الثاني: محطات توليد الكهرباء
70	المطلب الثالث: تحليل هيكلية شبكات النقل والتوزيع الطاقة الكهربائية في الجزائر
78	المبحث الثالث: تحليل سناريوهات إستهلاك وإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر
78	المطلب الأول: تطورات إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر
84	المطلب الثاني: عراقيل توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر
86	المطلب الثالث: نظام بناء وتسديد فواتير الطاقة الكهربائية
96	خلاصة الفصل الثاني
97-137	الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة
98	تمهيد الفصل الثالث
99	المبحث الأول: دراسات المحلية
99	المطلب الأول: دراسات باللغة العربية
107	المطلب الثاني: دراسات باللغة الأجنبية
109	المبحث الثاني: دراسات غير المحلية
109	المطلب الأول: دراسات باللغة العربية
113	المطلب الثاني: دراسات باللغة الأجنبية
120	المبحث الثالث: تحليل ومقارنة الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية
120	المطلب الأول: عرض ملخص الدراسات السابقة
133	المطلب الثاني: التعقيب على الدراسات السابقة
137	خلاصة الفصل الثالث

138-177	الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لإستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات الضغط المنخفض لولاية غرداية
139	تمهيد الفصل الرابع
140	المبحث الأول: الأدوات والمنهجية المتبعة في الدراسة
140	المطلب الأول: الأساليب الإحصائية المستعملة في معالجة متغيرات الدراسة
142	المطلب الثاني: النموذج المطبق في الدراسة
148	المطلب الثالث: آلية عمل الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM
158	المبحث الثاني: نمذجة إحصائية بإستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ بالإستهلاك الطاقة الكهربائية
158	المطلب الأول: التحليل الإحصائي الوصفي لبيانات الدراسة
160	المطلب الثاني: صياغة نموذج التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية بإستخدام الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM
163	المطلب الثالث: عرض نتائج النماذج
171	المبحث الثالث: مناقشة وتحليل النتائج المتوصل إليها
171	المطلب الأول: عرض ومناقشة نتائج التنبؤ لنماذج الدراسة
174	المطلب الثاني: التأكد من صحة الفرضيات
175	المطلب الثالث: قراءة وتحليل النتائج على ضوء الدراسات السابقة
177	خلاصة الفصل الرابع
178-181	خاتمة
182-194	قائمة المراجع
	الفهرس

قائمة الجداول

الرقم / الفصل	البيان	الصفحة
الجدول (01-01)	تطور تطبيقات وتقنيات التتقيب في البيانات	11
الجدول (01-02)	محطات الطاقة الكهرومائية في الجزائر (الوحدة: جيجاوات)	63
الجدول (02-02)	القدرات الكهربائية المركبة في الجزائر (ميغاواط)	74
الجدول (03-02)	تطور طول شبكات النقل والتوزيع للطاقة الكهربائية 400 كلم فولت	76
الجدول (04-02)	تطورات إستهلاك الطاقة الكهربائية في القطاعات الجزائرية (جيجاواط/ساعة)	83
الجدول (05-02)	تعريفية الكهربائية 54 M للإستعمال المنزلي	89
الجدول (06-02)	تعريفية الكهربائية 54 NM للإستعمال غير المنزلي	89
الجدول (07-02)	تعريفية الكهربائية 52M للإستعمال المنزلي والاستعمال غير المنزلي 52NM	90
الجدول (08-02)	تعريفية الكهربائية 53M للإستعمال المنزلي والاستعمال غير المنزلي 53NM	91
الجدول (09-02)	التعريفية الثلاثية للإستهلاك المنزلي 51M وغير المنزلي 51NM	91
الجدول (01-03)	ملخص الدراسات السابقة	120
الجدول (01-04)	ملخص الدراسة الإحصائية لإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض	159
الجدول (02-04)	هيكل النموذج	161
الجدول (03-04)	نتائج التنبؤ باستهلاك المنزلي الطاقة الكهربائية	172
الجدول (04-04)	نتائج التنبؤ باستهلاك غير المنزلي الطاقة الكهربائية	172
الجدول (05-04)	نتائج التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض	172
الجدول (06-04)	ملخص نتائج النهائية للنماذج بعد مرحلة التدريب والإختبار	173

قائمة الأشكال

الرقم / الفصل	البيان	الصفحة
الشكل (01-01)	تطورات التاريخية انطلاقا من عملية جمع البيانات إلى مرحلة المعالجة	10
الشكل (02-01)	مزيج التتقيب في البيانات من العلوم والتخصصات	13
الشكل (03-01)	مستويات تطور البيانات	19
الشكل (04-01)	خطوات تطبيق إكتشاف المعرفة (KDD)	24
الشكل (05-01)	صورة توضيحية على شكل العنقدة	26
الشكل (06-01)	تحليل القيم الشاذة	26
الشكل (07-01)	تقنيات التتقيب في البيانات	30
الشكل (08-01)	مقارنة بين الشبكات العصبية البيولوجية والشبكات العصبية الطبيعية	32
الشكل (09-01)	شجرة القرار	34
الشكل (10-01)	ناقلات الدعم	35
الشكل (11-01)	الغابة العشوائية	37
الشكل (12-01)	نموذج الإنحدار اللوجستي	38
الشكل (13-01)	نماذج ماركوف المخفي ذو ثلاث حالات S وثلاث مشاهدات O	39
الشكل (01-02)	أنواع المصادر الطاقوية	49
الشكل (02-02)	استخدامات الطاقة الشمسية	53
الشكل (03-02)	مزارع طاقة الرياحية البحرية	54
الشكل (04-02)	إنتاج وإستهلاك النفط في الجزائر 1965-2021 بوحدة مليون طن	59
الشكل (05-02)	انتاج واستهلاك الغاز في الجزائر 1970-2021(مليار متر مكعب)	60
الشكل (06-02)	التمركز الاشعاع الشمسي على مستوى الجزائر	61
الشكل (07-02)	مناطق توزيع الرياح في الجزائر	62
الشكل (08-02)	تطور القدرة المركبة للتوليد الطاقة الكهربائية بوحدة الميغاواط MW	75
الشكل (09-02)	عدد المشتركين بالكهرباء في مختلف القطاعات لسنة 2021 (وحدة ألف)	77
الشكل (10-02)	نسبة الإجمالية لإنتاج الكهرباء من مصدر النفط، والغاز، الفحم (%)	79
الشكل (11-02)	إسهامات المصادر المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية GWH	80
الشكل (12-02)	إجمالي إنتاج الطاقة الكهرباء من المصادر الطاقوية المتجددة GWH	80
الشكل (13-02)	إجمالي إنتاج الكهرباء TWh	81
الشكل (14-02)	الإستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية (1980-2021)	83
الشكل (15-02)	انبعاث ثاني أكسيد الكربون من الطاقة في الجزائر	85

88	مخطط تنظيمي لمؤسسة توزيع الكهرباء والغاز	الشكل (02-16)
92	أنواع التعريفات الكهربائية "الشرائح"	الشكل (02-17)
142	هيكلية النماذج	الشكل (04-01)
144	بنية الشبكات العصبية ذات التغذية الأمامية	الشكل (04-02)
145	الشبكات العصبية ذات التغذية العكسية	الشكل (04-03)
147	مكونات الشبكات العصبية	الشكل (04-04)
148	أنواع الدوال التنشيط	الشكل (04-05)
149	الشبكات العصبية التكرارية	الشكل (04-06)
151	بنية شبكة LSTM	الشكل (04-07)
151	بوابة النسيان	الشكل (04-08)
152	بوابة الإدخال وطبقة التفعيل	الشكل (04-09)
152	تعديل قيمة الحالة الخلية	الشكل (04-10)
153	بوابة المخرجات لقيمة الذاكرة القصيرة h_t	الشكل (04-11)
155	نسبة المشتركين في إستهلاك الطاقة الكهربائية ذات الضغط المنخفض لولاية غرداية	الشكل (04-12)
158	مخطط بناء نموذج الشبكات العصبية العميقة LSTM	الشكل (04-13)
162	شكل الشبكة العصبية العميقة للإستهلاك المنزلي	الشكل (04-14)
163	جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE للإستهلاك المنزلي	الشكل (04-15)
164	متوسط مربع الأخطاء MSE للإستهلاك المنزلي	الشكل (04-16)
164	معامل القوة التفسيرية R^2 للإستهلاك المنزلي	الشكل (04-17)
165	شكل الشبكة العصبية العميقة للإستهلاك الغير المنزلي	الشكل (04-18)
166	جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE للإستهلاك غير المنزلي	الشكل (04-19)
165	متوسط مربع الأخطاء MSE للإستهلاك غير المنزلي	الشكل (04-20)
166	معامل القوة التفسيرية R^2 للإستهلاك غير المنزلي	الشكل (04-21)
167	شكل الشبكة العصبية العميقة لنموذج إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض	الشكل (04-22)
167	جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE لإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض	الشكل (04-23)
168	متوسط مربع الأخطاء MSE لإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض	الشكل (04-24)
169	معامل القوة التفسيرية R^2 لإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض	الشكل (04-25)

قائمة المختصرات

المختصرات	العبارة باللغة الأجنبية	العبارة باللغة العربية
AI	Artificial Intelligence	الذكاء الاصطناعي
ANN	Artificial Neural Networks	الشبكات العصبية الاصطناعية
AR	Association Rules	قواعد الإقتران "قواعد الارتباط"
IL	Input Layer	الطبقات المدخلات
EM	Expectancy Maximization	تعظيم التوقع
FFNN	Feed Forward Neural Networks	شبكات العصبية التغذية الأمامية
DM	Data Mining	تنقيب في البيانات
DMA	Data Mining Algorithms	خوارزميات التنقيب في البيانات
DL	Deep Learning	التعلم العميق
DT	Decision Tree	خوارزمية شجرة القرارات
GA	Genetic Algorithm	خوارزميات الجينية
GSP	Generalized Sequential Pattern	خوارزمية النمط المتسلسل المعمم
GW	Gigawatt	جيجاواط
HMM	Hidden Markov Model	ماركوف المخفي
KNN	K-Nearest Neighbor	خوارزمية الجار الأقرب
KDD	Knowledge Discovery in Databases	إكتشاف المعرفة
KMC	K-Means Clustering	التحليل التجميعي
LR	Logistic Regression	الإنحدار اللوجستي
LSTM	Long Short-Term Memory	ذاكرة طويلة قصيرة المدى
NBC	Naïve Bayesian classifier	مصنفات بيزن
ML	Machine Learning	تعلم الآلة
MW	Megawatt	ميغاواط
OA	Outlier Analysis	تحليل الخارجي
SOMs	Self-Organizing Maps	خرائط التنظيم الذاتي
RNN	Recurrent Neural Networks	الشبكات العصبية التكرارية
RF	Random Forest	الغابة العشوائية
RMSE	Root Mean Squared Error	جذر متوسط الخطأ التربيعي
SDA	Statistical Data Analysis	تحليل الإحصائي للبيانات
SP	Sequential Pattern	الأنماط التسلسلية

آلية نقل الدعم	Support Vector Machine	SVM
السلاسل الزمنية	Time Series Analysis	TSA
دالة التحويل (دوال التنشيط)	Transfer Function	TF

مقدمة

تعد تقنيات التنقيب في البيانات من أهم آليات معالجة البيانات الكبيرة الناجمة عن التراكم، حيث يلجأ الباحثون إلى إستخدامها، بغية الحصول على نماذج تساعد في اتخاذ القرارات المثلى التي تعطي صورة على الموضوع المعالج مثل باقي الآليات الحديثة المختصة في معالجة البيانات كالذكاء الاصطناعي، تعلم الآلة، والتعلم العميق، ... وغيرها، إذ تكمن طريقة عمل التنقيب في البيانات من خلال البحث في أعماق البيانات للحصول على معارف غير ظاهرة تكون جديدة بالنسبة للموضوع المعالج، وهذا بإستعمال التقنيات الملائمة لكل الموضوع.

شمل استخدام التنقيب في البيانات عدة مجالات ومواضيع قيمة، حيث من بين أهم المجالات التي عالجها نجد مجال الطاقة، التي تعد المحرك الرئيسي لمختلف النشاطات الاقتصادية وعلى رأسها الطاقة الكهربائية، نظرا للطلب الواسع الذي شهدته خلال السنوات الأخيرة بسبب التطورات الحاصلة خاصة في مناطق الجنوب التي تتميز بمناخ حار في فصل الصيف وتوسع عمراني كبير، مما تطلب الأمر تسليط الضوء عليها من أجل إبراز خطط مستقبلية تساهم بشكل كبير في إعطاء وجهة حول الوضع الاستهلاكي للكهرباء من مختلف الجوانب، خاصة من ناحية تغطية الطلب واحتياجات المستهلكين بالإضافة إلى معالجة فواتير الكهرباء والتهرب من تسديد مستحقات الفواتير أو التلاعب في الشبكات الكهربائية عن طريق الإستهلاك غير القانوني، كل هذا بالإستعانة بخوارزمية التنقيب في البيانات والمتمثلة في الشبكات العصبية الاصطناعية التي تعتبر من بين الطرق الفعالة في عملية التنبؤ كونها تشهد تعدد في أنواعها و وظائفها كما تستخدم إضافة إلى ذلك في تقنية التجميع التي تصنف من بين تقنيات التنقيب الوصفية.

ب) إشكالية الدراسة:

تعتمد الطاقة الكهربائية بشكل كبير في عملية توليدها على الموارد الطاقوية الناضبة، وهذا ما يشكل خطرا على الإقتصاد الوطني، حيث يرتبط توليدها إرتباطا وثيقا بالطلب، إذ سجلت قوائم مؤسسات سونلغاز ارتفاعا كبيرا في إستهلاك الكهرباء خاصة في الآونة الأخيرة ما يصاحب ذلك ارتفاعا في فواتير التسديد، وهذا ما أدى إلى التخمين في دراسة التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية ومعالجتها من خلال إستغلال تراكم البيانات الموجودة في مؤسسة سونلغاز بطرق التنقيب في البيانات، للوصول إلى معارف مخبأة حول طبيعة الإستهلاك مستقبلا وكيفية مواجهة الطلب المتزايد وإختيار التعريفات المناسبة، ومن هنا يمكن طرح الإشكالية التالية:

ما مدى فعالية تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض في ولاية غرداية؟

وإنطلاقاً من هذا التساؤل الرئيسي نطرح التساؤلات الفرعية التالية:

1. هل تسمح تقنيات التنقيب في البيانات من معالجة كميات كبيرة من البيانات؟
2. كيف يمكن التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام الشبكات العصبية العميقة LSTM ؟
3. هل تعد الشبكات العصبية العميقة طويلة قصيرة المدى مناسبة للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية؟
4. هل يختلف الاستهلاك المنزلي عن الاستهلاك غير المنزلي لدى أصحاب التوتر المنخفض في مؤسسة سونلغاز لولاية غرداية؟

(ت) **فرضيات الدراسة:** تركز الدراسة على الفرضيات التالية:

- 1- تعد تقنيات التنقيب في البيانات منهجية ملائمة للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في ظل انفجار الكم الهائل من البيانات؛
- 2- قدرة الشبكات العصبية العميقة LSTM للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية؛
- 3- تعطي الشبكات العصبية العميقة LSTM نماذج قيمة تساهم في إعطاء صورة مستقبلية عن الوضع الاستهلاكي للكهرباء في ولاية غرداية؛
- 4- وجود تباين في الاستهلاك المنزلي وغير المنزلي للطاقة الكهربائية لدى أصحاب التوتر المنخفض.

(ث) **دواعي ومبررات انتقاء الموضوع:** تتمثل مبررات انتقاء موضوع الدراسة فيما يلي:

- التوجه نحو طرق حديثة لها القدرة على معالجة كميات كبيرة من البيانات؛
- الحاجة للإستفادة من تراكم البيانات في قواعد البيانات والمستودعات دون تركها في شكلها المتراكم؛
- العمل على تطوير المهارات الذاتية من خلال التوجه إلى تقنيات التنقيب في البيانات دون الإكتفاء بالطرق القياسية والإحصائية؛
- العمل على بناء نموذج محكم يساعد مؤسسة سونلغاز في إتخاذ القرارات حول الوضع الاستهلاكي مستقبلاً؛
- بيان وتوجيه المستهلكين نحو أهم التعريفات التي تتاسب الوضع الاستهلاكي الخاص بهم.

(ج) أهداف الدراسة: تهدف الدراسة إلى ما يلي:

- تجسيد تقنيات حديثة ومتطورة لمعالجة البيانات من أجل دعم القرارات المتعلقة باستهلاك الطاقة الكهربائية؛
- توضيح طرق الاستفادة من خوارزميات التنقيب في البيانات من أجل بناء نماذج دقيقة تساعد في عملية التنبؤ؛
- إعطاء صورة للوضع الاستهلاكي للكهرباء في الماضي والحاضر؛
- الكشف على ذوي الإستهلاك المفرط غير العقلاني للمحلات التجارية والمنازل ومعرفة الأسباب؛
- التأكد من صحة البيانات التي تدون من قبل الجهات المختصة ومعرفة مدى مصداقيتها.

(ح) أهمية الدراسة:

تعد طرق التنقيب في البيانات أحد أهم التقنيات التي تستعمل في الدراسات لمعالجة البيانات الكبيرة التي تعجز التقنيات التقليدية على تحملها هذا من جهة، ومن جهة أخرى لكونها تعطي نماذج قيمة تساهم في إعطاء صورة عميقة للباحث في الدراسة، إذ تعمل على إستخراج المعارف المخبأة داخل كم كبير من البيانات، حيث تكمن أهمية هذه الدراسة في معرفة إسهامات تقنيات التنقيب في البيانات في مجال التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية و البحث على معارف مخبأة في البيانات لإعطاء نظرة مستقبلية حول الظاهرة المدروسة من ناحية الإستهلاك ومن ناحية أهم التعريفات الكهربائية المستعملة بشكل كبير في الإستهلاك المنزلي والغير المنزلي " محلات تجارية والإقتصادية " وتزويد المؤسسة بمعلومات حول مستهلك معين من خلال طبيعة إستهلاكه فيما إذا كان بصورة طبيعية أو غير طبيعية عن باقي المستهلكين، كل هذا بالاستفادة من البيانات المتراكمة لدى المؤسسة.

(خ) حدود الدراسة: تكمن حدود الدراسة في الحدود المكانية والزمانية وهي كما يلي:

- **الحدود المكانية:** أجريت الدراسة حول إستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية على 127508 مستهلك، حيث يشمل إستهلاك السكان والمحلات التجارية والإقتصادية مثل سوبر ماركت، المخازن، المطاعم، والمقاهي... إلخ، قسمت إلى مجموعتين أولى تتضمن 112820 مستهلك منزلي والثانية تتضمن 14688 مستهلك يحمل صفة تجارية أو اقتصادية.
- **الحدود الزمانية:** تمت الحدود الزمانية للدراسة من الثلاثي الأول لسنة 2021 إلى غاية الثلاثي الثالث من سنة 2023 وهذا ما يعادل 11 ثلاثي لكل مجموعة من المستهلكين.

د) منهج الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي، في الجانب النظري والتطبيقي من خلال عرض تقنيات التنقيب في البيانات وخطوات العمل، بالإضافة إلى تحليل واقع الموارد الطاقوية في الجزائر خاصة الطاقة الكهربائية من جانب الإنتاج والإستهلاك بشكل عام، ومن جهة أخرى قمنا باستعراض الدراسات السابقة متمثلة في الرسائل والأطروحات، المقالات، الكتب... إلخ، أما في الجانب التطبيقي فقد تجسد في عرض المنهجية المتبعة وآلية عمل الشبكات العصبية العميقة LSTM وصولاً إلى التحليل الإحصائي الوصفي لبيانات الدراسة و إستخراج نتائج التنبؤ والتعقيب عليها.

ذ) صعوبات الدراسة:

- ❖ قلة المراجع المتعلقة بالتنقيب في البيانات؛
- ❖ وجود العديد من البيانات المفقودة والقيم غير المنطقية في سجلات الزبائن لدى المؤسسة مما تطلب حذفها والاعتماد على البيانات الصحيحة؛
- ❖ صعوبة تطبيق نماذج التنقيب في البيانات كونها تتطلب بيانات كبيرة ويتولد عنها نماذج كثيرة ليس كما هو الحال في الدراسات القياسية؛
- ❖ قلة الدراسات العربية المعالجة لنفس الموضوع؛
- ❖ طول الفترة الزمنية لمعالجة البيانات خلال عملية تنفيذ الخوارزميات في مختلف البرامج؛
- ❖ عدم التمكن من الحصول على بعض المتغيرات التي تؤثر على إستهلاك الطاقة الكهربائية مما توجهنا لحذفها؛

ر) هيكل بناء الدراسة:

قسمت الدراسة إلى أربعة فصول تحيط بجميع جوانب الموضوع، وقد سبقت هذه الفصول مقدمة تضمنت المحاور الأساسية للموضوع وإشكالية البحث، وتلتها خاتمة تضمنت النتائج المتوصل إليها، ثم التّوصيات المستمدة من هذه النتائج، وآفاق البحث.

يحتوي الفصل الأول على الجانب النظري للتنقيب في البيانات من خلال التطور التاريخي والمفاهيمي وأهم الأساسيات التي يعتمد عليها، بالإضافة إلى تحليل مراحل إكتشاف المعرفة التي تتضمنها مرحلة التنقيب

مقدمة

في البيانات كما يتم عرض تقنيات التنقيب بنوعها "التنقيب الوصفي والتنقيب التنبؤي" مع الإشارة إلى مجموعة من أدوات التنقيب في البيانات التي تجسدت في خوارزميات متنوعة؛

تناولنا في الفصل الثاني أساسيات حول الموارد الطاقوية من خلال عرض مفاهيم حول الطاقة بأنواعها وأشكالها، مع تحديد تطور توزيع الموارد الطاقوية عبر الأجيال من الناحية الإنتاجية والاستهلاكية، ثم استعرضنا مفهوم الطاقة الكهربائية ومصادر إنتاجها، وهيكل شبكات النقل والتوزيع الخاصة بها، وفي ختام هذا الفصل ناقشت الدراسة تحليل سناريوهات إستهلاك وإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر وتحديد أنواع التعريفات المستخدمة في حساب التسعيرة الكهربائية والفئات التي تنتمي لإستهلاك التوتر المنخفض؛

خصصنا الفصل الثالث للدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الدراسة، حيث قسمناه إلى ثلاثة مباحث، ثم القيام بعملية تحليل ومقارنة الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية من أجل التعقيب عليها وعرض أوجه الاختلاف والتشابه وجوانب الاستفادة من الدراسات السابقة بالإضافة إلى مميزات الدراسة الحالية عن بقية الدراسات السابقة؛

أما الفصل الرابع فتضمن الإطار التطبيقي بإستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية، حيث تم إستعراض الأدوات والمنهجية المتبعة في الدراسة من خلال تحديد المجتمع وعينة الدراسة، المتغيرات، والخوارزمية المستعملة وطريقة عملها، ثم القيام بنمذجة إحصائية بإستخدام الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى للتنبؤ بالإستهلاك المنزلي وغير المنزلي للكهرباء، وفي الختام مناقشة وتحليل النتائج المتوصل إليها.

الفصل الأول : الإطار النظري

لتقنيات التنقيب في البيانات

تمهيد:

يشهد العالم في الوقت الحالي تطور كبير في مجال المعلوماتية والأرقام والبيانات حيث أصبح من السهل تخزين بيانات ضخمة في قواعد البيانات والمستودعات الخاصة بالبيانات بغية الرجوع إليها عند الحاجة من أجل الإستفادة منها في عملية إتخاذ قرار معين، لكن أصبحت طرق التحليل القديمة تعجز وتستعصي معالجة البيانات كبيرة كالتحليل الإحصائي والقياسي وتحليل السلاسل الزمنية وهو ما ولد التخمين في طرق لها القدرة على معالجة كميات كبيرة من البيانات في فترة زمنية قصيرة مقابل التوصل إلى نتائج أفضل وأكثر دقة مثل تقنيات التنقيب في البيانات والذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق وغيرها من الطرق التي تهدف للتوصل إلى نتائج ذات كفاءة عالية، حيث تم التركيز في هذه الدراسة على التنقيب في البيانات التي تعد تكنولوجيا حديثة فرضت وجودها في عهد المعلوماتية بشكل كبير إذ تساعد المؤسسات والشركات والدول على مواجهة العديد من المشاكل من خلال معالجة الكميات الكبيرة من البيانات التي ظهرت نتيجة تراكم في مختلف المجالات والتي أصبح معالجتها تتطلب تقنيات حديثة تساعد في حل ومعالجة البيانات بشكل يسمح بالإستفادة منها.

إنطلاقاً مما سبق ذكره سوف نتطرق في هذا الفصل إلى مختلف الأساسيات المتعلقة بالتنقيب في البيانات بدءاً بالتطور التاريخي والمفاهيم وصولاً إلى التعرف على مراحل التنقيب في البيانات وإكتشاف المعرفة وفي الأخير أدوات وتقنيات التنقيب في البيانات، والتي تقسم على النحو التالي:

المبحث الأول: التطور التاريخي والمفاهيمي للتنقيب في البيانات وإكتشاف المعرفة

المبحث الثاني: مراحل التنقيب في البيانات وإكتشاف المعرفة

المبحث الثالث: أدوات التنقيب في البيانات

المبحث الأول: التطور التاريخي والمفاهيمي للتنقيب في البيانات

يعد التنقيب في البيانات من أهم الطرق التي فرضت وجودها في مختلف الدراسات والأبحاث، حيث تقوم بمعالجة البيانات الناتجة عن التراكم عبر عدة سنوات، مما جعل عددها يتفاقم بشكل كبير إذ يستعصي علاجها بطرق تقليدية، فالتنقيب في البيانات يختص بعلاج البيانات الكبيرة من خلال أدوات مختلفة التي لها دور فعال في إكتشاف المعرفة المخبأة، فمن هنا جاء هذا المبحث ليسطر أهم الجوانب الأساسية للتنقيب في البيانات من خلال ثلاث مطالب حيث ناقشنا في المطلب الأول التطور التاريخي والمفاهيمي للتنقيب في البيانات ثم أهمية وأهداف التنقيب في المطلب الثاني، أما عن المطلب الثالث يؤطر الركائز الأساسية التي يستند عليها التنقيب في البيانات حيث لا يقوم التنقيب إلا من خلالها؛

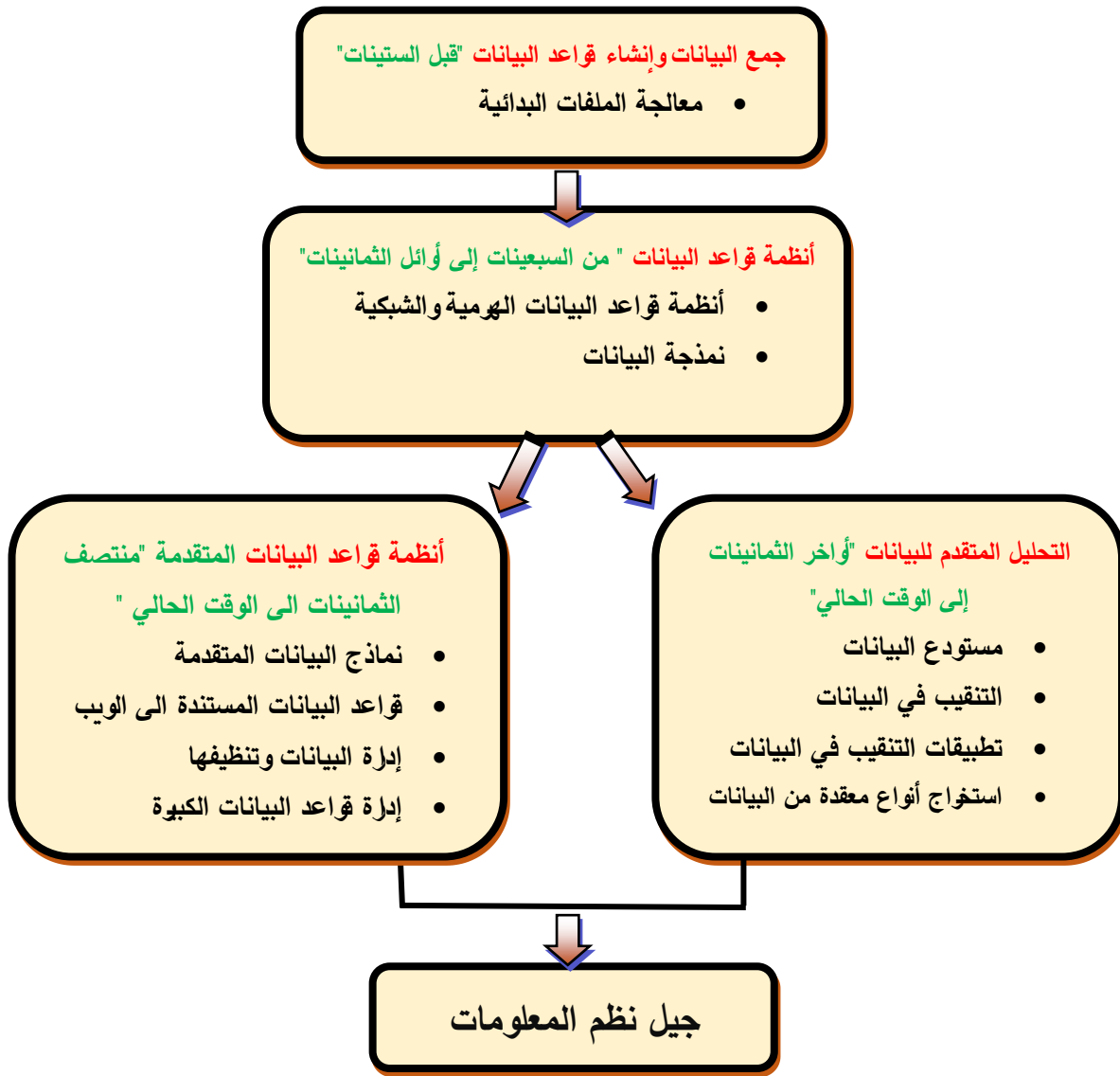
المطلب الأول: الإطار المفاهيمي للتنقيب في البيانات واكتشاف المعرفة

أولاً: تاريخ التنقيب في البيانات

إشتهر التنقيب في البيانات في أواخر الثمانينات نتيجة عدم قدرة العنصر البشري على معالجة وتحليل وتفسير وفهم كميات كبيرة من البيانات بطرق تقليدية التي تعجز على إيجاد أنماط ونماذج مفيدة تساعد في تحليل دقيق للكميات الكبيرة من البيانات، وهو ما ساهم في الإهتمام بالتنقيب في البيانات عام 1989 م خلال إنعقاد ورشة عمل لإكتشاف المعرفة في قواعد البيانات حيث تم تجسيد عدة ورشات بصفة سنوية إلى غاية 1994 م بالإضافة إلى مؤتمرات دولية (فايز احمد سيد ، 1438) ؛

يعتبر التنقيب في البيانات قلب الذكاء الاصطناعي والإحصاء والتعلم العميق بالإضافة إلى التعلم الآلي، فالتنقيب في البيانات له تاريخ قديم إلا أنه زاد إهتمامه وظهر بشكل أوضح في أواخر الثمانينات فمن خلال الشكل الموجود في الأسفل يتبين التطور التاريخي للبيانات إنطلاقاً من مرحلة جمع البيانات إلى مرحلة المعالجة بطرق حديثة ومتطورة، حيث نجد ظهور جمع البيانات وإنشاء قواعد البيانات قبل الستينات، أما في الفترة ما بين السبعينات وأوائل الثمانينات ظهر عدد من أنظمة قواعد البيانات فمن بينها نظام قواعد البيانات الهرمية وكذا الشبكية، ومن منتصف الثمانينات إلى يومنا هذا تطورت أنظمة قواعد البيانات وتحليلها وأصبحت تختص في إدارة قواعد البيانات الكبيرة والعمل على تنظيمها وتحليلها بطرق متقدمة كالتنقيب في البيانات والتعلم العميق وغيرها من طرق المعالجة التي تسمح ببناء نماذج التنبؤ بما يحدث مستقبلاً؛

الشكل رقم (01-01): التطورات التاريخية لطرق معالجة البيانات



المصدر: (Han, Kamber, & Pei, 2012, p. 3)

أما عن الجدول فهو يوضح مراحل تطور تقنيات وتطبيقات التنقيب في البيانات من 1943 إلى غاية 2000 حيث نجد تنوع طرق معالجة البيانات من ناحية التقنيات والأساليب، فالتنقيب في البيانات كان يعالج في سابق الأمر بيانات رقمية ثم تطور إستخدامه في العديد من أنواع البيانات مثل الصوت، الصور وشبكة الويب وغيرها من أنواع البيانات، بالإضافة إلى تطور طرق حفظ وتجميع البيانات من خلال إنشاء مستودعات

الفصل الأول: الإطار النظري لتقنيات التنقيب في البيانات

التي أصبحت في الوقت الراهن تخفف الحمل على المؤسسات والباحثين من خلال تسهيل الحصول على بيانات مفصلة في وقت وجيز وبكم كبير مع تحقيق عوائد ربحية جراء البيانات.

الجدول رقم (01-01): تطور تطبيقات وتقنيات التنقيب في البيانات

الفترة الزمنية	تطبيقات وتقنيات التنقيب في البيانات
1943	ظهور التعلم العميق
1950	ظهور الذكاء الاصطناعي
1960	إستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي وظهور قواعد البيانات
1970	قواعد البيانات النموذجية ظهور ونجاح النظم الخبيرة
1980	إنتعاش تطبيقات الذكاء الاصطناعي بداية وجود مستودع البيانات التنقيب عن البيانات
1990	قواعد البيانات الموزعة
1997	ظهور الشبكات العصبية ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى
2000	تطبيقات الشبكات العصبية الاصطناعية التنقيب في الشبكة Web متاجر البيانات

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (شاكر سلمان، 2019)

ثانيا: مفهوم التنقيب في البيانات (Data Mining (DM

لمعرفة تقنيات التنقيب في البيانات لبد من التعرف أولا على مصطلح التنقيب في البيانات وإستخراج المعرفة لأنه لايزال هناك الالتباس بين "التنقيب في البيانات" و "إكتشاف المعرفة في قواعد البيانات" في العديد من الدراسات، بالإضافة إلى معرفة مراحل التنقيب في البيانات، كما سوف يتم الإشارة إلى عدة مصطلحات التي تعطي صورة أوضح حول التنقيب في البيانات؛

في اللغة: يشار إلى مصطلح نقب عن الشيء بمعنى بحث وفحص عنه فحفا بليغا، إختلفت كذلك الدراسات حول مصطلحات التنقيب في البيانات حيث بعض الدراسات ورد فيها التنقيب عن البيانات والبعض

الآخر ورد فيها التنقيب في البيانات، فحرف الجر (في) يدل في اللغة العربية على العمق والغوص في الشيء لكن حرف الجر (عن) يدل على الظاهر أكثر من الباطن فمن خلال هذا التحليل نجد أن مصطلح التنقيب في البيانات هو الأدق والأقرب للمعنى إذ يدل على إستكشاف والبحث على العلاقات والخصائص وسمات الغير ظاهرة، أما مصطلح تعدين البيانات يدل في اللغة العربية على إستخراج المعادن وهي الأشياء الثمينة (محمود رمو و غازي النعيمي، 2021، صفحة 339)؛

شهد التنقيب في البيانات استخدام واسع في عدة مجالات من أجل التوصل إلى معارف مفيدة انطلاق من مجموعة البيانات التي تكون في شكلها المتراكم وصولاً إلى نماذج محكمة ودقيقة، فمن أجل الفهم بشكل أدق للتنقيب في البيانات لابد من التمييز بين مفهوم التنقيب في البيانات ومفهوم إكتشاف معرفة، فالتنقيب في البيانات هو مرحلة أساسية من مراحل إكتشاف المعرفة يتم فيها استخدام مجموعة متنوعة من الخوارزميات التي تعطي صورة لبيانات الدراسة على شكل نماذج وأشكال تساعد في عملية إكتشاف المعرفة (مطلق الدوري و عبد الحسين احمد، 2007، صفحة 43)؛

عرف التنقيب في البيانات وفقاً لديفيد هاند ومجموعة من الباحثين أنها عملية إستكشافية داخل كم كبير من البيانات من أجل تحليلها وتلخيصها لإستخراج علاقات مخفية تسمى بالأنماط Patterns، وهذا باستخدام طرق جديدة ومفيدة، أما بالنسبة لمجموعة Gartner group أن التنقيب في البيانات هي عملية غريبة لعدد هائل من البيانات المخزنة بغية استكشاف أنماط وروابط و اتجاهات ذات فائدة بإستعمال تقنيات التعرف، بالإضافة الى فريق آخر من الباحثين من بينهم سيموديس لايفانجيلوس وآخرون يرو أن التنقيب في البيانات عبارة عن حقل متعدد التخصصات يشمل التعلم الآلي والإحصاء والرياضيات بغية إستخراج معلومات من قواعد البيانات (حريري رفاعي ، 2017-1439، صفحة 43)؛

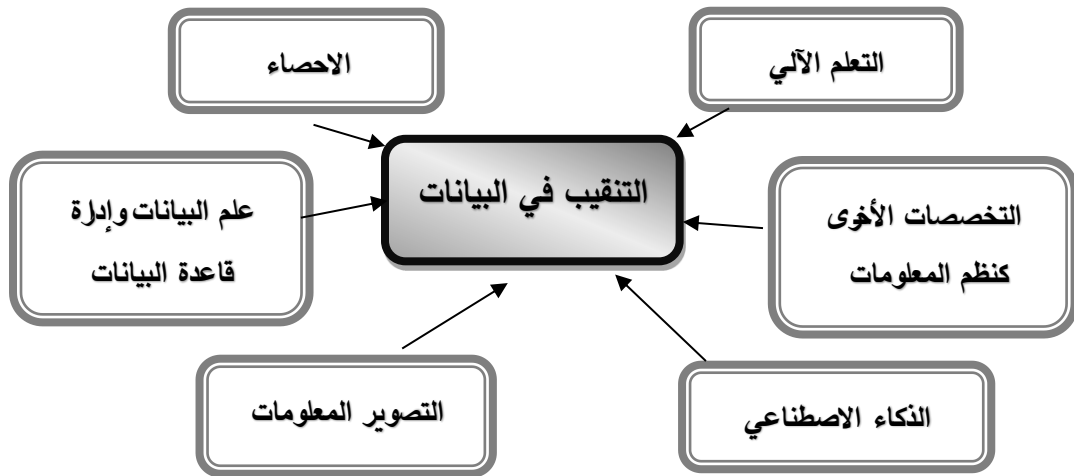
يعرف بياتتسكي شابيرو Piatetsky-Shapiro أحد الخبراء في مجال التنقيب في البيانات على أن التنقيب في البيانات عملية إستخراج معلومات غير معروفة في السابق تتضمن العديد من أساليب التنقيب المتنوعة مثل التلخيص والتجميع والتصنيف وغيرها (Zengina, Esgia, Erginerb, & Aksoya, 2011، p. 4029)؛

عرف كذلك على أنه عملية تحليل كميات كبيرة من البيانات مختلفة الأنواع والمصادر انطلاقاً من مجرد بيانات غير مفهومة ومبهمة وصولاً إلى الأنماط الجديدة ومعارف عميقة، يمكن الإستفادة منها في اتخاذ القرارات

المثلى في المهام والأعمال في كافة المجالات الإقتصادية والاجتماعية والسياسية والبيئية (محمود رمو و غازي النعيمي، 2021، صفحة 340)؛

هي عملية إستكشافية آلية تحدث داخل عدد كبير من البيانات للتوصل إلى أنماط مخفية، ظهرت في أواخر الثمانينات في الولايات المتحدة الأمريكية حيث تمثل مزيجا مترابطا يدمج بين العديد من الأساليب كالإحصاء والذكاء الاصطناعي والتعليم الآلي وتكنولوجيا المعلوماتية، كما قد نجد أن نظام تقنيات التعدين يجمع بين تحليل البيانات وتحليل الصور ومعالجة الإشارات، تكنولوجيا الويب، فانطلاقا مما سبق نجد أن التنقيب في البيانات هو عبارة عن سلسلة متنوعة من التخصصات تقوم على علاقة تكافلية بين أجهزة الكمبيوتر والإنسان (محمد حسن احمد، 2018، صفحة 8)؛

الشكل رقم (01-02): مزيج التنقيب في البيانات من العلوم والتخصصات



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على (Shadare, Sadiku, & Musa, 2015)

كذلك يعرف التنقيب في البيانات على أنه خطوة أساسية ضمن سيرورة استخراج المعرفة بإستعمال مجموعة طرق علمية التي تساهم في إستغلال قواعد البيانات الضخمة من أجل إستخلاص أنماط وسلوكيات لم يتم التوصل إليها سابقا (معروف ، 2021-2020، صفحة 56)؛

ومن هنا يمكن القول على أن التنقيب في البيانات عملية تحليلية عميقة تدمج بين تقنيات التنقيب وبرامج المعالجة تعمل بشكل الآلي من أجل تحليل قواعد البيانات الناجمة عن تراكم البيانات كمستودعات البيانات أو

المكتبات أو المؤسسات، الأنترنت... إلخ، قد تتمثل هذه البيانات في سلاسل رقمية أو مقاطع فيديو، مقطع صوتي، صور، من أجل التوصل إلى أنماط وسمات غير ظاهرة التي تعود بالمنفعة في عملية اتخاذ القرار للمؤسسات والهيئات ضمن موضوع الدراسة.

المطلب الثاني: أهمية وأهداف التنقيب في البيانات

يسطر مجال التنقيب في البيانات عدة أهداف من خلال طريقة المعالجة وتقنيات المستخدمة أثناء معالجة البيانات بمختلف أنواعها وأصنافها وبكميات كبيرة، من أجل الحصول على نماذج تساعد في صنع القرار ما يكسبها أهمية واسعها بين مختلف الطرق الأخرى، حيث جاء في هذا المطلب توضيح أهمية وأهداف التنقيب في البيانات في مجموعة من النقاط من أجل توسيع معرفة التنقيب في البيانات؛

أولاً: أهمية التنقيب في البيانات:

- للتنقيب في البيانات دور مهم وفعال في عدة مجالات وهذا لما يمتاز به عن غيره من الطرق تحليل البيانات فهو يساهم بشكل كبير في معالجة كميات هائلة من البيانات من أجل إستخراج الأنماط المفيدة والقيمة التي تساعد متخذي القرار في التخطيط المستقبلي؛
- هو أحد الحلول التي تعمل على معالجة كميات متراكمة من البيانات باستخدام تقنيات وأساليب متطورة من خوارزميات وبرامج بغية الحصول على نماذج وأنماط تساهم في الإستفادة من البيانات المتراكمة؛
- يسمح استخدام التنقيب في البيانات في خلق مجال المقارنة بين نتائج عدة تقنيات مستخدمة طبقت على سلسلة واحدة من البيانات هو ما يساعد على معرفة التقنية التي تعطي أفضل نتائج للدراسة؛
- التنقيب في البيانات أداة محرك للبيانات بشكل يسمح باستكشاف ما بداخل قواعد البيانات من أنماط ومعارف دفنة لم تكن ظاهرة؛
- يفتح المجال لمتخذي القرار على فهم سلوك الظاهرة المدروسة انطلاقاً من مصادر مختلفة للبيانات وصولاً إلى معارف قيمة التي تساعد متخذ القرار (معروف ، 2021-2020، صفحة 56)؛
- تسمح تقنيات التنقيب في البيانات من الوصول إلى معارف ومعلومات التي تكون مخزنة في مستودعات البيانات، كما تتيح التعامل مع تقنيات وطرق متطورة خاصة بالمعلومات (علي حسين الجنابي و علي السعدي، 2018، صفحة 239)؛

■ تعمل أنظمة التنقيب في البيانات على تصنيف المعرفة المستخرجة حسب طبيعة البيانات ونوع المعرفة المتوصل إليها حيث تصنف الأنظمة إلى وظائف وصفية وأخرى تنبؤية (Jogannagari & Manchala, 2020, p. 3915)

ثانياً: أهداف التنقيب في البيانات

للتنقيب في البيانات عدة أهداف مميزة له من خلال طريقة المعالجة والتقنيات المستخدمة في عملية استخراج المعرفة حيث يركز على تحقيقها من أجل التوصل إلى الأنماط والمعارف المحكمة ومن بينها:

■ يهدف التنقيب في البيانات إلى حل مشاكل معقدة في ظرف قياسي قليل جداً مقارنة مع الأساليب والطرق التقليدية؛

■ لها دور فعال في الإجابة على العديد من المسائل مما يوفر للهيئات والمؤسسات سهولة اتخاذ القرار؛

■ تعمل على استخدام خوارزميات متنوعة من أجل التوصل إلى التنبؤات (عثمان فتوح و جعفر محمود، 2014، صفحة 3)؛

■ تحسين جودة التعليم من خلال استخدام طرق أكثر فعالية في عملية التعلم والتعليم؛

■ استخراج نماذج من البيانات المتراكمة في شكل غير قابل للاستفادة إلى بيانات منظمة وقابلة للاستفادة من أجل تحويلها لنماذج من خلال عملية تنسيق وتصميم؛

■ القيام بعملية التنبؤ بالحادثة مستقبلاً من خلال تقنيات التنقيب التنبؤ والعمل على تمثيلها؛

■ استخدام تقنية تصنيف البيانات بناءً على نوع السمات من أجل الحصول على أنماط جديدة (Satish Babu, Niveditha, Bhavya, & Gowthami, 2018, p. 407)

المطلب الثالث: الركائز الأساسية للتنقيب في البيانات ومجالات استخدامها

يسطر هذا المطلب نقاط مهمة يستند عليها التنقيب في البيانات من أجل انطلاق العملية بشكل ناجح مع تحديد عدة مجالات يمكن استخدام فيها طريقة المعالجة "DM" كونها أصبحت تعالج العديد من المواضيع بمختلف البيانات؛

أولاً: الركائز الأساسية للتنقيب في البيانات

يرتكز التنقيب في البيانات على أربعة عناصر رئيسية تتمثل في البيانات ومستودع البيانات، المعلومات، المعرفة، فمن خلال تراكم البيانات وتزايد حجمها خاصة في ظل الرقمنة أصبح لابد من إنشاء مستودعات

خاصة بالبيانات بغية الحفاظ عليها وتنظيمها من أجل اللجوء إليها عند الحاجة، إذ تعتبر البيانات نقطة انطلاق لإنشاء مستودعات البيانات ثم استخدامها لإنتاج المعلومات وتحويلها إلى معارف بطرق حديثة ومتطورة من خلال بناء نماذج رياضية وإحصائية، بالإستخدام الذكاء الاصطناعي والتنقيب في البيانات والتعلم الآلي وغيرها من العلوم الحديثة من أجل إتخاذ القرارات المثلى مثل ما هو موضح في الشكل (01-03)؛

1. البيانات

مفهوم البيانات: هي عبارة عن مجموعة من الأرقام والنصوص والصور والرموز التي تكون في شكلها الأولي، تعالج بعدة برامج مختلفة من أجل تحليلها وتنظيمها وتنظيفها بغية الإستفادة منها (زير، 2015-2016، صفحة 31)؛

أنصاف البيانات: تنقسم البيانات عادة إلى ثلاثة أنواع وهذا حسب طبيعة البيانات فيما إذا كانت البيانات عبارة عن أرقام أو صور، بيانات رسومية، مقاطع فيديو وغيرها من البيانات، حيث تقسم إلى بيانات مهيكلة وبيانات غير مهيكلة وشبه مهيكلة كما يلي:

❖ **البيانات المهيكلة أو ما تعرف بالبيانات المنظمة:** وهي البيانات التي تكون بمستوى عالي من التنظيم قد تكون على شكل جداول أو على شكل قواعد بيانات محددة، ملفات، أو حقول مثبتة وغير ذلك، حيث يكون هذا التنظيم وفق أعمدة وصفوف تتضمن جميع المعلومات الخاصة بالبيانات الرقم والتاريخ والعناوين وكل المعلومات المهمة التي تتعلق بالبيانات في مجال محدد ما يسهل الوصول إليها لمعالجتها وتحليلها (ملياني و سفاحلو، 2019، صفحة 64)؛

❖ **البيانات الغير المهيكلة "الغير المنظمة":** هي البيانات التي يصعب الوصول إليها بسهولة لأنها تكون في شكل صور أو مقاطع الفيديو، مقطع صوتي رسائل البريد ما يصعب تحليلها ومعالجتها بإستخدام أدوات التحليل البيانات القديمة؛

❖ **البيانات شبه المهيكلة "شبه منظمة":** هذا النوع من البيانات خليط بين البيانات المهيكلة والغير مهيكلة، قد تكون ليست مهيكلة بدرجة كبيرة فهي ليست في شكل قواعد البيانات أو جداول، حيث قد تأخذ شكل نصوص في صفحات الويب أو ملصقات تحمل معلومات أو عروض فنية كالسعر والمكان والزمان أو أماكن بيع التذاكر وغيرها فهي مهيكلة بشكل مؤقت إلا أنها قابلة للتغير بشكل فوري وسريع ما يفقدها شكلها الهيكلي لهذا سميت بالبيانات شبه هيكلية (أيمن الشحرور، 2021، صفحة 20)؛

2. مستودع البيانات

مفهوم مستودع البيانات: يرجع تاريخ استخدام مستودعات البيانات إلى بداية السبعينيات القرن الماضي نتيجة وجود تراكم كميات كبيرة من البيانات المتدفقة في الوحدات الاقتصادية وهو ما زاد الحاجة الى ظهور وسائل و طرق تعمل بشكل سريع ودقيق في مجال معالجة تخزين ومعالجة البيانات لغرض الاستفادة منها أثناء إتخاذ عمليات القرار من خلال إجراء تحليل ومعالجة لهاته البيانات المخزنة، فالإختلاف في مصادر البيانات المجمعة من مصادر خارج المنظومة تحمل أشكال وخصائص مختلفة قد تكون رقمية أو نصية أو رسومية ، حيث عرف مستدع البيانات على أنه عملية تسهيلية للبيانات ذات الحجم الكبير تعمل على تنسيق مجموعة البيانات التي تم جمعها من مصادر مختلفة بشكل متكامل ،كما عرفت على أنها عملية دمج للبيانات الموجودة في قواعد البيانات المختلفة في قاعدة بيانات واحدة ما يسهل عملية الولوج إليها (عثمان محمد توفيق ، 2006، الصفحات 33-37)؛

وبالتالي نقول عن مستودع البيانات أنه نظام يعمل بشكل دوري على تجميع وتأمين البيانات من مختلف المصادر وتخزينها، حيث لا تقوم عمليات التحديث في مستودع البيانات على عكس قواعد البيانات التي تحدث فيها تحديثات على فترات زمنية منتظمة (KAYDIM, 2021, p. 34)؛

حيث يجب على مستودعات البيانات أن تحمل هذه الشروط:

✓ **تسهيل عملية الوصول للبيانات المخزنة:**

يستوجب أن يكون مضمون المستودع يتصف بالوضوح والسهولة للمستخدمين ما يسهل عليهم الاستفادة منها في مختلف المجالات خاصة من ناحية المجال البحثي؛

✓ **إتساق ومصادقية البيانات:**

ضرورة مصادقية البيانات واتساقها ما يجعل النتائج التي يتم الوصول اليها متسقة وغير متناقضة مع الواقع خاصة في عملية اتخاذ القرار مما يترتب عنها نتائج سليمة؛

✓ **مرونة مستودع البيانات:**

تتميز بيئة العمل بعدة تحولات من سنة إلى أخرى ومن متغير إلى آخر فقد يتم إضافة مجموعة من البيانات الجديدة أو خصائص معينة لمتغير ما أو العمل على تعديل على مجموعة من البيانات ... وغيرها، وبالتالي يستوجب أن يكون مستودع البيانات مرنا ومتكيفاً لأي تحول يطرأ؛

✓ حماية البيانات:

يستوجب أن تتوفر مستودعات البيانات على نظام حماية محكم يضمن حماية البيانات وخصوصياتها في حالة اختراقها من طرف الأشخاص الغريباء من أي تغيير أو سرقة تحدث أو أي إطلاع، حيث يؤثر هذا سلبا على المؤسسة أو المنظمة أمام منافسيها (معروف ، 2020-2021، صفحة 54)؛

تطبيقات مستودع البيانات: لمستودع البيانات ثلاث تطبيقات رئيسية والتي تتمثل في:

■ **معالجة المعلومات:** يعمل المستودع على توليد تقارير مختلفة إنطلاقا من البيانات السابقة، حيث يجري مختلف التحليلات الإحصائية على البيانات باستعمال مخططات وجداول وأشكال وهو ما يسهل الإستفادة منها؛

■ **المعالجة التحليلية للبيانات:** تقوم مستودعات البيانات بالمعالجة التحليلية للبيانات من خلال تقسيم إلى شرائح ومكعبات بغية إظهار المعلومات بشكل مفصل ومفيد كالتحليل متعدد الأبعاد؛

■ **التنقيب في البيانات:** يدعم مستودع البيانات تقنيات التنقيب في البيانات من خلال تزويدها بالبيانات التي تكون في صورة جاهزة وكافية للقيام بعمليات التصنيف والتجميع والارتباط من أجل إستخراج المعارف (مكية ، 2013، الصفحات 32-33) ؛

3. المعلومات:

عرفت المعلومات على أنها الفائدة التي قد تصل إلى المستلم بغية إتخاذ القرار، كما عرفت على أنها مجموعة من البيانات تمت معالجتها من أجل تحويلها إلى معلومات قيمة تتميز بالموضوعية لتسهيل عملية إتخاذ القرار الأمثل محل الدراسة (دحاك و قارة، 2017، صفحة 85).

4. المعرفة:

تعرف المعرفة على أنها مزيج بين المعلومات والبيانات والمهارات ترتبط إرتباطا وثيقا بقدرات الإنسان المكتسبة نتيجة تحصيلاته العلمية أو دراسات تتيح الوصول إلى ما يسمى بالمعرفة، حيث قسمت المعرفة عند Harish Chandra Chowdhary إلى (يعرف - يعلم - يميز)، كما يمكن تعريفها على أنها حصيلة إستعمال بيانات ومعلومات وأبحاث يتم الوصول إليها من خلال الممارسة والتعلم إذ تمكن الباحث من معرفة مستجدات البحث والقدرة على تشخيص عوائق البحث وتحديد البدائل الملائمة للوصول إلى حل أنجع (نقايبى ، 2022، صفحة 68)؛

وبالتالي فالمعرفة هي عملية تعلم قد تكون عن طريق الملاحظات أو الخبرة من أجل معرفة ميزات وخصائص حول موضوع محل الدراسة (حلموس، 2016-2017، الصفحات 29-30).

خصائص المعرفة: يشير الباحث هوسيل وبيل Housel et Bell إلى خصائص الأساسية التي تمتاز بها المعرفة والتي نوجزها في النقاط التالية:

- **القدرة على توليد المعرفة:** من خلال الإنجازات والابتكارات التي يقومون بها الأفراد المبتكرون في المؤسسات؛
- **إملاك المعرفة:** أصبح في الوقت الراهن أغلب المعارف لها قيمة ثمينة لدى مؤسسات والأفراد المبتكرون حيث تحول إلى أسرار تجارية أو براءة اختراع تتمتع بالملكية؛
- **القدرة على تخزين المعارف:** تتميز المعرفة بالقدرة على تخزين عبر السنين يتم الرجوع إليها عند الحاجة ففي سابق الأمر كان التخزين عبر الطرق التقليدية غير أن الوقت الحالي أصبحت وسائل التخزين متطورة تمتاز بالسرعة والدقة عند الرجوع إليها؛
- **إمكانية تصنيف المعرفة:** للمعرفة تصنيفات مختلفة حسب نوع المعرفة المتوصل إليها فقد تكون المعرفة ضمنية أو خارجية؛
- **المعرفة يمكن أن تموت:** حيث تموت المعرفة عندما تحل المعرفة الجديدة مكان المعرفة القديمة (محرز و بعلي ، 2019 ، صفحة 260)؛

الشكل رقم (01-03): مستويات تطور البيانات



المصدر: (B.S.AlJanabi & Kadhim, 2017, p. 22)

ثانياً: مجالات استخدام التنقيب في البيانات

تتوسع دائرة استخدام التنقيب في البيانات لتشمل عدة مجالات ومواضيع مختلفة إذ يعد استخدامها جزءاً أساسياً ومهماً من أي مبادرة تحليلية، حيث نجد من بين أهم استخدامها ما يلي:

1- التصنيع والإنتاج في المؤسسات: تستعمل تقنيات التنقيب في البيانات في مجال التصنيع والإنتاج للمؤسسات من خلال تحليل فوري وفعال باستخدام التنبؤ بمستويات الإنتاج وجودة الخدمات، ومثالاً على ذلك التنبؤ بالأعطال وتآكل الآلات الإنتاجية بإستعمال البيانات السابقة من أجل تقليل وقت التعطيل عن العمل وزيادة الإنتاجية؛

2- معرفة سلوك شراء العملاء من خلال عمليات البيع بالتجزئة: تحتوي شركات البيع بالتجزئة على قاعدة بيانات ضخمة تتضمن معلومات حول العملاء وسلوك شرائهم، حيث يمكن لتقنيات التنقيب في البيانات معرفة رؤى مستقبلية حول سلوك شراء للعملاء عن طريق استخدام تقنية التنبؤ أو معرفة حملات تسويق المبيعات في المستقبل؛

3- التعرف على مستويات الطلبة وجودة خدمات التعليم: تستخدم العديد من مؤسسات التعليم قواعد البيانات تضم بيانات حول الطلبة "الاسم واللقب، نوع الجنس، التخصص، المستوى الدراسي، علامات المقاييس المتحصل عليها الطالب، بالإضافة إلى معلومات حول الموظفين.. إلخ، كل هذه البيانات تسمح بمعرفة جودة خدمات التعليم وتعداد كل تخصص والتنبؤ بإقبال الطلبة مستقبلاً على المؤسسة وخير مثال على ذلك ورد في دراسة (صالح أبوقرون، 2018، صفحة 70) حيث استخدمت الدراسة تقنيات التجميع وقواعد الارتباط وأشجار القرار بالإعتماد على نظم معلومات الطلبة لدعم اتخاذ القرارات في مؤسسة التعليم العالي بدولة السودان؛

4- إدارة الخدمات المصرفية والتأمينات: تعمل تقنيات التنقيب في البيانات على حل العراقيل والمشاكل التي تواجه المؤسسة نتيجة الاحتيال واستنزاف العملاء، بالإضافة إلى إكتشاف أسعار المنافسة ومقارنتها مع أسعار المنتجات السابقة (السيد عبد الحق و عبد العال عبد الراضي ، 2023، صفحة 23)؛

5- دراسة وضع الموارد الطاقوية: تعاني جل الدول من استنزاف الموارد الطاقوية الناضبة بشكل غير عقلاني نتيجة الإستهلاك المفرط خاصة من ناحية الطاقة الكهربائية ما جعل العديد من الباحثين إلى التوجه لمعرفة أهم الأسباب وعلاجها والتنبؤ بالكميات المستهلكة مستقبلاً بالإضافة إلى كشف احتيال سرقة الكهرباء دون ترخيص مسموح وعدم تسديد الفواتير من قبل العملاء، كل هذا إنطلاقاً من البيانات التي تدون حول كل مستهلك في المؤسسة سونلغاز؛

6- مجال المكتبات الرقمية والمعلومات: تساهم المكتبات الرقمية في توفير البيانات اللازمة التي ترشد مسيرتها في عملية تحليل البيانات ومعرفة المصادر التي ذات صلة ببقية المراجع، وعلى سبيل المثال استخدام قواعد الارتباط والعنقدة لتوليد مصنغات تعمل على تنظيم المكتبات لتسهيل عملية الوصول إليها، كذلك نجد استخدام K-Means. لدراسة اتجاهات المستفيدين من الخدمات المكتبية؛

إستراتيجيات نجاح عملية التنقيب في البيانات:

- ✓ العمل على توجيه الدراسة نحو الهدف المرجو من خلال إظهار المشكلة المراد حلها بشكل واضح وفهم طبيعة العمل من خلال تجسيد خطوات العمل خطوة بخطوة؛
- ✓ تحديد بيانات الدراسة وتوفيرها بشكل دقيق مع فهم البيانات، حيث تساعد المصمم في إختيار التقنية والأداة المناسبة للمعالجة ما يزيد من قوة وقدرة التنبؤ بشكل سليم خالي من الأخطاء؛
- ✓ التواصل واستشارة أصحاب الخبرة في مجال عملية التنقيب من أجل التأكد من صحة العمل لتوزيع النموذج الصحيح داخل المؤسسة لصناعة القرارات (شريط و بوجنان ، 2013، صفحة 62).

المبحث الثاني: مراحل التنقيب في البيانات واكتشاف المعرفة

اختلفت العديد من الدراسات حول تصنيف مراحل التنقيب في البيانات على أنها مراحل مستقلة بحد ذاتها على مراحل إكتشاف المعرفة أو أنها تمثل مرحلة مهمة، ينقسم هذا المبحث إلى ثلاث مطالب أساسية يتبين من خلالها أنواع التعلم التي يستند إليها التنقيب في البيانات ومراحل عملية إكتشاف المعرفة بالإضافة إلى تقنيات التنقيب في البيانات؛

المطلب الأول: أنواع التعلم في التنقيب في البيانات

تستند أي دراسة على مجموعة البيانات التي تكون محددة ضمن مجال المعالجة، فالتنقيب في البيانات يعتمد على نوعين أساسيين من التعلم " تعلم خاضع للإشراف " أي تعلم موجه و " تعلم غير خاضع للإشراف " الذي يسمى بالتعلم الغير موجه، وهذا حسب طبيعة الدراسة إذا كانت تحتوي على متغيرات مستقلة ومتغيرات تابعة أو تحتوي على متغيرات مستقلة فقط؛

أولاً: التعلم الموجه (خاضع للإشراف) Supervised Learning

هي تقنية آلية تقوم على أساس عملية التعلم الخاضع للإشراف بتجميع عينات من البيانات المدخلة التي تتمثل في متغيرات مستقلة وتجميع البيانات المخرجة التي تتمثل في متغيرات تابعة ثم تقارن النتائج المقدرة بالنتائج الفعلية للمتغيرات، حيث تكرر عملية التدريب عدة مرات من أجل الحصول على قيم مقاربة أو متماثلة للقيم الفعلية كما تحدث تغيرات على الأوزان بغية تقليل الأخطاء في النتائج، وبالتالي يمكن القول على أن التنقيب الإستشراقي ينتج نماذج عن طريق نظام الذي تصفه بيانات الدراسة (احمد الشوافى و السيد حجاج، 2013).

ثانياً: التعلم غير الموجه (غير خاضع للإشراف) Unsupervised Learning :

يختص هذا النوع من التعلم بوجود عينات مدخلة "متغيرات مستقلة" فقط دون المتغيرات المخرجة "متغيرات تابعة" في عملية التدريب، حيث يعمل التعلم الغير موجه على إكتشاف الصفات والمميزات الغير ظاهرة ضمن مجموعة بيانات الإدخال مع قدرتها على تطوير التمثيل داخل البيانات وإجراء تكيف مناسب حسب نوع الخوارزمية التي يقوم عليها التعلم (أبو محرمه ، 2019، صفحة 17).

المطلب الثاني: سيرة اكتشاف المعرفة "KDD"

تقوم تقنية إستكشاف المعرفة على مجموعة من الوظائف، حيث لا يقتصر عملها فقط على إستخراج المعرفة من قواعد البيانات وإنما لها القدرة على إستخراج المعرفة من النصوص والرسومات البيانية، الصور، مقاطع الفيديو، الموسيقى بالإضافة إلى الويب، ففي هذه النقطة سوف يتم عرض سيرة اكتشاف المعرفة "KDD" من البيانات والتي تمر بعدة مراحل مهمة تمكن من إستخراج المعرفة بشكل يسمح لها بإتخاذ القرارات المثلى في مجال الدراسة، وصولاً إلى عملية التنقيب في البيانات التي تعد من ضمن أهم المراحل في عملية إكتشاف المعرفة، حيث تعد محور الدراسة الحالية كما هو موضح في المراحل التالية:

(1) إختيار البيانات: تحدد في هذه المرحلة البيانات التي تقوم عليها الدراسة إنطلاقاً من الموضوع المعالج فيتم إختيار الوجهة التي يتم الوصول من خلالها إلى البيانات قد تكون من خلال شبكات الحاسوب أو مدونة في سجلات مسجلة من طرف المؤسسات والأفراد، حيث تحدد البيانات التي لها صلة بموضوع من مجموعة البيانات التي ليست لها صلة أو البيانات التي تكون ذات صلة ضعيفة، وقد تكون زائدة عن الحاجة.. إلخ (A. Qeshta, 2012, p. 13) ؛

(2) المعالجة الأولية للبيانات: عادة ما تكون البيانات تحتوي على قيم مفقودة وقيم شاذة أو قيم متكررة لذلك تخضع إلى معالجة أولية بغية تنظيف وإتمام البيانات الناقصة وتحديد القيم المتطرفة أو حذفها من أجل جعلها جاهزة لعملية التطبيق، حيث تشمل هذه المرحلة عدة مراحل والتي تتمثل في "تنظيف البيانات وإزالة البيانات المتكررة والمفقودة ومرحلة إشتقاق ودمج للبيانات" (H.A. Kharofa, 2019, p. 179)؛

(3) نقل البيانات: بعد الإنتهاء من عملية تجهيز البيانات تأتي عملية نقل البيانات أو ما تعرف بعملية تحويل البيانات والتي تكون فيها تحديد السمات التي يجب علينا تقليل وزنها والسمات التي يستوجب علينا زيادتها، فالتحول يعطي معدل التباين لكل بُعد من الأبعاد كما يحدد عدد التباينات المتاحة ضمن السمات المحولة، فكل عنصر يمثل سمة على مستوى فضاء العينة حيث في أغلب الحالات تستخدم PCA لتقليل أبعاد (Saii, Isber, Jolah, & Mhanna, 2022, p. 193) ؛

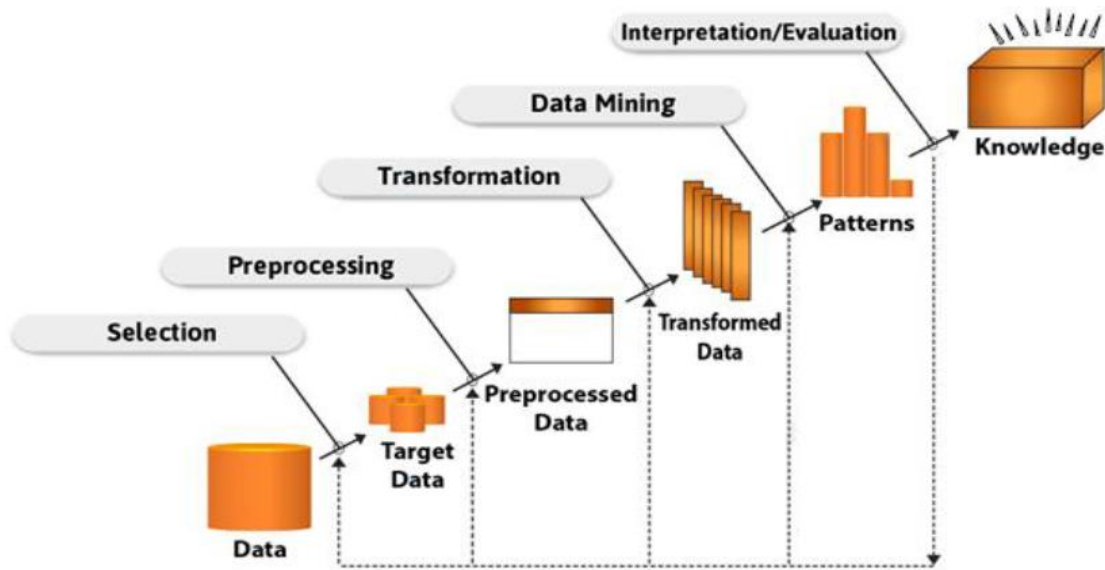
ومن هنا نجد الهدف من هذه الخطوة هو العثور على ميزات مفيدة تمثل البيانات حسب الهدف المحدد مع تقليل مهمة تحليل البيانات، حيث تحول فيها البيانات إلى بيانات مناسبة وقابلة لتطبيق من خلال إستخدام إجراءات التجميع والتلخيص مع إنشاء تعليمات في البرمجية وصولاً إلى بيانات مناسبة لعملية التنقيب (Jogannagari & Manchala, 2020, p. 3916) ؛

(4) تنقيب البيانات: لا تعد المراحل السابقة نقطة انطلاق لإكتشاف المعرفة فقط بل هي نقطة انطلاق للتنقيب في البيانات أيضا كونه لا يتم القيام بعملية التنقيب في البيانات إلا بمرور بالمراحل السابقة وصولا إلى تطبيق تقنيات التنقيب في البيانات لإستخراج نماذج، حيث لكل تقنية عدة أدوات كشجرة القرارات والشبكات العصبية وخوارزميات الجار الأقرب وغيرها من الخوارزميات، فطبيعة الدراسة ونوع البيانات تحدد نوع التقنية والخوارزمية التي يتم الإعتماد عليها؛

(5) تقييم النموذج: نقيم الأنماط المتحصل عليها من خلال عدة إعتبارات لمعرفة النمط الأنسب محل الدراسة القائمة، حيث نتمكن من معرفة أداء الخوارزمية بشكل أدق فيما إذا كانت لدينا خوارزمية واحدة أما إذا كانت لدينا عدة خوارزميات مستخدمة في الدراسة فلا بد من المقارنة بين مجموعة من المقاييس والتي تتمثل في جذر متوسط الخطأ التربيع، النسبة المطلقة لمتوسط الأخطاء، متوسط مربع الأخطاء؛

(6) تمثيل المعرفة: هو الإطار الذي يعطي صورة عن تحويل البيانات من شكلها المتراكم والغير مفهوم إلى صورة وبنية واضحة سهلة القراءة والإستفادة (M. Tabash, 2015, p. 14)، كما يمكن تعريفها على أنها حصيلة إستعمال بيانات ومعلومات وأبحاث يتم الوصول إليها من خلال الممارسة والتعلم إذ تمكن الباحث من معرفة مستجدات البحث والقدرة على تشخيص عوائق البحث وتحديد البدائل الملائمة للوصول إلى حل أنجع (نقايبى ، 2022 ، صفحة 68)؛

الشكل رقم (01-04): خطوات تطبيق إكتشاف المعرفة (KDD)



المصدر: (Ammar Th, 2021, p. 174)

المطلب الثالث: تقنيات التنقيب في البيانات

تتقسم تقنيات لتنقيب في البيانات إلى نوعين رئيسيين تقنيات وصفية وتنبؤية يندرج تحت كل نوع عدة أنواع، حيث طبيعة الدراسة والبيانات تحدد نوع التنقيب وصفيا أو تنبؤيا وهذا حسب المهام الأساسية للتنقيب في البيانات فعلى سبيل المثال إذا كانت مهمة التنقيب هي التجميع التي تهدف إلى الوصف أو إذا كانت مهمة التنقيب هي التصنيف فهي تهدف إلى التنبؤ، وهذا ما سيتم التعرف عليه في هذه النقطة بشكل أكثر تفصيلا وهي كالتالي:

أولاً: تقنيات التنقيب الوصفي

يعد التنقيب الوصفي أحد تقنيات التنقيب في البيانات من أجل إكتشاف الخصائص التي في أعماق البيانات لإستنباط نماذج والكشف عن الإتجاهات المحتملة، حيث يضم التنقيب الوصفي عدة تقنيات من بينها تحليل التسلسل أو ما يعرف بالإكتشاف التسلسلي كذلك قواعد الإرتباط والتجميع وتحليل التقارب وغيرها من التقنيات، فلكل تقنية أدوات "خوارزميات" التي تسمح لها ببناء نماذج وتصورات حول الظاهرة المدروسة (هلال ، 2021، صفحة 41)؛

■ التجميع أو ما يسمى بالعنقدة Clustering

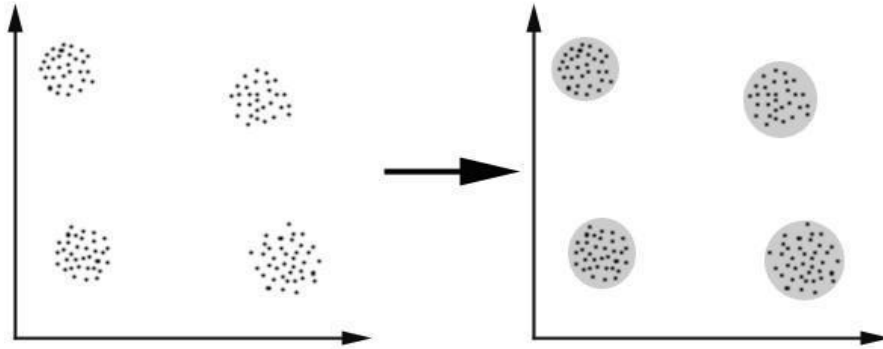
تصنف تقنية التجميع ضمن التقنيات الوصفية التي تقوم على التعلم الغير الموجه "غير خاضع للرقابة" للتنقيب في البيانات، حيث تعمل على جمع الكيانات المتماثلة مع بعضها البعض في شكل مجموعات تحمل خصائص متشابهة دون معرفة صفات أو معلومات مسبقة للبيانات، تعتمد فكرة التجميع على تحديد الإتجاهات داخل البيانات من خلال تقسيمها إلى أصناف مشتركة في الخواص بحيث تكون نقاط المجموعة الواحدة أقرب ما يكون مع بعضها البعض (صالح أبوقرون، 2018، صفحة 154) ، فكلما كانت البيانات المتعامل معها كبيرة نميل إلى تقليص عددها الهائل إلى عدد محدد وقليل من العناقيد أو الفئات (حباب، 2021، صفحة 31)؛

أو بمعنى آخر نقول على العنقدة هي عملية تمثيل العينات العنقودية كنقاط في فضاء متعدد الأبعاد، حيث تكون العينات متواجدة داخل مساحة محددة أكثر تشابها مع بعضها البعض بشكل عنقودي دون علم مسبق على تسمية فئات الكيانات (Bussmann Nina, 2019, p. 26)؛

توجد عدة تقسيمات للعنقدة والتي تتمثل في:

- 1- العنقدة القائمة على أساس النقاط المركزية
- 2- العنقدة القائمة على أساس إرتباط المعطيات
- 3- العنقدة القائمة على أساس كثافة المعطيات (Abu Kassem, Issa, & Mehreze, 2021, p. 390)؛

الشكل رقم (01-05): صورة توضيحية على شكل العنقدة

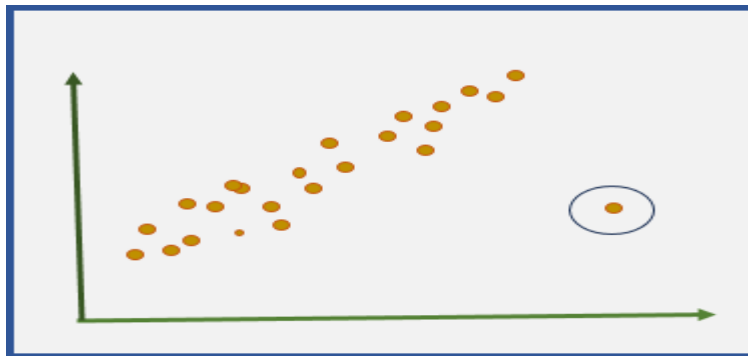


المصدر: (كاظم يوسف و عبد الله المحمودي، 2016، صفحة 244)

■ تحليل القيم الشاذة Outlier Analysis :

يعمل التحليل الخارجي على إكتشاف البيانات التي تختلف بشكل كبير عن بقية البيانات أي يعمل على تحديد القيم المتطرفة، حيث تعرف بالاستثناءات في حين يمكن إعتبار القيم المتطرفة ضجيجا لا تخدم موضوع الدراسة إلا أنه قد يمكن أن تكشف عن معارف مهمة في مجالات أخرى (M. Tabash, 2015, p. 15)

الشكل رقم (01-06): تحليل القيم الشاذة



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (Jogannagari & Manchala, 2020, p. 3917)

■ قواعد الإقتران "قواعد الارتباط" Association Rules :

هي عملية البحث عن علاقات ارتباطية بين الوحدات أو الكائنات مع بعضها البعض، لإيجاد أنماط متكررة أو ارتباطات، أو هياكل سببية بين عناصر المجموعة ضمن قواعد البيانات أو مستودعات البيانات لإكتشاف علاقات مهمة تستخدم في إستخراج المعرفة (عزال، 2022، صفحة 48) أو هي عملية الإقتران بين الحوادث أي بين حدوث حدث معين مع حدوث حدث آخر، حيث تتضمن علاقة ثابتة بين مجموعة من الحوادث في قاعدة البيانات (نايف و خلف أيوب ، 2016، صفحة 391)؛

فالارتباط يعبر على فهم الروابط بين الأحداث عندما يكون هناك ربط بين صفتين أو أكثر حيث يتم التنبؤ بقيمة أحدهما على أساس الصفات الأخرى، فمن أشهر طرق إكتشاف قواعد الارتباط هي تحديد جميع العناصر المتكررة في المجموعات مع ضرورة أن يكون معدل الدعم في المجموعات المتكررة مرتفع لأن جوهر خوارزمية إكتشاف قواعد الارتباط هو تحديد العناصر المتكررة (Zhang, Fan, Sharma, & Kukkar, 2022, p. 211).

■ الأنماط التسلسلية Sequential Pattern

يعد التحليل المتتابع أو ما يعرف بتحليل الأنماط المتسلسلة أحد أهم التقنيات المهمة التي تندرج تحت تقنية قواعد الارتباط، ظهرت أول مرة أثناء مناقشة مشكلة تنقيب الأنماط المتسلسلة من طرف " Agrawal & Srikant"، حيث يتم الكشف على بيانات الأنماط التسلسلية المتكررة ضمن قواعد البيانات التي تحمل سجلات بها بيانات متسلسلة لأحداث مرتبة مثل نمط الشراء في أحد المتاجر، بيانات سجل الويب، علاج الأمراض، الكوارث الطبيعية،....إلخ، فالتنقيب في الأنماط المتسلسلة يعمل على إيجاد جميع الأنماط دون الحد الأدنى من الدعم المحدد من طرف المستخدم، إذ يتكون التسلسل من معاملات لكل معامل مجموعة من العناصر مرتبة حسب وقت حدوثها ودعم النمط يتألف من عدد تسلسلات للبيانات التي تحتوي على التكرارات، فالميزة الرئيسية للخوارزميات القائمة على تقنية الأنماط المتسلسلة هي عمليات الفحص المتكررة لقواعد البيانات من أجل توليد أنماط تسلسلية متكررة (Bu Daher, 2020, p. 8).

■ التلخيص Summarization:

تصنف تقنية التلخيص ضمن تقنيات التنقيب الوصفي التي تتطوي على إيجاد وصفا للبيانات الفرعية على شكل مجموعات أي أن هدف التلخيص يكمن في إيجاد وصف مدمج لمجموعة البيانات، حيث في الغالب

يتم تطبيق التلخيص البسيط على البيانات مثل جدول الانحرافات المعيارية والمتوسطات لإعطاء تصور وتحليل للبيانات من أجل إنشاء تقرير (Jogannagari & Manchala, 2020, p. 3916).

ثانياً: تقنيات التنقيب التنبؤي

تعد تقنية التنبؤ من الأهم التقنيات التنقيب في البيانات المعتمدة بشكل كبير في مختلف الدراسات فهي تعطي مغزى توقعي ناجح، فالتنبؤ يستند إلى البيانات سابقاً للحصول على تنبؤات مستقبلية (النقودي، 2022، صفحة 536) لأن الأمر يتعلق بالقيم التي سوف يأخذها المتغير المستهدف مستقبلاً لإنشاء نموذج يقلل من الأخطاء بين القيم الحقيقية والقيم المتوقعة، فللحصول على نموذج تنبؤي هناك عدة طرق "خوارزميات" لها القدرة على التنبؤ بشكل دقيق من بينها الشبكات العصبية وأشجار القرار (N. H. Bussmann , 2019, p. 25)، يندرج ضمن تقنية التنقيب التنبؤي عدة تقنيات أخرى والتي تتمثل في التصنيف والسلاسل الزمنية والإنحدار؛

■ التصنيف Classification

تعتبر عملية التصنيف من بين الطرق المستخدمة بشكل كبير في عمليات التنقيب، حيث تصنف البيانات بناء على خصائص مشتركة إلى أصناف أو أقسام يتم تحديد الأصناف قبل القيام بعملية الفحص للبيانات المدروسة، تستند عملية التصنيف إلى عدة أدوات التي تتمثل في مجموعة من الخوارزميات كالشبكات العصبية الإصطناعية والجار الأقرب وغيرها من الخوارزميات التي يستفيد منها الباحث من عمليات تصنيف البيانات مستقبلاً (الفارس و عبد الله الفخري، 2018، صفحة 578) ، يستعمل التصنيف الغالب في البيانات ذات الفئة الثانية وهذا من خلال تقسيم البيانات إلى فئتين مثل (نعم؛ لا)، فيتنبأ النموذج بمدى انطباق البيانات على إحدى الفئتين بغية تصنيف الحالات الغير مرئية في مجموعة البيانات، حيث يتميز التصنيف الفعال بأربع سمات رئيسية والتي تتمثل في الفهم والبساطة والدقة والإثارة (Bussmann Nina, 2019, p. 26)

■ السلاسل الزمنية Time Series Analysis

شهدت العديد من الدراسات استخدام واسع للسلاسل الزمنية من أجل دراسة التنبؤات ومعرفة أحداث الظواهر حيث تجسدت في طرق التعلم الآلي والتعلم العميق، التنقيب في البيانات وغيرها..، فالسلاسل الزمنية تتمثل في ملاحظات متتالية بشكل متسلسل لأي نوع من البيانات المجمعة خلال فترات زمنية معينة، حيث يختلف مؤشر الزمن من دراسة لأخرى قد يأخذ "أيام، أشهر، أو سنوات وما إلى ذلك، ما يميز هذا النوع من

السلاسل كونها تأخذ العامل الزمني أثناء تقلباتها من ملاحظة إلى أخرى ما يجعل إرتباطها محتملا بين الملاحظات ما يساع على تتبع أحداث الظاهرة في ماضيها والتنبؤ بمستقبلها (H, M. T, B, & A. J, 2022, p. 193)

■ الإنحدار Regression

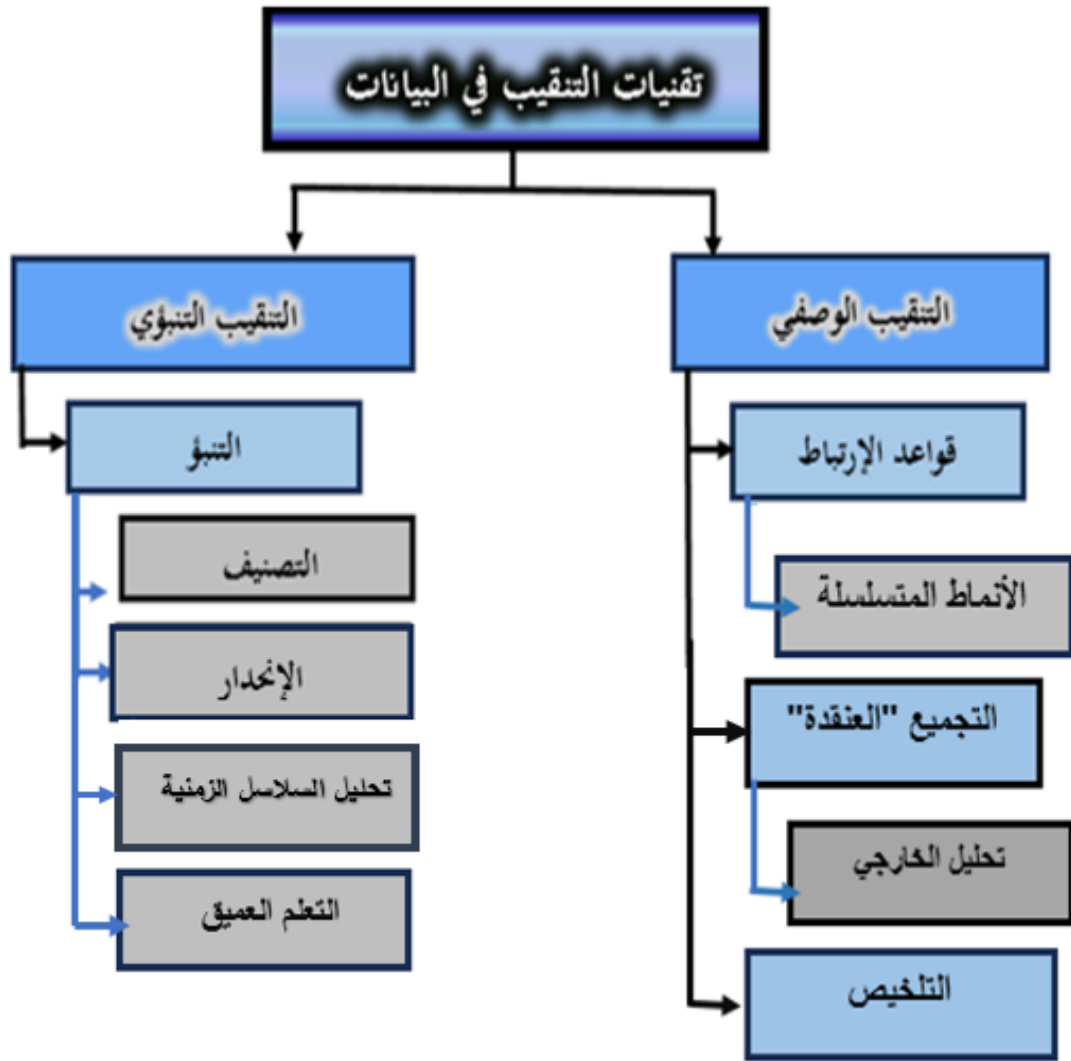
تعرف أساليب الإنحدار بشكل شائع في الاقتصاد القياسي الذي تستند فيه على عدة طرق بغية الحصول على أفضل نموذج للدراسة القائمة، حيث تستخدم طريقة المربعات الصغرى العادية والمربعات الصغرى الموزونة، إختبار الأخطاء، وإنحدار المربعات الصغرى المعممة، غير أن طريقة المربعات الصغرى العادية تقدم نتائج موثوقة على عكس التنبؤ بالسلاسل الزمنية لأن مصفوفة التباين المشترك تكون في غالب الأحيان غير قطرية وهذا لوجود عدة إضطرابات قد تكون متولدة من أخطاء منهجية مختلفة (Matthew Leone, 2016, p. 247)

يصمم الانحدار من أجل إيجاد علاقة بين المتغيرات المستقلة والتابعة في شكل معادلة قد تكون خطية أو غير خطية، حيث يندرج الإنحدار تحت تقنيات التنبؤ للتنقيب في البيانات فيقوم الباحث بتقييم الأهمية الإحصائية للعلاقات المقدره عند درجة الثقة فيما إذا كانت العلاقات المقدره قريبة من العلاقات الحقيقية (Sailesh Bhaskaran, 2017, p. 65)

■ التعلم العميق: Deep Learning

هو توجه متقدم في مجال التنقيب في البيانات والذكاء الاصطناعي، حيث يعد فرع من فروع التعلم الآلي، يستند على الشبكات العصبية المستوحاة من الشبكات العصبية المتواجدة في الدماغ البشري، حيث تركيبة التعلم العميق تتكون من عدة طبقات خفية لكل منها دور مهم في معالجة البيانات بكميات ضخمة بأداء أكثر دقة ومصدقية من أجل استنباط ميزات هامة والعمل على تحسين النموذج من خلال فهم وتحليل معمق للبيانات الكل يتم بشكل آلي دون تدخل العنصر البشري (العكور ، 2024، صفحة 7)، من بين أهم الخوارزميات التي يستخدمها خلال عملية بناء النموذج نجد الشبكات العصبية ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM بالإضافة إلى الشبكات العصبية التكرارية RNN، والوحدات المتكررة ذات البوابات GRU .

الشكل رقم (01-07): تقنيات التنقيب في البيانات



المصدر: (Zia, et al., 2022, p. 15)

المبحث الثالث: أدوات "خوارزميات" التنقيب في البيانات

يختص هذا المبحث بتأطير أدوات التنقيب في البيانات الأكثر شيوعاً، حيث سنكتفي بدراسة بعض الأدوات الخاصة بتقنية التجميع وتقنية قواعد الارتباط من تقنيات التنقيب الوصفي بالإضافة إلى أدوات تقنية التصنيف التي تصنف من تقنيات التنقيب التنبؤي، تعتبر الأدوات التي سوف يتم التطرق إليها عبارة عن خوارزميات تخضع إلى نوع محدد من التعلم قد يكون خاضع للإشراف (موجه) أو غير خاضع للإشراف (غير

موجه)، كما توجد بعض الخوارزميات تكون مشتركة بين تقنيتين " التصنيف والتجميع" مثل الشبكات العصبية الاصطناعية؛

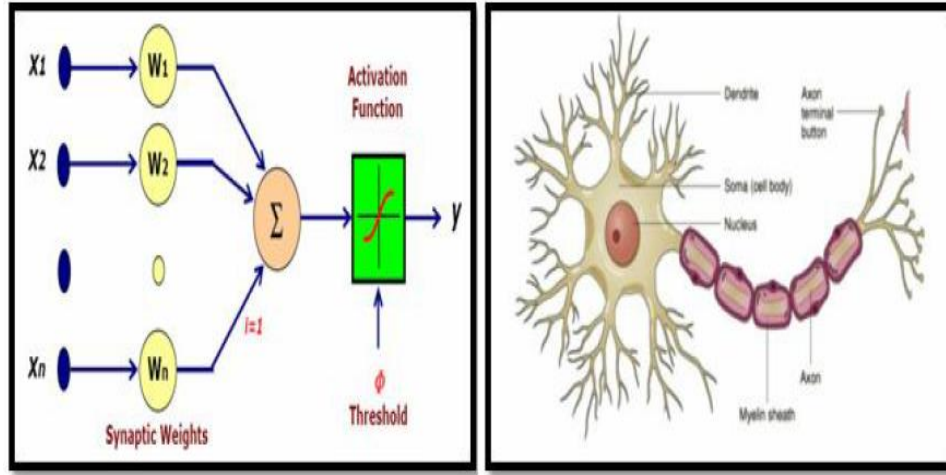
المطلب الأول: أدوات تقنية التصنيف

تطبق تقنية التصنيف بعدة خوارزميات متنوعة والتي وردت في العديد من الدراسات على أنها مجموعة الأدوات التي تهدف إلى الوصول إلى نموذج الأنسب إنطلاقاً من مجموعة البيانات، حيث لكل أداة طريقة عمل خاصة بها، تختلف من ناحية تقسيم البيانات وكيفية معالجتها؛

1) الشبكات العصبية الاصطناعية

تعتبر الشبكات العصبية الاصطناعية أحد أهم أدوات التنقيب في البيانات حيث تتمحور فكرة الشبكات حول محاكاة العقل البشري الذي يتمتع بالقدرة الهائلة في إكتساب المعارف من خلال عمليات التدريب والتعلم، فهي تشبه كثيراً الخلايا العصبية البيولوجية كما هو موضح في الشكل (01-08) (الجبيلي، 2020، صفحة 32)؛ حيث تتكون خلايا البشرية من ترابط كثيف بين خلايا العصبية لها جسم خاص بالخلاية تتوسطها نواة وبها عدة ألياف بالإضافة إلى محور عصبي الذي يتمثل في ليف طويل، تستقبل الألياف (التشعبات) إشارات كهروكيميائية من الخلايا العصبية المجاورة إلى جسم الخلايا لمعالجة الإشارات ليتم استقبالها مرة أخرى من الخلايا المجاورة عن طريق المحور العصبي باستخدام المشابك وهكذا لتستمر هذه العملية بين الخلايا، وعلى هذا الأساس جاءت فكرة محاكاة الشبكات العصبية الطبيعية للشبكات العصبية الاصطناعية التي تتكون من عقد اصطناعية متصلة ببعضها البعض تستند فيها على تقنيات رياضية وإحصائية حيث تسمح بالتعلم والتدريب من خلال عدة دوال تتكيف مع نوع التعلم تستخدم فيها المدخلات والأوزان من أجل حساب المخرجات (زهواني ، 2021-2022، الصفحات 15-16)

الشكل رقم (01-08): مقارنة بين الشبكات العصبية البيولوجية والشبكات العصبية الطبيعية



المصدر: (صابر قاسم و رستم محمد، 2013، صفحة 186)

خصائص الشبكات العصبية: للشبكات العصبية الاصطناعية عدة خصائص نذكر منها ما يلي:

- قدرة على معالجة البيانات مهما اختلف نوعها كمية أو كيفية؛
- تتميز الشبكات العصبية الاصطناعية بالمرونة فهي تستخدم في جميع المجالات
- تركز الشبكات العصبية على برمجيات رياضية قوية التي تعالجها بطرق أسرع وأدق؛
- تمتاز الشبكات بقدرتها على تخزين المعارف المتوصل إليها من طرف البيانات التي سبقت لنفس الظاهرة
- قيد المعالجة لتكيفها مع بياناتها (عبد محمد الخزعلي، 2021، صفحة 26)؛
- تعمل الشبكات العصبية بواسطة التدريب يمكنها من قدرة على التعلم واكتساب المعرفة من خلال تجربة التدريب ما يجعلها تحتفظ بالذاكرة؛
- تعمل على تمثيل البيانات المستلمة خلال عملية التعلم وخلق تنظيم خاص بها (بن نور و نايت مرزوق، 2019، صفحة 72)؛

مزايا الشبكات العصبية الاصطناعية:

تمتاز الشبكات العصبية الاصطناعية بعدة مزايا ما يجعلها تحتل الصدارة في معالجة عدة دراسات مستعصية في مجال التنقيب في البيانات والتعلم العميق والذكاء الاصطناعي وغيرها من المجالات، فمن بين هذه المزايا نجد قدرة الشبكات العصبية على التعلم الذاتي وهي قدرة الشبكات العصبية على التعلم بنفسها

واستنباط القوانين التي تسمح لها بحل المشاكل إذ ينقسم التعلم الذاتي إلى تعلم مراقب وتعلم غير مراقب أي في حالة الدراسة تحتوي على المدخلات والمخرجات تكون بصدد تعلم المراقب أما في حالة دراسة تحمل مدخلات فقط تقوم بالتعلم الغير مراقب، بالإضافة إلى سرعة الإستجابة والتكيف مع التطورات والتغيرات الحاصلة حيث قد يتم فقدان فعاليتها في التمييز عبر الزمن، وبالتالي نجد قدرتها على الإستجابة من أجل إصلاح الشبكة من خلال إعادة قواعد الأمثلة الجديدة من أجل التعلم في وقت وجهد أقل (مراس ، غربي ، و بن عبد العزيز ، 2020، صفحة 6).

(2) خوارزمية الجار الأقرب (K-Nearest Neighbor (KNN)

تعمل هذه الخوارزمية على أساس التعلم الآلي الموجه فهي تصنف ضمن التقنيات الوصفية وتقنيات التصنيف التنبؤية، تولد تنبؤات مستقبلية للدراسات كما لها قدرة على التصنيف على أساس أقرب جار من خلال قياس المسافات بين نقطة والنقطة الأقرب إليها بين مشاهدات السلسلة، كلما كانت قيم البيانات متقاربة كلما كانت المسافة قليلة والعكس وعلى هذا الأساس جاءت تسمية خوارزمية الجار الأقرب، يحدد عدد الجيران الأقرب "K" ثم تحسب المسافة بين الجار والجار الأقرب إليه، تستعمل في حال نماذج الانحدار الخطي والانحدار الغير خطي؛

تعطي علاقة حساب المسافة بين الجيران بعلاقة التالية (الفارس و عبد الله الفخري، 2018، صفحة 579):

$$d(i,j) = \sqrt{\|x_i - x_j\|^2}$$

المسافة بين نقطتين $d(i,j)$

$x_i - x_j$ نقاط البيانات في الفضاء

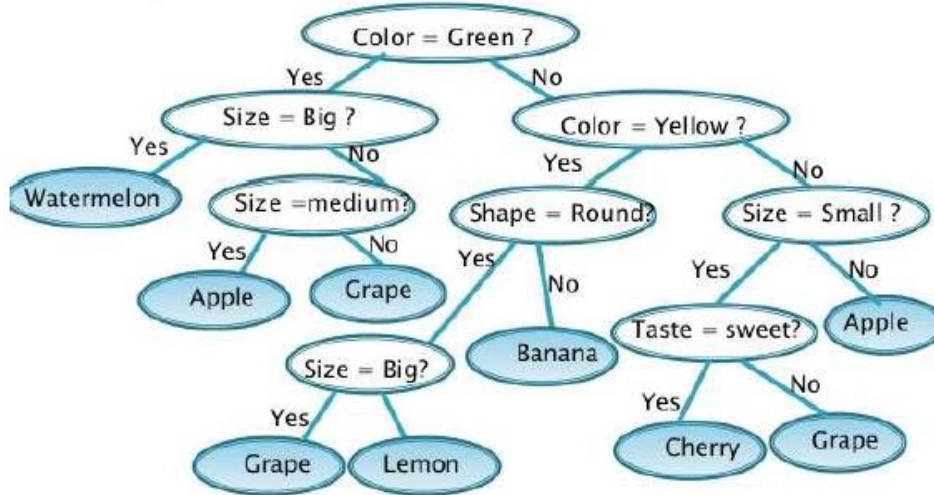
تنتمي أساليب الجار الأقرب إلى فئة الخوارزميات غير البارامترية والتي تعرف باسم طرق النموذج الأول، تختلف بشكل واضح عن الخوارزميات الأخرى كونها تعتمد على الذاكرة ولا تتطلب نموذج ليكون مناسب لأن مبدؤها وراء أساليب الجار الأقرب هو البحث على عينات التدريب الأقرب مسافة إلى عينات جديدة، وفي الأخير يتم إستنتاج منها قيم الإخراج (Louppe, 2014, p. 24).

3) خوارزمية شجرة القرارات Decision Tree

تعتبر خوارزمية شجرة القرارات من أهم خوارزميات دعم القرار فهي تصنف ضمن أدوات التنقيب التنبؤي تستند في مبدأ عملها على خريطة تبدأ بالملاحظة وتنتهي بالنتائج، حيث تتكون بنية شجرة القرارات من سلسلة العقد والأفرع كل عقدة تمثل إتجاه بينما كل فرع يمثل نتيجة محتملة تخضع في عملها إلى التعلم الخاضع للإشراف، تقوم بنمذجة المخرجات بالإضافة إلى علاقات الإخراج في شكل قواعد؛

تتمتع شجرة القرارات بنوعنا من التحليل التنبؤي يتمثل الأول في التصنيف يستند إلى شروط مثل (نعم أو لا) أما التحليل الثاني يتمثل في الانحدار يستخدم عندما تكون البيانات المستهدفة قيم رقمية، أما التحليل باستخدام توصيف للأنماط لها عدة أنواع كتحليل الرابط أو البحث عن الانحراف (محمود هاشم، 2022، صفحة 325)، وبعبارة أخرى فإن شجرة القرار هي مخطط شجري لتحديد مسار العمل في الحالات التي تحتوي على العديد من البدائل المحتملة، حيث يصمم مصنف الشجرة على أساس مرحلتين: مرحلة بناء الشجرة يتم بناء شجرة القرار عن طريق تقسيم متكرر لمجموعة بيانات تدريب وتعيين تسمية الفئة حسب الفئة الأكثر تكراراً، أما عن مرحلة تقليم شجرة تقلم فيها الشجرة بفرع في حال الحصول على أقل خطأ للتدريب (A. Qeshta, 2012, p. 16).

الشكل رقم (01-09): شجرة القرار

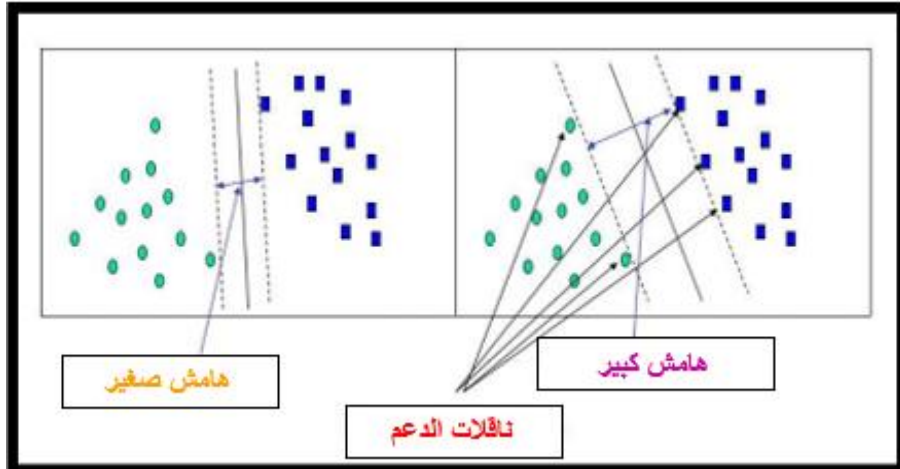


المصدر: (نوار، 2016، صفحة 31)

4) آلية نقل الدعم Support Vector Machine

تخضع آلية نقل الدعم "المتجهات الداعمة" إلى تعلم الخاضع للإشراف تستعمل في عمليات تصنيف الأنماط وحل مشكلة الانحدار الغير الخطي، واسترجاع الصور المستندة إلى المحتوى، بالإضافة إلى التعرف على النصوص والتنبؤ بالسلاسل الزمنية، حيث تكمن طريقة عملها في استخدام بيانات معروفة من أجل تصنيف البيانات الجديدة من خلال إنشاء وظيفة تقسم البيانات على سمات أو فئات مقابل أقل قدر للأخطاء فقد تكون البيانات قابلة للفصل بوظائف متعددة دون وجود أي خطأ، فالمحاولة الأولى دوما تكون عبارة عن عملية فصل للبيانات خطيا لتشكيل تصنيفات الهدف منها بناء نموذج يتنبأ فيما إذا كان العنصر الجديد يقع ضمن أحد الفئات، يعد SVM فعالا للبيانات عالية الأبعاد كون تعقيدات مصنف التدريب يتميز بعدد ناقلات الدعم بدلا من أبعاد البيانات، فمتجهات الدعم تمثل مجموعة التدريب الأساسية التي هي الأقرب إلى حدود القرار فيتم استخدام عدد متجهات الدعم من أجل حساب الارتباط العلوي على معدل الخطأ المتوقع للمصنف SVM ، حيث يوضح الشكل الموجود في أسفل تمثيل بيانات باستخدام خوارزمية ناقلات الدعم (Abu Hammad, 2013, p. 21)

الشكل رقم (01-10): ناقلات الدعم



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على: (Abu Hammad, 2013, p. 23)

5) الخوارزميات الجينية Genetic Algorithm

تعد الخوارزميات الجينية من أشهر الخوارزميات استخداما التي إستوحت من النظرية الداروينية تستند في بديهة الأمر على مجموعة حلول أولية عشوائية، فهي تقوم بتقييم الأفراد بإستعمال تابع الملاءمة أي تابع

الهدف لتكوين مجموعة أفراد الجيل القادم من خلال إجراء تداخل بين الأفراد وتحسين حلول الخوارزمية، تكرر العملية إلى غاية ما يتم تحقيق القيود المطلوبة والحصول على أفضل جيل، يمثل كل حل بصبغي وكل متغير ضمن الحلول بمورثة (حباب، 2021، صفحة 23)؛

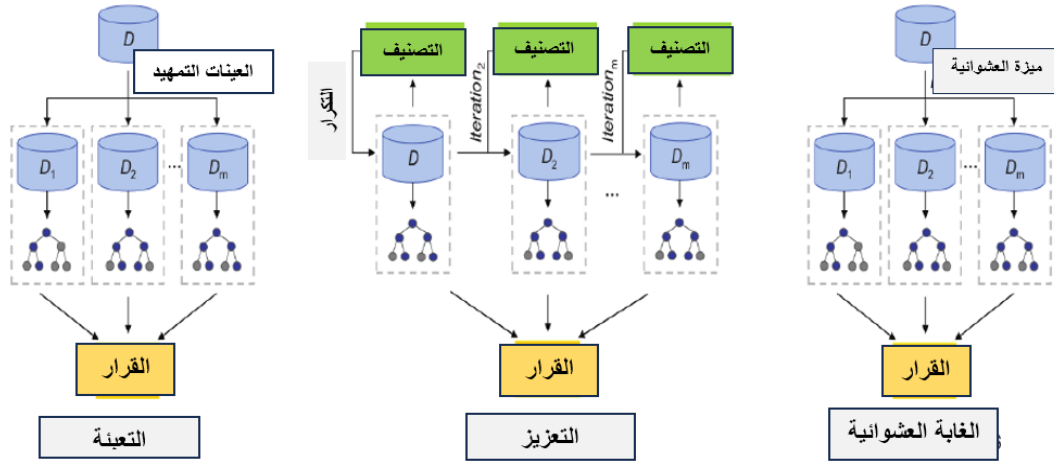
حيث تعتبر أحد أهم طرق الانتقاء الطبيعي لعلم الوراثة تعمل على محاكاة الطبيعة حسب وجهة نظر العالم داروين هدفها إيجاد حلول مثلى من خلال الآليات البيولوجية، في بداية الأمر يتم توليد مجموعة حلول ابتدائية على شكل كروموسومات ويتوقف طول كل كروموسوم وطريقة تمثيله على طبيعة المشكلة المدروسة، حيث تعطى مساحة واسعة من مئات الحلول الممكنة يتم الانتقاء من جميع الحلول الممكنة تطبق على جميع الأجيال المتعاقبة فيما بعد، حيث تحدد مجموعة من الكروموسومات بنسبة معينة لغرض توليد جيل جديد من أجل التكاثر والقيام بعملية التهجين وتتوقف خوارزمية الجينية عند التوصل إلى الحل الأمثل وعدد الأجيال المطلوبة (Jasim Mohammed, Khalid Khudair, & kadhum shaffeq, 2022, p. 148).

6) الغابة العشوائية Random Forest

تتألف الغابة العشوائية من جملة من أشجار القرار، تكمن طريقة إستخدامها في تقسيم البيانات إلى مجموعات فرعية من أجل تغذيتها على شكل أشجار القرار، حيث يتم أخذ بعين الإعتبار متوسط المخرجات لكل شجرة قرار لإعطاء النتيجة النهائية للغابة العشوائية التي تصنف بشكل أكثر دقة وقوة بمقارنتها مع خوارزمية شجرة القرار (عدنان عوكل، 2021، صفحة 30)؛

تعمل مصنفات الغابة العشوائية على تحديد مجموعات عشوائية من بيانات التدريب من خلال أحد طرق التعلم الجماعي مثل طريقة التعبئة التي تدرب نماذج متعددة على مجموعات فرعية لتكوين عينات تمهيدية مع أخذ عينات عشوائية من أجل تصنيف الميزات بشكل عشوائي جانب العينات التمهيدية ما يقلل التباين ثم يتم جمع توقعاتها، أما عن طريقة التعزيز تتسم بنماذج التدريب التسلسلي يركز فيها كل نموذج على أخطاء نماذج السابقة، وفي الأخير لدينا طريقة التكديس التي تعمل على تدريب عدة نماذج أساسية على مجموعة البيانات التدريب نفسها تدمج فيها تنبؤات للنماذج الأساسية بغية الحصول على أداء تنبؤي جيد، والشكل الموالي يوضح طريقة التعبئة والتعزيز (Wang, 2021, p. 44).

الشكل رقم (11-01): الغابة العشوائية



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (Wang, 2021, p. 44)

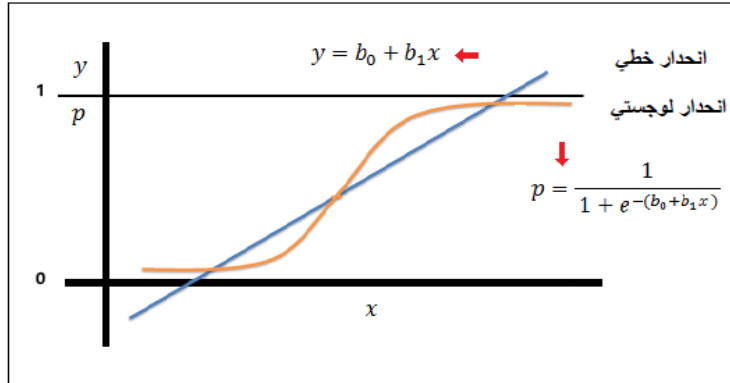
(7) الإنحدار اللوجستي Logistic Regression

يصنف نموذج الإنحدار اللوجستي ضمن النماذج الغير خطية حيث يستخدم لغرض التنبؤ بوقوع الأحداث مستقبلا من عدمه، يكون المتغير التابع اسمي غير ترتيبى، أما المتغير المستقل يكون كمي (علي ناصر و شهاب احمد، 2017، صفحة 180)؛

يستخدم الإنحدار اللوجستي وظيفة لوجستية في شكلها الأساسي حيث له عدة إمتدادات التي قد يكون المتغير التابع فيها ثنائي فهنا يكون الإمتداد معقد، فعلى سبيل المثال إذا كان متغير التابع ثنائي أو أكثر من ثنائي " فشل، نجاح" أو " ضعيف، متوسط، جيد" هنا يعطي للمتغير تسميات "0" و "1" حيث يحدد نموذج التعلم إنطلاقا من وظيفة إتخاذ القرار لمجموعة من الشروط (Wang, 2021, p. 38)؛

يوضح الشكل الموجود في الأسفل طريقة تمثيل نموذج الإنحدار اللوجستي "الغير الخطي" والنموذج الخطي مع إظهار شكل معادلة لكل نموذج، حيث يتبين أن الإنحدار اللوجستي يستند إلى توزيع برنولي باحتمال P محصور بين الصفر والواحد.

الشكل رقم (01-12): نموذج الإنحدار اللوجستي



المصدر: (بدر جراح، 2019، صفحة 48)

8 مصنفات بيزن Naïve Bayesian classifier

مصنفات بيزن هي مصنفات إحصائية تفترض أن الميزات مستقلة إحصائياً عن بعضها البعض أي أن تأثير السمات لا يستند على قيمة السمات الأخرى في فئة معينة، فمصنفات NB لها قابلية التطور بشكل كبير وسرعة التعلم في حال إستعمال بيانات كبيرة ذات أبعاد عالية (AL-Mashanji, Hamoud Hamza, & Alhasnawy, 2023, p. 89)؛

يحظى هذا النوع من الخوارزميات بسهولة التعلم وبناء النماذج والقدرة على التعامل مع مهام متعددة التصنيف، حيث له كفاءة تصنيف ثابتة نظراً لعدم حساسيته للبيانات الغير موجودة "المفقودة"، فقد يكون له عدة نماذج إفتراضية نتيجة لإدخال تحسينات على الخوارزمية لوجود نماذج إفتراضية سابقة مما قد يؤثر سلباً على التنبؤ، وكذلك من جهة أخرى نجد على الرغم من أن خوارزمية NB تعطي أصغر نسبة للخطأ مقارنة مع التصنيفات الأخرى في بعض الحالات وليس بشكل دائم ، لأنه يوجد سمات يكون تأثير التصنيف غير جيد نتيجة وجود ارتباط كبير بين السمات أما في العكس تعطي خوارزمية أداء جيد، غير أنه تم التغلب على بعض المشاكل التي قد تواجه الخوارزمية من خلال إستعمال صيغة الإحتمال الكلي و العكسي طبقاً للإحتمال الشرطي (محمود هاشم، 2022، صفحة 335).

المطلب الثاني: أدوات تقنية التجميع

تصنف تقنية التجميع كأحد أهم تقنيات التنقيب الوصفية التي تعمل بوجود عدة خوارزميات متنوعة قد نجد بعض من خوارزميات تعمل في تقنية التصنيف والتجميع معا نظراً لما تحمله من مزايا التي تمكنها من

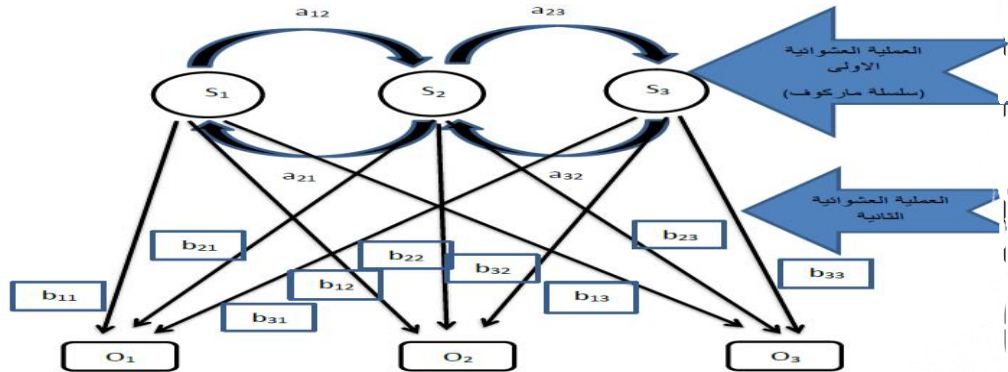
معالجة مختلف أنواع البيانات، حيث سوف نركز في هذا النقطة على خوارزميات التي تستعمل بكثرة في مختلف الدراسات من بينهم ما يلي:

(1) ماركوف المخفي Hidden Markov Model

ظهر نموذج ماركوف الخفي لأول مرة في مجال تمييز الأصوات في منتصف سبعينات القرن العشرين، ثم توسع استخدامه في العديد من المجالات مثل تمييز الأنماط، الكتابة، الكلام (صابر قاسم، 2014، صفحة 36)، حيث عرف على أنه تحليل تمثل على شكل مصفوفة تعرف باسم مصفوفة ماركوف يتضمن حالات غير قابلة للملاحظة "مخفية"، ذات احتمال إنتقال من حالة إلى أخرى في فترات زمنية معينة لا يمكن ملاحظتها، تتمتع سلسلة ماركوف بسلسلة عشوائية من العمليات المستمرة ذات حالات وأزمنة منفصلة هدفها تحليل التغيرات السابقة للحصول على التنبؤ بما يحدث مستقبلا، حيث تنقسم السلاسل إلى نوعين هما:

- 1- **سلاسل متقطعة الزمن:** إذا كنت الفترات الزمنية المدروسة منتظمة "يومية، أسبوعيا" في هذه الحالة تكون احتمالات التحرك من حالة إلى أخرى على مستوى نفس الفترة الزمنية الواحدة بافتراض أن المصفوفة ثابتة خلال الزمن فهذا النوع من السلاسل له عدة تقنيات حسابية لتقييم النماذج؛
- 2- **سلاسل مستمرة الزمن:** تعرف هذه الحالة بإجراءات التخمين الحركي العشوائي أي يكون الزمن في هذه الحالة معاملا مستمرا من حالة إلى أخرى، حيث تتوزع فيه الفترات الزمنية على الشكل الأسّي في كل الحالات، تستند السلسلة على تحقيق شرط ماركوف والتي تنص على " أن الطريق الذي سوف يسلكه الإجراء مستقبلا يستند فقط على الحالة القائمة وليس على جميع الحالات التي تحدث قبل الحالة الحالية" (يحيى الحفنى، 2018، صفحة 1238)؛

الشكل رقم (01-13): نماذج ماركوف المخفي ذو ثلاث حالات S وثلاث مشاهدات O



المصدر: (جاسم مهدي المسعودي، 2023، صفحة 14)

(2) التحليل التجميعي K-Means Clustering

إن طريقة التحليل التجميعي تعمل على تشكيل البيانات في مجموعات تحمل خصائص متشابهة تقوم على أساس التعلم الغير خاضع للإشراف، تقسم البيانات من أجل الحصول على عدد ثابت من المجموعات "التقسيمات" حيث تقلل المسافات بين الكائنات والنقاط الوسطى للمجموعات باستعمال صيغة المسافة الإقليدية (Singh & Singh Gill, 2013, p. 2546).

(3) تعظيم التوقع Expectancy Maximization (EM)

ظهرت خوارزمية تعظيم التوقع سنة 1977، تبحث لإيجاد مقدرات الإمكان الأعظم في حال وجود قيم مفقودة أو متغيرات كامنة تسير هذه الطريقة وفق خطوتين الأولى تهدف إلى إيجاد القيم المتوقعة ثم القيام بأخذ اللوغاريتم الإمكان الأعظم لحساب تقديرات لمتوسط القيم المفقودة، أما الخطوة الثانية يتم فيها إستبدال الإمكان الأعظم بالتوقع، حيث تكرر الخطوتين إلى غاية الإقتراب من القيم المقدرة (محمد المتولي، 2021، صفحة 453).

(4) خوارزمية العنقود الهرمي Hierarchical Clustering

تعمل خوارزمية التجميع الهرمي على تقسيم البيانات في شكل فئات ما تشكل سلسلة هرمية للعناقيد من الأصغر للأكبر عن طريق التعلم الغير خاضع للإشراف حيث تلخص البيانات بشكل مفيد ومختصر لإظهار خصائصها بصورة واضحة، فالهدف الأساسي هو العثور على نماذج قيمة (صالح أبوقرون، 2018، صفحة 17).

(5) خرائط التنظيم الذاتي Self-Organizing Maps (SOMs)

تصنف خرائط التنظيم الذاتي على أنها نوع من أنواع الشبكات العصبية ANN تعمل عن طريق التعلم بدون إشراف خلال مرحلة التدريب بغية إنتاج فضاء قليل الأبعاد، فطريقة تمثيل بيانات الإدخال تكون منفصل تعطي صورة خريطة لمجموعة البيانات المتجانسة متعددة الأبعاد إلى رؤية قليلة الأبعاد (نوار، 2016، صفحة 37).

المطلب الثالث: أدوات قواعد الارتباط

تصنف قواعد الارتباط ك تقنية واعدة من تقنيات التنقيب في البيانات الوصفية، حيث تتصفح كميات هائلة من البيانات من أجل شرح الصفات الممكنة بالإستناد إلى وجود صفات أخرى ضمن الدراسة، هدفها الأساسي

هو إنشاء أكبر عدد من القواعد حيث عرفت في بعض الدراسات على أنها عملية تحليل سلة السوق من أجل تعدين بيانات المتكررة؛

(1) خوارزمية Apriori:

تهتم هذه الخوارزمية بتحديد قواعد ارتباط ذات صلة مع بعضها البعض، حيث تولد عدد K من المرشحات ترتبط مع بعضها من أجل تشكيل L_{K-1} من التكرارات، فعلى سبيل المثال تستخدم بشكل كبير في المحالات التجارية الكبيرة من أجل تحليل السلع والمشتريات التي تكون ذات صلة متقاربة مع بعضها البعض وهذا حسب طبيعة مشتريات الزبون حيث تسهل الوصول إلى السلع ومعرفة مواضع السلع وعدم نسيان أي غرض منها (حجوز، 2023، صفحة 78)؛

(2) خوارزمية نمو الأنماط Frequent Pattern:

تعد خوارزمية نمو الأنماط من بين أهم خوارزميات تقنية قواعد الارتباط تهدف إلى تحسين أو حل العراقيل والمشاكل المتولدة من خوارزمية Apriori التي تستند إلى إخراج كل العناصر على حدا ثم معرفة تكرار كل وحدة منها بشكل منفرد حيث نتحصل على العناصر المتكررة في الجيل القادم، يلخص عمل خوارزمية نمو الأنماط في مرحلتين هما:

▪ مرحلة بناء الشجرة المتكررة للنموذج:

يتم في بداية الأمر القيام بعملية مسح لقواعد البيانات بغية إيجاد مجموعات تتضمن عنصر واحد بشكل منفرد مع تكراراتها، ثم القيام بإقصاء العناصر المكررة التي ذات تكرار أقل من العتبة المحددة أما عن باقي القيم ترتب عناصرها حسب تكرارها تنازليا من أجل إعادة تنظيمها في جداول بحسب طبيعة تكرارها، بعد ذلك تأتي عملية المسح مرة أخرى من أجل بناء شجرة القرار FP-Tree من خلال إنشاء جذر وإعطائه تسمية Null حيث ترتب فيه عناصر متكررة لكل سجل ضمن قاعدة البيانات بعد ذلك تأتي عملية توليد عقد لكل سجل وفي آخر مرحلة القيام بعملية ربط جداول العد الذي تم إنشاؤه مسبقا مع الشجرة؛

▪ مرحلة استنباط الأنماط المتكررة من الشجرة:

تقوم هذه المرحلة على تكوين مسارات مرتبطة بالشجرة الشرطية من خلال بناء نموذج شرطي وقاعدة بيانات بغية إيجاد العناصر المتكررة لتكوين نموذج ابتدائي ثم القيام بعملية استنباط المسارات لمعالجتها من

خلال عملية المسح للشجرة بمساعدة جدول الدعم، حيث تكون الانطلاقة من العنصر الذي يملك أقل تكرار ثم مروراً بجميع العناصر (موفق، بن عبد الرحمان ، و طويطي ، 2024، صفحة 507).

(3) خوارزمية النمط المتسلسل المعمم (GSP):

ظهرت خوارزمية سنة 1996 من قبل Srikant & Agrawal تدعى كذلك بخوارزمية نظام الأفضليات المعممة دورها إيجاد علاقات مختلفة بين تكرارات الأحداث الوارد في السلسلة تعمل هذه الخوارزميات نفس مبدأ عمل خوارزمية Apriori غير أنها لا تتطلب إيجاد جميع العناصر، فهي تقوم بالعمل بشكل جيد وسليم في حال قاعدة البيانات ذات تسلسلات تكرارية قصيرة التي لها تنسيق أفقي أما في حال تسلسل تكراري طويل مثل سلسلة الأحماض النووية فإن عملها يختل ويتدهور بشكل كبير وتصبح غير فعالة؛

تتيح خوارزمية النمط المتسلسل المعمم ما يلي:

- ✓ وضع حدود بين العناصر المتجاورة ضمن الفواصل الزمنية في النمط؛
- ✓ السماح بتوسيع مجموعة المعاملات المضمنة في نمط النافذة الزمنية يحددها المستخدم؛
- ✓ إكتشاف الأنماط في مستويات مختلفة التصنيفات محددة من قبل المستخدم؛

طريقة عمل الخوارزمية يكون على النحو الآتي:

تكمّن طريقة عمل الخوارزمية GSP في إجراء عملية فحص على البيانات من أجل تحديد دعم كل عنصر فكل عنصر متكرر هو بمثابة نمط متسلسل واحد، ثم يتم القيام بعملية التمرير فكل تمريرة تبدأ بمجموعة أولية بها مجموعة من الأنماط المتكررة في التمريرة السابقة، يكون في التمريرة الأولى التسلسلات المكررة التي بها الحد الأدنى حيث يفحص كل تسلسل للبيانات عند كل تمريرة من أجل تحديد الأرقام المتواجدة في التسلسل لإنشاء مرشحات، يحدد الحد الأدنى للفجوة والحد الأقصى لها من أجل تحديد الفجوة بين معاملين متجاورين ضمن التسلسل ففي حال عدم وجود مسافة بين حدي المعاملين فلا يمكن إعتبار المعاملين متتالين في التسلسل، تطبق طريقة على المعاملات لتكوين أنماط تسلسلية ذات مستويات متعددة ثم يتم العثور على التسلسلات التي دعمها يفوق الحد الأدنى للدعم المحدد سابقاً من قبل المستخدم، فبحدوث عدة تمريرات على سلسلة البيانات التسلسلية تحدد خوارزمية الأنماط المرشحة متكررة بالفعل حيث تتوقف في حال عدم إنشاء أنماط أكثر تكراراً، غير أن هذا النوع من الخوارزميات له عدة عيوب مثل توليد مجموعات كبيرة من التسلسلات المرشحة ما يتطلب عملية مسح عدة مرات لسلسلة البيانات إذ تكون الأنماط المنتجة قصيرة وبالتالي فهي غير فعالة في توليد الأنماط لتسلسلات الطويلة (KRIBII & FAKIR, 2021, p. 21).

خلاصة الفصل:

تجلى من خلال هذا الفصل تأطير مختلف جوانب التنقيب في البيانات التي تعد أحد أهم طرق معالجة البيانات، حيث تستعمل بشكل واسع في مختلف مجالات البحث كونها وسيلة مرنة التي تجعل من الباحثين والمؤسسات تستفيد من تراكم البيانات الناتجة عن تعاقب عدة سنين من أجل إستخراج المعرفة المخبأة مهما كان نوع البيانات سواء كانت عبارة عن مقطع صوتي أو صور، أرقام، نصوص... إلخ، فبعض من أنواع البيانات لا يمكن معالجتها بطرق تقليدية لأنها تتعامل مع البيانات ذات خاصية رقمية ليس كما هو الحال في التنقيب في البيانات DM أو الذكاء الاصطناعي AI، تعلم الآلة ML، التي تعالج البيانات بكل احترافية في وقت وجيز؛ حيث ما جاء فالمبحث الأول مراحل التطور التاريخي والمفاهيمي للتنقيب في البيانات والتي إتضح من خلالها أن تاريخ التنقيب في البيانات يعود إلى أصول قديمة غير أنه توسع وتطور إستخدامه بشكل كبير في الآونة الأخير، كما جاء في هذا المبحث أهمية وأهداف التنقيب في البيانات والركائز الأساسية ومجالات إستخدامها، أما عن المبحث الثاني فإنه ناقش مراحل إكتشاف المعرفة وتقنيات التنقيب في البيانات التي ورد فيها آراء و اختلافات عديدة فالبعض يقول أن للتنقيب في البيانات وإكتشاف المعرفة نفس المراحل وبعض الدراسات تصنف التنقيب في البيانات على أنه مرحلة أساسية من مراحل إكتشاف المعرفة، فمن خلال تحديد المراحل بشكل دقيق تبين أن التنقيب في البيانات ما هو إلا مرحلة أساسية من مراحل إكتشاف المعرفة تخضع لأنواع محددة من التعلم تسير وفقها، وفي ختام الفصل تطرقنا إلى أدوات التنقيب في البيانات حيث تم التركيز على أدوات تقنية التصنيف والتجميع، و أدوات تقنية قواعد الارتباط.

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية

في الجزيئات

تمهيد:

يؤدي تواجد الطاقة الكهربائية في الحياة البشرية دورا حيويا مهما لا غنى عنه نظرا لما تكنه من المزايا والإيجابيات على مختلف النواحي، حيث يتطلب تواجدها مصادر طااقوية تحول بفعل المحطات إلى طاقة كهربائية تتسم هذه المحطات بقدرات وسعات مختلفة كما يختلف نوع المحطة المولدة من محطة إلى أخرى كمحطات بخارية وغازية، شمسية...الخ، وهذا حسب نوع الوقود المستخدم قد تكون المصادر غير متجددة أو مصادر متجددة، إلا أن جل الدول تستند على المحطات البخارية والغازية بشكل كبير ولكن في ظل تزايد الطلب على الكهرباء ونضوب الوقود الأحفوري يتم التوجه إلى طاقات المتجددة لتغطية الطلب الزائد والحفظ على الموارد الأحفورية الناضبة من أجل تحقيق التنمية المستدامة وضمان نصيب الأجيال القادمة من الموارد الطاقوية.

جاء في هذا الفصل مفاهيم أساسية حول الطاقة بمختلف أصنافها في المبحث الأول مع تبين أنواع المصادر الطاقوية وتوزيعها في الجزائر عبر الأجيال، أما في المبحث الثاني جاء فيه طرق وسبل الحصول على كهرباء الوطن من خلال محطات توليد الكهرباء وتحليل هيكلية شبكات النقل والتوزيع، وفي الأخير تحليل سناريوهات إستهلاك وإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر وعراقل توليدها، بالإضافة إلى نظام بناء وتسييد فواتير الطاقة الكهربائية.

قسم الفصل على النحو التالي:

المبحث الأول: أساسيات حول الموارد الطاقوية

المبحث الثاني: طرق وسبل الحصول على كهرباء الوطن

المبحث الثالث: تحليل سناريوهات إستهلاك وإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

المبحث الأول: أساسيات حول الموارد الطاقة

تستند الدول في بناء الإقتصاد على الموارد الطاقوية التي تعد المحرك الأساسي لجل النشاطات والقطاعات لما تمتاز به من دور حيوي وفعال، حيث تقوم المصادر الطاقوية بدفع عجلة النمو في مختلف المجالات للتقدم والقضاء على العديد من مصاعب الحياة كتحرير نشاط المؤسسات الصناعية والتجارية ورفع مستويات المعيشة للأحسن من خلال فتح مناصب شغل والقضاء على البطالة وغيرها من المشاكل التي قد تواجه الدول، فقد تنوعت مصادر الطاقة إلى مصادر مهددة بالزوال والفناء والتي يطلق عليها بالطاقة الأحفورية أو ما تسمى بالناضبة والتي تتشكل من النفط والغاز الطبيعي، الفحم الحجري في حين يتمثل النوع الثاني في المصادر النظيفة المستدامة والتي تعرف بالطاقة المتجددة تستمد من الطبيعة بشكل متكرر، وهذا ما سوف يتم التعرف عليه بشكل أكثر تفصيلا في هذا المبحث.

المطلب الأول: الإطار المفاهيمي للطاقة

من أجل إزالة الغموض على أهم المفاهيم الأساسية تم الإحاطة في هذا المطلب بمجموعة من المفاهيم المتعلقة بموضوع الطاقة وأشكالها، إذ نجد توسع كبير في مفهوم الطاقة ما يجعلها تختلف باختلاف زاوية النظر إليها كما يتم عرض تصنيفات أشكال الطاقة وأهم استخداماتها؛

أولاً: مفهوم الطاقة

بمفهوم واسع تعبر الطاقة على القدرة بقيام عمل ما، حيث تتواجد الطاقة في هذه الحياة بعدة أشكال مثل الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية، الحركية، الكهربائية، تختلف هذه الأنواع باختلاف مصادر الإنتاج تقاس بوحدة الواط أو الجول (بن عمورة و بن حسين ، 2021، صفحة 59)؛

من جهة أخرى تعرف الطاقة من المنظور الفيزيائي أنها لا تعدم ولا تضيع ولا تنتج حيث ينطبق عليها قانون مصونية الطاقة "يظل محتوى جملة مغلقة للطاقة ثابتا كما هو، والطاقة لا يمكن توليدها من العدم، كما أنها لا تزول أو تذهب إلى العدم بل تنتقل من شكل إلى آخر أو بين الأجزاء المختلفة المحتملة" (دلهوم، 2016-2017، صفحة 55)؛

تعرف كذلك على أنها قدرات متواجدة في الموارد والتي يمكن الإستفادة منها مباشرة أو عن طريق الإحتراق لإنتاج أنواع أخرى من الموارد التي أصبحت في الوقت الراهن وسيلة ضرورية لتحريك نشاط المصانع التي تحل محل عمل الإنسان وتخفف العبء عنه والعمل على تلبية الإحتياجات للوصول إلى الرفاهية والنمو (بن محاد، 2016-2015، صفحة 8)؛

وإنطلاقاً من التعاريف السابقة نقول عن الطاقة هي كل عمل يستوجب مجهود معين، حيث قد تأخذ عدة أشكال تختلف حسب إختلاف نوع النشاط القائم سواء نشاط حركي مثل الطاقة الإشعاعية والحرارية، الكهربائية، الميكانيكية أو قد تكون ساكنة على شكل طاقة نووية وكيميائية.

ثانياً: تصنف أشكال الطاقة إلى صنفين هما:

- 1) الطاقة الحركية: تتمثل الطاقة الحركية في الطاقة الحرة التي قد تكون على شكل طاقة إشعاعية أو طاقة حرارية، ميكانيكية، الكهربائية، صوتية وهي كما يلي:
 - الطاقة الإشعاعية: تتجسد الطاقة الإشعاعية على شكل موجات كهرومغناطيسية ذات سرعة فائقة عبر الفضاء قد تكون هذه الإشعاعات مرئية كالإشعاع الضوئي أو غير مرئية مثل موجات إشعاع الراديو والأشعة السينية؛
 - الطاقة الصوتية: تصدر عندما يتسبب جسم حركي في إهتزاز الهواء ما يؤدي إلى إنتقال الاهتزازات عبر الهواء لتعطي أصوات؛
 - الطاقة الحرارية: تتولد الطاقة الحرارية من عدة مصادر مثل الشمس أو بفعل الإحتكاك أو قد تكون ناجمة عن تفاعلات كيميائية كالإحتراق؛
 - الطاقة الكهربائية: وهي من بين أكثر أشكال شيوعاً في الحياة اليومية تنشأ بفعل تحويل عدة طاقات مختلفة، والتي سوف يتم التعرف عليها لاحقاً بشكل مفصل؛
 - الطاقة الميكانيكية: تصدر عند حركة الأجسام مثل حركة الرياح التي تولد عنها حركة توربينات وحركة المد والجزر.

2) الطاقة الساكنة "الكامنة": تمثل الطاقة الساكنة فيما يلي:

- الطاقة الكيميائية: تنتج الطاقة الكيميائية من ترابط ذرات جزيئية مركبة تتواجد في الطبيعة تستخدم في عدة مجالات متنوعة خاصة في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية؛
- الطاقة النووية: وهي الناجمة عن إنشطار ذرات اليورانيوم والبلوتونيوم ذات تأثيرات جد سلبية على الحياة البشرية والطبيعة (بن عمورة و بن حسين ، 2021، صفحة 59).

ثالثاً: استخدامات الطاقة

تستخدم الطاقة بمختلف أنواعها في عدة أنشطة وخدمات منها من تعمل بواسطة الطاقة المتجددة ومنها من تتطلب الطاقة الناضبة فمن بين أنواع الاستخدامات نجد الاستخدام المنزلي والصناعي، الخدماتي، النقل والمواصلات.. وغيرها من الاستخدامات والتي نجزها في نقاط التالية:

■ استخدامات منزلية:

تستخدم الطاقة في العديد من الأعمال المنزلية حتى أنها أصبحت تحل محل الجهد البدني في كثير من الأعمال الشاقة التي تتطلب جهد ووقت طويل لإنجازها، بالإضافة إلى أجهزة التنظيف والطهي والعجين وغيرها من الأجهزة التي تشتغل بفعل الطاقة الكهربائية، كما أن للغاز الطبيعي دور جد أساسي في عملية الطهي والتدفئة، فالاستخدامات المنزلية تعد قوة دافعة للطلب المتزايد على الموارد الطاقوية؛

■ استخدامات صناعية:

تحرك الطاقة مختلف النشاطات الصناعية سواء كانت مختصة في عملية الإنتاج أو الإستهلاك فعمل المصانع يكون في وجود الطاقة الكهربائية أو إستهلاك الوقود من أجل تشغيل المحركات، حيث ينبثق على هذا النوع من الشرائح أهم المنتجات الصناعية التي تعد نقطة أساسية للنمو الاقتصادي؛

■ استخدامات في قطاع النقل والمواصلات:

يستخدم هذا القطاع مختلف أنواع الوقود الطاقوية التي تعمل على سير جميع أنواع المركبات سواء كانت مركبات تعمل بواسطة الغاز أو بواسطة الوقود، والتي تكون متواجدة في نقاط البيع المختصة للنقل والمواصلات؛

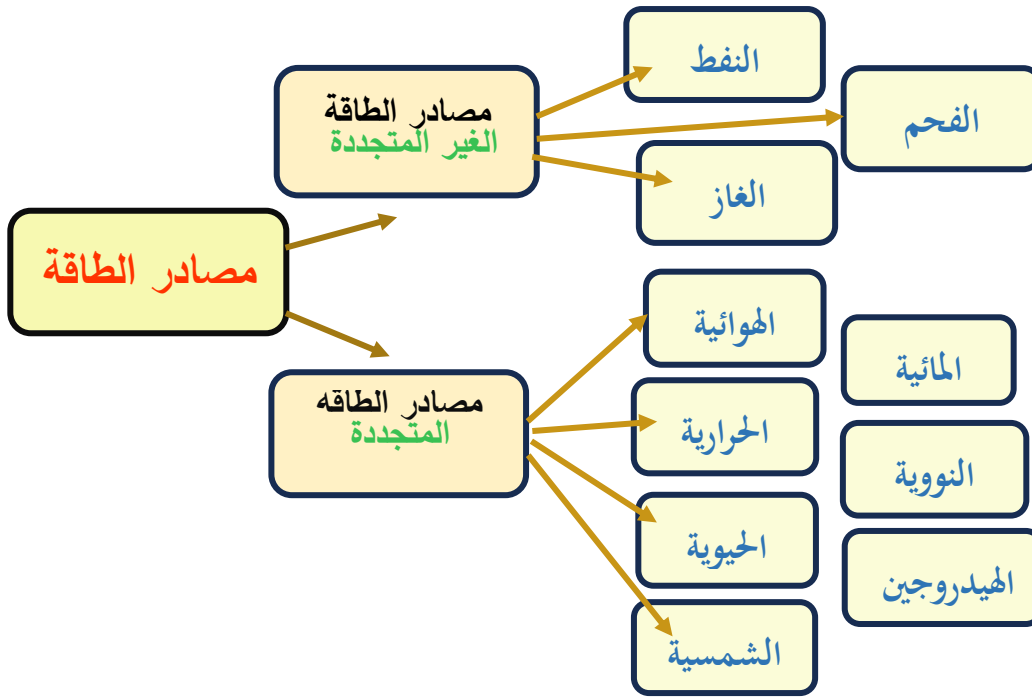
■ استخدامات فلاحية وزراعية:

يظهر من خلال الإضاءة وعملية الري بالوسائل الكهربائية بالإضافة إلى إستعمال الوقود في آلات الحرث والحصد، حيث تعد الطاقة نقطة تحول مهمة سهلت وغيرت معها مختلف العمليات الشاقة للنشاط الفلاحي التي تتطلب الوقت والجهد العضلي، ليس هذا فحسب بل أصبح المجال الفلاحي يستفيد من الموارد الطاقوية في صناعة الأسمدة والموارد.

المطلب الثاني: أنواع مصادر الطاقوية

تصنف الطاقات عادة إلى طاقة غير متجددة أو ما تعرف بالطاقة الناضبة أما النوع الثاني يتمثل في الطاقة المتجددة وهي الطاقة الغير ناضبة، تعددت تسميات نسبة إلى الخصائص التي يتميز بها كل نوع، حيث يندرج تحت كل منها عدة أنواع من الطاقات كما هو موضح في الشكل الموجود في الأسفل والتي سوف يتم التطرق إليهم بالتفصيل.

الشكل رقم (01-02): أنواع المصادر الطاقوية



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (روايقية، 2018-2019، صفحة 78)

أولاً: المصادر الغير متجددة

تتمثل المصادر الطاقوية الغير متجددة في المصادر الناضبة التي تنتج بمرور السنين فهي مهددة بالزوال والنضوب وبالتالي هي غير مستدامة، تشمل الوقود الأحفوري كالبترول والغاز والفحم، والوقود النووي، تصنف على أنها طاقة غير نظيفة لما ينتج عنها من مخاطر كمخلفات ثاني أكسيد الكربون والغازات الضارة بالإضافة إلى مخلفات مفاعلات النووية.

عرفت المصادر الأحفورية كذلك على أنها عملية تحليل للكائنات الحية والبقايا في بيئة معزولة عن الهواء متواجدة في باطن طبقات القشرة الأرضية ما أحدث تغير وتحلل في التركيبة العضوية لها، حيث تتشابه المصادر الطاقوية الناضبة في تركيبها لأنها تحتوي على مواد هيدروكربونية بالإضافة إلى نسب متفاوتة من الشوائب تتمثل في الماء والهيدروجين، أكسيد الكربون، الكبريت وغيرها من الشوائب (روايقية، 2018-2019، صفحة 79).

1. الفحم:

يعتبر الفحم أحد أنواع الوقود الغير المتجدد حيث يتكون في باطن الأرض من بقايا النباتات المدفونة بمعزل عن الأوكسجين من آلاف السنين، شهد هذا النوع من الوقود الصلب عدة تطورات متسلسلة إلى غاية منتصف السبعينات بدأت معدلات إنتاجه تتخفّض شيئاً فشيئاً لظهور مصادر جديدة إحتلت مكان الفحم، تختلف مركبات الفحم باختلاف عنصر النسب المئوية للعناصر الأساسية المركبة له حيث قد يكون الكربون مع الكبريت أو مزيج بين الأوكسجين والأزوت والهيدروجين، إذ يعد الفحم الصلب أفضل الأنواع لاحتوائه على نسبة عالية من الكربون 95% وأقل نسبة للهيدروجين و مواد متطايرة، فكلما كانت نسبة الأوكسجين و نسبة الهيدروجين أقل دلّ ذلك على جودة الفحم ونضجه (دلهوم، 2016-2017، الصفحات 62-64).

2. النفط "البترول":

يعرف النفط على أنه أحد أهم الموارد الطاقوية الأحفورية، عرف بمصطلحين وهما النفط والبترول، فكلمة بترول ذات أصل يوناني مشتقة من بتر والتي تدل على الصخر وكلمة أوليوم بمعنى الزيت وبالتالي يدل مركب هاتين الكلمتين على مصطلح زيت الصخر، أما عن مصطلح النفط مأخوذ من أصل فارسي "نافتا " أو " نافت" بمعنى قابل للسيران (مصطفاي، 2019-2020، صفحة 9)؛

يحتل النفط مكانة جد مهمة تجعله ينافس جميع الموارد الطاقوية نتيجة تركيبته وأهميته التي تجعله من أهم المصادر الطاقوية حيث يعرف على أنه سائل كثيف أسود اللون وسريع الإلتهاج يتكون من مركبات عضوية التي تتمثل في الكربون والهيدروجين يتواجد في باطن الأرض في أشكال متعددة سائلة أو غازية، صلبة، شبه صلبة يتولد من النفط عدة منتجات مختلفة وهذا حسب درجة الكثافة التي يتمتع بها النفط فكلما كانت الكثافة متزايدة زادت نسبة المقطرات التي لها دور كبير في إنتاج وقود الطائرات والسيارات وغيرها... الخ (روايقية، 2018-2019، الصفحات 80-81).

3. الغاز:

يصنف الغاز الطبيعي ضمن الموارد الطاقوية الأحفورية يتكون من مواد هيدروكربونية ذات خصائص كيميائية وفيزيائية، ينتج من تحول الكائنات والطحالب عبر السنين بفعل درجة الحرارة ما يؤدي إلى إتحاد جزيئات الكربون وتوليد مواد هيدروكربونية، يحتوي الغاز الطبيعي على عدة أنواع مثل غاز البروبان

والميثان، الإيثان.. الخ، إلا أنها تتفاوت في نسب وجود الغاز الطبيعي حيث نجد البعض منها يحتوي على نسب عالية من الغاز الطبيعي مثل البروبان والبيوتان وبعض الآخر ذات نسب منخفضة من مثل الهكسان والبنتان (راوي سلطان، عبد الله أحمد، و فضيل عيطوي، 2023، صفحة 466).

ثانيا: مصادر المتجددة

تعرف على أنها طاقة نظيفة تنتج بفعل الطبيعة تتجدد بشكل دائم ومستمر، تتكون من عدة مصادر كطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الحرارية والمائية، حيث تتميز كونها طاقة غير ملوثة بالإضافة إلى قلة تكلفة إستغلالها (معوشي، 2014، صفحة 107)؛

أو هي عملية توليد الطاقة من مصادر وإتجاهات طبيعية دائمة وغير قابلة للزوال، يتكرر وجودها في الطبيعة بشكل تلقائي بوتيرة مستمرة دون إستنفادها كالطاقة الشمسية والرياح، المائية... الخ (حريز، 2015-2016، صفحة 108).

1) طاقة الشمسية:

ينتج هذا النوع من المصادر المتجددة من خلال إمتصاص الإشعاع الشمسي، حيث تتكون الطاقة الشمسية من أشعة مرئية وغير مرئية التي تكون على شكل أمواج كهرومغناطيسية ذات أطوال مختلفة تنتقل الأشعة الشمسية بسرعة الضوء عبر الغلاف الجوي ما يدل على أن الأشعة تتطلب زمن محدد لتصل إلى سطح الأرض، إذ يبلغ ما تشعه الشمس إلى فضاء المحيط بها 56×10^{26} حريرة في الدقيقة توصل منها نحو 2000 / 1 مليون حريره إلى سطح الأرض خلال اليوم (دلير عزيز و احمد جليل، 2022، صفحة 216)؛

تتولد الطاقة الشمسية من خلال تفاعلات حرارية يتحول فيها الهيدروجين إلى هيليوم حيث تتطلق منها كميات قوية من الحرارة، يعتبر هذا النوع المصادر النظيفة في توليد الكهرباء عن طريق نوعين من الطرق والتي تتمثل في:

1- الطاقة الشمسية الحرارية "المركزة": تتم فيها عملية تركيز الأشعة الشمسية على السوائل بواسطة مرايا بغية توليد البخار الذي يعمل على تحريك توربينات المنتجة للكهرباء؛

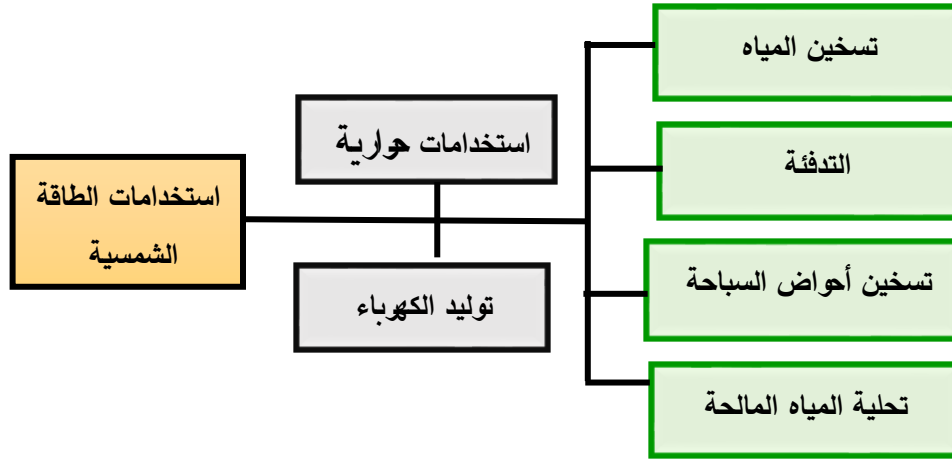
2- الطاقة الشمسية الفوتو فولتية: تحول فيها الطاقة الشمسية بواسطة ألواح إلى طاقة كهربائية، حيث تكون ألواح عبارة عن خلايا ضوئية أو خلايا شمسية مصنوعة من السيليكون دورها يكمن في امتصاص الفوتونات التي تحول إلى تيار كهربائي (ممتاز الشماع، 2020-2022، صفحة 18).

استخدامات وأهمية الطاقة الشمسية:

تعد الطاقة الشمسية أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة التي تخلق بفعل الطبيعة نتيجة لامتناع الأشعة المنبثقة على سطح الأرض عن طريق الألواح الشمسية حيث لها عدد من استخدامات مهمة كتسخين المياه والإضاءة والتدفئة أو توليد الطاقة الكهربائية وغيرها كما هو موضح في الشكل الموجود في الأسفل، فانطلاقا من استخدامات الطاقة الشمسية نلخص مدى أهمية هذا المصدر في النقاط التالية:

- تمثل الطاقة الشمسية في سلعة مجانية عمومية حيث يستفيد منها أي شخص وهذا نتيجة توفرها في طبيعة؛
- تستغل الطاقة الشمسية من أجل توليد الطاقة الكهربائية من خلال محركات حرارية أو عن طريق محولات الفولتوضوئية بعد امتصاص الأشعة عبر الألواح الشمسية؛
- إستغلال التكنولوجيا في مجال أوسع لصناعة وسائل النقل التي تعمل بالطاقة الشمسية تحت شعار المحافظة على الوقود الأحفوري (سايج ، جلام ، و عامري، 2019، صفحة 38)؛
- توفير الطاقة الكهربائية في مناطق معزولة والبعيدة عن شبكات النقل وتوزيع الكهرباء؛
- فتح مجال الإستثمار في مناطق صحراوية من خلال بناء حقول الطاقة الشمسية من أجل تزويد المزارع بالكهرباء لتشغيل المحركات وتزويدها بالمياه والضوء؛
- تساهم في عملية تنويع المصادر الطاقوية ورفع من عملية الترشيد للموارد الأحفورية من أجل ضمان نصيب الأجيال القادمة من هذه المصادر الزائلة.

الشكل رقم (02-02): استخدامات الطاقة الشمسية



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (فاضل عبد الكعبي ، 2022 ، صفحة 295)

(2) طاقة الرياح:

تصنف طاقة الرياح على أنها طاقة ديناميكية تستمد من حركة الألواح المثبتة في مرتفعات، حيث تعمل على توليد الطاقة الكهربائية بواسطة التوربينات ما يجعلها تحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية إذ تم استخدامها في السابق من أجل عملية ضخ المياه والنقل البحري في عملية تسيير السفن والمراكب، إلا أن في الوقت الحالي شهدت استخدام واسع من خلال تركيب مزارع رياح بغية تحويلها إلى طاقة كهربائية بواسطة مولدات خاصة (منصور و مهري، 2018، صفحة 139).

أنواع توربينات الرياح:

أصبحت تعد طاقة الرياح من المصادر الرئيسية في توليد الكهرباء حيث قدر إنتاجها في سنة 2019 بأكثر من 5937 واط ساعة في جميع دول العالم فهي تغطي نسبة كبيرة من إحتياجات الطاقة الكهربائية، إذ تكمن عملية توليدها من خلال نوعين من التوربينات:

1. **توربينات ذات محور عمودي:** تصنف توربينات المحور العمودي إلى نوعين الأول يتمثل في سافونيوس والذي يتميز بإنخفاض الكفاءة مقارنة بتوربينات الشفرات التقليدية الذي يتميز بالملاءمة مع جميع إتجاهات الرياح، أما النوع الثاني والذي يمثل داريوس ذو كفاءة منخفضة إلا أنه الأكثر تكيف في المباني؛

2. توربينات ذات محور أفقي: من بين أكثر الأنواع إستخداما مقارنة مع توربينات ذات المحور الرأسي، لأنها تعد أقل تكلفة وأقل عرضة للإجهاد الميكانيكي يتراوح عدد الشفرات من شفرة إلى ثلاث شفرات حيث تتموضع أماكنها على أساس ظاهرة التوازن الديناميكي الطبيعي (Amoura, 2021, p. 17).

- أصناف طاقة الرياح: تصنف طاقة الرياح إلى نوعين طاقة الرياح البحرية وطاقة الرياح البرية كالآتي:
1. طاقة الرياح البرية: يكون مصدر هذه الرياح من التوربينات الهوائية الموزعة في الأماكن البرية كمرتفعات الهضاب والجبال أو قد تكون في المزارع المخصصة لها تدعى بالمزارع البرية للطاقة الهوائية؛
 2. طاقة الرياح البحرية: يتميز هذا النوع بقوة جيدة حيث تكون توربينات الهوائية في البحار والمحيطات تتسم بسرعة مرتفعة بالمقارنة مع توربينات الهوائية المتواجدة في البر، تكون طريقة تموضعها في البحار والمحيطات كما هو موضح في الشكل الأسفل.

الشكل رقم (02-03): مزارع طاقة الرياح البحرية



المصدر: (عبد الكريم الحجو، 2021، صفحة 39)

(3) الطاقة المائية:

تنتج الطاقة المائية من الحركة المستمرة للمياه حيث تعد أهم مصدر من مصادر الطاقة المتجددة التي تعطي كميات هائلة من الطاقة الكهرومائية التي تستمد من حركة المد والجزر وقد تكون من طاقة التدرج الحراري للمياه، لها عدة مزايا التي تتمثل في:

- عملية بناء سدود ومحطات توليد الكهرومائية لها دور فعال في التحكم والسيطرة على الفيضانات من خلال إدارة معدل تدفق المياه في مختلف المواسم؛

- يتسم مشروع الطاقة الكهرومائية بالإستمرارية حيث يمكن التركيز عليه بدرجة كبيرة مقارنة مع مصادر المتجددة الأخرى كونه يغطي نسبة كبيرة من إنتاج الطاقة الكهرومائية؛
- غير مكلفة لليد العاملة من أجل الإستشراف على عملية التشغيل والإدارة فهي لا تحتاج لعدد كبير من العمال؛
- سهولة وسرعة عملية النقل والتوزيع للمستهلكين (مباركي و طالبي ، 2017، صفحة 11).

(4) طاقة الحرارة الجوفية:

تتواجد الطاقة الحرارية الجوفية في عمق الأرض على شكل مياه وصخور ساخنة أو بخار، إلا أن الطاقة المستغلة في الوقت الحالي هي مستمدة من البخار الساخن والمياه الساخنة لأن وسائلها التقنية متوفرة تستخدم في غالب الأحيان في عملية إنتاج الكهرباء، أما الصخور الحارة لازالت قيد البحوث والدراسات ونسبة إستخدامها ضئيلة، حيث تبقى زيادة في مساهمات مصادر الطاقوية من هذا النوع مرهون بالتطورات التكنولوجية والتقدم في الأبحاث (مباركي و طالبي ، 2017، صفحة 12)؛

تصل الحرارة المتواجدة في باطن الأرض إلى 4000 درجة مئوية تستغل في عملية توليد الكهرباء عن طريق تشغيل التوربينات إذا زادت درجة الحرارة عن 150 درجة مئوية، وتستخدم في التسخين إذا تراوحت بين 50-70 درجة مئوية (بن هني و زياد، 2022، صفحة 200).

(5) طاقة الحيوية:

تتولد طاقة الكتلة الحيوية من عملية إعادة التدوير المستتبطة من مخلفات ونفايات المواد النباتية أو الحيوانية حيث يتم الإستفادة من الطاقة إلى جانب تقليل حجم وبقايا النفايات، تحول بطرق كيميائية أو عن طريق التحليل الحراري إلى شكل سائل أو غاز، كما قد يستفيد منها بشكل مباشر من خلال عملية الحرق من أجل التسخين أو في عملية تحريك توربينات توليد الكهرباء بواسطة البخار، تم إستخدامها في السابق في عملية الإضاءة والتدفئة وبعض الأنشطة الإنتاجية إلا أن في الوقت الراهن تستخدم في مجالات أوسع كإنتاج الإيثانول لغرض النقل وتوليد الكهرباء والطاقة (عزت عبد الغني الشيمي ، 2015، صفحة 31)؛

أنواع الطاقة الحيوية: تتكون الطاقة الحيوية من ثلاثة أنواع رئيسية من الوقود والتي تتمثل فيما يلي:

○ الوقود الحيوي الصلب:

تتكون الكتلة الحيوية الصلبة من الفحم الحجري ومخلفات حيوانية بالإضافة إلى بقايا المحاصيل الزراعية، غير أن هذا النوع من الوقود يستعصي استعماله كوقود للمركبات حيث يفضل استعمال الوقود السائل لأن تركيبته تحتوي على طاقة جد عالية ما تسهل عملية نقلها وضخها، يستخدم هذا النوع في

أغلب الأحيان في التسخين والطهي والتدفئة من خلال حرق الخشب، حيث كان في القرن 19 يستعمل الخشب كوقود للمحركات التي تسير بالبخر، كما توصلت العديد من الدراسات أن عملية حرق للكتلة الحيوية تنتج طاقة كهربائية تفوق 17.4 مليون جول لكل كيلوغرام (بوكرة و شمام، 2016، صفحة 222)؛

○ الوقود الحيوي السائل:

ويتمثل في زيت حيوي مثل البيوديزل أو الإيثانول يحضر هذا النوع من دهون الحيوانات أو من الخضروات حيث صممت محركات الديزل في السابق لتعمل بمختلف الزيوت النباتية لا الزيوت الأحفورية فهي تتميز بقلّة التسرب للجسيمات الضارة مثل غاز أكسيد الكربون والهيدروكربونات (بوكرة و شمام، 2016، صفحة 223)؛

○ الوقود الحيوية الغازية:

مصدر الوقود الحيوي الغازي يكون من خلال معالجة مياه الصرف الصحي بالإضافة إلى مخلفات الحيوانية ونفايات المصانع كالأوراق، حيث يستخرج منها الميثان وبقية المخلفات يتم إستخدامها كسماد في المزارع والحقول الزراعية (بوكرة و شمام، 2016، صفحة 223).

(6) الطاقة النووية:

تعد الطاقة النووية لاعبا أساسيا في إزاحة الكربون في نظام إنتاج الطاقة، حيث تكون المفاعلات النووية الصغيرة أكثر تكلفة لكل وحدة طاقة منتجة بالمقارنة مع المفاعلات النووية الكبيرة (Darby, Hansson, & Tisdell, 2020, p. 2) فالمفاعلات النووية تتكون من ثلاث مدخلات في المفاعل النووي والتي تتمثل مخزون الوقود بالإضافة إلى المعدل، والمبرد، إذ يتمثل مخزون الوقود في نوع معين من اليورانيوم "235 أو 238" والبلوتونيوم "239 أو 241" أو قد يكون الثوريوم، حيث يستند نوع مخزون الوقود على نوع المعدل من المفاعلات النووية ونوع التكنولوجيا المستعملة، كما يعتبر المعدل كوسيط يقلل سرعة النيوترونات السريعة في الحركة فتحول إلى نيوترونات حرارية ما ينجم عن هذه العملية سلسلة من الإنشطارات النووية، أما المبرد له المدخل الثالث للموارد في مفاعل النووي عبارة عن وسيط قد يكون ماء، غاز، معادن سائلة، يقوم الوسيط بإمتصاص الحرارة ما ينجم عن هذه الأخيرة البخار الذي يتكفل بدفع توربينات لتوليد الطاقة الكهربائية، إذ تتركز عملية توليد الطاقة من المحطات النووية على مجموعة من المفاعلات النووية والتي تتمثل في:

- **مفاعل التبريد بالغاز:** يتواجد هذا النوع من المفاعلات النووية بالغاز في بريطانيا، يستند عملها على الغاز تبريد على مستوى الدائرة الابتدائية والماء في الدائرة الثانوية بالإضافة لوجود الجرافيت في المعدل؛
- **مفاعل الماء المضغوط:** تستخدم الماء المضغوط في المعدل والمبرد يستفاد من الماء الساخن ويحتفظ داخل ضغط، حيث يضخ الماء الساخن بداخل دائرة أولية التي بها مولدات بخارية التي تدفع التوربينات على توليد الكهرباء ثم يتم تكثيف البخار وإعادة للمولدات البخارية؛
- **مفاعل الماء الثقيل المضغوط:** تستعمل المياه الخفيفة كمبرد والمياه الثقيلة كمعدل، مع الإحتفاظ بالسوائل المبردة المضغوطة من أجل الإستفادة منها في مولدات البخار، يتواجد هذا النوع من المفاعلات في الأرجنتين، كندا، رومانيا؛
- **مفاعل الماء المغلي:** تغلي المياه بداخل وعاء ضغط المفاعلات للمحطة النووية ما يسمح بتوليد البخار الذي يعمل على سير التوربينات لتوليد الطاقة؛
- **مفاعل الماء الخفيف "المبرد" والجرافيت "المعدل":** يعتمد هذا النوع على استعمال الماء الخفيف مبرد والجرافيت معدل تتوفر روسيا فقط على أنواع الأخرى من المفاعلات هذا النوع (عبد الرزاق، 2017-2018، صفحة 112)؛
- **إستخدامات الطاقة النووية:** لا يتجسد استخدام الطاقة النووية في عملية توليد الكهرباء فقط وإنما يتعدد إستخدامها في العديد من المجالات حيث يتم إستخدامها في الصناعات الغذائية وعملية تحلية مياه البحر والصناعات الثقيلة بالإضافة إلى الإستخدامات الزراعية من خلال حفظ مخزون الطعام لمنعه من التآكل أو التعفن وتسليط الإشعاعات النووية لتحسين الجودة الزراعية و زيادة المحاصيل، أما من ناحية الطبية تستخدم في معالجة الأمراض من خلال الأشعة التي تحارب الخلايا السرطانية، كما تستغل الطاقة النووية في الجانب العسكري من خلال تسيير السفن والغواصات الحربية حيث لها القدرة على البقاء داخل المياه لعدة أشهر ليس كما هو الحال عند إستخدام الوقود ومن ناحية أخرى نجد استخداماتها في صناعة القنابل الذرية المدمرة التي تعد خطيرة (يوسفي و سباع ، 2018، صفحة 59).

(7) الطاقة الهيدروجين:

تعرف طاقة الهيدروجين على أنها أخف طاقة وأبسطها ليس لها لون ولا طعم ولا رائحة، حيث تتشكل من مواد كونية تتمثل في إلكترونات وبروتونات يتواجد منعزلا في الطبيعة يرتبط في أغلب أحيان مع الأكسجين ليشكل الماء وقد يرتبط مع الكربون ليشكل عدة مواد مختلفة مثل الميثان أو قد يتواجد في مصادر أولية مما يتطلب الأمر فك وتحليل الروابط لتوصل إلى الوقود أو مادة خام، يعود زمن إكتشاف الهيدروجين

المنفصل إلى 1766 سنة من قبل هنري كافينديش تم تسميته في ذلك الوقت "الهواء القابل للاشتغال" وفي سنة 1785 أعطيت تسمية كيميائية حديثة التي تعرف في الوقت الراهن بالهيدروجين من طرف العالم "أنطوان لافوازييه"، وفي 1973 لأزمة النفط التي شهدتها العديد من دول العالم حفزها على التخمين في إستغلال طاقة الهيدروجينية من خلال القيام بمؤتمرات حول الإقتصاد الهيدروجيني وتكثيف الأبحاث والدراسات، وفي عام 2002 تم ترويج شبكة طاقوية هيدروجينية من قبل العالم جيريمي ريفكن، كذلك عززت الولايات المتحدة الأمريكية مجال الأبحاث في عملية إنتاج الهيدروجين من خلال التحليل الكهربائي للمياه ومن ذلك الوقت توسع إستخدام الهيدروجين بشكل كبير (شريف، 2020-2021، صفحة 62).

المطلب الثالث: توزيع الموارد الطاقوية في الجزائر عبر الأجيال

لم تقتصر الجزائر على الموارد الطاقوية الناضبة لتحقيق النمو الاقتصادي وتلبية إحتياجات الأفراد والمجتمعات من خلال سير الأعمال في جميع القطاعات بل عملت على تنويع الموارد الطاقوية لتشمل موارد طاقوية متعددة أيضا، التي أصبحت تستعمل في العديد من النشاطات خاصة في المناطق المعزولة عن شبكات التوصيل بالطاقة الضرورية مثل الكهرباء والغاز؛ حيث سوف نحاول في هذا المطلب توضيح مختلف الموارد الطاقوية التي يقوم عليها الإقتصاد الوطني من الناحية الإنتاجية والاستهلاكية خلال فترات زمنية متعاقبة؛

أولا: تطور الموارد الطاقوية الناضبة من الناحية الإستهلاكية والإنتاجية

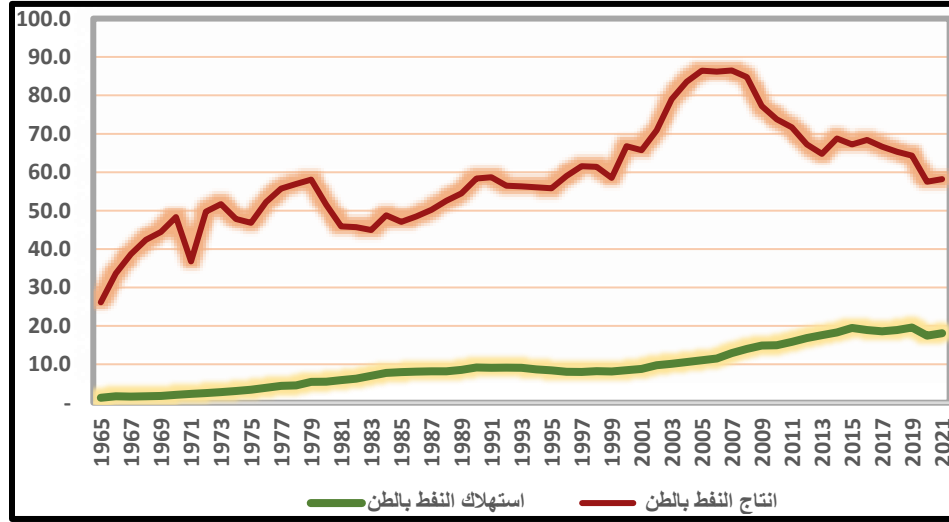
1. تطور إنتاج وإستهلاك النفط في الجزائر:

يعد النفط من أهم الموارد الطاقوية الأحفورية التي تستند عليها الجزائر في تسير مختلف القطاعات الإقتصادية، حيث تم اكتشافه سنة 1956 فهي تحتوي على أهم حوضين رئيسيين لهما حوض عين أميناس يتراوح عمق أباريه من 400م إلى غاية 1400م، أما الحوض الثاني في منطقة حاسي مسعود يقدر إحتياطه 700 مليون طن، تعد تكاليف استخراج هذا الأخير باهظ الثمن نظرا لعمق الأبار التي في الحقول التي قد تصل أو تفوق 3000 م (مومن و الوافي ، 2021، صفحة 467). ففي سابق الأمر كانت تستغل الحقول البترولية من طرف الشركات الأجنبية قبل تأسيس سوناطراك وتأمين قطاع المحروقات، غير أن الوقت الحالي أصبحت الجزائر تهيمن على قطاع المحروقات في مختلف المناطق والتي من بينها:

- منطقة الشمالية لحاسي مسعود: تتضمن هذه الجهة على ما يفوق 65 بئر، حيث تنتج 190 ألف برميل/يوم
- منطقة الجنوبية لحاسي مسعود: بها أكثر من 100 بئر وتنتج 250 ألف برميل/يوم
- منطقة زرزارتين: لها 84 بئر وتنتج 91 ألف برميل/يوم من الطاقة (كسيرة و مستوي، 2015، صفحة 155)، غير أن إنتاج النفط تراجع بشكل كبير في آواني الأخيرة ليس كما كان في العهود السابقة، والمنحى

الموالي يوضح تراجع إنتاج وزيادة إستهلاك النفط في الجزائر من 1965 إلى غاية 2021 الموضح كما يلي:

الشكل رقم (02-04): إنتاج وإستهلاك النفط في الجزائر 1965-2021 بوحدة مليون طن



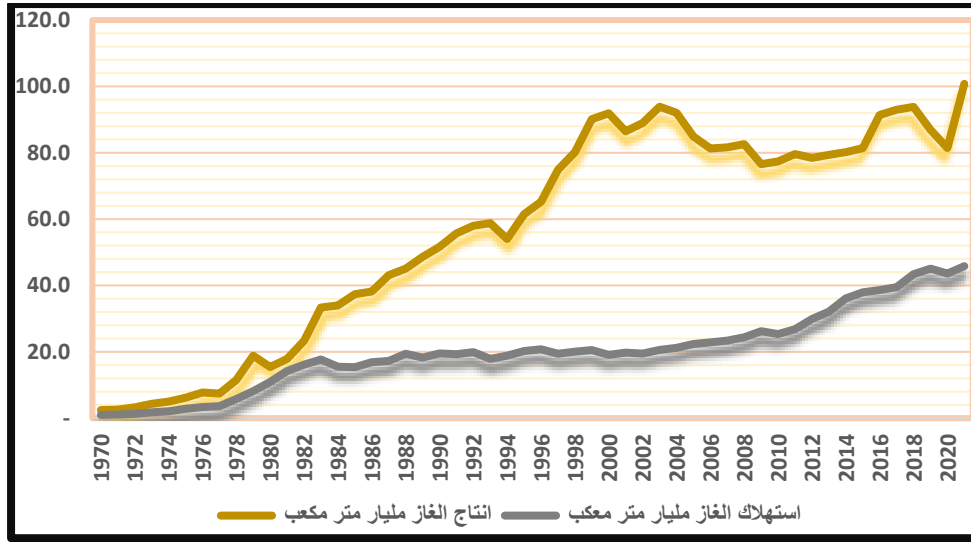
المصدر: من اعداد الطالبة بالاعتماد على (bp Stats review all data, 2022)

يوضح المنحنى أن حجم الإنتاج في الفترة 1965 إلى غاية 2007 في تزايد مستمر من 26.1 مليون طن في 1965 وصولاً إلى 86.6 مليون طن في 2007 غير أن في الفترة المتبقية نجد تناقص إنتاج النفط وتراجعته بشكل مستمر خلال الفترة 2008 إلى غاية 2021 من 84.8 مليون طن نزولاً إلى 58.2 مليون طن، أما بالنسبة للإستهلاك فهو في حالة تزايد مستمر حيث تعود هذه الزيادة إلى التطور الاقتصادي الذي شهدته الجزائر خاصة من سنة 2000 إلى غاية 2021 الذي عرفت فيها برامج تنمية جسدتها الحكومة واعتمدتها من أجل تحسين مختلف القطاعات الصناعية و العائلية و التجارية.

2. تطور إنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي في الجزائر:

يرجع أول إكتشاف لأكبر حقل غازي إلى سنة 1956 وهو حقل حاسي الرمل، قدر إحتياطه 2000 مليار م مكعب، فالجزائر تصنف من البلدان الغازية، حيث إحتلت المرتبة الرابعة عربياً والثانية إفريقيا من ناحية احتياط الغاز لسنة 2017 حسب ما جاء في تقرير الخاص بشركة بريتيش بتروليوم، فالإجمالي احتياط الغاز المؤكد بالجزائر موزع على عدة مناطق من بينها حاسي الرمل التي يصل احتياطها بنسبة 50% يليها احتياط منطقة رورد النوس بنسبة 19%، واحتياط إليزي 14% أما احتياط حوض تيميمون يقدر بنسبة 13% وهذا ما زاد من وتيرة إنتاج و الإعتماد على الغاز (زناد، 2017-2018، صفحة 294)؛

الشكل رقم (02-05): إنتاج واستهلاك الغاز في الجزائر 1970-2021 (مليار متر مكعب)



المصدر: من الطالبة على (bp Stats review all data, 2022)

يوضح الشكل الموجود في الأعلى تغيرات إنتاج وإستهلاك الغاز الطبيعي في الجزائر خلال الفترة 1970 إلى غاية 2021، حيث نلاحظ تزايد متذبذب وغير منتظم في إنتاج الغاز الطبيعي نظرا لمجموعة العوامل التي شهدتها الجزائر قبل تسعينات نتيجة الظروف الأمنية والسياسية، الإقتصادية، أما بالنسبة للإستهلاك نلاحظ تزايد مستمر نتيجة زيادة الطلب عليها خاصة من ناحية القطاع المنزلي والقطاع الصناعي بالإضافة إلى إستغلال الغاز الطبيعي في عملية توليد الكهرباء من خلال محطات توليد الغاز حيث بلغ إستهلاك الغاز 100.8 مليار متر مكعب في 2021؛

ثانيا: تطور الموارد الطاقوية غير الناضبة من الناحية الإستهلاكية والإنتاجية

تحيط هذه النقطة بتطور الموارد الطاقوية المتجددة التي تحظى باهتمام واسع من أجل تنميتها وإدخالها في حلقة الإنتاج الوطني والتي تتمثل في:

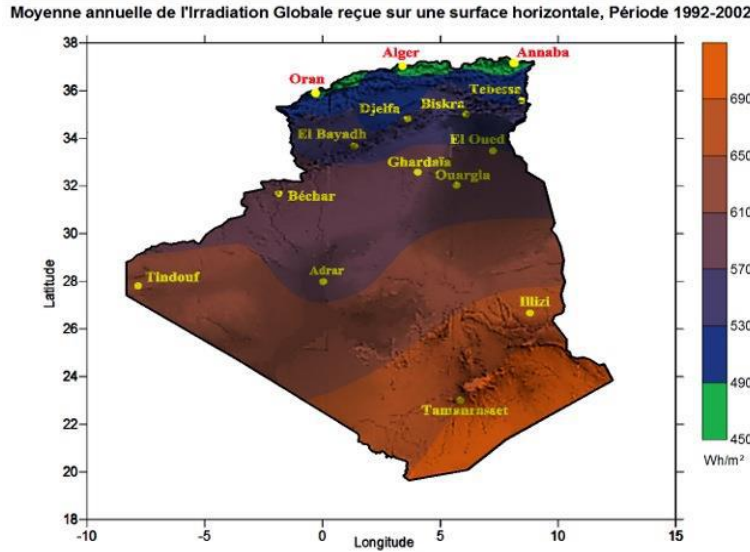
(1) الطاقة الشمسية:

تتمتع الجزائر بأكبر حقل شمسي في حوض البحر المتوسط حيث نجد اتساع المساحة الصحراوية تفوق نسبة 80% من مساحة الكلية للجزائر، فنظرا للموقع الجغرافي الذي تتمتع به الجزائر فأنها تتلقى ما يقارب 2000 إلى غاية 3900 ساعة من إشعاع الشمسي سنويا وبمتوسط 5 كيلو واط في الساعة من الطاقة على مستوى مساحة 1 متر مربع، وهذا ما يدل على أنها تحظى بمعدل 1700 كيلو واط في مساحة 1م² في السنة في الجهة الشمالية أما الجهة الجنوبية 2263 كيلوواط في المتر المربع سنويا من الطاقة

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

الشمسية حيث تبين الخريطة الموجودة في أسفل تركز الطاقة الشمسية على مستوى التراب الوطني مع تحديد المناطق ذات أكثر إصدار إشعاعي (بن حمزة، 2021-2022، صفحة 149)؛

خريطة رقم (02-06): التركز الإشعاعي الشمسي على مستوى الجزائر



المصدر: (مركز تنمية الطاقات المتجددة ، 1992 - 2002)

توضح الخريطة تركز الإشعاع الشمسي في مختلف المناطق، حيث نجد مناطق الجنوب "أدرار، عين الصالح، بشار، غرداية، ورقلة" من أكثر المناطق ذات إصدار إشعاعي خاصة مناطق أقصى الجنوب أما عن بقية المناطق تتفاوت نسبة الإصدارات الإشعاعية من منطقة إلى أخرى.

(2) طاقة الرياح:

عرفت الجزائر أول تركيبة للمولد الكهربائي لطاقة الرياح سنة 1957 حيث يتموقع في منطقة الرياح الكبرى، فهو عبارة عن محطة نموذجية ذات طاقة 100 كيلو واط بلغ طول الجهاز 30 متر، أما الشفرتان بلغ قطرها 25 متر تم تركيبها لأول مرة في إنجلترا بسان ألبان، ثم تولت شركة الكهرباء والغاز شرائها وتركيبها، بالإضافة إلى تزويد البلاد بمولدات في المناطق المعزولة من أجل توصيل الكهرباء (مغاري و صابة ، 2019، صفحة 31)؛

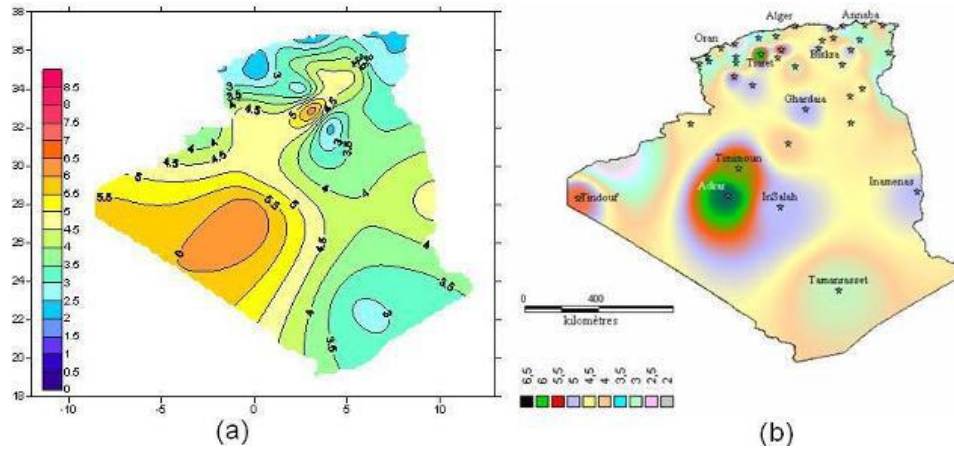
صنفت طاقة الرياح على أنها المحور الثاني من تطورات الطاقات المتجددة حسب مركز تطور الرياح حيث وصل إنتاج الطاقة الكهربائية من مصدر الرياح إلى 10 ميغاواط في 2016، وتعد المناطق الصحراوية من أهم المناطق ذات هبوب رياح قوي، كولاية أدرار التي تفوق سرعة الرياح 5.1 متر في

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

الثانية مما يتولد 673 مليون واط ساعي على مدار السنة ما تزود إحتياجات 1008 مسكن بطاقة الكهربائية (عميش و طرشاني، 2021، صفحة 210)؛

تبين الخريطة الموجودة في الأسفل تطورات سرعة الرياح في مختلف مناطق الوطن، حيث المناطق المضللة باللون الأحمر والبرتقالي، الأصفر، ذات هبوب رياح قوية تتراوح سرعتها من 4.5 إلى 8.5 متر في الثانية مثل منطقة أدرار وتمنراست، عين الصالح والتي تمثل مناطق صحراوية تتمركز فيها بشكل كبير مقارنة بالمناطق الأخرى.

الشكل رقم (02-07): مناطق توزيع الرياح في الجزائر



الجدول رقم (02-01): محطات الطاقة الكهرومائية في الجزائر (الوحدة: جيجاوات)

المحطة	القدرة الطاقوية	المحطة	القدرة الطاقوية	المحطة	القدرة الطاقوية	المحطة	القدرة الطاقوية
درفينة	71.5	سوق الجمعة	8.08	قوريت	6.42	ارقان	16
اغيل مدى	24	تيزي مدن	4.58	بوحنيقية	5.7	غريب	7
منصورية	100	اقزرنشبال	2.712	واد الفضة	15.6	تسيالة	4.228

المصدر: (كسيرة و مستوي، 2015، صفحة 161)

وضح الجدول محطات الطاقة الكهرومائية المجسدة في الجزائر على مجموعة من المناطق والتي تعتبر محدودة نوعا ما من ناحية قدرتها الإنتاجية وعددها، حيث يتضح أن محطة منصورية ودرفينة تنتج نسب عالية من الطاقة الكهرومائية مقارنة مع بقية المحطات الأخرى التي ينحصر إنتاجها بين 24 إلى 2.712 جيجاوات، ويرجع هذا لقلة الإمكانيات المجسدة من أجل إستغلال الطاقة الكهرومائية بشكل واسع من خلال تجسيد قدرات كبيرة تسمح بتوليد كميات أكبر مما هي عليه.

(4) طاقة الكتلة الحيوية:

تتولد الطاقة الكتلة الحيوية من القدرات الغابية ومن المخلفات الحيوانية حيث تكون على شكل وقود حيوي سائل أو غاز حيوي، كتلة حيوية صلبة فالقدرات الغابية في الجزائر تحتوي على ما يصل 25 مليون هكتار من المساحات الغابات الاستوائية حيث تمثل مساحة 10% من المساحة الاجمالية وبقية المساحة تمثل الصحراء، تقدر الطاقة المتولدة من هذه الموارد 37 ميغا طن معدل نفط سنويا، أما عن الموارد الطاقوية الصادرة من بقية النفايات تصل الى 1.33 مليون طن معدل نفط في السنة (فضيل و شليحي، 2022، صفحة 211)

(5) الطاقة الهيدروجينية:

حظيت الطاقة الهيدروجينية على إقبال واسع من طرف العديد من الدول والشركات للاستثمار في مجال الهيدروجين لجعله أحد أهم الموارد الطاقوية النظيفة التي تستند عليها الدول لتلبية الاحتياجات المتزايدة للطاقة قليلة الانبعاثات والمخاطر البيئية وذات استدامة، حيث يعد الهيدروجين ناقل للطاقة في العديد من القطاعات، وصفت أنواع طاقة الهيدروجين بألوان مختلفة الأزرق والرمادي و الأخضر، فالهيدروجين الأزرق ينتج من الغاز الطبيعي يعد أنظف من الهيدروجين الرمادي من ناحية انبعاث الكربون حيث يجمع الكربون الصادر من الهيدروجين الأزرق ويخزن لإستخدامه فيما بعد، أما الهيدروجين الرمادي ينتج كذلك من الغاز الطبيعي حيث يتسبب في انبعاثات الكربون، أما عن الهيدروجين الأخضر يولد من الماء باستعمال الكهرباء

الناجمة من الطاقة المتجددة من خلال طريقة تحليل كهربائية وهو النوع الأمثل للمحيط البيئي فهو يعد من أكثر الأنواع تكلفة من ناحية توليده (زيان و زقاع، 2023، صفحة 28).

(6) الطاقة النووية:

عزمت الجزائر في 2025 إلى بناء محطات نووية لأغراض سلمية بهدف مواجهة الطلب المتزايد على الطاقة، حيث تمتلك ما يفوق 29.000 طن من مخزون الأورانيوم ما يجعلها تستفيد من محطتين نوويتين ذات قدرة 1000 ميغاواط (مغاري و صابة ، 2019، صفحة 34)، كما جسدت إتفاقيات تعاونية مع عدة دول لتحقيق إنتاجية معتبرة من الطاقة الكهربائية من خلال بناء علاقات تعاونية في مجال استغلال الطاقة النووية من أجل إنتاج 11 ألف ميغاواط من القدرة الكهربائية وهذا بخلق علاقات تعاونية مع مختلف الدول ذات خبرة وكفاءة في المجال النووي حيث رصدت عديد من القوانين والمراسيم في شأن ذلك، ومن بين العلاقات التعاونية نجد:

- **تعاون الجزائر مع الأرجنتين:** تم خلق التعاون بين الجزائر والأرجنتين في مجال الطاقة النووية للأغراض السلمية وتطوير الأبحاث النووية في 1987 حيث تم افتتاح المفاعل النووي في سنة 1989 سمية بالنور له قدرة إنتاج 3 ميغاواط، وفي ظل هذا التعاون أصدر مرسوم 340/11 الذي يصادق على الاتفاقية التعاون المبرمة في 2008/11/17.

- **تعاون الجزائر مع الصين:** جاء هذا التعاون من أجل استثمار الطاقة النووية ضمن مجال سلمي في الجزائر، حيث منحت الصين مفاعل نووي أطلق عليه "سلام" في سنة 1983 وهو ضمن إشراف الوكالة الدولية للطاقة الذرية وكانت بداية العملية الإنتاجية له في 1993، بالإضافة الى العديد من الاتفاقيات الأخرى مثل بروتوكول التعاون في مجال الطاقة النووية لأغراض مدنية في 1983، وفي 2008 جسدت اتفاق آخر حول استخدام الطاقة النووية لأغراض سلمية (يوسفي و سباع ، 2018، صفحة 66).

المبحث الثاني: طرق وسبل الحصول على كهرباء الوطن

يتخذ قطاع الطاقة الكهربائية في الوقت الراهن إهتمام كبير من قبل الحكومة من أجل تأمين وتوفير الطلب المتزايد على هذا النوع من السلع في جميع القطاعات خاصة القطاع العائلي الذي يعد من أهم القطاعات ومن أكثر القطاعات طلبا على الكهرباء، حيث تسعى الجزائر كغيرها من الدول لسد الثغرات ومواجهة الطلب المتزايد من خلال زيادة القدرات الإنتاجية وتوسيع محطات التوليد وتنويعها إلى محطات ذات موارد متجددة دون الإكتفاء بالمحطات البخارية والغازية التي تعتمد على الوقود الأحفوري لتوليد الكهرباء؛

نهدف من خلال هذا المبحث إلى عرض أهم الجوانب التي تتعلق بالطاقة الكهربائية من خلال تقديم مفاهيم أساسية وخصائص للكهرباء وتوضيح أهم محطات توليد الطاقة الكهربائية وتحليل هيكل شبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية في الجزائر.

المطلب الأول: الإطار النظري حول الطاقة الكهربائية

سوف نحاول في هذه النقطة التعرف على مفهوم الطاقة الكهربائية وخصائصها الإقتصادية والفنية التي توطر جوانب مهمة للكهرباء من خلال صورة توضيحية للجانب العملي والإنتاجي لها؛

أولاً: مفهوم الطاقة الكهربائية

تعد الطاقة الكهربائية أحد أهم أشكال الطاقة التي تنتج على تدفق الجسيمات المشحونة كالأيونات والإلكترونات، حيث يعبر التيار الكهربائي على سير الشحنات عبر الأسلاك المعدنية أو السوائل قد يكون تيار الكهربائي متناوب الإتجاه أي متغير الإتجاه أو موحد الإتجاه والذي يعرف بالتيار المستمر (عتروس، 2017-2018، صفحة 51) ويمكن اختصار التعبير عن الطاقة الكهربائية بمجموعة من المقومات الأساسية التي تقوم عليها وهي تتمثل فيما يلي:

- ❖ **التوتر الكهربائي:** يعبر التوتر الكهربائي على الجهد الحركي للتيار الكهربائي بين نقطتين تتوقف حركة التيار بين النقطتين في حالة تساوي كمونهما، ويعبر عنها بالرمز U ووحدته الفولط؛
- ❖ **التيار الكهربائي:** يشير التيار الكهربائي إلى تدفق الشحنات الكهربائية بداخل الدارة الكهربائية، يرمز للتيار الكهربائي بالرمز " I "؛
- ❖ **القدرة الكهربائية:** هي كمية الطاقة خلال فترة زمنية بالثانية التي تنتج من جراء التيار الكهربائي، تعطي بالعلاقة التالية: $U \cdot I = P$ ؛

❖ **المقاومة الكهربائية:** تمثل المقاومة الكهربائية في المقاومة التي تبديها المواد عند عبور التيار الكهربائي بها، مثل الأسلاك الناقلة ما يؤدي إلى تسخين المادة الناقلة، يرمز لها بالرمز R ووحدتها هي (ohm) (قدوري، 2019، صفحة 113).

ثانيا: خصائص الطاقة الكهربائية

تتسم الطاقة الكهربائية بمجموعة من الخصائص الإقتصادية والفنية نوجزها في مجموعة من النقاط التالية:

1- الخصائص الاقتصادية للطاقة الكهربائية:

تتمثل خصائص الإقتصادية للطاقة الكهربائية في مجموعة خصائص تصف الإنتاج الكهربائي والتي نوجزها في النقاط التالية:

▪ **رأس المال:** إن عملية الإستثمار في القطاع الكهربائي يتطلب موارد مالية كبيرة كالإنتاج وبناء محطات ذات قدرات عالية وغيرها من التكاليف التي تتطلب رؤوس أموال ضخمة، حيث أن أي تغيرات تحدث في تكلفة رأس المال وفي معدل التضخم سوف يؤثر على سعر الكهرباء وعلى الإنتاج والأرباح في القطاع الكهربائي؛

▪ **تخفيض التكاليف في القطاع الكهربائي:** تسعى المؤسسات الكهربائية إلى تخفيض التكاليف المنتجة لبقاء إستمرارية عمل وحداتها، حيث لها برنامج تشغيل خاص بوحداتها تهدف فيه الى عملية تخفيض التكلفة؛

▪ **الإحتكار:** ينشأ الإحتكار بناء على الظروف السائدة في داخل القطاع قد يكون مرتبط بالطلب على الخدمات أو بالتكاليف الإنتاجية وتكاليف التطور ومواجهة الطلب وغيرها بالتالي نجد الإحتكار جراء من هياكل التكاليف؛

▪ **تلبية وإشباع متطلبات المستهلكين:** يسعى القطاع الكهربائي إلى توفير الطلب على الكهرباء الى أماكن تواجدهم حيث يكون قبل ذلك عقد خاص الذي يسمح للمستهلك من الاستفادة فلا يكون له حق مساواة سعر الشراء لان الكهرباء ليست بسلعة تباع في الأسواق وإنما يفرض سعرها من طرف المؤسسات؛

▪ **رفع وتحسين المستوى المعيشي وتوفير فرص العمل لدى السكان:** تساهم الطاقة الكهربائية في تحسين ورفع المستوى المعيشي من خلال تزويد السكان بالكهرباء لسير عمل المؤسسات والمحلات التجارية والمصانع وغيرها... الخ، حيث الزيادة في الصناعة الكهربائية وتوسيع الإنتاج ونقل الطاقة الكهربائية يتطلب

قوى عاملة كبيرة وبمهارات متنوعة ما يعمل على توفير مناصب الشغل وتحسين مستوى المعيشي لدى شريحة من الأفراد؛

■ **السياسة السعرية للطاقة الكهربائية:** تقوم السياسة السعرية في الكثير من الدول على أساس شرائح التي تكون مقسمة حسب ساعات العمل أو أوقات الذروة التي يكون فيها الاستهلاك مرتفع أو منخفض مع تحديد سعر كل فترة زمنية، حيث يناسب هذا النوع من السياسات فئات ذوي الدخل المحدد، إلا أن في غالب الأحيان يكون سعر الكهرباء ليس له تأثير على الطلب خاصة في المناطق التي تتسم بارتفاع درجة الحرارة في الصيف والمناطق الباردة في الشتاء؛

■ **تنوع بدائل إنتاج الكهرباء:** تنتج الطاقة الكهربائية من عدة مصادر متنوعة حيث تتنوع عبر التطور التكنولوجي وقدرات الدولة ما يؤدي إلى إختلاف جوهري في هيكله تكاليف الإنتاج والتوليد ونمط إستخدام المحطات وعملية النقل.

2- الخصائص الفنية للطاقة الكهربائية:

تتسم الطاقة الكهربائية بخصائص فنية لها علاقة بالجانب العملي لقطاع الطاقة الكهربائية من ناحية مختلف العمليات الإنتاجية التي تنطلق من محطات التوليد وصولاً إلى عملية النقل والتوزيع محل تواجد المستهلك، تتمثل هذه الخصائص في:

■ **المدة الزمنية لإنشاء المشروع:** تختلف الفترات الزمنية لإنشاء مشروع الطاقة الكهربائية حسب نوع المحطة، حيث تختلف باختلاف المصادر الطاقوية وتكلفة كل مشروع فعلى سبيل المثال عند إنشاء محطة نووية ذات سعة 1000 ميغاوات فقد يستمر المشروع مدة 9 سنوات بالتقريب أما في حال إنشاء محطة هيدروليكية فقد يصل زمن إستغراق المشروع ما يقارب 10 سنوات في حين المحطات الحرارية يتطلب زمن إنجازها ما بين 2 إلى 6 سنوات، كما تختلف حسب نوعية الوقود المستعمل في عملية توليد الكهرباء وحسب قدرة المحطة؛

■ **عدم قابلية تخزين الطاقة الكهربائية من طرف المستهلكين:** تستهلك الكهرباء بشكل مباشرة حال توليدها من المحطات الكهربائية ففي طبيعة الحال لا يمكن تخزين الكهرباء؛

■ **تقلبات الطلب:** يتميز التيار الكهربائي بفترات الذروة التي يكون فيها الطلب مرتفع وفترات الذروة المنخفضة التي يكون فيها الطلب منخفض، حيث تتدخل عدة عوامل في الكمية المستهلكة والتي من بينها العوامل المناخية وعدد الأجهزة ونوعية المستهلك فيما إذا كان المستهلك عبارة عن مؤسسة أو مصنع، أو سكان؛

- **التجانس:** تتولد الكهرباء من عدة أنواع مختلفة وهذا حسب نوع الوقود المستعمل في المحطة، إلا أنها تصل للمستهلك بشكل متجانس لا يسمح له بتميز والتفرقة بين أنواع المستخدمة في عملية التوليد فهي تكون على شكل تيار كهربائي لا يعرف مصدره من أي محطة مولد؛
- **التجهيزات الوقائية:** تحتاج محطات توليد الكهرباء إلى أجهزة وقائية من خطر التلوث الناجم من المحطات التوليد خاصة منها التي تعتمد على الوقود الأحفوري لما تسببه من آثار سلبية على البيئة (بوهنة و بن عزة ، 2015، الصفحات 121-127)؛
- **مرونة الإستخدام والتحكم فيها:** يستند التيار الكهربائي إلى مفاتيح الكبح والتشغيل ما يسهل التحكم فيها بالإضافة إلى التحكم في شدة التيار المستخدم من طرف مؤسسات توزيع الكهرباء ما يواكب الأجهزة المستعملة بواسطة التوتر المنخفض أو المتوسط، أو المرتفع (عتروس، 2017-2018، صفحة 54).

المطلب الثاني: محطات توليد الكهرباء

تحول أشكال المصادر الطاقوية إلى طاقة كهربائية من خلال محطات خاصة بعملية التوليد، ويكون هذا حسب نوع الوقود المستخدم وحسب طريقة تحويله من طاقة خام إلى طاقة حركية بواسطة محركات ميكانيكية تدير المولدات (بوهنة و بن عزة ، 2015، صفحة 128)، ومن بين أهم محطات توليد الطاقة الكهربائية نجد الأنواع التالية:

1- المحطات البخارية:

تتولد الطاقة الكهربائية من محطات بخارية عن طريق حرق الوقود في أفران خاصة لإنتاج الطاقة الحرارية التي تستخدم في تسخين المياه لتحويلها إلى بخار في درجة حرارة وضغط معين ثم يأتي بعد ذلك تسليطها على توربينات بخارية لكي تتحرك وتحول بعدها إلى طاقة ميكانيكية، حيث يتم توصيل محور المولد الكهربائي مع محور التوربينات ليتحرك محور المولد الكهربائي بنفس السرعة، يتحكم هذا النوع في موقع محطات التوليد نظرا لما تمتاز به من كبر حجمها و تكلفتها بالإضافة إلى تحلية المياه الملحية، لهذا تشترط عدة شروط من بينها ضرورة قرب المحطات من مياه التبريد لأن المكثف بحاجة إلى وفرة المياه بكميات كبيرة لهذا عادة تكون المحطات بالقرب من البحار والشواطئ وبالقرب من مصادر الوقود ومن مراكز الإستهلاك من أجل توفير مصاريف إنشاء خطوط النقل والتوزيع (بن احمد، 2007-2008، صفحة 25).

2- المحطات الغازية:

تستخدم المحطات الغازية الوقود "البترول والغاز الثقيل والطبيعي" من أجل حرقه مع الهواء المضغوط في درجة عالية جدا دون استخدام الماء مثل ما هو في الحالة الأولى (مومن و الوافي ، 2021 ، صفحة 466)، حيث يعتبر هذا النوع حديث العهد يستخدم بشكل أكثر في دول شرق الأوسط؛ تنتم محطات الغازية بأحجام وسعات مختلفة من 1 ميغاواط إلى غاية 250 ميغاواط كما أن لها وحدات متنقلة في حالة وجود الطوارئ، بالإضافة إلى بساطته وسهولة تركيب، وصيانتها مع سرعة التشغيل والإيقاف، رغم المزايا التي تتمتع بها إلا أن لها عدة سلبيات من بينها ضعف المردودية الإنتاجية واستهلاكها لكميات كبيرة من الوقود مقارنة مع محطات التوليد الأخرى (بن احمد، 2007-2008، صفحة 28)؛

3- محطات المفاعلات النووية:

تتميز المحطات مفاعلات النووية بوجود ثلاثة أنواع من المفاعلات والتي تتمثل في مفاعلات التبريد الغازي والماء العادي ومفاعلات الماء الثقيل على الرغم من الآثار الجانبية التي تخلفها الطاقة النووية من إشعاعات وشوائب تبقى لعدة سنوات إلا أن العديد من الدول لا تزال تستخدم هذا النوع من الموارد الطاقوية في عملية توليد الكهرباء وتسير مختلف النشاطات الإقتصادية (بن سعدي، طويطي ، و بن عبد الرحمان ، 2023 ، صفحة 297)؛

4- محطات الشمسية:

تتولد الطاقة الكهربائية من المحطات الشمسية عن طريق التقاط الأشعة الشمسية بواسطة الألواح التي تحولها إلى طاقة حرارية أو كهربائية من خلال نظام عمل محطات توليد، حيث تستخدم في عدة أغراض متنوعة قد تكون منزلية أو تجارية، صناعية، بغية خلق تنوع طاقي وإيجاد بديل مستدام (Mafizur Rahman & Begum, 2021, p. 2)؛

5- محطات طاقة الرياح:

تعمل هذه المحطات على تحويل الطاقة الهوائية إلى طاقة ميكانيكية بواسطة توربينات من أجل توليد الطاقة الكهربائية أو قد يتم الإستفادة منها بشكل مباشر (مومن و الوافي ، 2021 ، صفحة 467)، حيث تكون الإستفادة من طاقة الرياح بشكل كبير من خلال تعيين الموضع التي بها مجاري رياحية قوية من أجل إنتاج حقل رياحي يعمل على تدوير المراوح العالية؛

6- محطات المائية:

تتولد الكهرباء من محطات مائية عن طريق تساقط المياه ومجاري الأنهار في حال ما تكون ذات إنحدار كبير، أما في حالة ذات إنحدار طفيف يستوجب بناء سدود من أجل تخزين المياه لإنشاء محطات توليد بالقرب منها، حيث يتوقف حجم إنتاج الكهرباء على حسب كمية المياه المتدفقة في المجاري والسدود،

ويعد من بين أنواع التي تحظى بالاهتمام الواسع من قبل العديد من الدول لأنها غير ملوثة للمحيط البيئي وخالية من أي مواد منبثة (رحيم ، 2020-2021، صفحة 160)؛

7- المحطات النووية:

تعمل المحطات النووية على توليد البخار عن طريق الحرارة لتدوير التوربينات، إنطلاقا من مفاعلات ذرية التي تولد من الحرارة نتيجة لإنشطار ذرات اليورانيوم بتضارب الإلكترونات المتحركة المتواجدة في الطبقة الخارجية للذرة ثم تستغل الحرارة في تسخين المياه لتحويلها إلى بخار، إذ تحتوي المحطة النووية على عدة طبقات متسلسلة يصل سمكها أكثر من ثلاث أمتار لعزل الأفران على إنتشار إشعاعات ذرية لحماية العمال والمحيط البيئي من الإصدارات الاشعاعية والتلوث (فاضل عبد الكعبي ، 2022، صفحة 302) ؛

المطلب الثالث: تحليل هيكل شبكات النقل والتوزيع للطاقة الكهربائية في الجزائر

جسدت الجهات المختصة في مجال الطاقة قوانين ومراسيم من أجل توفير وترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في ظل ما يخدم جميع القطاعات دون المساس بالقدرات الإنتاجية خاصة من ناحية إنتاج المصانع والمؤسسات، بالإضافة إلى ذلك أطلقت عدة مشاريع من أجل تنويع في مصادر إنتاج الكهرباء دون الإكتفاء بالمصادر الناضبة من خلال توسيع حلقة الطاقات المنتجة إلى إستغلال الطاقات المتجددة كونها مصادر طاوقية طبيعية تمتاز بالديمومة وتحافظ على الموارد الطاقوية الناضبة وتخلق تنوع طاوقي؛

أولا: واقع الوضع الكهربائي القائم في الجزائر

يتسم النظام الوطني الكهربائي بطابع يجعله يسير على نحو مستمر ومتزايد بفعل مختلف العوامل التي تحيط به والتي من بينها عوامل تنظيمية وسياسية، اقتصادية، اجتماعية، ما يجعل عملية التخطيط والتدبير لهذا القطاع أكثر تعقيدا، حيث تمر هذه الأخيرة بعدد من المراحل تتمثل في الإعداد والتقدير، ثم التقييم وفي الأخير تأتي مرحلة التنفيذ، فلا ننسى العراقيل والقيود التي تواجه إستمرارية القطاع فيما بعد (رحيم و حميدي ، 2019، صفحة 13)؛

1) سياسة نظام الطاقة الكهربائية في الجزائر:

في سابق الأمر كان الوضع الوطني يسوده عدم الاستقرار من مختلف الجوانب نتيجة الحروب وتدهور الوضع الاقتصادي والاجتماعي في كل ربوع الوطن، إلا أنه عقب الحرب بدأت الدولة في التخمين من أجل إحداث تنمية في مختلف القطاعات الحكومية خاصة في قطاع الطاقة ومن بينها إنشاء مؤسسة " كهرباء وغاز الجزائر EGA " في سنة 1974 وفيه تحول القطاع الكهربائي من الخاص إلى العام، حيث أصبحت مؤسسة عمومية تحمل طابع صناعي وتجاري يطبق عليها ما يطبق على جميع المؤسسات التي تتمتع بالاستقلالية

كالخضوع لنظام الضرائب وقواعد المحاسبية، كما خولت لها صلاحية التكفل بعدة مؤسسات التي يندرج عملها في قطاع الكهرباء و الغاز منها مؤسسات كبيرة وأخرى صغيرة، حيث تكفلت 32 مؤسسة تعمل في إطار الكهربائي و 10 معامل تعمل في إطار الغاز، استمرت في العمل إلى غاية 1969 (عتروس، 2017-2018، صفحة 189) إنشاء مؤسسة التوزيع الكهرباء والغاز والمتمثلة في Sonal Gaz وفقا للقرار 59-69 المؤرخ في جويلية 1969 التي وصل عدد عمالها 6000 عامل، فلم يشهد نمو إلا بعد 1970 نتيجة لضعف الوسائل المستخدمة في عملية الإنجاز والتوليد آنذاك، ساهمت سونلغاز في تسيير مختلف العمليات الخاصة بالكهرباء و الغاز مثل الاستيراد والتصدير، توليد، النقل والتوزيع (بوخاري و تقوروت، 2019، صفحة 59) وفي 1973 عازمت مؤسسة سونلغاز على رفع الطاقة المنتجة من خلال إعادة هيكلة تشكيل البنية التحتية من أجل تحسين قواعدها ومركباتها، حيث وصل الإنتاج من 624 ميغاواط في 1969 إلى 1200 ميغاواط في سنة 1974، وفي 1983 خضعت مؤسسة سونلغاز إلى إعادة الهيكلة من جديد لتشكيل عدد من المؤسسات الفرعية المختصة في الأشغال وصناعة المعدات خاصة بالكهرباء والغاز نتيجة تحويل وحدات مؤسسة سونلغاز إلى منشآت تتمثل في:

- 1- مؤسسة **Kahrif** خاصة بأعمال المولدات الكهربائية ومختلف الأشغال التي بها علاقة بالكهرباء؛
- 2- مؤسسة **Kanaghaz** يكمن دورها في إعداد قنوات الخاصة بنقل وتوزيع للغاز؛
- 3- مؤسسة **AMC** إعداد آلات المراقبة والقياس للعدادات؛
- 4- مؤسسة **Kah Rakib** تعمل على تركيب المنشآت والبنية التحتية للكهرباء؛
- 5- مؤسسة **ETTARKIB** تختص بالتركيب الصناعي؛
- 6- مؤسسة **ENERGA** توطر أشغال الهندسة المدنية؛

ومع مرور السنين أصبحت مؤسسة سونلغاز مؤسسة تجارية صناعية EPIC تتمتع بطابع عمومي بموجب المرسوم 475/91 المؤرخ سنة 1991، وتم تأكيد وإعطاء الشكل القانوني لها بصفة رسمية في 1995 بموجب المرسوم التنفيذي 280/95 (عتروس، 2017-2018، صفحة 190)، تعمل على الإحتكار بشكل تام وفقا لمصالح تخدم الدولة والتي من أهمها:

- العمل على إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء والغاز؛
- القيام بتحقيق الطلب على الطاقة الكهربائية والغاز؛
- الحفاظ على تحقيق شروط الجودة وتوفير الأمن الطاقوي بأقل الأسعار؛
- تحقيق العدالة بين المستهلكين "الزبائن" من خلال توليد الطاقة وتوصيلها والالتزام بالتسعيرة المحددة وفقا للمرسوم التنظيمي،

تحولت مؤسسة سونلغاز إلى شركة مساهمة ذات أسهم تحت اسم SPA بعد ماكنت عبارة على مؤسسة عمومية تحمل شكل مجمع صناعي وهذا وفقا للمرسوم الرئاسي 02-195 والمؤرخ سنة 2002 (بن أم السعد، 2015-2016، صفحة 162)، وفي 2004 حولت وحدات مؤسسة سونلغاز الخاصة بالإنتاج والنقل إلى "فروع المهن القاعدية" والتي عبارة عن شركات فرعية وهي:

1- الشركة الجزائرية مختصة في إنتاج الطاقة الكهربائية SPE؛

2- شركة تسيير شبكات نقل الكهرباء GRTE؛

3- شركة تسيير شبكات نقل الغاز GRTG؛

بالإضافة إلى أنواع أخرى من فروع الشركات التي ظهرت في 2006 تختص في مجال توزيع الطاقة الكهربائية والغاز لمختلف الزبائن والتي تتمثل في:

1- شركة توزيع الكهرباء والغاز الجزائر SDA؛

2- شركة توزيع الكهرباء والغاز الوسط SDC؛

وهي شركة ذات أسهم تم إنشائها في 2006 برأسمال محدد يقدر ب 15 مليار دينار تضم 12 ولاية لهي " تيزي وزو، البويرة، المدية، البليدة، الجلفة، الأغواط، غرداية، ورقلة، إيليزي، تمنراست، الوادي، بسكرة؛

3- شركة توزيع الكهرباء والغاز للشرق SDE؛

وتخص مجموعة الولايات الواقعة في الجهة الشرقية للوطن ظهرت في 2006، يقدر رأسمال إنشائها ب 24 مليار دينار تضم 16 ولاية " تبسة، عنابة، سكيكدة، جيجل، بجاية، قالمة، قسنطينة، أم البواقي سوق أهراس، الطارف، خنشلة، ميلة، سطيف، باتنة، برج بوعريج، مسيلة؛

مميزاتها:

■ طول شبكة الطاقة الكهربائية إلى 88.703 كم؛

■ شبكة الغاز يصل طولها إلى 13.332 كم؛

■ عدد المشتركين في جميع الفئات ذات الضغط المنخفض والمتوسط والعالي 2.963.016؛

■ عدد المصالح التجارية في الشركة 82 مصلحة تجارية؛

■ إجمالي أعوان الشركة 4.887؛

4- شركة توزيع الكهرباء والغاز للغرب SDO؛

هي شركة ذات أسهم تغطي ولايات الغرب الوطني يقدر رأسمالها 25 مليار دينار، عدد ولايات التي تضمها الشركة هي 17 ولاية " وهران، سيدي بلعباس، الشلف، معسكر، تلمسان، غليزان، عين الدفلى، تيسمسيلت، تيارت، مستغانم، النعامة، سعيدة، عين تموشنت، البيض، أدرار، بشار، تندوف، يبلغ طول شبكتها 73.970 كلم (بلغار، 2022-2023، صفحة 190)؛

كما ظهر معهد خاص بالتكوين للكهرباء والغاز في 2007 تحت اسم IFEG وفي 2009 انتهت عملية إعادة الهيكلة بإنشاء شركة CEEG للهندسة الكهربائية والغاز، وفي الختام برزت سونلغاز في حلتها الجديدة كشركة قابضة وفقا للمرسوم 11/ 212 المؤرخ في 2011 (عتروس، 2017-2018، صفحة 194)، كما أصبحت الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز "سونلغاز" تسير نظام نقل وتوزيع الكهرباء والغاز عبر التراب الوطني من خلال فروعها لضمان عملية سير الشبكات (بن قسمي، 2013-2014، صفحة 7).

(2) **وظائف سونلغاز:** تنوعت وتعددت وظائف سونلغاز بين ثلاث وظائف رئيسية التي تتمثل في:

❖ **الإنتاج:** تقوم العملية الإنتاجية للطاقة الكهربائية على أساس محطات مختلفة حسب نوع الوقود المستعمل في كل محطة، حيث قسمت مختلف الموارد الطاقوية إلى فروع يتم إدراجها في المحطات توليد الكهرباء وهي كالتالي:

○ **الفرع الأول:** وهو فرع الديزل يحتوي على أكثر عدد من المولدات حيث يضم 183 مولد، يكون عمل المولد الواحد بطاقة؛

○ **الفرع الثاني:** ويتمثل في فرع الغازي يتكون من 36 مولد طاقي تنحصر طاقة كل مولد بين 20 إلى 210 ميغاوات؛

○ **الفرع الثالث:** وهو فرع مائي به 34 مولد طاقي تنحصر طاقة كل مولد بين 1 إلى 5 ميغاوات؛

❖ **النقل:** تقوم المؤسسة بتوصيل شبكات مختلفة الضغط للطاقة الكهربائية والغاز تكمن دور الشبكات في عملية النقل، حيث تنقسم بين شبكات الضغط المنخفض والضغط المتوسط، العالي؛

❖ **التوزيع:** توزع مؤسسة سونلغاز الكهرباء والغاز حسب إحتياجات الزبائن، حيث تجدر الإشارة إلى أن المستهلكين يختلفون حسب نوع النشاط الممارس فلا يتم تزويد جميع المشتركين بنفس الضغط وإنما يتم تقسيمهم بين الضغط العالي والمتوسط والمنخفض (عتروس، 2017-2018، صفحة 200).

(3) **أهم محطات توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر**

يحتوي نظام القطاع الكهربائي في الجزائر على ما يفوق 50 محطة كهربائية ومن شبكات النقل والتوصيل المترابطة التي تغطي إحتياجات شمال البلاد وبالإضافة إلى ذلك وجود شبكات معزولة التي تلبي إحتياجات الجنوب التي تبعد عن الشبكات المترابطة، حيث تستند الجزائر على الغاز كوقود أحفوري لإنتاج الكهرباء بنسبة ما يقارب 98% أما فيما يخص النسبة المتبقية تدخل فيها بقية الموارد الطاقوية (فتان و بن معمر، 2021، صفحة 162)؛

فمحطات توليد الطاقة الكهربائية تتسم بقدرات متفاوتة، حيث نجد في الجدول الأسفل أن محطات المركبة التي تعمل بالطاقة الناضبة قدرتها تفوق قدرة محطات الطاقات المتجددة وهذا ما يدل على أن الجزائر تركز في توليد الطاقة الكهربائية على مصادر الطاقة الناضبة خاصة المحطات الغازية التي معظم

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

توليدها يأتي منها خلال الفترة المدروسة من 2015 إلى غاية 2021، حيث بلغت قدرة المحطات الغازية 12724 ميغاواط في 2021، تليها محطات ذات الدورة المركبة، أما عن محطات الطاقات المتجددة نجد قدرات المركبة في المحطات الشمسية ذات قدرة عالية حيث تصل 365 ميغاواط في 2021 مقارنة بمحطات طاقة الرياح والمحطات الكهرومائية.

الجدول رقم (02-02): قدرات المحطات الكهربائية المركبة في الجزائر (ميغاواط)

القدرة الكهربائية (م. و)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
المحطات البخارية	2435	2435	2435	2304	2304	2304	2304
المحطات الغازية	9699	11278	11611	11588	11638	11582	11579
محطات ذات الدورة المركبة	4314	4314	4314	6079	7016	8065	9614
محطة الديزل	363	372	382	359	408	394	394
محطات الفحم الحجري	0	0	0	0	0	0	0
محطات الطاقة الكهرومائية	228	228	228	129	129	129	129
محطات الطاقة الشمسية	40	219	344	344	344	344	365
محطات الطاقة الرياح	10	10	10	10	10	10	10
الطاقات المتجددة الأخرى	150	150	150	150	150	150	150
المجموع	17239	19006	19474	20963	21999	22978	24536

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على الإتحاد العربي للكهرباء، النشرة الإحصائية للسنوات 2015، 2019

ثانيا: تطور القدرات المركبة للطاقة الكهربائية:

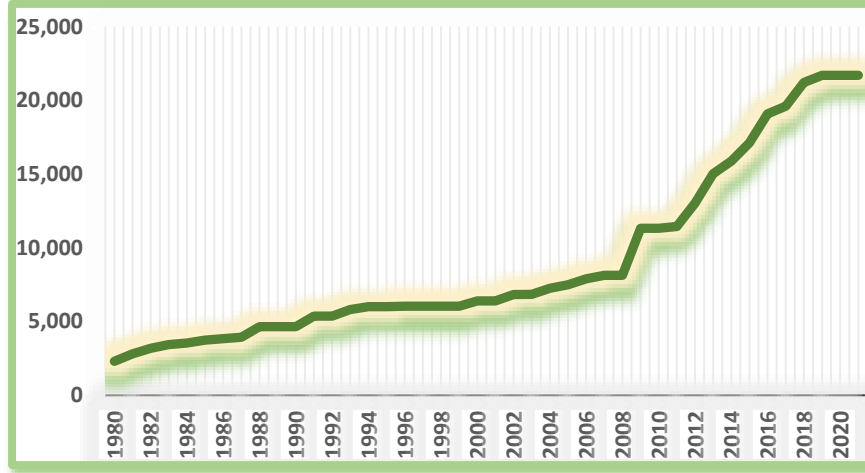
يسير نظام تخطيط القدرات الكهربائية المركبة وفق ثلاث أنظمة تتمثل في " التوليد، والنقل، التوزيع" فكل منها طريقة عمل ونظام خاص بها، حيث تعمل أنظمة التوليد على إنتاج الطاقة الكهربائية من عدة محطات مختلفة ثم تنقل الكهرباء عبر مولدات كهربائية إلى شبكات التي تقوم بتوزيعها على المستهلكين (رحيم و حميدي ، 2019، صفحة 13)؛

يوضح الشكل تطور الإجمالي للقدرة المركبة للطاقة الكهربائية في الجزائر بالميغاواط من 1980 إلى 2021، حيث يبين المنحنى زيادة في القدرات الكهربائية المركبة من سنة لأخرى، التي كانت في سابق الأمر لا تتجاوز 5000 ميغاواط من 1980 إلى 1990، أما من 1991 إلى 2008 تتراوح القدرات المركبة ما بين 5000 ميغاواط إلى غاية 10000 ميغاواط ما يدل على تزايد بشكل طفيف، في حين نجد في سنوات المتبقية من 2009 إلى 2021 تزايد بشكل سريع في تطور القدرات المركبة للطاقة الكهربائية

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

و يرجع هذا لوجود تحسن في القطاع الكهربائي وإعطاء إهتمام لتوسيع توليد من خلال زيادة القدرات المركبة وتغطية الطلب المتزايد عليها.

الشكل رقم (02-08): تطور القدرة المركبة لتوليد الطاقة الكهربائية بوحدة الميغاواط MW



المصدر: (bp Stats review all data, 2022)

ثالثا: خطوط وشبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية

شهدت شبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية في الجزائر تطور كبير عبر الأزمنة ففي 2011 بلغ طولها في جميع المستويات الجهد بين "60-400" كيلو فولت 37022 كلم، أما في 2017 بلغ إجمالي طول الشبكة الوطنية للتوزيع الطاقة الكهربائية 328996 كلم، يحتوي هيكل الشبكة الوطنية للكهرباء على ثلاث أنظمة والتي تتمثل في:

- (1) **الشبكات المترابطة بين المراكز الوطنية:** توفر هذه الشبكة الطاقة الكهربائية التي تمتد من الشمال لتصل إلى منطقة حاسي مسعود، غرداية، حاسي الرمل، بشار، تقدر شبكة النقل 220 و 400 كيلو فولت من مراكز الإنتاج وصولاً إلى مراكز التوزيع والإستهلاك، تكون عملية إنتاج الكهرباء في هذه الحالة عن طريق التوربينات البخارية أو الغازية أو المائية وقد يكون بواسطة نظام توليد مركب؛
- (2) **القطب عين صالح - أدارا - تيميمون:** تكون متسلسلة من عين صالح إلى منطقة تيميمون ثم أدرار، تستعمل توربينات الغازية في عملية توليد الطاقة الكهربائية يصل طولها على 220 كيلو فولت؛
- (3) **الشبكات المنعزلة في الجنوب:** يحتوي عمق الجنوب على 26 محطة تعمل على توليد الطاقة الكهربائية من خلال مولدات الديزل والغاز بالإضافة إلى الطاقة الشمسية، حيث تتمركز في أدرار، عين صالح،

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

إلزي، مولدات تعمل بالديزل بلغ إنتاجها 187 ميغاوات سنة 2007، أما في بشار وأدرار تعمل بمولدات الغازية والتي وصل إنتاجها 253 ميغاوات (بن قسبي ، 2013-2014، صفحة 10).

الجدول رقم (02-03): تطور طول شبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية 400 كلم فولت

السنة	2017	2018	2019	2020	2021
طول الشبكة الكهرباء " كيلو متر"	4710	4762	5167	5428	6059

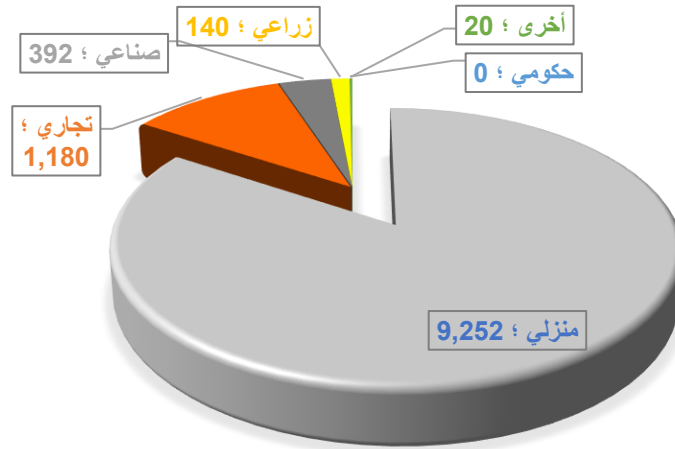
المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (للكهرباء، 2019-2021، الصفحات 16-30-44)

يوضح الجدول تطور طول شبكات النقل والتوزيع ذات قدرة 400kv من الشرق للغرب والعكس خلال الفترة 2017-2021، ففي 2017 نجد طول شبكة يصل إلى 4710km، ثم يزيد بطول 1349km في 2021 ليصل إلى 6059km، ما يدل على الزيادة في الإمدادات والتوسع في شبكة نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية عبر التراب الوطني وإعطاء الإهتمام بتطوير الطاقة الكهربائية لتغطية الطلب المتزايد الناجم عن النمو السكاني وزيادة إحتياجات.

رابعاً: عدد المشتركين في قطاع الطاقة الكهربائية

يتوزع عدد المشتركين في الكهرباء حسب عدد الزبائن في كل قطاع وحسب نوع توتر المشتركين فيه، حيث بلغ عدد الإجمالي للمشاركين لسنة 2018 ما يصل 9604656 مشترك مقسمة بين أنواع التوترات فنجد توتر المرتفع به 117 مشترك والتوتر المتوسط يحتوي على 59627 مشترك، أما عن التوتر المنخفض يحتوي على 9544912 مشترك وهو أكثر نوع من ناحية عدد المشتركين لأنه يضم إستهلاك المنزلي وإستهلاك المحلات التجارية والإقتصادية، في حين النوعين الأخيرين من التوتر يمنح للشركات والمؤسسات (للاحصائيات، 2021، صفحة 42)، أما في سنة 2021 وصل عدد المشتركين ما يقارب 10984000 مشترك ما يدل على زيادة في عدد المشتركين من سنة لأخرى نظرا لوجود الطلب المتزايد على الكهرباء (للكهرباء، 2019-2021، صفحة 47)؛

الشكل رقم (02-09): عدد المشتركين في طاقة الكهرباء لمختلف القطاعات لسنة 2021 (وحدة ألف)



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (للكهرباء، 2019-2021، صفحة 47)

المبحث الثالث: تحليل سناريوهات إستهلاك وإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

يتولد إنتاج الطاقة الكهربائية من عدة نقاط ومراكز وطنية مختلفة منها محطات غازية، بخارية، شمسية... إلخ، حيث يتوجه إنتاجها إما للإستهلاك العائلي أو الإستهلاك الصناعي، تجاري، زراعي.. إلخ، سوف نحاول من خلال المبحث تحليل إنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية بشكل مفصل مع تبين عراقيل التي تواجه توليد الكهرباء من ناحية توليد بالطاقة الناضبة والمتجددة؛

المطلب الأول: تطورات إنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

تضاعفت القدرات الإنتاجية للكهرباء في الجزائر منذ الاستقلال نتيجة تحسن مختلف الأوضاع الإقتصادية خاصة من الجانب الطاقوي، حيث يتميز التنوع الوطني للموارد الطاقوية من موارد متجددة وأخرى غير متجددة غير أن الجزائر تعتمد بشكل واسع على الموارد الطاقوية الناضبة لتسيير مختلف متطلبات واحتياجات من الطاقة الكهربائية، حيث سوف نساهم في هذا المطلب تحليل إنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية ومعرفة إسهامات الموارد الطاقوية المتجددة والناضبة في إنتاج الكهرباء؛

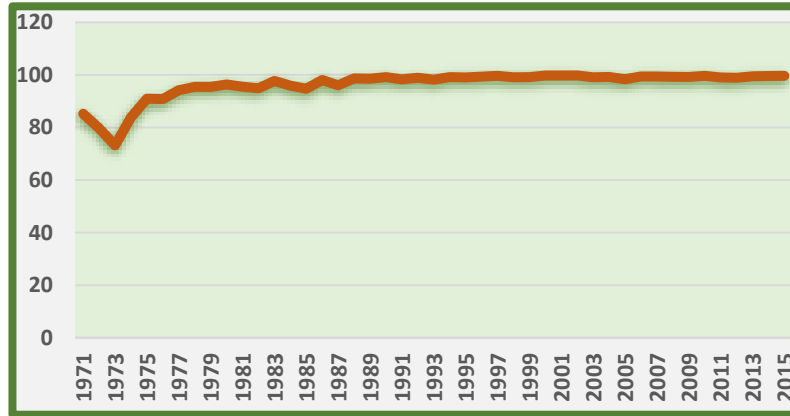
أولاً: إنتاج الكهرباء من المصادر الناضبة والمتجددة

يحلل هذا الفرع إنتاج الكهرباء من المصادر الناضبة والمتجددة ثم الإنتاج الإجمالي للكهرباء من النوعين، حيث من خلال هذه الطريقة تعطي شكل مفصل على كيفية إستغلال الجزائر للموارد الطاقوية في عملية إنتاج الكهرباء؛

1- تطورات إنتاج الكهرباء من مصادر الناضبة:

تستخدم الموارد الطاقوية الناضبة " النفط، الغاز، الفحم" في محطات توليد الطاقة الكهربائية البخارية والغازية، والشمسية التي سبق وتم شرح عملها من أجل إنتاج الكهرباء لتلبية إحتياجات الأفراد والمؤسسة وتحقيق النمو الاقتصادي في ظل الحفاظ على الموارد الطاقوية من النضوب، حيث تعتمد الجزائر بشكل كبير على الموارد الناضبة في مختلف العمليات الإنتاجية خاصة في إنتاج الكهرباء وهذا ما يظهر في الشكل الموجود في الأسفل حسب إحصائيات البنك الدولي؛

الشكل رقم (02-10): نسبة الإجمالية لإنتاج الكهرباء من مصدر النفط، والغاز، الفحم (%)



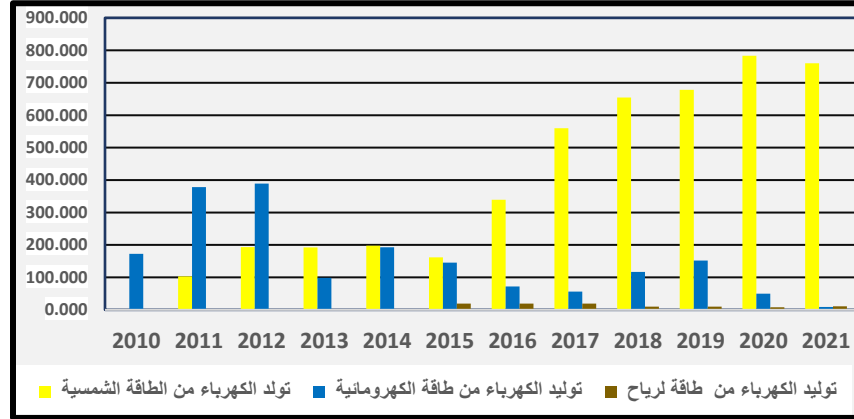
المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (IEA, 2015-1971)

يوضح الشكل نسبة مساهمة الموارد الطاقوية الناضبة "النفط، الغاز، الفحم" في إنتاج الكهرباء في الفترة 1971 إلى غاية 2015 حيث يتضح أن نسبة مساهمة الموارد الناضبة في توليد الكهرباء تصل إلى 73.2 % في سنة 1973 وهي أقل نسبة خلال الفترة، في حين النسبة المتبقية للإنتاج من مصادر أخرى، بينما خلال السنوات المتبقية من 1974 إلى غاية 2015 ارتفعت نسبة استخدام الموارد الناضبة لتغطي إنتاج الكهرباء بنسبة 99.67 % ما يؤكد أن إنتاج الوطني للكهرباء يعتمد على نسبة كبيرة على الموارد الطاقوية الناضبة خاصة الغاز الطبيعي والوقود.

2- إسهامات المصادر المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية:

يوضح المنحنى إسهامات الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء خلال الفترة 2010 إلى 2021، حيث تم إحراز تقدم في الطاقة الشمسية خلال السنوات الأخيرة الموضحة في الشكل الموجود في الأسفل من 2016 إلى غاية 2021 انتقل فيها توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى 670110Gwh ما تفوق نسبة 62% أما بالنسبة الطاقة الكهرومائية تناقص كبير لها في توليد الكهرباء خاصة في 2021 مقارنة مع السنوات السابقة حيث وصلت قدرة التوليد 9Gwh، في حين إسهامات طاقة الرياح ضعيفة جدا تكاد تنعدم؛

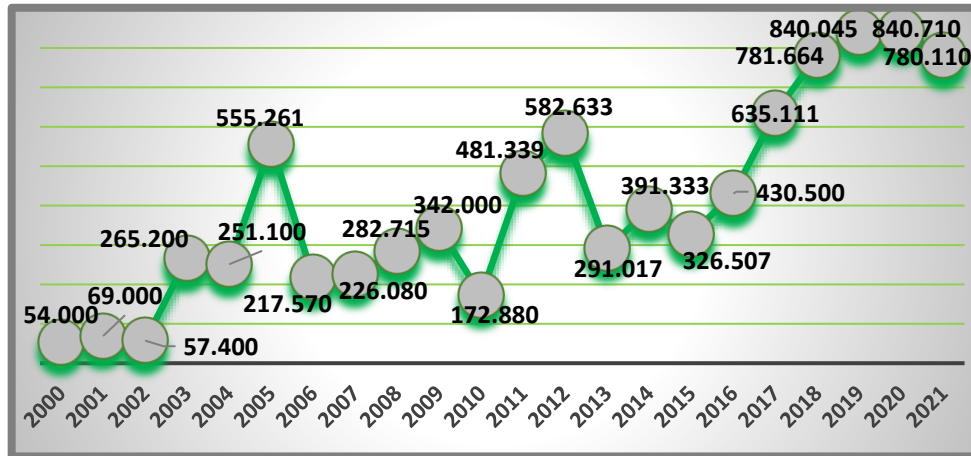
الشكل رقم (02-11): إسهامات المصادر المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية GWH



المصدر: من اعداد الطالبة بالاعتماد على (bp Stats review all data, 2022)

بعد عملية التحليل السابقة لإنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر طاوقية متجددة بشكل منفصل نتطرق إلى مدى تطور إجمالي لإنتاج الكهرباء من مصادر متجددة والموضحة في الشكل الموجود في الأسفل خلال الفترة 2000 إلى غاية 2021 على النحو التالي:

الشكل رقم (02-12): إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية من المصادر الطاقوية المتجددة GWH



المصدر: (Renewable Electricity generation (GWh), 2023)

من خلال ملاحظة شكل تطور الإنتاج الإجمالي للطاقة الكهربائية من مصادر طاوقية متجددة خلال الفترة 2000 إلى غاية 2021 نلاحظ أن إنتاج الكهرباء من الموارد المتجددة متذبذب من سنة إلى أخرى حيث يزداد تارة وينخفض تارة أخرى إلا أنه في السنوات الأخيرة من 2015 إلى غاية 2021 نلاحظ تزايد في الإنتاج

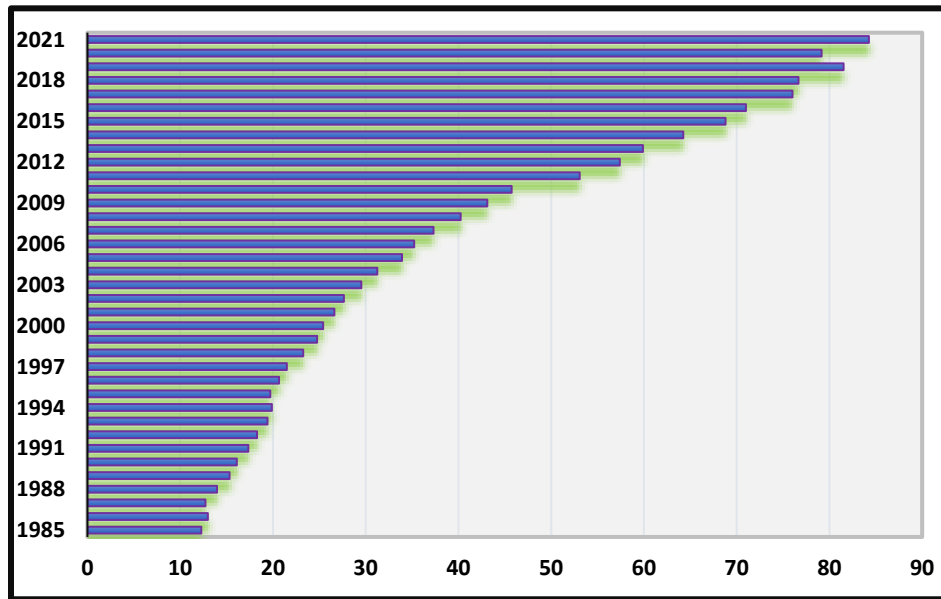
الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

نتيجة تزايد القدرات المركبة للموارد الطاقوية المتجددة والتوسيع في إستغلالها خاصة الطاقة الشمسية التي وصل إنتاجها إلى 760.110 ميغاواط في سنة 2021 بقدرة مركبة 365 ميغاواط ما يزيد ذلك في التنوع الطاقوي وتغطية الطلب المتزايد من للكهرباء.

3- إجمالي إنتاج الكهرباء :

تصنف الطاقة الكهربائية من بين الإستراتيجيات الطاقوية الهامة التي تسعى لتوفير الكهرباء باستمرار وبجودة عالية دون انقطاع أو عجز وهذا من خلال خطط محكمة ومدروسة من قبل الجهات المعنية بعملية توليد ونقل وتوزيع الكهرباء، هدفت إلى زيادة القدرات الإنتاجية من خلال التنوع الطاقوي بين الموارد الناضبة والمتجددة، حيث وصلت القدرات المركبة ما يزيد على 97.8 % من الموارد الناضبة و2.2% من الموارد المتجددة (شناي و محسن، 2018، صفحة 57)، يقابل هذه القدرات الإنتاجية الواسعة طلب متزايد عليها وهذا ما تبين خلال السنوات السابقة أن مصدر زيادة وتوسع القدرات الإنتاجية هو زيادة الإقبال عليها من طرف المستهلكين نتيجة تطور في المجال الصناعي والاقتصادي، والتجاري وغيرها، فالمنحنى الموالي يوضح الفارق بين السنوات الحديثة والقديمة لإجمالي إنتاج الوطني للكهرباء من مختلف المصادر خلال الفترة 1975 إلى غاية 2021 ؛

الشكل رقم (02-13): إجمالي إنتاج الكهرباء TWh



المصدر : (bp Stats review all data, 2022)

يوضح الشكل إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية من 1985 إلى غاية 2021 حيث تبين أن إجمالي توليد الطاقة الكهربائية متزايد بشكل سريع خاصة في المرحلة من 2004 على غاية 2021 التي شهدت تزايد سريع في فترة قليلة مقارنة مع السنوات السالفة، حيث كانت زيادة بنسبة 31.249 TWh وصولاً إلى 84.2538 TWh وهذه الزيادة تؤكد تطور الطاقة الكهربائية بمختلف أنواعها خلال السنوات الأخيرة وإعطاء الأولوية لهذا القطاع، إذ أن التحليل المفصل تبين من خلاله أن مصدر الكهرباء هو من موارد الطاقة الناضبة خاصة الغاز الطبيعي و الوقود الأحفوري بشكل كبير.

ثانياً: تطور حجم استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

تزاوّل مختلف القطاعات نشاطها في وجود الطاقة الكهربائية حيث لا يمكن الاستغناء عنها كونها تعد المحرك الأساسي الذي لا غنى عنه، إذ يختلف الاستهلاك من قطاع لآخر حسب حاجيات كل منها من خلال النشاط الذي تزاوّل به وعدد المشتركين فيه، بالإضافة إلى عوامل أخرى؛

1- تطور استهلاك الطاقة الكهربائية حسب القطاعات:

تسعى الجزائر إلى تلبية إحتياجات القطاعات من الطاقة الكهربائية في ظل ما يسمى بتحقيق التنمية المستدامة والتي تهدف إلى ترشيد الموارد الطبيعية دون المساس بالقدرات الإنتاجية خاصة في ظل الوقت الراهن التي تشهد فيه الجزائر إرتفاع في استهلاك الكهرباء من سنة إلى أخرى؛

يمثل الجدول تطور استهلاك الكهرباء في عدد من قطاعات الجزائر " المنزلي، التجاري، صناعي... إلخ" في الفترة 2018-2021 حيث أن القطاع الصناعي له استهلاك كبير للكهرباء ثم يأتي بعده قطاع المنزلي ويرجع ذلك إلى ديناميكية القطاعين من خلال زيادة النشاطات الصناعية وزيادة عدد المشتركين، حيث تتطلب النشاطات الصناعية قدرات كبيرة من الطاقة الكهربائية كونها تعمل على تشغيل المصانع والآلات ومختلف المحركات، فالأمر ليس كما هو الحال في بقية القطاعات التي ذات استهلاك معتبر.

الجدول رقم (02-04): تطورات إستهلاك الطاقة الكهربائية في القطاعات الجزائرية (جيجاواط/ساعة)

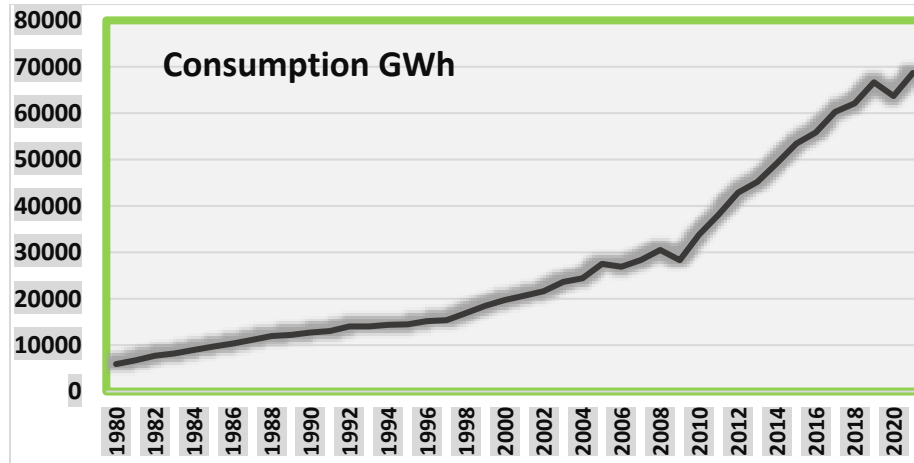
2021	2020	2019	2018	استهلاك الكهرباء (ج.و.س)
24,944	23,102	23,987	24.726	منزلي
14,205	13,056	13,591	11.543	تجاري
27,624	26,140	26,283	23.493	صناعي
2,507	2,177	1,836	1.233	زراعي
/	/	/	/	حكومي
150	17	18	1.233	أخرى
69,431	64,492	65,715	60.995	المجموع

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على (الكهرباء، 2019-2021، صفحة 14،28،42)

2- تطور الإستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية:

من الإستهلاك الكهربائي للقطاعات مروراً إلى الإستهلاك الإجمالي للكهرباء الذي يعبر على إستهلاك جميع القطاعات خلال كل سنة، حيث يدرس الإستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية عادة من أجل معرفة هل الإنتاج يغطي الإستهلاك أو هناك حالة عجز عن تلبية الطلب المتزايد من الطاقة الكهربائية، إلا أننا في هذه الحالة ندرس الإستهلاك من أجل معرفة مدى تطوره عبر الزمن والتعقيب على ما كان عليه في السنوات السالفة من خلال فترة الدراسة الممتدة من 1980 إلى غاية 2021 كما هو موضح في الشكل الأسفل؛

الشكل رقم (02-14): الإستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية (1980-2021)



المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على (countryeconomy, 1980)

يوضح المنحنى البياني تطور الإستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية في الجزائر من 1980 إلى غاية 2021، حيث تبين أن الإستهلاك الإجمالي في تزايد مستمر طيلة الفترة المدروسة إلا أن خلال فترة 1980 إلى غاية 2009 كان تزايد بشكل تدريجي نوع ما ولم يتجاوز الإستهلاك 30000 جيجاواط ساعي، أما في الفترة المتبقية 2010 إلى غاية 2021 شهد الإستهلاك تزايد مستمر وسريع خلال فترة قصيرة حيث وصل في 2021 إلى 68663 جيجاواط ساعي ويرجع هذا الإستهلاك إلى إستهلاك مختلف القطاعات الوطنية خاصة القطاع الصناعي والمنزلي الذي إتضح في سابق الأمر عند تحليل إستهلاك كل قطاع أن كلاهما ذو إستهلاك مرتفع عن بقية القطاعات ما يوثق على مدى نشاط القطاعين.

المطلب الثاني: عراقيل توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر

لكل دولة عوائق تواجه سيرورة مختلف النشاطات التي تقوم عليها من أجل تغطية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية، حيث نجد البعض منها تواجه عراقيل سياسية كالحروب وعدم الاستقرار السياسي ما يتبع ذلك سلسلة من حالة اللا إستقرار في مختلف القطاعات كعدم الاستقرار الاقتصادي الذي ينجم عنه عدة مشاكل وعوائق من بينها تدهور الأمن الطاقوي وعدم تلبية الإحتياجات المتزايدة من الطاقة الكهربائية نتيجة ندرة الموارد الطاقوية

أولاً: عراقيل توليد الطاقة الكهربائية من المصادر الغير متجددة

يواجه قطاع الطاقة الكهربائية عراقيل أثناء عملية توليد الطاقة الكهربائية في مختلف المحطات قد تكون هذه العراقيل مرتبطة بمعدات الإنتاج وقد تكون مرتبطة بندرة الموارد الطاقوية، وفي الأغلب يكون السبب أكثر خطورة هو التلوث الناجم عن الإنبعاثات الغازية الضارة بالكائنات الحية والبيئة والتي تتمثل في:

1- المعادن الثقيلة والجزئيات العالقة: تصدر مولدات الطاقة الكهربائية عدة غازات وأبخرة، موارد سامة البعض

منها عبارة عن معادن ثقيلة كالفسفور، الكبريت، الرصاص، الزنك وغيرها تكون على شكل ضباب خفيف سرعان ما ينتقل من مكان لآخر بفعل الرياح، وأخرى عبارة عن جزئيات عالقة مثل الضباب والدخان، الأتربة، مركبات هيدروكربونية، بالإضافة إلى جسيمات دقيقة جدا التي قد تنتقل بشكل مباشر للجهاز التنفسي ما تسبب في حالات وفاة مبكرة حيث تم الإعلان على 800 ألف حالة وفاة سنويا حسب ما جاء في منظمة الصحة العالمية.

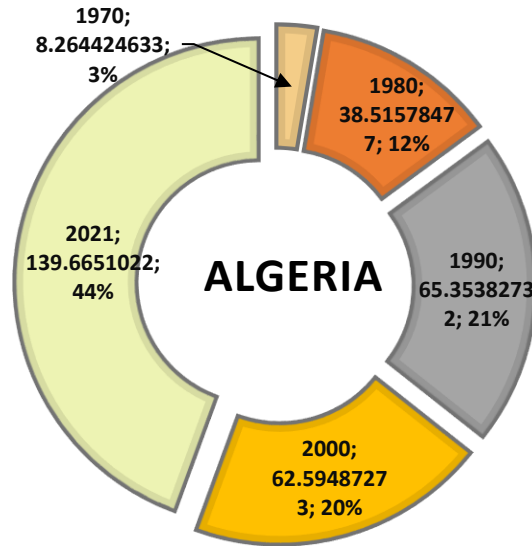
2- أكسيد الكربون: تعمل محطات توليد الطاقة الكهربائية على الإحتراق الغير كامل للوقود سائل ما ينجم عنها

إصدار غاز أول أكسيد الكربون بنسبة عالية ليس كما هو الحال في محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالغاز الطبيعي إذ يصدر عنها نسب ضئيلة من غاز أول أكسيد الكربون، ونظرا لمدى خطورتها جعل

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

بعض الدول تضع معيار تحدد فيه الحد الأعلى لتركيز أول أكسيد الكربون المسموح به، أما عن النوع الثاني الذي يتمثل في ثاني أكسيد الكربون الذي ينجم عن احتراق الكربون المتواجد في المحروقات يعد عامل في إرتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي والمسبب للاحتباس الحراري، إذ نجد أن نسبة الانبعاث لثاني أكسيد الكربون في الجزائر من المواد الطاقوية يزايد بشكل كبير من سنة لأخرى ما يزايد من حدة خطورة الموضوع على البيئة والكائنات الحية، حيث نسبة الانبعاث لسنة 1970 تصل إلى 3 % أما في سنة 2021 وصلت إلى 44 % وهي نسبة مرتفعة مقارنة مع سنوات السابقة نتيجة لتقدم والتطور الذي شهدته الجزائر بعد تحسن مختلف الأوضاع؛

الشكل رقم (02-15): انبعاث ثاني أكسيد الكربون من الطاقة في الجزائر



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (bp Stats review all data, 2022)

3-المواد الهيدروكربونية: يتولد على عملية تكرار النفط العديد من الموارد الهيدروكربونية المركبة من الهيدروجين والكربون، مثل الإيثان والميثان، نتيجة الإحتراق غير التام، أما في حالة الإحتراق التام للموارد النفطية تنبعث مواد أكثر خطورة على الصحة العامة والبيئة حيث تشكل طبقة ضبابية داكنة تحجب الرؤية في المناطق القريبة (رحيم ، 2020-2021، صفحة 154).

ثانيا: عراقيل توليد الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة:

على الرغم من الوقوف على عدة تطلعات التي تسعى الجزائر لبلوغها من أجل توليد الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة إلا أنها تواجه عراقيل تحد بلوغ هاته التطلعات، حيث نجد على الرغم من تعدد المصادر الطاقوية المتجددة إلا أننا نواجه عراقيل التي تمنع إستغلالها بشكل موسع وبطرق أحدث وأسرع، ومن بين هذه العراقيل نجد:

- 1- دعم أسعار الوقود الممنوحة لشركات التوليد تؤثر بشكل سلبي على المنافسة من أجل توليد الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقوية المتجددة؛
- 2- القصور والغياب التام للأليات التمويلية المشجعة للإستثمار من أجل إنشاء محطات الطاقوية المتجددة ما يؤثر سلبا عليها من ناحية التوسيع والتطوير؛
- 3- غياب التعاون الدولي العربي وضعف شبكات النقل بينها لنشر السياسات الداعمة نحو التوجه للطاقة النظيفة (منصور و مهري، 2018، صفحة 144)
- 4- الاعتقاد الخاطئ حول عملية الإستثمار في الطاقات المتجددة على أنها عبارة عن مخاطرة مالية ما تعمل على كبح مشاريعها والاستهانة بها؛
- 5- عدم القدرة على تخزين الموارد الطاقوية المتجددة مثل الطاقة الشمسية التي ينتهي نشاطها بغروب الشمس؛
- 6- نقص القدرات التقنية والفنية وغياب شبه تام لمراكز الأبحاث مقارنة مع مختلف الدول (خوميعة، 2016، صفحة 35)؛

المطلب الثالث: نظام بناء وتسديد فواتير الطاقة الكهربائية

يتجسد في مؤسسات توزيع الكهرباء والغاز نظام محكم يعمل على تسيير مختلف هياكل المؤسسة من ناحية الموظفين والزبائن ومختلف الأقسام، حيث تهدف إلى تزويد الزبائن بالكهرباء والغاز بقدرات متفاوتة تكون موضوعة تحت تصرف الزبون وفقا لما يحقق مصلحة الطرفين مقابل تكلفة محددة نظير إستعمال الكهرباء أو الغاز بالإضافة إلى خدمات أخرى، حيث تكون هذه المؤسسات موزعة بين مختلف ولايات الوطن مقسمة إلى شركة توزيع الكهرباء والغاز في الوسط والشرق والغرب، كما يكون للمؤسسة الواحد فروع ضمن نفس الولاية؛

أولاً: مفهوم التعريفية الكهربائية وأنواعها

قبل التعرف على نظام بناء فواتير الطاقة الكهربائية يجب التعرف على أقسام مؤسسة توزيع الكهرباء والغاز والهيكل التنظيمي لها، حيث تتكون هذه الأخيرة من المدير والمستشار القانوني، الأمانة، المكلف بالإعلام والاتصال بالإضافة إلى الأمن ومجموعة من الأقسام الأخرى، لكل منها دور محدد وهذا حسب الهيكل التنظيمي لشركة توزيع الكهرباء والغاز الموضح في الشكل الموجود في الأسفل؛

■ أقسام مؤسسة توزيع الكهرباء والغاز والهيكل التنظيمي:

المدير: ينسق المدير عمل جميع الهياكل والأقسام التابعة للمؤسسة من خلال عملية المتابعة والإشراف على تسيير المركز والقيام بمنح صلاحيات للعمال بالإضافة إلى إعطاء قرار تسيير المستخدمين والإشراف على الموازنة التقديرية وتقييم الميزانية السنوية؛

الأمانة: تعمل الأمانة على ربط مختلف الاتصالات ومتابعتها داخل المؤسسة؛

المستشار القانوني: يسيّر المستشار القانوني الجانب القانوني للمؤسسة والوقوف على متابعاتها؛

المكلف بالإعلام: ينظم معلومات العاملين والمؤسسة ويحرص على توفيرها وتوزيعها؛

الأمن: توفير الأمن الداخلي والخارجي للمؤسسة؛

قسم العلاقات التجارية: يعد قسم العلاقات التجارية نقطة وصل بين الزبائن والمؤسسة من خلال تقديم عدة خدمات مختلفة منها من تكون عن بعد ومنها من تكون عن قرب والتي تتمثل فيما يلي:

- إدارة مختلف خدمات الزبائن التي تتعلق بالطاقة الكهربائية والغاز من خلال تلبية طلب التوصيل أو القطع أو الصيانة بالإضافة استقبال مختلف الشكاوى الناجمة عن التقصير والأعطال؛
- العمل على متابعة الفواتير والديون الناجمة عن التهرب من تسديد مستحقات بالإضافة إلى قراءة عدادات الزبائن من أجل إعداد الفواتير؛

- تتبع مختلف إجراءات التسيير الإدارية الخاصة بالمصلحة؛

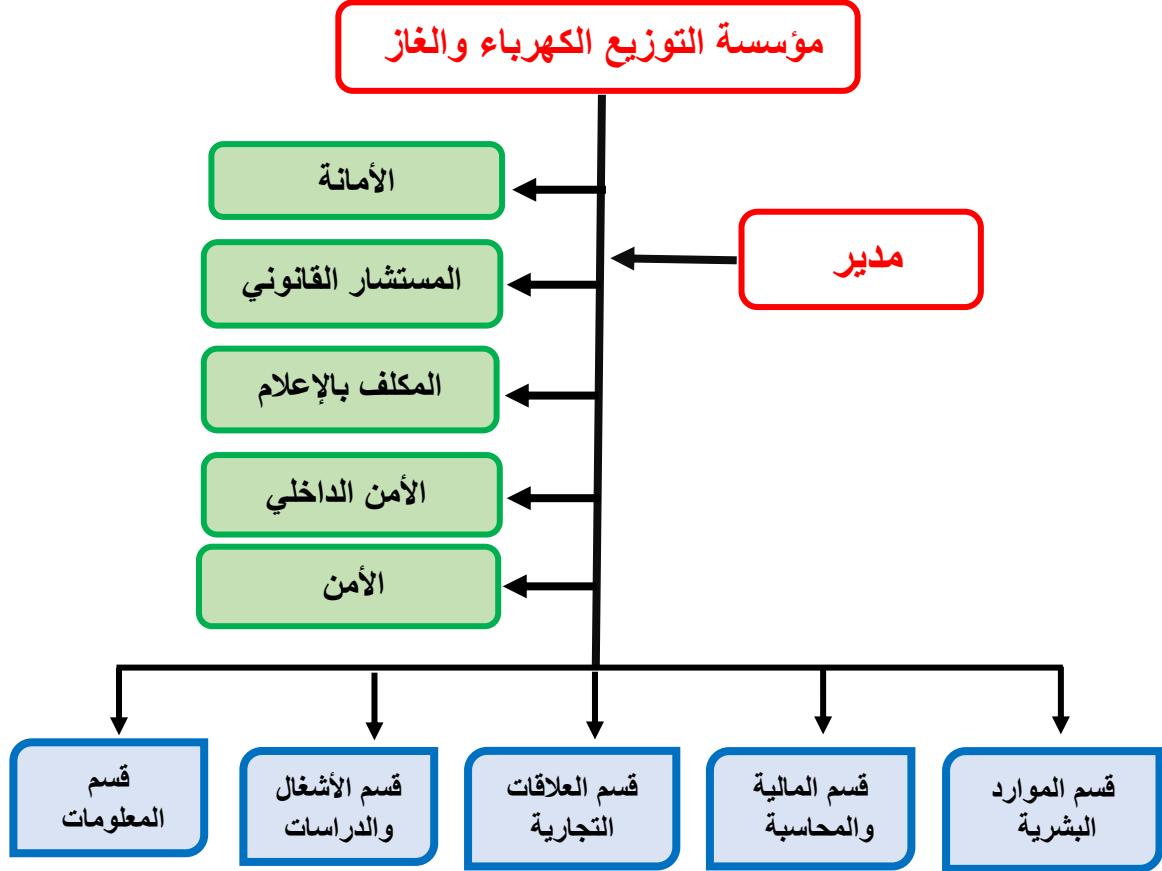
قسم الموارد البشرية: يحتضن هذا القسم عملية تسيير الموظفين في المؤسسة من خلال تسجيل مختلف المعلومات الخاصة بكل موظف مع إعداد بطاقة عمل تحمل معلومات الموظف.

قسم الأشغال والدراسات: يتكفل بالدراسات والخرجات الميدانية التي تتعلق بإدارة شبكات التوزيع الكهرباء والغاز من أجل توصيل للزبائن بكميات وتكاليف محددة من قبل المصلحة.

قسم المالية والمحاسبة: يدير القسم عملية إعداد الميزانيات للأشغال والبرامج الموكلة إليهم من أجل احتساب الميزانية السنوية بعد عملية تقدير الحصيلة الخاصة بالمؤسسة والمتعاملين الخواص.

قسم المعلومات: يشترك قسم المعلومات مع قسم العلاقات التجارية وفق عدد من النقاط والتي من أهمها عملية معالجة المعلومات التي تتعلق باحتساب فواتير الكهرباء والغاز ، حيث يتولى هذا العمل من قبل مهندسي دولة ومختصي في مجال الإعلام الآلي (بعاج ، 2010-2009، صفحة 141).

الشكل رقم (02-16): مخطط تنظيمي لمؤسسة توزيع الكهرباء والغاز



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على وثائق المؤسسة

■ مفهوم التعريفية الكهربائية "الطريف":

ويقصد بالتعريفية الكهربائية سعر بيع الوحدات المستهلكة بين نقاط بيع الطاقة الكهربائية وبين مختلف القطاعات والفئات المشتركة في التيار الكهربائي (سهلي و صياغ، 2022، صفحة 140)، تقوم التعريفية الكهربائية على أسس محكمة التي يتم من خلالها حساب التسعيرة الكهربائية فلكل تعريف أو طريف تقسيمة معينة، حيث يختلف طريف القطاع العائلي على القطاع الصناعي والتجاري وغيرها من القطاعات الأخرى مع إختلاف التوتر الممنوح لكل قطاع؛ كذلك عرفت التعريفات الكهربائية على أنها مجموعة الصفات والقواعد التي

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

تسطر أسعار فواتير المستهلكين بناء على جملة من المعايير و الخصائص التي ترتبط بتزويد الطاقة الكهربائية تحدد من قبل مراسيم تنظيمية لهيئة تنظيم الكهرباء والغاز EGRC .

■ أنواع التعريفات الكهربائية:

تحدد التعريفات الكهربائية من قبل لجنة ضبط الكهرباء والغاز طبقا للقرار رقم 15-22 المؤرخ في 29 ديسمبر 2015 والذي ينص على تحديد تعريفات الكهرباء والغاز إذ تكون بشكل محدد عبر التراب الوطني، حيث تشمل التعريفات مجموعة من التكاليف " الإنتاج، نقل الكهرباء وعملية توزيعها" تدرج في إحتساب الفاتورة؛ تجسد التعريفات الكهربائية في جداول توضيحية تعزز شفافية وآلية صنع القرار لاختيار أفضل تعريفات ملائمة تقسم إلى تعريفات أحادية "البسيطة" وتعريفات ثنائية، وإلى تعريفات ثلاثية وهي موضحة بشكل مفصل في النقاط التالية:

1- التعريفات الأحادية "تصاعدية"، "البسيطة":

يندرج في التعريفات الأحادية الإستهلاك المنزلي والذي يرمز له 54M تكون مقسمة إلى أربعة شرائح حسب الكمية المستهلكة فكل كمية مستهلكة تحسب بسعر محدد، بالإضافة إلى التعريفات غير المنزلية التي يرمز لها 54 NM تقسم إلى ثلاثة شرائح حسب الكمية المستهلكة لكل تقسيمة سعر محدد تحسب به كما هو موضح في الجدول 54NM

الجدول رقم (02-05): تعريفات الكهرباء 54 M للإستعمال المنزلي

القدرة الموضوعة تحت التصرف	الطريف 04	الطريف 03	الطريف 02	الطريف 01	54M
4.37	أكبر من 1000	1000-251	250-126	125-0	كمية المستهلكة (KWH)
	5.4796	4.8120	4.1789	1.7787	السعر (دج)

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على معطيات مؤسسة سونلغاز

الجدول رقم (02-06): تعريفات الكهرباء 54NM للإستعمال غير المنزلي

القدرة الموضوعة تحت التصرف	الطريف 03	الطريف 02	الطريف 01	54NM
4.37	أكبر من 1000	1000-251	250-0	الكمية المستهلكة (KWH)

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

	5.4796	4.8120	4.1789	السعر(دج)
--	--------	--------	--------	-----------

المصدر: من إعداد الطلبة بالإعتماد على معطيات مؤسسة سونلغاز

2- التعريفات الثنائية:

تتضمن التعريفات الثنائية نوعين من التعريفات والتي تتمثل فيما يلي:

- النوع الأول: (تعريف 52M خاصة بالاستهلاك المنزلي/ تعريف 52NM خاصة بالاستهلاك غير المنزلي)

يحتوي هذا النوع من التعريفات على تقسيم التعريفات إلى قسمين حسب ساعات الذروة وساعات خارج الذروة لكل شريحة سعر خاص بها إلا أنها تشترك في الإتاوة الثابتة والقدرة الموضوعة تحت التصرف، فمن خلال هذا النوع يتبين أن ساعات الذروة تكون خلال المدة 17:00-21:00 التي بها السعر الوحدات المستهلكة مرتفع مقارنة مع ساعات خارج الذروة.

الجدول رقم (02-07): تعريفات الكهرباء 52M للإستعمال المنزلي والاستعمال غير المنزلي

52NM

القدرة الموضوعة تحت التصرف	الإتاوة الثابتة "رسم ثابتة" (دج/شهر)	السعر (دج)	ساعات	
29.85	66.40	8.1147	21:00-17:00	ساعات الذروة
		1.7807	17:00-21:00	خارج ساعات الذروة

المصدر: من إعداد الطلبة بالإعتماد على معطيات مؤسسة سونلغاز

- النوع الثاني: (تعريف 53M خاصة بالاستهلاك المنزلي/تعريف 53NM خاصة بالاستهلاك غير المنزلي)

تقسم التعريفات حالات الإستهلاك إلى إستهلاك في ساعات الليل وإستهلاك في ساعات النهار، حيث يشجع هذا النوع على ترشيد إستهلاك الكهرباء في ساعات النهار التي هي 6:00-22:30 أنها ذات سعر عالي مقارنة بالإستهلاك في ساعات الليل ما يوفر الطاقة ويقلل قيمة الفاتورة، يضم هذا النوع الإستهلاك المنزلي وغير المنزلي.

الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر

الجدول رقم (02-08): التعريفة الكهربائية 53M للإستهلاك المنزلي والإستهلاك الغير منزلي
53NM

القدرة الموضوعة تحت التصرف	الإتاوة "رسوم الثابتة" (دج/شهر)	سعر	ساعات الاستهلاك	
14.81	66.40	4.8698	22:30-6:00	النهار
		1.2050	6:00-22:30	الليل

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على معطيات مؤسسة سونلغاز

3- التعريفة الثلاثية:

يندرج في التعريفة الثلاثية الإستهلاك المنزلي والإستهلاك غير المنزلي والتي تكون مقسمة حسب ساعات الذروة وساعات الكاملة، ساعات الليل، حيث لكل تقسيمة سعر خاصة بها غير أن ساعات الذروة في الفترة 17:00-21:00 يكون سعر الوحدات المستهلكة من الكهرباء مرتفع التكلفة مقارنة مع بقية الساعات أما في ساعات الليل تكون تكلفة الوحدات المستهلكة قليلة، مع رسوم ثابتة وقدرة موضوعة تحت التصرف كذلك ثابتة؛

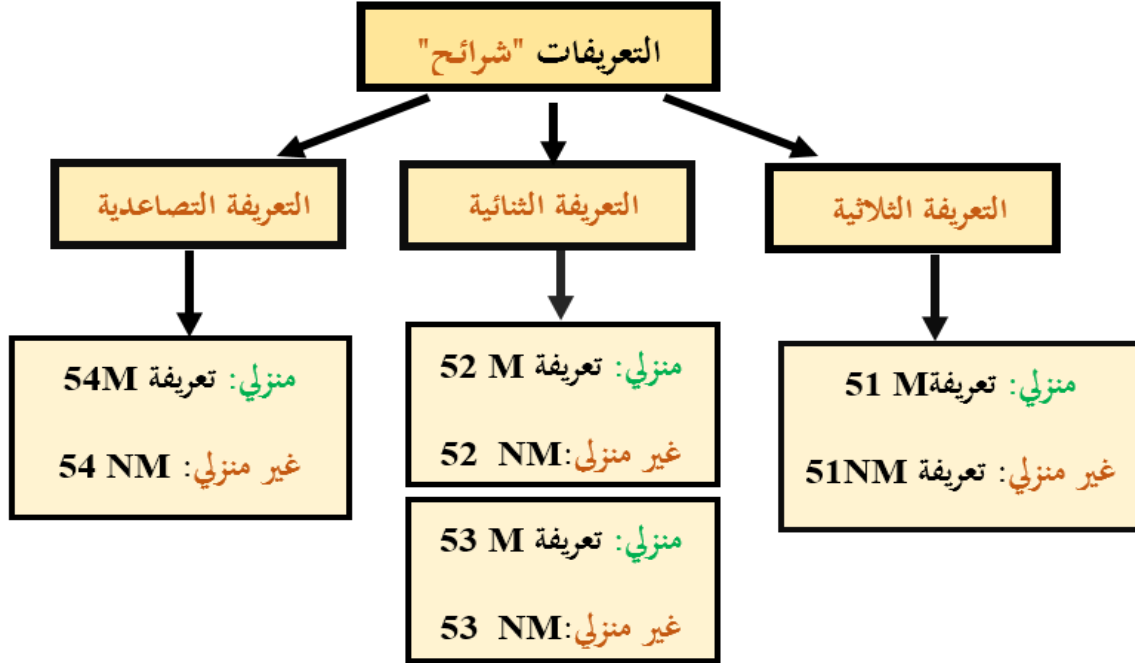
الجدول رقم (02-09): التعريفة الثلاثية للإستهلاك المنزلي 51M وغير المنزلي 51NM

القدرة الموضوعة تحت التصرف	الإتاوة الثابتة "رسم ثابتة" (دج/شهر)	السعر (دج)	ساعات	
29.85	286.44	2.1645	17:00 - 6:00 22:30 - 21:00	الساعات الكاملة
			21:00-17:00	ساعات الذروة
		1.2050	6:00 - 22:30	ساعات الليل

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على معطيات مؤسسة سونلغاز

يوضح الشكل (17-02) ملخص التعريفات السابقة مع تصنيف كل تعريف

الشكل رقم (17-02): أنواع التعريفات الكهربائية "الشرائح"



المصدر: من إعداد الباحثة بالإعتماد معطيات المؤسسة سونلغاز

ثانيا: هيكل التسعيرة الكهربائية

يختلف هيكل التسعيرة الكهربائية من دولة لأخرى من ناحية المركبات الأساسية التي تدخل ضمن حساب التسعيرة، حيث تتشكل التسعيرة الكهربائية في الجزائر من عدة جوانب تقوم على أساسها الفاتورة الكهربائية، فهي لا تقتصر على إحتساب الكمية المستهلكة فقط مثل ما يعتقد العديد من الزبائن، وإنما تشمل رسوم ثابتة التي بها مجموعة من تكاليف الخدمات بالإضافة إلى نوع التعريفات التي يتم اختيارها من طرف الزبون، حيث نوضح نقاط التي تتشكل بها التسعيرة الكهربائية على النحو الآتي:

- **الإتاوة الثابتة "الرسوم الثابتة":** وهي مجموعة التكاليف التي تدخل في إدارة الخدمات مثل كشف العداد وفواتير الاستقبال وإدارة خدمة العداد بالإضافة إلى صيانة وتوصيل الشبكة الكهربائية، ما تغطي جل النفقات التي تدخل في عملية التسيير التقني والتجاري؛
- **القدرات الموضوعة تحت تصرف الزبون:** تخصص مؤسسة سونلغاز قدرات مختلفة للطاقة الكهربائية بناء على اتفاقيات مسبقة مع الزبائن والتي تتمثل في القوة الموضوعة تحت تصرف الزبون، وهي القوة التي يعمل الموزع على تخزينها تكون حسب طلب الربط بالشبكة التي يتم اختيارها من قبل الزبون؛

- القدرات القصوى المستهلكة: في هذه الحالة لا يجب أن تفوق القدرة المستهلكة القدرة الموضوع تحت تصرف الزبون؛
 - تقسيم فترات التعريفية: تختلف تقسمات التعريفية حسب كل نوع حيث نجد التقسيمات تتمثل في "ساعات الذروة، خارج ساعات الذروة، ساعات الليل، ساعات النهار، ساعات الكاملة"؛
 - المراكز الزمنية: يختلف سعر الفاتورة الكهربائية باختلاف ساعات الاستعمال؛
- طريقة حساب مبلغ الفاتورة الكهربائية: تحتسب الفاتورة من خلال مجموع الطاقة الكهربائية المستهلكة في حاصل ضرب تعريف الطاقة، مضاف إليها الإتاوة الثابتة ورسوم أخرى تفرضها الدولة.
- خصائص التعريفات الكهربائية: يستوجب مراعاة جوانب مهمة أثناء عملية تصميمه مختلف التعريفات الكهربائية والتي تتمثل في:
- **البساطة:** تمتاز التعريفات الكهربائية بالبساطة والسهولة في الفهم للمستهلكين، حيث تعطي لهم صورة على كيفية إختيار التعريفات التي تناسب طبيعة استهلاكهم؛
 - **العدل:** هيكلية التعريفات وفقا لما يخدم المستهلكين من أجل تقليل العبء عليهم أثناء تسديد الفواتير كما أنها تحقق الطالب اللازم بقدرات متناسبة لكل فئة استهلاكية؛
 - **المرونة:** يمكن الاستفادة من تخفيض تكلفة الفاتورة الكهربائية وهذا بموجب تبديل التعريفات الكهربائية إلى نوع آخر مناسب بشكل أفضل مما كانت عليه؛
 - **الجاذبية:** صممت التعريفات من أجل تشجيع المستهلكين على انتقاء الأفضل من بينها وفقا لفترات الإستهلاكية التي تناسبه (Tourqui, Bey, & Khalef, 2024, p. 6).

ثالثا: أنواع الفواتير وطرق تسديدها وفقا لأصناف المستهلكين

جاءت هذه النقطة لتوضيح أصناف مستهلكي الطاقة الكهربائية بالإضافة إلى أهم أنواع تقسيمات فواتير الصادرة للزبائن وطرق تسديدها؛

1- أصناف المستهلكون وفق منظومة سونلغاز:

يختلف جهد الطاقة الكهربائية المسموح استهلاكه من قبل مؤسسة سونلغاز باختلاف نوع المستهلك، حيث نجد الإستهلاك المنزلي يختلف عن إستهلاك المؤسسات التجارية والصناعية والشركات الكبيرة وهذا حسب نوع النشاط وعلى هذا الأساس صنف المستهلكون إلى:

■ **مستهلكي الجهد المنخفض للكهرباء:**

يخصص التوتر المنخفض للإستهلاك المنزلي أو الإستهلاك غير المنزلي والذي يشمل المحلات التجارية والمخابز، المكاتب، وغيرها من الأنشطة الصغيرة، يقدر جهد الممنوح لها (220-380 kv)، حيث تكون كيفية تسديد الفواتير خلال كل ثلاث أشهر.

■ **مستهلكي الجهد المتوسط للكهرباء:**

يمنح التوتر المتوسط لأصحاب التجهيزات العمومية والمؤسسات الصغيرة والمتوسطة التي لا تتطلب جهد وضغط كبير أثناء القيام بأنشطتها، حيث يخصص جهد بقدر (3000 kv) يكون لها محول كهربائي مستقل، أما عن طريقة تسديد الفواتير تكون كل شهر ليس كما هو في الحالة الأولى.

■ **مستهلكي الجهد العالي للكهرباء:**

تكون عملية استخراجها مباشرة من محطات توليد الكهرباء يستخدم في المصانع الكبيرة التي تحتاج إلى جهد عالي جدا يقدر (100000 v) أو يزيد على ذلك، يتم مروره على عدة مراحل من أجل تخفيضه بشكل مباشر لكي يستعمل في الإستهلاك الجهد المتوسط والمنخفض (زوبير و ديواني ، 2021، صفحة 114).

2- أقسام الفواتير الصادرة لزبائن مستهلكي الطاقة الكهربائية:

تختلف فواتير الطاقة الكهربائية باختلاف القدرات الموضوعة تحت تصرف الزبون، والتي تتمثل أقسامها فيما يلي:

■ **فواتير الزبائن العاديين:** يتسم هذا الصنف من المستهلكين بالإستهلاك البسيط الذي يخصص له الجهد المنخفض حيث توجه الفواتير إلى أصحاب المنازل والمحلات التجارية والاقتصادية الصغيرة، تحسب وفق تعريفة "طريف، شريحة" بالإضافة إلى إدراج رسوم والاتاوات الثابتة.

■ **فواتير زبائن التوتر المتوسط:** يكون هذا النوع من الفواتير لأصحاب الشركات والمؤسسات الصناعية التي تحتاج في عملية الإستهلاكية لوجود محول كهربائي، حيث تكون فواتير هذا النوع مرتفعة بالمقارنة مع أصحاب التوتر المنخفض نتيجة لإستهلاك الكبير في العملية الإنتاجية أو الصناعية لدى المؤسسة أو الشركة المستهلكة.

■ **فواتير مخصصة لذاكرة:** قد يحتوي عداد إداري على فاتورة واحدة أو مجموعة من العدادات الإدارية في فاتورة وهذا من خلال جمع كل الفواتير للعدادات في فاتورة واحدة (زوبير و ديواني ، 2021، صفحة 116).

3- طرق تسديد الفاتورة الكهربائية:

توجد مجموعة من الطرق التي تسهل عملية تسديد فواتير على زبائن، حيث قد تكون عملية التسديد مباشرة في الوكالة التجارية نقدا أو من خلال صاك بريدي مرفقين بالفاتورة، أو عن طريق التوجه إلى مكتب البريد، كما يمكن إستعمال الحساب البريدي طبقا لاتفاقية مسبقة مع الوكالة التجارية يتم الاقتطاع المبلغ من

حساب الزبون، وكذا توجد عملية الدفع الإلكتروني من خلال بطاقة الذهبية، كل هذه الطرق جسدت لخدمة الزبون من أجل تسهيل عملية التسديد، إذ تخصص مهلة محددة لتسديد الفاتورة وعادة تقدر الفترة المسموح بها 15 يوما في حال عدم التسديد يتم إتخاذ الإجراءات اللازمة من أجل فصل الكهرباء على المستهلك، حيث تسترجع الكهرباء في حالة تسديد المبلغ المستحق للدفع بالإضافة إلى رسوم القطع والتوصيل مرة أخرى.

خلاصة الفصل:

يؤطر الفصل الثاني الإطار النظري للموارد الطاقوية التي تساهم في عملية توليد الكهرباء في الجزائر بالإضافة إلى مؤسسات نقل وتوزيع الكهرباء ونظام عملها، مع إظهار تركيبة بناء فواتير الكهرباء وطرق تسديدها في مؤسسات توزيع الكهرباء، حيث تتدرج هذه النقاط في ثلاث مباحث هي على النحو التالي:

تمثل أداء المبحث الأول في مسح مجموعة من الأدبيات الأساسية المتعلقة بالموارد الطاقوية وكيفية توزيعها عبر الأجيال بالإضافة إلى أشكالها وأنواعها واستخداماتها، والمبحث الثاني يعني بتوضيح سبل الحصول على الطاقة الكهربائية ومختلف جوانبها كمحطات التوليد " البخارية والغازية، الشمسية، النووية " مع تحليل هيكل شبكات النقل والتوزيع عبر التراب الوطني، أما عن المبحث الثالث و الأخير لهذا الفصل يضم تحليل سناريوهات إنتاج وإستهلاك الكهرباء مع تبين نظام بناء فواتير الكهربائية وطرق تسديدها، وقد تبين أن إستهلاك الكهرباء يسير ضمن سيرورة متزايدة ومستمرة فزيادة الطلب على الطاقة بشكل عام سيؤدي حتما إلى زيادة إمدادات الطاقة الكهربائية من أجل تغطية الطلب، حيث تتدخل عدة عوامل في زيادتها والتي من بينها النمو السكاني والذي يتبعه زيادة في عدد المشتركين، بالإضافة إلى زيادة النشاطات الاقتصادية والتجارية.. إلخ.

الفصل الثالث: الأدبيات

التطبيقية للدراسة

تمهيد:

تعد الدراسات السابقة أحد أهم الأسس التي تركز عليها الدراسة نظرا لما تقدمه من فوائد مهمة التي تساعد الباحث على الانطلاق والشروع في بناء موضوع بحثه من خلال المعارف المتراكمة فالكثير من الطلبة يعتقدون أن التطرق إلى الدراسات السابقة مجرد تلخيص لا أساس له من التثمين في موضوع الدراسة ولكن الأمر غير ذلك فمجرد الاطلاع على الدراسات تعطي للباحث نظرة ثاقبة على موضوع بحثه إذ تمنعه من الوقوع في تكرار الدراسة، بالإضافة إلى تنشيط الذهن لإنتاج مجهود علمي يميزه على الدراسة السابقة من ناحية أسلوب المعالجة والمنهجية المتبعة، وكذا في بناء الإشكالية، كل هذا من أجل بلورة رؤية بحثية مميزة تعطي إضافة علمية جديدة أو إثبات صحة نظرية أو نفيها.

إعتمدت الدراسة على مجموعة متنوعة من الدراسات السابقة التي لها علاقة مع الدراسة الحالية حيث تم تأطير هذا الفصل من خلال ثلاث مباحث أساسية، يختص المبحث الأول بالدراسات المحلية أما المبحث الثاني يختص بالدراسات الأجنبية، حيث تنوعت أساليب معالجة التنبؤ بالطاقة الكهربائية سواء من ناحية الاستهلاك أو الإنتاج إلى أساليب التقيب في البيانات والتعلم العميق، بالإضافة الأساليب القياسية، وفي الأخير ناقش المبحث الثالث تحليل ومقارنة الدراسات في جدول توضيحي مبسط، وكذا تم معالجة نقاط التشابه والاختلاف في العديد من النقاط الأساسية مع إبراز الفجوة البحثية للدراسة التي تتميز عن باقي الدراسات المقترحة.

المبحث الأول: دراسات المحلية

المبحث الثاني: دراسات غير المحلية

المبحث الثالث: تحليل ومقارنة الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية

المبحث الأول: دراسات المحلية

يهتم هذا المبحث بحصر الدراسات السابقة المحلية التي لها صلة بموضوع الدراسة الحالية والبالغ عددهم 19 دراسة، قسمت إلى دراسات باللغة العربية وباللغة الأجنبية، رتبت حسب التسلسل الزمني من الأقدم للأحدث، حيث نستعرض الدراسات المحلية باللغة العربية في المطلب الأول وباللغة الأجنبية في المطلب الثاني؛

المطلب الأول: دراسات باللغة العربية

يندرج في هذا المطلب مجموعة من الدراسات المحلية التي جاءت باللغة العربية والبالغ عددها 16 دراسة، مختلفة ومتنوعة حسب نوع المتغيرات وطريقة المعالجة وفترة الدراسة، إلا أنها متشابهة في البلد التي أقيمت فيها الدراسة، وهي كما يلي:

1. دراسة (مقري و شنه، 2014) بعنوان: التسويق العكسي كألية لترشيد الاستهلاك المنزلي للطاقة

الكهربائية: دراسة استطلاعية لآراء عينة من المستهلكين في مدينة

ناقشت دراسة التسويق العكسي كألية لترشيد الإستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية حيث ركزت على عدة أهداف من أجل التوصل إلى نتائج محكمة في مجال الإستهلاك الامثل للطاقة الكهربائية في القطاع العائلي، تمثلت في معرف واقع إستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر وإبراز التحديات التي تواجه قطاع الطاقة الكهربائية مع بيان مدى مساهمة إستراتيجيات التسويق العكسي في ترشيد إستهلاك الطاقة، إعتمدت الدراسة على المنهج الإحصائي الوصفي والإستدلالي، حيث تم توزيع إستبيان على 30 مفردة من مستهلكين في مدينة باتنة في سنة 2014، تمثل المتغير التابع في ترشيد إستهلاك الكهرباء والمتغيرات المستقلة في إستراتيجيات التسويق العكسي والتي تتمثل في زيادة أسعار تجهيز الكهرباء ونشر الوعي وزيادة الثقافة الإستهلاكية وسياسة قطع المبرمجة و ولاء الزبائن تم معالجة الدراسة باستخدام برمجية SPSS، أظهرت النتائج أن إستراتيجية القطع المبرمجة للكهرباء غير فعالة في عملية ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية في حين باقي العوامل أظهرت تغير في عملية إستهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع العائلي.

2. دراسة (ديلمي و دلهوم، 2016) بعنوان: نمذجة الطلب على الكهرباء للقطاع العائلي في الجزائر وفقا

لنموذج H. r Linden

ناقشت الدراسة نمذجة الطلب على الكهرباء للقطاع العائلي في الجزائر وفق نموذج H. r Linden، حيث تهدف إلى إعطاء نموذج دقيق وقريب من الواقع للطلب على الكهرباء في القطاع العائلي من خلال المفاضلة بين النموذجين المقترحين في الدراسة بالإضافة إلى معرفة أي المتغير من المتغيرات المفسرة أكثر تأثير إما المتغير إجمالي عدد السكان أو متغير عدد المشتركين، حيث تمثلت المنهجية المستخدمة في التحليل الإحصائي والقياسي بالإستخدام برمجية Excel 2010، إمتدت فترة الدراسة من 1970 إلى 2009 شملت 40 مشاهدة في حين تمثلت متغيرات الدراسة في النموذج الأول في متغير تابع وهو إستهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع العائلي أما المتغيرات المفسرة تملت في السعر وعدد السكان الإجمالي وعدد السكان الناشطين أما النموذج الثاني تم تغيير عدد السكان الإجمالي بعدد المشتركين وترك باقي المتغيرات على حالها، أظهرت نتائج بعد المفاضلة بين النموذجين أن نموذج الثاني يعطي نتائج أكثر دقة من أول لأن القيم متقاربة جدا من الواقع وهذا من خلال معنوية المعلمات ومعامل التحديد المعدل و إختبار فيشر وجدول تحليل ANOVA، حيث نجد أن معامل التفسير للنموذج الثاني اكبر من معامل التفسير لنموذج الأول وبالتالي فجودة التقدير للنموذج الثاني أفضل لأنها تفسر بنسبة أكبر للمتغير التابع و إحصائية فيشر لنموذج الثاني أكبر من الأول أي النموذج الثاني له قدرة تفسيرية عالية على النموذج الأول، كذلك نفس الشيء بالنسبة لخطأ التقدير في النموذج الثاني أفضل ومنه يمكن الإعتماد عليه في عملية نمذجة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي في الجزائر.

3. دراسة (سعيداني و محمدي، 2017) بعنوان: واقع وافاق قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر

ناقشت الدراسة واقع وأفاق الطاقة الكهربائية في الجزائر هدفت من خلالها إلى معرفة تطور الطلب على قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر ومعرفة أنواع الوقود المستخدمة في عملية إنتاج الكهرباء خلال الفترة 2008 إلى 2013، إعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لتحليل أسعار الكهرباء في قطاع السكاني والصناعي والحمل الأقصى للكهرباء أي الطلب الأقصى عليها بالإضافة إلى المصادر التي يتم إنتاج منها الطاقة الكهربائية و إستهلاك كل قطاع وكمية الوقود اللازمة في عملية إنتاج الكهرباء، أظهرت نتائج الدراسة أن كمية الوقود تشكل عبئا على الإقتصاد كما أكدت الدراسة على ضرورة اللجوء إلى مصادر بديلة من الأجل تغطية الطلب كونها تخفف من أضرار البيئة كإحتباس الحراري.

4. دراسة (قادري و مكيدش، 2017) بعنوان: دراسة مقارنة بين طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية بوكس وجنكيز للتنبؤ بمبيعات الكهرباء

ناقشت الدراسة مقارنة بين طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية بوكس وجنكيز، هدفت إلى التنبؤ بالمبيعات المستقبلية لشركة سونلغاز لقطاع العائلات في الجزائر للحصول على القيم القريبة من الحقيقية من خلال المفاضلة بين طريقتين، إعتمدت فيها على المنهج الوصفي والتحليل الإحصائي بالإستخدام برمجية Eviews08 و برمجية Statistic 8، تمثلت عينة الدراسة في سلسلة المبيعات الشهرية للكهرباء وهي 72 مشاهدة من جانفي 2010 إلى ديسمبر 2015 في حين تمثل المتغير التابع في كمية الكهرباء المباعة ومتغير المستقل هو الزمن، توصلت دراسة إلى نموذجين Box Jenkins ونموذج ANN للتنبؤ بالكمية المباعة للكهرباء لسنة 2016، من خلال الإختبارات تبين أن النموذج الأنسب والأكثر دقة هو نموذج القياسي Box-Jenkins لأن القيم التي تم التنبؤ بها قريبة من القيم الحقيقية وبالتالي يمكن الإعتماد عليه في عملية التخطيط المستقبلي.

5. الدراسة (عتروس، 2017-2018) بعنوان: استخدام منهجية بوكس جنكيز والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية بمؤسسة سونلغاز

عالجت الدراسة موضوع التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية بطريقة بوكس وجنكيز والشبكات العصبية الاصطناعية، حيث هدفت إلى تسليط الضوء على منهجيتين من أجل التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية ومعرفة مدى فعليتهما في عملية التنبؤ بالقيم من خلال المفاضلة بينهما، تم الإعتماد على الإستهلاك الشهري من 2014 إلى غاية 2017 لمفاضلة بين النموذجين من خلال مؤشر متوسط الخطأ ومؤشر متوسط مربعات الأخطاء، توصلت الدراسة إلى أن منهجية بوكس وجنكيز تفوقت على الشبكات العصبية لأنها أعطت نتائج أفضل وأكثر دقة للقيم متنبأ بها، فقيم مؤشرات المفاضلة لمنهجية بوكس وجنكيز أقل من قيم مؤشرات الشبكات العصبية الاصطناعية.

6. دراسة (سواني و سليمان زواري، 2019) بعنوان: دراسة تنبؤية للإستهلاك طاقة الكهرباء في المجال الزراعي بالجزائر لعام 2025

ناقشت الدراسة تنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية في المجال الزراعي بالجزائر لعام 2025، هدفت الدراسة إلى التنبؤ بالقيم المستقبلية والعمل على النهوض بالقطاع الزراعي وتوفير الكهرباء من مصادر الطاقات

المتجددة من أجل ضمان الإكتفاء للأجيال القادمة، إعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والتحليل الإحصائي القياسي بإستخدام برمجية EViews حيث شملت عينة الدراسة 47 مشاهدة من 1971 إلى 2018، تمثلت متغيرات الدراسة في إستهلاك الكهرباء في القطاع الزراعي بالكيلو واط كمتغير تابع أما المتغير المستقل الأول مساحة الأراضي المروية بالهكتار و المتغير المستقل الثاني يتمثل في مساحة الأراضي المزروعة بالهكتار، توصلت الدراسة إلى أن قطاع الزراعي سوف يكون مرهون وفقا لمساحة الأراضي الزراعية ومساحة الأراضي التي تسقى لأن في حالة زيادة واحد هكتار من الأراضي الزراعية سوف يزيد من إستهلاك طاقة الكهربائية بالإضافة إلى زيادة الأراضي المسقية سوف يتبعه حتما زيادة الطاقة الكهربائية.

7. دراسة (دين و زرواط، 2019) بعنوان: التنبؤ بالطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الشمسية في الجزائر باستخدام منهجية بوكس جنكيز

ناقشت الدراسة التنبؤ بالطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الشمسية في الجزائر بإستخدام منهجية بوكس و جنكيز هدفت للوصول إلى النموذج الملائم من أجل التنبؤ بكميات الطاقة الكهربائية التي تنتج عن طريق الطاقة الشمسية، تم الإعتماد على المنهج الوصفي التحليلي في الدراسة و تطبيق طريقة بوكس وجنكيز للتنبؤ بإنتاج الكهرباء من جانفي 2017 إلى جوان 2018 باستخدام برمجية Eviews7، تمثلت عينة الدراسة في 36 مشاهدة أما عن المتغير التابع تمثل في كمية الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية والمتغير المستقل تمثل في الزمن بالأشهر، أظهرت النتائج أن طريقة بوكس وجنكيز فعالة في تحليل السلاسل الزمنية حيث بينت أن هناك تنسيق بين القيم الأصلية و القيم التي تم التنبؤ بها، كما أظهرت أن عامل الموسمية له تأثير على كمية الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية.

8. دراسة (بلعدي، 2020) بعنوان: دور استهلاك الطاقة الكهربائية في تفعيل البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة في الجزائر -دراسة قياسية تحليلية-

ناقشت محددات إستهلاك الطاقة الكهربائية في دولة الجزائر وهذا خلال فترة 1980 إلى غاية 2019 ،جاءت هذه الدراسة تحت عنوان دور إستهلاك الطاقة الكهربائية في تفعيل البعد الإقتصادي لتنمية المستدامة في الجزائر، هدفت إلى تحديد مدى تأثير هذه العوامل على إستهلاك الطاقة الكهربائية، حيث تم الإعتماد على المنهج القياسي التحليلي باستخدام برمجية SPSS23، تمثلت متغيرات الدراسة في كمية الطاقة المستهلكة، نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي و إجمالي الإنفاق الوطني من إجمالي الناتج المحلي و النمو السكاني بالإضافة إلى الإستثمار المباشر شملت العينة 29 مفردة، إعتمدت الدراسة على طريقة المربعات الصغرى

العادية حيث أظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة إيجابية بين نصيب الفرد من إجمالي الناتج وإجمالي الإنفاق الوطني من إجمالي الناتج المحلي والنمو السكاني على كمية الطاقة الكهربائية.

9. دراسة (ساهد و قهوي، 2020) بعنوان: دراسة مقارنة بين نماذج ARIMA وطريقة الجار الأقرب-k

للتنبؤ باستهلاك الكهرباء في الجزائر خلال الفترة 1980-2019

عالجت الدراسة موضوع التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام نموذج ARIMA وطريقة الجار الأقرب KNN خلال الفترة 1980 إلى غاية 2019، حيث تم استخدام سلسلة سنوية لإستهلاك الكهرباء في الجزائر ففي مرحلة أولى تم التنبؤ باستخدام RAIMA بطريقة الإمكان الأعظم لتقدير النموذج (ARIMA 0 1 3)، أما في المرحلة الثانية استخدام طريقة الجار الأقرب KNN، ومن أجل الحصول على النموذج الملائم للتنبؤ باستهلاك الكهرباء تم المفاضلة بين نموذجين من خلال معيار متوسط مربعات الأخطاء وجذر متوسط مربعات الأخطاء، توصلت الدراسة إلى أن نموذج ARIMA أفضل من نموذج الجار الأقرب للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر.

10. دراسة (فتان و بن معمر ، 2021) بعنوان: العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي

في الجزائر دراسة قياسية للفترة (1990-2019)

ناقشت تحليل العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في الجزائر في الفترة من 1990 إلى 2019، تمثلت أهداف الدراسة في تحليل وقياس طبيعة اتجاه العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في الجزائر بغية إستخلاص ومعرفة طبيعة العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي، إتمدت الدراسة على متغير نصيب الفرد من الناتج الداخلي الخام كمتغير تابع وإجمالي رأس المال والعملية، نصيب الفرد من استهلاك الطاقة الكهربائية كمتغيرات مستقلة، لمعالجة الدراسة باستخدام المنهج الوصفي التحليلي والمنهج القياسي ببرمجية Eviews12، شملت عينة الدراسة على 30 مفردة لتحليل دالة كوب دوغلاس للعمل على تقدير النموذج بالانحدار الذاتي للفجوات المتباطئة ARDL وإختبار السببية جرنجر المطور للمدى الطويل له تودا ياما موتو، أظهرت الدراسة أن علاقة السببية أحادية الاتجاه من الرأس المال إلى الناتج المحلي الإجمالي في المدى الطويل في حين لا توجد علاقة طويلة المدى بين متغير استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الإقتصادي وهذا ينطبق على فرضية الحياد.

11. دراسة (صيد و بن منصور، 2021) بعنوان: دراسة قياسية لأثر إنتاج الطاقة الكهربائية البديلة من

النفائات على حجم الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية خلال الفترة 1990-2018

ناقشت هذه الدراسة مدى تأثير إنتاج الطاقة الكهربائية البديلة من النفائات على إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم في الفترة 1990 إلى غاية 2018، حيث تمثل الهدف الأساسي في كيفية إنتاج طاقة بديلة من النفائات وتأثيرها على حجم الإنتاج العالمي للطاقة الكهربائية بالإضافة للوصول إلى اقتراحات تفعيل هذا المجال في دولة الجزائر من أجل تنويع البدائل والمصادر، تم الإعتماد على المنهج الوصفي التحليلي بالإضافة إلى المنهج الإستنباطي بإستخدام برمجية Eviews12، تمثلت متغيرات الدراسة في متغير تابع له إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم والمتغير المستقل في إنتاج الطاقة الكهربائية من النفائات الصناعية حيث شملت العينة 29 مفردة، إعتمدت الدراسة على إختبار الارتباط الذاتي بين الأخطاء العشوائية و إختبار التوزيع الطبيعي وثبات التباين، حيث أبرزت النتائج وجود علاقة طردية وذات معنوية إحصائية بين المتغير التابع الذي يمثل إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم والمتغير المستقل إنتاج الطاقة الكهربائية من النفائات الصناعية.

12. دراسة (بوهنة، 2021) بعنوان: التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية في الجزائر حتى افاق 2030

باستعمال منهجية بوكس جنكيز

ناقشت الدراسة التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية في الجزائر وهذا من بين أبرز أهدافها بالإضافة نجد أن الدراسة تهدف إلى الوقوف على قطاع الكهرباء للجزائر من أجل تأطير أهم المؤشرات التي ذات صلة بالإنتاج والإستهلاك والتوزيع وعدد زبائن سونلغاز، تم الإعتماد على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي الكمي بإستخدام طريقة بوكس وجنكيز للتنبؤ بالإنتاج لسنة 2030 بإستعمال برمجية Eviews10، تمثل عينة الدراسة في 30 مشاهدة من 1990 إلى 2019 والمتغير التابع في إنتاج الطاقة الكهربائية والمتغير المستقل في الزمن، أظهرت الدراسة أن إنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية يستمر في زيادة من أجل مواكبة الطلب الكبير لمختلف القطاعات خاصة القطاع العائلي والصناعي على الرغم من أن هذا المصدر الحراري لإنتاج الطاقة الكهربائية مصدر غير نظيف لأنه يعتمد على الغاز الطبيعي في عملية الإنتاج، كما أظهرت النتائج أن عملية التنبؤ تعطي صورة لتخطيط المستقبلي في العمليات الإنتاجية أو الإستهلاكية لمواجهة الطلب الزائد في السنوات المقبلة والتخطيط لوضع بدائل من أجل تغطية الطلب.

13. دراسة (بن العادية ، 2022) بعنوان: استخدام نماذج الشبكات العصبية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية بولاية أدرار

عالجت الدراسة استخدام نماذج الشبكات العصبية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية بولاية أدرار، حيث هدفت إلى معرفة فيما إذا كان استعمال الشبكات العصبية الإصطناعية جيدة للتنبؤ بمبيعات الكهرباء لسنة 2022 أما لا، إعتمدت الدراسة على بيانات أسبوعية للطاقة الكهربائية من جانفي 2012 إلى غاية ديسمبر 2021 تم تقسيمها إلى عينة التدريب من 2012 إلى غاية 2017، وعينة التحقيق من 2018 إلى 2020 وفي الأخير عينة الإختبار تمثلت في بيانات 2021 ثم العمل على بناء شبكة عصبية مكونة من ثلاثة طبقات طبقة المدخلات مكونة من 20 خلية عصبية و طبقة خفية مكونة من 10 خلايا، أما طبقة المخرجات تتكون من خلية عصبية واحدة، توصلت الدراسة إلى أن الشبكات العصبية فعالة في عملية التنبؤ بالقيم المستقبلية لمبيعات الكهرباء لولاية أدرار كما أظهرت أن المبيعات سوف تشهد زيادة في 2022.

14. دراسة (الجيلي فضل المولى محمد، 2022) بعنوان: استخدام الشبكات العصبية لتقدير تكلفة استهلاك الكهرباء

ناقشت الدراسة استخدام الشبكات العصبية لتقدير تكلفة استهلاك الكهرباء، حيث هدفت إلى إنشاء شبكة عصبية لها القدرة على التنبؤ بتكلفة الإستهلاك الشهري للكهرباء وتعمل على وجود طريقة علمية متطورة تهدف إلى تقدير تكلفة الإستهلاك الشهري التي تسهل على مواطن تقدير تكلفة منزله وهذا توظيف المنهج الوصفي والتحليلي لمعالجة الدراسة بإستخدام لغة البرمجة بايثون، تم جمع البيانات من القطاع المنزلي من مدينة القطينة بولاية النيل الأبيض، تمثلت عينة الدراسة في جمع بيانات 100 منزل، حيث يحتوي جدول المدخلات المشكلة على عدد الأجهزة من نفس نوع ومتوسط زمن التشغيل لكل جهاز تحتوي طبقة المدخلات على 48 عصبون، 24 عصبون بها مدخلات عدد الأجهزة من نفس النوع و 24 عصبون به متوسط ساعات العمل للجهاز الواحد في الشهر أما الطبقة الخفية بها 100 عصبون و طبقة المخرجات بها عصبون واحد يمثل تكلفة إستهلاك الكهرباء شهريا، توصلت الدراسة إلى أن أداء الشبكات العصبية جيد لأن القيم التي تم التنبؤ بها متقاربة من القيم الحقيقية كما بينت نتائج أن قيمة متوسط مربعات الأخطاء صغير وهو ما يدل على أن الشبكة جيدة تمكن المستخدم من ضبط تكلفة إستهلاك.

15. دراسة (ساهد و قهوي ، 2022) بعنوان: التهجين بين شبكة دالة الاساس الاشعاعية RBFN ونماذج ARIMA في التنبؤ باستهلاك الكهرباء في الجزائر للفترة 1980-2019

ناقشت الدراسة التنبؤ باستهلاك الكهرباء في الجزائر باستخدام طريقة دالة الاساس الاشعاعية RBFN ونموذج ARIMA، حيث تم استخدام في المرحلة الأولى نموذج هجين بين RBFN - ARIMA ثم في المرحلة الثانية استخدام نموذج ARIMA، طبقت الدراسة على متغير واحد والمتمثل في استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر من 1980 إلى غاية 2019 تم المفاضلة بين الطريقتين من خلال معيار متوسط مربع الخطأ وجذر متوسط مربعات الأخطاء، توصل الدراسة إلى أن النموذج الهجين أفضل في عملية التقدير والتنبؤ بكمية استهلاك الكهرباء فهو يعطي أقل متوسط المربعات و أقل جذر متوسط المربعات.

16. دراسة (قريشي و مخلفي، 2022) بعنوان: نمذجة الطالب العائلي على الكهرباء والتنبؤ به في ولاية ورقلة باستخدام

ناقشت هذه الدراسة نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء والتنبؤ به في ولاية ورقلة بطريقة بوكس وجنكيز، حيث هدفت إلى تحليل الطلب الشهري على الكهرباء في قطاع العائلي خلال الفترة 2014 إلى 2019 وتحليل اتجاهاتها بالإضافة إلى معرفة مدى موثوقية نموذج التنبؤ بالطالب العائلي للفترة القادمة والتي تتمثل في الفترة 2020 - 2021 بغية إتاحة الفرص لتحقيق أفضل أداء وتحسين نوعية الخدمة في ولاية ورقلة، إعتمدت الدراسة على المنهج القياسي حيث تم استخدام برمجية Eviews12 وبرمجية Gretel من أجل معالجة الدراسة، تمثلت المتغيرات المستخدمة في متغير تابع وهو استهلاك الطاقة الكهربائية للقطاع العائلي والمتغير المستقل هو الزمن بالأشهر أي أن العينة شملت 72 مفردة استخدمت الدراسة طريقة Box-Jenkins للتنبؤ، أظهرت النتائج أن نموذج SARMA هو الملائم للتنبؤ باستهلاك العائلي للكهرباء خلال فترة 24 شهر.

المطلب الثاني: دراسات باللغة الأجنبية

يندرج في هذا المطلب الدراسات المحلية التي أجريت على الجزائر والواردة باللغة الأجنبية وتتمثل في ثلاث دراسات وهي كما يلي:

1. الدراسة (Chekouri & Sahed, 2022) بعنوان:

Forecasting Electricity Consumption in Algeria Using Artificial Neural Networks

جاءت الدراسة للتنبؤ بإستهلاك الكهرباء في الجزائر باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية، حيث هدفت إلى تحليل إستهلاك الكهرباء في الجزائر باستخدام متغير الناتج المحلي الإجمالي للفرد ومتغير السكان و إستهلاك الكهرباء والفترة الزمنية وعدم استخدام السعر لأنه ثابت بشكل عام ومدعوم من طرف الدولة الجزائرية، تتضمن الدراسة نموذجين لاستهلاك الكهرباء حيث النموذج الأول يضم متغيرين الإقتصادي هما الناتج المحلي الإجمالي للفرد و السكان والنموذج الثاني يتمثل في الإستهلاك الكهرباء بدلالة الزمن، تناولت البيانات إمتدادات سنوية من 1980 إلى غاية 2016، قسمت إلى جزئين بيانات التدريب 80% و 20% بيانات الإختبار بالإعتماد على برمجية Statistica12 ، تمت المفاضلة بين النموذجين من خلال معامل التحديد و متوسط النسبة المئوية للخطأ المطلق، توصلت الدراسة أن كلا النموذجين يظهران أداء جيد للتنبؤ بإستهلاك الكهرباء 2025 إلا أن من خلال معايير المفاضلة بينت أن نمذجة إستهلاك الكهرباء كدالة للمؤشرات الإقتصادية يظهر أداء أفضل من نموذج إدخال الوقت.

2. دراسة (H, M. T, B, & A. J, 2022) بعنوان:

Comparison of Deep Learning Architectures for Short-Term Electrical Load Forecasting Based on Multi-Modal Data

جاءت الدراسة بعنوان مقارنة بين بنيات التعلم العميق للتنبؤ بالأحمال الكهربائية على المدى القصير بناءً على بيانات متعددة الوسائط في دولة الجزائر، حيث هدفت لمعالجة مشكلة التنبؤ بالأحمال الكهربائية بغية تعزيز أداء التنبؤ من خلال التعلم العميق متعدد الوسائط بالإضافة إلى معرفة فوائد استخدام طرق متعددة بدلا من طريقة واحدة فقط، تم تدريب النماذج وتقييمها من خلال استخدام درجة الحرارة لكل ساعة وإستهلاك الكهرباء خلال الفترة الزمنية 2013 إلى غاية 2016، قسمت البيانات إلى ثلاثة مجموعات على التوالي 60% و 20% و 20% للتعلم والتحقق والإختبار، في المرحلة الأولى اقتضت الدراسة على البيانات الأولية متعلقة بدرجة الحرارة "القصى و الدنيا " لليوم و لكل ساعة أما في المرحلة الثانية تم العمل على زيادة متجه الإدخال مع

تتضمن متغيرات الانحدار التلقائي المتعلقة بالأحمال الكهربائية وبيانات درجة الحرارة، في المرحلة الثالثة تم استعمال بيانات متعددة الوسائط من خلال منحنى الحمل الكهربائي على شكل صورة ودرجة الحرارة في شكل سلسلة زمنية و ناقلات رقمية للحمل بالإضافة إلى اليوم كمتجه واحد مشفر، تمت مقارنة النتائج التجريبية لبنى التعلم العميق " أجهزة التشفير التلقائية المكسدة لتقليل الضوضاء SDAEs والشبكة العصبية التلافيفية CNN ونموذج MLP من خلال المدة الزمنية للتدريب و للتنبؤ بالإضافة إلى خطأ التنبؤ حيث أظهرت النتائج في المرحلة الأولى نقص ملحوظ في الدقة عند استخدام مدخلات صغيرة المتمثلة في درجة الحرارة لأن التنبؤ بالحمل قصير المدى لا يمكن أن يستند على ناقلات مدخلات صغيرة، أما عن نتائج المرحلة الثانية نجد تحسن كبير في جميع النماذج عند دمج متغيرات الانحدار التلقائي حيث أظهرت النتائج تحسن كبير في جميع النماذج خاصة نموذج CNN 1D، تبين نتائج المرحلة الثالثة وجود كفاءة في طريقة تجميع النماذج خلال دمج البيانات متعددة الوسائط حيث تبين أن بنية النموذج المدمج CCN 1D-CCN 2D هو الأفضل ثم تأتي بقية النماذج.

3. الدراسة (Sahed & Kahoui , 2023) بعنوان:

Electricity Consumption Forecasting in Algeria using ARIMA and Long Short-Term Memory Neural Network

عالجت الدراسة التنبؤ باستهلاك الكهرباء في الجزائر باستخدام ARIMA والشبكة العصبية ذات الذاكرة طويلة المدى، حيث هدفت إلى استعمال الطريقتين ARIMA و LSTM بغية التوصل إلى أفضل نموذج الذي يعطي أكثر دقة للتنبؤ باستخدام السلسلة الزمنية لإستهلاك الكهرباء من 1990 إلى غاية 2020، تم تقسيم السلسلة إلى بيانات التدريب من 1990 إلى غاية 2011 وبيانات الاختبار من 2011 إلى غاية 2020 بالاستعمال برنامج MATLAB وللمفاضلة بين النموذجين اعتمدت الدراسة على معايير الجودة تتمثل في جذر متوسط مربع الخطأ ومتوسط النسبة المئوية المطلقة، توصلت الدراسة بناء على معايير الجودة أن طريقة LSTM لديها أقل قيمة لجذر متوسط مربع الخطأ ومتوسط النسبة المئوية المطلقة و نتيجة إلى ذلك فهي تعطي أفضل أداء وأكثر دقة للتنبؤ.

المبحث الثاني: دراسات غير المحلية

يندرج ضمن هذا المبحث مجموعة من الدراسات الأجنبية المتنوعة تشمل دول عربية وأجنبية بخلاف الجزائر، صنفنا إلى دراسات باللغة العربية ودراسات باللغة الأجنبية والبالغ عددها 19 دراسة، تم ترتيبها حسب التسلسل الزمني من الأقدم للأحدث؛

المطلب الأول: دراسات باللغة العربية

يشمل هذا المطلب دراسات الغير المحلية الواردة باللغة العربية والتي بلغ عددها 7 دراسات مدرجة على هذا النحو:

1.دراسة (الخياط و زكي، 2005) بعنوان: استخدام الشبكات العصبية في التكهّن بالسلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الموصل

ناقشت الدراسة استخدام الشبكات العصبية لتنبؤ بالسلسلة الزمنية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الموصل، هدفت إلى مقارنة بين الطريقة الإحصائية الكلاسيكية المتمثلة في أسلوب بوكس وجنكيز مع طريقة الشبكات العصبية من خلال ثلاث معايير أساسية تتمثل في معدل القيم المطلقة للأخطاء ومعدل مربعات الأخطاء ومعدل القيم المطلقة لنسب الأخطاء، إتمدت الدراسة على متغير مقدار الإستهلاك اليومي لطاقة الكهربائية من 15 جوان 2003 إلى 25 سبتمبر 2003 أي أن عدد البيانات المستخدمة في الدراسة 103، توصلت نتائج مقارنة بين أسلوبين إلى أن أسلوب الشبكات العصبية متفوق على طريقة بوكس وجنكيز حسب المعايير السالفة لأن نتائج الشبكات العصبية أعطت أقل تقدير للمعايير سابقة وأفضل تمثيل لقيم التنبؤ.

2.دراسة (حسام الدين، مقدسي، و سهيل سلمان، 2018) بعنوان: استخدام الشبكات العصبونية في التنبؤ قصير الأمد بالحمل الكهربائي في محافظة طرطوس

عاجت الدراسة استخدام الشبكات العصبونية في التنبؤ قصير الأمد بالحمل الكهربائي في محافظة طرطوس في الجمهورية العربية السورية، هدفت إلى تصميم نموذج دقيق للتنبؤ بالحمل الكهربائي القصير الأمد باستخدام الشبكات العصبية الإصطناعية تمثلت البيانات في الحمل الساعي للطاقة الكهربائية المستهلكة من أيام الأسبوع العادية وفترة العطلة بالإضافة إلى درجة الحرارة والرطوبة من 1 جويلية 2010 الى غاية 31 جويلية 2010 ، قسمت البيانات إلى الأسبوعين الأوليين إلى بيانات التدريب والأسبوعين الأخيرين إلى بيانات الاختبار بإستعمال برمجية MATLAB ، توصلت الدراسة إلى أن نسبة المئوية لقيمة متوسط الخطأ صغيرة

ومقبولة مما تبين أن الشبكة العصبية المقترحة ذات كفاءة عالية و دقة جيدة في عملية التنبؤ ويمكن الإستعانة بها في عملية تقدير الطلب على الكهرباء.

3.دراسة (خير بك، سليمان احمد، و سليمان، 2019) بعنوان: تصميم نظام ضبابي هرمي للتنبؤ بأداء الشبكات الكهربائية

ناقشت الدراسة تصميم نظام ضبابي هرمي للتنبؤ بأداء الشبكات الكهربائية، هدفت إلى إستخدام خوارزميات متطورة من أجل التنبؤ بأداء الشبكات التي تتوقع إحتمال حدوث الخطر في الشبكات إذ تسمح هذه الخوارزميات بتدارك الأخطار قبل أن تصبح لها تأثير حقيقي على التشغيل بالإضافة إلى الإعتماد على خوارزميات التنبؤ بشكل عملي يسمح ببرمجة واجهة رسومية تصلح لإستخدام في مراكز التنسيق، حيث تم تطبيق هذه الدراسة على جزء من الشبكة الكهربائية لدولة سورية في مدينة جبلة، و تمثلت متغيرات الدراسة في المستوى الأول في عناصر الشبكة الأساسية يتم تقييمها بإستخدام متحكم ضبابي يعتمد على إيجاد عاملين ضبابيين هما عامل ضبابي أساسي يمثل تأثير الجهد والتيار، التردد والعامل الضبابي الإضافي يتمثل في تأثير العوامل الفنية التي تم إضافتها إلى عملية التقييم وهي تتمثل في عامل عمر الخدمة، عدد الإنقطاعات ومدة الإنقطاع، إعتمدت الدراسة على برمجية ماتلاب لمعالجة موضوع الدراسة حيث توصلت إلى أن النظام الضبابي الهرمي يعطي صورة عن كفاءة المعالجة عند وجود أي عطل في الشبكة تعطي توصيف ثم إجراءات متبعة من أجل الصيانة، كذلك التحسس من الأخطار التي قد تقع في حالة الإقتراب من القيم الحدية ومن هنا نجد أن منهجية المراقبة تكمن في عملية التنبؤ ومراقبة تقنية الشبكات لتدارك الأعطال.

4.الدراسة (الناصري و الحفاظ ، 2021) بعنوان: التنبؤ بالحمل الكهربائي الحساس للطقس بثلاث مكونات باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية

جاءت الدراسة بعنوان التنبؤ بالحمل الكهربائي الحساس للطقس بثلاثة مكونات بإستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية، هدفت إلى التنبؤ بالحمل الكهربائي بإستخدام طريقة ذكية من أجل الحصول على معلومات مستقبلية حول التوازن بين التوليد و إستهلاك الكهرباء، تمثلت فترة الدراسة من 2010 /4/1 إلى غاية 2011/3/31 من أجل التنبؤ بمركبات الحمل الثلاثة تم إستخدام بيانات الطقس والأحمال الكهربائية لمدينة الموصل في دولة العراق لتطبيق الشبكة العصبية الاصطناعية بالإعتماد على برمجية MATLAB، حيث تم تقسيم الأحمال الكهربائية الحساسة للظروف الجوية إلى ثلاث مركبات، تمثلت المركبة الأولى في المركبة

الأساسية غير حساسة للطقس وتشمل الإضاءة والأجهزة المنزلية، أما المركبة الثانية تمثلت في مركبة الصيف حساسة لارتفاع درجة الحرارة، مركبة الثالثة هي مركبة الشتاء تكون حساسة لانخفاض درجة الحرارة وتشمل أجهزة التدفئة وتسخين المياه، ففي عملية الإدخال تم استخدام بيانات درجة الحرارة اليومية العظمى والصغرى و بيانات ذروة التحميل اليومي ونسبة مركبة الإنارة والأجهزة المنزلية، التبريد والتدفئة، تسخين المياه حسب مستوى إستهلاك كل منها، أما بيانات الإخراج تمثلت في نتيجة التنبؤ للمركبات الثلاثة سابقة الذكر، توصلت الدراسة بعد تقييم الشبكة من خلال متوسط الخطأ التربيعي ومتوسط نسبة الخطأ المطلق ومتوسط الخطأ المطلق إلى أن المركبة الأساسية تظهر دائماً لأنها لا تتأثر بالطقس بينما مركبة الصيف تظهر بارتفاع درجة الحرارة وتختفي بانخفاض درجة الحرارة أما عن مركبة الشتاء تظهر عند انخفاض درجة الحرارة و تختفي عند زيادتها، كذلك نجد أن نتائج المركبة الأساسية تقارب البيانات الأصلية كما تشير نسبة الخطأ المطلق لإختبار أداء النموذج على مدى دقة النموذج.

5.دراسة(احمد البطاط و باسم محمد، 2021) بعنوان: تحليل مؤشرات الطاقة الكهربائية في العراق للمدة 2016-2006

ناقشت الدراسة تحليل مؤشرات الطاقة الكهربائية في العراق في 2006-2016، حيث هدفت إلى تقييم أداء كفاءة الطاقة الكهربائية في العراق ومدى إنعكاسها على التنمية الاقتصادية، إتمدت فيها على المنهج الوصفي التحليلي من أجل تحليل بعض مؤشرات الطاقة الكهربائية، تمثلت هذه المؤشرات في معدل نمو إستهلاك الطاقة و معدل استخدام الفرد للطاقة الكهربائية و مؤشر كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية و مؤشر كفاءة إمدادات شبكة الكهربائية ومؤشر حصة القدرة الكهربائية المركبة للطاقة المتجددة بالإضافة إلى مؤشر نصيب الفرد CO₂ في محطة إنتاج الكهرباء، شملت عينة الدراسة 11 سنة، توصلت النتائج إلى أن منظومة الطاقة الكهربائية تعاني من تدني كفاءة شبكة النقل والتوزيع هذا ما يزيد من إستهلاك الوقود.

6.الدراسة (ساعي، اسير، جولحة، و مهنا، 2022) بعنوان: تحميل خوارزميات العنقدة والتصنيف للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية

عالجت الدراسة تحليل خوارزميات العنقدة والتصنيف للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية، حيث هدفت إلى استخدام خوارزميات التنقيب في البيانات التي تحاول معالجة كميات الهائلة من البيانات وإيجاد نماذج دقيقة من أجل التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية والعمل على توزيع الطاقة بشكل مناسب و تقليل الهدر الناجم من

المصادر الغير مفيدة وغير ضرورية في مدينة اللاذقية لدولة سورية، إعتمدت الدراسة على بيانات إستهلاك الطاقة الكهربائية لثلاثة سنوات من 2018 إلى غاية 2020 في مناطق مختلفة من المحافظة تضمنت الدراسة مجموعة من المتغيرات منها المنطقة المستهلكة للكهرباء والتاريخ والقيمة الإستهلاكية، درجة الحرارة، سرعة الرياح، الفصل، الرطوبة، أيام الدوام الرسمي وأيام العطل مع مجموعة من مراكز الإستهلاك مثل السكن و المستشفيات، المصانع، المحلات، حيث وصل عدد البيانات إلى 249869 سجل، عالجت الدراسة مجموعة البيانات بخوارزمية آلة شعاع الدعم SVM والغابات العشوائية والشبكات العصبية باستخدام برمجة Python، توصلت الدراسة إلى أن الإستهلاك الكهربائي يرتفع في فصل الشتاء والصيف وينخفض في فصل الخريف والربيع وهذا ما يتوافق مع الواقع، كذلك تم التأكد من دقة التنبؤ ومطابقة البيانات من خلال حساب نسبة الخطأ في كل مصنف، حيث أثبتت النتائج أن الغابات العشوائية و الشبكات العصبية أكثر دقة أما خوارزمية آلة الشعاع الدعم تعطي أقل دقة مقارنة مع طريقتين السابقتين.

7.دراسة(ساعي ، اسير، جولحة، و مهنا، 2023) بعنوان: التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام

شبكات RNN

ناقشت دراسة التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية بإستخدام الشبكات RNN، حيث تمثلت أهدافها في إستخدام الشبكات العصبية التكرارية من أجل التنبؤ بإستهلاك الطاقة لمدينة اللاذقية و تحديد الإستهلاك الأنسب لها، كما إرتكزت تقنية الشبكات العصبية التكرارية على تسلسل البيانات وفق الزمن و وفق قدرتها على التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية، حيث تتألف البيانات من 93500 قيمة إستهلاك كل ربع ساعة، إعتمدت الدراسة على المقارنة بين الشبكات العصبية التكرارية RNN والشبكات العصبية الكثيفة DNN خلال الفترة 2018 إلى 2020 بالإستعانة ببرمجة Python، توصلت الدراسة إلى أن تقنيات الذكية تسمح بإنشاء نماذج التنبؤ تساهم في تحليل بيانات والتنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة اللاذقية، كما توصلت إلى أن طريقة التقسيم المتتالية القائمة على الوقت لها قدرة على العمل بشكل أكثر دقة بالنسبة للبيانات العشوائية وبتحديد أقل نسبة إستهلاك للكهرباء لخدمة جميع المرافق مما يسمح بتوفير فائض في الكهرباء ويعمل كذلك النموذج المقترح على عدد ساعات التقنين وفقا للقيمة التي تم التنبؤ بها وتحكم في أوقاتها بصورة آلية.

المطلب الثاني: دراسات باللغة الأجنبية

يختص هذا المطلب بعرض الدراسات الغير المحلية التي وردت باللغة الأجنبية والبالغ عددها 14 دراسة وهي موضحة على الشكل الآتي:

1. دراسة (Beata & Iedrzej, 2013) بعنوان:

Analysis of energy market using data mining methods

جاءت الدراسة لتحليل سوق الطاقة باستخدام أساليب التنقيب في البيانات، حيث هدفت إلى تحليل بيانات إنتاج الطاقة الكهربائية في بولندا لعينة تقدر 1818 يوم تمثلت الفترة المأخوذة من 2007 إلى غاية 2011، استخدمت الدراسة طرق التنقيب في البيانات ومتمثلة في الانحدار والشبكات العصبية MLP وخوارزمية آلة المتجهات الدعامية SVM، من أجل التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية ومعرفة النموذج الملائم مع إستخراج أنماط جديدة، وهذا بالإعتماد على متغير الإنتاج الطاقة، متغير تأخر إنتاج الطاقة ومتغير توقعات إنتاج، أيام العمل والعطلة، إنتاج اليوم خلال 24 ساعة، قسمت البيانات إلى 80% مجموعة التدريب و20% مجموعة الإختبار، توصلت نتائج الدراسة إلى أن استخدام الشبكات العصبية MLP تعطي أفضل تنبؤ لأنها ذات فروقات صغيرة.

2. الدراسة (Rathod & Dev Garg, 2016) بعنوان:

Regional electricity consumption analysis for consumers using data mining techniques and consumer meter reading data

ناقشت الورقة البحثية تحليل الإستهلاك الإقليمي للكهرباء باستخدام تقنيات التنقيب في البيانات وقراءة عدد المستهلكين، حيث هدفت إلى تحليل إستهلاك الشهري للكهرباء لسنة 2013 في مجموعة من المناطق في مدينة سأنجلي لدولة الهند بالإضافة إلى الحفاظ على إستهلاك الكهربائي من أجل تخطي وتقليل الإنبعاث الغازات الدفينة، ولتحقيق الأهداف إعتمدت الدراسة على مجموعة من المتغيرات تتمثل في إستهلاك الكهرباء تم تصنيفه إلى إستهلاك منخفض ومتوسط ومرتفع وتحديد مجموعة من المناطق الجغرافية وتصنيفها إلى مناطق قريبة من البحر وطريق السريع والمزارع، الملاعب، والأراضي السكانية أما بقية المتغيرات تتمثل في عدد المستهلكين و درجة الحرارة التي تم تقسيمها إلى منخفضة ومتوسطة والعالية، ولمعالجة هذه البيانات تم الإعتماد على تقنيات التنقيب في البيانات باستخدام خوارزمية التجميع K-means لتشكيل مجموعات واستخدام قواعد الارتباط لمعالجة البيانات على برمجيتين MATLAB و WEKA توصلت الدراسة إلى أن إستهلاك

الكهرباء يختلف من منطقة لأخرى حيث نجد في مناطق الأراضي و مناطق الطريق السريع يكون فيها إستهلاك أعلى مقارنة مع المناطق أخرى.

3. دراسة (PEYK & SHAHBAHRAMI, 2019) بعنوان:

Development of a Data Mining System for Subscriber Classification (Case Study: Electricity Distribution Company)

جاءت الدراسة لتطوير نظام التنقيب في البيانات لتصنيف المشتركين لشركة توزيع الكهرباء، حيث هدفت إلى تقييم تقنيات التنقيب في البيانات وتوفير مجال بحثي يعمل على معالجة إرتفاع إستهلاك الكهرباء من أجل تصنيف المشتركين في أحد محافظات شمال شرق إيران، حيث تم الإعتماد على متغير إستهلاك الكهرباء لكل من القطاع التجاري والقطاع الزراعي والصناعي، والنقل، والقطاع العام، وفي الأخير القطاع المنزلي، تمثلت المتغيرات المستقلة لكل قطاع في متغير الرطوبة ودرجة الحرارة وسكان بالإعتماد على إستهلاك الشهري للفترة من 1994 إلى غاية 2014، تم إستخدام طريقة شجرة القرار والانحدار و الشبكات العصبية بواسطة برنامج Clementine، بعد المعالجة المسبقة للبيانات تم تقسيم البيانات بشكل عشوائي إلى بيانات التدريب 75% وبيانات الإختبار 25%، توصلت الدراسة إلى أن السكان كان لهم تأثير كبير على إستهلاك الكهرباء في كل القطاعات الستة سابقة الذكر، لأن عدد المشتركين في القطاع يؤثر على الكمية المستهلكة من الكهرباء ثم تاليها الرطوبة وتأثيرها على الإستهلاك الكهربائي وفي الأخير نجد أن ميزة درجة الحرارة ذات تأثير نسبي وقليل على إستهلاك الكهرباء.

4. دراسة (Folorunso, Taiwo, & Olatayo, 2019) بعنوان:

Empirical Comparison of Time Series Data Mining Algorithms for Electrical Power prediction

تنص الدراسة على المقارنة التجريبية لخوارزميات التنقيب في بيانات السلاسل الزمنية للتنبؤ بالطاقة الكهربائية، حيث تهدف للمقارنة بين مجموعة من النماذج لمعرفة أفضل نموذج للتنبؤ بإستعمال تقنيات التنقيب في البيانات للسلاسل الزمنية لدولة نيجيريا من 2001 إلى غاية 2017، إعتمدت على البيانات السنوية لإستهلاك الطاقة الكهربائية و تطبيقها على تقنية غابة الإنحدار العشوائي RRF و الإنحدار الخطي LR، و إنحدار المتجهات الداعمة SVR والشبكات العصبية ANN، قسمت البيانات إلى قسمين قسم التدريب وقسم الإختبار على التوالي 70%، 30%، حيث يتم المفاضلة بين الطرق السابقة بواسطة متوسط الخطأ المطلق وجدر متوسط

الخطأ التربيعي، متوسط النسبة المئوية للخطأ المطلق، باستخدام برمجية WEKA تم التوصل إلى أن نموذج الإنحدار الخطي هو أضعف نموذج لأن له أعلى قيمة للمتوسط الخطأ المطلق وجدر متوسط الخطأ التربيعي ومتوسط النسبة المئوية للخطأ المطلق، أما نموذج إنحدار المتجهات الداعمة SVR يمثل أكثر نموذج ملائمة لعملية التنبؤ فهو يعطي أقل القيم لمعايير المفاضلة.

5. الدراسة (Maher A. , 2019) بعنوان:

Data Mining Applications in Understanding Electricity Consumers' Behavior: A Case Study of Tulkarm District, Palestine

ناقشت الدراسة تطبيقات التنقيب في البيانات في فهم سلوك مستهلكي الكهرباء في محافظة طولكرم في دولة فلسطين، حيث هدفت إلى تحليل شامل لبيانات فواتير مستهلكي الكهرباء المدفوعة مسبقاً من أجل فهم سلوك مستهلكي الكهرباء وسلوك شحن البطاقات الذكية لعداد الكهرباء لإستخلاص معارف حول قضايا إستهلاك الكهرباء مثل الطلب والتسعيرة والإعفاءات و الخصومات لتخطيط وصنع القرار، إعتمدت الدراسة على تحليل 250000 فاتورة كهرباء مدفوعة مسبقاً من شهر جوان إلى شهر ديسمبر 2018، حيث يتم جمع 18881 مستهلك يتوزعون على 30 منطقة مختلفة في طولكرم يتم تصنيفهم وفقاً 27 نوع مختلف من التعريفات مثل التعريف المنزلي والحكومي الصناعي، الخدماتي، التجاري، الزراعي وما إلى ذلك، يحتوي كل ملف على ستة سمات تتمثل في رقم الفاتورة وتاريخ الفاتورة معرف المستهلك كمية الفاتورة وسعر الوحدة والمبلغ الإجمالي، يتم ربط هذه السمات بالمستهلكين ونوع التعريف، بالإضافة لسمات أخرى تتمثل في سمة الشهر وفترة الشهر التي تكون ضمن الأشهر المذكورة في حدود الدراسة و سمة الأسبوع التي يكون فيها أيام العطلة و أيام العمل وساعات الذروة، تعالج البيانات بإستخدام خوارزمية K-Means التجميع من أجل إنشاء تجزئة جديدة للمستهلكين الذين لهم نفس خصائص الإستهلاك الكهربائي بإستخدام Python، توصلت نتائج الدراسة إلى الكشف عن القيم المتطرفة في قائمة مستهلكي الكهرباء المنزلية أنها ذات إستهلاك كبير وهذا ما يدعو إلى فتح تحقيقات مع المستهلكين كما أن مميزات التجزئة المستهلكين الجدد مقارنة مع التجزئة الحالية التي تعتمد على تجزئة وفق قطعات فقط في حين التجزئة الجديدة للمستهلكين تساعد نظام الطاقة على فهم الإستهلاك والحصول على ملفات تعريف أحمال المستهلكين والتنبؤ بها، لإكتشاف الخسائر والقيم المتطرفة.

6. الدراسة (Mohammed Ahmed Alamin, 2019) بعنوان:

Application of Artificial Neural Networks Model for Forecasting Consumption of Electricity in Gezira State, Sudan(2018-2006)

عالجت الدراسة تطبيقات الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الكهرباء في ولاية الجزيرة لدولة السودان من 2006 إلى غاية 2018، تهدف إلى إيجاد النموذج الأنسب والفعال للتنبؤ بالإستهلاك الشهري للكهرباء لسنة 2020 بالإستعانة ببرنامج Alydar، تمثلت بيانات في 149 نقطة تم تقسيمها إلى بيانات التدريب بنسبة 70% أي حوالي 104 مشاهدة وبيانات الإختبار حوالي 30% وتمثل 45 مشاهدة، توصلت الدراسة إلى أن الشبكات العصبية فعالة في عملية التنبؤ حيث تم تأكد من صحة التنبؤ من خلال معامل الدقة، بالإضافة إلى أن تخفيض في إستهلاك الكهرباء يوفر فائض من الكهرباء و قيمة مرفعة للقاتورة، كما إتضح أن السودان تحتاج إلى قوة إنتاجية كبيرة تعمل على توفير الطلب المتزايد على الكهرباء في السنوات القادمة.

7. الدراسة (Nepal, Yamaha, Yokoe, & Yamaji, 2019) بعنوان:

Electricity load forecasting using clustering and ARIMA model for energy management in buildings

عالجت الدراسة التنبؤ بالأحمال الكهربائية بإستخدام التجميع ونموذج ARIMA لإدارة الطاقة في المباني، هدفت إلى التنبؤ بذروة إستهلاك الكهرباء و تحسين الموارد والحفاظ على الطاقة في المباني ولتحقيق الأهداف إقترحت الدراسة التنبؤ بالطلب الكهربائي في المباني الجامعية تشوبوا في اليابان، حيث إستعملت بيانات الحمل الكهرباء بالساعة للعام الدراسي 2017 الى غاية 2018، يعتمد الحمل الكهربائي على أيام العطل وحضور المحاضرات و إستعمال أجهزة التكييف ووقوع الحوادث، تتكون البيانات 8760 بيان لكل مبنى في جامعة تم معالجة البيانات بإستعمال طريقة K-means لتصنيف الحمل الكهربائية إلى ست مجموعات على أساس التوزيع بالساعة لمدة عام بالإضافة إلى إستعمال نموذج ARIMA تمت المعالجة بإستخدام لغة البرمجة R، حيث توصلت الدراسة إلى أن طريقة التجميع تعطي نتائج أفضل من طريقة ARIMA وتبين هذا من خلال مقارنة دقة التنبؤ للنموذجين حيث تم التنبؤ بالقيم من بداية أبريل 2018 إلى غاية نهاية مارس 2019، توصلت النتائج أن الطريقة المقترحة جيدة لتقليل الحمل الكهربائي في المباني قبل الوصول إلى ذروة من خلال وضع إستراتيجيات محكمة.

8. دراسة (Sathishkumar, et al., 2020) بعنوان:

Industry Energy Consumption Prediction Using Data Mining Techniques

جاءت الدراسة للتنبؤ باستهلاك الطاقة في الصناعة باستخدام تقنيات التنقيب في البيانات لمدينة غوانيانغ في كوريا الجنوبية، تمثل هدفها في التنبؤ باستهلاك الطاقة في الصناعة باستخدام طريقة الانحدار الخطي العام وأشجار التصنيف وطريقة آلة المتجهات الداعمة بنواة الأساس الشعاعي، طريقة الجار الأقرب وفي الأخير طريقة الغابة العشوائية، اعتمدت الدراسة على متغير استهلاك الطاقة الكهربائية في الصناعة الطاقة التفاعلية الحالية المتقدمة والمتأخرة، وغاز ثاني أكسيد الكربون، عامل الطاقة الحالية المتقدمة والمتأخرة، عدد الثواني في منتصف الليل، حالة أسبوع وتتمثل في: "0 عطلة نهاية أسبوع أو 1 يمثل يوم من أيام الأسبوع"، نوع الحمل ويتمثل في: "حمل خفيف أو متوسط أو الأقصى"، حديد تتبع الزمني للتقارير كل 15 دقيقة للتتبع تغيرات استهلاك الطاقة، تمثلت المدة الزمنية للبيانات في 365 يوم وهو ما يعادل 12 شهر 2018، تقسم البيانات بشكل عشوائي إلى 75% لغرض التدريب و25% لغرض الاختبار، يتم المفاضلة بين هذه الطرق السابقة من خلال جذر متوسط الخطأ التربيعي والخطأ المطلق ومتوسط النسبة المئوية للخطأ المطلق بالإضافة إلى معامل التباين لقياس كفاءة التنبؤ، أظهرت النتائج أن نموذج الغابة العشوائية يعطي أفضل تنبؤ لاستهلاك الطاقة مقارنة مع بقية النماذج، كما بينت النتائج أن استهلاك الطاقة في أيام أسبوع مرتفع ومنخفض في عطلة نهاية الأسبوع.

9. دراسة (Maher A. , 2021) بعنوان:

**Household Electricity Load Forecasting Toward Demand Response Program
Using Data Mining Techniques in a Traditional Power Grid**

ناقشت الدراسة موضوع التنبؤ بأحمال الكهرباء المنزلية نحو برنامج الإستجابة للطلب باستخدام تقنيات استخراج البيانات في شبكة الطاقة التقليدية، هدفها إدارة الطلب على الكهرباء وتحقيق ترشيد استهلاك الكهرباء المنزلية من خلال التنبؤ بالأحمال الكهربائية، حيث استخدمت الدراسة مجموعة من الفواتير الكهربائية المدفوعة مسبقاً للمستهلكين قطاع المنزلي للمنطقة طولكرم في فلسطين يتم تجميع بيانات الفواتير وتصنيفها حسب مجموعة من السمات تتمثل في رقم الفاتورة رقم المستهلك، تاريخ الفاتورة، كمية الفاتورة، سعر الوحدة، المبلغ الإجمالي المدفوع تضاف سمات جديدة تشتق من سمة تاريخ الفاتورة تتمثل في رقم السنة والشهر والأسبوع من أجل تحديد الحمل الأسبوعي لكل مستهلك، لكن تم أخذ عينة من مجموعة البيانات لمدة 19 شهراً من جوان

2018 إلى غاية ديسمبر 2019 وبلغ عدد الفواتير المأخوذة 424753 فاتورة، ولتحقيق أهداف الدراسة استخدمت منهجية التصنيف بخوارزمية KNN على الأحمال الأسبوعية "الطلب الأسبوعي" لغرض استخدامها للتصنيف نوع مستهلكي الكهرباء الذي يبلغ عددهم 13755 تقسيمهم إلى مجموعة التدريب 80% ومجموعة الاختبار 20%، أما الطريقة الثانية تقسم البيانات التي سيتم التنبؤ بها إلى بيانات التدريب 75% وبيانات الاختبار 25 % للقيام بمنهجية ARIMA من أجل التنبؤ، حيث تم قياس أداء النموذج من خلال MAPE حيث توصلت الدراسة أن ARIMA تعطي نتائج جيدة للتنبؤ المستقبلي بالطلب على الكهرباء، كما تساعد متخذي القرار على إستهداف مستهلكي الكهرباء من ذوي الإستهلاك السلبي لها و معرفة أوقات الذروة وبالتالي تحسين إدارة الطلب على الكهرباء بكفاءة وفعالية.

10. الدراسة (Felix, Camille , Alexandre , & Pierre , 2021) بعنوان:

Forecasting of Electrical Energy Consumption of Households in a Smart Grid

ناقشت الدراسة التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية للأسر بالشبكة الذكية، حيث هدفت إلى تطوير نموذج هجين من أجل التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية في الكامبيرون باستخدام نموذج العصبي الغامض Gray-ANFIS0-PSO، إتمدت على بيانات سنوية تضم 24 سنة من 1994-2017 تمثلت مدخلات في الناتج المحلي الإجمالي والسكان وعدد المشتركين وعدد الأسر أما مخرجات الدراسة هي قدرة إستهلاك الكهرباء، قسمت البيانات إلى بيانات التدريب 90% وبيانات الاختبار 10% وهذا باستخدام برمجية MATLAB، بعد تقييم النموذج من خلال معامل الارتباط و متوسط الخطأ المطلق وجدر متوسط الخطأ التربيعي، متوسط النسبة المئوية للخطأ المطلق، و مقارنة النموذج الجديد مع دراسات السابقة التي تم عرضها إتضح أن النموذج المقترح يقدم أفضل تنبؤ لإستهلاك الكهرباء مقارنة بنموذج الذكاء الاصطناعي و SVM و ANN كما بينت الدراسة أن إستهلاك الكهرباء في 2028 سوف يرتفع إلى 1867 جيجا وات في الساعة.

11.دراسة (J. F. F. Martí'nez, & A, 2022) بعنوان:

A deep LSTM network for the Spanish electricity consumption forecasting

ناقشت الدراسة موضوع التنبؤ بإستهلاك الكهرباء لإسبانيا باستعمال الشبكة عميقة LSTM، حيث هدفت إلى إستعمال شبكات ذات الذاكرة طويلة قصيرة المدى لتعاملها مع البيانات المتسلسلة شملت عينة الدراسة 497832 مشاهدة لمدة تسعة سنوات ونصف من جانفي 2007 إلى جوان 2016، حيث تمثلت متغيرات الدراسة في سلسلة إستهلاك الطاقة الكهربائية لإسبانيا قسمت البيانات على 70% التدريب و 30 % بيانات إختبار، وللتحقق من النموذج إستعملت الدراسة متوسط الخطأ المطلق ومتوسط النسبة المئوية للخطأ المطلق

وجذر متوسط الخطأ التربيعي، أوضحت نتائج الدراسة وجود دقة عالية لطريقة الشبكات العصبية ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى بمقارنتها مع بقية الطرق المستخدمة في السابق الإنحدار الخطي و شجرة القرار، الشبكات العصبية ذات التغذية الأمامية المحسنة، تصل معايير قياس دقة التنبؤ إلى أقل من 1.5 % وهي نسبة صغيرة للأخطاء بمقارنتها مع الطرق السابقة ما يدل على أن الشبكات العصبية ذات الذاكرة طويلة قصيرة المدى تعطي أفضل نموذج.

12. الدراسة (Iftikhar , Bibi , Canas Rodrigues, & Linkolk López-Gonzales , 2023)

بمعنوان:

Multiple Novel Decomposition Techniques for Time Series Forecasting: Application to Monthly Forecasting of Electricity Consumption in Pakistan

عالجت الدراسة تقنيات تحليل جديدة متعددة للتنبؤ بإستهلاك الكهرباء في باكستان، حيث هدفت إلى تحليل شامل لبيانات السلسلة الزمنية الشهرية لإستهلاك الكهرباء و العمل على تقسيمها إلى ثلاث مجموعات فرعية تتمثل في سلسلة الاتجاه طويلة المدى والسلسلة الموسمية والسلسلة العشوائية ثم القيام بالتنبؤ، تم الاعتماد على بيانات سلسلة إستهلاك الكهرباء من جانفي 1990 إلى غاية جوان 2020 أي ما يعادل 354 شهر لدولة باكستان يتم تقسيم السلسلة إلى جزء التدريب يضم 274 شهرا وجزء الاختبار 87 شهرا، تحلل المجموعات إلى تحليل على أساس خطوط الإنحدار DRS وتحليل على أساس خطوط التجانس DSS وتحليل الهجين DH مع طريقة مرجعية DSTL، تم إختيار أفضل نماذج من بين 108 نموذج على أساس معايير قياس الأداء تبين أن هناك أربعة نماذج تعطي أفضل دقة من بين 108 بناء على ما سبق، توصلت الدراسة إلى أن طريقة التحليل المقترحة عالية الدقة و تؤدي إلى تنبؤات فعالة بالمقارنة مع طريقة المرجعية، كما نجد من بين طرق التحليل المقترحة أن التحليل الهجين DH يعطي دقة عالية.

13. دراسة (Mu, Wang, Zheng, & Gao, 2023) بمعنوان:

An improved LSTM-Seq2Seq-based forecasting method for electricity load

جاءت الدراسة بطريقة محسنة للتنبؤ بالحمل الكهربائي تعتمد على LSTM-Seq2Seq ، حيث يكمن هدفها في تحسين طرق التنبؤ بالأحمال الكهربائية بشكل يعطي أكثر دقة ومصادقية من خلال نماذج محسنة، طبقت الدراسة على نوعين من البيانات لدولتين مختلفتين مجموعة الأولى لسويسرا والمجموعة الثانية لأتلاتنتا في الولاية المتحدة الأمريكية، شملت عينة الدراسة على 2400 مشاهدة من حمل الكهرباء لكل دولة خلال

الفترة 2014-12-31 00:00+23:00:00 إلى غاية 2017-05-16 00:00+21:00:00، حيث كل مجموعة تم فيها إنشاء نموذج الشبكات العصبية ذات الذاكرة طويلة قصيرة المدى التي تدعم مدخلات ومخرجات ذات أطوال مختلفة LSTM، النموذج المحسن جمع بين نموذج بنية التسلسل Seq2Seq مع نموذج LSTM بالإضافة إلى نموذج الذاكرة العميقة DBN وآلة ناقل الدعم SVM، تمت المقارنة بين النماذج في كل مجموعة بالإستناد على مقاييس المفاضلة حيث أظهرت النتائج تفوق نموذج المحسن LSTM-Seq2Seq لأنه يعطي أفضل تنبؤ في المجموعتين.

14. الدراسة (Abumohsen, Yousef Owda, & Owda, 2023) بعنوان:

Electrical Load Forecasting Using LSTM, GRU, and RNN Algorithms

عاجت الدراسة التنبؤ بالأحمال الكهربائية باستخدام خوارزميات LSTM, GRU, RNN، حيث هدفت إلى عمل نموذج تنبؤي لتقدير الحمل الكهربائي بدقة من أجل التخطيط لتقليل التكاليف والموارد في دولة فلسطين، تم الإعتماد على بيانات درجة الحرارة والتيار في الساعة واليوم والأسبوع، الطاقة الكهربائية خلال الفترة 1 سبتمبر إلى غاية 31 أوت 2022 من أجل التوصل إلى التنبؤ الأفضل من بين طرق ثلاثة سابقة الذكر، حيث يتم مفاضلة بينهم من خلال مقياس جذر متوسط الخطأ التربيعي والخطأ المطلق ومتوسط النسبة المئوية للخطأ المطلق فتبين أن طريقة GRU تعطي أفضل أداء وأكثر دقة.

المبحث الثالث: تحليل ومقارنة الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية

بعد المرحلة السابقة التي تمثلت في عرض الدراسات السابقة، نقوم في هذا المبحث بتحليل ومقارنة جل الدراسات في جدول من أجل التعقيب وإستخراج أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات ومقارنتها مع الدراسة الحالية لتوضيح وعرض فجوة الدراسة الحالية.

المطلب الأول: عرض ملخص الدراسات السابقة

يوضح الجدول (01-03) عرض صورة مبسطة لملخص الدراسات السابقة بشكل يسمح بفهم ومعرفة أهم العناصر الأساسية في كل دراسة وإستخراج أوجه التشابه والاختلاف سوف يعرض في النقطة الموالية

الجدول رقم (01-03): ملخص الدراسات السابقة

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

رقم	اسم الباحث والسنة	عنوان الدراسة	المنهجية	فترة الدراسة وحجم العينة	النتائج
01	(الخياط و زكي، 2005)	إستخدام الشبكات العصبية في التكهّن بالسلسلة الزمنية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الموصل	الشبكات العصبية الاصطناعية و-Box Jenkins	15 جوان 2003 إلى 25 سبتمبر 2003 103 مشاهدة مدينة الموصل دولة العراق	أسلوب الشبكات العصبية متفوق على طريقة بوكس وجنكيز
02	(مقري و شنه، 2014)	التسويق العكسي كألية لترشيد الإستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية: دراسة إستطلاعية لآراء عينة من المستهلكين في مدينة	المنهج الإحصائي الوصفي والإستدلالي "الإستبيان"	2014 توزيع إستبيان على 30 مفردة باتتة	إستراتيجية القطع المبرمجة للكهرباء غير فعالة في عملية ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية في حين باقي العوامل أظهرت تغير في عملية إستهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع العائلي
03	(ديلمي و دلهوم، 2016)	نمذجة الطلب على الكهرباء للقطاع العائلي في الجزائر وفقا لنموذج H. r Linden	H. r Linden	2009-1970 40 مشاهدة الجزائر	نموذج الثاني الذي يحتوي على متغير عدد المشتركين في الكهرباء يعطي نتائج أكثر دقة من النموذج الأول الذي به عدد السكان

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

04	(سعيداني و محمدي، 2017)	واقع وأفاق قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر	المنهج الوصفي التحليلي	2008-2013 الجزائر	كمية الوقود تشكل عبئا على الإقتصاد كما أكدت على ضرورة اللجوء إلى مصادر بديلة من أجل تغطية الطلب
05	(قادري و مكيدش، 2017)	دراسة مقارنة بين طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية بوكس وجنكيز للتنبؤ بمبيعات الكهرباء	الشبكات العصبية الاصطناعية و-Box Jenkins	جانفي 2010 إلى ديسمبر 2015 72 مشاهدة الجزائر	النموذج الأنسب والأكثر دقة هو نموذج القياسي Box-Jenkins لأن القيم التي تم التنبؤ بها قريبة من القيم الحقيقية
06	(عتروس، 2017- 2018)	إستخدام منهجية بوكس جنكيز والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية بمؤسسة سونلغاز	الشبكات العصبية الاصطناعية و-Box Jenkins	إستهلاك الشهري من 2014 إلى غاية 2017 بسكرة	منهجية بوكس وجنكيز تفوقت على الشبكات العصبية لأنها أعطت أفضل وأكثر دقة للقيم متنبأ بها
07	(حسام الدين، مقدسي، و سهيل سلمان، 2018)	إستخدام الشبكات العصبونية في التنبؤ قصير الأمد بالحمل	الشبكات العصبونية	1 جويلية 2010 إلى غاية 31 جويلية 2010	الشبكة العصبية المقترحة ذات كفاءة عالية ودقة جيدة في عملية التنبؤ

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

	الكهربائي في محافظة طرطوس	محافظة طرطوس في الجمهورية العربية السورية	
08	(خير بك، سليمان احمد، و سليمان، 2019)	تصميم نظام ضبابي هرمي للتنبؤ بأداء الشبكات الكهربائية	ضبابي هرمي
09	(سواني و سليمان زواري، 2019)	دراسة تنبؤية للاستهلاك طاقة الكهرباء في المجال الزراعي بالجزائر لعام 2025	التحليل الإحصائي القياسي باستخدام برمجية EViews
10	(دين و زرواط، 2019)	التنبؤ بالطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الشمسية في الجزائر باستخدام منهجية بوكس جنكيز	Box-Jenkins
11	(بلعدي، 2020)	دور إستهلاك الطاقة الكهربائية في تفعيل البعد الإقتصادي للتنمية المستدامة في	دراسة قياسية تحليلية باستخدام برمجية SPSS23
		وجود علاقة إيجابية بين نصيب الفرد من إجمالي الناتج وإجمالي الإنفاق الوطني من إجمالي الناتج المحلي	2018-2019 29 مشاهدة الجزائر
		إتضح أن طريقة Box-Jenkins لها دور فعال في عملية التنبؤ كما أظهرت أن عامل الموسمي له تأثير على الكمية الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية	جانفي 2017 إلى جوان 2018 36 مشاهدة الجزائر
		توصلت الدراسة إلى أن النظام الضبابي الهرمي يعطي صورة عن كيفية معالجة عند وجود أي عطل في الشبكة	مدينة جبلة في سورية

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

والنمو السكاني على كمية الطاقة الكهربائية			الجزائر -دراسة قياسية تحليلية		
توصلت الدراسة إلى أن نموذج ARIMA أفضل من نموذج الجار الأقرب	2019-1980 الجزائر	ARIMA وطريقة الجار الأقرب-k	دراسة مقارنة بين نماذج ARIMA وطريقة الجار الأقرب-k للتنبؤ بإستهلاك الكهرباء في الجزائر خلال الفترة 2019-1980	(ساهد و قهوي، 2020)	12
منظومة الطاقة الكهربائية تعاني من تدني كفاءة شبكة النقل والتوزيع هذا ما يزيد من إستهلاك الوقود	2016-2006 دولة العراق	المنهج الوصفي التحليلي	تحليل مؤشرات الطاقة الكهربائية في العراق للمدة 2016-2006	(احمد البطاط و باسم محمد، 2021)	13
نتائج المركبة الأساسية تقارب البيانات الأصلية كما تشير نسبة الخطأ المطلق لإختبار أداء النموذج على مدى دقة النموذج	2010 /4/1 إلى غاية 2011/3/31 مدينة الموصل في دولة العراق	الشبكة العصبية الاصطناعية	التنبؤ بالحمل الكهربائي الحساس للطقس بثلاث مكونات باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية	(الناصرى و الحفاظ ، 2021)	14

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

15	(فتان و بن معمر ، 2021)	العلاقة بين إستهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الإقتصادي في الجزائر دراسة قياسية للفترة (1990- 2019)	في التحليل على دالة كوب دوغلاس والعمل على تقدير النموذج بالإنحدار الذاتي لفجوات المتباطئة ARDL والإختبار السببية جر نجر المطور للمدى الطويل لهو تودا ياما موتو	1990-2019 30مشاهدة الجزائر	وجود علاقة سببية أحادية الإتجاه من رأس المال إلى الناتج المحلي الإجمالي في المدى الطويل في حين لا توجد علاقة طويلة المدى بين متغير إستهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الإقتصادي وهذا ينطبق على فرضية الحياد
16	(صيد و بن منصور، 2021)	دراسة قياسية لأثر انتاج الطاقة الكهربائية البديلة من النفائات على حجم الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية خلال الفترة 1990- 2018	إختبار الارتباط الذاتي بين الأخطاء العشوائية وإختبار التوزيع الطبيعي	1990-2018 29مشاهدة دولة الجزائر ودول العالم	وجود علاقة طردية وذات معنوية إحصائية بين المتغير التابع الذي يمثل إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم والمتغير المستقل الذي يمثل إنتاج الطاقة الكهربائية من النفائات الصناعية
17	(بوهنة، 2021)	التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية في	Box-Jenkins	2019-1990 30 مشاهدة	عملية التنبؤ تعطي صورة للتخطيط المستقبلي في العمليات الإنتاجية أو

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

			الجزائر حتى أفاق 2030 بإستعمال منهجية بوكس جنكيز		الإستهلاكية لمواجهة الطلب الزائد في السنوات المقبلة والتخطيط لوضع بدائل لتغطية الطلب
18	(قريشي و مخلفي، 2022)	نمذجة الطالب العائلي على الكهرباء والتنبؤ به في ولاية ورقلة بإستخدام	Box-Jenkins	2014-2019 تمثلت العينة في إستهلاك شهري للكهرباء 72 مفردة ولاية ورقلة	نموذج SARMA هو الملائم للتنبؤ بإستهلاك العائلي للكهرباء خلال فترة 24 شهر.
19	(ساهد و قهوي ، 2022)	التجهين بين شبكة دالة الأساس الإشعاعية RBFN ونماذج ARIMA في التنبؤ بإستهلاك الكهرباء في الجزائر للفترة 2019-1980	دالة الأساس الإشعاعية RBFN ونموذج ARIMA	2019-1980 الجزائر	النموذج الهجين أفضل من نموذج ARIMA في عملية التقدير والتنبؤ بكمية إستهلاك الكهرباء لأنها ذات أقل متوسط المربعات وأقل جذر متوسط المربعات
20	(الجيلي فضل المولى محمد، 2022)	إستخدام الشبكات العصبية لتقدير تكلفة إستهلاك الكهرباء	الشبكات العصبية الاصطناعية	جمع بيانات 100 منزل مدينة القطينة بولاية النيل الأبيض	أداء الشبكات العصبية جيد لأن القيم التي تم التنبؤ بها قيم متقاربة من القيم الحقيقية

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

21	(بن العادية ، 2022)	إستخدام نماذج الشبكات العصبية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية بولاية أدرار	الشبكات العصبية الاصطناعية	بيانات أسبوعية للطاقة الكهربائية من جانفي 2012 إلى غاية ديسمبر 2021 لولاية أدرار	توصلت الدراسة إلى أن الشبكات العصبية فعالة في عملية التنبؤ بالقيم المستقبلية لمبيعات الكهرباء لولاية أدرار
22	(ساعي، اسير، جولحة، و مهنا، 2022)	تحليل خوارزميات العقدة والتصنيف لتنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية	إستخدام تقنيات التنقيب في البيانات بخوارزمية آلة شعاع الدعم SVM والغابات العشوائية والشبكات العصبية	2020-2018 مدينة اللاذقية لدولة سورية	أثبتت النتائج أن الغابات العشوائية والشبكات العصبية أكثر دقة أما خوارزمية آلة الشعاع الدعم تعطي أقل دقة
23	(ساعي ، اسير، جولحة، و مهنا، 2023)	التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام شبكات RNN	الشبكات العصبية التكرارية RNN والشبكات العصبية الكثيفة DNN	2020-2018 تمثلت العينة في 93500 قيمة إستهلاك كل ربع ساعة في مدينة اللاذقية	التقنيات الذكية تسمح بإنشاء نماذج فعالة في عملية التنبؤ كما أن طريقة التقسيم المتتالي القائمة على الوقت لها قدرة على العمل بشكل أكثر دقة حيث سمحت بتحديد أقل نسبة إستهلاك للكهرباء لخدمة جميع المرافق
24	(Beata & Iedrzej, 2013)	Analysis of energy market using data mining methods	طرق التنقيب في البيانات وهي الإنحدار والشبكات العصبية MLP وخوارزمية آلة	2011-2007 العينة تقدر 1818 بولندا	إستخدام الشبكات العصبية MLP تعطي أفضل تنبؤ لأنها ذات فروقات صغيرة

		المتجهات الدعامة SVM			
25	(Rathod & Dev Garg, 2016)	Regional electricity consumption analysis for consumers using data mining techniques and consumer meter reading data	تقنيات التنقيب في البيانات بإستخدام خوارزمية التجميع K-means	الإستهلاك الشهري للكهرباء لسنة 2013 مدينة سأنجلي لدولة الهند	إستهلاك الكهرباء يختلف من منطقة لأخرى حيث نجد في مناطق الأراضي ومناطق الطريق السريع يكون فيها إستهلاك أعلى مقارنة مع المناطق أخرى
26	(Nepal, Yamaha, Yokoe, & Yamaji, 2019)	Electricity load forecasting using clustering and ARIMA model for energy management in buildings	Arima و K-means	2018-2017 8760 مشاهدة مباني الجامعية تشوبوا في اليابان	طريقة K-mean أفضل في عملية التنبؤ من طريقة ARIMA كذلك الطريقة المقترحة جيدة لتقليل الحمل الكهربائي في المباني قبل الوصول إلى الذروة
27	(Mohammed Ahmed Alamin, 2019)	Application of Artificial Neural Networks Model for Forecasting Consumption of Electricity in Gezira State,	الشبكات العصبية الاصطناعية	2018-2006 149 مشاهدة في ولاية الجزيرة لدولة السودان	الشبكات العصبية فعالة في عملية التنبؤ حيث تم التأكد من صحة التنبؤ كما تخفيض في إستهلاك الكهرباء يوفر فائض من الكهرباء وقيمة مرفقة للفاتورة

			-2006) Sudan (2018		
التجزئة الجديدة للمستهلكين تساعد نظام الطاقة على فهم إستهلاك والحصول على ملفات تعريف الأحمال المستهلكين والتنبؤ بها، وإكتشاف الخسائر والقيم المتطرفة.	شهر جوان إلى شهر ديسمبر 2018 250000 فاتورة كهرباء 30 منطقة مختلفة في طولكرم	خوارزمية K- Means التجميع	Data Mining Applications in Understanding Electricity Consumers' Behavior: A Case Study of Tulkarm District, Palestine	(Maher A. , 2019)	28
نموذج إنحدار المتجهات الداعمة SVR يمثل أكثر نموذج ملائمة لعملية التنبؤ والنموذج الإنحدار الخطي هو أضعف نموذج	2001-2017 17 مشاهدة دولة نيجريا	تقنية غابة الإنحدار العشوائي RRF والإنحدار الخطي LR، وإنحدار المتجهات الداعمة SVR والشبكات العصبية ANN	Empirical Comparison of Time Series Data Mining Algorithms for Electrical Power prediction	(Folorunso, Taiwo, & Olatayo, 2019)	29
قطاع السكان له تأثير الأكبر على إستهلاك الكهرباء في كل القطاعات الستة سابقة الذكر لأن عدد المشتركين في القطاع يؤثر على الكمية المستهلكة	1994-2014 252 مشاهدة شمال شرق إيران	إستخدام طريقة شجرة القرار والإنحدار والشبكات العصبية	Development of a Data Mining System for Subscriber Classification (Case Study: Electricity	(PEYK & SHAHBAHRAMI, 2019)	30

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

من الكهرباء ثم تاليها الرطوبة وفي الأخير درجة الحرارة			Distribution Company)		
نموذج الغابة العشوائية يعطي أفضل تنبؤ لإستهلاك الطاقة مقارنة مع بقية النماذج كما أظهرت النتائج أن إستهلاك الطاقة في أيام الأسبوع المرتفع والمنخفض في العطلة	2018 356 يوم لمدينة غوانيانغ في كوريا الجنوبية	طريقة الإنحدار الخطي العام وأشجار التصنيف وطريقة آلة المتجهات الداعمة، طريقة الجار الأقرب وفي الأخير طريقة الغابة العشوائية	Industry Energy Consumption Prediction Using Data Mining Techniques	(Sathishkumar, et al., 2020)	31
تبين أن النموذج المقترح يقدم أفضل تنبؤ لإستهلاك الكهرباء مقارنة بنموذج الذكاء الاصطناعي، SVM و ANN الموجودة في دراسات السابقة	2017-1994 24 مشاهدة الكاميرون	نموذج العصبي الغامض Gray-ANFIS0-PSO	Forecasting of Electrical Energy Consumption of Households in a Smart Grid	(Felix, Camille , Alexandre , & Pierre , 2021)	32
إتضح أن ARIMA تعطي أفضل تقدير للتنبؤ كما تساعد في معرفة أوقات الذروة وبالتالي تحسين إدارة الطلب على الكهرباء بكفاءة وفعالية	جوان 2018 إلى غاية ديسمبر 2019 19 شهر طولكرم في فلسطين	منهجية التصنيف بخوارزمية KNN و ARIMA	Household Electricity Load Forecasting Toward Demand Response Program Using Data Mining Techniques in a Traditional Power Grid	(Maher A. , 2021)	33

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

34	(Chekouri & Sahed, 2022)	Forecasting Electricity Consumption in Algeria Using Artificial Neural Networks	الشبكات العصبية الاصطناعية	2016-1980 الجزائر	نمذجة إستهلاك الكهرباء كدالة للمؤشرات الإقتصادية يظهر أداء أفضل من نموذج إدخال الوقت
35	(H, M. T, B, & A. J, 2022)	Comparison of Deep Learning Architectures for Short-Term Electrical Load Forecasting Based on Multi-Modal Data	الشبكات العصبية التلافيفية أحادية البعد وثنائية البعد وأجهزة التشفير التلقائية المكسدة لتقليل الضوضاء	2016-2013 الجزائر	تبيين أن المرحلة الثالثة ذات كفاءة عالية من خلال دمج البيانات متعددة الوسائط وأن بنية النموذج المدمج CCN 1D هو أفضل CCN 2D
36	(J. F, F. Martí'nez, & A, 2022)	A deep LSTM network for the Spanish electricity consumption forecasting	LSTM الشبكات العصبية ذات الذاكرة طويلة قصيرة المدى	جانفي 2007 إلى جوان 2016، عدد المشاهدات 497832 لمدة تسعة سنوات ونصف إسبانية	يعطي نموذج الشبكات العصبية ذات الذاكرة طويلة قصيرة المدى أفضل أداء بالمقارنة مع الطرق التي سبق معالجتها
37	(Sahed & Kahoui , 2023)	Electricity Consumption Forecasting in Algeria using ARIMA and Long Short-	ARIMA والشبكة العصبية ذات الذاكرة طويلة المدى	2020-1990 الجزائر	بناء على معايير الجودة نجد أن طريقة LSTM لديها أقل قيمة لجذر متوسط مربع الخطأ ومتوسط النسبة المئوية المطلقة ونتيجة إلى ذلك فإنها تعطي أفضل أداء وأكثر دقة للتنبؤ

الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة

			Term Memory Neural Network		
تبين أن طريقة GRU هي الأفضل لأنها تعطي أداء جيد	1 سبتمبر 2021 إلى غاية 31 أوت 2022 فلسطين	إستخدام خوارزميات LSTM, التعلم العميق, RNN GRU	Electrical Load Forecasting Using LSTM, GRU, and RNN Algorithms	(Abumohsen, Yousef Owda , & Owda, 2023)	38
LSTM- تفوق نموذج المحسن Seq2Seq على بقية ثلاث نماذج الأخرى	31-12-2014 إلى 00:00+23:00:00 غاية 16-05-2017 00:00+21:00:00 لأتلانتا في الولاية المتحدة الأمريكية، سويسرا	LSTM ،نموذج الذاكرة العميقة DBN وآلة ناقل الدعم SVM، نموذج LSTM-محسن Seq2Seq	An improved LSTM-Seq2Seq-based forecasting method for electricity load	(Mu, Wang, Zheng, & Gao, 2023)	39
من بين طرق التحليل المقترحة التحليل الهجين DH يعطي دقة أعلى	جانفي 1990 إلى جوان 2020 354 شهر دولة الباكستان	تحليل على أساس خطوط الإنحدار DRS وتحليل على أساس خطوط التجانس DSS وتحليل الهجين DH مع طريقة مرجعية DSTL	Multiple Novel Decomposition Techniques for Time Series Forecasting: Application to Monthly Forecasting of Electricity Consumption in Pakistan	(Iftikhar , Bibi , Canas Rodrigues, & Linkolk López-Gonzales , 2023)	40

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على الدراسات السابقة

المطلب الثاني: التعقيب على الدراسات السابقة

يعطي هذا المطلب صورة التغير التي تعكسها الدراسة عن بقية الدراسات السابقة، والتي تتمثل في الإضافة العلمية أو ما تعرف بالفجوة البحثية لدى بعض الدراسات نلخصها ضمن هذا المطلب في ثلاثة نقاط حيث النقطة الأولى تتمثل في أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات والثانية جوانب الاستفادة من الدراسات السابقة أما النقطة الأخيرة تنص على مميزات الدراسة الحالية عن بقية الدراسات السابقة؛

أولاً: أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات السابقة

من خلال ملخص الدراسات السابقة نجد أن الدراسات تناولت موضوع الطاقة الكهربائية مع عدة متغيرات ومؤشرات تؤثر على إستهلاك الكهرباء مع إختلاف طريقة المعالجة من دراسة إلى أخرى، حيث نجد دراسات عالجت التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية بالطرق القياسية والتحليلية وكذلك التنقيب في البيانات بإستخدام مجموعة الخوارزميات المختلفة، ومنهم من جمع بين طريقتين، أما بالنسبة لفترات معالجة الدراسة هي أخرى متنوعة بين الحديثة والقديمة، بالإضافة إلى نقاط عديدة التي تخلق أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات والتي نوجزها في مجموعة من نقاط حسب أساسيات التي تعتمد عليهم كل دراسة والتي كما يلي:

❖ حسب أسلوب المعالجة:

نجد العديد من الدراسة المحلية إنحسرت طرق معالجتها بإستخدام أسلوب الشبكات العصبية والطرق القياسية كطريقة بوكس وجنكيز Box-Jenkins والانحدار الخطي LR ، أما الدراسات الأجنبية تنوعت طرق معالجتها بين الطرق التقليدية والحديثة مع التركيز بشكل كبير على تقنيات التنقيب في البيانات بمختلف الأدوات "خوارزمياتها" خاصة الأدوات التصنيف والتجميع كالشبكات العصبية و K-means، خوارزمية آلات متجهات الدعم SVM، فمنها من اقتصر على إستخدام تقنية الشبكات ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى ومنها من قامت بدمج مجموعة من أساليب أخرى معها من أجل المفاضلة بينهم.

❖ حسب فترة المعالجة:

إختلفت فترات معالجة الدراسات من دراسة إلى أخرى، حيث تنوعت بين دراسات حديثة وقديمة، فأقدم دراسة كانت فترة معالجتها في 1970 وأحدثها 2022، أما عن سلسلة بيانات إستهلاك الكهرباء تم أخذها خلال ساعات، والأيام، الأشهر والسنوات.

❖ حسب حجم العينة:

يختلف حجم العينة من دراسة لأخرى حيث نجد الأساليب التقليدية مثل Box-Jenkins، الإنحدار الخطي LR، إستعملت عدد قليل من المشاهدات، ليس كما هو الحال عند إستخدام تقنيات التنقيب في البيانات مثل LSTM، نموذج الذاكرة العميقة DBN وآلة ناقل الدعم SVM، نموذج محسن LSTM-Seq2Se، وخوارزمية K-Means التي تستعمل عدد كبير من المشاهدات من أجل إستخراج أنماط مخبأة داخل قواعد البيانات المجمعة.

❖ حسب متغيرات الدراسة:

إعتمدت جميع الدراسات على متغير إستهلاك الطاقة الكهربائية كمتغير أساسي تابع سواء كان يتعلق بالإستهلاك الإجمالي لدولة ما أو لمنطقة معينة أو إستهلاك مجموعة من المنازل حيث تم أخذه خلال فترات زمنية مختلفة "بالساعات، أيام، لأشهر، والسنوات" حسب كل دراسة، مع متغير الزمن كمتغير مستقل أو متغيرات مستقلة أخرى مثل سعر الوحدات المستهلكة، تاريخ الفاتورة، درجة الحرارة والرطوبة، عدد المشتركين، نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي وإجمالي الإنفاق الوطني من إجمالي الناتج المحلي، والنمو السكاني بالإضافة إلى الإستثمار المباشر... وغيرها.

❖ برمجيات المعالجة:

تنوعت البرامج المستخدمة في معالجة البيانات بين الدراسات حيث نجد الأساليب القياسية إستعملت برمجية Gretel وبرمجية Eviews غير أن هذه الأخيرة تستعمل بكثرة مقارنة مع برمجية Gretel، أما عن تقنيات التنقيب في البيانات تنوعت برمجيات معالجتها بين MATLAB وStatistica12 ولغة البرمجة R بالإضافة إلى WEKA كونها لها قدرة على معالجة البيانات بتقنيات مختلفة تسمح بإعطاء نتائج قيمة التي لا يمكن الوصول إليها بالبرامج الأخرى.

❖ أهم ما توصلت إليه الدراسات السابقة:

بناءً على معايير الجودة لجدر متوسط مربع الخطأ ومتوسط النسبة المئوية المطلقة وغيرها من المعايير التي تعطي أفضل أداء وأكثر دقة للتنبؤ نجد أن الطريقة "LSTM" التي سوف نعتمد عليها في الدراسة الحالية قد أعطت نتائج جد إيجابية في الدراسات السابقة ما يدل على مدى أهميتها في عملية التنبؤ،

ثانياً: جوانب الإستفادة من الدراسات السابقة

إنطلاقاً من الدراسات السابقة تم تلخيص عدة جوانب إيجابية تساهم في ضبط موضوع البحث والتي نوجزها في النقاط التالية:

- ❖ إعطاء نظرة متعددة الأبعاد حول موضوع الدراسة ما تمكن الباحث من عدم الوقوع في التكرار؛
- ❖ تحديد مختلف المتغيرات التي ذات صلة بموضوع البحث ومعرفة نوع العلاقة التي تربطه مع المتغير الأساسي؛
- ❖ تنشيط ذهن الباحث من أجل بلورة رؤية بحثية مميزة تعطي إضافة علمية جديدة أو إثبات صحة نظرية أو نفيها؛
- ❖ التعرف على مختلف البرمجيات التي لها القدرة على معالجة البيانات الكبيرة بطرق وتقنيات متطورة ومتى يتم الإكتفاء باستخدام برمجيات البسيطة،
- ❖ إختيار التقنية المناسبة للدراسة إنطلاقاً من نوع المتغيرات والتعرف على آلية عمل التقنية؛

ثالثاً: مميزات الدراسة الحالية عن بقية الدراسات السابقة

إنطلاقاً مما سبق عرضه من الدراسات السابقة حاولنا جاهدين توظيف عدة دراسات متنوعة تعمل على تشخيص دقيق للمشكلة ومعالجتها، ما يجعلها تتميز على الدراسات السابقة من الجانب النظري والتطبيقي والتي نوجزها في النقاط التالية:

1- من الجانب النظري:

- ❖ التعرف على جميع تقنيات التنقيب في البيانات ومعرفة فروعها والتمييز بينهم في كيفية إختيار التقنية التي تناسب نوع البيانات؛
- ❖ إعداد إطار نظري وتحليلي حول محطات توليد الطاقة الكهربائية ومعرفة طريقة عملها؛
- ❖ تعرف على مختلف سناريوهات إجمالي إنتاج وإستهلاك الطاقة الكهربائية وتحليلها بالإضافة إلى تحليل إستهلاك كل قطاع؛
- ❖ التخصص في مجال الإستهلاك المنخفض للطاقة الكهربائية في ولاية غرداية؛

❖ عرض مفصل حول أنواع التعريفات الكهربائية "الطريف" المخصص لكل مستهلك سواء أصحاب الإستهلاك المنزلي أو الإستهلاك غير المنزلي ما يجعل لهم القدرة على التمييز ومعرفة الطريف الأنسب من أجل تخفيض الفاتورة؛

❖ إتاحة مجموعة من الخيارات التي تسهل الزبون عملية تسديد الفاتورة الكهربائية في أقل وقت وأقرب مكان مخصص للتسديد؛

2- من الجانب التطبيقي:

❖ تحديد عينة من مستهلكي التوتر المنخفض للطاقة الكهربائية، حيث تشمل العينة مستهلك منزلي ومستهلك غير منزلي؛

❖ المدة الزمنية للمعالجة حديثة من 2021Q1 إلى غاية 2023Q3 وهذا ما يعادل 11 ثلاثي؛

❖ دراسة حوالي 112820 مستهلك منزلي و 14688 مستهلك غير منزلي وهو عدد مقبول من المشاهدات يسمح بتطبيق أحد تقنيات التنقيب في البيانات؛

❖ إختيار متغير إستهلاك الطاقة الكهربائية كمتغير تابع من أجل التنبؤ؛

❖ العمل على بناء ثلاث نماذج للتنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية، الأول خاص بالإستهلاك المنزلي، والثاني يمثل إستهلاك المحلات التجارية والإقتصادية، والثالث يعطي صورة عامة حول استهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض؛

❖ إستخدام خوارزمية الشبكات العصبية ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى كونها تواكب نوع البيانات؛

❖ الإعتماد على أكثر من برمجية لمعالجة متغيرات الدراسة Excel و Python.

خلاصة الفصل:

عمل هذا الفصل على الإلمام بمختلف دراسات السابقة التي لها صلة بموضوع الدراسة منها دراسات محلية وأخرى أجنبية والبالغ عددهم الإجمالي أربعون دراسة تجسدت باللغة العربية والأجنبية، تم تقسيم الدراسات السابقة على مبحثين دراسات محلية ودراسات أجنبية على التوالي، أما المبحث الثالث تحليل ومقارنة الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية والذي يحمل في طياته جدول يلخص الدراسات، بالإضافة إلى تعقيب عليها من خلال إبراز أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات السابقة التي تم عرضها وجوانب الاستفادة منها، وفي الختام ما يميز الدراسة الحالية على الدراسات السابقة.

ما تم استخلاصه أن الدراسات السابقة الأجنبية عالجت التنبؤ بإستهلاك الكهرباء بطرق حديثة ومتغيرات متنوعة على غرار الدراسات السابقة المحلية التي معظمها بالتقريب اقتصر في عملية التنبؤ على سلسلة إستهلاك الكهرباء فقط دون إدراج متغيرات مفسرة مع استخدام طرق تقليدية في المعالجة كالإجراءات التحليلية والقياسية إلا القلة التي كانت بخلاف ذلك، مما يظهر لنا الإضافة العلمية للدراسة الحالية والتي تمثلت في التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض لثلاث نماذج متنوعة التي سبق ذكرها باستخدام الشبكات العصبية العميقة LSTM التي تعد أحد أهم خوارزميات التتقيب في البيانات،

وفي الأخير يمكن القول على أن الدراسات السابقة تعطي نظرة ثاقبة مهمة تساهم بشكل كبير في نجاح الدراسات التي ذات صلة بموضوع البحث من خلال ضبط وإبراز المعالم الأساسية التي تبني عليها الدراسة، كالأشكال المطروحة، متغيرات الدراسة، طرق المعالجة، بالإضافة للاستفادة من النتائج المتوصل إليها من خلال مقارنة بين أحد دراسات السابقة بموضوع الدراسة الجديدة مع تغيير الأسلوب المستعمل في المعالجة كاستعمال أحد خوارزميات الذكاء الاصطناعي، أو التعلم العميق، ...إلخ.

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لإستخدام
تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ
بإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر
المنخفض لولاية غرداية

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

تمهيد:

يؤطر هذا الفصل الجانب التطبيقي المستخدم في معالجة موضوع الدراسة، حيث يهتم بعرض الأساليب والطرق والأدوات المستخدمة ابتداء من مجتمع وعينة والمنهج المتبع وصولاً إلى بناء نموذج باستعمال خوارزميات وتقنيات التنقيب في البيانات؛

تم استخدام مجال التنقيب في البيانات في عدة دراسات وميادين مختلفة وبأساليب وطرق متنوعة من برمجيات وخوارزميات مثل الشبكات العصبية الاصطناعية والغابات العشوائية، وخوارزميات الجار الأقرب ... وغيرها من الخوارزميات من قبل الباحثين والمختصين بغية معالجة كميات هائلة من البيانات التي يستعصي حلها بالأساليب والطرق التقليدية إذ تختصر هذه التقنية المزيد من الوقت والجهد أثناء استخراج الأنماط والمعارف الجديدة، كما تنوعت برمجيات المستخدمة من PYTHON, R, MATLAB.

تمثلت هيكلية هذا الفصل في بناء نماذج تطبيقية جسد تقنيات التنقيب في البيانات على عينة من مستهلكي الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لسكان ولاية غرداية من خلال استخدام خوارزميات الشبكات العصبية طويلة قصيرة المدى LSTM بالاعتماد على برنامج Python و Excel.

وعليه سيتم تقسيم الفصل إلى ثلاث مباحث على النحو التالي:

- **المبحث الأول:** الأدوات والمنهجية المتبعة في الدراسة
- **المبحث الثاني:** النمذجة الإحصائية باستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية
- **المبحث الثالث:** مناقشة وتحليل النتائج المتوصل إليها

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتعنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

المبحث الأول: الأدوات والمنهجية المتبعة في الدراسة

يسعى هذا المبحث إلى توضيح الجزء التطبيقي للدراسة من خلال تحديد مجتمع وعينة الدراسة مع الإشارة للمتغير المستخدم، بالإضافة للشرح المفصل والدقيق للنماذج المطبقة، حيث يختص المطلب الأول بالأساليب الإحصائية المستعملة في معالجة متغيرات الدراسة أما المطلب الثاني النماذج المطبقة في الدراسة والمطلب الثالث الشبكات طويلة قصيرة المدى والشبكات العصبية التكرارية؛

المطلب الأول: الأساليب الإحصائية المستعملة في معالجة متغيرات الدراسة

يندرج في هذا المطلب متغيرات التي تم إستخدامها في الدراسة مع تحديد الأساليب والطرق التي تتم بها معالجة الدراسة، حيث تعددت الأساليب المستعملة خلال هذه المرحلة من أجل الحصول على نتائج المراد التوصل إليها بشكل أكثر دقة ومصادقية، تمثل العمل في هذا الجزء كالتالي:

أولاً: مجتمع وعينة الدراسة

تحدد هذه النقطة مجتمع وعينة الدراسة والتي كما يلي:

❖ مجتمع الدراسة:

إعتمدت الدراسة على مؤسسة سونلغاز من أجل الحصول على بيانات إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض لولاية غرداية حيث يقدر عددهم الإجمالي 377159 مستهلك، يصنف الإستهلاك في هذا التوتر إلى إستهلاك منزلي "السكان" وإستهلاك غير منزلي "كالمحلات ذات نشاط إقتصادي أو تجاري"؛

❖ عينة الدراسة:

تم إختيار عينة من المجتمع المدروس بها 127508 مستهلك، تتضمن العينة 112820 مستهلك منزلي و14688 مستهلك غير منزلي " ذو نشاط إقتصادي وتجاري".

ثانياً: المتغير المستخدمة في الدراسة

لمعالجة موضوع الدراسة والمتمثل في إستخدام تقنيات التنقيب في بيانات إستهلاك الطاقة تم إختيار متغير إستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض من أجل التعنبؤ، حيث قسمت بيانات الدراسة إلى ثلاث نماذج وهذا بالنظر إلى أن الإستهلاك في هذا النوع من الجهد يضم صنفين من المستهلكين كما ذكرنا سابقاً صنف يتمثل في الإستهلاك المنزلي وهو خاص بالسكان، والصنف الثاني خاص بالإستهلاك غير المنزلي

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

والذي يضم محلات التجارية والإقتصادية "سوبرماركت، المخازن، محلات الأكل السريع، محلات الألبسة..."، وعلى هذا الأساس تم دراسة كل صنف على حدة ثم دراسة الاستهلاك بصفة عامة للنوعين مع بعض، حيث تمثلت متغيرات الدراسة المستخدمة في النماذج فيما يلي:

النموذج الأول:

❖ يتمثل في متغير كمي يعبر عن الاستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية لدى السكان من الفترة 2021Q1 إلى غاية 2023Q3.

النموذج الثاني:

❖ يتمثل في متغير كمي يعبر عن الإستهلاك غير المنزلي والذي يشمل إستهلاك المحلات التجارية والإقتصادية من الفترة 2021Q1 إلى غاية 2023Q3.

النموذج الثالث:

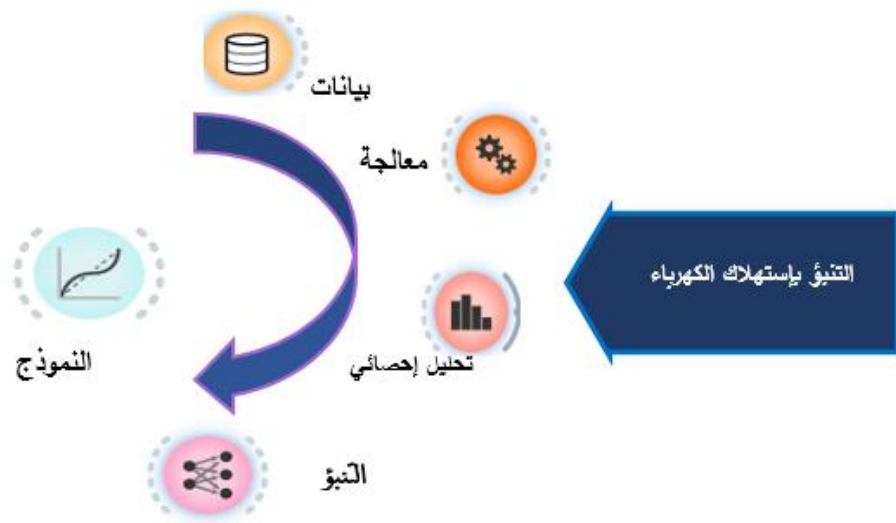
❖ يتمثل المتغير التابع في متغير كمي يعبر عن إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض بصفة عامة من الفترة 2021Q1 إلى غاية 2023Q3.

ثالثا: نموذج والأدوات الإحصائية المستخدمة في الدراسة

من المتعارف عليه أن لكل دراسة منهج متبع يحدد سيرورة العمل المعتمدة في الدراسة، حيث اعتمدنا في هذه الدراسة على المنهج الوصفي لمعالجة بيانات إستهلاك الطاقة الكهربائية التي تم الحصول عليها من مؤسسة سونلغاز لولاية غرداية من 2021Q1 إلى غاية 2023Q3 ما يقابل 11 ثلاثي، بالإضافة إلى مصادر ثانوية متمثلة في دراسات سابقة من أجل فهم ومعرفة أهم المصطلحات والمفاهيم المتعلقة بالدراسة لتتبع مراحل بناء النموذج، قسمت بيانات الدراسة إلى ثلاث نماذج، يدرس الأول الإستهلاك المنزلي لدى السكان، أما الثاني يدرس الإستهلاك غير المنزلي، والنموذج الثالث يدرس إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض بصفة عامة.

عرض النموذج: تم الإعتماد على نموذج شبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM والتي تعد أحد أنواع شبكات عصبية تكرارية المحسنة كونها تعمل على الأخذ بعين الإعتبار مشاكل التي تواجه الشبكات العصبية التكرارية، حيث يوضح الشكل (04-01) هيكل بناء النماذج الدراسة؛

الشكل رقم (04-01): هيكلية النماذج



المصدر: من إعداد الطالبة

المطلب الثاني: النموذج المطبق في الدراسة

يندرج تحت هذا المطلب نموذج المطبق في الدراسة بشكل أكثر دقة وتفصيل من خلال طريقة عمل الشبكات العصبية الاصطناعية ومكونات، طبقاتها، ودوالها وصولاً إلى مصدر الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى وطريقة عملها التي تعد أساس ومحور الدراسة الحالية؛

أولاً: الشبكات العصبية الاصطناعية

سوف نتعرف في هذه النقطة على الطريقة المعتمدة في الدراسة ابتداء من معرفة الشبكات العصبية الاصطناعية وآلية عملها وصولاً إلى الشبكات العصبية ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM والتي تعد محور الأساسي في الدراسة؛

- أنواع الشبكات العصبية الاصطناعية: للشبكات العصبية عدة تصنيفات تكون حسب مجموعة من المعايير قد تكون حسب طريقة التعلم أو حسب عدد الطبقات، أو قد تكون حسب وحدات المعالجة وطريقة الاتصال بها والتي كما يلي:

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتعنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

1- تقسيم الشبكات العصبية الاصطناعية من حيث نوع التعلم إلى ما يلي:

- **شبكات ذات التعلم المراقب:** يطلق على هذا النوع من الشبكات ذات التعلم المراقب أو التعلم بالإشراف لتدريبها في وجود المدخلات والمخرجات التي يتم الحصول عليها من المعلم الخارجي، أي أنها تحتوي على قيم للمدخلات والقيم للمخرجات حيث تقارن نتائج المتحصل عليها من المتغيرات الخارجية مع القيم الأصلية التي أدخلت وتكرر عملية تدريب إلى غاية الوصول إلى نتائج جيدة أو مقبولة.
- **شبكات ذات التعلم الغير المراقب:** تدرب وحدة الخرج من أجل الاستجابة للأنماط المدخلة ليس كما هو الحال في التعلم بالإشراف، يحتوي هذا النوع من التعلم على بيانات المدخلة فقط في عملية التدريب تعمل الشبكات على ايجاد واكتشاف الميزات الغير الظاهرة في عينيات التدريب من أجل استخدامها لتصنيف البيانات المدخلة إلى عينات مختلفة فيما بينها وتكون متشابهة في داخلها (جمعة درويش، 2018، صفحة 78).
- **التعلم بإعادة التدعيم:** هي طريقة تدمج بين طريقتين السابقتين "التعلم المراقب والتعلم الغير مراقب" أي يعتمد على تعلم بدون معلم إذ لا يفصح للشبكات العصبية عن القيم المخرجات الحقيقية مثل ما هو في التعلم المراقب بل يشار إليها بصحة النتائج أو أخطائها حيث تعدل الأوزان بالإستناد إلى مؤشر الصحة أو خطأ الإخراج فكلما كان المؤشر صائب كلما زادت الأوزان والعكس (عتروس، 2017-2018، صفحة 168).

2- تقسيم الشبكات حسب عدد الطبقات:

- **شبكات أحادية الطبقة:** في هذا النوع من الشبكات يوجه الاتصال وحدات المعالجة لطبقة المدخلات بوحدات المعالجة لطبقة المخرجات، حيث يدعى هذا النوع بالشبكات وحيدة الطبقة لأنه لا يتم حساب طبقة المدخلات لعدم حدوث أي عملية فيها.
- **شبكات متعددة الطبقات:** تحتوي شبكات المتعددة الطبقات على الطبقات الخفية " المخفية" تعمل على حل عدة مشاكل مستعصية تكون متواجدة بين طبقات المدخلات وطبقات المخرجات (حريري رفاعي ، 2017-1439، الصفحات 65-66).

3- تقسيم الشبكات العصبية تبعا لطريقة التغذية وتبعا لطريقة الإتصال بين وحدات المعالجة إلى ما يلي:

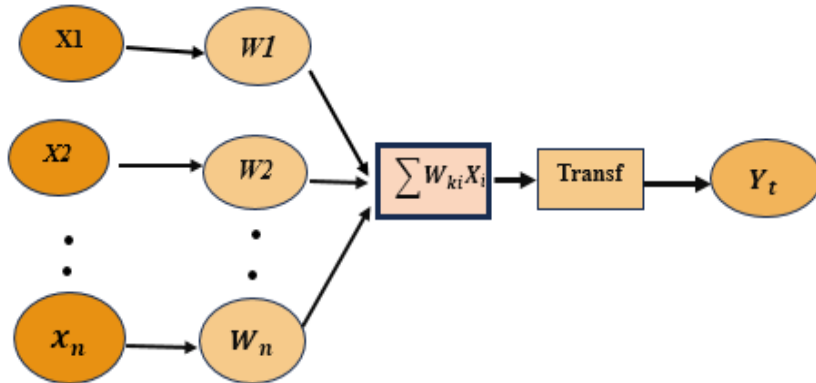
■ شبكات العصبية ذات التغذية الأمامية: (FFNN)

يتكون هذا النوع من طبقتين على الأقل، كما تحتوي على ما يسمى بالطبقات الخفية التي تتوسط طبقات الإدخال والإخراج، حيث يكون إنتقال جل العمليات الحسابية من طبقة الإدخال إلى طبقة الإخراج في إتجاه أمامي واحد (عبد الجادر عبد العزيز و طارق عبد المجيد، 2019، صفحة 276)، تتميز شبكات العصبية ذات التغذية الأمامية بتقسيم عصبوناتها إلى عدة طبقات لكل طبقة معينة مجموعة من العصبونات، حيث لا يسمح هذا النوع من الشبكات بالتغذية العكسية لوجود تغذية أمامية باتجاه واحد، كما أن نوعية التعلم فيها يتأثر بنوعية المعلومات حيث يخضع إلى التعلم المشرف عليه في حين أن عدد الطبقات المخفية تحدد على حسب كمية المعلومات المدخلة ودرجة تعقيد المسألة (بوعروري، 2018-2019، صفحة 108).

■ كيفية عمل طبقات التغذية الأمامية:

1. تستلم كل وحدة إدخال قيم المتغيرات المدخلة X_i ، حيث يتم إرسال هذه الأخيرة إلى كل وحدات الموجودة في الطبقة الخفية؛
2. تجمع القيم المدخلة X_i في الوحدات المخفية W_i كل وحدة متواجدة في طبقة الخفية؛
3. تقوم وحدات الإخراج بجمع القيم المدخلة بعد عملية ضربها في الأوزان W_i ثم تطبق حساب دالة التنشيط التابعة للقيم المخرجة (جاسم محمد و طلال جبار ، 2020، صفحة 230) .

الشكل رقم (04-02): بنية الشبكات العصبية ذات التغذية الأمامية

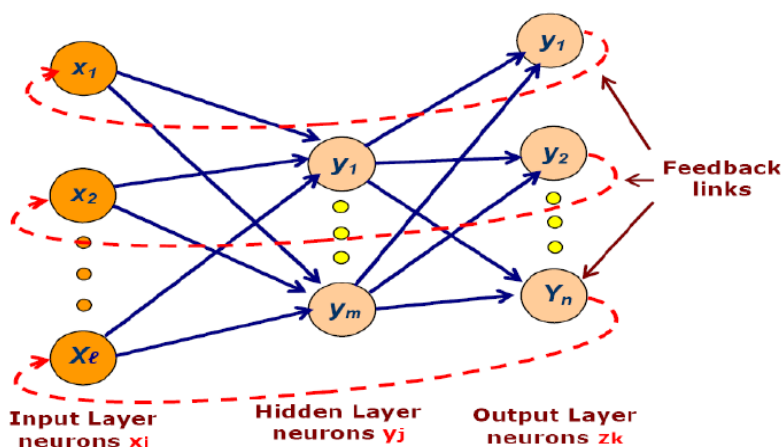


المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (Aldakheel, Satari, & Wriggers, 2021, p. 3)

■ الشبكات العصبية ذات التغذية العكسية:

تمتاز الشبكات العصبية ذات التغذية العكسية بترابط خلايا العصبونية للمدخلات مع بعضها أي ترتبط الطبقة بالطبقة المجاورة لها، كما لها خاصية ديناميكية لأنها في حالة تغير مستمر وصولاً إلى نقطة التوازن أو ما يدعى بالاستقرار، يحتوي هذا النوع على حلقة تغذية واحدة على الأقل مثل ما هو موجود في شبكات التغذية العكسية الذاتية (علي شهيد، 2018، صفحة 248).

الشكل رقم (04-03): الشبكات العصبية ذات التغذية العكسية



المصدر: (علي شهيد، 2018، صفحة 248)

■ الشبكات العصبية التنافسية:

يخضع هذا النوع من الشبكات إلى التعلم الغير مشرف عليه حيث تسمى بالشبكات التجميعية أو التجميع إذ تقوم على تجميع الأنماط التدريبية إلى مجموعات متشابهة في الأنماط ينسب كل نمط إلى التجميع الأقرب من خلال حساب المسافة بين مراكز التجميع والنمط (بوعروري، 2018-2019، صفحة 108).

■ الشبكات العصبية التكرارية:

تتأثر الشبكات العصبية التكرارية بقرارتها التي تعلمتها من الماضي ولا تتذكر ما تم تعلمه في مرحلة التدريب، حيث قد تنتج مخرجات مختلفة بالإعتماد على مدخلات التي تم إدخالها سابقاً في السلسلة وهنا نجد أن الشبكة تأثرت بقرارتها السابقة، فهي تتميز بذاكرة قصيرة المدى حيث تحتفظ بالمعلومات للفترات زمنية قصيرة، كما أنها تستعمل المخرجات الناتجة سابقاً كمدخلات في المرحلة الحالية ولمعالجة مشاكل

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

الشبكات العصبية التكرارية تم إنشاء شبكات العصبية ذات ذاكرة طويلة تمثلت في شبكات LSTM و GRU (Tekin, 2020, p. 4).

ثانيا: مكونات الأساسية للشبكات العصبية الاصطناعية

تتألف الشبكات العصبية الاصطناعية من الطبقات والأوزان والدالة العصبية التي تتمثل في جسم الخلية، وهي كالتالي:

1. **الطبقات Layers:** تتكون الشبكات العصبية من ثلاثة أنواع من الطبقات والتي تتمثل فيما يلي:
 - ✓ **الطبقات المدخلات Input Layer:** تمثل الطبقات المدخلات في المتغيرات المستقلة للدراسة التي تعبر عن المشكلة المطروحة، توزع المتغيرات على الطبقات حيث لكل مدخل صفة معينة يتم بها الدخول للشبكة؛
 - ✓ **الطبقات المخرجات Output Layer:** هي طبقات نهائية للشبكة العصبية تتمثل في المتغيرات التابعة تتألف من وحدات المعالجة التي يتوافق عددها مع متغيرات الاستجابة من خلالها يتم الحصول على نتائج نهائية أو تقوم بإعادة المخرجات النهائية كمدخلات للشبكة من أجل الحصول على قيم أكثر دقة وواقعية؛
 - ✓ **الطبقات الخفية أو ما يسمى الطبقات الوسيطة Hidden Layer:** تقع الطبقات الخفية بين الطبقات المدخلات والمخرجات، تستقبل الإشارات من الطبقات المدخلات عبر الأوزان من أجل إرسالها إلى طبقات المخرجات، كما تعمل عناصرها على التجميع المرجح الذي يأخذ بعين الاعتبار القيم الحدية (جمعة درويش، 2018، صفحة 79).

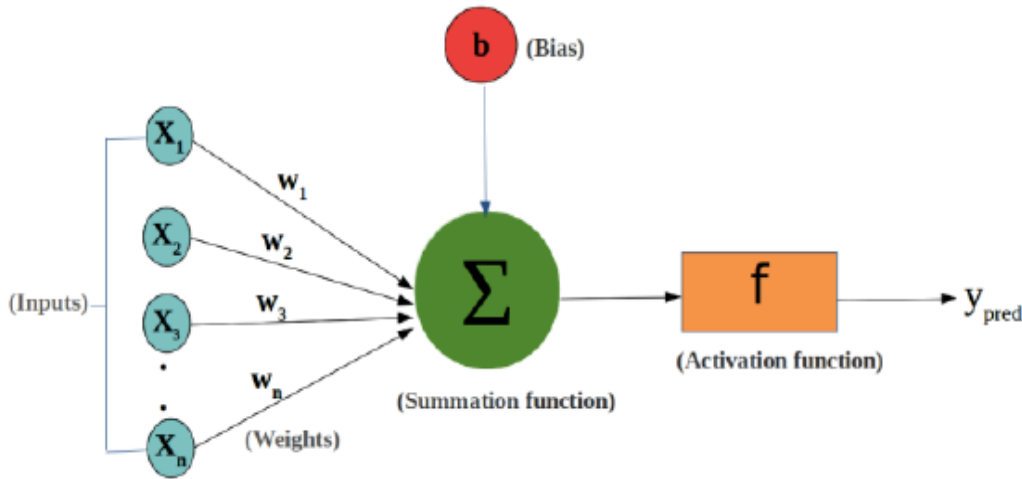
2. **الأوزان النسبية Weights:**

تعمل الأوزان على ربط الطبقات مع بعضها البعض لتحديد القوة النسبية للمتغيرات كل مدخل من المدخلات إذ تحدد كذلك مدى فعالية عقد الاتصال كما يمكن تعديل على الأوزان عن طريق التدريب والتعلم، ويرمز لها بالرمز $Wk1, Wk2, \dots, Wkp$

حيث يوجد في الشبكات العصبية ثلاثة أنواع من طبقات الأوزان وهي:

- طبقة الأوزان التي تكون بين المستويات الخفية؛
- طبقة الأوزان تتوسط الإدخال والمستوى الخفي؛
- طبقة الأوزان التي تتوسط المستوى الخفي ومستوى الإخراج (حمزة حسين علي المرشدي، 2021، صفحة 41)؛

الشكل رقم (04-04): مكونات الشبكات العصبية



المصدر: (Azhy , Balsam , Renas , & Hindreen , 2023, p. 536)

3. عناصر المعالجة: وتنقسم إلى دالة التجميع ودالة التنشيط أو ما يسمى بدالة التحويل:

- **دالة التجميع Summation Function**: تعد دالة التجميع أول معالجة التي تقوم بها وحدات المعالجة حيث يحسب متوسط الأوزان للمدخلات وحدات التي تمت معالجتها من خلال ضرب كل مدخل من المدخلات في وزنه ثم القيام بجمع حواصل الضرب كما هو موضح في الأسفل:

$$\sum_{i=1}^n W_{ki}X_i = W_{k1}X_1 + W_{k2}X_2 + \dots + W_{kn}X_n \dots (1)$$

- **دالة التحويل (دوال التنشيط) Transfer Function**: تسمى كذلك بدالة التنشيط تعمل على تحديد نوعية المخرجات إذ تأخذ بعين الاعتبار الأوزان ونوعية المدخلات، حيث هناك عدة أنواع من دوال التنشيط من بينها ما يلي:

✓ **دالة الخطوة**:

تسمى كذلك بدالة العتبة تكون مخرجات الدالة الخطية محصورة بين $[0,1]$ (بن نور و نايت مرزوق، 2019، صفحة 74) يكمن دور دالة الخطوة في تحويل القيمة المخرجة من وحدات المعالجة تساوي الواحد إذا كانت القيم المدخلة $z \geq 0$ ، وتصبح القيم المخرجة تساوي الصفر إذا كانت القيم المدخلة $z < 0$ كما هو موضح في المعادلة التالية:

$$f(z) = \begin{cases} 1 & \text{if } z \geq 0 \\ 0 & \text{if } z < 0 \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

✓ الدالة الخطية: في هذه الحالة مخرجات تكون مساوية للمدخلات الموزونة لوحدة المعالجة (شبيب و

غني، 2022، صفحة 74) ، كما هو موضح في المعادلة $f(z)=z$

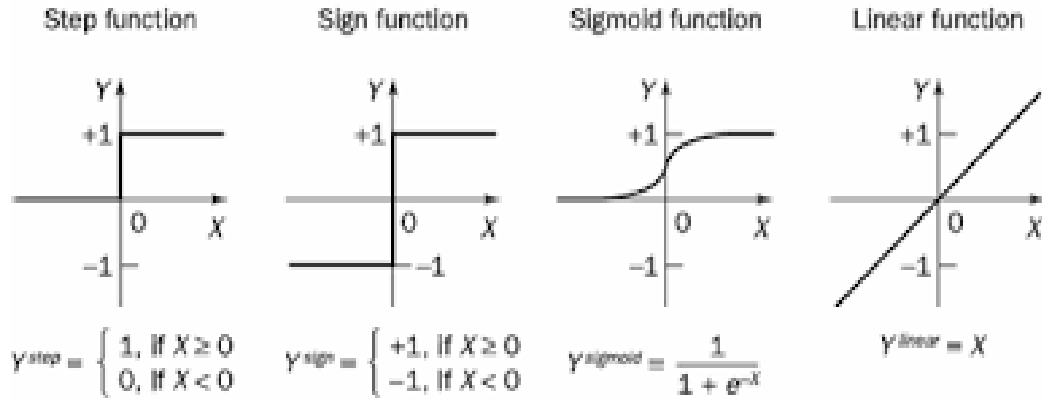
✓ الدالة الأسية: تدعى بدالة السينية أو بدالة السيكمويد تعمل على تحويل المخرجات لقيمة محصورة بين

[0.1]

✓ دالة الإشارة: تستعمل في تمييز بين الأنماط وتصنيفها في وحدات المعالجة حيث تتبع المعادلة التالية:

$$f(z) = \begin{cases} +1 & \text{if } z \geq \theta \\ -1 & \text{if } z < \theta \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

الشكل رقم (04-05): أنواع الدوال التنشيط



المصدر: (بوعروري، 2018-2019، صفحة 102)

المطلب الثالث: آلية عمل الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM

تعد تقنية التعلم العميق من بين أهم التقنيات المدرجة ضمن تقنيات التنقيب في البيانات، حيث تساهم بشكل كبير في إستخراج الأنماط وتحسينها من خلال مجموعة من الأدوات أو ما يعرف بالخوارزميات، يتم الإعتماد عليها بشكل كبير في المسائل المعقدة خاصة في حال البيانات المتسلسلة المعقدة ما يتطلب ذلك إستخدام شبكات عصبية متعددة الطبقات تسمح بمعالجة هذا النوع من البيانات المعقدة؛

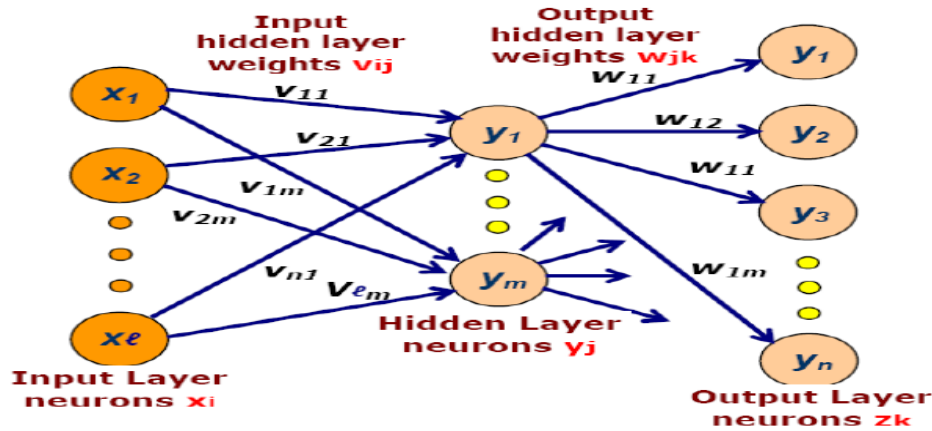
الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

إن مصدر الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى هو تحسين في الشبكات العصبية التكرارية نتيجة لوجود عدة أسباب والتي سوف يتم التعرف عليها في النقطة الموالية قبل الشروع في التعرف على شبكات LSTM؛

أولاً: الشبكات العصبية التكرارية

كما تم التعرف سابقاً على أن الشبكات العصبية التكرارية نوع معين من أنواع الشبكات التي لها القدرة على التنبؤ بالقيم المستقبلية من خلال معالجة البيانات المتسلسلة تتميز بحلقة تغذية مكررة من الشكل: $h_t = F(h_{t-1}, x_t)$ ، حيث يوضح الشكل الموجود في الأسفل بنية الشبكات العصبية التكرارية فهي تظهر بشكل أكثر تفصيلاً، غير أن قدرة التعلم في هذا النوع من الشبكات تتناقص في حال زيادة بُعد وكمية البيانات التي تعالج ما يجعلها غير فعالة؛

الشكل رقم (04-06): الشبكات العصبية التكرارية



المصدر: (علي شهيد، 2018، صفحة 249)

■ أنماط الشبكات التكرارية:

يوجد أنماط متنوعة للشبكات العصبية التكرارية حيث تختلف أنواع الأنماط حسب عدد المدخلات والمخرجات كما هو موضح:

(1) واحد لمتعدد (أي بمعنى دخل واحد لعدة مخرجات)؛

(2) متعدد لواحد (بمعنى عدة مدخلات لمخرج واحد)؛

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

3) متعدد لمتعدد (عدة مدخلات مقابل عدة مخرجات)؛

■ مشاكل الشبكات العصبية التكرارية RNN:

إن حساب التدرج يتضمن عمليات الضرب المتكررة باستمرار للأوزان W في كل خلية ما يؤثر سلباً على الشبكة من خلال إنفجار التدرج أو تلاشي التدرج من المعلومات السابقة للذاكرة، على سبيل المثال في حالة كان الرقم أكبر من الواحد سيؤدي ذلك إنفجار التدرج أما في حال أقل من الواحد سوف يؤدي إلى اختفاء التدرج باتجاه الصفر فمن هنا تتدخل الشبكات العصبية طويلة قصيرة المدى LSTM لحل و التغلب على مشكلة التلاشي والتعامل مع التبعيات طويلة المدى، أو بتدخل الوحدة التكرارية المبوبة GRU التي لها نفس عمل الشبكات طويلة قصيرة المدى (المالح، 2019، صفحة 56).

ثانياً: الشبكات العصبية ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى

توجهنا في دراستنا هذه إلى الشبكات العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM لعدم الوقوع في مشاكل التي تواجه الشبكات العصبية التكرارية كمشكلة تلاشي أو إنفجار التدرج التي تعرقل سير الشبكة، حيث سوف نتطرق إلى إعطاء صورة عن الشبكات العصبية طويلة قصيرة المدى وعن طريقة عملها مع توضيح بنية الشبكات العصبية والبوابات التي تتكون منها؛

مفهوم الشبكات العصبية طويلة قصيرة المدى LSTM

هي نسخة محسنة من RNN تمتاز بوجود نوعين من الذاكرة قصيرة المدى وطويلة المدى، حيث يكمن الفرق في إستبدال الخلايا البسيطة بخلايا أكثر تعقيداً بها عدة بوابات تتمثل في بوابة الإدخال input gate و بوابة نسيان forget gate وبوابة الإخراج output gate ، لكل منها دور معين كما هو محدد في الشكل الأسفل (الصانع، الراجح، الفنيعير، العصيمي، و الغامدي، 2019، صفحة 59)، وقد ظهرت في بداية على يد هورخيتير سيب ويورغن شميتوبر عام 1997، يتمثل الهدف الرئيسي من تصميمها لتفادي مشاكل المتواجدة في الشبكات التكرارية (خضاري مهدي محمود، 2023، صفحة 531)، حيث تمثل الرموز ما يلي:

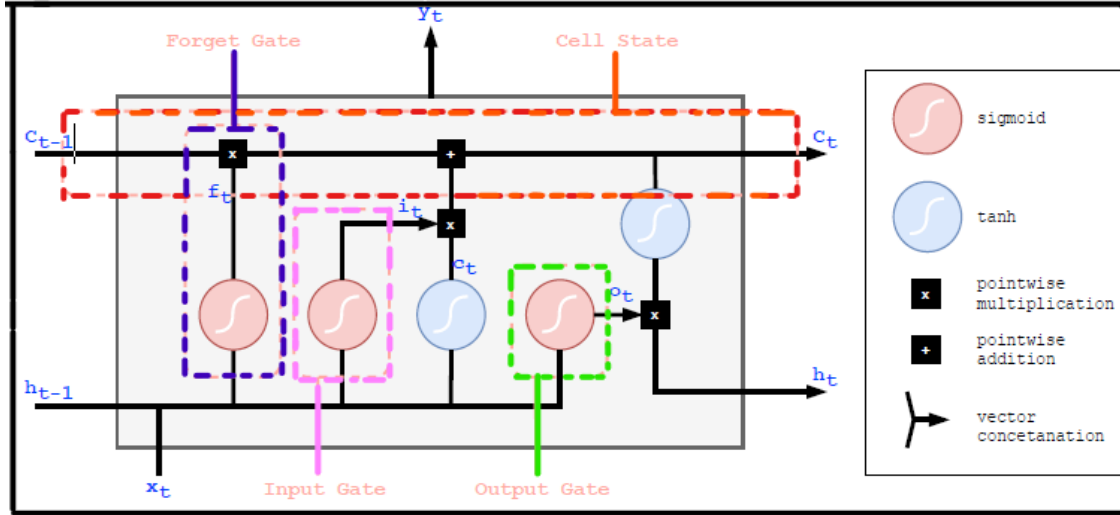
h_t : الحالة الخفية للزمن الحالي، h_{t-1} : الحالة الخفية للزمن السابق؛

C_t : حالة الخلية للزمن الحالي، C_{t-1} : حالة الخلية للزمن السابق؛

X_t : المدخلات، W_f : الاوزان المرتبطة بالحالة الخفية والمدخلات؛

(σ): تابع التنفيع الأسّي الجيبّي Sigmoid.

الشكل رقم (04-07): بنية شبكة LSTM



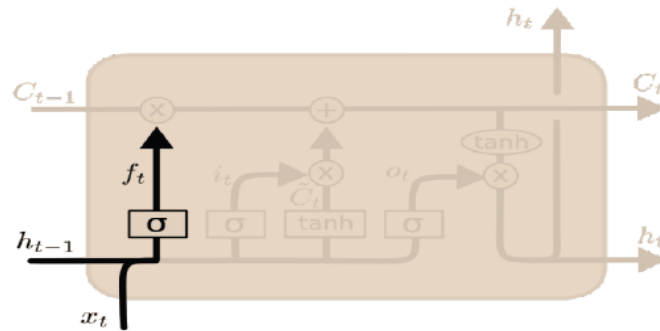
المصدر: (Tekin, 2020, p. 4)

❖ بوابة نسيان forget gate:

تقرر هاته البوابة النسب التي يجب تذكرها أو نسيانها من الذاكرة القبلية في حالة الخلية، حيث تأخذ قيمة 0 أو 1 ما يدل على أن بوابة النسيان تعطي مقدار الحالة السابقة، باستخدام العلاقة (4) الموضحة في الأسفل (الرواشدة، 2023، صفحة 30):

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \dots\dots (4)$$

الشكل رقم (04-08): بوابة النسيان



المصدر: (الرواشدة، 2023، صفحة 29)

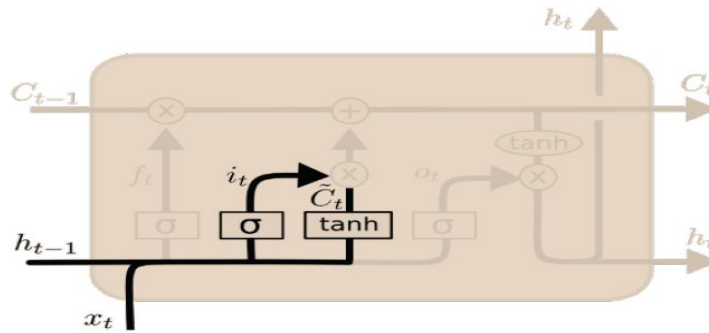
❖ بوابة الإدخال input gate:

تعمل هذه البوابة على تحديد البيانات المضافة في مرحلة حالة الخلية من خلال تمرير قيم x في h_{t-1} للوصول للدلة السيني من أجل تعين القيم التي يتم الإحتفاظ بها للتعلم وتحسب من خلال المعادلة i_t ثم العمل على إنشاء شعاع للقيم الجديدة المرشحة $\tilde{C}_t$ والتي قد يتم إضافتها لخلية الحالة عن طريق طبقة تابع التفعيل الأسّي $\tanh$ ، وهذا من خلال المعادلة (5) و(6)؛

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \dots\dots (5)$$

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_c \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_c) \dots\dots (6)$$

الشكل رقم (04-09): بوابة الادخال وطبقة التفعيل

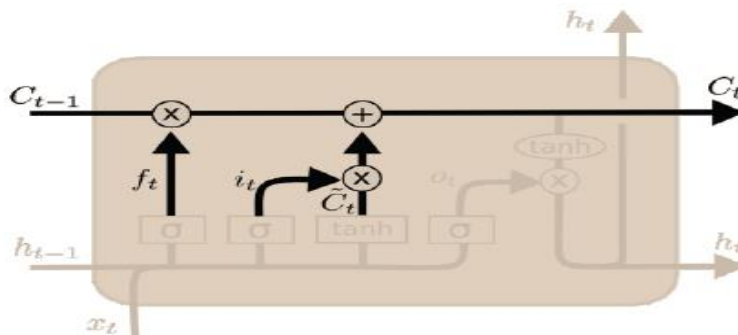


المصدر: (الرواشدة، 2023، صفحة 30)

تعدل قيمة حالة الخلية السابقة C_{t-1} إلى القيمة الجديدة C_t التي تمثل قيمة الذاكرة الطويلة من خلال ضرب قيمة الحالة القديمة C_{t-1} في f_t ثم يتم بعدها إضافة $\tilde{C}_t \cdot i_t$ الموضحة في الشكل الأسفل، حيث ناتج القيمة الجديدة الصادرة من بوابة الإدخال يعطي بالمعادلة التالية (الرواشدة، 2023، صفحة 30):

$$C_t = f_t \cdot C_{t-1} + \tilde{C}_t \cdot i_t \dots\dots (7)$$

الشكل رقم (04-10): تعديل قيمة الحالة الخلية



المصدر: (الرواشدة، 2023، صفحة 30)

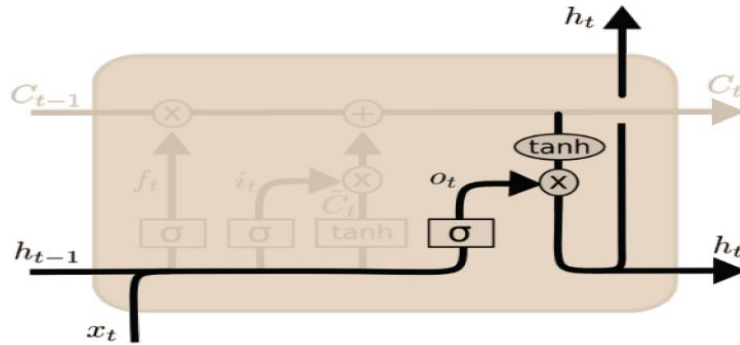
الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

❖ **بوابة الإخراج output gate:** يكمن دور بوابة الإخراج في مقدار ما يجب إخراجها من الخلية، أي تعمل على استخراج المعلومات وتقديمها كمخرجات فهي مسؤولة عن حساب الذاكرة القصيرة h_t وهذا من خلال المعادلة (8) التالية (المالح، 2019، صفحة 57):

$$O_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \dots\dots (8)$$

$$h_t = o_t \cdot \tanh(C_t) \dots\dots (9)$$

الشكل رقم (04-11): بوابة المخرجات لقيمة الذاكرة القصيرة h_t



المصدر: (الرواشدة، 2023، صفحة 31)

ثالثا: مراحل بناء النموذج المقترح لعملية التنبؤ باستخدام شبكات العصبية العميقة LSTM
يعرض في هذه النقطة المراحل التي تقوم على أساسها الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى والتي تتكون من خمسة مراحل كما هو موضح في الشرح وفي الشكل الموجود في الأسفل؛

المرحلة الأولى: جمع البيانات

تحدد هذه المرحلة البيانات التي تقوم عليها الدراسة، حيث قد يكون مصدرها من شبكات الحاسوب أو المؤسسات، سجلات، وغير ذلك حسب وجهة الباحث وموضوع دراسته؛

المرحلة الثانية: معالجة البيانات

في بداية الأمر تكون البيانات التي تم جمعها من مصادر متنوعة ومختلفة غير قابلة للتطبيق في وضعها الإبتدائي لذلك تعالج البيانات من أجل تنظيفها وتكملة البيانات الناقصة والتأكد من الإتساق بينها لجعلها قابلة وجاهزة لعملية التطبيق من خلال تعويض البيانات الناقصة بالمتوسط الحسابي أو حذف القيم الغير المتسقة وتكون هذه العملية من خلال ما يلي:

- **كيفية معالجة البيانات من القيم الشاذة "البيانات المتطرفة":** تتواجد القيم المتطرفة في كل من الفضاء أحادي البعد والتي تعتمد على توزيعها في عملية الكشف عن القيم المتطرفة أما متعدد الأبعاد يعد من أكثر الطرق

تعقيدا في عملية الكشف على القيم المتطرفة حيث نوضح في هذا القسم ثلاثة أنواع من طرق الكشف والتي تتمثل فيما يلي:

- التحليل الخارجي تحت الإشراف تصنف فيها بيانات التدريب والإختبار بشكل كامل حيث تكون فيها فئات الكشف عن الشذوذ غير متوازنة إلى حد كبير؛
- التحليل الخارجي شبه خاضع للإشراف يتم التعرف على البيانات الشاذة عند إنحرافها عن النموذج؛
- التحليل الخارجي الغير خاضع للإشراف تعد أكثر طريقة مرنة في عملية الكشف عن البيانات الشاذة لأنها تعمل على تسجيل البيانات الشاذة فقط بناءً على خصائص مهمة لمجموعة البيانات كالمسافة والكثافة؛
- **كيفية معالجة البيانات من القيم المفقودة:** في هذه الحالة يتم معالجة القيم المفقودة إما بواسطة الحذف أو بواسطة تعويض القيم بالمتوسط أو الوسيط أو المنوال إلا أن التعويض قد ينجم عنه تقليل تقدير التباين أو مبالغة في تقدير ارتباط تباينات بالإضافة أنه قد يضيف خطأ عشوائيا للنموذج التنبؤي مما يخلق عدم اليقين في القيم المحسوبة أو يخلق التحيز بين القيم (Zhang, 2018, pp. 11-12).

المرحلة الثالثة: تقسيم البيانات

في هذه الخطوة تقسم البيانات إلى مجموعات التدريب والإختبار، والتنبؤ، ثم تحدد مدخلات ومخرجات النموذج بالإضافة إلى تحديد عدد العقد والطبقات من أجل بناء الشبكة العصبية كما هو موضح:

❖ **تحديد المدخلات والمخرجات:** بعد الإنتهاء من معالجة البيانات يتم تحديد مدخلات ومخرجات إنشاء الشبكة، حيث تتمثل متغيرات المستقلة مدخلات والمتغيرات التابعة مخرجات الشبكة وتحدد عدد الطبقات حسب عدد المتغيرات المدخلة والمخرجة في الدراسة كما هو موضح:

- عدد العقد العصبية المخصصة لعملية الإدخال مساوية لعدد متغيرات المستقلة $X_1, X_2, \dots, X_n$ ؛
 - عدد الطبقات الخفية تستند على قيمة الخطأ المستعمل في الشبكة؛
 - عدد العصبونات الخفية يحدد عن طريق التجربة؛
 - طبق المخرجات تحدد حسب عدد المتغيرات التابعة Y (عتروس، 2017-2018، صفحة 173).
- ❖ **تجزئة البيانات:** تقسيم البيانات إلى بيانات التدريب وبيانات الإختبار حيث تكون نسبة بيانات التدريب أكبر من نسبة بيانات الإختبار من أجل بناء النموذج (مدوري و مكيديش، 2017، صفحة 166).

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

المرحلة الرابعة: تصميم النموذج وتدريبه

أثناء عملية تصميم النموذج يتم الإعتماد على دوال التحفيز في الطبقات الخفية وطبقات المخرجات وترشح عدة تصاميم للتنبؤ، أما في عملية التدريب تدرب الشبكة إنطلاقاً من بيانات التدريب التي جهزت في السابق حيث تتغير الأوزان خلال مرحلة تدريب الشبكة بشكل متكرر الذي يمكن الشبكة من الحصول على فئة من الأوزان المتوافقة وبالتالي الحصول على المخرجات المطلوبة، تتوقف الشبكة على عملية التدريب عند الوصول خطأ الشبكة لأقل مستوى إحصائي مقبول (مدوري و مكيدش، 2017، صفحة 166)؛

المرحلة الخامسة: تقييم النماذج

تعالج هذه الخطوة دقة النموذج من خلال تقييم دقة التنبؤ بواسطة أحد المعايير المذكورة في الأسفل، فمن أهم المعايير المستخدمة بشكل كبير هو معيار مجموع مربعات الخطأ (خضاري مهدي محمود، 2023، صفحة 535)، تستخدم هذه المعايير للمقارنة بين مجموعة من التقنيات المستعملة في نفس الدراسة لمعرفة أفضل نموذج من بين النماذج المقترحة، فكلما كانت معايير أربعة أولى ذات نسبة أقل كلما كان النموذج أفضل أما عن معيار القوة التفسيرية يستوجب أن يكون مرتفع من أجل دراسة أداء النموذج هل أداء عالي وجيد أو غير ذلك مثل ما هو في دراسة (Sathishkumar, et al., 2020). في الواقع لا يمكن أن يكون التنبؤ دقيق بشكل تام بل ينحرف عن القيم الفعلية للدراسة حيث يطلق على هذا الانحراف بخطأ التنبؤ، فالهدف الأساسي هو تخفيض من درجة الأخطاء فكلما كان التنبؤ قريب من القيم الفعلية كلما كانت دقة التنبؤ جيدة، من بين أهم المقاييس لقياس دقة التنبؤ نجد ما يلي:

✓ جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE

هو مقياس لدقة يستعمل لقياس الاختلافات بين القيم الحقيقية والقيم التي تنبأ بها، هدفه مقارنة أخطاء التنبؤ بين مختلف النماذج، حيث يختار أفضل نموذج على أساس أقل قيمة لجذر متوسط الخطأ التربيعي (Palacios, Reyes-Suárez, Bearzotti, Leiva , & Marchant, 2021, p. 10)، يعطى بالصيغة (10) كما يلي:

$$RMSE = \sqrt{\sum \frac{e_T^2}{n}} \dots \dots \dots (10)$$

$$e_T = Y_T - F_T \dots \dots \dots (11)$$

e_T : يمثل البواقي أو ما يعرف بالخطأ

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

Y_T : القيم الحقيقية للمتغير

F_T : القيم المتنبأ بها

N : العينة

✓ متوسط مربع الأخطاء MSE:

يستعمل هذا المقياس من أجل قياس دقة التنبؤ للنموذج حيث يعمل على تجاوز أثر إزالة القيم السالبة لأخطاء القيم الموجبة، من خلال حساب مربعات الأخطاء بعد الأخذ بعين الاعتبار لقيم الأخطاء الموجبة والسالبة، غير أن هذا النوع من المقاييس يعمل على تضخيم القيم الكبيرة للأخطاء، يعطى بالعلاقة التالية:

$$MSE = \sum \frac{e_T^2}{n} \dots \dots \dots (12)$$

✓ مؤشر متوسط الأخطاء المطلقة Mean Absolute Error

يستخدم بكثرة في مقارنة بين عدة نماذج يستند على المتوسط الحسابي من أجل مقارنة القيم الحقيقية والقيم التنبؤ فهو يمثل قسمة مجموع القيم المطلقة للأخطاء على مجموع المشاهدات، تسمح هذه الطريقة بالتعرف على متوسط الكلي للأخطاء الناتجة عن أحد أساليب التنبؤ غير أن هذا النوع لا يعطي تمييز بين نتائج الصغيرة للأخطاء وبين نتائج الكبيرة، تعطى الصيغة الرياضية خاصة به بالعلاقة التالية:

$$MAE = \sum (\| e_T \| / n) \dots \dots \dots (13)$$

✓ مؤشر النسبة المطلقة لمتوسط الأخطاء Mean absolute percentage error

وهو عبارة عن قياس نسبة من القيم الفعلية لمؤشر متوسط الأخطاء المطلقة بدلا من فترات زمنية، حيث يعتبر متوسط الأخطاء المطلقة من أهم مقاييس التي تستند إلى النسب أثناء الحساب لأنها أقل حساسية كونها لا تتأثر بالقيم المتطرفة في الدراسة، حيث ترفق القيم بالقيمة المطلقة لتخلص من القيم السالبة بهدف تسليط الإهتمام على نسبة الأخطاء من القيمة الفعلية (عتروس، 2017-2018، صفحة 106)، يعطى هذا المؤشر بالعلاقة التالية:

$$MAPE = \sum (\| e_T \| / Y_T) / n \dots \dots \dots (14)$$

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية
ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

✓ القوة التفسيرية لنموذج "معامل التحديد" R^2

يعبر معامل التحديد على مدى قدرة المتغيرات المستقلة المدرجة في النموذج على تفسير التغيرات التي تطرأ على المتغير التابع، وبالتالي يمثل نسبة الانحرافات الكلية أو التغيرات التي تحدث على النموذج، (شيخي، 2017، صفحة 39) يتم حسابه وفق العبارة التالية:

$$R^2 = \frac{\sum \widehat{e_T}^2}{\sum (Y_T - \bar{Y})^2} \dots\dots (15)$$

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

المبحث الثاني: نمذجة إحصائية باستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ بالإستهلاك الطاقة الكهربائية
يسعى هذا المبحث إلى تطبيق أهم النقاط الأساسية التي تم التطرق إليها في المبحث السابق من خلال ثلاث مطالب، يختص المطلب الأول في التحليل الإحصائي الوصفي لبيانات الدراسة والثاني صياغة نماذج التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام الشبكات العصبية العميقة LSTM، وفي آخر مطلب عرض نتائج كل نموذج؛

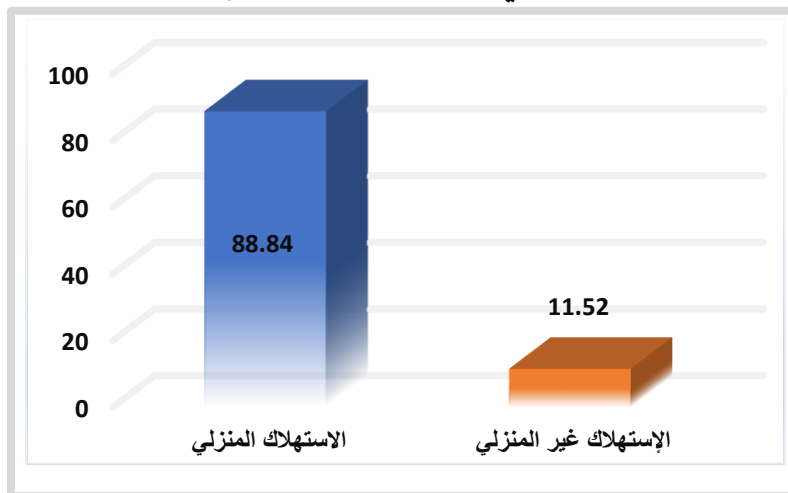
المطلب الأول: التحليل الإحصائي الوصفي لبيانات الدراسة

يتجسد ضمن هذا المطلب دراسة إحصائية وصفية لمتغير الدراسة، حيث سوف يتم استخدام مجموعة من المعايير والتي تتمثل في متوسط الحسابي، الانحراف المعياري، أعلى وأدنى قيمة للإستهلاك، الربع الأول والربع الثاني، والربع الثالث min, max, std, mean, 25%, 50%, 75%؛

1- التحليل الوصفي للمتغيرات

تم الإعتماد على مجموعة من البيانات تقدر 127508 مستهلك، منها 14688 مستهلك يحمل صفة نشاط إقتصادي وتجاري أي بنسبة 11.52%، و112820 مستهلك منزلي بنسبة 88.48% كما هو موضح في الشكل (04-12)، حيث تمت معالجة البيانات وتنظيفها لوجود العديد من القيم المفقودة والمتطرفة من أجل دراسة مدى صحتها وتجانسها؛

الشكل رقم (04-12): نسبة المشتركين في إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض لولاية غرداية



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Excel

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

يدرس الجدول (01-04) صحة بيانات إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض لولاية غرداية خلال الفترة 2021Q1 إلى غاية 2023Q3 لكل ثلاثي، حيث اعتمدنا على min, std, max, mean 25%, 50%, 75% التي سبق ذكرها؛ وكانت النتائج كالتالي:

الجدول رقم (01-04): ملخص الدراسة الإحصائية لإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض

	Count	Mean	Std	Min	Max	25%	50%	75%
2021Q1	127508	652.386109	1236.99839	0	103622	72	375	801
2021Q2	127508	666.875678	1476.58983	0	183999	97	414	823
2021Q3	127508	1670.97417	2082.62387	0	145980	267	1225	2377
2021Q4	127508	1336.63551	2074.0269	0	191353	228	842	1778
2022Q1	127508	728.05933	1251.68094	0	131914	116	403.5	898
2022Q2	127508	717.508745	1412.48353	0	132852	133	440	893
2022Q3	127508	1633.81641	1978.46279	0	157010	316	1227	2310
2022Q4	127508	1158.01984	1894.71716	0	120000	196	699	1539
2023Q1	127508	682.786751	1146.62945	0	51634	111	387	845
2023Q2	127508	683.439423	1185.05852	0	100038	135	448	866
2023Q3	127508	1576.15747	1842.42045	0	76619	322	1190	2221

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

يتبين من خلال الجدول (01-04) أن مؤشر متوسط الإستهلاك يتراوح بين [1670.97417؛ 652.386109] وهذا يدل على وجود قيم استهلاكية كبيرة خاصة عند الثلاثي 2021Q3 و 2022Q3، 2023Q3، بالإضافة إلى ذلك نجد أن الانحراف المعياري يعبر على مدى تشتت قيم الإستهلاك على الوسط الحسابي المقابل لها؛

أما بالنسبة لأكبر إستهلاك كان في ثلاثي 2021Q4 حيث وصل إلى 191353kwh وكذلك الثلاثي 2021Q2 وصل فيه الإستهلاك إلى 183999 وهو إستهلاك كبير يتعارض مع طبيعة نشاط المستهلك، كما نجد بنسبة 75% من المشتركين يتركز استهلاكهم في الثلاثي 2021Q3 التي بها متوسط عالي من الإستهلاك بالإضافة إلى الثلاثي 2022Q3 و 2023Q3 وهذا يدل على أن الكهرباء خلال هذا الثلاثي تكون أكثر طلبا وهو الثلاثي الموافق لفصل الصيف، في حين نجد أن أقل قيمة للإستهلاك هي الصفر وتضم المشتركين الجدد في قطاع الكهرباء في حال عدم الإستهلاك.

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

المطلب الثاني: صياغة نماذج التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام الشبكات العصبية العميقة ذات

ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM

يعد التعلم العميق من بين أهم تقنيات التنقيب التي تستخدم في معالجة البيانات المعقدة، حيث يعمل من خلال مجموعة من الأدوات التي تسمح له بالتوصل إلى نماذج ذات دقة عالية في عملية التنبؤ ومن بين أهم أدواته نجد خوارزمية الشبكات العصبية العميقة LSTM التي لها دور فعال في بناء النماذج المتسلسلة، حيث سوف نحاول بناء نماذج خاص باستهلاك الطاقة الكهربائية إنطلاقاً من هذه الخوارزمية باستخدام برمجة Python؛

خطوات بناء النماذج

- جمع بيانات استهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض من مؤسسة توزيع الكهرباء والغاز لولاية غرداية، حيث تم الاعتماد على بيانات حديثة من 2021Q1 إلى غاية 2023Q3 خلال كل ثلاثي مع تحديد نوع المستهلك " منزلي؛ غير منزلي "؛
- العمل على تجهيز البيانات من خلال عملية التنظيف والتنظيم والترتيب، من أجل معالجتها وجعلها بيانات جاهزة للاستعمال، حيث تم حذف بعض الوحدات الإستهلاكية كونها تحتوي على قيم مفقودة بالإضافة إلى حساب متوسط الحسابي للقيم الناقصة بغية تعديلها وجعلها أكثر توافقاً؛
- العمل على إنشاء تسلسل أو ما يعرف بالتتابع خاص بالبيانات، حيث تقسم بيانات النموذج إلى بيانات التدريب والإختبار والتنبؤ مع تحديد مجموعة من النقاط المهمة والتي تتمثل في:
 - طبقة الإدخال: تحتوي على طبقة واحدة بمدخل واحد؛
 - الطبقات الخفية: وهي أربع طبقات تمثلت فيما يلي:
- طبقتين خاصة بالشبكات ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM: أولى تحتوي على 128 عقدة والطبقة الثانية تحتوي على 64 عقدة؛
- طبقة Dense: وهي عبارة على مجموعة من الخلايا العصبية تدعى بالطبقة الكثيفة تتصل بالطبقات السابقة دورها القيام بعمليات حسابية، حيث تحتوي على مصفوفة الأوزان والمتجه تستعمل من أجل إنشاء طبقات متصلة يستند فيها كل ناتج على مدخل (زهواني ، 2021-2022، صفحة 133)؛

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

- **طبقة Flatten:** تدعى بطبقة التسوية أو بطبقة التسطيح وإعادة التشكيل للمدخلات من شكل متعدد الأبعاد إلى شكل أحادي البعد، وهي خطوة بالغة الأهمية للحفاظ على الشكل التسلسلي للبيانات (Nazir, et al., 2024, p. 6)
- **طبقة الإخراج:** وتتمثل في طبقة واحدة حيث تم إختيار إستهلاك الثلاثي الأخير للبيانات كمخرج لسلسلة في النموذج؛
- **عدد التمريرات epochs:** يصل عدد التمريرات في كل نموذج إلى 20 تمريرة، أي قسمت البيانات إلى مجموعة من الحزم في كل مرة يتم إدخال مجموعة للتدريب إلى غاية إتمام جميع الحزم والحصول على الوزن المناسب الذي يقلل لنا نسبة الأخطاء؛

الجدول رقم (04-02): هيكل النموذج

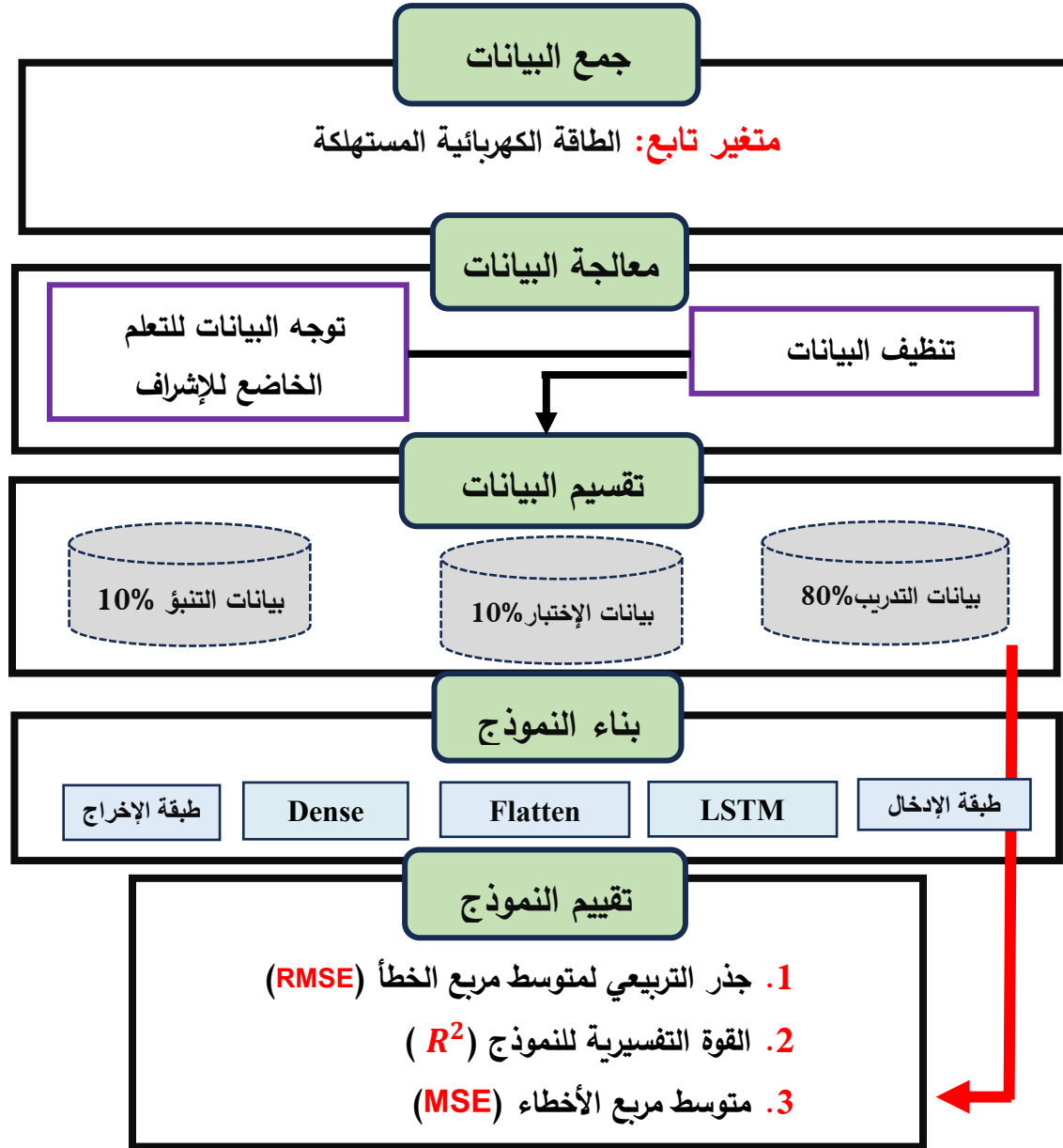
تقسيم البيانات	نسبة العينات وعدد العقد في الطبقات
طبقة الإدخال Input Layer	(10:1)
الطبقات الخفية Hidden Layer	LSTM (128) LSTM (64) Flatten (64) Dense (64)
طبقة الإخراج Output Layer	عقدة واحدة
عدد التمريرات epochs	20
عينة التدريب	80%
عينة الإختبار	10%
عينة التنبؤ	10%

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على مخرجات Python

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية
ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

➤ تقييم دقة النموذج التنبؤي بواسطة معيار جذر متوسط الخطأ التربيعي $RMSE$ لقياس الاختلافات بين القيم الحقيقية والقيم التي تتبأ بها النموذج ثم متوسط مربع الأخطاء MSE وقياس القوة التفسيرية R^2 لكل نموذج.

الشكل رقم (04-13): مخطط بناء نموذج الشبكات العصبية العميقة LSTM



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على (خضاري مهدي محمود، 2023، صفحة 533)

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

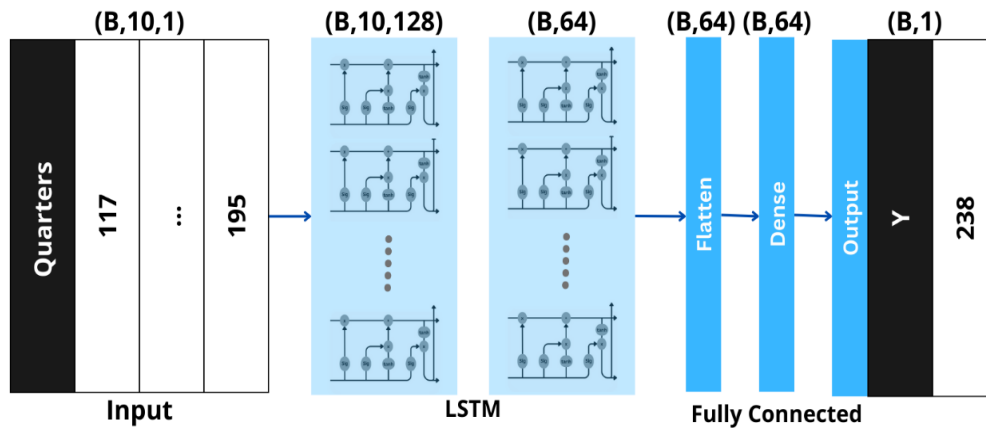
المطلب الثالث: عرض نتائج النماذج

نحاول في هذه النقطة عرض نتائج النماذج وإعطاء صورة على شكل الشبكة العصبية الخاصة بكل نموذج إنطلاقاً من خوارزمية LSTM؛

أولاً: نتائج نموذج الإستهلاك المنزلي

بعد المرور بالخطوات السابقة الخاصة بالنموذج، نتحصل على شكل شبكة LSTM للإستهلاك المنزلي كما هو موضح في الشكل (04-14) الذي يبين ترتيب المدخلات والمخرجات بالإضافة إلى عدد العقد، حيث يتبين أن مدخل طبقة الإدخال يتمثل في الإستهلاك المنزلي، ثم أربع طبقات خفية منها طبقتين خاصة بشبكة LSTM أولى تحتوي على 128 عقدة والثانية تحتوي على 64 عقدة، وطبقة Flatten بها 64 عقدة من أجل إعادة تشكيل المدخل من شكل متعدد الأبعاد إلى شكل أحادي البعد للحفاظ على الشكل التسلسلي للبيانات، ثم طبقة Dense بها 64 عقدة تتصل بالطبقات السابقة دورها القيام بعمليات حسابية، وفي النهاية تأتي طبقة الإخراج التي بها مخرج واحد يتمثل في إستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية للثلاثي الأخير.

الشكل رقم (04-14): شكل الشبكة العصبية العميقة لنموذج الإستهلاك المنزلي



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

تمثلت نتائج دالة الإختبار والتدريب للمعايير ثلاثة R^2 MSE, RMSE فيما يلي:

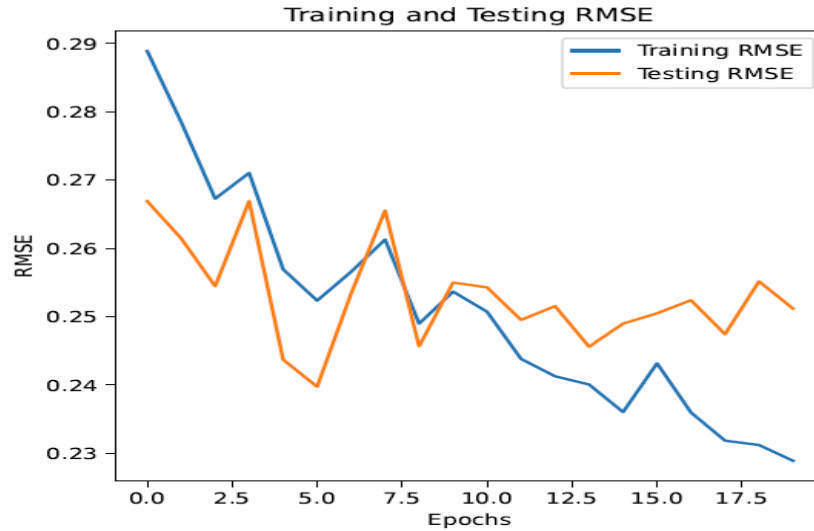
- نتائج جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE لنموذج الإستهلاك المنزلي:

يوضح الشكل البياني (04-15) مدى تطور جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE خلال عملية التدريب والإختبار للشبكة العصبية العميقة LSTM لنموذج الإستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية، حيث تبين من خلال

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

الشكل أن RMSE في تناقص مستمر خلال مرحلتين ما يدل على تحسن في النموذج وزيادة أدائه ليستقر عند 0.23 في مرحلة التدريب و0.25 بالتقريب عند مرحلة الإختبار.

الشكل رقم (04-15): جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE للإستهلاك المنزلي



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

• نتائج متوسط مربع الأخطاء MSE لنموذج الإستهلاك المنزلي:

يوضح الشكل (04-16) نتائج متوسط مربع الأخطاء لنموذج الإستهلاك المنزلي، حيث يتبين لنا أن منحنى التدريب يتدرب بشكل سريع على منحنى الإختبار ليصل إلى أقل قيمة عند 0.23، أما في مرحلة الإختبار يتدرب بشكل ضعيف ليستقر عند أقل نسبة 0.25 وهذا ما يدل على مدى صحة ودقة النموذج.

الشكل رقم (04-16): متوسط مربع الأخطاء MSE للإستهلاك المنزلي



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

• نتائج القوة التفسيرية R^2 لنموذج الإستهلاك المنزلي:

يوضح الشكل البياني (04-17) مدى تطور معامل القوة التفسيرية للنموذج خلال عملية التدريب والإختبار للشبكة LSTM لمستهلكي الطاقة الكهربائية لدى سكان ولاية غرداية، حيث تبين من خلال الشكل توافق بين منحنى التدريب والإختبار مع زيادة القوة التفسيرية للنموذج ليستقر عند 0.77 في مرحلة التدريب و0.75 عند مرحلة الإختبار، أي أن 75% من التغيرات التي تحدث في السلسلة يفسرها الإستهلاك وهي نسبة جيدة، في حين النسبة المتبقية تدخل في تفسيرها عوامل.

الشكل رقم (04-17): معامل القوة التفسيرية R^2 للإستهلاك المنزلي



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

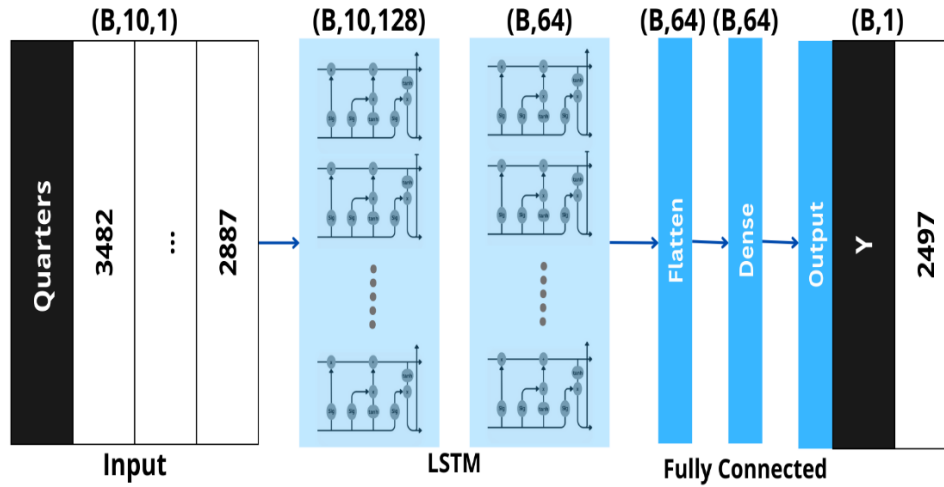
ثانيا: نتائج نموذج الإستهلاك غير المنزلي

يتألف هذا النموذج من مجموعة من الطبقات والتي تكون مرتبة حسب الشكل (04-18)، حيث تتمثل الطبقة الأولى في طبقة الإدخال التي تحتوي على مدخل واحد يتمثل في الإستهلاك غير المنزلي، ثم أربع طبقات خفية منها طبقتين خاصة بشبكة LSTM أولى تحتوي على 128 عقدة والثانية تحتوي على 64 عقدة، وطبقة Flatten بها 64 عقدة من أجل إعادة تشكيل المدخل من شكل متعدد الأبعاد إلى شكل أحادي البعد للحفاظ على الشكل التسلسلي للبيانات، ثم طبقة Dense بها 64 عقدة تتصل بالطبقات السابقة دورها القيام

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

بعمليات حسابية وفي النهاية تأتي طبقة الإخراج التي بها مخرج واحد يتمثل في إستهلاك غير المنزلي للطاقة الكهربائية للثلاثي الأخير؛

الشكل رقم (18-04): شكل الشبكة العصبية العميقة لنموذج الإستهلاك غير المنزلي



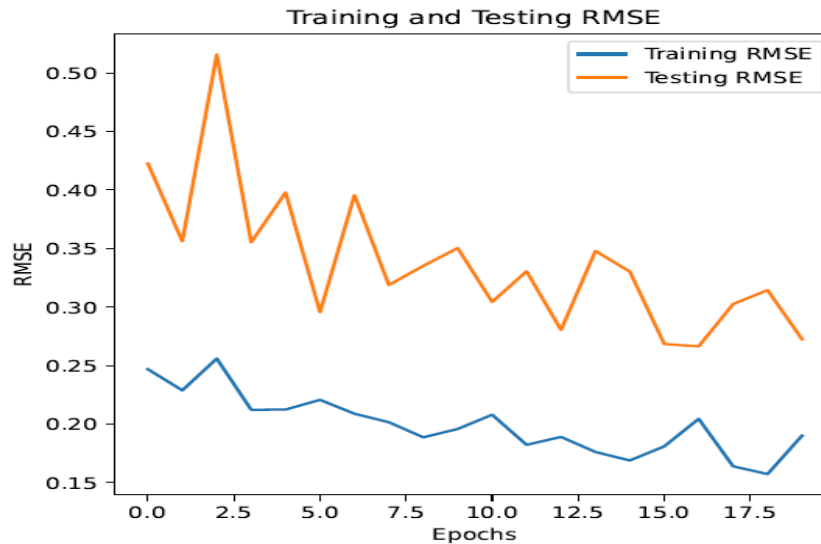
المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

تمثلت نتائج دالة الإختبار والتدريب لمعيار R^2 MSE, RMSE ، لهذا النموذج فيما يلي:

- نتائج جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE لنموذج الإستهلاك غير المنزلي:

يمثل الشكل البياني (19-04) نتائج جذر متوسط الخطأ التربيعي لنموذج الإستهلاك غير المنزلي خلال مرحلة التدريب والإختبار، حيث تبين أن RMSE في تناقص مستمر خلال مرحلتين ما يدل على تحسن في النموذج وزيادة أدائه ليستقر عند 0.18 خلال مرحلة التدريب و 0.27 خلال مرحلة الإختبار.

الشكل رقم (04-19): جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE للإستهلاك غير المنزلي

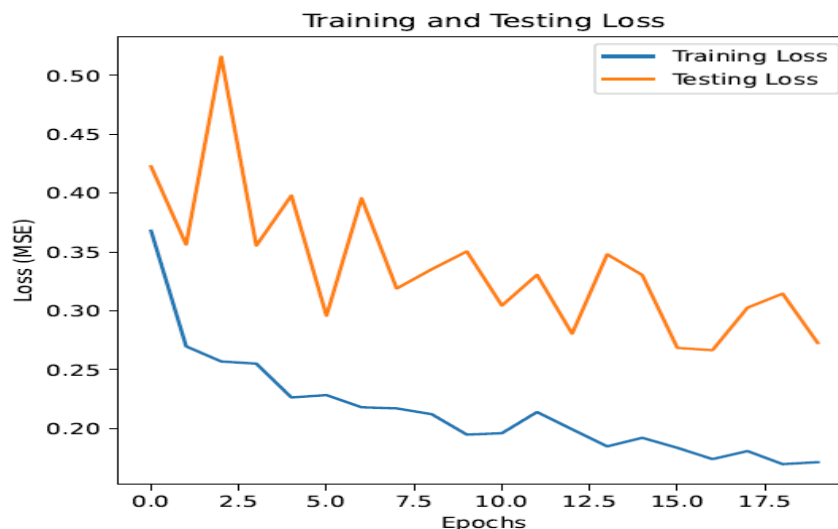


المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

• نتائج متوسط مربع الأخطاء MSE لنموذج الإستهلاك غير المنزلي:

يوضح الشكل البياني (04-20) نتائج متوسط مربع الأخطاء لنموذج الإستهلاك غير المنزلي، حيث تبين أن معدل متوسط مربع الأخطاء في مرحلة التدريب والإختبار في تناقص مستمر لتستقر عند 0.16 في مرحلة التدريب و0.27 في مرحلة الإختبار وهذا ما يدل على مدى دقة النموذج.

الشكل رقم (04-20): متوسط مربع الأخطاء MSE للإستهلاك غير المنزلي



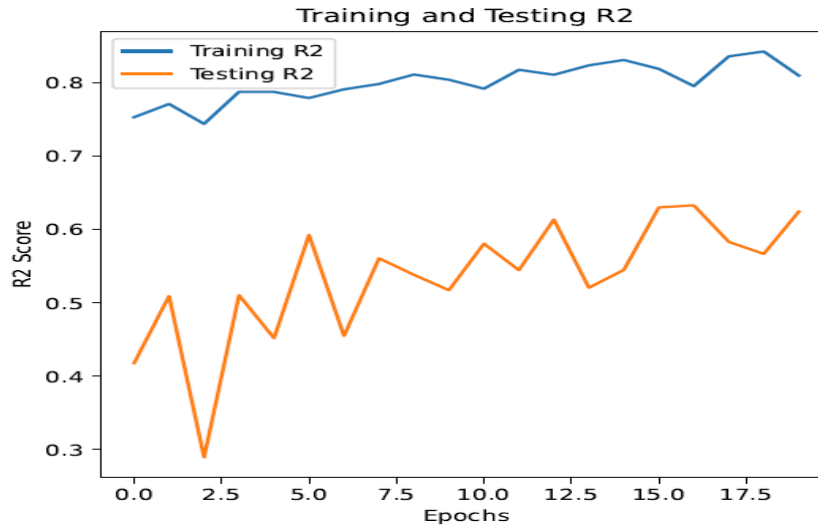
المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

• نتائج القوة التفسيرية R^2 للنموذج الإستهلاك غير المنزلي:

يمثل الشكل (21-04) منحني القوة التفسيرية للإستهلاك غير المنزلي للطاقة الكهربائية، حيث يظهر زيادة في القوة التفسيرية خلال مرحلة التدريب والإختبار ليستقر عند 0.82% عند مرحلة التدريب و 0.64 % عند مرحلة الإختبار، أي أن 64% من التغيرات التي تحدث في السلسلة يفسرها الإستهلاك وهي نسبة جيدة، في حين النسبة المتبقية تدخل في تفسيرها عوامل أخرى؛

الشكل رقم (21-04): معامل القوة التفسيرية R^2 الإستهلاك غير المنزلي



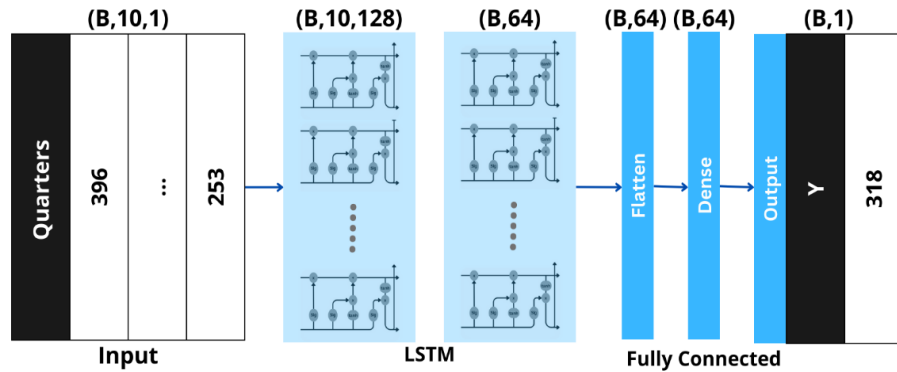
المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

ثالثا: نتائج نموذج إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض

يحتوي هذا النموذج من مجموعة من الطبقات والتي تكون مرتبة حسب الشكل (22-04)، حيث تتمثل الطبقة الأولى في طبقة الإدخال التي تحتوي على مدخل واحد يتمثل في استهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض ثم أربع طبقات خفية منها طبقتين خاصة بشبكة LSTM أولى تحتوي على 128 عقدة والثانية تحتوي على 64 عقدة، وطبقة Flatten بها 64 عقدة، ثم تليها طبقة Dense بها 64 عقدة، وفي النهاية تأتي طبقة الإخراج التي بها مخرج واحد يتمثل في إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض للثلاثي الأخير؛

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

الشكل رقم (22-04): شكل الشبكة العصبية العميقة لنموذج إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض



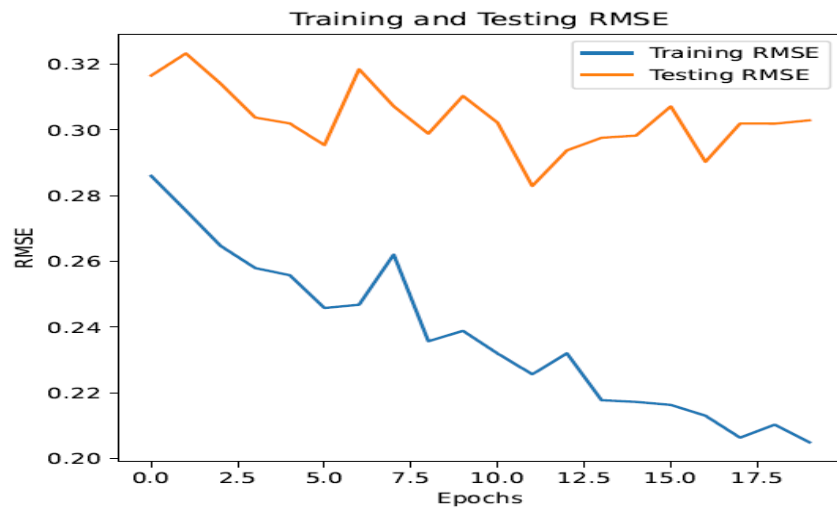
المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

تمثلت نتائج دالة الإختبار والتدريب لمعيار R^2 , RMSE, MSE لهذا النموذج فيما يلي:

- نتائج جدر متوسط الخطأ التربيعي RMSE لنموذج إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض:

يمثل الشكل البياني (23-04) نتائج جدر متوسط الخطأ التربيعي لنموذج إستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض خلال مرحلة التدريب والإختبار، حيث تبين أن RMSE في تناقص مستمر خلال مرحلتين ما يدل على تحسن في النموذج وزيادة أدائه ليستقر عند 0.20 خلال مرحلة التدريب و0.31 خلال مرحلة الإختبار.

الشكل رقم (23-04): جدر متوسط الخطأ التربيعي RMSE لإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض



الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

- نتائج متوسط مربع الأخطاء MSE لإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض:

يوضح الشكل (04-24) نتائج متوسط مربع الأخطاء لنموذج إستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض، حيث يتبين لنا أن منحنى التدريب يتدرب بشكل سريع على منحنى الإختبار ليصل إلى أقل قيمة عند 0.21، أما في مرحلة الإختبار يتدرب بشكل ضعيف ليستقر عند أقل نسبة 0.31، فكلما كانت النتائج أقل كلما كان النموذج أفضل.

الشكل رقم (04-24): متوسط مربع الأخطاء MSE لإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض

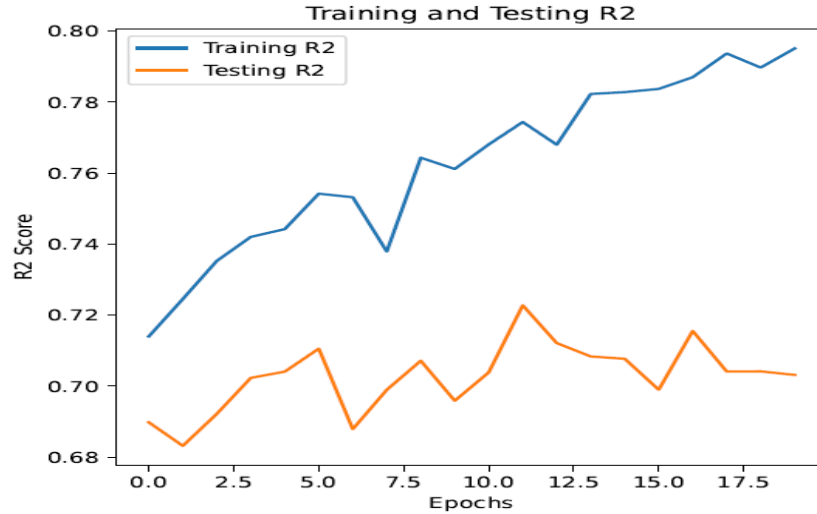


المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

- نتائج القوة التفسيرية R^2 لنموذج إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض:

يوضح الشكل البياني (04-25) مدى تطور معامل القوة التفسيرية لنموذج إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض لولاية غرداية خلال عملية تدريب وإختبار شبكة LSTM، حيث تبين من خلال الشكل زيادة القوة التفسيرية للنموذج في مرحلة التدريب والإختبار ليستقر عند 0.79 في مرحلة التدريب و0.70 عند مرحلة الإختبار، أي أن 70% من التغيرات التي تحدث في السلسلة يفسرها الإستهلاك وهي نسبة جيدة، في حين النسبة المتبقية تدخل في تفسيرها عوامل.

الشكل رقم (04-25): معامل القوة التفسيرية R^2 لإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض



المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

المبحث الثالث: مناقشة وتحليل النتائج المتوصل إليها

يهتم هذا المبحث بمناقشة وتحليل النتائج المتوصل إليها من خلال ثلاث مطالب، يختص الأول بعرض ومناقشة نتائج التنبؤ لنماذج الدراسة والثاني التأكد من صحة الفرضيات، أما المطلب الثالث يهتم بقراءة وتحليل نتائج الدراسة على ضوء الدراسات السابقة؛

المطلب الأول: عرض ومناقشة نتائج التنبؤ لنماذج الدراسة

بعد تطبيق نموذج الشبكات العصبية العميقة على إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض في ولاية غرداية تمكنا من التوصل إلى أن النماذج المتحصل عليها لها قدرة ودقة جيدة في عملية التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهرباء للسكان والمحلات التجارية والإقتصادية غير أن هذه النتائج لا يمكن تعميمها على جميع المستهلكين نظرا لوجود فئة كبيرة تحتوي على قيم غير واقعية معدلة من طرف مؤسسة سونلغاز نتيجة لعدم تدوين الإستهلاك خلال فترات المراقبة، فمن خلال الجداول الآتية نستعرض نتائج التنبؤ لفئة معينة من المستهلكين خلال 2023Q4 إلى غاية 2025Q4 والتي كالتالي:

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية
ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

الجدول رقم (03-04): نتائج التنبؤ باستهلاك المنزلي الطاقة الكهربائية

2023Q4	2024Q1	2024Q2	2024Q3	2024Q4	2025Q1	2025Q2	2025Q3	2025Q4
556	300	31	443	847	949	861	604	408
325	14	424	745	906	717	599	297	163
168	201	627	894	938	730	530	304	109
1798	994	607	768	1312	680	254	24	396
995	981	554	253	27	503	851	910	782
4337	1513	1431	1926	3476	1301	1111	1483	2562
675	340	69	354	781	953	863	663	436
534	294	54	491	869	939	835	583	389
866	622	430	37	382	794	869	847	599
2523	1020	1121	1283	1756	654	541	478	332

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

الجدول رقم (04-04): نتائج التنبؤ باستهلاك غير المنزلي الطاقة الكهربائية

2023Q4	2024Q1	2024Q2	2024Q3	2024Q4	2025Q1	2025Q2	2025Q3	2025Q4
183	125	79	36	5	46	87	128	168
102	48	4	37	75	114	152	190	228
107	53	8	33	72	110	148	187	224
156	101	55	14	27	67	109	148	187
235	173	123	78	36	7	49	91	132
103	50	5	36	75	113	152	190	227
230	167	117	72	30	12	53	96	136
1363	1367	1365	1364	1366	1373	1380	1388	1397
750	729	705	669	619	560	493	419	342
154	96	50	8	33	72	113	152	191

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

الجدول رقم (05-04): نتائج التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض

2023Q4	2024Q1	2024Q2	2024Q3	2024Q4	2025Q1	2025Q2	2025Q3	2025Q4
1445	1505	681	561	624	490	276	28	524
2419	2080	2302	1567	1874	1459	1733	1220	1358
3605	5437	2749	1416	2832	4544	2507	1422	2341
2105	1972	744	762	1291	1387	639	451	442
136	288	801	1190	1443	1659	1834	1953	2016
315	19	483	929	1263	1532	1736	1886	1973
1326	709	378	295	95	219	643	1159	1502
137	285	796	1186	1441	1657	1833	1952	2015
1909	2377	831	762	1264	1628	733	479	522
575	358	62	317	778	1186	1485	1695	1844

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

توضح الجداول (03-04)، (04-04)، (05-04) ملخص نتائج التنبؤ لفئة معينة من مستهلكي الطاقة الكهربائية لولاية غرداية خلال 2023Q4 إلى غاية 2025Q4، حيث تبين النتائج أن إستهلاك الطاقة الكهربائية في تزايد مستمر من ثلاثي لأخر لدى أصحاب التوتر المنخفض بصفة عامة، غير أن الإستهلاك المنزلي مرتفع بشكل كبير على الإستهلاك غير المنزلي مما يتطلب الأمر تعزيز الجهود المناسبة لاتخاذ التدابير والإجراءات اللازمة لمواجهة الطلب مستقبلا.

مناقشة نتائج

بينت نتائج معيار جذر متوسط الخطأ التربيعي RMSE ومتوسط مربع الأخطاء MSE تناقض مستمر خلال مرحلة التدريب والإختبار ما يدل على أن حجم الإختلاف بين القيم الفعلية والقيم المتوقعة قليل وبالتالي وجود توافق بين التنبؤات والقيم الفعلية.

القيمة النهائية لمعيار RMSE و MSE لنموذج الإستهلاك غير المنزلي تنحرف على القيم الفعلية بمقدار 40%، 16% على التوالي وهي أقل نسبة بين النماذج ما يعطي أعلى دقة للتنبؤ؛

من خلال ملخص نتائج النماذج نجد أن نموذج الإستهلاك غير المنزلي له قوة تفسيرية عالية على نموذج الاستهلاك المنزلي ونموذج استهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض، ما يدل على أنه الأفضل من بين النماذج؛

أظهرت المعايير الإحصائية عدم تجانس العديد من القيم ما حال تعميم النتائج المتوصل إليها على جميع المشتركين؛

يظهر معيار RMSE نسبة كبير مقارنة مع معيار MSE وهذا يدل على مدى حساسيته للقيم المتطرفة؛ الإستهلاك الكهربائي للتوتر المنخفض موجه بنسبة كبيرة للإستهلاك المنزلي لأن نسبة المشتركين فيه تفوق 88.48% على خلاف الإستهلاك غير المنزلي الذي يصل إلى نسبة 11.52% مشترك؛

وصل أكبر إستهلاك إلى 191353 KWH، حيث يرجع هذا الإستهلاك إلى دمج القيم الإستهلاكية السابقة الغير مدونة أثناء عملية المراقبة؛

الجدول رقم (06-04): ملخص نتائج النهائية للنماذج بعد مرحلة التدريب والإختبار

نموذج الشبكات العصبية العميقة LSTM	النموذج الأول: الإستهلاك المنزلي	النموذج الثاني: الإستهلاك غير المنزلي	النموذج الثالث: إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض
$R^2\%$	72%	76%	69%
RMSE	54%	40%	63%
MSE	29%	16%	41%

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

	88.48%	%11.52	نسبة المشتركين
--	--------	--------	----------------

المصدر: من إعداد الطالبة بالإعتماد على برمجية Python

المطلب الثاني: التأكد من صحة الفرضيات

بعد عملية عرض نتائج التنبؤ المتوصل إليها سوف نقوم في هذا المطلب التأكد من مدى صحة الفرضيات من عدمه إنطلاقا من النتائج المتوصل إليها باستخدام الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى؛

- **الفرضية الأولى:** تعد تقنيات التنقيب في البيانات منهجية ملائمة للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في ظل انفجار الكم الهائل من البيانات؛

فرضية صحيحة، حيث أظهرت النتائج أن تقنيات التنقيب في البيانات تعمل على معالجة كميات كبيرة من البيانات في وقت وجيز وهذا باستخدام 127508 مفردة مقابل 11 ثلاثي وهي عينة كبيرة، كذلك نجد أن معامل متوسط مربع الأخطاء MSE وجدر متوسط الخطاء التربيعي RMSE في تناقص مستمر خلال التدريب والإختبار في نماذج الدراسة لتصل عند أقل مستوى من الأخطاء ولا تظهر عكس ذلك.

- **الفرضية الثانية:** قدرة الشبكات العصبية العميقة LSTM للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية؛

فرضية صحيحة، لأن الشبكات العصبية العميقة LSTM لها القدرة على معالجة السلاسل الزمنية بشكل دقيق، فهي تعمل على مواجهة المشاكل التي تعرقل سير الشبكة مثل مشكلة تلاشي أو انفجار التدرج خلال مرحلة التدريب والإختبار والتعامل مع التبعيات ذات ذاكرة طويلة المدى الموجودة في السلسلة، حيث نجد أن نتائج القوة التفسيرية للنماذج عالية وجيدة ما يدل على قدرة خوارزمية الشبكات العصبية العميقة LSTM على معالجة بيانات الدراسة.

- **الفرضية الثالثة:** تعطي الشبكات العصبية العميقة LSTM نماذج قيمة تساهم في إعطاء صورة مستقبلية عن الوضع الاستهلاكي للكهرباء في ولاية غرداية؛

فرضية صحيحة، حيث كشفت نتائج التنبؤ لخوارزمية الشبكات العصبية العميقة LSTM مدى توافق القيم الفعلية مع القيم المتوقعة من خلال معيار RMSE و MSE خاصة في النموذج الثاني للإستهلاك غير المنزلي الذي يملك أقل نسبة للمعيارين ما يعطي أعلى دقة للتنبؤ، كما تبين القيم المتوقعة وجود ارتفاع في إستهلاك الطاقة الكهربائية مستقبلا خلال الفترات القادمة، ما يتطلب الأمر إتخاذ الإجراءات والتدابير اللازمة لمواجهة الزيادة الإستهلاكية وتتبع ذوي الإستهلاك المفرط.

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

• الفرضية الرابعة: وجود تباين في الإستهلاك المنزلي وغير المنزلي للطاقة الكهربائية لدى أصحاب التوتر المنخفض؛

فرضية صحيحة، فمن خلال نتائج الدراسة تبين أن الإستهلاك الكهربائي للتوتر المنخفض موجه بنسبة كبيرة للإستهلاك المنزلي ويرجع هذا لنسبة المشتركين فيه حيث يحتوي على 88.48% مشترك، على خلاف الإستهلاك غير المنزلي الذي يصل إلى نسبة 11.52% مشترك، مما تكون نسبة إستهلاك الطاقة الكهربائية فيه غير كبيرة؛

المطلب الثالث: قراءة وتحليل نتائج الدراسة على ضوء الدراسات السابقة

نحاول قراءة النتائج المتوصل إليها في الدراسة ومقارنتها مع الدراسات السابقة التي تم عرضها من خلال إسقاطها على عدة جوانب أساسية والتي كالآتي:

- تستخدم تقنيات التنقيب في البيانات قاعدة بيانات كبيرة أثناء بناء النموذج حيث كل ما كانت البيانات كبيرة كل ما كانت النتائج أفضل، وهذا ما يميز الدراسة الحالية ودراسة (J. F, F. Martínez, & A, 2022) و (Maher A. , 2019) على مختلف الدراسات التي تم معالجتها بطرق تقليدية؛
- لا توجد معايير ومؤشرات موحدة تؤثر على الإستهلاك بل اختلفت من دراسة لأخرى، حيث أن الدراسة الحالية اعتمدت على إستهلاك الطاقة الكهربائية للمنازل والمحلات التجارية والإقتصادية فقط في حين أن الدراسات السابقة اعتمدت على عدد المستهلكين ودرجة الحرارة، رقم الفاتورة، رقم المستهلك، تاريخ الفاتورة، كمية الفاتورة، سعر الوحدة، نصيب الفرد من إستهلاك الطاقة الكهربائية، إجمالي عدد السكان وعدد السكان الناشطين...إلخ، ويعود هذا لمدى توفر وحصول الباحث على معلومات الخاصة بالدراسة؛
- اعتمدت الدراسة الحالية على الشبكات العصبية العميقة فقط في حين العديد من الدراسات مزجت بين عدة طرق من أجل التعرف على الخوارزمية المناسبة التي تعطي أفضل أداء؛
- الإعتماد على أكثر من متغير يمكن الباحث من حصر المتغير المؤثر بشكل كبير على إستهلاك الطاقة الكهربائية مثل دراسة (Maher A. , 2019)، (Sathishkumar, et al., 2020)، (Rathod & Dev Garg, 2016)
- اختلفت الدراسة الحالية والدراسات السابقة في طريقة تقسيم البيانات على مرحلة التدريب والاختبار والتنبؤ غير أن نسبة بيانات التدريب أكبر من بيانات الاختبار والتنبؤ عند مختلف الدراسات؛

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

- قدرة الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى على معالجة بيانات إستهلاك الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية مثل ما توصلت إليه دراسة (Sahed & Kahoui , 2023) ، و (Mu, Wang, Zheng, & Gao, 2023) ، (J. F, F. Marti´nez, & A, 2022) ؛
- تعتمد جل الدراسات على معيار MRSE و MSE و R^2 لقياس دقة النموذج، حيث كلما كانت الدقة عالية كلما كان النموذج صالح للتعميم.
- اكتفاء العديد من الدراسات بعرض نتائج دقة النموذج دون إعطاء صورة على الوضع الاستهلاكي مستقبلا مثل ما تمت الإشارة إليها في الدراسة الحالية؛

الفصل الرابع: الإطار التطبيقي لاستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لولاية غرداية

خلاصة الفصل:

نتيجة تطورات الحاصلة في علم البيانات وطرق المعالجة تم اتخاذ التنقيب في البيانات في هذه الدراسة كطريقة أساسية لمعالجة بيانات إستهلاك الطاقة الكهربائية من أجل التنبؤ بالقيم المستقبلية لدى أصحاب التوتر المنخفض من خلال الشبكات العصبية العميقة LSTM، حيث يلخص هذا الفصل الجانب التطبيقي للدراسة في مجموعة من النقاط الأساسية ومتمثلة في ثلاث مباحث، أهم ما جاء في المبحث الأول الأدوات والمنهجية المتبعة و طريقة عمل النموذج المطبق المتمثل في الشبكات العصبية العميقة LSTM، أما عن المبحث الثاني يشمل نمذجة إحصائية بإستخدام الشبكات العصبية العميقة من خلال عرض دراسة إحصائية وصفية حول البيانات وخطوات إنشاء النموذج، بالإضافة إلى عرض نتائج كل نموذج بناءً على ثلاث معايير أساسية MRSE و MSE و R^2 ، وفي آخر مبحث تم مناقشة وتحليل النتائج المتوصل إليها من خلال تحليل نتائج التنبؤ لنماذج الدراسة وإختبار صحة الفرضيات ثم قراءة وتحليل نتائج الدراسة على ضوء الدراسات السابقة، حيث تم التوصل من خلال هذا الفصل إلى أن الشبكات العصبية العميقة LSTM تعطي نتائج جيدة لعملية التنبؤ بالقيم المستقبلية لإستهلاك الكهرباء، غير أن نموذج الإستهلاك غير المنزلي أفضل من نموذج الإستهلاك المنزلي ونموذج استهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض، كما كشفت المعايير الإحصائية على وجود نسبة من البيانات غير متجانسة في بيانات مؤسسة سونلغاز ما يصعب تعميم نتائج التنبؤ على جميع المستهلكين.

خاتمة

خاتمة:

حاولنا في هذه الدراسة استخدام تقنيات التنقيب في بيانات إستهلاك الطاقة الكهربائية على ثلاث عينات من مستهلكي الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض في ولاية غرداية، أولى تضم إستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية، أما العينة الثانية تمثل الإستهلاك غير المنزلي، والثالثة تضم إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض بصفة عامة، وهذا من أجل التنبؤ بالقيم المستقبلية للإستهلاك بواسطة الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM للفترة الممتدة من 2023Q4 إلى غاية 2025Q4، حيث توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج النظرية والتطبيقية المهمة والموضحة في النقاط التالية:

أولاً: النتائج النظرية

- إنتشار الواسع لطرق التنقيب في البيانات في الآونة الأخيرة بشكل كبير رغم ظهوره منذ زمن بعيد؛
- تسمح تقنيات التنقيب في البيانات من معالجة مختلف البيانات الضخمة بعدة خوارزميات متنوعة وإبرام مقارنة بين مختلف نتائجها؛
- تعتمد الجزائر بشكل كبير على الموارد الطاقوية الناضبة لتوليد الكهرباء خاصة الغاز الطبيعي؛
- تحتل المحطات الغازية الصادرة من بين جميع المحطات في عملية توليد الكهرباء نتيجة الإعتماد على الغاز الطبيعي المتواجد بنسبة عالية في الجزائر مقارنة مع بقية الموارد الطاقوية؛
- يسجل القطاع الصناعي والمنزلي إستهلاك كبير للطاقة الكهربائية من بين مختلف القطاعات وهذا ما يدل على مدى أهمية واحتياج الكهرباء ضمن القطاعين؛
- يقوم نظام بناء وتسديد فواتير الطاقة الكهربائية على عدة تعريفات كهربائية يتم من خلالها إحتساب الكمية المستهلكة للكهرباء من أجل إعداد مبلغ الفاتورة المستحق للدفع؛

ثانياً: النتائج التطبيقية

- تمكنت أساليب التنقيب في البيانات من معالجة بيانات إستهلاك الطاقة الكهربائية وإعطاء نتائج جيدة حول كل نموذج؛
- كشفت الدراسة على مدى صحة البيانات المدونة في المؤسسة من عدمه، حيث تبين وجود فئة من المشتركين ذات إستهلاك واقعي وفئة ذات إستهلاك غير واقعي معدل من طرف المؤسسة وهذا من خلال تجانس البيانات من عدمه، ما يؤثر على صنع القرار أثناء استخدام تقنيات التنقيب في البيانات وبالتالي عدم التمكن من تعميم نتائج التنبؤ على جميع المستهلكين؛

- وجود فئة كبيرة من المستهلكين لها كميات استهلاكية غير منطقية، حيث تكون مرتفعة بنسب كبيرة على الوضع الطبيعي وهذا ناجم على عدم تدوين القيم الحقيقية الموجودة في العدادات الكهربائية لوجودها داخل المساكن والمحلات التجارية والإقتصادية التي يكون أصحابها خارجها أثناء عملية المراقبة؛
- عدم وجود نظام آلي رقمي يسمح بتدوين الكمية المستهلكة بشكل دقيق وفي الوقت المحدد مثل ما كان متواجد في السابق؛
- طريقة التدوين القيم الإستهلاكية من العدادات بشكل اليدوي تدل على مدى جهد ومشقة العمل مما يتطلب ذلك وقت وجهد كبير؛
- طريقة دمج القيم الإستهلاكية للكهرباء في حال عدم تدوينها في الوقت المناسب لا تعطي صورة واضحة على الوضع الاستهلاكي لجميع المشتركين وبالتالي عدم معرفة المستهلك العقلاني وغير العقلاني؛

الاقتراحات والتوصيات:

- ✓ تعزيز الجهود من قبل مؤسسات سونلغاز من أجل مراقبة الوتيرة الإستهلاكية للمشاركين وتعميمها على مختلف المستهلكين " أصحاب الضغط العالي، والمتوسط والمنخفض؛
- ✓ الابتعاد على نظام التسجيل اليدوي أثناء مراقبة القيم الإستهلاكية والخوض في نظام الرقمنة للحصول على قيم ذات كفاءة ومصدقية عالية من خلال تطوير نظام العدادات الكهربائية بشكل آلي يسمح للمؤسسة من الوصول إلى القيم الإستهلاكية؛
- ✓ العمل على توسيع حجم العينة المدروسة لكي تعطي نتائج أفضل وأكثر دقة؛
- ✓ تجنيد الإمكانيات الإعلامية لتوعية بمدى أهمية الطاقة الكهربائية وعدم إسرافها من خلال مختلف طرق ترشيد الإستهلاك؛
- ✓ تقليل من حجم البيانات خلال مرحلة التعلم يتيح للشبكة القدرة والدقة على تعلم بشكل صحيح وسليم؛
- ✓ العمل على تعميم وضع العدادات الكهربائية خارج المساكن والمحلات التجارية والإقتصادية من أجل تدوين الكمية المسجلة من العداد للحصول على قيم حقيقية للإستهلاك في الوقت المناسب لها؛
- ✓ تخصيص جهات معينة للبحوث والدراسات للتنبؤ بالطلب المستقبلي للكهرباء من أجل مواجهة الطلب المتزايد خلال السنوات القادمة؛
- ✓ توجيه الاهتمام إلى إستغلال الموارد الطاقوية المتجددة لإنتاج الكهرباء دون الإكتفاء بالموارد الطاقوية الناضبة؛

✓ السعي نحو استقطاب أهل الاختصاص في مجال معالجة البيانات بمختلف الطرق؛

أفاق الدراسة:

- العمل على تقدير نماذج تسمح باكتشاف الاحتيال والتلاعب في شبكات الكهربائية باستخدام تقنيات حديثة تختصر الوقت والجهد لمعالجة كميات ضخمة من بيانات المستهلكين؛
- العمل على عقد مقارنة بين نتائج الخوارزمية الحالية ومختلف الخوارزميات المتبقية؛
- العمل على الاستفادة من تقنيات حديثة للتنقيب في البيانات لمعالجة بيانات مختلف المؤسسات لمعرفة مدى صحة البيانات المدونة داخل كل المؤسسة وخلق نماذج تساهم في إتخاذ القرارات المثلى؛
- تعميم إستخدام تقنيات التنقيب في البيانات على أصحاب التوتر المتوسط والعالي من أجل إكتشاف الأخطاء المتواجدة ضمن البيانات؛
- تطبيق طرق التنقيب في البيانات على فواتير الطاقة الكهربائية والتعريفات الكهربائية.

قائمة المراجع

• باللغة العربية:

- 1- ابراهيم رحيم . (2020-2021). الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر في ظل الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة الموردية . كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير ، الجزائر : جامعة الجزائر 3.
- 2- إبراهيم رحيم ، و يوسف حميدي . (2019). أهمية التخطيط لنظام الطاقة الكهربائية - الجزائر أنموذج. مجلة البحوث والدراسات العلمية(13)، 9-23.
- 3- احمد بن العادية . (2022). استخدام نماذج الشبكات العصبية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية بولاية ادرار. مجلة التكامل الاقتصادي، 10(02)، 92-108.
- 4- احمد فايز احمد سيد . (1438). ادوات التنقيب عن البيانات مفتوحة المصدر دراسة تحليلية تقييمية. مجلة جامعة طيبة : لاداب والعلوم الانسانية، 5(10)، 791-865.
- 5- احمد بن احمد. (2007-2008). النمذجة القياسية للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة (2007:03 – 1988:10)(ماجستير). كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، الجزائر: جامعة الجزائر.
- 6- أحمد بن هني، و أحمد زياد. (2022). استراتيجية الانتقال الطاقوي في الجزائر لتعزيز الاستدامة البيئية. مجلة دفاتر بواذكس، 11(2)، 193-213.
- 7- احمد رمضان محمد المتولي. (2021). محاكاة توزيعات بواسون المختلطة المحدود لنمذجة عدد المطالبات التأمينية. مجلة البحوث المالية والتجارية، 22(2)، 448-466.
- 8- اسحاق فضيل ، و الطاهر شليحي. (2022). تشخيص انتاج واستهلاك الطاقات المتجددة في الجزائر دراسة تحليلية قياسية لانتاج الكهرباء بالطاقات المتجددة في شركة sktm غرداية. دراسات اقتصادية، 16(1)، 206-219.
- 9- إسماعيل نوار. (2016). تقليل التنبيهات الخاطئة فينظم كشف الاختراق. قسم المعلومات، سوريا: المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا.
- 10- الاتحاد العربي للكهرباء. (2019-2021). النشرة الاحصائية العدد الثامن والعشرون. عمان (الاردن): www.auptde.org.
- 11- الأمين حلموس. (2016-2017). دور ادارة المعرفة التسويقية باعتماد استراتيجية العلاقة مع الزبون في تحقيق ميزة تنافسية (دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية العلوم التجارية وعلوم التسيير، بسكرة: محمد خيضر.
- 12- الديوان الوطني للإحصائيات. (2021). العنوان : الجزائر بالارقام نتائج 2016-2018. الجزائر: <http://www.ons.dz>.
- 13- الطالب بن حمزة. (2021-2022). الأمن الطاقوي الجزائري بين التحديات والبدائل(دكتوراه). كلية العلوم السياسية والعلاقات الدولية، الجزائر: جامعة الجزائر 3.
- 14- الطيب فتان، و عبدالباسط بن معمر . (2021). العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية والنمو الاقتصادي في الجزائر دراسة قياسية للفترة (1990-2019). مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، 14(02)، 158-173.
- 15- الهاشمي بعاج . (2010-2009). دور العملية التدريبية في رفع الفعالية التنظيمية للمؤسسة(ماجستير). كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير ، الجزائر : الجزائر .
- 16- امال بلعدي. (2020). دور استهلاك الطاقة الكهربائية في تفعيل البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة في الجزائر -دراسة قياسية تحليلية. مجلة العلوم التجارية، 19(2)، 156-168.

- 17- أمال معروف . (2020-2021). دراسة وتحليل الاداء باعتماد تقنيات التنقيب عن البيانات دراسة حالة مؤسسة سيال (SEAAL) (أطروحة دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية العلوم التجارية وعلوم التسيير، الجزائر: جامعة الجزائر 3.
- 18- أماني الرواشدة. (2023). توقعات معدل التضخم الكلي باستخدام نموذج الذاكرة طويلة قصيرة المدى Long Short-Term Memory (LSTM). مجلة الدراسات الاقتصادية والتطبيقية (3)، 74-20.
- 19- أحمد قدوري. (2019). الأساليب المعرفية وإدراك الاخطار المهنية (دكتوراه). كلية العلوم الانسانية و الاجتماعية ، ورقلة : جامعة قاصدي مرباح .
- 20- إنصاف جاسم مهدي المسعودي. (2023). مقدرات بيز لبعض نماذج ماركوف المخفية مع التطبيق (دكتوراه). كلية الإدارة والاقتصاد، العراق: جامعة كربلاء.
- 21- باسل يونس الخياط، و عزة حازم زكي. (2005). استخدام الشبكات العصبية في التكهّن بالسلسلة الزمنية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الموصل. المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، 5(8)، 63-79.
- 22- بثينة عبد الجادر عبد العزيز، و علي طارق عبد المجيد. (2019). استخدام الانموذج الهجين SARIMA – ELMAN (ERNN) للتنبؤ بالمعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى لمدينة بغداد. مجلة الادارة والاقتصاد (118)، 270-284.
- 23- بولرباح بوخاري، و محمد تفرورت. (2019). دراسة قياسية للطلب على الطاقة الكهربائية للقطاع العائلي دراسة حالة الشلف شمال (جانفي 2007-ديسمبر 2017). مجلة الاقتصادية المالية البنكية وإدارة الاعمال، 5(2)، 55-76.
- 24- تقى عبد محمد الخزعلي. (2021). تقدير انموذج انحدار لوجستي لمتغير معتمد متعدد المستويات (ماجستير). الإدارة والاقتصاد قسم الإحصاء، جمهورية العراق: جامعة كربلاء.
- 25- جاسم الفارس، و نعمه عبد الله الفخري. (2018). استخدام خوارزمية الجار الأقرب (Knn) في تحديد العوامل المؤثرة على خط الفقر الوطني. مجلة جامعة كركوك للعلوم الإدارية والاقتصادية، 8(7)، 573-589.
- 26- جمال احمد الشوافي، و عبدالوهاب السيد حجاج. (2013). الذكاء الاصطناعي وتحليل السلاسل الزمنية. المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة - جامعة الازهر (10)، 571-612.
- 27- جمانة أبو محرمة . (2019). بناء نظام مساعد في حساب قيمة ضريبة البيوع العقارية بالاعتماد على ذكاء الأعمال (ماجستير). المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، سورية: معهد العالي لسورية .
- 28- حادة مدوري ، و محمد مكيدش. (2017). دراسة مقارنة بين نماذج الذكرة الطويلة ARFIMA والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بسعر صرف الدينار الجزائري. مجلة الباحث (17)، 159-171.
- 29- حسان عثمان محمد توفيق . (2006). استخدا تقنيات ادارى مستودعات البيانات في دعم القرارات التسويقية نموذج مقترح على الشركة الوطنية لصناعة الأثاث في الموصل (أطروحة الدكتوراه). كلية الادارة والاقتصاد، العراق : جامعة الموصل.
- 30- حسين علي شبيب، و علي ياسين غني. (2022). تصنيف المشاهدات باستعمال الشبكات العصبية الاصطناعية مع تطبيق عملي في مجال الطب. مجلة كلية الكوت الجامعة، 7(2)، 69-83.
- 31- حمزة عبد الرزاق. (2017-2018). استراتيجية الجزاير في تطوير الطاقات المتجددة كبديل للطاقة النفطية دراسة مقارنة مع ايران والسعودية (دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير ، المسيلة : محمد بوضياف.
- 32- حنان خضاري مهدي محمود. (2023). مقارنة الشبكات العصبية ذات الذاكرة قصيرة المدى المطولة ونماذج بوكس وجنيكنز بالتطبيق على سلسلة الوفيات اليومية الناتجة عن الاصابة بفيروس كورونا بمصر. المجلة العلمية للبحوث التجارية (2)، 517-542.
- 33- خالد السيد عبد الحق ، و دعاء محمود عبد العال عبد الرازي . (2023). تحليلات الاعمال وتنقيب البيانات (الإصدار 1). عمان، الأردن: دار اليازوري العلمية.

- 34- خالد سهلي، و أحمد رمزي صياغ. (2022). واقع تعريفية سعر الكهرباء الموجه للقطاع العائلي في الجزائر مديرية امتياز توزيع الكهرباء والغاز ورقلة. المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية، 9(2)، 135-148.
- 35- خليدة دلهوم. (2016-2017). المتغير الديمغرافي في الجزائر و التنبؤ بالطلب على الكهرباء(دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير ، باتنة: جامعة باتنة 1.
- 36- راميا الجبيلي. (2020). دراسة مقارنة بين سلاسل ماركوف والشبكات العصبية الاصطناعية و ARIMA للتنبؤ بعدد سكان العراق. مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم(46)، 25-49.
- 37- راميش شاردا، دورسون ديلين، و افرام توربان. (2020). ذكاء الأعمال والتحليلات و علم البيانات منظور اداري (الإصدار 1). الرياض: معهد الادارة العامة مركز البحوث والدراسات.
- 38- رهنف حريري رفاعي . (2017-1439). استخدام تقنيات التنقيب عن البيانات في دعم قرارات شركات التأمين(رسالة ماجستير). كلية الاقتصاد قسم الاحصاء ونظم المعلومات ، حلب : جامعة حلب .
- 39- رياض قادري ، و محمد مكيدش. (2017). دراسة مقارنة بين طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية ومنهجية بوكس وجانكينس للتنبؤ بمبيعات الكهرباء. مجلة الاقتصاد والادارة، 16(1)، 91-115.
- 40- ريماء أيمن الشحرور. (2021). أثر تطبيق تقنيات التنقيب في البيانات على رضا العملاء دراسة حالة شركة سيريتل(ماجستير). ادارة الأعمال التخصصي، سورية : الجامعة الافتراضية السورية .
- 41- زكريا مطلق الدوري، و داليا عبد الحسين احمد. (2007). دور تنقيب البيانات Data Mining في زيادة اداء المنظمة دراسة تحليلية في المصرف الصناعي. مجلة العلوم الاقتصادية و الادارية، 13(48)، 40-62.
- 42- زكية مقري، و اسية شنه. (2014). التسويق العكسي كالية لترشيد الاستهلاك المنزلي للطاقة الكهربائية : دراسة استطلاعية لآراء عينة من المستهلكين في مدينة. مجلة العلوم الاجتماعية والانسانية(31)، 49-80.
- 43- زمن راوي سلطان، حسن عبد الله أحمد، و عباس فضيل عطوي. (2023). صناعة الغاز الطبيعي في العراق-(الواقع . التحديات. الأفاق). مجلة مركز دراسات الكوفة، 1(68)، 465-486.
- 44- زهرة روايقية. (2018-2019). تحسين كفاءة استخدام الطاقة من أجل تحقيق التنمية المستدامة في الاقتصاديات العربية. الكلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قالمة: جامعة 8ماي .
- 45- سامر العكور . (2024). اثر الذكاء الاصطناعي بإستخدام التعلم العميق والتعلم الآلي على جودة المعلومات المحاسبية في البنوك التجارية الأردنية. سلسلة الدراسات الاقتصادية وريادة الاعمال، 5(5)، 1-25.
- 46- سليمة نقايبي . (2022). استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المعرفة في ظل مجتمع المعرفة. مجلة الرسمية، 3(2)، 67-78.
- 47- سماح مكية . (2013). اداة معدات التشييد باعتماد نظم دعم القرار (أطروحة الدكتوراه). كلية الهندسة المدنية، سوريا: جامعة تشرين.
- 48- سميرة بن عمورة ، و ناجي بن حسين . (2021). اثر استهلاك الطاقة الكهربائية على تحقيق البعد الاجتماعي للتنمية المستدامة في الجزائر للفترة 2000-2018. مجلة نماء للاقتصاد والتجارة، 05(02)، 73-57.
- 49- سمير بن محاد. (2015-2016). تطور استهلاك الطاقة وأثره على النمو الاقتصادي في البلدان المصدرة لمصادر الطاقة دراسة مقارنة لعينة من بلدان الأوبك. كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، الجزائر : الجزائر -3.
- 50- سمير كسيرة، و عادل مستوي. (2015). الاتجاهات الحالية لانتاج واستهلاك الطاقة الناضبة ومشروع الطاقة المتجددة في الجزائر - رؤية تحليلية انية ومستقبلية-. مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية(14)، 146-168.

- 51- سميرة مومن ، و الطبيب الوافي . (2021). دور مشروعات الطاقات المتجددة في تعزيز انتاج الطاقة الكهربائية بالجزائر. مجلة دراسات في الاقتصاد وادارة الاعمال، 04(01)، 463- 482.
- 52- سهاد علي شهيد. (2018). دراسة مقارنة للتنبؤ بمعدلات الرطوبة النسبية لمحافظة نينوى باستخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية والشبكات العصبية الاصطناعية. مجلة الادارة والاقتصاد، 41(115).
- 53- سهيلة عتروس. (2017-2018). استخدام منهجية بوكس جنكيز والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية بمؤسسة سونلغاز(دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، الجزائر: محمد خيضر بسكرة.
- 54- سهيلة زناد. (2017-2018). إستراتيجية ترقية الكفاءة الإستخدامية لمصادر الطاقة البديلة لإستخلاف الثروة البترولية وفق ضوابط الإستدامة(دكتوراه) . كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، سطيف: فرحات عباس.
- 55- سوزي فاروق النقودي. (2022). تقييم دقة أساليب التنقيب في البيانات(Data Mining(DT في الحد من المخاطر الانتمانية وانعكاسها على جودة القوائم المالي بالقطاع المصرفي -دراسة حالة. جلة البحوث المالية والتجارية، 23(4)، 519-578.
- 56- سيف الدين عثمان فتوح، و الشفيق جعفر محمود. (2014). التنقيب في البيانات و اتخاذ القرارات (نموذج تطبيقي لخزان خشم القربة). مجلة النيل الأبيض للدراسات والبحوث(3)، 1-17.
- 57- شوقي بلقار. (2022-2023). عقد الامتياز في مجال تسيير مرفق الكهرباء والغاز في ظل الاقتصاد الحر(دكتوراه). كلية الحقوق والعلوم السياسية، قالمة: جامعة 8 ماي 1945.
- 58- صارة شريفي. (2020-2021). الطاقات الحديثة والمتجددة ودورها في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة في الجزائر أفاق 2035 (دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير ، الجزائر: جامعة الجزائر 3.
- 59- صالح محرز، و حمزة بعلي . (2019). دور وفعالية إدارة المعرفة وتكنولوجيا المعلومات في تحسين جودة الخدمات الصحية بالجزائر. مجلة شعاع للدراسات الاقتصادية، 3(2)، 257- 272.
- 60- صيرينة زير. (2015-2016). مساهمة في تحسين نظم المعلومات الادارية في البنك التجاري لزيادة فعالية القرارات (دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، بسكرة: محمد خيضر.
- 61- صفاء علي ناصر، و أمانة شهاب احمد. (2017). اكتشاف الاحتيال المالي باستخدام بعض الطرق الاحصائية: دراسة تطبيقية في سوق العراق لأوراق المالية. مجلة علوم المستنصرية، 28(1)، 176-186.
- 62- طارق بن قسبي . (2013-2014). استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية للتنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز(دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، بسكرة: جامعة محمد خيضر .
- 63- طارق خير بك، احمد سليمان احمد، و رهن سليمان. (2019). تصميم نظام ضبابي هرمي للتنبؤ باداء الشبكات الكهربائية. مجلة جامعة تشرين .العلوم الهندسية، 41(4)، 74-86.
- 64- طه دلير عزيز ، و اسماعيل احمد جليل. (2022). المقومات الجغرافية لانشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية من الاشعاع الشمسي(محافظة السلیمانیة دراسة حالة). المجلة الاكاديمية لجامعة نوروز، 11(4)، 215-233.
- 65- عادل شريط ، و خالدية بوجنان . (2013). محاولة تسيير خطر منح القروض البنكية باستخدام عملية التنقيب في البيانات دراسة حالة بنك الفلاحة والتنمية الريفية -وكالة تيارت-. مجلة علوم الاقتصاد والتسيير والتجارة، 3(28)، 53-76.
- 66- عائشة عميش، و سهام طرشاني. (2021). التحول الطاقي كآلية لاستدامة الامن الطاقي في دول المغرب العربي -افاق وتحديات-. مجلة دراسات وابحث اقتصادية في الطاقات المتجددة، 08(01).
- 67- عبد الرحمان مغاري ، و مختار صابة . (2019). استراتيجية النهوض بالطاقات الجديدة والمتجددة كسبيل لتحقيق التحول الطاقي بالجزائر. المجلة الدولية للأداء الاقتصادي(3)، 9-40.
- 68- عبد الستار شاكر سلمان. (2019). التنقيب واعادة هندسة قواعد البيانات. المجلة العراقية للمعلومات، 20(1)، 1-17.

- 69- عبد القادر ساهد ، و حسن قهوي . (2022). التهجين بين شبكة دالة الاساس الاشعاعية RBFN ونماذج ARIMA في التنبؤ باستهلاك الكهرباء في الجزائر للفترة 1980-2019. مجلة وحدة البحث في تنمية الموارد البشرية، 17(02)، 495-514.
- 70- عبد القادر ساهد، و حسن قهوي. (2020). دراسة مقارنة بين نماذج ARIMA وطريقة الجار الاقرب-k للتنبؤ باستهلاك الكهرباء في الجزائر خلال الفترة 1980-2019. Journal of Entrepreneurship JEJE، 4(2)، 73-83.
- 71- عبد النور دحاك، و رابح قارة. (2017). دور وأهمية المعلومات ونظم المعلومات في اتخاذ القرارات الإستراتيجية. مجلة نماء الإقتصاد والتجارة(2)، 84-100.
- 72- عبير عبد الكريم الحجو. (2021). دور الطاقات المتجددة في تحقيق الاستدامة البيئية(ماجستير). المعهد العالي لادارة الأعمال، سوريا: المعهد العالي.
- 73- عدلان سواني ، و فرحات سليمان زواري. (2019). دراسة تنبؤية للاستهلاك طاقة الكهرباء في المجال الزراعي بالجزائر لعام 2025.
- 74- عدي فاضل عبد الكعبي . (2022). استخدامات الطاقة في محافظة كربلاء وآثارها البيئية لسنة 2019. مجلة الآداب، 3(141)، 287-308.
- 75- علاء الدين حسام الدين، كارلو مقدسي، و عصام سهيل سلمان. (2018). استخدام الشبكات العصبونية في التنبؤ قصير الأمدبالحمل الكهربائي في محافظة طرطوس. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، 40(4)، 517-526.
- 76- علي العبسي ، و بلال شيخي. (2018). واقع وافاق طاقة الرياح في الجزائر. مجلة الهفار للدراسات الاقتصادية(02)، 307.
- 77- علي صيد، و ليليا بن منصور. (2021). دراسة قياسية لاثر انتاج الطاقة الكهربائية البديلة من النفايات على حجم الاستهلاك العالمي للطاقة الكهربائية خلال الفترة 1990-2018. مجلة نماء للاقتصاد والتجارة، 5(2)، 156-167.
- 78- عماد معوشي. (2014). حتمية ترشيد استهلاك الطاقة لتحقيق التنمية المستدامة. مجلة الاقتصاد والمجتمع، 10(10)، 103-119.
- 79- عمر صابر قاسم، و إسراء رستم محمد. (2013). دراسة رياضية تحليلية لخوارزميات الشبكات العصبية الاصطناعية في ملائمة نموذج للتشخيص الطبي. مجلة الرادين لعلوم الحاسوب والرياضيات، 10(1)، 183-194.
- 80- عمر صابر قاسم. (2014). تهجين أنموذج ماركوف المخفي باستخدام شبكة ايلمان العصبية الاصطناعية مع التطبيق. مجلة الرادين لعلوم الحاسوب والرياضيات، 11(1)، 25-42.
- 81- فاطمة بوعروري. (2018-2019). مساهمة الشبكات العصبونية الاصطناعية في التنبؤ بحجم المبيعات لدعم صنع القرارات الادارية في المؤسسات الاقتصادية(دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، الجزائر: جامعة سطيف1.
- 82- فتيحة بن سعدي، مصطفى طويطي ، و ذهيبه بن عبد الرحمان . (2023). التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية الى غاية 2030 -دراسة قياسية باستخدام منهجية بوكس وجنكيز-. مجلة الادارة والتنمية للبحوث والدراسات، 12(02)، 294-312.
- 83- فتيحة ملياني، و رشيد سفاحو. (2019). البيانات الضخمة: الفرص، التحديات، ومجالات التطبيق. مجلة أبحاث كمية ونوعية في العلوم الاقتصادية والادارية(02)، 61-75.
- 84- فتيحة بن أم السعد. (2015-2016). دور نظم المعلومات في دعم اتخاذ القرارات بالمؤسسات الاقتصادية دراسة ميدانية بمؤسسة سونلغاز فرع شبكة توزيع الكهرباء والغاز للشرق قسنطينة -الجزائر(دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جاح لخضر: باتنة.
- 85- فتيحة خوميعة. (2016). استغلال الطاقة المتجددة في الجزائر بين التطلعات و المعوقات. مجلة إقتصاد المال والأعمال، 1(2)، 27-36.

- 86- فريد بن نور، و محمد العربي نايت مرزوق. (2019). إستخدام نماذج الذكاء الاصطناعي للتنبؤ باحتياجات الصرف الأجنبي في الجزائر - نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية ANN - مجلة اقتصاديات شمال إفريقيا، 15(20)، 67-82.
- 87- فطيمة سايح ، كريمة جلام ، و رضوان عامري. (2019). الطاقة الخضراء ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر الطاقة الشمسية انموذجا. مجلة جامعة الحسين بن طلال للبحوث، 5(6)، 36-46.
- 88- قتيبة نبيل نايف، و محي الدين خلف أبوب . (2016). استخدام خوارزمية K-Means للتعقيد في تنقيب البيانات Data Mining مع واقع تطبيقي. مجلة العلوم الاقتصادية والادارية، 22(91)، 289-406.
- 89- كاظم احمد البطاط ، و حسين باسم محمد. (2021). تحليل مؤشرات الطاقة الكهربائية في العراق للمدة 2006-2016. اهل البيت عليهم السلام(29)، 476-491.
- 90- كرار حمزة حسين علي المرشدي. (2021). تشخيص وتقدير نماذج السلاسل الزمنية الموسمية مع تطبيق عملي (ماجستير). كلية الادارة والاقتصاد ، العرق : جامعة كربلاء.
- 91- كلثوم بوهنة ، و محمد بن عزة . (2015). واقع قطاع الكهرباء في الجزائر دراسة حالة مجمع سونلغاز. المجلة الجزائرية للعلوم والسياسات الاقتصادية(06)، 119-135.
- 92- كلثوم بوهنة. (2021). التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهربائية الحرارية في الجزائر حتى افاف 2030 باستعمال منهجية بوكس جنكيز. مجلة الاقتصاد الصناعي (خزارتك)، 11(01)، 608-631.
- 93- كمال موفق، ذهيبه بن عبد الرحمان ، و مصطفى طويطي . (2024). تنقيب البيانات باستخدام خوارزمية قواعد الارتباط FP-growth لتحسين ربحية المحلات التجارية. راسات اقتصادية، 18(1)، 501-514.
- 94- كميلية بوكرة، و عبد الوهاب شمام. (2016). طاقة الكتلة الحيوية بين اشكالية الأمن الطاقوي ومعضلة ارتفاع أسعار الغذاء. مجلة رؤى اقتصادية(11)، 219-230.
- 95- لخضر ديلمي، و خليفة دلهوم. (2016). نمذجة الطلب على الكهرباء للقطاع العائلي في الجزائر وفقا لنموذج H.r Linden. دراسات العدد الاقتصادي، 17(1)، 91-105.
- 96- لمى عدنان عوكل. (2021). دور استخدام خوارزميات الذكاء الصناعي في عمليات ضبط الجودة دراسة حالة مصنع الميسور للصناعات البلاستيكية - سورية ريف دمشق (ماجستير). دمشق، سوريا: الجامعة الافتراضية.
- 97- محمد محمود هاشم. (2022). النمذجة الإكتوارية للمطالبات في التأمينات العامة باستخدام تقنيات التنقيب في البيانات (Data Mining) دراسة تطبيقية على فرع تأمين البترول بالسوق المصري. مجلة الدراسات المالية والتجارية، 32(2)، 307-368.
- 98- محمد مراس ، صباح غربي ، و سفيان بن عبد العزيز . (2020). فعالية النماذج الذكية في بناء وتطوير الأنظمة التنبؤية في مجال التسيير، استخدام نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية ANN للنمذجة و التنبؤ . مجلة البشائر الاقتصادية، 6(2)، 1-16.
- 99- محمد حجوز. (2023). تحسين خوارزمية Apriori من خلال تقليل مسح قاعدة البيانات. جامعة البعث، 45(8)، 75-96.
- 100- محمد حسين علي حسين الجنابي ، و علا محمد علي السعدي. (2018). العلاقة بين تنقيب البيانات وتكنولوجيا التصنيع دراسة استطلاعية في الشركة العامة للمعدات الهندسية الثقيلة . مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، 55، 233-254.
- 101- محمد راتب حباب. (2021). توليد الجداول الدراسية اعتمادا على الخوارزميات الجينية وتعلم الآلة تطبيق على المعهد العالي(ماجستير). المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا ، سورية : المعهد العالي .
- 102- محمد زويبر، و هالة ديواني . (2021). المواقع الإلكترونية كآلية لتقديم الخدمات لمستهلكين الكهرباء والغاز وحماية حقوقهم في ظل إتساع التجارة الإلكترونية: دراسة حالة موقع الشركة الوطنية لتوزيع الكهرباء والغاز "سونلغاز". مجلة إضافات إقتصادية، 5(1)، 105-124.
- 103- محمد شخي. (2017). طرق الاقتصاد القياسي محاضرات و تطبيقات. عمان (الأردن): دار الحماد .

- 104- محمد عبده الحكيم هلال . (2021). تصور مقترح لدور تنقيب البيانات في صنع القرار المستنير بمؤسسات التعليم العالي في مصر. مجلة كلية التربية -جامعة عين شمس(45)، 15-90.
- 105- محمد ممتاز الشماع. (2020-2022). دراسة الجدوى الاقتصادية للطاقات المتجددة لمشروع تجاري(ماجستير). المعهد العالي لإدارة الأعمال (HIBA)، سوريا: المعهد العالي .
- 106- محمد يوسف ، و أحمد صالح سباع . (2018). الاستثمار في الطاقة النووية كخيار لتحقيق التنمية المستدامة بالجزائر. مجلة البحوث الادارية والاقتصادية(3)، 54-73.
- 107- مختارية دين ، و فاطمة الزهراء زرواط. (2019). التنبؤ بالطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الشمسية في الجزائر باستخدام منهجية بوكس جينكيز. المجلة الجزائرية للعلوم والسياسات الاقتصادية، 10، 87-109.
- 108- مركز تنمية الطاقات المتجددة . (1992- 2002). تاريخ الاسترداد 28 08، 2023، من مركز تنمية الطاقات المتجددة بمناسبة حلول يوم الانقلاب الصيفي : <https://bit.ly/3r3sb33>
- 109- مروان جمعة درويش. (2018). فعالية التنبؤ بمؤشر بورصة فلسطين باستخدام نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية: مقارنة بنموذج الانحدار الذاتي. مجلة جامعة القدس المفتوحة للبحوث الإدارية والاقتصادية، 3(10)، 75-95.
- 110- مروان مباركي ، و أحمد زكريا طالبي . (2017). أهمية استغلال الطاقات المتجددة في تعزيز التنمية المستدامة في الجزائر. مجلة اقتصاد المال والاعمال، 2(1)، 7-29.
- 111- مروة زهواني . (2021-2022). تطبيقات نماذج الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بمخاطر التعثر المالي في المؤسسة الاقتصادية -دراسة حالة-. كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير ، غرداية : غرداية .
- 112- مريم ساعي ، جورج اسير، الفت جولحة، و جينا مهنا. (2023). التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام شبكات RNN. جلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية سلسلة العلوم الهندسية، 45(1)، 239-253.
- 113- مريم ساعي، جورج اسير، الفت جولحة، و جينا مهنا. (2022). تحميل خوارزميات العنقدة والتصنيف لتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية -سلسلة العلوم الهندسية، 44(5)، 183-200.
- 114- مريم علي عزال. (2022). نظام التنبؤ عن واردات نهر الفرات باستخدام تقنيات تعلم الآلة (ماجستير). الجامعة الافتراضية السورية، سورية : الجامعة الافتراضية .
- 115- ماهر عبد الرحمن صالح أبوقرون. (2018). مقارنة خوارزميات تنقيب البيانات التعليمية لدعم القرار في مؤسسات التعليم العالي السودانية(دكتوراه). كلية الدراسات العليا، السودان: جامعة النيلين.
- 116- معتز عزت عبد الغني الشيمي . (2015). الاقتصاد الأخضر: نحو امكانية استخدام الطاقة الشمسية لتحقيق التنمية المستدامة (ماجستير). كلية الاقتصاد والعلوم السياسية ، مصر: جامعة القاهرة.
- 117- ملهم محمد منير المالح. (2019). تلخيص النصوص العربية المعتمد على التعلم العميق والمعطيات الكبيرة (ماجستير). المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، سورية: المعهد العالي سورية.
- 118- منال منصور، و عبد الحميد مهري. (2018). أهمية التوليد الكهربائي باستخدام الطاقات المتجددة ونسبتها من إجمالي قدرات التوليد في الجزائر. مجلة الاقتصاد الصناعي، 2(14)، 136-148.
- 119- ناهد محمد حسن احمد. (2018). استخدام تنقيب البيانات لبناء الخطط العلاجية لمرضى السكري (رسالة ماجستير). كلية الدراسات العليا، السودان: النيلين.
- 120- نبيلة سعيداني ، و نور الهدى محمدي. (2017). واقع وافاق قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر. مجلة دراسات وابحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة(6)، 279-296.

- 121- ندى بدر جراح. (2019). تقنيات الذكاء الاصطناعي لتطوير التعلم الآلي الاحصائي. المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات، 9(3)، 41-57.
- 122- نشأت جاسم محمد، و احمد طلال جبار. (2020). مقارنة بين نماذج السلاسل الزمنية الخطية وتقنيات تنقيب البيانات للتنبؤ بتلوث الهواء في مدينة بغداد. مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم (46)، 220-238.
- 123- نورس كاظم يوسف، و أسماء عبد الله المحمودي. (2016). هل تؤثر البيانات الديموغرافية على تخرج الطالب؟ دراسة تحليلية باستخدام تقنيات تنقيب البيانات. مجلة العلوم الانسانية والعلمية والاجتماعية (1)، 238-265.
- 124- هاجر شناي، و زوييدة محسن. (2018). جهود الدولة الجزائرية في الحفاظ وترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية. المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية، 5(1)، 56-67.
- 125- هدى الجيلي فضل المولى محمد. (2022). استخدام الشبكات العصبية لتقدير تكلفة استهلاك الكهرباء (رسالة ماجستير). كلية علوم الحاسوب وتقانة المعلومات، السودان: جامعة النيلين.
- 126- هشام حريز. (2015-2016). دور البحث والتطوير في تحسين القدرة التنافسية لقطاع الطاقات المتجددة في الجزائر (دكتوراه). كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، بسكرة: محمد خيضر.
- 127- وحيد محمود رمو، و عبد الواحد غازي النعيمي. (2021). متطلبات تطبيق التنقيب في البيانات Data Mining في التدقيق تحديد مخاطر التدقيق نموذجاً. مجلة البحوث في العلوم المالية والمحاسبة، 06(01)، 337-359.
- 128- وفاء قريشي، و امينة مخلفي. (2022). نمذجة الطالب العائلي على الكهرباء والتنبؤ به في ولاية ورقلة باستخدام. مجلة اداء المؤسسات الجزائرية (ABPR)، 11(01).
- 129- وليد بن عبدالله الصانع، عبدالله بن صالح الراجح، فارس بن صالح القنيعير، عبدالرحمن بن محمد العصيمي، و أيمن بن أحمد الغامدي. (2019). خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل النص العربي (الإصدار 1). الرياض، المملكة العربية السعودية: دار وجوه للنشر والتوزيع.
- 130- ياسين مصطفى. (2019-2020). أثر تقلبات اسعار البترول على النفقات العمومية في الجزائر خلال الفترة (1986-2016). كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، البويرة: أكلي محند أولحاج.
- 131- يحيى عبد الرحمن يحيى الحفنى. (2018). التنبؤ باحتمالات تغير القروض الزراعية باستخدام نموذج سلاسل ماركوف. المجلة المصرية للبحوث الزراعية، 96(3)، 1229-1257.
- 132- يمامة انور الناصري، و ماجد صالح الحفاظ. (2021). التنبؤ بالحمل الكهربائي الحساس للطقس بثلاث مكونات باستخدام الشبكة العصبية الاصطناعية. (Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)، 26(2)، 143-149.
- 133- يوسف زيان، و عادل زقاع. (2023). تأثير الأزمة العالمية لامدادات الغاز على سياسة التحول الطاقوي في الجزائر. المجلة الجزائرية للأمن والتنمية، 12(1)، 16-31.

• مراجع باللغة الأجنبية:

- 1- A. Qeshta, H. (2012). Adaptive Worms Detection Model Based on Multi Classifiers(Master). Faculty of Information Technology, Palestine: Islamic University – Gaza.
- 2- Abu Hammad, A. (2013). An Approach for Detecting Spam in Arabic Opinion Reviews(Master). Faculty of Information Technology, Palestine: Islamic University of Gaza.
- 3- Abu Kassem, K., Issa, Y., & Mehreze, A. (2021). Developing Air Defense Strategies Using Data Mining Techniques. Tishreen University Journal. Eng. Sciences Series, 43(3), 385-400.

- 4- Aldakheel, F., Satari, R., & Wriggers, P. (2021). Feed-Forward Neural Networks for Failure Mechanics Problems. *Applied Sciences*, 11(14), 1-22.
- 5- Amoura, Y. (2021). OPTIMAL ENERGY MANAGEMENT OF A MICROGRID SYSTEM(Master). Instituto Politecnico , Braganca: Ecole Superieure en Sciences Appliquees.
- 6- Bu Daher, J. (2020). Sequential Pattern Generalization for Mining Multi-source Data(Doctorat). Laboratoire, france: Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications.
- 7- Iftikhar , H., Bibi , N., Canas Rodrigues, P., & Linkolk López-Gonzales , J. (2023). Multiple Novel Decomposition Techniques for Time Series Forecasting: Application to Monthly Forecasting of Electricity Consumption in Pakistan. *energies*, 16(6), 1-17.
- 8- Jasim Mohammed, S., Khalid Khudair, A., & kadhun shaffeq, S. (2022). Using Genetic Algorithm to Estimate the Parameters of the Gumbel Distribution Function by Simulation. *Journal of Economics and Administrative Sciences(JEAS)*, 28(132), 146-156.
- 9- Jogannagari, M., & Manchala, M. (2020). Data Mining: Techniques, Tools and its Challenges. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 8(7), 2320-2882.
- 10- KAYDIM, C. (2021). IMPLEMENTATION OF DATA MINING ALGORITHMS ON ROCK MECHANICS TEST DATA FOR KNOWLEDGE DISCOVERY(MASTER). Department of Mining Engineering, METU, Turkish: MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY.
- 11- Louppe, G. (2014). UNDERS TANDING RANDOM FORESTS from theory to practice(PhD dissertation). Faculty of Applied Sciences, Belgium: University of Liège.
- 12- M. Tabash, M. (2015). An Approach for Detecting and Preventing DoS Attacks in LA N(Master). Faculty of Information Technology, Palestine: Islamic University of Gaza.
- 13- Maimon, O., & Rokach, L. (2010). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook(Second Edition)*. London: Springer New York Dordrecht Heidelberg.
- 14- Matthew Leone, R. (2016). Machine Learning Multi-Stage Classification and Regression in the Search for Vector-like Quarks and the Neyman Construction in Signal Searches (Doctor). the Graduate College the Department of Physics, United States of America: The University of Arizona.
- 15- Mu, Y., Wang, M., Zheng, X., & Gao, H. (2023). An improved LSTM-Seq2Seq-based forecasting method for electricity load. *Frontiers in Energy Research*, 10, 1-13.
- 16- Nepal, B., Yamaha, M., Yokoe, A., & Yamaji, T. (2019). Electricity load forecasting using clustering and ARIMA model for energy management in buildings. *Japan Architectural Review*, 3(1), 76-62.
- 17- PEYK, E., & SHAHBAHRAMI, A. (2019). Development of a Data Mining System for Subscriber Classification (Case Study: Electricity Distribution Company). *Technical Gazette*, 26(4), 947-952.
- 18- Rathod , R., & Dev Garg, R. (2016). Regional electricity consumption analysis for consumers using data mining techniques and consumer meter reading data. *International journal of Electrical Power and Energy Sustems*, 78, 374-368.

- 19- Sailesh Bhaskaran, S. (2017). An Investigation into the Knowledge Discovery and Data Mining (KDDM) process to generate course taking pattern characterised by contextual factors of students in Higher Education Institution (HEI) (Doctor). Brunel Business School , London: Brunel University.
- 20- Singh, S., & Singh Gill, N. (2013). Analysis And Study Of K-Means Clustering Algorithm. International Journal of Engineering Research & Technology, 2(7), 2546-2551.
- 21- Tekin, M. (2020). Vehicle Path Prediction Using Recurrent Neural Networks(Master's thesis). Department of Computer and Information Science, Sweden: Linköping University.
- 22- Tourqui, D., Bey, M., & Khalef, R. (2024). A Review of electricity tariffs and enabling solutions to optimize energy billing at the university centre of Tipaza, Algeria. Studies in Engineering and Exact Sciences, Curitiba, 5(1), 1205-1230.
- 23- Wang, M. (2021). Stacking Ensemble Model for Liver Stiffness Classification with Imbalanced Data (Master). Faculty of Engineering and Information Technology, Australia: University of Technology Sydney.
- 24- Zengina, K., Esgia, N., Erginerb, E., & Aksoya, M. (2011). A sample study on applying data mining research techniques in educational science: developing a more meaning of data. Procedia Social and Behavioral Sciences, 10, 4028–4032.
- 25- Abumohsen, M., Yousef Owda , A., & Owda, M. (2023). Electrical Load Forecasting Using LSTM,GRU, and RNN Algorithms. energies, 16(5), 1-31.
- 26- AL-Mashanji, A., Hamoud Hamza, A., & Alhasnawy, L. (2023). Computational Prediction Algorithms and Tools Used in Educational Data Mining: A Review. Journal of University of Babylon FOr Pure and Applied Sciences (jubpas), 31(1), 87-99.
- 27- Ammar Th, Y. (2021). Data Mining Between Classical and Modern Applications: A Review. Raf. J. of Comp. & Math's, 15(2), 171-191.
- 28- Azhy , A., Balsam , M., Renas , A., & Hindreen , A. (2023). Employing Recurrent Neural Networks to Forecast the Dollar Exchange Rate in the Parallel Market of Iraq. Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, 19(62), 531-543.
- 29- B.S.ALJanabi, K., & Kadhim, R. (2017). A Hybrid Data Warehouse Model to Improve Mining Algorithms. Journal of Kufa for Mathematics and Computer, 4(3), 21-30.
- 30- Beata , g., & Iedrzej, T. (2013). Analysis of energy market using data mining methods. TEKA. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE, 13(1), 37-40.
- 31- bp Stats review all data. (2022). Retrieved 08 28, 2023, from bp Statistical Review of World Energy June: <http://www.bp.com/statisticalreview>
- 32- Bussmann Nina, N. H. (2019). Predicting arrival times of container vessels A machine learning application(Master). Faculty of Behavioural Management and Social Sciences Department of Industrial Engineering and Business, Holland: University of Twente.
- 33- Chekouri, S., & Sahed, A. (2022). Forecasting Electricity Consumption in Algeria Using Artificial Neural Networks. Roa Ilkttiissadiia Reviiew, 01(12), 247-261.

- 34- countryeconomy. (1980). Algeria - electricity consumption. Retrieved 04 03, 2024, from countryeconomy: <https://countryeconomy.com/energy-and-environment/electricity-consumption/algeria>
- 35- Darby, L., Hansson, A., & Tisdell, C. (2020). Small-Scale Nuclear Energy: Environmental and Other Advantages and Disadvantages. 4(1), 1-9.
- 36- Felix, G., Camille , F., Alexandre , T., & Pierre , E. (2021). Forecasting of Electrical Energy Consumption of Households in a Smart Grid. International Journal of Energy Economics and Policy, 11(6), 221-233.
- 37- Folorunso, S., Taiwo, A., & Olatayo, T. (2019). Empirical Comparison of Time Series Data Mining Algorithms for Electrical Power prediction. Ind. Journal on Computing, 4(2), 109-118.
- 38- H, C., M. T, K., B, C., & A. J, T. (2022). Comparison of Deep Learning Architectures for Short-Term Electrical Load Forecasting Based on Multi-Modal Data. Cybernetics and Systems, 53(1), 186-207.
- 39- H.A. Kharofa, S. (2019). Data Mining by Using Rule of Space Syntax Theory. Journal of Education and Science, 28(4), 176-188.
- 40- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). DATA MINING CONCEPTS AND TECHNIQUES (3 ed.). USA, USA: Morgan Kaufmann.
- 41- IEA. (2015-1971). Retrieved from IEA Statistics: <http://www.iea.org/stats/index.asp>
- 42- J. F, T., F. Martí'nez, A., & A, T. (2022). A deep LSTM network for the Spanish electricity consumption forecasting. Neural Computing and Applications, 34(13), 10533-10545.
- 43- KRIBII, R., & FAKIR, Y. (2021). Mining Frequent Sequential Patterns. JOURNAL OF BIG DATA RESEARCH, 1(2), 20-37.
- 44- LUCKERT, M. (2015). Using Machine Learning Methods for Evaluating the Quality of Technical Documents(Master Thesis).
- 45- Mafizur Rahman , M., & Begum, F. (2021). Prospect of renewable energy resources in Bangladesh. International Journal of Power Electronics and Drive and Systems, 12(3), 1804-1812.
- 46- Maher, A. (2019). Data Mining Applications in Understanding Electricity Consumers' Behavior: A Case Study of Tulkarm District, Palestine. Energies, 12(22), 1-29.
- 47- Maher, A. (2021). Household Electricity Load Forecasting Toward Demand Response Program Using Data Mining Techniques in a Traditional Power Grid. International Journal of Energy Economics and Policy, 11(4), 132-148.
- 48- Mohammed Ahmed Alamin, N. (2019). Application of Artificial Neural Networks Model for Forecasting Consumption of Electricity in Gezira State, Sudan (2006-2018). Journal of Nature, Life and Applied Sciences, 3(3), 171-159.
- 49- N. H. Bussmann , N. (2019). Predicting arrival times of container vessels A machine learning application(Master). Faculty of Behavioural Management and Social Sciences, Netherlands: University of Twente.

- 50- Nazir, A., He, J., Zhu, N., Qureshi, S., Qureshi, S., Ullah, F., . . . Pathan, M. (2024). A deep learning-based novel hybrid CNN-LSTM architecture for efficient detection of threats in the IoT ecosystem. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(7), 1-21.
- 51- Palacios, C., Reyes-Suárez, J., Bearzotti, L., Leiva , V., & Marchant, C. (2021). Knowledge Discovery for Higher Education Student Retention Based on Data Mining: Machine Learning Algorithms and Case Study in Chile. *entropy*, 23(4), 1-23.
- 52- Renewable Electricity generation (GWh). (2023). Retrieved 08 31, 2023, from IRENA (2023), Renewable Energy Statistics 2023, International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi: www.irena.org
- 53- Sahed , A., & Kahoui , H. (2023). Electricity Consumption Forecasting in Algeria using ARIMA and Long Short-Term Memory Neural Network. *International journal of economic performance*, 6(1), 78-88.
- 54- Saii, M., Isber, G., Jolah, O., & Mhanna, J. (2022). Analysis of Clustering and Classification Algorithms to Forecast Electric Power Consumption. *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies*, 44(5), 183-200.
- 55- Sathishkumar, V., Jonghyun, L., Myeongbae, L., Kyeongryong, C., Jangwoo, P., Changsun, S., & Yongyun, C. (2020). Industry Energy Consumption Prediction Using Data Mining Techniques. *International Journal of Energy, Information and Communications*, 11(1), 7-14.
- 56- Satish Babu, J., Niveditha, M., Bhavya, V., & Gowthami, K. (2018). Data mining techniques for herbs. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(1), 406-410.
- 57- Shadare, A., Sadiku, M., & Musa, S. (2015). DATA MINING ;A BRRIEF INTRODUCCION. *European Scientific Journal*, 11(21), 509-513.
- 58- Zhang, J. (2018). Automatic data cleaning(MASTER). Department of Mathematics and Computer Science Data Mining Research Group, Netherlands: Eindhoven University of Technology.
- 59- Zhang, M., Fan, J., Sharma, A., & Kukkar, A. (2022). Data mining applications in university information management system development. *Journal of Intelligent Systems*, 31(1), 207-220.
- 60- Zia, A., Aziz, M., Popa, I., Ahmed Khan, S., Fazely Hamedani, A., & R. Asif, A. (2022). Artificial Intelligence-Based Medical Data Mining. *Journal of Personalized Medicine*, 12(9), 1-23.

الفسرس

الفهرس

الصفحة	المحتوى
	الإهداء
	الشكر
	المخلص
I	قائمة المحتويات
IV	قائمة الجداول
V	قائمة الأشكال
VII	قائمة المختصرات
1	مقدمة
43-07	الفصل الأول: الإطار النظري للتنقيب في البيانات واستخراج المعرفة
8	تمهيد الفصل الأول
9	المبحث الأول: التطور التاريخي والمفاهيمي للتنقيب في البيانات واكتشاف المعرفة
9	المطلب الأول: الإطار المفاهيمي للتنقيب في البيانات واكتشاف المعرفة
9	أولاً: تاريخ التنقيب في البيانات
11	ثانياً: مفهوم التنقيب في البيانات (Data Mining (DM
14	المطلب الثاني: أهداف وأهمية التنقيب في البيانات
14	أولاً: أهمية التنقيب في البيانات
15	ثانياً: أهداف التنقيب في البيانات
15	المطلب الثالث: الركائز الأساسية للتنقيب في البيانات ومجالات إستخدامها
15	أولاً: الركائز الأساسية للتنقيب في البيانات
20	ثانياً: مجالات إستخدام التنقيب في البيانات
22	المبحث الثاني: مراحل التنقيب في البيانات واكتشاف المعرفة
22	المطلب الأول: أنواع التعلم التنقيب في البيانات
22	أولاً: التعلم الموجه (خاضع للإشراف) Supervised Learning
22	ثانياً: التعلم الغير موجه (غير خاضع للإشراف) Unsupervised Learning

23	المطلب الثاني: سيرة إكتشاف المعرفة "KDD" والتقيب في البيانات "DM"
25	المطلب الثالث: تقنيات التقيب في البيانات
25	أولاً: تقنيات التقيب الوصفي
28	ثانياً: تقنيات التقيب التنبؤي
30	المبحث الثالث: أدوات التقيب في البيانات
31	المطلب الأول: أدوات تقنية التصنيف
38	المطلب الثاني: أدوات تقنية التجميع
40	المطلب الثالث: أدوات قواعد الارتباط
43	خلاصة الفصل الأول
44-96	الفصل الثاني: الطاقة الكهربائية في الجزائر
45	تمهيد الفصل الثاني
46	المبحث الأول: أساسيات حول الموارد الطاقوية
46	المطلب الأول: الإطار المفاهيمي للطاقة
46	أولاً: مفهوم الطاقة
47	ثانياً: تصنف أشكال الطاقة
47	ثالثاً: استخدامات الطاقة
48	المطلب الثاني: أنواع المصادر الطاقوية
49	أولاً: المصادر الغير متجددة
51	ثانياً: مصادر المتجددة
58	المطلب الثالث: توزيع الموارد الطاقوية في الجزائر عبر الأجيال
58	أولاً: تطور الموارد الطاقوية الناضبة من الناحية الإستهلاكية والإنتاجية
60	ثانياً: تطور الموارد الطاقوية غير الناضبة من الناحية الإستهلاكية والإنتاجية
65	المبحث الثاني: طرق وسبل الحصول على كهرباء الوطن
65	المطلب الأول: الإطار النظري حول الطاقة الكهربائية
65	أولاً: مفهوم الطاقة الكهربائية
66	ثانياً: خصائص الطاقة الكهربائية
68	المطلب الثاني: محطات توليد الكهرباء

70	المطلب الثالث: تحليل هيكلية شبكات النقل والتوزيع الطاقة الكهربائية في الجزائر
71	أولاً: واقع الوضع الكهربائي القائم في الجزائر
74	ثانياً: تطور القدرات المركبة للطاقة الكهربائية
75	ثالثاً: خطوط وشبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية
76	رابعاً: عدد المشتركين في قطاع الطاقة الكهربائية
78	المبحث الثالث: تحليل سناريوهات إستهلاك وإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر
78	المطلب الأول: تطورات إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر
78	أولاً: إنتاج الكهرباء من المصادر الناضبة والمتجددة
80	ثانياً: تطور حجم إستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر
84	المطلب الثاني: عراقيل توليد الطاقة الكهربائية في الجزائر
84	أولاً: عراقيل توليد الطاقة الكهربائية من المصادر الغير متجددة
86	ثانياً: عراقيل توليد الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة
86	المطلب الثالث: نظام بناء وتسديد فواتير الطاقة الكهربائية
87	أولاً: مفهوم التعريفة الكهربائية وأنواعها
92	ثانياً: هيكلية التسعيرة الكهربائية
93	ثالثاً: أنواع الفواتير وطرق تسديدها وفقاً لأصناف المستهلكين
96	خلاصة الفصل الثاني
97-135	الفصل الثالث: الأدبيات التطبيقية للدراسة
98	تمهيد الفصل الثالث
99	المبحث الأول: دراسات المحلية
99	المطلب الأول: دراسات باللغة العربية
107	المطلب الثاني: دراسات باللغة الأجنبية
109	المبحث الثاني: دراسات غير المحلية
109	المطلب الأول: دراسات باللغة العربية
113	المطلب الثاني: دراسات باللغة الأجنبية
120	المبحث الثالث: تحليل ومقارنة الدراسات السابقة مع الدراسة الحالية

120	المطلب الأول: عرض ملخص الدراسات السابقة
133	المطلب الثاني: التعقيب على الدراسات السابقة
133	أولاً: أوجه التشابه والاختلاف بين الدراسات السابقة
135	ثانياً: جوانب الاستفادة من الدراسات السابقة
135	ثالثاً: مميزات الدراسة الحالية عن بقية الدراسات السابقة
137	خلاصة الفصل الثالث
138-175	الفصل الرابع: الإطار العملي التطبيقي لإستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية ذات الضغط المنخفض لولاية غرداية
139	تمهيد الفصل الرابع
140	المبحث الأول: الأدوات والمنهجية المتبعة في الدراسة
140	المطلب الأول: الأساليب الإحصائية المستعملة في معالجة متغيرات الدراسة
140	أولاً: مجتمع وعينة الدراسة
140	ثانياً: المتغيرات المستخدمة في الدراسة
141	ثالثاً: نموذج والأدوات الإحصائية المستخدمة في الدراسة
142	المطلب الثاني: النموذج المطبق في الدراسة
142	أولاً: الشبكات العصبية الاصطناعية
146	ثانياً: مكونات الأساسية للشبكات العصبية الاصطناعية
148	المطلب الثالث: آلية عمل الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM
149	أولاً: الشبكات العصبية التكرارية
150	ثانياً: الشبكات العصبية ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى
153	ثالثاً: مراحل بناء النموذج المقترح لعملية التنبؤ باستخدام شبكات العصبية العميقة LSTM
158	المبحث الثاني: نمذجة إحصائية باستخدام تقنيات التنقيب في البيانات للتنبؤ بالإستهلاك الطاقة الكهربائية
158	المطلب الأول: التحليل الإحصائي الوصفي لبيانات الدراسة
160	المطلب الثاني: صياغة نموذج التنبؤ بإستهلاك الطاقة الكهربائية باستخدام الشبكات العصبية العميقة ذات ذاكرة طويلة قصيرة المدى LSTM

163	المطلب الثالث: عرض نتائج النماذج
163	أولاً: نتائج نموذج الإستهلاك المنزلي
165	ثانياً: نتائج نموذج الإستهلاك غير المنزلي
168	ثالثاً: نتائج نموذج إستهلاك الطاقة الكهربائية للتوتر المنخفض
171	المبحث الثالث: مناقشة وتحليل النتائج المتوصل اليها
171	المطلب الأول: عرض ومناقشة نتائج التنبؤ لنماذج الدراسة
174	المطلب الثاني: التأكد من صحة الفرضيات
175	المطلب الثالث: قراءة وتحليل النتائج على ضوء الدراسات السابقة
177	خلاصة الفصل الرابع
178-181	خاتمة
182-194	قائمة المراجع
	الفهرس