جـــــــامـعة قـــاصـدي مـربـــاح

ورقـــــلـــــة

كليـــــة الريـــــاضيات وعلـــــوم المـــــادة

قسـم الفيـــزيـــاء

رقم الترتيب: .....

رقم التسلسل:..

مـــــــــذكـــــرة مـــاستر اكـــــاديمـــي

ميـــــدان: علـــــوم المـــــادة

فـــــــرع: فيـــــزيـــاء

التخصـــص: فيزياء الأرصاد الجوية

من اعـــــــداد الطـــــالبتين :بحاكم رميصاء، صيد منال

بـــعـــنـــــــوان:

التنبؤ بتغيرات درجة الحرارة في منطقة ورقلة باستخدام خوارزميات التعلم الآلي

نوقشت يوم :2022/06/09

امـــــــام لجنـــــة المناقشـــــة المكونـــــة من الاساتـــــذة:

ناقص مُحَمَّد الطاهر	أستاذ محاضر ب	جامعة قاصدي مرباح	رئيـــسا
فقيه عبد العالي	أستاذ محاضر ب	جامعة قاصدي مرباح	منـــاقشـــا
بن طويلة عمر	أستاذ محاضر أ	جامعة قاصدي مرباح	مؤطـــــرا
بن هجيرة عبد الرحمان	طالب دكتورة	جامعة قاصدي مرباح	مســاعد مـؤطر

السنة الجامعية:2022/2021

جـــــــامـعة قـــاصـدي مـــربـــاح

ورقـــــلـــــة

كليـــــة الريـــــاضيات وعلـــــوم المـــــادة

قسـم الفيـــزيـــاء

رقم الترتيب....

رقم التسلسل...

مـــــــــذكـــــرة مـــاستر اكـــــاديمـــي

ميـــــدان: علـــــوم المـــــادة

فـــــــرع: فيـــــزيـــاء

التخصـــص: فيزياء الأرصاد الجوية

من اعـــــــداد الطـــــالبتين :بحاكم رميصاء، صيد منال

بـــعـــنـــــــوان:

التنبؤ بتغيرات درجة الحرارة في منطقة ورقلة باستخدام خوارزميات التعلم الآلي

نوقشت يوم :2022/06/09

امـــــــام لجنـــــة المناقشـــــة المكونـــــة من الاساتـــــذة:

ناقص مُحَمَّد الطاهر	أستاذ محاضر ب	جامعة قاصدي مرباح	رئيـــسا
فقيه عبد العالي	أستاذ محاضر ب	جامعة قاصدي مرباح	منـــاقشـــا
بن طويلة عمر	أستاذ محاضر أ	جامعة قاصدي مرباح	مؤطـــــرا
بن هجيرة عبد الرحمان	طالب دكتوراه	جامعة قاصدي مرباح	مســاعد مـؤطر

السنة الجامعية:2022/2021

الشـــــكـــــر والتـــــــقديـــــر

بداية الشكر لله عزوجل الذي أعاننا وشد من عزمنا لإكمال هذا البحث، ونشكره راكعين، الذي وهبنا الصبر والمطاولة والتحدي والحب لنجعل من هذا المشروع علما ينتفع به.

قال رسول الله ﷺ:"من لم يشكر الناس لن يشكر الله".

نتقدم بأجمل عبارات الشكر والامتان من قلوب فائضة بالمحبة والاحترام والتقدير له، ونقدم ازكى تحياتنا وأجملها واثناها نرسلها لك بكل الود والحب والإخلاص. شكرين لك كل ما قدمته ومانصحت لنا به في اشرافك على هذا البحث، فلك منا كل الشكر والامتان:

أستـــــــاذ الفـــاضـــل "بن طويـــــلة عمـــــــر"

ونـــشـــــكر استاذتي الكرام الذين ساهموا في انجاز هذا العمل كل من:

"هبـــــــــال بلـــــخير وفقـــــيه عبـد العـــالي بن هجيرةعبد الرحمان"

ونتقدم بجزيل الشكر والعرفان الى جميع أعضاء.

اهـــــــــــــــداء

الى الينبوع الذي لا يمل العطاء الى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها الى

والـــــــــــدتي العـــزيـــــزة

الى من سعى وشقي لأنعم بالراحة والهناء الذي لم يبخل بشيء من اجل دفعي في طريق

النجاح الذي علمني ان ارتقي سلم الحياة بحكمة وصبر الى

والـــــــــــدي العـــــزيـــز

الى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي الى

اخـــــواتـــــي الغـــــاليـــات

الى من سرنا سويا ونحن نشق الطريق معا نحو النجاح والابداع الى من تكاتفنا يدا بيد

ونحن نقطف زهرة تعلمنا الى

صـــــــــديقـــــاتـــي وزميـــــلاتـــــي

والى من حبهم الذي يجري في عروقي ويلهج بذكراهم ورحمة عليهم

عمـــــي الغالـــي "عبد الرحمان" واستـــــــــاذي "بابا حمو ناصر الدين"

الى من علموني حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسموأجلى عبارات في العلم الى من

صاغوا لي من علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا مسيرة العلم والنجاح الى

اساتـــــــذتـــــي الكـــــــــرام

اهدي هذا العمل المتواضع راجية من المولى عز وجل ان يجد القبول والنجاح.

بحاكم رميصاء

اهـــــــــــــــــــــداء

اهدي هذا العمـــل الى الأصـــل الذي ينسب اليه كل ما انا عليـــــه نبعا للمحبة

امـــــــــي وابـــــــي الغاليـــــــان

والـــــــى قـــــرة عيـــــــــــــني

زوجـــــــي العـــــــزيـــــز

والـــــى فلـــذات كبـــــدي ومؤنســـاتي

بنـــــــــاتي الغـــاليـات

والـــــى سنـــــــدي في الحيـــــــاة

اخـــــــوتـــــي واخـــــواتـــــي

كل من دعـــــــمني بكـــــلمة حسنـــــة

أصـــــــدقائـــــي واحبـــــتـــــي

وأخـــــيرا اهـــــدي هذا العـــــمل الى من وقف بجانـبي ومـــدلي

العـــــون من أساتـــــــذتـــــي

صيد منال

فهرس المحتويات:

المحتوى	الصفحة
الشكر	II
الاهداء	III
قائمة الجداول	VIII
قائمة الاشكال	IX
قائمة الرموز	X
قائمة الاختصارات	XI
مقدمة عامة	ب-ج
خاتمة	43
قائمة المراجع	46-45
ملخص	47
المحور الأول: التنبؤات الطقسية واثارها الاقتصادية والاجتماعية	
مقدمة	2
I- تعريفالتنبؤاتالطقسية	2
I-1-مفهوم القديم للتنبؤ بالطقس	2
I-2-مفهوم الحديث للتنبؤ بالطقس	3
I- 3-مفهوم التنبوات الطقسية غبر التاريخ	5-3
I-4-مكونات نظام التنبؤ الطقسي	6
I-5-الاثار الاقتصادية والاجتماعية لتغيرات الطقسية	8-7
المحور الثاني: نماذج التنبؤات الطقسية	
مقدمة	10
II-تعريف النماذج الطقسية	10
II-1-أنواع النماذجالطقسية	14-10

II-2-النماذجالديناميكية	**16-14**
II-3-النماذج الإحصائية	**20-16**
المحور الثالث: درجة الحرارة وطرق قياسها	
مقدمة	**23**
III-مفهومالعام لدرجاتالحرارة	**23**
III-1-مفهومدرجة حرارةالطقس	**23**
III-2-تعريف درجة القصوى والدنيا	**24**
III-3-طرق قياس الحرارة القصوى والدنيا	**24**
III-3-1-ترمومتر النهاية العظمى	**24**
III-3-2-ترمتو متر النهاية الصغرى	**24**
III-4-طرق قياس درجة حرارة الطقس	**25**
III-5-كيفية قياس درجة حرارة العظمى والدني	**25**
III-6-كيفية قياس درجة الطقس	**26**
III-7-أجهزة قياس درجة حرارة في محطات الأرصاد الجوية	**26**
III-8-تصنيفاتأجهزة قياس درجةحرارة	**26**
III-9-أنواع درجة حرارة الطقس	**27**
III-10-أنواعمقياس درجةحرارة	**27**
III-10-1-المقياس السليزي °C	**27**
III-10-2-المقياس الفهرنهايتي F	**28**
III-10-3-المقياس الكلفني K	**28**
III-11-العوامل المؤثرة في تغير درجة حرارة	**30-29**
III-12-التغير اليومي والسنوي لدرجة حرارة	**31-30**

III-13-انتقال درجة حرارة	**31**
III-14-تطبيقات لدرجة حرارة	**31**
III-15-قانون لتحويلات درجات حرارة	**32**
المحور الرابع: التنبؤ بدرجة حرارة باستعمال خوارزميات الذكاء الاصطناعي	
مقدمة	**34**
IV-مفهوملغةالالة	**34**
IV-1-مفهومالتوقع	**34**
IV-2-مناطقالدراسةومناخها	**35**
IV-3-نموذج ARIMA	**35**
IV-4-دراسة وتحليل المعطيات	**37**
IV-5-النتائج	**41-39**

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
	المحور الرابع	
1-IV	جدول يلخص البيانات: عدد العينات،المتوسط الانزياح المعياري،اقل قيمة والقيمة العظمى	**37**
2-IV	جدول يمثل بعض القيم التنبؤات(قيم ARIMA،قيم المقاسة،الزمن)	**39-40**

قائمة الاشكال

الرقم	عنوان	الصفحة
	المحور الأول	
1–I	مراكز الضغط العالي والمنخفض	**5**
	المحور الثاني	
1–II	نموذج الشامل GFS	**15**
2–II	نموذج WRF	**16**
3–II	نموذج ARPEGE	**17**
4–II	نموذج AROME	**17**
5–II	مخطط التنبؤ الطقس	**24**
	المحور الثالث	
1–III	صورة معبرة لدرجة حرارة	**27**
2–III	جهاز قياس ترمتومترات الحرارة قصوى والدنيا	**30**
3–III	كشك الرصد الجوي وأجهزة القياس	**31**
4–III	المقياس السليزي	**31**
5–III	المقياس الفهرنهايتي	**33**
6–III	المقياس الكلفني	**35**
	المحور الرابع	
1–IV	خريطة توضح منطقة ورقلة	**40**
2–IV	مخطط عمل نموذج ARIMA	**41**
3–IV	رسم بياني لدرجة حرارة	**42**
4–IV	رسم بياني توزيع قيم درجة الحرارة	**43**
5–IV	رسم بياني يوضح التنبؤات في حالة استعمال نموذج ARIMA	**45**

قائمة الرموز:

الضغط (hpa)	P
درجة حرارة (k)	T
الحرارة النوعية في الضغط الثابت(J)	Cp
سرعة الزاوية(rad/s)	Ω
الارتفاع الجهدي(j/kg)	Ø
قوة الاحتكاك(N)	F
ثابت الغازاتالمثالية $J.K^{-1}.mol^{-1}$	R

قائمة الاختصارات

ML	التعلم الالي
ARIMA	نماذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المتكاملة
ECMWF	المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى
NCAR	المراكز الوطنية لبحوث الغلاف الجوي
NCEP	المركز الوطنية للتنبؤ البيئي
FSL	نظام التنبؤ
AFWA	وكالة الأرصاد الجوية للقوات الجوية
NRL	مختبر ريستيس البحري
OU	جامعة اوكلاهوما
FAA	إدارة الطيران الفيدرالية
RAMS	النظام الإقليمي لنمذجة الغلاف الجوي
ARPEGE	نموذج العالمي
MM5	نموذج متوسط المدى
IFS	نظام التنبؤ المتكامل
GFS	نظام التنبؤ بالطقس العالمي
WRF	نموذج البحث والتنبؤ بالطقس
NWP	نظام تنبأ رقمي
RMSE	متوسط خطأ التنبؤ

مقدمة عامة

مقدمة عامة

العديد من القطاعات الاجتماعية والاقتصادية حساسة جدا للتغيرات والظواهر المناخية، ستسمح القدرة على التنبؤ بهذه الظواهر باتخاذ تدابير احترازية لتقليل آثارها. يتأثر المجتمع بالظواهر الجوية والمناخية، حيث تؤثر الكوارث الطبيعية المرتبطة بهذه الأحداث على جزء كبير من سكان العالم، مما يتسبب في خسائر في الأرواح، وتدمير للمنازل ومخزونات الطعام، وتعطيل إنتاج الأغذية وأنظمة النقل، ومخاطر صحية، يمكن أن تقلل أنظمة الاستعداد والاستجابة للطوارئ، مثل أنظمة الإنذار المبكر، من الأضرار المكلفة وتمنعها من خلال استخدام التنبؤات الموسمية. يعد الاستعداد للأحداث المناخية الشديدة قبل شهر أو أكثر تحديًا كبيرًا للحكومات والمنظمات غير الحكومية والشركات الخاصة. لذلك، لا يزال توفير تنبؤات موسمية موثوقة وفهم القيود الكمية وعدم اليقين يمثل مصدر قلق كبير للأرصاد الجوية[3-1].

تستخدم معظم التنبؤات الموسمية نماذج ديناميكية معقدة وصعبة من الناحية الحسابية وعرضة للتحيزات. كبديل لأنظمة التنبؤ الديناميكية، تصف المناهج التجريبية علاقة فيزيائية معروفة بين الشذوذ على المستوى الإقليمي في متغير مستهدف والأحداث المناخية السابقة، ويمكنها أن توفر إما معيارًا للمقارنة مع النماذج الديناميكية أو تنبؤات مستقلة إضافية [4]. بالمقارنة مع النماذج الديناميكية، فإن تطوير وتوزيع التنبؤات القائمة على الأساليب الإحصائية أمر بسيط نسبيًا؛ وبالتالي، فإن العديد من خدمات الأرصاد الجوية الوطنية التي لا تمتلك الموارد اللازمة لتشغيل النماذج الديناميكية قد طورت قدرات النمذجة الإحصائية.[1,5]

يعد التغير المناخي وخاصة الارتفاع بدرجات الحرارة واحد من أهم المشاكل التي تواجه العالم حالياً .على سبيل المثال، فإن الدراسات الوبائية للتعرض لدرجة الحرارة أوضحت جيدًا أن درجة الحرارة تؤثر على صحة السكان بطريقة غير خطية، وأنّ التطرف (الحار أو البارد) يكون له أكبر التأثيرات[3] .

وتأتي أهمية هذه الدراسة من الحاجة إلى وضع نماذج قادرة على التنبؤ بقيم درجات الحرارة، حيث أن أبرز التغيرات المناخية هي التغيرات الناجمة عن ارتفاع درجة حرارة الهواء والتي تؤثر بدورها على العناصر المناخية الأخرى . يمكن اعتبار متوسط درجة الحرارة أحد أكثر متغيرات الأرصاد الجوية السطحية التي يمكن التنبؤ بها.

يهدف هذا العمل إلى التنبؤ عن درجات الحرارة اليومية في منطقة ورقلة، جنوب شرق الجزائر. وذلك باستخدام خوارزميات التعلم الآلي. من أجل تحقيق هذا، قمنا بتقسيم هذا العمل الى أربعة محاور:

- **المحور الأول**: التنبؤات الطقسية وآثارها الاقتصادية والاجتماعية، نفصل فيه ماهية التنبؤات الطقسية، وكذلك التنبؤات عبر التاريخ، وماهي مكونات نظام التنبؤ الطقسي، وآثاره الاقتصادية والاجتماعية.

- **المحور الثاني**: نعرض فيع تعريفات وأنواع النماذج التنبؤات الطقسية الديناميكية والاحصائية.
- **المحور الثالث**: نتناول فيه دراسة درجة الحرارة وطرق قياسها
- **المحور الرابع**: نقوم فيه بالتنبؤ بدرجة الحرارة في منطقة ورقلة وذلك باستعمال خوارزميات التعلم الآلي، ونتطرق فيه إلى منطقة الدراسة ومناخها، ثم تحليل نتائج التنبؤ.

المحور الاول: التنبؤات الطقسية واثارها الاقتصادية والاجتماعية

المحور الاول: التنبؤات الطقسية واثارها الاقتصادية والاجتماعية

مقدمة

يطلق الطقس weatherعلى حالة الجو التي تشهدها منطقة ما نتيجة التقلبات التي تحدث في الغلاف الجوي في لحظة معينة، وعلى أساس يومي أو أسبوعي، فقد يتغير الطقس خلال دقائق ، أو أيام، ومن موسم إلى أخر، ومن هذه التقلبات شروق الشمس، وحدوث الهطول ، وتكون السحب، والرياح ، والعواصف ، وتشكل الصقيع ، ونزول الثلج، وحدوث العواصف الرعدية ، وغيرها من التقلبات الجوية، وبسبب هذه التغيرات يؤثر الطقس في حياة الإنسان وأنشطته من نواح عدة، فقد يؤثر الطقس في شعور الإنسان ونظرته للعالم ، ويمكن للطقس القاسي مثل تشكل الأعاصير والعواصف الثلجية إن يعطل حياة الكثير من الناس بسبب الدمار الذي يسببه.

والذي يصف الطقس عادة من خلال عناصره او مكوناته الرئيسية، بحيث يستطيع علماء الأرصاد الجوية من خلال ملاحظة التغير في هذه العناصر، ومراقبة العمليات التي تحدث في الغلاف الجوي التنبؤ بما سيكون عليه الطقس في المستقبل القريب، ومن عناصره الرياح، ودرجة الحرارة، والضغطالجوي،والرطوبة، والغيوم، والهطول[1].

I–تعريف التنبؤات الطقسية:

يعرف بإعطاء معلومات عن الأحوال الجوية للأيام القادمة وذلك نتيجة لدراسة عناصر الجو الأساسية والمركبة. ويعرف أيضا بانه نشر معلومات عن الأحوال الجوية المستقبلية نتيجة للتعاون بين محطات الأرصاد الجوية المنتشرة في جميع انحاء العالم[2].

1.I.المفهوم القديم للتنبؤ بالطقس

في العصور القديمة، كان الانسان يتنبأ بالطقس بناء على العمليات الفيزيائية للطبيعة.استندت هذه التوقعات على سلوك الطيور والمظهر الجسدي للأجسام السماوية. في القرن السادس عشر، اعد ستوفلر تقويما فلكيا يستند الى المظهر المادي لأجسام السماوية في العديد من المجتمعات القديمة، تم توضيح الطقس من خلال تصرفات او مزاج عائلة رائعة من الهة السماء، الذين استخدموا الطقس لمكافأة او معاقبة هذا المجتمع. إذا كان من دواعي سرور الالهة، سوف تسود الطقس الجيد، والتي ستكون مواتية للنمو الطبيعي للمحاصيل. إذا لم تكن الالهة سعيدة، فعندئذ عوقبت الجمعية عن طريق التسبب في الفيضانات او العواصف او الامراض...الخ.

تم استخدام اسلوبين لفهم الظواهر الجوية.واحد كان لربط ظواهر الطقس بالعوامل المادية. أدرك المفكرون القدماء ان الشمس هي مصدر الرئيسي للطاقة للأرض وجوها حاولوا إقامة علاقة بين الطقس والشمس والتي تؤذي الى تصنيف المواسم الخ. التطور المبكر في الرياضيات وعلم الفلك يؤذي بهم أيضا الى ربط الطقس بموقف الكواكب وقد لوحظت ملاحظات الطقس منذ بداية الحضارة.ولملاحظة مختلف الظواهر الجوية، تم تسجيل الملاحظات البصرية والحسية حتى القرن الثامن عشر استمر هذا النوع من الملاحظات لفترة طويلة حتى اخترع مختلف أدوات الأرصاد الجوية.

وبالتالي، فان المنهج الحديث للتنبؤ بالطقس يجب ان ينتظر اختراعات أدوات الأرصاد الجوية لإجراء قياسات دقيقة ودقيقة.يؤذي اختراع ميزان الحرارة ومقياس الضغط الى توقعات أكثر دقة ودقة للطقس. بدأت فترة من التقدم العظيم في أوائل القرن الخامس عشر استغراق الامر حوالي 300 سنة ليشهد تقدما هائلا في مجال الارصاد الجوية.

I.2.المفهوم الحديث للتنبؤ بالطقس

تستخدم الأساليب العلمية الحديثة للتنبؤ بالطقس لفهم أنظمة الطقس.من اجل اعداد توقعات الطقس،يجب معرفة الحالة الأولية للغلاف الجوي. لوصف الحالة الأولية للغلاف الجوي، نحتاج الى مراصد ارصاد جوية مفيدة للتنبؤ بحالة الغلاف الجوي المستقبلية، يجب ان نفهم العمليات الفيزيائية التي تحدث في الغلاف الجوي. يمكن فهم العمليات باستخدام الرياضيات الأساسية والقوانين الفيزيائية (شارلز وبويل) [4].

I.3.التنبؤات الطقسية عبر التاريخ:

ينقسم علم الأرصاد الجوية الى عدد من العلوم الأساسية، هي علم المناخ وعلم فيزياء وعلم كيمياء وعلم تر وديناميكا لغلاف الجوي، ومجالات ثانوية من العلوم الجوية. حيث تمكن العديد من العلماء ومؤسسين لعلم الأرصاد الجوية عبر تاريخ.

- **يعتبر ارسطو مؤسس علم الأرصاد الجوية**، حيث كان اول من وضع كتابا في الأرصاد الجوية"ميتورولوجيا" سنة 350 قبل الميلاد، وحدد في هذا الكتاب مجال اهتمام علم الأرصاد الجوي بدراسة الظواهر الجوية وتغيراتها التي تؤثر في حياة الانسان والنبات والحيوان، والتي تجري في نطاق الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية.
- **ووصف هيرود** تعبر كتابه "تاريخ الطقس والرياح الموسمية " عام 440 قبل ميلاد اعصارا ضرب طيبة بمصر فدمر الكثير من مبانيها. وكان كتاب ابقراط "الهواء، الماء، والمكان" عام 400 قبل ميلاد، اول كتاب يصف أحوال الجو.
- **وألف العالم الاغريقي ثيوفراستوس** "الدلائل" عن التنبؤ بالأحوال الجوية، بقي من اهم المراجع في دراسة الأحوال الجوية والتنبؤ بالطقس لما يقرب من 2000 سنة.

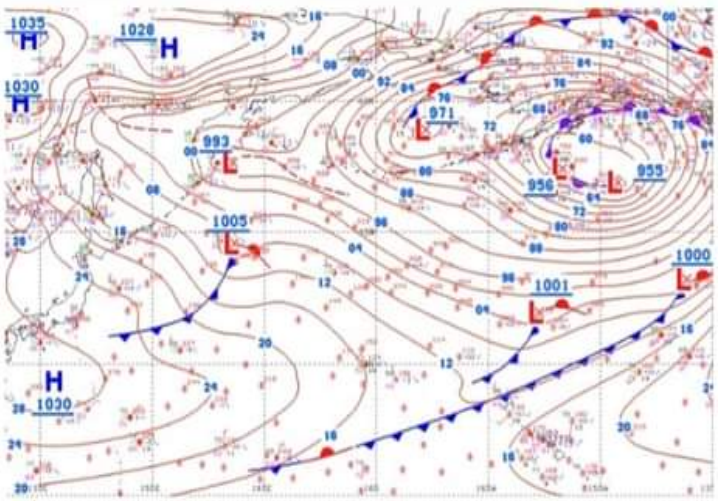
- **خلال عام 25 ميلادي**، نشر العالم الروماني الجغرافي بمبنيوس ميلا في الإمبراطورية الرومانية، خرائط للمناطق المناخية، قسم فيها سطح الأرض الى منطقة حارة في الوسط، ومنطقتين معتدلتين شمالية وجنوبية.
- **كما كتب عالم الطبيعيات المسلم أبو إسحاق الكندي في القرن التاسع الميلادي**، بحثا في الأرصاد الجوية بعنوان "رسالة في العلة الفاعلة للمد والجزر".
- **وفي عام 1654**، انشا العالم فردينا ندور الثاني دي ميديسي اول شبكة لرصد الأحوال الجوية، بينما في العالم 1832، ابتكر البارون شيلينغ الة البرق الكهرومغناطيسي التي ساهمت بتسهيل وتسريع عملية جمع بيانات المشاهدات السطحية لحالة الطقس من مناطق شاسعة.
- **خلال عام 1849** انشات مؤسسة سميثسونيان شبكة لمراقبة حالة الطقس في جميع انحاء الولايات المتحدة تحت قيادة جوزيف هنري. كما أنشئت شبكات مماثلة في أوروبا بذات الوقت.
- **في 1854**، عينت حكومة المملكة المتحدة روبرت فيتزروليرأس مكتب الدول الجديد للأرصاد الجوية الخاص بالتجارة الخارجية–اومجلس التجارة–;الذي يقوم بجمع بيانات حالة الطقس في البحر، وأصبح هذا المكتب فيما بعد اول مركز خدمات عامة للأرصاد الجوية الوطنية في العالم. ونشرت اول تنبؤات جوية يومية أعدها مكتب فيتزروي، في صحيفة نيويورك تايمز في 1860.
- **وخلال 50 سنة** التالية قامت العديد من البلدان بإنشاء لجانا وطنية لخدمات الأرصاد الجوية. فقد انشات إدارة الأرصاد الجوية الهندية مكتبا عام 1875 بعد الأعاصير المدارية والرياح الموسمية المرتبطة بالمجاعات خلال العقود السابقة.
- **وكان العالم النرويجي فيلهم بجركنز**اول من قدم ورقة بحثية تناقش التنبؤ الجوي باستخدام معادلات علوم الحركة الميكانيكا–والفيزياء وذلك عام1904، ومنذ بداية القرن العشرين تطورات مفاهيم فيزياء الغلاف الجوي، مما أدى الى تأسيس التنبؤات الجوية العددية الحديثة.
- فيما نشر **العالم لويس فراي ريتشاردسون عام 1922**، نتائج محاولته العملية الأولى للتنبؤ العددي "تنبؤات الطقس بواسطة العمليات العددية" بعد العمل على المعادلات –يدويا، قبل استخدام الحاسبات الضخمة.
- **وفي عام 1950**، أصبح التنبؤ الجوي باستخدام الحاسب الالي.اول تنبؤ جوي بواسطة الطريقة العددية. فيما توصل العالم ادوارد لورينز عام 1960 الى الطبيعة الفوضوية–غير المستقرة–للغلاف الجوي وشرحها من خلال كتابه الذي يعتبر الأساس في نظرية الفوضى.

- يشار الى ان **القرن التاسع عشر** شهد تطورا سريعا في علم الأرصاد الجوية بعد تطور شبكة مراقبة حالة الطقس (محطات الأرصاد الجوية) في العديد من الدول، فيما شهد النصف الأخير من القرن العشرين، تقدما كبيرا في التنبؤ بأحوال الطقس وذلك بعد تطور جهاز الحاسب الالكتروني.
- وتعتبر **المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)** التابعة للأمم المتحدة، المرجعية في منظومة الأمم المتحدة فيما يتعلق بحالة وسلوك الغلاف الجوي للأرض، وتفاعله مع المحيطات، والمناخ الذي ينتج عنه، وتوزيع موارد المياه الذي ينجم عن ذلك.
- وتضم **عضوية المنظمة 191 دولة واقليما (منذ 1 كانون الثاني/ يناير 2013م)**. وتأخذ المنظمة من مدينة جنيف بسويسرا مقرا لها ويرأسها امين عام ينتخب من قبل برلمان المنظمة كل أربعسنوات. وبعد تطور التنبؤات الطقسية[3].

اما في يومنا هذا وللحصول على ادق التنبؤات يتم إطلاق مسابير الراديو كل 12 ساعة من مئات المحطات الأرضية في جميع انحاء العالم.

وتطرقنا الى بعض خرائط الطقس توضح فيها كيفية التشفير لعرض بيانات الطقس

- مراكز الضغط العالي والمنخفض



الشكل (I–1) :مراكز الضغط العالي والمنخفض[9]

يتم عرض مراكز الضغط العالية والمنخفضة فوق المحيط الهادي.

يشير كل من حرفين H وl الى مراكز الضغط العالية والمنخفضة

I-4-مكونات نظام التنبؤ الطقسي:

تعتبر عملية التنبؤات الجوية عملية مقعدة، وتحتاج الى تحديثات مستمرة، وهناك ثلاث (3) مراحل مهمة تمر فيهاعملية التنبؤ بالطقس.

مرحلة01: رصد الأحوال الجوية الحالية

- رصد سطحي يكون على مدى ساعات، ورصد علوييكون على 12 ساعة نهارا
- معرفة حالة الطقس بدقة
- قياس متغيرات الطقس

مرحلة02: حساب الكيفية التي سيتغير فيها الطقس في المستقبل

- تحتوي مراكز الأرصاد الجوية والتنبؤ بالطقس على أجهزة حاسوب ضخمة
- استخدام الأجهزة البيانات الناتجة عن الرصد الجوي لإدخال معدلات معقدة التي تمكننا بكيفية انتقال الحالات الجوية
- الطريقة التي سيتغير فيها الطقس مع مرور الوقت

مرحلة03: الاستعانة بخبراء الأرصاد الجوية لتحسين تفاصيل التنبؤات

يقوم خبراء الأرصاد الجوية بالاضطلاع على نماذج التنبؤات الحاسوبية عدة مرات في اليوم، ويعملوا على مدار الساعة للتحقق من ان الأحوال الجوية تسير وفق الطريقة التي تم توقعها، وإذا لم يكن الامر كذلك، يتم تعديل التوقعات قبل إعلانها للناس، خاصة إذا كانت التعديلات تعني تغير في الأحوال الجوية، مثلا: إذابتين ان درجة حرارة اقل من الدرجة التي تم توقعها فهذا قد يحدث فارق بالنسبة لتشكل الصقيع في الليل، وعندما قد يستدعي الامر اصدار تنبيه للتعامل مع الصقيع.

ويستطيع متنبئ الأرصاد الجوية مقارنة النتائج من النماذج الحاسوبية من مراكز التنبؤ حول العالم، والتي تنتج جميعها تنبؤات بالطقس لكامل الكرة الأرضية، ولكنها تختلف قليلا في طريقة عمل بعض الحسابات، ومن الأمثلة على هذه النماذج: المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (ECMWF)، والمركز الوطني للتنبؤ البيئي(NCEP).[5]

I-5-الاثار الاقتصادية والاجتماعية للتنبؤات الطقسية

✓ الاثار الاقتصادية:

يشكل تغير المناخ أكبر تهديد طويل الأمد للاقتصاد العالمي، والأكثر من ذلك ان تداعياته السلبية بدا في الظهور سريعا.وتحتاج الحكومات الى تبن واسع النطاق للاقتصاد منخفض الكربون، اذ ان التقدم الاقتصادي المعتمد على الوقود الاحفوري في العقود الماضية، فاقم من ازمة تغير المناخ، ومن ثم إعاقة هذا التقدم والنمو الاقتصادي في مرحلة ما.

ويوضح تقرير حديث صار عن منتدى الاقتصاد العالمي، ضرورة اتخاذ إجراءات فورية لمواجهة تغير المناخ، نظرا لان اثاره في التنمية الاقتصادية أصبحت ملموسة بالفعل.

ومن تداعيات تغير المناخ على الاقتصاد:

- بحلول منتصف القرن، سيخسر العالم نحو 10% من اجمالي القيمة الاقتصادية بسبب تغير المناخ، حال استمرار الوضع الحالي من زيادة درجات الحرارة.
- تسريع التحول للطاقة النظيفة وتقليل الانبعاثات الكربونية، ليس لأنه سيقلل من تداعيات تغير المناخ فحسب، بل لان بإمكانه دفع نمو الاقتصاد العالمي بنحو 2.4%أكثر من المتوقع للخطط الحالية خلال العقد المقبل، بحسب تقرير افاق تحولات الطاقة، الصادر هذ العام عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة.
- مسار خفض درجات الحرارة الى 1.5 درجة مئوية سيوفر نحو 122 مليون وظيفة متعلقة بالطاقة[6].

✓ الاثار الاجتماعية:

يؤثر تغير المناخ على صحة الانسان بطرق تعد ولا تحصى، بما في ذلك من خلال التسبب في الوفاة والمرض من الاحداث المناخية القاسية المتكررة بشكل متزايد، مثل موجات الحر والعواصف والفيضانات وتعطل النظم الغذائية وزيادة الامراض الحيوانية المنشأ والغذاء والماء والامراض المنقولة بالنواقل، وقضايا الصحة العقلية.

يقوض تغير المناخ العديد من المحددات الاجتماعية للصحة الجيدة، مثل سبل العيش والمساواة والوصول الى الرعاية الصحية وهياكل الدعم البشري. هذه المخاطر الصحية الحساسة للمناخ يشعر بها بشكل غير متناسب الفئات الأكثر ضعفا وحرمانا.

تؤثر ازمة المناخ بالفعل على كل منطقة مأهولة في العالم مع عواقب وخيمة على الافراد والصحة العامة مثل:

-ارتفاع حالات سوء التغذية بسبب تملح التربة ومياه الشرب و التلوث وتدهور الأراضي وانخفاض صلاحية المحاصيل والتصحر والعواقب البطيئة الأخرى.

-زيادة معدل الاصابة بالأمراض التي تنقلها المياه مثل الكوليرا والتيفوئيد بسبب زيادة الفيضانات.

-حالات التنفس أكثر تواترا وشدة ارتفاع تلوث الهواء.

-ضعف النظم الصحية مع زيادة تواتر العواصف والامطار الشديدة والفيضانات وموجات الحر والجفاف وغيرها من الظواهر الجوية المتطرفة وزيادة احتياجات الناس الصحية، لاسيما في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.

المحور الثاني: نماذج التنبؤات الطقسية

المحور الثاني: نماذج التنبؤات الطقسية

مقدمة:

أساس النماذج هي معدلات رياضية تعتمد على الفيزياء التي تميز كيفية تحرك الهواء والحرارة والرطوبة المتبادلة في الغلاف الجوي. يتم تغذية محطات الطقس بالبيانات مثل (الضغط والرياح ودرجة حرارة والرطوبة) التي تم الحصول عليها من أجهزة الاستشعار الأرضية ومحطات الطقس ومعالجتها من خلال المعادلات. يتم ادخال البيانات في النماذج في عملية التعرف باسم استيعاب البيانات.

في النموذج ينقسم الغلاف الجوي الى شبكة ثلاثية الابعاد ويتم إعطاء كل نقطة وربطها في شبكة وذلك لمزج هذه البيانات وربطها. وتسمى هذه العملية بالعملية الشرطية الأولية. ثم في كل نقطة في الشبكة، يتم تطبيق معادلات الرياضية في الوقت المناسب.

ومن ثم تحدد المخرجات من خلال العديد من المعالجات لاستخراج التوقعات المستقبلية في جميع نقاط الشبكة

II.تعريف النماذج الطقسية:

نموذج الطقس هو برنامج كمبيوتر يحاول التنبؤ بالسلوك الغلاف الجوي من خلال تطبيق القواعد الفيزيائية والرياضية على معلمات الطقس المعروفة، تتضمن هذه المعلمات بيانات أقمار الصناعية وقراءات المحطات والملاحظات..... الخ، الخوارزميات التي يحددها مهندسو الطقس تكون مسؤولة بعد ذلك عن اخراج بيانات التنبؤ وفقا لشبكة الى حد ما.

تتراوح الشبكة من 100 كيلو متر (نموذج عالمي او عام) الى كيلو متر واحد (نموذج إقليمي او شبكة دقيقة او نموذج عالي الدقة)[7] .

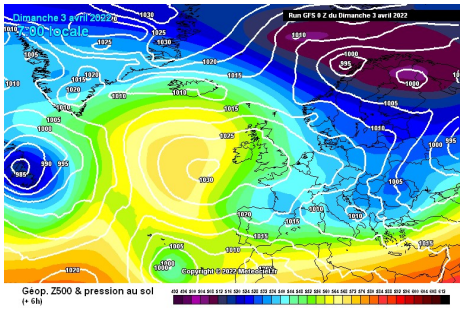
II.1.أنواع النماذج الطقسية:

هناك العديد من النماذج المستخدمة التنبؤ بحالة الطقس لكن أشهرها النماذج الأوربية والأمريكية، الأول هو نموذج المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى، ونموذج الثاني لخدمة الطقس الوطنية الامريكية ويسمى نموذج التنبؤ العالمي، كما يوجد نماذج متوسطة الحجم التي تختلف عن نماذج السابقة بكونها أكثر الدقة تخصصية أي انها تقيس الطقس في مناطق محددة وقادرة على إعطاء تنبؤات دقيقة للطقس السائد في مناطق جغرافيةصغيرة.[8]

1-نموذج الشامل GFS (Global forecast system)

هو نظام التنبؤ بالطقس العالميGFSكذلك هو نظام التنبؤ الرقمي العالمي يضم نظام كمبيوتري رقمي عالمي دائرة الأرصاد الجوية الامريكية. النموذج الرياضي يتم تشغيله أربع مرات في اليوم للتنبأ بحالة الطقس لستة عشر يوم قادمة. مثلا هذا النموذج عبارة عن شبكة مربعية تحيط بمساحة من الكرة لأرضية لارتفاع معين من سطح البحر الفواصل بين نقاط الشبكة حدود 28كيلومتر، كلما كانت الفواصل بين نقاط الشبكة قريبة أكثر من بعضها النموذج أكثر دقة، الدورة الزمنية لتنبأ بالطقس مثلا أربعة(04) أيام، كل يوم ثلاثة مرات(03) الساعة 00 والساعة 06 والساعة 12 والساعة 18. تستعمل عدة الوسائل لأرسال الحالات الجوية كالحرارة والرطوبة والسرعة الرياح وجهتها والامطار وثلوج ومقدارها وساعة هطولها وغيوم وحركتها وصواعق وغيرها.

من خلال أقمار الصناعية والسفن والطائرات والبالونات والرادارات والمحطات الأرضية المنتشرة على الأرض وعوامات المنتشرة في البحار والمحيطات ترسل جميع البيانات الى الحواسيب الموجودة في مركز الأرصاد والذي يقوم بتحليل هذه البيانات استنادا على النموذج والمعادلات المبرمج عليها تعتمد الدقة التنبؤ بالطقس بالنموذج المستعمل والبيانات المرسلة. لعدم وجود العدد الكافي من عوامات في البحار والمحيطات التنبؤ بالحالة الطقس في البحار والمحيطات لا تحظي بالدقة العالية، وعدم الدقة هذه تؤثر على كل مجريات التنبؤ بالطقس.[9]



الشكل(II-1) :نموذجGFS[9]

2-نموذج نظام التنبؤ المتكامل IFS(Integratedforecast system)

نموذج عملياتي عالمي للتنبأبالأرصاد الجوية يتم تطويره وصيانته بواسطة المركز الأوربي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى ومقره إنجلترا. وانظمة ونماذج أخرى.

3-نموذج(MM5)

نموذج متوسط المدى للتنبأ بالطقس والتوقعات المناخية وهو نموذج تحتفظ به جامعة ولاية بسلف-انيا والمركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي.

4-نماذج المحيط(Oceanmodels)

هي نماذج عددية تتمركز على خصائص المحيطات وجرياناتها. نماذج المحيط تساعدنا لفهم تأثيرات المحيطات على الطقس والمناخ.

5-نموذج البحث والتنبؤ بالطقس WRF (WeatherResearch and Forecast Model)

هو عبارة عن نظام تنبأ رقمي NWP (NumericalweatherPrediction) مصمم لأبحاث الغلاف الجوي وعمليات التنبؤ.NWP يشير الى محاكاة والتنبؤ بالغلاف الجوي من خلال نموذج حاسوبي. وWRF عبارة عن مجموعة من البرامج الحاسوبية لهذا الغرض. بدأ العمل بتطوير WRF في نهايات عام 1990و كانت شراكة تعاونية مع كل من:

National Centres for Atmospheric Research (NCAR)

National Oceanic and Atmospheric Administration

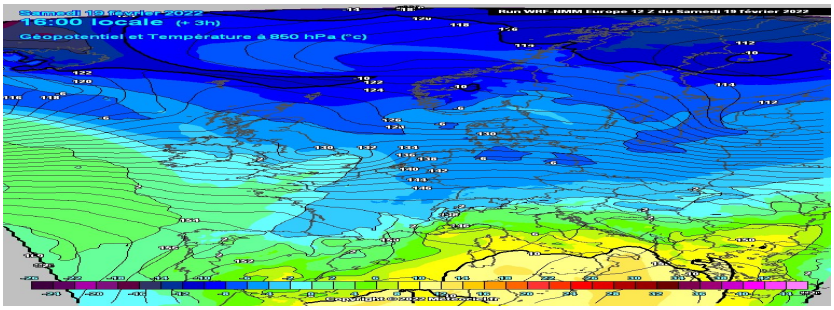
National Centres for Environnemental Prediction (NCEP)

Forecast System Lobaratory(FSL)

Air force Weather Agency (AFWA)

Naval Reseaech Laboratory (NRL)

University of Oklahoma (OU)



الشكل(II-2): نموذج WRF [9]

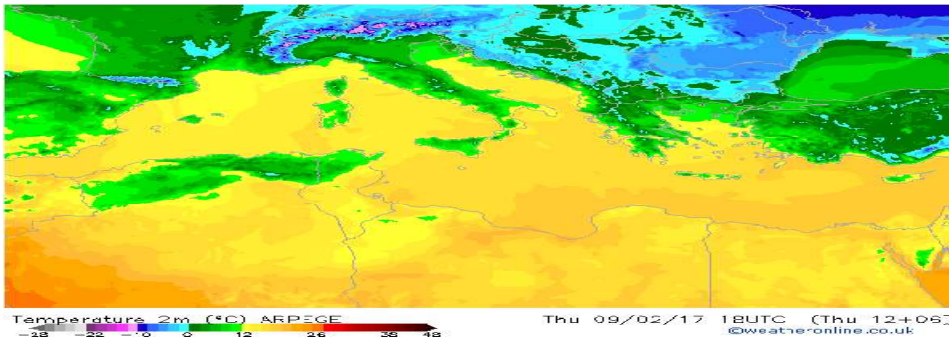
ان الطقس هو حالة الجو في مكان معين لفترات قصيرة كساعات او أيام، وكذلك المناخ هو حالة الجو في مكان معين لفترات طويلة كشهور او فصول.

6-نموذجARPEGE(العالم)

نموذج ARPEGE (إجراء بحثي صغير الحجم على نطاق واسع) هو نموذج يغطي الكوكب بأكمله بشبكة متذبذبة وفقا للمناطق الجغرافية (7.5كم في المتوسط لأوروبا)، مهلة التنبؤ هي أربعة أيام.

تتم تهيئة نموذج ARPEGE 4 مرات في اليوم:

run 00Z ; run 06Z ; run 12Z ; run 18Z



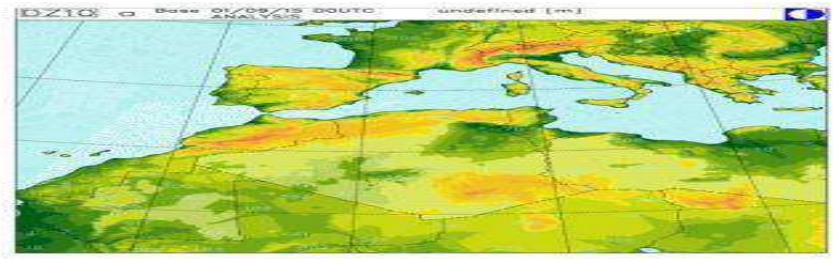
الشكل (II-3) :نموذج[9]ARPEGE

7-نموذج AROME(الفرنسي)

هو أحدث النماذج العددية من النوع غير الهيدروستاتيكي يحاكي حالة الجو في مناطق معينة (إقليمي) لفترة مستقبلية تصل الى 36 ساعة حيث يوفر توقعات كل 6 ساعات في نطاق صغير 2.5 كلم 2.5xكلم، ويستعمل في التنبؤ بالظواهر الجوية مثل العواصف الرعدية والامطار.[9]

تتم تهيئة نموذج AROME أربعة مرات في اليوم:

run 00Z ; run 06Z ; run 12Z ; run 18Z



الشكل (II-4): نموذج AROME[9]

8-نموذج CFS (الأمريكي)

نموذج CFS (تنبؤات المناخ الموسمية) هو نموذج موسمي تم تطويره بواسطة المراكز الوطنية للتنبؤ البيئي NCEPوNOAA، يأخذ في الاعتبار المواقف السابقة وإحصائيات التطور، النينا (Nina)،النينو، تذبذب الشمال الأطلسي أو حتى تطور الكتل الهوائية في الأسابيع الأخيرة، بفضل كل هذه البيانات تم اقتراحالاتجاهات الرئيسية لمدة ستة أشهر.[9]

II.2.النماذج الديناميكية:

انه عبارة عن النموذج العددي حيت يعتمد على المعادلات الرياضية البدائية التي كان يستعان بها للتنبؤ بالطقس وكذلك هو عبارة عن مجموعة من(06) معادلات تفاضلية غير خطية. والمعادلات الأساسية في هذه المجموعة البدائية من المعادلات وهي[9] :

- معادلة الحركةconservation of mouenutum
- معادلة الطاقة الحرارية thermal Ennery
- معادلة الاستمرارية continuityéquation

المتغيرات الأساسية في هذه المعادلات هي:

- ✓ u سرعة الرياح المحلية
- ✓ v سرعة الرياح الجنوبية

- ✓ w سرعة الرياح العمودية في الاحاثيات المتساوية الضغط
- ✓ العرض الجغرافي
- ✓ Cp الحرارة النوعية في الضغط الثابت
- ✓ Pالضغط
- ✓ Ωالدوران الزاوي للأرض $\Omega = \frac{2\pi}{24}$
- ✓ T درجة حرارة
- ✓ Wماء (على صورة مطر او ثلج) والذي يمكن ان يكون بصورة هطول على الأرض

وكذا يعتمد برنامج النموذج العددي على بعض المعادلات الفيزيائية الديناميكية على شكل معادلات تفاضلية التي تحاكي الحركة المستقبلية للغلاف الجوي:

- معادلة هيدروستاتيكية
- معادلة الغازات المثالية
- معادلة الاستمرارية
- معادلة حفظ الطاقة
- معادلة بخار الماء
- معادلة الحركة

وهناك لا حطنا الى كل معادلة وشكلها تفاضلي:

- ✓ **معادلات حفاظ الزخم فيالاتجاه الافقي:**

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{u\partial u}{\partial x} - \frac{v\partial}{\partial}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -u\frac{\partial v}{\partial x} - v\frac{\partial v}{\partial y} - w\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{u^2\tan\emptyset}{a} - \frac{uw}{a} - \frac{1\partial p}{\rho\partial y} - 2\Omega u\sin\emptyset + F_y \ldots\ldots(2\text{-II})$$

- ✓ **معادلة في الاتجاهالعمودي:**

$$\frac{\partial w}{\partial t} = -\frac{\partial w}{\partial x} - v\frac{\partial w}{\partial y} - w\frac{\partial w}{\partial z} - \frac{u^2+v^2}{a} - \frac{1\,\partial p}{\rho\partial z} - 2\Omega u\cos\emptyset + F_z \ldots\ldots(3-\text{II})$$

- ✓ **المعادلة الديناميكية الحرارية**

$$+ w(\gamma - \gamma_d) + \frac{1}{C_p}\frac{dH}{dt}\frac{\partial T}{\partial t} = -u\frac{\partial T}{\partial x} - v\frac{\partial T}{\partial y} \ldots(4\text{-II})$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -u\frac{\partial T}{\partial x} - v\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \mathrm{y}} - \mathrm{w}\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \mathrm{z}} + \mathrm{w}\gamma_d + Q/C_p \ldots\ldots(5\text{-II})$$

- ✓ **معادلة الاستمرارية**

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -u\frac{\partial \rho}{\partial x} - v\frac{\partial \rho}{\partial y} - w\frac{\partial \rho}{\partial z} - \rho\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) \ldots\ldots(6\text{-II})$$

$$\frac{\partial q_v}{\partial t} = -u\frac{\partial q_v}{\partial x} - v\frac{\partial q_v}{\partial y} - w\frac{\partial q_v}{\partial z} + Q_v \ldots\ldots(7\text{-II})$$

- ✓ **معادلة بخار الماء**

$$\frac{\mathrm{d}\rho}{\mathrm{dt}} = \mathrm{m}\ldots\ldots(8\text{-II})$$

- ✓ **معادلة الغازات المثالية**

الشق الفيزيائي في نمذجةالطقس:

يسمح الشق الفيزيائي من النموذج بحساب تبادلات الطاقة المختلفة بين الغلاف الجوي والمصادر الخارجية. بالنسبة للغلاف الجوي تتكون المصادر بشكل عام من: الإشعاع الشمسي، المحيطات والقارات. سيتم حل هذه العمليات الفيزيائية التي لم يتم حلها بواسطة المعادلات والتي ترقى إلى تحديد متوسط تأثير هذه العمليات على المتغيرات الديناميكية للنموذج، والتي تتحقق من خلال حساب المصطلحات F و Q و M (F: قوة الاحتكاك،Q : المساهمة الكتلية في الانتقال الحراري،:M المساهمة الكتلية في بخار الماء).

II.3.النماذجالاحصائية:

من خلال ما اطلعنا عليه في موضوع التنبؤ الاحصائي يمكننا القول ان مفهوم تم تناوله في العديد من التعريفان، ومن بين هذه التعريفات ان التنبؤ هو توقع احداث مستقبلية لدراسات إحصائية وكمية للفترات الماضية، وكذلك دراسة الاتجاهات في المستقبل التي على أساسها نتوصل الى وضع افتراضات للفترات المستقبلية.

كما سبق ان ذكرنا ان هناك تعاريف عديدة للتنبؤ فليس من الغريب ان تكون له صيغ عديدة حيث تصنف التنبؤات الى أنواع وفقا للمعايير التالية:

1-**التنبؤ النقطي**: يتمثل بقيمة واحدة للمتغير التابع في كل فترة مستقبلية

2-**التنبؤ بقيمة**:يتمثل في التنبؤ بمدى معين تقع داخله قيمة المتغير باحتمال معين من حيث التنبؤ يمكن تقسيمه الى:

-التنبؤ قبل التحقيق: يتوقع بقيم للمتغير التابع في فترات مستقبلية تتاح عنها بيانات خاصة بالمتغير التابع.

-التنبؤ يعد التحقيق:فهو التنبؤ الذي يتوقع قيما للمتغير التابع في فترة متاح عنها بيانات خاصة.

مراحل التنبؤ الاحصائي:

- ✓ تحديد الهدف من اجراء عملية التنبؤ.
- ✓ جمع البيانات التاريخية المتعلقة بالظاهرة المراد التنبؤ بها ودراسة كافة الظروف المحيطة بها.
- ✓ عرض البيانات وتحليلها للاستعمال،وتحديد الفترة المراد التنبؤ من خلالها.
- ✓ تأكد من النتائج المتحصل عليها من خلال متابعة عملية التنبؤ.

أهمية التنبؤ الاحصائي:

-يضمن الى حدكبير الكفاءة العلمية لديوان الأرصاد الجوية.

-يمكن للأرصاد الجوية معرفة حاجيتها على المدى المتوسط والبعيد.

-يساهم في الحد من المخاطر التي تواجه الانسان في الحياة اليومية وخاصة المرضى مزمنة.

-يساهم بقدر كبير في اتخاذ القرارات وترقب اثارها مستقبلا[10].

- **السلاسل الزمنية:TimeSéries**

السلسلة الزمنية هي عبارة عن مجموعة من المشاهدات التي تصف التغير في سلوك ظاهرة معينة خلال فترة زمنية، تعرف السلسلة الزمنية رياضيا بأنها متتالية من المتغيرات العشوائية مؤشرة بالدليل t والذي يعود إلى مجموعة دليليه T، ويرمز للسلسلة الزمنية عادة $\{X(t), t\in T\}$ او اختصارا x(t) وتتكون من متغيرين أحدهما توضيحي وهو متغير الزمن والأخر متغير الاستجابة وهو قيمة الظاهرة المدروسة. وجود عامل الزمن يجعل تحليل البيانات السلسلة الزمنية مختلف عن تحليل الانواع الأخرى من البيانات (العددية والنصية).[11]

تمثل البيانات السلسلة الزمنية بعدة الطرق منها التمثيل الرياضي والتمثيل البياني.

تسمى السلاسل الزمنية التي تتضمن سجلات من متحول واحد فقط سلاسل زمنية وحيدة المتغير Univariate Time-Série، يعبر عنها رياضيا كالأتي y=f(t)، بينما السلاسل الزمنية تضمن سجلات من عدة متحولات تسمى سلاسل زمنية متعددة المتغيرات Multivariate Time-Série، تستخدم العلاقة الرياضية $y=f(t,x_1,x_{2,...}x_n)$ للتعبير عن هذا النوع من السلاسل.[12]

تقسم السلاسل الزمنية من حيث الزمن الى نوعين سلاسل زمنية منقطعة Discrète Time وسلاسل زمنيةContinuos، تقاس المشاهدات المستمرة في كل واحدة من الزمن مثل قراءات درجات الحرارة وتدفق المياه في نهر ما. بينما السلاسل الزمنية المنقطعة تتضمن مشاهدات مقاسة في نقاط منفصلة من الزمن مثل تغيير عدد السكان في مدينة معينة وإنتاج شركة ما ومعدل تداول عملتين مختلفتي .عادة تسجل مشاهدات السلسلة الزمنية المنقطعة في فترات زمنية متساوية (يوميا، أسبوعيا، شهريا، سنويا).

-ظهرت السلاسل الزمنية في العديد من التطبيقات منها[13]:

- ✓ علم الأرصاد الجوية: متحولات الطقس مثل: درجة الحرارة الضغط الجوي، المناخ.
- ✓ الاقتصاد والمال: العوامل الاقتصادية، المؤشرات المالية.
- ✓ الصناعة: استهلاك الطاقة.
- ✓ التسويق: مبيعات منتج معين.
- ✓ البيانات الصوتية، وغيرها.

ومن خلال نستنتج ان النماذج الإحصائية لسلاسل الزمنية ترتكز على الجانب العشوائي في السلسلة الزمنية وتنقسم:

أ-نماذج الانحدار الذاتي(AR) Autorégressives :حيث تكتب القيمة الجارية كدالة خطية في القيم السابقة لنفس المتغير.

ب-نماذج المتوسطات متحركة (MA) MovingAverage:حيث تكتب القيمة للمتغير كدالة خطية في القيمة الجارية لعنصر الخطأ العشوائي وعدد من قيمه السابقة.

ت-نماذج بوكس جنكتر: يمكن التوفيق بين النموذجين AR،MA بنموذجARMA ، حيث تمر هذه الطريقة بعدة مراحل قبل اجراء أي تنبؤ:

- ✓ التمييز، تحديد درجة AR،MA .
- ✓ التقدير.

- ✓ اختبار سوء التوصيف، التأكد من الدقة النماذج.
- ✓ التنبؤ.

ت-نماذج شعاع الانحدار الذاتيVAR :تستخدم في النماذج الانية التي يوجد فيها علاقات تبادلية بين المتغيرات.

- ✓ **نموذجARIMA** :

نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المتكامل:AutoregressiveIntegratedMovingAverage وضع Box et Jenkins عام 1970 نموذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك المتكامل، يعتبر هذا النموذج دمج لنموذج الانحدار الذاتي (AR) ونموذج المتوسط المتحرك(MA) ويرمز له اختصارا ARIMA.

يعرف هذا النموذج باسم نموذج Box-Jenkinsايضا. ولهذا النموذج فان قيمة النقطة المستقبلية للسلسلة الزمنية هي عبارة عن تعبير خطي لقيم النقاط السابقة والاخطاء السابقة في اللحظات السابقة، على اعتبار ان السلسلة الزمنية خطية وتخضع للتوزع الطبيعي.[14]

أنواع التنبؤ الاحصائي:

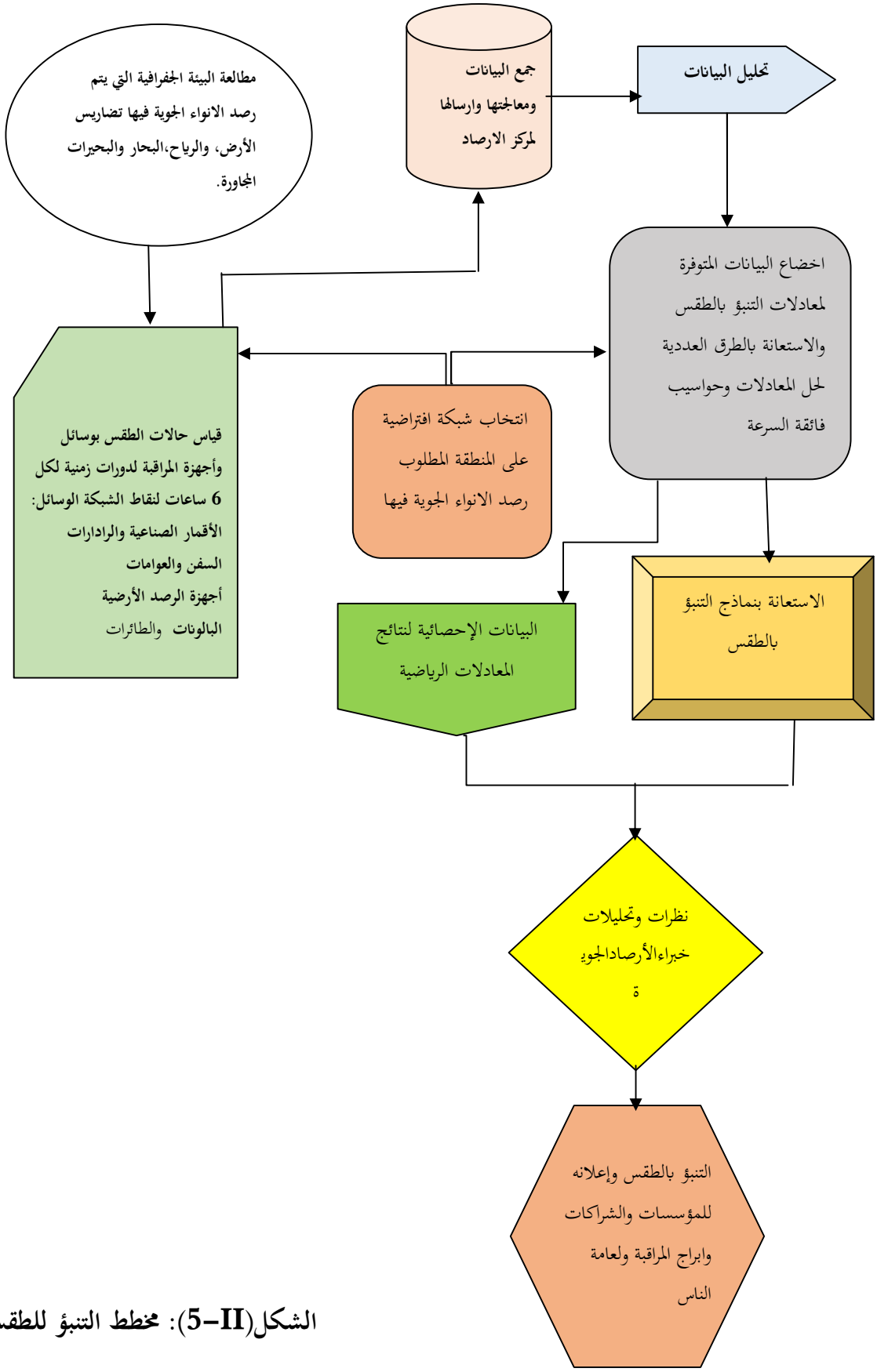
تصنف نماذج التنبؤ الاحصائي وفق مدى (افق) حساب التنبؤات الى نوعين:

- **تنبؤ طويل المدى:**

يتميز هذا النوع من التنبؤات بطول وبعد المدة الزمنية للتوقعات ، امّاالطرق الإحصائية التي تستجيب لهذا النوع من التنبؤات فهي نماذج الانحدار الخطي البسيط والمتعدد وكذلك يمكن استخدام معدلات النمو كطريقة لحساب التنبؤات البعيدة المدى خاصة في بعض الظواهر كحجم السكان، الا العيب في التنبؤات البعيدة المدى هو انها غير فعالة في حساب التوقعات أي ان تباين أخطاء التوقع فيها كبير(القيم التوقيعية بعيدة عن القيم الحقيقية)وتنقص فعالية هذه النماذج كلما زادت مدة التوقعات،ومع ذلك للتنبؤات البعيدة المدى أهمية بالغة في وضع القرارات البعيدة المدى وتخطيط السياسات الاستراتيجية.**مثال** :مصانع الصلب ومصانع البترول او مصانع الورق.

- **تنبؤ قصير المدى:**

مدة ومجال التنبؤات القصيرة الاجل تكون قصيرة جدا، ولتطبيق الدراسات التنبؤية القصيرة الاجل نحتاج الى استخدام تقنيات السلاسل الزمنية المتمثلة في نماذج الانحدار الذاتي AR والمتوسطات المتحركة MA، وعلى غرار التنبؤات البعيدة المدى تتميز طرق التنبؤ القصير المدى بالفعالية ولها أهمية كبيرة في اتخاذ القرارات الظرفية والسياسات الانية المستخدمة في تسيير المؤسسات، ومن أشهر الطرق المستخدمة في حساب التنبؤات القصيرة الاجل طريقة بوكس جينكيتر، نماذج الانحدار الذاتي VAR،نماذجARCH...الخ.[11]



الشكل(II–5): مخطط التنبؤ للطقس [9]

المحور الثالث: درجة الحرارة وطرق قياسها

المحور الثالث: درجة الحرارة وطرق قياسها

مقدمة

تعتبر درجة الحرارة من المتغيرات التي تتطلب منا قياسها حيث ان الشمس هي المسؤولة عن انبعاث تلك الحرارة كوكب الارض الذي يعتبر بدوره الكوكب الملائم للعيش فيه دون عن باقي الكواكب الاخرى ويبتعد كوكب الارض عن الشمس بمسافات مثالية وافادت البشرية من اجل الاستمرار في الحياة على هذا الكوكب، وحرارة الجو على كوكب الارض من أكثر الاشياء التي اصبحت عملية قياسها امر سهل حيث استخدمت طرق مختلفة من اجل قياس درجة الحرارة على كوكب الارض وسنقوم بإيضاح كل ما يخص درجات الحرارة. فما هي درجة الحرارة الطقس وماهي أنواعها وطرق قياسها؟

III.المفهوم العام لدرجات الحرارة :

درجة حرارة هي عبارة عن اي جسم ما هي كمية الطاقة الحرارة المخزنة به كما انها المؤشر على مدى حركة الذرات المكونة له حيث يمكن ايضاح معادلة رياضية تعمل على الوصول بين الطاقة الحركية، ذرات الجسم، درجة حرارته وهناك العديد من الوحدات لقياس درجات الحرارة وينقسم مقياس درجات الحرارة الى مدى السخونة او مدى البرودة للجسم المراد قياس درجة حرارته[15] .

1.III.درجة حرارة الطقس :

تعتبر درجة حرارة الجو قيمة التي تدل على مخزون الطاقة الظاهرية الموجودة في الهواء حيث يمكن ان تقاس تلك الحرارة بعدة طرق واجهزة مختلفة.

وتتواجد ايضا درجة الحرارة المئوية حيث تعتبر وحدة مستخدمة لقياس درجات الحرارة تعرف باسم (درجة مئوية) او (درجة سيلوس)[15] .

الشكل(III–1):صورة معبرة لدرجة حرارة [25]

III.2.تعريف درجة الحرارة القصوى :

تعتبر درجة الحرارة القصوى من المعالم الكونية التي تعبر عن درجات الحرارة المتوسطة على بقعة جغرافية معينة فان درجة الحرارة تعني الدرجة الظاهرة الموجودة في الهواء والتي تشعر بها ويقصد بدرجة الحرارة القصوى بدرجة الحرارة المسجلة خلال 24ساعة ويتم تسجيل درجات الحرارة القصوى خلال ساعات الظهيرة بحيث يتم تسجيل أعلى مستوى لدرجات الحرارة خلال هذه الفترة الزمنية.

-تعريف درجة الحرارة الدنيا:

وهي اقل درجة حرارة تسجل خلال24ساعة يتم تسجيلها خلال ساعتا الصباح غالبا ما قبل الفجر بحيث يتم تسجيل أقل مستوى لانخفاض.[16]

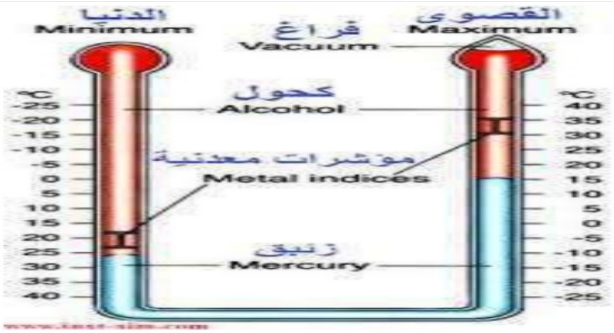
III.3. طرق قياس الحرارة القصوى والدنيا :

III.3.1.ترمومتر النهاية العظمى : يستخدم لقياس درجة الحرارة العظمى

هو ترمومتر يشبه الترمومتر الطبي المعروف حيث يوجد في اول قناته اختناق ضيق جدا ومستودع به زئبق عندما ترتفع درجة الحرارة يتمدد الزئبق في مستودع الترمومتر فيندفع الزئبق الى قناة الترمومتر وعندما تهبط درجة الحرارة لا يستطيع الزئبق الموجود في قناة الترمومتر العودة الى المستودع بل يبقى على حاله وتدل قراءته عندئذ على أعلى درجة حرارة وصل إليها الهواء أثناء اليوم المادة الترمومترية المستخدمة به للقياس هي الزئبق.

III.3.2.ترمومتر النهاية الصغرى : يستخدم لقياس درجة الحرارة الصغرى

تحتوي قناته على دليل من الزجاج يتحرك بسهولة الى أسفل عند انخفاض درجة الحرارة ينكمش الكحول فينخفض سطحه في قناة الترمومتر ويتحرك معه الدليل الى أسفل يتمدد الكحول فيرتفع سطحه في قناة الترمومتر تاركا الدليل في موضعه وتدل قراءة الترمومتر المحاذية للدليل على اقل درجة حرارة وصل إليها الهواء أثناء اليوم المادة الترمومترية المستخدمة به للقياس هي الكحول.



الشكل (III-2):جهاز قياس ترمومترات الحرارة القصوى والدنيا[29]

III.4.طرق قياس درجة حرارة الطقس :

أ.جهاز الترمومتر:هو عبارة منأكثر الاجهزة انتشارا لقياس درجة حرارة الجو حيث انه يعمل بواسطة تمدد او انكماش السوائل بسبب الحرارة ويعتمد في تكوينه على انبوب زجاجي يتواجد في نهايته مكان صغير يوضع فيه السائل وهو الزئبق ويكون تلك الانبوب محدد ومدرج بدرجات الحرارة التي يصل اليها الزئبق ويعتبر هذا الجهاز من الاجهزة الفعالة لقياس درجة حرارة الطقس.

ب.المقياس الكهربائي:هو عبارة من أكثر الاجهزة الدقيقة المستخدمة لقياس درجة حرارة الطقس ويعمل المقياس الكهربائي على قياس مدى مقاومة المادة للكهرباء حيث ان المادة تتأثر المقاومة عند اختلاف درجة الحرارة.

ج.مقياس الراديومتر :يعتبر من المقاييس الغير مباشرة حيث انه يعتمد على الاشعة الحمراء وعلى قياس طول الموجات الاشعاعية لمعظم الغازات ويتم الحصول على درجات الحرارة يتم استخدام معدلات معينة تقوم تلك المعدلات بحساب درجة حرارة الطقس[17].

III.5.كيفية قياس درجات الحرارة العظمى و الدنيا :

تقاس درجة الحرارة العظمى داخل كشك الرصد الجوي من خلال ميزان الحرارة الزئبقي وتكون بعد نهاية ذروة اليوم ويتم رصدها ما بين ساعات الظهيرة الى الخامسة او السادسة مساء ويتم اخذها وتسجيلها ومن ثم تشفيرها ويتم الاعلان عنها عند الساعة السادسة مساء في التوقيت العالمي.

اما الصغرى فتكون من خلال ميزان كحولي، اذ تواصل دائرة الارصاد الجوية قياس درجات الحرارة الصغرى الليل كاملا واخر قراءة يتم اعتمادها بداية شروق الشمس السادسة صباحا بالتوقيت العالمي وذلك لان درجات الحرارة تبدأ بالارتفاع، كلتا درجات الحرارة الصغرى والعظمى تقاس بالظل.

ان المعايير المعتمدة في قياس درجات الحرارة تنص من خلال قانون الارصاد الجوية العالمي على ضرورة وجود ميزان الحرارة داخل صندوق خشبي وان يكون مطليا باللون الابيض لعكس اشعة الشمس وان يكون جيد التهوية داخليا، وذلك من خلال وجود فتحات تهوية خارجية مصممة لعزل الهواء المباشر، لان يتم قياس حرارته هو الهواء الساخن المحيط بالصندوق.[3]

III.6.كيفية قياس درجة حرارة الطقس

عند وضع جهاز الترمومتر في مكان الظل او المكان البعيد عن الشمس واشعتها ويكون هذا المكان على ارتفاع اربعة اقدام من الارض ويعود السبب وراء وضع الترمومتر في الظل كي لا يتأثر بأشعة الشمس المباشرة والسبب وراء ارتفاع المكان كي لا يتأثر بالإشعاعات الأرضية.

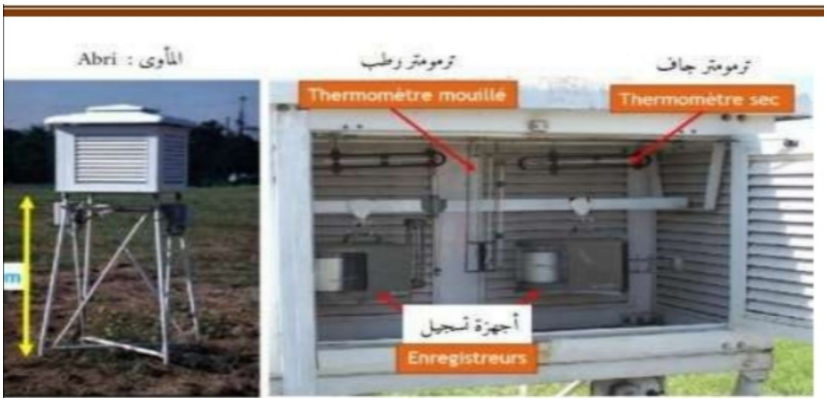
III.7.اجهزة قياس درجة الحرارة في محطات الارصاد الجوية :

تقوم شبكة من محطات الرصد الجوي المنتشرة على مساحة واسعة بمراقبة ورصد الحالات الجوية وعناصر الطقس المختلفة، لترسل هذه المعلومات بشكل دوري ومنتظم عبر وسائل الاتصالات واجهزة مختلفة الى مراكز بث المعلومات الجوية التي تقوم بإعداد التقارير الجوية في اوقات محددة وترسلها الى مختلف بلدان العالم. وقد اعتمدنا على:

✓ كشك الرصد الجوي:

هو صندوق خشبي لونه ابيض لكي لا يمتص الحرارة، له فتحات بشكل مائل لكي يدخل الهواء اليه، ارتفاعه عن الارض 2متر، وطوله2متر، وعرضه50 سنتيمتر وارتفاعه50 سنتيمتر. يوجد في داخله[4]:

- ✓ ميزان حرارة جاف
- ✓ ميزان حرارة الرطب "في ميزان الحرارة الرطب يكون هناك قطعة قماش رطبة ملفوف حول مستودع الزئبق"
- ✓ ميزان الحرارة العظمى
- ✓ ميزان الحرارة الصغرى
- ✓ جهاز الثيرموغراف جهاز يقيس الحرارة برسم بياني.



الشكل(III–3): كشك الرصد الجوي وأجهزة القياس[4]

III.8.تصنيفات أجهزة قياس درجة الحرارة للطقس:

***التصنيف الاول:** تصنف هذه أجهزة على أساس التغيير التي تحدثه الظاهرة الطبيعية او درجة الحرارة التي يتم قياس بها.

***التصنيف الثاني:** تصنف هذه أجهزة على أساس طريقة القياس سواء ان كانت كهربائية او غير كهربائية.

***التصنيف الثالث:** تصنف هذه أجهزة على أساس مدى القياس.[19]

III.9.أنواع درجة حرارة الطقس:

أولا: الدرجة الكبرى او العظمى وهي اعلى درجة حرارة يصل اليها الطقس خلال اليوم حيث يمكن قياسها بالعديد من الاجهزة الالكترونية الحديثة.

ثانيا: الدرجة الصغرى وهي اقل درجة يصل اليها الطقس خلال اليوم وقياسها يكون بنفس طريقة قياس الدرجة الكبرى.[20]

III.10.أنواع مقاييس درجة حرارة:

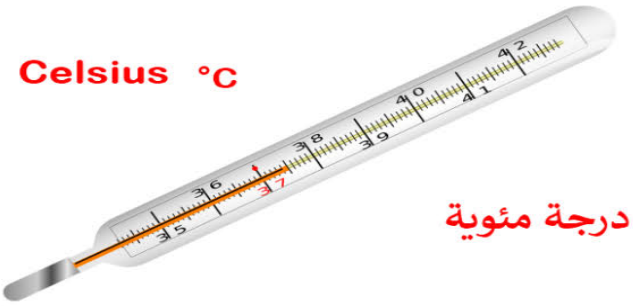
توجد ثلاثة مقاييس أساسية لدرجة الحرارة وهي كالتالي:

1. المقياس السليزي C°
2. المقياس الفهرنهايتي F
3. المقياس الكلفني K

III.1.10.المقياس السليزي C° :

هو وحدة قياس لدرجات الحرارة ويرمز لها بالرمز (°C)، يتم تدريج هذا المقياس وذلك بتعريف نقطة تجمد الماء على انها تساوي صفر درجة سليزية. 0°C تحت الضغط الجوي الاعتيادي. ونقطة الغليان على انها تساوي 100°C تحت الضغط الجوي والطريقة المستخدمة لتدريج المحرار الزئبقي وفق هذا المقياس.

مثلا: بوضع المحرار الزئبقي في خليط الثلج والماء نتركه لمدة كافية حتي يستقر مستوى الزئبق .ويؤشر مستوى الزئبق على انه 0°C ثم يهيئ خليط البخار والماء وبوضع المحرار داخله فيرتفع مستوى الزئبق ويستقر عند مستوى معين و يؤشر هذا المستوى على انه 100°C ثم نقسم المسافة بين العلامتين 100°C-0°C جزء متساو كل جزء سيمثل على انه تغيرا في درجة حرارة مقداره درجة سليزية واحدة 1°C.ويمكن توسيع مدى المحرار المذكور وذلك بإضافة المسافات نفسها قبل 0°C من اجل الحصول على درجات الحرارية الأقل من 0°C وبعد النقطة 100°Cللحصول على الدرجات الحرارية الواقعة بعد 100°C.

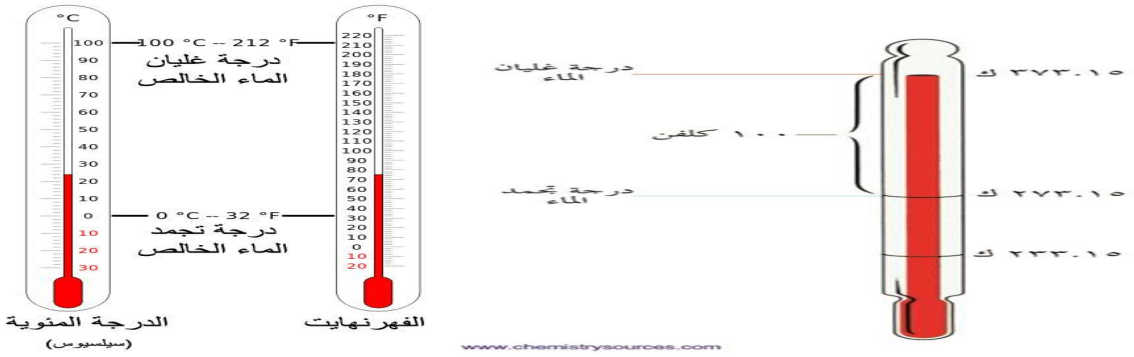


الشكل (III–4): مقياس السليزي[26]

III.2.10.المقياس الفهرنهايتي F:

هو وحدة قياس الدرجة الحرارة ويرمز له بالرمز (°F) يعد المقياس الفهرنهايتي من مقاييس درجة الحرارة المعروفة، أن مسافة درجة الحرارة الفهرنهايتية على المقياس تساوي5/9 مسافة درجة الحرارة السيلسيزية. ان درجة تجمد الماء في هذا المقياس تساوي f32 درجة فهرنهايتية ودرجة غليان الماء تساوي f212 .وتقسم المسافة بين النقطتين الى 180 جزءا متساويا. وان طريقة تدريجه هي طريقة تدرج المقياس السيلسيزي نفسها.

ويتم التحويل من الفهرنهايت الى درجة المئوية حسب المعادلة التالية:"C°= (°F -°32) / 1.8".

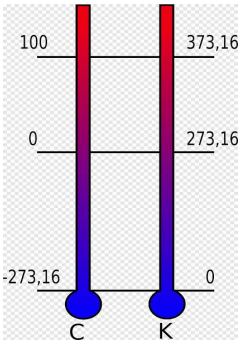


الشكل(III–5) :المقياس الفهرنهايتي[27]

III.3.10.المقياس الكلفني K:

هو وحدة القياس المعتمد في النظام الدولي للوحدات لقياس درجة الحرارة وتسمى كذلك بالحرارة المطلقة ويرمز له بالرمز (k)، يعد مقياس الكلفن المقياس العلمي الاساسي لدرجة الحرارة والذي على اساسه يتم تعريف المقياس السيلسيزي، ويشبه المقياس الكلفني في تقسيمات المقياس السيلسيزي. ان درجة تجمد الماء في هذا المقياس تساوي273. واما درجة الحرارة غليان الماء فأنها تساوي 373 درجة كلفانية تحت الضغط الجوي الاعتيادي. ومن هذا يتبين ان المسافة بين النقطتين مقسمة الى 100 جزء متساوي.

كما هي الحالة في المقياس السيلسيزي انها تساوي الدرجة الكلفانية مع الدرجة السيلسيزية[2].



الشكل (III-6): المقياس الكلفني[28]

III.11 .العوامل المؤثرة في تغير درجة الحرارة :

مدى القرب والبعد من المناطق الاستوائية على اعتبار تعامد اشعة الشمس على هذه المناطق في معظم ايام السنة، وقصر طول المسافة التي تقطعها اشعة الشمس لبلوغ هذه المناطق مقارنة بالمناطق القطبية والعروض العليا (زاوية ميل الاشعة الواردة والمسافة التي تقطعها) وبالتالي كان توزيع المناطق وفق ما يوضحه الشكل الموالي (المناطق الحرارية).

1-الاشعاع الشمسي:

إن قيمة الإشعاع الشمسي يتم تحديده من خلال كل من زاوية سقوط الإشعاع، طول النهار، صفاء السماء، نسبة العكسية. كما ان القيمة العالية من الاشعاع الشمسي ترتفع من درجة الحرارة، نظرا لتوزيع الحرارة الفصلي والسنوي سيخضع للتوزيع السنوي والفصلي للإشعاع الشمسي ويمكن ان نميز بثلاثة لإشعاعات رئيسية وفقا طول موجاتها وهي كالتالي:

أ-الاشعة فوق البنفسجية :اشعة قصيرة الموجة، نسبتها 6-8 من الاشعة.

ب-الاشعة الضوئية: اشعة متوسطة الموجة، نسبتها 41 من الاشعة.

ج-الاشعة تحت الحمراء: اشعة طويلة الموجة، نسبتها 51 من الاشعة.

2-تضاريس المنطقة ومدى ارتفاعها عن مستوى سطح البحر، حيث تنخفض درجة حرارة الهواء مثلا: في مناطق الجبلية بسبب بعدها عن سطح الأرض، واختلاف ضغط الهواء فيها.

3-توزيع المياه واليابسة في المنطقة وحولها، فهناك تباين في امتصاص حرارة الشمس بين الماء واليابسة، مما يؤثر على الحرارة المنتقلة للهواء الملامس لها. تؤثر البحار على درجة حرارة، فان الماء يكتسب الحرارة ويفقدها بشكل بطيء في

حين ان اليابس يكتسب الحرارة ويفقدها بشكل أسرع، حيث ان السبب في هذا التباين في التسخين بين الماء واليابس يعود الى:

أ-الحرارة النوعية للماء تكون أكبر من الحرارة النوعية لليابس.

ب-جزء كبير من الطاقة يستهلك في تحويل الماء من الحالة السائلة الى الحالة الغازية، في حين ان كل طاقة التي تصل الى اليابس تستخدم تسخين.

4-حركة الرياح والكتل الهوائية، كان تخفض الكتل الهواء الباردة درجة حرارة الهواء في المنطقة التي تصل اليها. مثلا كرياح السيروكو (الشهيلي) في الجزائر والتي يمتد أثرها لشمال البحر الأبيض المتوسط، نسيم البحر نسيم الجبل ونسيم الوادي...الخ. نسيم البر أثر الانخفاضات الجوية والارتفاعات الجوية من شأن ذلك ان يتسبب في اضطرابات جوية بين الساعة والاخرى وبين اليوم والأخر.

5-أثر الغطاء النباتي:

يؤثر الغطاء النباتي في درجة حرارة، فالمناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف تتميز باعتدال درجة حرارة، لان الغطاء النباتي يزيد من عملية النتح، وبالتالي رفع نسبة الرطوبة في الهواء.[4]

III.12.التغير اليومي والسنوي في درجة الحرارة

✓ **التغير اليومي في درجة الحرارة:** بعد ان يغيب الشفق يتوقف تماما انتاج الحرارة ويكون النشاط كله نشاط تصريف للحرارة المنتجة بواسطة الاشعاع الشمسي، وبذلك يستمر الانخفاض في درجات الحرارة طوال الليل.

ويبدأ انتاج الحرارة من جديد في الصباح وفي بداية الامر يكون بصورة غير مباشرة من الضوء المنعكس في السماء من اشعة الشمس التي لاتزال مختفية وراء الأفق الشرقي والذي يعبر عنه بطلوع النهار،ثم يكون بصورة مباشرة مع شروق الشمس ومع ذلك فان درجات الحرارة منخفضة بعد الشروق.

ومع ارتفاع الشمس يزداد معدل الإنتاج الحرارة، وتبلغ اعلى درجة حرارة وقت الذروة عند تعامد الشمس ظهرا ولكنه لا يكون في ذلك الوقت الذي تبلغ فيه الحرارة ذروة ارتفاعها وهذا ان معدل الارتفاع يستمر متفوقا على معدل الاشعاع حوالي ساعتين آخرتين فتبقى الحرارة ترتفع الى الساعة الثانية او الثالثة ظهرا، وبعد يتفوق الاشعاع على الإنتاج فتأخذ الدرجات في الانخفاض مع تزايد ميل اشعة الشمس حتى تبلغ ادناها في صباح اليوم التالي.

- ✓ **التغير السنوي في درجة الحرارة:** تتغير درجة الحرارة من يوم الى اخر خلال أيام السنة وهذا التغير يكون منتظم بسبب دوران الأرض حول الشمس، وفي النصف الشمالي ترتفع درجة الحرارة تدريجيا من يوم الى اخر اعتبارا من شهر بسبب انتقال الشمس الى مدار السرطان، فتزداد الحرارة بسبب زيادة الاشعة المكتسبة والمفقودة الا ان المكتسبة أكثر مما يؤذي الى زيادة درجة الحرارة في جو الأرض وتستمر هذه الحالة بعد الانقلاب الصيفي في 21 جوان، عندما تأخذ الشمس بالتحرك ظاهريا نحو الجنوب مبتعد عن مدار السرطان.

وتعتبر أكثر الشهور حرارة هي الفترة التي تتعامد فيها الشمس على مدار السرطان "شهر جوان" إذ إن "شهري جويلية و أوت" هما أكثر شهور السنة لان الشمس تبقى قريبة من العمودية في هذين الشهرين.

وتستمر الشمس في حركتها نحو الجنوب الى ان تتعامد على خط الاستواء في 23 سبتمبر ثم تستمر نحو الجنوب الى ان تتعامد في 21 ديسمبر، وفي هذه الحالة تكون كمية الاشعاع الشمسي الواصلة الى النصف الشمالي من الكرة الأرضية قليلة جدا الا ان أبرد شهور السنة في نصف الكرة الشمالي ليس شهر ديسمبر، وإنما شهري جانفي و فيفري.[18]

III.13.انتقال درجة الحرارة :

تستمر درجة الحرارة بالتغير بشكل مستمر في الاجسام نتيجة لانتقال الطاقة الحرارية بين تلك الاجسام، فعندما يفقد الجسم الأكثر سخونة الطاقة الحرارية الى الجسم الابرد تقل درجة الحرارة تبعا لذلك والعكس صحيح، فغالبا لا يمكن لدرجة حرارة الاجسام الثبات الا بوجود مصدر للحرارة يعوض عن تلك الطاقة المفقودة، وحتى في هذه الحالات يكون هنالك تأرجح بسيط في هذه الدرجة. **في سبيل المثال:** يعتبر جسم الانسان السليم أحد الاجسام الثابتة في درجة الحرارة، اذ ان درجة الانسان السليم تساوي 37 درجة مئوية، فيعوض الجسم الطاقة المفقودة نتيجة الانتقال الحراري عن طريق انتاج هذه الطاقة من جديد بحرق الغذاء في خلايا الجسم عن طريق عملية الايض.[21]

III.14.تطبيقات لدرجة الحرارة:

تستخدم درجة الحرارة في العديد من العلوم المختلفة بل في اغلبها، فتعتبر من اهم الوحدات في الفيزياء والكيمياء والهندسة والطب أيضا، اذ ان درجة الحرارة تؤثر على كثير من الأمور المختلفة في الطبيعة، فتتغير خواص المواد المختلفة بتغير درجة الحرارة، ولذلك غالبا ما نرى درجة الحرارة في المعادلات المختلفة في هذه العلوم، كما ان درجة الحرارة هي أحد الامور التي يتتبعها الجميع بشكل يومي لمعرفة أحوال الطقس في ذلك اليوم. [22]

III.15.قانون التحويلات لدرجات الحرارة:

أ–التحويل من كلفن الى مئوية(او العكس): يعتبر التحويل من كلفن أو سلزيوس أو العكس، حيث ان العلاقة بينهم تكون ثابتة فيكفي إضافة عدد ثابت معين للدرجة المئوية للحصول على الكلفن، ويكفي طرح نفس العدد الثابت والمعين من الكلفن للحصول على المئوية وهو 273.

الكلفن= الدرجة المئوية+273.15

الدرجة المئوية= الكلفن –273.15

مثلا:– التحويل من 280 كلفن الى درجة المئوية=280–273.15=C°6.85

–التحويل من 27 درجة مئوية الى كلفن=27+273.15=K 300.15

ب–التحويل من فهرنهايت الى مئوية (او العكس) :يعتبر التحويل من فهرنهايت الى مئوية أصعب من الكلفن، حيث انها تعتمد على عملية طرح وقسمة على اعداد كسرية ولذلك نحتاج لحساب.[20]

الدرجة المئوية = (الفهرنهايت–32) / 1.8

الفهرنهايت = (المئوية * 1.8) + 32

مثلا: –التحويل من 74 فهرنهايت الى درجة مئوية=(74–32) /1.8=C°23

–التحويل من 30 درجة مئوية الى فهرنهايت=(30*1.8) +32=F86

ج–التحويل من كلفن الى فهرنهايت (او العكس):

الدرجة الحرارة بالفهرنهايت=(درجة الحرارة بالكلفن*1.8) –459.7

الدرجة الحرارة بالكلفن= ((درجة الحرارة بالفهرنهايت–32) /1.8) +273.15

مثلا: –التحويل من 295 كلفن الى فهرنهايت=(295*1.8) –459.7=531–259.7=F 71.3

– التحويل من 82 فهرنهايت الى كلفن=((82–32) /1.8) +273.15=27.7+273.15=K300.8

المحور الرابع: التنبؤ بدرجة حرارة باستعمال خوارزميات الذكاء الاصطناعي

المحور الرابع: التنبؤ بدرجة حرارة باستعمال خوارزميات الذكاء الاصطناعي

مقدمة

نظرا لتعقيد عملية التنبؤ بحالة الطقس، لجأ العلماء ان الذكاء الاصطناعي هو الحصول على نتائج دقيقة وسريعة،ويمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين دقة وموثوقية التوقعات الجوية،وذلك بالاعتماد على برامج الكمبيوتر الرياضية وأساليب حل المشكلات الحسابية في مجموعة بيانات واسعة لتحديد الأنماط،ووضع فرضيات،وتعميم البيانات.بالاعتماد على النماذج الرياضية للتعلم العميق،يمكن للذكاء الاصطناعي الرجوع لسجلات الطقس السابقة للتنبؤ بحالة الطقس في المستقبل.

ولتطبيق هذه التقنية اعتمدنا في دراستنا على لغة البايثون لكونها لغة برمجية قوية ومتعددة الاستخدامات ولاحتوائها العديد من المكتبات والدوال للاستعمال في لغة البايثون.

IV.مفهوم لغة الالة:

لغة الالة هي أحد فروع الذكاء الاصطناعي التي تهتم بتصميم وتطوير خوارزميات، وهي كذلك تقوم بالإعطاء الحاسوب إمكانية التعلم دون وجود برمجة صريحة في اتخاذ القرار، ومن اهم تقنيات تعلم الالةالانحدار"Régression" تستخدم هذه التقنية للتوقع في البيانات المستمرة.[23]

لتطبيق هذه التقنية تستخدم لغة البايثون لأنها لغة برمجية قوية ومتعددة الاستخدامات ولاحتوائها العديد من المكتبات والدوال.

1.IV.تعريفالتوقع:

هو التكهن بحصول أمور في المستقبل،أحيانا لا يقوم على الخبرة او المعرفة.وهناك ان التوقع هو ادلاء بإحداث ينتظر حصولها،بينما التنبؤ هو ادلاء التوقعات أكثر تحديدا ودقة، ويمكن ان يغطي مجموعة واسعة من النتائج المحتملة.

حيث تنقسم لغة الالة الى نوعين اساسينوهما كالتالي :

1. **نوع الاول:** التعلم الاشرافي "Supervised Learning"
2. **نوع الثاني:** التعلم غير الاشرافي"Unsupervised Learning"

والمعتمد في دراستنا هو التعلم الاشرافي الذي نشرف عليه ونوجهه لتنفيذ مهام، وله نوعين التصنيف والتوقع.

ولإجراء التوقع نعتمد في دراستنا على نموذج ARIMA.[23]

2.IV.مناطق الدراسة ومناخ :

- **منطقة ورقلة:**

تقع مدينة ورقلة في الجزء الجنوبي من جمهورية الجزائر، على خط عرض 31° 58 شمالا،وخط طول 5° 20 شرقا، تبعد عن العاصمة حوالي 820كم، وترتفع ورقلة عن سطح البحر حوالي 144م، كما انها تعتبر اول دولة إسلامية في المغرب العربي. تحد مدينة ورقلة الجزائرية من الجهة الشمالية ولايتي الجلفة والوادي، ومن الجهة الشرقية جمهورية تونس الخضراء، ومن الجهة الجنوبية ولايتي تمنراست واليزي، وأخيرا تحدها من الجهة الغربية ولاية غرداية.[24]

الشكل (IV-1): خريطة منطقة ورقلة[13]

- **مناخ ورقلة:**

يمتاز مناخ مدينة ورقلة بانه مناخ صحراوي جاف،حيث تغلب عليه صفة المناخ القاري، فحرارة المدينة تكون حارة ومرتفعة خلال شهور الصيف، ومنخفضة في فصل الشتاء، كما تعاني المدينة من شح الامطار وبالتالي شح الغطاء النباتي، بينما يعد مناخها ملائما لنمو واحات النخيل.

تعتبر الفترة الممتدة بين شهري فيفري إلى افريل فترة خسائر فادحة على الزرع والماشية يسبب هبوب عواصف رملية، وابتداء من شهر سبتمبر يتحسن الجو بفضل الرياح المحملة بالرطوبة والتي تعمل على تلطيفالجو.[25]

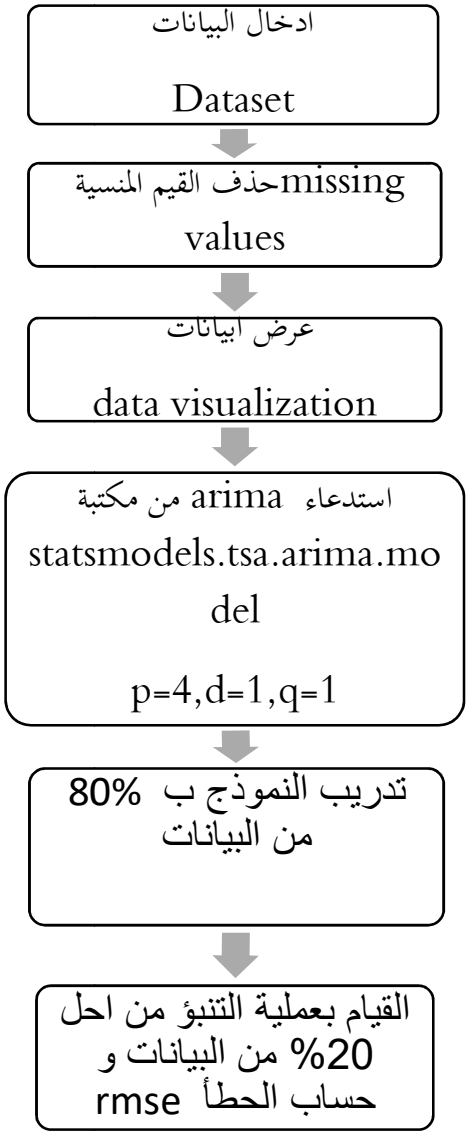
3.IV.نموذج:ARIMA

عند إدخال Data قمنا بتقسيم بيانات إلى قسمين أساسين وهما كالتالي:data trening(%80) يقوم بهدف تدريب النموذج، data testing(%20)يقوم بالتنبؤ التلقائي، وكذلك يقوم نموذج ARIMAبفرز وحذف القيم المنسية.

وفي دراسة المعطيات ان data preprossing تنقسم إلى:

- Data cleaning هي قيم المنسية و المحذوفة
- Data scaling نطرا لكبر المجال التي تتغير فيه درجة الحرارة [-1,1]

الشكل (IV-2):مخطط عمل نموذج ARIMA



استدعاء نموذج ARIMA :

```
from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA
df.index = df.index.to_period('h')
model = ARIMA(df, order=(4,1,1))
model_fit = model.fit()
print(model_fit.summary())
```

عملية تدريب النموذج والتنبؤ:

```
from sklearn.metrics import mean_squared_error
import warnings
from statsmodels.tools.sm_exceptions import ConvergenceWarning
warnings.simplefilter('ignore', ConvergenceWarning)
x = df.values
size = int(len(x) * 0.80)
train, test = x[0:size], x[size:len(x)]
index = index [size:len(x)]
history = [x for x in train]
predictions = list()
for t in range(len(test)):
    model = ARIMA(history, order=(4,1,1))
    model_fit = model.fit()
    output = model_fit.forecast()
    yhat = output[0]
    predictions.append(yhat)
    obs = test[t]
    history.append(obs)
```

4.IV.دراسة وتحليل المعطيات:

	Count	Mean	Std	Min	Max
tmpc	81068	24.35932	10.60644	-2	59
dwpc	76131	4.474761	5.501382	-17	24
sknt	79706	7.422766	5.482495	0	85

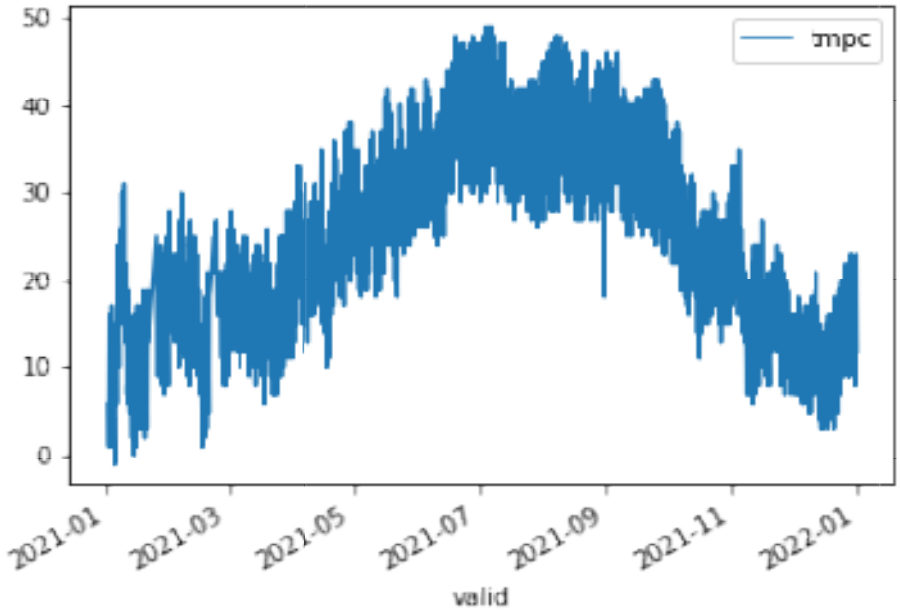
الجدول (IV–1) :جدول يلخص حول البيانات: عدد العينات، المتوسط، الانزياح المعياري، اقل قيمة والقيمة العظمى

يمثل الجدول قيم معطيات بعض العناصر الجوية من الرطوبة والضغط ودرجة حرارة، وقد اعتمدنا في هذا العمل على درجة حرارة.

- tmpc درجة الحرارة وحدتها k
- dwpc السرعة الرياح وحدتها m/s
- Sknt الرطوبة وحدتها %
- Count عدد عينات
- Mean المتوسط
- Std الانزياح المعياري
- Min قيمة صغرى، Max قيمة كبرى

من الجدول نلاحظ أن متوسط درجات الحرارة لفترة الدراسة التي بلغت 81068 مشاهدة تساوي 24 درجة مئوية وهو معدل ربيعي متوافق مع الدول معتدلة المناخ، في حين بلغ متوسط سرعة الرياح 4.47 عقدة ومتوسط معدل الرطوبة 7.42 بالمائة. ونلاحظ أن تشتت البيانات الخاصة بدرجة الحرارة صغير مقارنة بالمتوسط أين

بلغ الانحراف المعياري 10 وحدات بالرغم من المدى الكبير للقيم حيث الفارق بين القيمة العظمى والصغرى فاق 61 درجة. والعكس بالنسبة لسرعة الرياح ومعدل الرطوبة حيث نلاحظ تشتتات كبيرة حيث بلغت الانحرافات المعيارية 5.5 و5.48 وحدة معيارية على التوالي

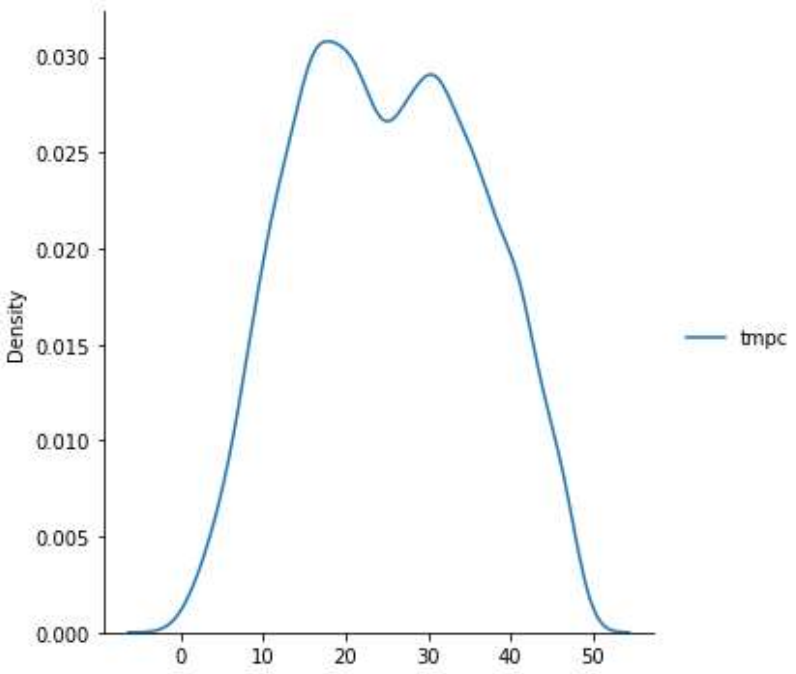


الشكل (IV–3) :رسم البيانيلدرجة الحرارة

يمثل رسم البياني الزمن بدلالة درجة الحرارة

-x الزمن ، y درجة الحرارة

ومن المنحنى يظهر أن سلسلة درجات الحرارة مستقرة على مدى ثلاث فترات: الفترة الأولى من جانفي 2021 إلى ماي 2021. ثم الفترة الثانية من ماي 2021 إلى نوفمبر 2021 وهي فترة تذبذبات بلغت فيها درات الحرارة ذروتها شهر جويلية وهو ما يتناسب مع المعدل الفصلي للصيف. ثم الفترة الثالثة من سبتمبر 2021 إلى جانفي 2022 أين عادت درجات الحرارة إلى المستويات التي شوهدت في الفترة الأولى.



الشكل(IV–4):رسم بياني لتوزيع كثافة قيم درجة الحرارة

يمثل رسم البياني لتوزيع كثافة قيم درجة الحرارة بدلالة Density

-x يمثل قيم درجة حرارة

-y يمثل density

من المنحنى نلاحظ أن توزيع درجات الحرارة اتخذ الشكل الجرسي مما يشير إلى التوزيع الطبيعي للبيانات، يظهر أن المنوال يحوم حول القيم 20 و30 وهو المجال الذي ينتمي إليه متوسط درجات الحرارة.

IV–5–النتائج والتحليل المعطيات

قيم مقاسة	قيم متوقعة ب ARIMA	الزمن
21	20.806628	2021-10-20 22:00:00
18	18.030861	2021-10-21 03:00:00
20	20.125377	2021-11-15 20:00:00
11	11.169192	2021-11-16 05:00:00
18	17.985564	2021-11-17 11:00:00
21	21.075365	2021-11-19 16:00:00
23	23.162696	2021-11-24 16:00:00
13	12.970532	2021-11-25 04:00:00

2021-11-25 11:00:00	17.082439	17
2021-11-26 12:00:00	19.024289	19
2021-11-27 20:00:00	13.084028	13
2021-12-04 05:00:00	7.057565	7

الجدول (IV–2) :يمثل الجدول المقابل بعض القيم التنبؤات (قيم متوقعة ARIMA، قيم المقاسة، الزمن).

وبعد تطبيق نموذج ARIMA وجدنا بعض النتائج نلخصها في الجدول التالي:

P درجة جزء الانحدار الذاتي P=4

q درجة جزء المتوسط المتحرك q=1

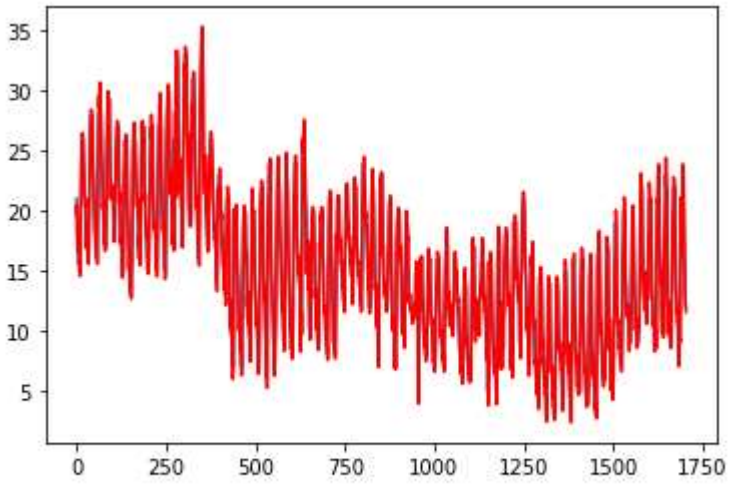
يظهر الجدول قيم التنبؤ بـ 12 درجة من الفترة 20 أكتوبر إلى 04 ديسمبر لسنة 2021 وبعد المقارنة بينها وبين القيم الفعلية تم استخراج متوسط خطأ التنبؤ RMSE مساوي لـ 1.276 وهو مستوى مقبول ويشير على دقة عالية للتنبؤ.

ان RMSE (Root Mean Square Error) يأخذ الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الفروق بين القيم الفعلية وقيم التنبؤ.كما هو موضح بالعلاقة التالية:

$$\boldsymbol{RMSE} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} \frac{(yt - y't)^2}{N}} \ldots\ldots\ldots (10)$$

y تمثل قيم صحيحة

y' تمثل قيم متوقعة



الشكل (IV–5):رسم البياني يوضح التنبؤات 1703 في حالة استعمال نموذج ARIMA

في المنحنى المقابل نلاحظ تطابق القيم درجة حرارة المتوقعة مع المتنبئة حيث ان القيم الصحيحة(المتوقعة) بأزرق والقيم المتنبئة بأحمر.

- تم التنبؤ ب 1703 التي تمثل DATA 20% وتحصلنا على **RMSE = 1.276** وهو هامش خطأ مقبول جدا ويمكن تحسينه أكثر مستقبلا.

خاتمة عامة

الخاتمة

يعد التنبؤ بظواهر درجات الحرارة أمرا بالغ الأهمية للمجتمع والنظام البيئي، نظرًا لتأثيراتها الخطيرة المحتملة. لا تزال دراسة هذه المشكلة في الجزائر أولية جدًا، حيث تتوافق معظم الطرق المستعملة مع النماذج الديناميكية القائمة على العمليات التي تركز بشكل أساسي على التنبؤ بقيم متوسط درجة الحرارة. في هذه الدراسة، تم إجراء تنبؤ لمتوسط درجة الحرارة في منطقة ورقلة في الجنوب الشرقي للجزائر وذلك بالاعتماد على بيانات درجات الحرارة اليومية باستخدام خوارزمية ARIMA.

المساهمة الرئيسية لهذه الدراسة هي توقعات درجات الحرارة في منطقة ورقلة على المدى القصير (شهرين ونصف تقريبا) بناءً على قيم درجات الحرارة في الأشهر السابقة من السنة وذلك باستعمال خوارزميات التعلم الآلي.

تم توقع متوسط درجة الحرارة من بيانات مسجّلة سابقة، بحيث تم جمع أكثر من 81068 مشاهدة مسجّلة كل ساعة لمدة سنة واحدة (2021) من محطة الأرصاد الجوية بورقلة، ثم تم تقسيم البيانات إلى مجموعة تدريب تمثّل 80٪ من العينة، ومجموعة اختبار تمثل 20٪ من العينة، وذلك من أجل تجريب الخوارزمية ARIMA. لقياس دقة الخوارزمية تم استخدام قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الفروق (RMSE)، والذي وُجد مساويا لـ 1.276 وهو مستوى مقبول ويدل على دقة عالية للتنبؤ.

من خلال النتائج التي توصلنا إليها في هذا العمل، نرى أنه يمكن استخدام خوارزميات التعلم الآلي للتنبؤ بقيم متوسط درجات الحرارة على المدى القصير بالاعتماد على بيانات سابقة.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

[1].مُحَمَّد أبو خليف مقالات في الجغرافيا اخر تحديث 9.36 ،05 أكتوبر 2021.

[2].أ.خالد الشحام و أ.سليم حمام المدرسة العربية(2004).www.school arabie.net

[3].وداد السعودي–منصة المقالات العربية(2019) محطات تطور علم الأرصاد الجوي والطقس عبر التاريخ.

[4].https://ar.triangleinnovation hub.com/.locallux.(2021)

[5].مذكرة تخرج ماستر ارصاد جوية من اعداد طالبتين غراب زينب –جريو إسراء جامعة قاصدي مرباح 2020-2021 تقييم أداء النموذج الشامل GFS للتنبؤ بدرجات الحرارة القصوى والدنيا على مناطق مختارة من الجزائر

[6].تقرير التنمية المستدامة والعمل اللائق و الوظائف الخضراء –مؤتمر العمل الدولي جنيف –دورة 2013.

[7].دكتور علي حسن موسى "كتاب الرصد والتنبؤ الجوي"دار مشق1986 ط1.

[8].تقرير تربصي بالمديرية الجهوية للأرصاد الجوية بورقلة من إشراف الأستاذ هبال بلخير.

[9].معادلات ونماذج التنبؤ بالطقس جلال الحاج عبد 20-10-2016

[10].كتاب طرق التنبؤ الإحصائي (الجزء الأول) تأليف: د.عدنان ماجد عبد الرحمان بري.أستاذ الإحصاء وبحوث العمليات جامعة الملك سعود .جانفي 2002.

[11].كتاب فعالية التنبؤ باستخدام النماذج الإحصائية في اتخاذ القرار.للكاتب رابح بلعباس .الصفحات 5.6

[12].تطوير نظامتنبؤ بالسلاسل الزمنية باستخدام تعلم الالة من اعداد الطالبة علياء هباء دراسة عليا(ماجيستر)في قسم الذكاء الصنعي من كلية الهندسة المعلوماتية–جامعة حلب.

[13].http://www.noaa.gov

[14]. S.Saha."Comparison of performance Analysusin different newar network and fuzzlogie models for prediction of stock price"Methesis submitted at NIT roukela odisho.2013"

[15].تقرير الأمين العام ،أ،أ،أ،أوالجمعية العامة للمجلس الاقتصادي والاجتماعي (2001)

[16].رنا حسن .طقس العرب www.arabia weather.com

[17].أ،أحمد احمد الشيخ الأرصاد الجوية(2004)

[18].مؤلف حسام حسين الزغبي.علم الطقس والمناخ والأرصاد الجوية

[19].www.wipedia.com

[20].كتابة صلاح حسن –اخر تحديث السبت 23 يوليو 2019

[21].استخدام الذكاء الصناعي في تطبيقات الهندسة الكهربائية (دراسة ومقارنة) من قبل طالب فتيه مازن عبد المجيد المعلومات الإدارية سبتمبر 2003 م

[22].الكتابة بواسطة إبراهيم أبو غزالة بحث عن درجة الحرارة، اخر تحديث10:48، 4 يونيو 2017

[23].http://e3arabi.com

[24].http://ar.m.wikipedia org.com

[25].http://almalnews.com

[26].www.tools.electionic bub.com

[27].الفهرنهايت الكون بالعربية http.ar-univese.com

[28].درجة حرارة كلفن مئوية-درجة الصفر www.pngegg.com

[29].www.inst.com

مراجع المقدمة العامة

[1] Weisheimer, A., & Palmer, T. N. (2014). On the reliability of seasonal climate forecasts. Journal of the Royal Society Interface, 11(96), 20131162.

[2] Collazo, S., Barrucand, M., &Rusticucci, M. (2022). Seasonal forecast of the percentage of days with extreme temperatures in central-northern Argentina: An operational statistical approach. Climate Services, 26, 100293.

[3] Pearce, J. L., Hyer, M., Hyndman, R. J., Loughnan, M., Dennekamp, M., & Nicholls, N. (2016). Exploring the influence of short-term temperature patterns on temperature-related mortality: a case-study of Melbourne, Australia. Environmental Health, 15(1), 1-10.

[4] Eden, J. M., van Oldenborgh, G. J., Hawkins, E., & Suckling, E. B. (2015). A global empirical system for probabilistic seasonal climate prediction. *Geoscientific Model Development*, *8*(12), 3947-3973.

[5] Troccoli, A., Harrison, M., Anderson, D. L., & Mason, S. J. (Eds.). (2008). *Seasonal climate: forecasting and managing risk* (Vol. 82). Springer Science & Business Media.

ملخص

يهدف في هذا العمل التنبؤ بتغيرات الطقس في منطقة ورقلة باستخدام خوارزميات التعلم الالي ومن خلال منطقة مختارة من الجزائر. وخلال مقارنة قيم معطيات بعض العناصر الجوية من الرطوبة والضغط الجوي ودرجة الحرارة، قد اعتمدنا في هذا العمل على درجة حرارة في منطقة المختارة.

خلال دراستنا مقارنة لمعطيات درجة حرارة مع معطيات الملاحظة في منطقة المختارة في فترة الممتدة من 2021/01 الى غاية 2022/01. نستخلص ان درجة الحرارة تكون مستقرة على مدى فترات والتي تتناسب مع معدل الفصلي. تم تقسيم البيانات الى مجموعة تدريب 80% ومجموعة اختبار 20% لتجربة الخوارزمية ARIMA. تم استخدام قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الفروق(RMSE) لقياس دقة الخوارزمية. وجدنا قيمة الخطأ في النموذج RMSE=1.276، وهو هامش خطأ مقبول ويمكن تحسينه أكثر.

الكلمات المفتاحية: درجة حرارة، منطقة ورقلة، التعلم الالي، الذكاء الاصطناعي،التنبؤ بالطقس

Abstact

This work aims to predict weather changes in the Ouargla region using machine learning algorithms and through a selected region of Algeria. By comparing the data values of some atmospheric elements such as humidity, atmospheric pressure and temperature, we have relied in this work on the temperature in the selected area.

During our study, a comparison of the temperature data with the data observed in the selected area during the period from 01/2021 to 01/2022

We conclude that the temperature is stable over periods, which is proportional to the seasonal rate. And by studying the curves of the correct values and the values of the predictors, there is a match with some, It turns out that the ARIMA model predicts a temperature with actual values that have been extracted, the average prediction error RMSE equal to 1,276, which is a margin that improves more

Keywords: temperature, Ouargla region, machine learning, artificial intelligence.

Resumé

Ce travail vise à prédire les changements météorologiques dans la région de Ouargla à l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique et à travers une région sélectionnée d'Algérie. En comparant les valeurs de données de certains éléments atmosphériques tels que l'humidité, la pression atmosphérique et la température, nous nous sommes appuyés dans ce travail sur la température dans la zone sélectionnée.

Au cours de notre étude, une comparaison des données de température avec les données observées dans la zone sélectionnée dans la période du 01/2021 au 01/2022. Nous concluons que la température est stable sur les périodes et qu'elle est proportionnelle au taux saisonnier. Et en étudiant les courbes des valeurs correctes et les valeurs des prédicteurs ayant une correspondance entre elles, il a été constaté que le modèle ARIMA prédit la température avec les valeurs réelles, à partir desquelles l'erreur de prédiction moyenne RMSE égale à 1 276 ont été extraits, ce qui est une marge qui s'améliore davantage

Mots clés : température, région de Ouargla, machine learning, intelligence artificielle.