استثمار البرامج الاحصائية والذكاء الاصطناعي في استخدامات الطقس والمناخ في العراق

الفريق البحثي :

م. د شهد علي جعفر[1] / الجامعة المستنصرية / كلية التربية الاساسية
ا.د ضياء صائب احمد [2] / الجامعة المستنصرية / كلية التربية الاساسية
ا.م.د سولاف عدنان جابر[3] / الجامعة المستنصرية / كلية التربية الاساسية
أ.د اشواق حسن حميد [4] / الجامعة المستنصرية / كلية التربية الاساسية
أ.د علي زين الدين حسين زين الدين[5] / الجامعة اللبنانية

مستخلص البحث:

يتم استخدام التقنيات والبرامج الاحصائية الحديثة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي لاعطاء نموذج واضح ودقيق لتحليل طبقات الجو ودراسة الطقس والمناخ فأن العوامل الانوائية المختلفة مثل درجات الحرارة والضغط الجوي والرياح والغيوم والاضطراب في حركة الهواء ، وهذه جميعا تؤثر على الخصائص العامة لطبقة الانعكاس الحراري ، وبدورها توثرعلى الخصائص العامة للانعكاس السطحي الاشعاعي Radiation Surface Thermal Inversion و الانعكاس الحراري العلوي Upper Thermal Inversions ولمثل هكذا دراسات يجب استثمار هذه التطبيقات الحديثة والعمل على تطويرها، فتم تسليط اهمية البحث على هذه التطبيقات والبرامج الاحصائية ، وكمثال تم تطوير برنامج احصائي في العراق وتطبيقه على محطة بغداد تم اخذ برنامج Skew-T لرسم البيانات اليومية للراديوسوند ، وهو احد اربعة مخططات ديناميكية حرارية تستخدم عادة في تحليل الطقس والتنبؤ به .من خلال اضافة نماذج احصائية مع ال Basic programالذي يحتوي على 21 نموذج تحليل احصائي هي (Analytic Module، Fronts and Forecast Module) وان الاستخدام الرئيس لهذا المخطط البياني اللوغارتمي هو لرسم بيانات الراديو سوند والتي تعطي صورة رأسية لدرجات الحرارة ، ودرجات نقطة الندى، والضغط الجوي ، والارتفاع ، وسرعة واتجاه الرياح ، لكامل طبقة التروبوسفير والستراتوسفير الاسفل.

الكلمات المفتاحية : البرامج الاحصائية، الذكاء الاصطناعي ، الطقس ، المناخ.

المبحث الاول : الاطار النظري

[1] م. د شهد علي جعفر، الجغرافية ، الجغرافية الطبيعية – مناخ ، كلية التربية الاساسية ، الجامعة المستنصرية ، العراق : shahadali@uomustansiriyah.edu.iq
[2] ا.د ضياء صائب احمد ، الجغرافية الطبيعية – مناخ ، كلية التربية الاساسية ، الجامعة المستنصرية ، العراق : dheyaasaeb47@gmil.com
[3] ا.م.د سولاف عدنان جابر، ، الجغرافية الطبيعية – مناخ ، كلية التربية الاساسية ، الجامعة المستنصرية ، العراق.
[4] أ.د اشواق حسن حميد ، الجغرافية الطبيعية – مناخ ، كلية التربية الاساسية ، الجامعة المستنصرية ، العراق.
[5] أ.د علي زين الدين حسين زين الدين، الجغرافية ، الجغرافية الاقتصادية ، قسم الجغرافية ، كلية العلوم السياحية ، الجامعة الاسلامية ، لبنان .

❖ **مشكلة البحث:**

1- ما مدى امكانية تطبيق البرامج الاحصائية على النماذج الجوية في العراق ؟

2- ماهي مجالات تطبيق البرامج الحديثة وتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل الطقس والمناخ ؟

❖ فرضيات البحث :

يمكن التنبؤ ببعض الأحوال الجوية من خلال تحليل بيانات الانعكاسات الحرارية والعكس باستخدام تطبيقات البرامج الاحصائية والذكاء الاصطناعي وتطويرها في العراق.

❖ أهداف البحث:

1- استخدام البرامج الاحصائية والذكاء الاصطناعي وتطويرها في تحليل خصائص الانعكاسات الحرارية في العراق.

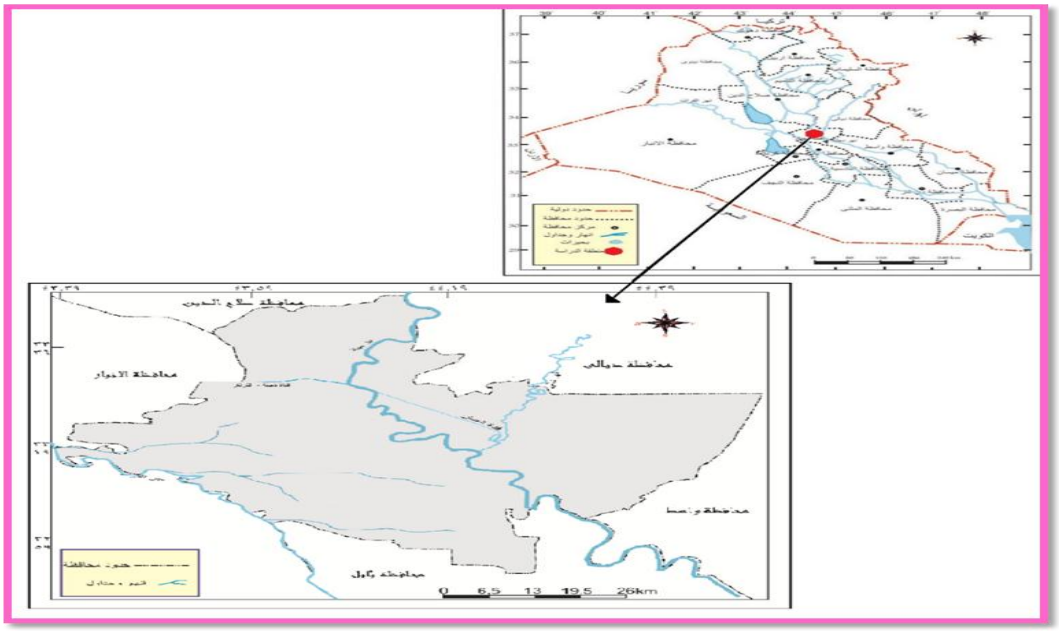
2- استخدام التقنيات والبرامج الاحصائية الحديثة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي لاعطاء نموذج واضح ودقيق لتحليل طبقات الجو ودراسة الطقس والمناخ.

3- تطوير برنامج احصائي في العراق وتطبيقه على محطة بغداد تم اخذ برنامج Skew-T لرسم البيانات اليومية للراديوسوند.

- حدود البحث المكانية والزمانية :

اعتمد البحث في تقصي الانعكاسات الحرارية وتحديد خصائصها على بيانات الراديوسوند اليومية لمحطة بغداد ، لغرض متابعة التغيرات التي حصلت لخصائص الانعكاسات الحرارية ، كما واعتمدت بيانات الراديوسوند لمحطة بغداد الواقعة عند دائرة عرض 18ˉ 33° ، وخط طول 24ˉ 44° ، ممثلة لمنطقة البحث ، ينظر شكل (1) .

شكل (1) خريطة مدينة بغداد لمنطقة البحث



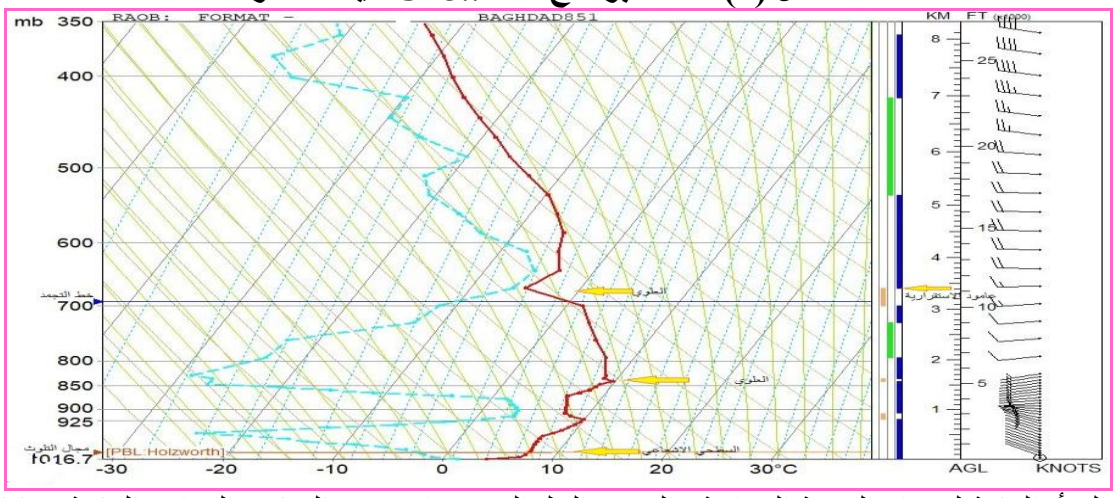
م:وزارة الموارد المائية ، الهيأة العامة للمساحة ، شعبة انتاج الخرائط ،خريطة العراق الادارية بمقياس 1:1000000 لعام 2014 ،قسم المسح الجيولوجي ،الخريطة الطبوغرافية لمحافظة بغداد لعام 1996 ، باستخدام برنامج Arc GIS 10.2.

❖ **منهجية البحث**

اعتمد البحث المنهج التحليلي العلمي والاستدلالي في التواصل الى نتائج محددة ، أضافة الى استخدام بعضا من التقنيات في رسم ومعالجة وتحديد البيانات الخاصة بالبحث ومنها:

1- أستخدام برنامج Skew-T لرسم البيانات اليومية للراديوسوند : وهو احد اربعة مخططات ديناميكية حرارية تستخدم عادة في تحليل الطقس والتنبؤ به .من خلال اضافة نماذج احصائية مع ال Basic program الذي يحتوي على 21 نموذج تحليل احصائي هي (Analytic Module، Fronts and Forecast Module) وان الاستخدام الرئيس لهذا المخطط البياني اللوغارتمي هو لرسم بيانات الراديو سوند والتي تعطي صورة رأسية لدرجات الحرارة ، ودرجات نقطة الندى ، والضغط الجوي ، والارتفاع ، وسرعة واتجاه الرياح ، لكامل طبقة التروبوسفير والستراتوسفير الاسفل . وتوفر هذه المخططات خصائص جوية غاية في الاهمية عن طريق تحليلها مثل التشبع وعدم الاستقرارية الجوية و الانعكاسات الحرارية وتحديد انواعها وقص الرياح والتغيرات في معدلات التدرج وارتفاع قواعد السحب الركامية وغيرها ، اذ تعد هذه الخصائص امرا حاسما في التنبؤ خاصة بأحوال الطقس القاسي . ومن خلال هذه المخططات تم التوصل الى قياس درجات الحرارة والارتفاع المتري والضغطي ونوع الانعكاس الحرارية وسرعة واتجاه الرياح فضلا عن الاستقرارية الجوية والتدرج طبقات الانعكاس الحراري ، اذ تم اخذ عينة مختارة لتوضيح عمل البرنامج لظهور جميع انواع الانعكاسات حرارية عن طريق استخدام الموديلات المذكوره اعلاه اذ يتم تظليل طبقة الانعكاس للتوضيح اما تحديد نوع الانعكاس يعتمد على خيارتحليل الانعكاسات الموجود في Analytic Module . اذ تظهر العينة ليوم الثامن عشر من شهر كانون الثاني سنة 1985 ثلاث انواع للانعكاسات الحرارية الاول السطحي الاشعاعي والثاني الهبوطي والثالث الجبهوي ، فضلا عن الاستقرارية الجوية التي تظهر على شكل عامود متقطع على اليمين ، اضافة لدرجات الحرارة ، ودرجات نقطة الندى ، والضغط الجوي ، والارتفاع ، وسرعة واتجاه الرياح على اليمين ، لكامل طبقة التروبوسفير والستراتوسفير الاسفل و التشبع وقص الرياح والتغيرات في معدلات التدرج وارتفاع قواعد السحب الركامية ، ينظر شكل (2)

شكل (2) مخطط برنامج Skew-T لعينة مختارة



م: الهيأة العامة للانواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، بغداد ، قسم المناخ والموارد المائية، بيانات الراديوسوند ، بيانات غير منشورة ، بالاعتماد على الرسومات اليومية لبرنامج Skew-T.

2- استخدام بعض البرامج الاحصائية لتحليل العلاقة بين خصائص الانعكاسات الحرارية ومع الاحوال والظواهر الجوية من عند المستوى الضغطي للسطح الى 300 هكتوباسكال ، وهي معامل الارتباط (بيرسون) Pearson correlation coefficient ، و نموذج تحليل الانحدار الخطي

المتعدد Multiple Linear Regression ، و نموذج الانحدار لمتعدد المتغيرات Multivariate Multiple Regression .

3- استخدام برنامج Excel 2016 في كتابة الجداول ولعمل الرسوم البيانية الخاصة بالبحث وكذلك برنامج Arc GIS 10.2 لرسم الخرائط .

4- استخدام برنامج Minitab 16 و SPSS 22 للأجرات الاحصائية اضافة الى تحليل ورسم الاتجاه العام للعناصر المناخية السطحية والعلوية عن طريف الذكاء الاصطناعي .

5- اعتماد الشفرة الجوية للبيانات العلوية في تحويل الارقام التي وردت في بيانات الراديوسوند الى بيانات قابلة للادخال في مخطط Skew-T .

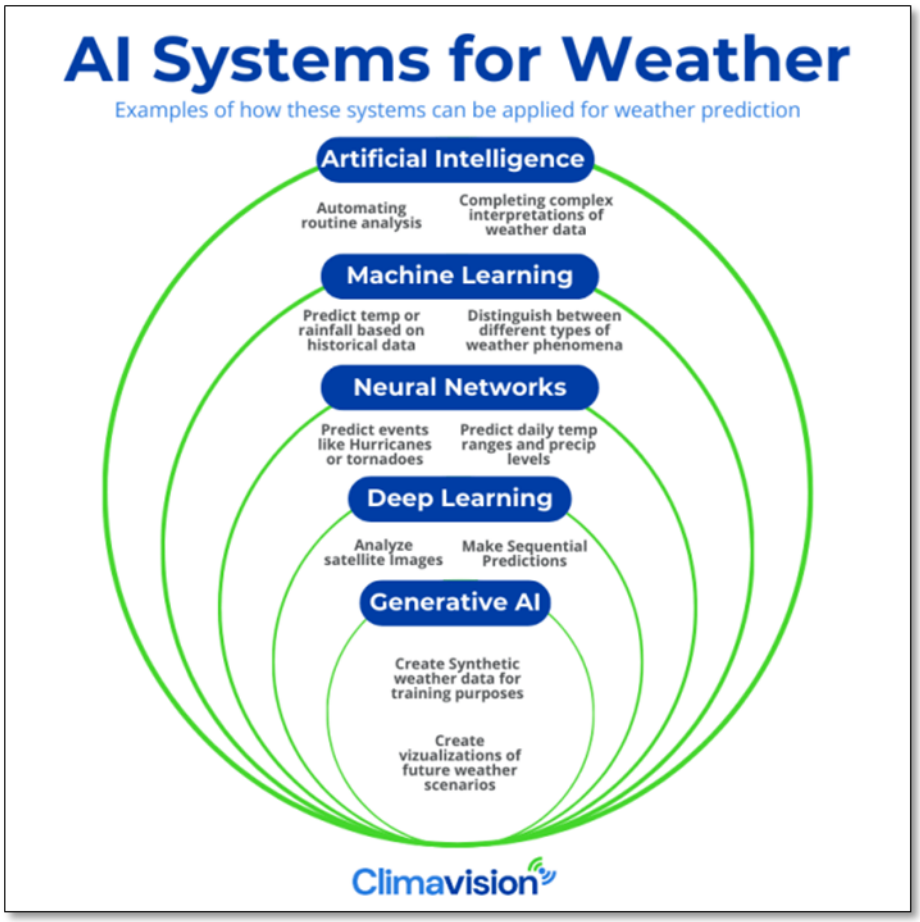
المبحث الثاني : كيفية العمل على تقنية التنبؤ بالطقس بالذكاء الاصطناعي:

تتضمن عملية التنبؤ بالطقس باستخدام الذكاء الاصطناعي عدة خطوات رئيسية لتحويل البيانات الخام إلى تنبؤات دقيقة[1]:

- جمع البيانات ومعالجتها مسبقًا :تُجمع وتُعالج بيانات الطقس التاريخية من مصادر مختلفة، مثل الأقمار الصناعية ومحطات الأرصاد الجوية وأجهزة الاستشعار. تشمل هذه البيانات درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح والضغط ومتغيرات أخرى ذات صلة.
- تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي :تُستخدم البيانات المُعالَجة مُسبقًا لتدريب نماذج الذكاء الاصطناعي. أثناء التدريب، تتعلم النماذج تحديد الأنماط والعلاقات داخل البيانات. تتضمن هذه العملية تغذية البيانات إلى خوارزميات التعلم الآلي أو الشبكات العصبية، التي تُعدّل مُعاملاتها لتقليل أخطاء التنبؤ.
- تقنيات التعلم الآلي والتعلم العميق :تلعب هذه التقنيات دورًا حاسمًا في تحليل أنماط الطقس المعقدة. تستطيع خوارزميات التعلم الآلي تحديد الارتباطات والاتجاهات في البيانات، بينما تستطيع نماذج التعلم العميق التقاط علاقات معقدة وغير خطية.
- دمج مصادر البيانات :تدمج نماذج الذكاء الاصطناعي البيانات من مصادر متعددة، مثل صور الأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار الأرضية، لإنشاء رؤية شاملة لأحوال الطقس. يتيح هذا التكامل تنبؤات أكثر دقة وتفصيلاً.
- معالجة وتحليل مجموعات البيانات الضخمة :صُممت تقنيات الذكاء الاصطناعي للتعامل مع مجموعات البيانات الضخمة ومعالجتها بكفاءة. فهي قادرة على تحليل كميات هائلة من البيانات آنيًا، وتقديم تنبؤات دقيقة وفي الوقت المناسب.

تستخدم أنظمة الذكاء الاصطناعي المستخدمة في التنبؤات الجوية قواعد مُحددة مسبقًا لمحاكاة قدرة خبراء الأرصاد الجوية على اتخاذ القرارات. تستطيع هذه الأنظمة تفسير بيانات الطقس وإعداد تنبؤات جوية بتطبيق قواعد مستمدة من الخبرة البشرية. تعمل هذه الأنظمة كمساعدين رقميين، مما يساعد خبراء الأرصاد الجوية على اتخاذ قرارات أكثر استنارة من خلال أتمتة التحليلات الروتينية والتركيز المعقدة. لاحظ الشكل (2) .

[1] - https://climavision.com/resources/ai-weather-forecasting-guide/#ftoc-heading-4



فان تُحليل خوارزميات الذكاء الاصطناعي لمجموعات من البيانات الضخمة من الأقمار الصناعية ومحطات الأرصاد الجوية وأجهزة استشعار ألاخرى لتحديد الأنماط والاتجاهات. ومن خلال تحسين النماذج التنبؤية، يُسهم الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة تنبؤات الطقس. على سبيل المثال، يُمكن للذكاء الاصطناعي تحسين دقة تنبؤات درجات الحرارة وهطول الأمطار والرياح من خلال التعلم من نماذج التنبؤ العددي بالطقس والتحديث المستمر بناءً على المعلومات الجديدة.

المبحث الثالث: مفهوم وانواع الانعكاس الحراري Temperature Inversion

1-تعرفه WMO والانسكلوبيديا البريطانية[1] بانه " الانعكاس للسلوك الطبيعي لدرجة الحرارة في التروبوسفير (منطقة الغلاف الجوي الاقرب الى الارض) اذ يتم تغطية طبقة من الهواء البارد على السطح بطبقة من الهواء الاكثر دفئا (في ظل الظروف الاعتيادية تنخفض درجة الحرارة مع الارتفاع) .

2- يعرفه Nagata[2] " حالة شبه اديباتية حيث تكون الطبقة الدافئة فوق الطبقة الابرد منها . وتحدث عادة عندما يكون التركيب الحراري معقدا وتتعرج خطوط تساوي الحرارة . وان الهواء القريب من السطح لا يدور بداخله بسهولة ويمنع الخلط العمودي ويمكن ان يؤدي الى تلوث الهواء " .

[1] - **Encyclopaedia Britannica,Britannica.com/science/temperature-inversion**
[2] - **Nagata, Y.; Shallow Temperature Inversions in the Pacific Ocean near Japan, Journal of the Oceanographical Society of Japan, Vol.35, 1979, p.141.**

3- تعرفه Yasmeen [1] " الانعكاس الحراري واحدة من اهم الظواهر الانوائية ، اذ يتم عندها تحويل معدل التدرج الجوي ، فالحرارة تتزايد مع الارتفاع بدلا من ان تتناقص ".

4- يعرفه Stryhal [2] " طبقة من الغلاف الجوي حيث يتغير التدرج الحراري الراسي من السالب الى الموجب ".

5-تعرفه Angela واخرون [3] " هو ارتفاع وتزايد درجة الحرارة الجهدية مع الارتفاع فوق السطح ، وعندما يكون تدرج درجة الحرارة الجهدية موجبا ".

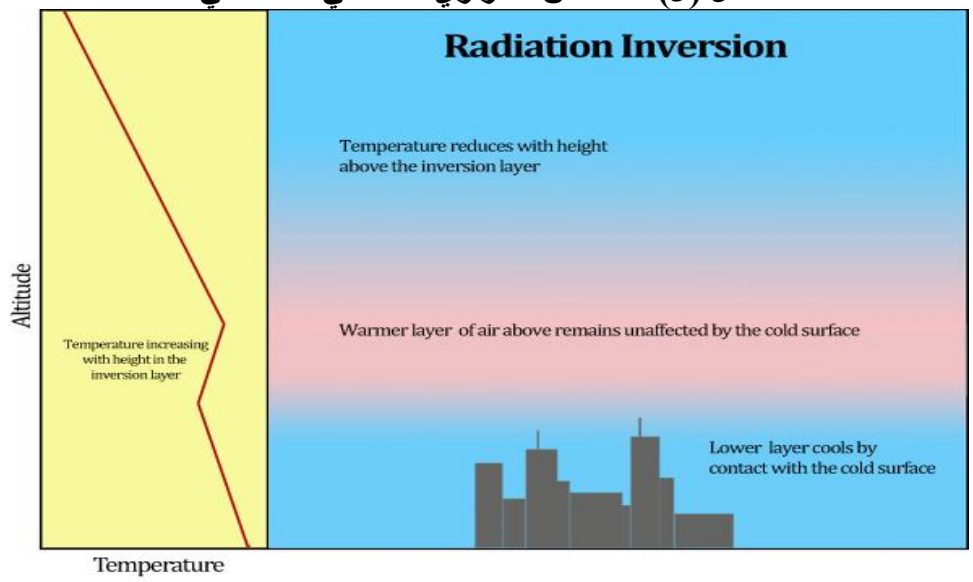
- **انواع الانعكاسات الحرارية :**

تتعدد انواع الانعكاسات الحرارية وفقا للعملية التي تتشكل بها الانعكاسات ،او على اساس الارتفاع عن سطح الارض ، او تبعا لطبوغرافية الارض ، وهذه الانواع مجتمعة[4] هي :

أولا: انعكاس الحراري اللاتأفقي Non Advection Inversion

1- انعكاس السطحي او الاشعاعي او الارضي

شكل (3) الانعكاس الحراري السطحي الاشعاعي



https://www.brisbanehotairballooning.com.au/recognising-a-temperature-inversion/

2- الانعكاس العلوي Upper Inversion :

أ- انعكاسات علوية حرارية ، فوق طبقة التروبوسفير ، وتظهر عدة انعكاسات منها انعكاس طبقة الاوزون بين الارتفاع 15-35 كم في الستراتوسفير.وايضا الانعكاس الحراري الميزوسفيري ، اذ ان

---

[1] - **Z. Yasmeen" Inversions Layer and its Environmental Impact over Karachi", Pakistan Journal of Meteorology, Vol. 7, Issue 14, 2011.op cit, p.53.**

[2]- **Jan Stryhal,et al.; Climatology of Low-Level Temperature Inversions at the Prague-Libus Aerological Station, Theoretical and Applied Climatology, Vol.127, Issue 1-2, 2017,p.409.**

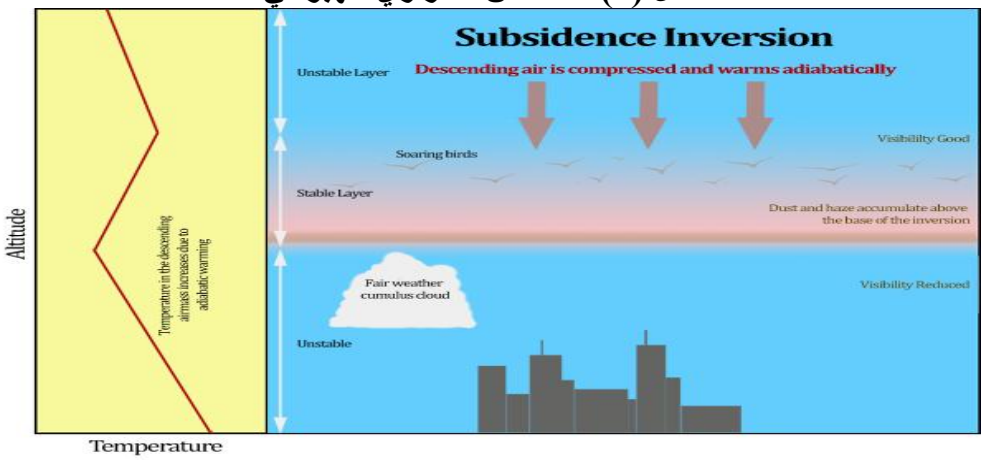
[3] - **Angela, M. Rendon, et al.; Effects of Urbanization on the Temperature Inversion Breakup in a Mountain Valley with Implication for Air Quality, Journal of Applied Meteorology and Climatology, Vol.53, 2014, p. 840.**

[4] **-http://www.geographynotes.com/climatology-2/temperature-inversion**

الخصائص الحرارية للميزوسفير تتحدد بديناميكيات الغلاف الجوي والتي تنتج عن نقل كتل الهواء والزخم من التروبوسفير صعودا حتى الميزوسفير وقد اطلق مصطلح انعكاس حراري لهذه الظاهرة لانها تظهر بشكل يشابه طبقة الانعكاس الحراري في المقاطع الحرارية التروبوسفيرية قرب السطح[1].

ب- انعكاس الهبوط Subsidence Inversion كما في شكل (4).

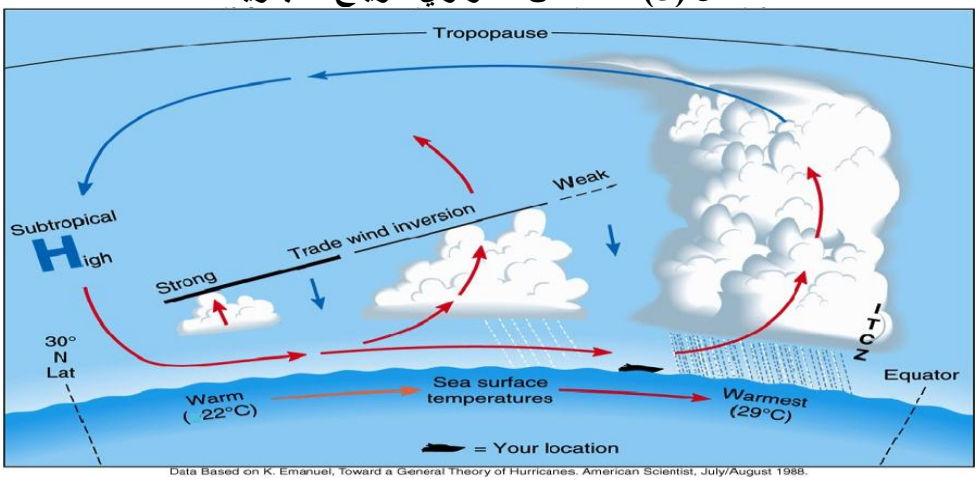
شكل (4) الانعكاس الحراري الهبوطي



https://www.brisbanehotairballooning.com.au/recognising-a-temperature-inversion/

ت- انعكاس الرياح التجارية Trade Wind Inversion كما موضح في الشكل (5)

شكل (5) الانعكاس الحراري للرياح التجارية



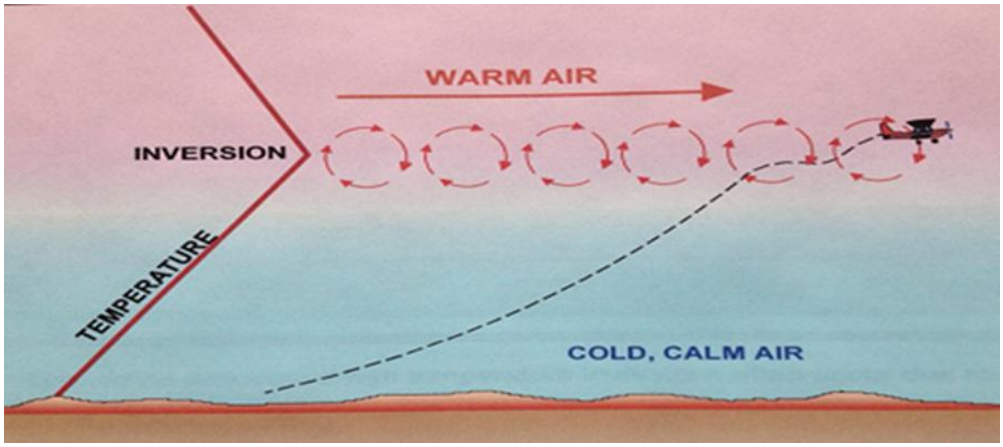
wind-lessons-Tes-Teach-trade wind inversion-Wikipedia.: م

د- الانعكاس الحملاني او الاضطرابي Turbulent or Convectional Inversion :

يتشكل غالبا عندما يعلو الهواء الهادئ فوق الهواء المضطرب ، اي يحدث بعمليات ميكانيكية ، وتكون عمليات الاضطراب والحمل عوامل مساهمة في تشكيل هذا الانعكاس [2] كما موضح في الشكل (6)

[1]- **N. Begue, et al." Statistical Analysis of the Mesospheric Inversion Layers over Two Symmetrical Tropical Sites: Reunion and Mauna loa", Annales Geophysicae, EGU 35, 2017., p.1178.**

[2] - **Encyclopaedia Britannica,Britannica.com/science/temperature-inversion .**



م: https://www.weather.gov/source/turbulence_stuff/turbulence/turbulence.htm

ثانيا: الانعكاس الحراري التأفقي Advection Inversion

1-الانعكاس الجبهوي او الاعصاري

2- انعكاس الوادي

3- الانعكاس السطحي الذي يعزى للحركة الافقية للهواء

المبحث الرابع: اهمية وتاثيرات الانعكاسات الحرارية :

رغم ان الانعكاسات الحراري يمثل ظروفا جوية محلية ومؤقتة للغلاف الجوي ، ولكن هناك عدة مؤثرات مناخية ذات اهمية كبيرة للانسان ولأنشطته الاقتصادية ،وقد اثبتت الدراسات التأثير الكبير لها على احوال الطقس والمناخ لان قوتها تحدد او تسيطر على نقل الطاقة والكتلة في الغلاف الجوي ومن اهم هذه التأثيرات :

1- تشكل الضباب : عندما يتبرد سطح الارض فان الهواء الذي يعلوه يبرد ايضا بالتوصيل ،ويحدث التكاثف ويظهر الضباب عندما يبرد الهواء الى درجة نقطة الندى . ولان التوصيل في الهواء عملية بطيئة جدا ، فان الندى او الصقيع تظهران قبل الضباب . ويشير ظهور الضباب الى سبق تشكيل الانعكاس الحراري ، وان الانعكاس اشتد كثيرا . ومن المعروف الاهمية الكبيرة للضباب وعلاقته بمدى الرؤية ، وعلى وجه الخصوص ما يتعلق بالنقل اذ يخفض مدى الرؤية ويصبح مسؤولا عن العديد من حوادث النقل. اضافة الى ان التكاثف يسبب مشكلة تجمع قطيرات صغيرة جدا حول جزيئات الغبار المعلق والدخان خلال ليالي الشتاء .ان الدخان الناتج عن المنازل والمداخن يقوي الضباب ويكون مسؤولا عن حدوث الضبخان الحضري . وعندما يختلط الضبخان مع ملوثات الهواء الأرضي مثل ثاني اوكسيد السلفور يصبح ساما ويسبب كوارث صحية مميتة للانسان .[1]

2- الندى والصقيع : غالبا ما ترافق تشكل الانعكاسات الحرارية ، فاذا تبردت اوراق النبات العليا الى درجة حرارة نقطة الندى خلال ليلة صافية فان بخار الماء يتكاثف على سطح الاوراق كندى او كصقيع اذا كانت درجة حرارة السطح تحت التجمد ، لذا فان الندى والصقيع تستخدم كإنذار او اشعار

[1] - J.W. Enz, et al." Air Temperature Inversions, Causes, Characteristics and Potential Effects on Pesticide Spray Drift", NDSU Extension Service, U.S.A. 2017, P. 8.

بحدوث انعكاس حراري[1] . كما ان للصقيع دور مهم في ترتيب المزارع والمستوطنات في مناطق الوديان ، فأحيانا تصل درجة حرارة بطن الوادي الى ما دون نقطة التجمد بينما يبقى الهواء عند ارتفاعات اعلى دافئا ، لذلك فان الاشجار عند المنحدرات السفلى تتعرض الى عضات الصقيع ، بينما تلك التي تقع عند ارتفاعات اعلى لا تتعرض لها ، وبسبب الانعكاسات فان ملوثات الهواء مثل جزيئات الغبار والدخان لا تنتشر في بطون الاودية ، وبسبب هذه العوامل فان المنازل والمزارع في الوديان تقع على السفوح العليا لتجنب برد وضباب وصقيع بطون الاودية . فعلى سبيل المثال ، المزارعون واصحاب الفنادق في الولايات الجبلية لجبال الهملايا يتجنبون السفوح الدنيا . كذلك تكرار حالات التدمير لبساتين الفاكهة في الاجزاء الدنيا من الوديان بسبب الصقيع القاسي الناتج عن انعكاس حراري في كاليفورنيا في الاعوام 1913، 1917، 1923. ان بطون الاودية في تلال البرازيل وفي كولومبيا يتم تجنبها لزراعة القهوة بسبب تكرار الصقيع وبالمقابل تزرع القهوة على المنحدرات العليا للوديان . كما ان مزارع الكروم في وديان الالزاك وموسيل في فرنسا تفضل سفوح التلال العالية . اضافة الى ان الاجزاء العليا من الوديان تكثر فيها المستوطنات في سويسرا مثلا ويتجنبون الاجزاء السفلى ، اذ تتميز الاجزاء العليا من الوديان بانتشار بساتين الفاكهة والفنادق والعديد من المنتجعات الصحية ،فالانعكاسات الحرارية المتكررة جعلت المنتجعات الصحية السويسرية في المناطق المرتفعة مناطق صحية حتى خلال الشتاء ، وجعلت فصل الشتاء الالبي ذو شعبية في اوربا للرياضة[2] .

3- تلعب الانعكاسات دورا مهما في تحديد اشكال الغيوم والتساقط ، ففي المناطق التي يحدث فيها انقلاب منخفض المستوى لا تنمو الغيوم الحملية الى ارتفاع كاف لتكوين زخات مطرية ،اي انها تحدد النمو العمودي للسحب، وان الامطار عموما تكون قليلة جدا الى معدومة بسبب ظروف الاستقرارية الجوية، وفي بعض الأحيان تكون طبقة الانعكاس الحراري على ارتفاع عال بما يكفي لتكثف السحب الركامية ولكنها يمكن ان تنتشر فقط تحت طبقة الانعكاس وهذا يقلل من كمية اشعة الشمس التي تصل الى سطح الأرض، وبذلك يلعب الطقس دورا في تراكم وتبديد تلوث الهواء ،ففي الشتاء تتناقص جودة الهواء بسرعة بعد ليال طويلة صافية مع رياح خفيفة ، لذا فان الملوثات من عدة مصادر تبعث الى الهواء وبسبب عمليات الخلط او المزج الضعيفة قرب سطح الارض فانها تتمركز في طبقة الهواء السفلي وتنحصر عند مستويات التنفس ، وفي احيان كثيرة تصل الى مستويات غير صحية خلال بضع ساعات ويتميز الشتاء بنهار قصير ونشاط شمس قليل ويستمر التبريد مدة طويلة خلال الليل ،ومع ضعف عمليات الخلط واستمرار التبريد تسود ظروف الاستقرارية فينشا انقلاب اشعاعي قوي . وتؤدي هذه الانعكاسات خاصة خلال الشتاء دورا في تكرار التلوث في المواقع الحضرية اذ يمنع الانعكاس ارتفاع وتشتت الملوثات ويحصرها في الطبقة السفلى من الهواء ،ولان الهواء الدافئ فوق الهواء البارد يعمل كغطاء ويمنع الخلط العمودي ويحصر الملوثات عند مستوى التنفس .ولانبعاثات المرورشكل خاص تاثيرعلى جودة الهواء عند مستوى التنفس،ان الملوثات اصلا تطلق عند سطح الارض و تلوث الهواء يستمر بالتراكم حتى يتلاشى الانعكاس ، وان اي انعكاس حراري منخفض المستوى وقوي يؤدي الى حدوث مستويات تلوث عالية ،بينما الانعكاسات الضعيفة نوعا ما تؤدي الى مستويات تلوث اضعف . لذا ففي المدن التي تتركز فيها مصانع كثيرة اومداخن كثيرة يفضل اطالة المدخنة، ففي ظل الظروف الطبيعية فان اعمدة الدخان من المداخن ترتفع في الجو وتنتشر ، ولكن في حالة وجود انعكاس فان الملوثات تنحصر تحت طبقة الانعكاس، وعندما تنخفض طبقة الانعكاس فان تراكيزالملوثات تزداد فجأة قرب السطح ،ولتجنب مثل هذه الحالات تستبدل المداخن القصيرة بمداخن

[1] - **A.Wilson," Understanding Inversions and Weather Conditions", Byrd Polar and Climate Research Center, State Climate Office of Ohio, 2018, p.19.**
[2] - **Encyclopaedia Bri. Op cit.**

اطول لانها أكثر قدرة على خلط الملوثات خلال حجم كبير من الهواء ،وبالمقابل اذا تحررت الملوثات من عمود المدخنة فوق طبقة الانعكاس فليس لها فرصة لدخول طبقة الانعكاس ثانية فتنتشر الملوثات للاعلى وليس للأسفل بسبب وجود طبقة الانعكاس السطحي[1]. كمثال على ذلك مصفى الدورة في بغداد. ومن المهم جدا معرفة وجود الانعكاس الحراري خاصة عند الحاجة الى رش مبيدات الآفات (وهذا الخطر مكتوب على معظم ملصقات مبيدات الآفات) اذ تؤثر الانعكاسات الحرارية سلبا على استخدام المبيدات لان القطرات الصغيرة تبقى عالقة في الهواء البارد لطبقة الانعكاس ويمكن ان تنتقل هذه القطيرات اما نحو الاسفل او بطريقة غير متوقعة مع اي رياح خفيفة او متغيرة نحو مناطق اخرى ، ولتجنب حركة المبيدات بسبب الانعكاس الحراري يفضل الانتباه لحالات الانعكاس خلال اوقات الرش في الصباح الباكر جدا عند شروق الشمس حيث يكون الانعكاس على اشده ، وفي ما بعد الظهر المتأخر او المساء المبكر اذ يمكن ان تبدا بضعة اقدام الاقرب الى الارض بتشكيل انقلاب ثلاث الى اربع ساعات قبل غروب الشمس[2] ، او في الليل اذ تكون الانعكاسات قد تشكلت اصلا وتستمر في اشتدادها وقوتها حتى بعد الفجر[3]. ان الملوثات عموما والتي تنبعث من السطح الذي يتشكل عنده انعكاس حراري لن تتشتت رأسيا ، وان هذا النقص في التشتت يؤدي الى ارتفاع تراكيزها ، وينطبق هذا بشكل خاص على الملوثات التي تطلق عند الارض مع عدم وجود الطفو الحراري الكامن اي عدم وجود الحرارة اللازمة لتبخير الماء واطلاق الطاقة المخزونة فيه التي تعمل على اذابة مختلف المواد الكيميائية الموجودة في الهواء الملوث [4]. ان نوبات او فترات التلوث الخطيرة تعزى الى احوال جوية غير مناسبة اكثر مما تعزى الى زيادة مفاجئة في انبعاثات الملوثات ، وان الانعكاس الحراري غالبا ما يكون هو المسؤول عن مثل هذه الحالات[5].

4- الانعكاسات الحرارية والموجات الصوتية : اذ تنعكس الامواج الصوتية نحو الاسفل باتجاه الارض عند وجود انعكاس حراري . ويسبب الانعكاس سماع الاصوات من مسافات طويلة خلال الليل ، ويعزى هذا التأثير في كثير من الاحيان بشكل غير صحيح الى الحالة النفسية للهدوء الليلي . ويتحسن هذا التأثير اذا انتشر الصوت فوق الماء ، مما يسمح بسماع الصوت بشكل ملحوظ . وعند حدوث صوت او انفجار عند سطح الأرض مع وجود الانعكاس الحراري فان موجة الصوت تنكسر بوساطة التدرج الحراري مما يؤثر على سرعة الصوت وتعود نحو الأرض لذلك ينتقل الصوت بشكل افضل من المعتاد ويمكن ملاحظة ذلك في المناطق المحيطة بالمطارات اذ غالبا ما يمكن سماع صوت اقلاع وهبوط الطائرات عند الفجر من مسافات ابعد واكثر مما يحدث في فترات أخرى من اليوم، وعنما يتشكل الرعد يكون صوته اعلى وينتقل اكثر مما يحدث عند تشكل البرق في الظروف الاعتيادية. يشابه في ذلك انكسار الصوت في المحيطات، ففي ظل الظروف الطبيعية فان درجة حرارة المحيط تتناقص مع العمق مسببة انكسار للصوت نحو الاسفل لموجة صوت ناشئة تحت الماء . ويعتقد العديد من علماء الاحياء البحرية ان هذا الانكسار يعزز انتشار اصوات الثدييات البحرية مثل

[1]-FinnishMeteorologicalInstitute.http://en.ilmatieteenlaitos.fi/temperature-inversions
[2] -J.W.Hofman, et al.,"Air Temperature Inversions", NDSU, AE1705, 2017, P. 22-30.
[3] - Recognizing Temperature Inversions, Technical Information Bulletin, BASF, Published on line.
[4] - R. Flavell, "Air Quality Modeling Memorandum; Temperature Inversion and Best Case Scenario", May, 2015, p.1.
[5] - B. Brummer and Schultze M." Analysis f a 7-year –Low-Level Temperature Inversion Data Set Measured at the 280 m High Hampurg Weather Mast", Meteorological Zeitschrift, Vol.24, No.5, 2015. p.2.

الدلافين والحيتان مما يتيح لهم التواصل بعضهم مع البعض عبر مسافات هائلة[1]. وبالطريقة نفسها تنعكس موجة الصدمة بوساطة الانعكاسات بنفس الطريقة التي ترتد بها عن الأرض في انفجار جوي ويمكن ان يؤدي ذلك الى احداث اضرارا إضافية. مثل الموجات الراديوية التي يمكن ان تنكسر الموجات الراديوية عالية التردد عن طريق الانعكاسات الحرارية مما يمكن من سماع مثلا راديو FM او مشاهدة البث التلفزيوني منخفض التردد VHF والذي يبث من مسافات بعيدة خاصة في ليالي الضباب اذ تنكسر الإشارة نحو الأرض .

5- الانعكاسات الحرارية والحرائق ، ويحدث هذا غالبا في مناطق حدوث الهبوط الواسع النطاق للهواء فوق مناطق الضغوط العالية ، فتنضغط طبقة الهواء فترتفع درجة حرارتها وتصبح اكثر جفافا، وكلما هبط هذا الهواء الى مستويات ادنى زادت حرارته وزاد جفافه . واذا ما وصل هذا الهواء الحار والجاف الى سطح الارض ، فان النيران ستندلع بسرعة ، وفي الليل كما هي في النهار[2].

6- الملاحة الجوية ، تحدث تغيرات ملحوظة في عمل الطائرات عند الطيران احيانا داخل الانعكاس او قريبا منه كالاضطرابات الجوية . اذ ان التناقص الملحوظ في الكثافة المرتبطة بالانعكاسات الاشعاعية السطحية تؤثر على اداء الارتفاع للطائرات الخفيفة والصغيرة خاصة . ويمكن ان ترتبط الانعكاسات السطحية مع قص رياح قوي عندما يكون الهواء الاخف كثافة عند قمة الانعكاس الذي يميل لأن ينساب فوق الهواء الابرد ، وأن طائرة صاعدة خلال قمة الانعكاس ربما تتعرض الى زيادة مفاجئة في سرعة الرياح مع اتجاه الرياح ومع وجود اضطرابات[3] .

7- رؤية الاجسام : عند ارتفاع درجة الحرارة عند سطح الأرض ينخفض مؤشر انكسار الهواء وهو تاثير جانبي لكون الهواء الحار قليل الكثافة وهذا يؤدي عادة الى رؤية الأشياء اقصر عموديا، وهو تاثير يسهل رؤيته عند غروب الشمس. اما في حالة الانعكاس الحراري فان هذا الوضع ينعكس وبدلا من ذلك يتم تمديد الأشياء او الاجسام البعيدة او تظهر فوق الأفق مما يعرف باسم السراب. ويمكن للانقلابات الحرارية ان تضخم ما يسمى "الفلاش الأخضر" وهي ظاهرة تحدث عند شروق الشمس او غروبها وعادة ما تكون مرئية لبضع ثوان اذ يتم عزل ضوء الشمس الأخضر بسبب التشتت فينكسر معظم الطول الموجي الأقصر فيكون الضوء الأول او الأخير من الحافة العلوية لقرص الشمس الذي يمكن رؤيته[4] .

المبحث الخامس : خصائص الانعكاسات الحرارية التي يمكن استثمار البرامج الاحصائية و الذكاء الاصطناعي في تطبيقها:

اولاً : الاستقرارية الجوية Atmospheric Stability

الاستقرارية الجوية هي مقاومة الغلاف الجوي للحركة الرأسية ، وتشير الاستقرارية الى قدرة الغلاف الجوي ليكون مضطربا ، ويمكن تحديد ذلك من خلال درجات الحرارة والرطوبة والرياح ، علما ان الاستقرار والاضطراب يختلفان مع الوقت والمكان[5].

---

[1] - Encyclopaedia Bri. Op cit.
[2] - Frames.gov/documents/behaveplus/publication/Fire
[3] - Bureau of Meteorology Training Center," Course Notes: Fundamentals of Aviation Meteorology", 2017, p.7.
4- en.wikipedia.org/wiki/Inversion_(meteorology).
[4] - Bureau of Meteorology Training Center," Course Notes: Fundamentals of Aviation Meteorology", 2017, p.7.
[5]- R. Stull" Practical Meteorology: an Algebra-Based Survey of Atmospheric Science, Vol.02, 2017, p.119.

وتعرف الاستقرارية الجوية أيضا " ميل جزء من الهواء للتحرك صعودا او هبوطا بعد ان تتم ازاحته عموديا بكمية صغيرة"[1].

ويمكن ملاحظة تأثيرات الاستقرارية الجوية من خلال عصفات الرياح ، تشتت الدخان ، انكسار الضوء والصوت ، قوة التيارات الصاعدة ، حجم الغيوم وشدة العواصف الرعدية . وتمثل الاستقرارية الجوية التي تنشا من الانقلاب الحراري تحد كبير في المناطق الحضرية الكبيرة خاصة خلال المواسم الباردة لارتباطها باحداث التلوث والامراض الناتجة عنها والظروف الصحية الحرجة التي كثيرا ما تحدث في مدن عدة في العالم يرتفع الهواء اذا كان ادفا من المحيط ، وان هذا الهواء لا يرتفع لانه ادفا ، بل يرتفع لان الهواء الدافئ اقل كثافة من الهواء البارد لذلك يصبح قابلا للطفو. واذا كان التوزيع الراسي لدرجات الحرارة لكتلة هواء معروفا فان معدل تغير درجة الحرارة يتحدد ومن ثم تحدد الاستقرارية . وحيث ان البيئة مكونة غالبا من طبقات مختلفة الاستقرارية ، فانه من الضروري معرفة هذه الطبقات وهي:

أ- اذا كانت جزيئة الهواء المرفوعة ابرد وبالتالي اكثف من الهواء المحيط بها فانها تميل الى الغوص ، لذا تحدد البيئة بكونها مستقرة.

ب- اذا كانت جزيئة الهواء المرفوعة ادفا وبالتالي اقل كثافة من الهواء المحيط بها فانها تستمر بالارتفاع ، لذا تحدد البيئة بكونها غير مستقرة.

ت- اذا كانت جزيئة الهواء المرفوعة بنفس درجة الهواء المحيط بها فالبيئة تكون محايدة.

وبلغة الرموز يمكن القول ان الاستقرارية المطلقة[2] Absolutely Stable عندما نلاحظ ان درجة الحرارة البيئية (T_e) دائما اكبر من درجة حرارة جزيئة مشبعة (T_{sp}) ودرجة حرارة جزيئة غير مشبعة (T_{up}) عند اي مستوى ، ومن ثم تكون الجزيئة المشبعة وغير المشبعة دائما ابرد من البيئة وبالتالي ستغوص نحو الاسفل الى الارض

فلاستقرارية المطلقة هي $\Gamma_d > \Gamma_m > \Gamma_e$

حيث ان Γ_d = معدل التدرج الاديباتي الجاف (10 ° م/ كم)

Γ_m = معدل التدرج الاديباتي الرطب (6 ° م / كم)

Γ_e = معدل التدرج البيئي

اما الاستقرارية الشرطية Conditional Stability تكون جزيئة الهواء غير المشبعة ابرد من البيئة او الهواء المحيط بها فتغوص نحو الارض، وتكون الجزيئة المشبعة ادفا من البيئة وستستمر بالصعود . وهي $\Gamma_d > \Gamma_e > \Gamma_m$

ان معدل التدرج الاديباتيكي Adiabatic Lapse Rate هو معدل تغير درجة الحرارة مع الارتفاع لجزيئة الهواء . وهناك انواع[3] من التدرج هي:

أ- معدل التدرج الاديباتيكي الجاف Dry Adiabatic Lapse Rate ويرمز له اختصارا (DALR) وهو المعدل الذي عنده تتغير درجة حرارة الهواء غير المشبع عند صعود جزيئة الهواء او انخفاضها خلال الغلاف الجوي ، وبعبارة اخرى ، الى ان يصبح الهواء مشبعا فانه يسلك سلوكا جافا.

ب- معدل التدرج الاديباتيكي المشبع (الرطب) Saturated Adiabatic Lapse Rate ويرمز له اختصارا (SALR) وهو المعدل الذي عنده تتغير درجة حرارة الهواء المشبع ببخار الماء عند صعودها او نزولها .

1- J. l. Woodward" Estimating the Flammable Mass of a Vapor Cloud", American Institute of Chemical Engineers, 1988, p. 209.

[2]- Weather.gov/media/zhu/ZHU-Training-page/stability

[3] - Bureau of Meteorology Training Center," Course Notes, op cit, p.4.

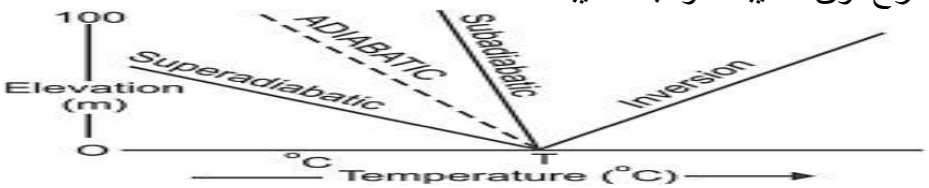
ان المعدل الرطب اقل من المعدل الجاف لان جزيئة الهواء المشبع تصعد وتبرد ويتكاثف بخار الماء الى قطيرات مائية ويطلق الحرارة الكامنة الى الجزيئة ، لذلك يتباطآ التبريد ، وبالعكس اذا انخفضت جزيئة مشبعة وتسخنت فان الحرارة الكامنة تمتص من الجزيئة لذلك تقل معدلات التدفئة لذا يمكن القول هنا كمصطلح (التبريد التبخيري).

ت- معدل التدرج البيئي Environmental Lapse Rate ويرمز له اختصارا (ELR) وهو معدل تغير درجة الحرارة مع الارتفاع في الهواء الثابت في وقت معين ومكان معين . وحددت منظمة الطيران المدني الدولي هذا المعدل ب 6.49 ° م / كم من مستوى سطح البحر وحتى ارتفاع 11كم[1]. اي ان هذا المعدل بحدود 6.5 ° م / كم ، ولكن هذا المعدل يختلف اختلافا كبيرا في مناطق مختلفة من العالم وفي مواسم مختلفة من السنة ، وعندما يكون معدل التدرج سالبا (ترتفع درجة الحرارة مع الارتفاع) ، وهذه الحالة تعني وجود انقلاب حراري[2]. وبشكل عام عندما يكون معدل التدرج البيئي[3]:

1- بين DALR و SALR يعد الغلاف الجوي غير مستقر شرطي.
2- اقل من SALR يعد الغلاف الجوي مستقرا تماما.
3- مساويًا ل DALR يعد الغلاف الجوي مستقرا محايدا.
4- اكبر من DALR يعد الغلاف الجوي غير مستقر مطلقا.

واحيانا توجد طبقة في الغلاف الجوي يكون لها معدل تدرج اكبر من معدل التدرج الاديباتي الجاف ، وفي هذه الحالة تعرف فوق اديباتية Super adiabatic Layer وهي الطبقة التي تقع قاعدتها عادة عند سطح الارض . وتنتج عن التسخين النهاري الشمسي الشديد ، ورياح خفيفة ، وتربة سطح الارض جافة، فيكون معدل التدرج اكبر من 10 درجة لكل كم ، وعادة ما تكون طبقة ضحلة قرب سطح الارض. وتمثل هذه الطبقة عدم استقرار مطلق . وفي حالة ان يكون معدل تدرج درجة الحرارة في طبقة ما اقل من معدل التدرج الجاف فتسمى عندئذ شبه اديباتية Sub adiabatic Layer ، وفي هذه الحالة فان الحركة الراسية ، وعمليات الخلط ، والتشتت كلها متوقفة او محددة جدا ، وجميع الملوثات والعوالق محصورة في هذه الطبقة ، لذا فان هذه الطبقة تمثل الاستقرار المطلق[4]، ومن ثم الانقلابات الشديدة . ينظر شكل (7)

معدلات التدرج فوق الاديباتك وشبه الاديباتك



م :
https://www.google.com/search?q=adiabatic+lapse+rates+images

ثانياً : الكثافة Density:

تتناقص كثافة الهواء باستمرار مع الارتفاع خلال الانقلاب ، لان درجة الحرارة تتزايد مع الارتفاع عن سطح الارض مما يسبب تطبق للكثافة ، حيث يكون الهواء الاكثف والاثقل قرب السطح ، ويكون الهواء الاخف كثافة في الاعلى ومع تزايد الارتفاع ، لذا فان الهواء يمكنه التحرك افقيا فقط

[1]- en.wikipedia.org/wiki/lapse_rate
[2] - encyclopedia.com/earth-and-environment/ecology-and-environment-lapse-rate
[3] - Bureau of Meteorology Training Center," Course Notes, op cit, p.7.
[4] - C.D.Whiteman,"Atmospheric Stability, Atmosphere 3200, Geisler Group, ACADEMIA, 2005, pp. 77-85.

مع الانقلاب الحراري ، ويسمى هذا بالتدفق الصفحي (الصفائحي) لانه يشبه التصفيح في قطعة من الخشب الرقائقي ، وان طبقات الكثافة هذه للهواء تمنع الحركة الراسية للهواء بغياب الرياح .

ثالثاً : الشدة Intensity او قوة الانقلاب :

وتمثل الفرق الحراري بين ارتفاعين فوق سطح الارض او فوق كتلة المحصول او النبات وبين قمة الانقلاب ، فدرجة الحرارة في قاعدة الانقلاب تطرح من درجة حرارة القمة ، لذلك تكون شدة الانقلاب ارقاما موجبة ، وكلما كان الرقم الموجب كبيرا فان الانقلاب يكون اشد واقوى واكثر استقرارية عند الاسفل[1] .

وتحسب الشدة او القوة بالشكل الاتي :

$$\Delta T = \Delta_T - \Delta_B^2$$

اذ ان ΔT= الفرق في درجة الحرارة

Δ_T= درجة حرارة القمة

Δ_B= درجة حرارة القاعدة

رابعاً : الارتفاع Height و السمك Thickness :

الارتفاع او العمق هو الارتفاع من قاعدة الانقلاب الى القمة حيث يبدا معدل التدرج بالتناقص لاكثر من 100 متر ، او هو ارتفاع الانقلاب عن السطح[3] . اما السمك فهو الفارق ما بين ارتفاع القمة وارتفاع القاعدة ، وحيث ان :

Z_B = ارتفاع قاعدة الانقلاب

Z_T = ارتفاع قمة الانقلاب

لذا فان سمك الانقلاب[4] يكون :

$$\Delta Z = Z_T - Z_B$$

ان سمك الانقلاب الحراري السطحي والعلوي مساوٍ لسمك طبقة بتدرج حراري راسي موجب، وفي حالة الانقلاب السطحي فان الطبقة تمتد مباشرة من سطح الارض .

❖ **التوصيات**

1- توسيع شبكة الرصد الجوي العلوي وتوزيعها جغرافيا لعموم مساحة العراق وتفعيل المحطات المتوقفة حاليا ، وتوفير قاعدة بيانات تفصيلية للبحث . وضرورة قياس العناصر الجوية بشكل عمودي في كل محطات العراق لأهميتها الشديدة حيث ان المحطة الوحيدة التي تم الحصول منها على بيانات طويلة من جهاز الراديوسوند هي محطة بغداد.

2- استخدام والاستعانة بالتقنيات الحديثة لتحليل بيانات الراديوسوند وبرامج خاصة للتنبؤ ببعض الظواهر الجوية التي تسبب مشاكل جمة للانسان واقتصاده من شانها تسهيل عمل الباحث واعطاء

---

[1]- Yinghui L. and J.R.Key" Detection and Analysis of Clear Sky Low-Level Atmospheric Temperature Inversions with MODIS" Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, No.20, 2003, pp.1727-1737.

[2] - J. Stryhal, et al, op cit, p.409.

[3] - H. Kachar, et al." Detection and Modeling of Temperature Inversion in the Atmosphere using MODIS Images (Case Study: Kermanshah)" The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Vol.xl /w5, 2015,p.357.

[4] - Brummer B. and Schultze M., op cit. p. 3.

صورة ادق عن الانقلاب الحراري من خلال متابعة دقيقة لحدوث هذه الظاهرة وتحديد نوعيتها وشدتها وارتفاعها وغيرها من خصائص جوية .

3- توفير البيانات المتعلقة بالرصد العلوي (الراديو سوند) للباحثين والطلبة بسهولة اكبر وبأثمان اقل للمساعدة في دراسة مواضيع تتعلق بالاجواء العليا للوصول الى فهم شامل لكامل الطبقة الجوية وتأثيراتها .

4- الاستعانة ببيانات محطات اقليمية مجاورة لتوسيع دائرة البحث في هذا المجال.

المصادر :

1- https://climavision.com/resources/ai-weather-forecasting-guide/#ftoc-heading-4
2- EncyclopaediaBritannica,Britannica.com/science/temperature-inversion
3- Nagata, Y.; Shallow Temperature Inversions in the Pacific Ocean near Japan, Journal of the Oceanographical Society of Japan, Vol.35, 1979
4- Z. Yasmeen" Inversions Layer and its Environmental Impact over Karachi", Pakistan Journal of Meteorology, Vol. 7, Issue 14, 2011.
5- 1- Jan Stryhal,et al.; Climatology of Low-Level Temperature Inversions at the Prague-Libus Aerological Station, Theoretical and Applied Climatology, Vol.127, Issue 1-2, 2017.
6- Angela, M. Rendon, et al.; Effects of Urbanization on the Temperature Inversion Breakup in a Mountain Valley with Implication for Air Quality, Journal of Applied Meteorology and Climatology, Vol.53, 2014
7- http://www.geographynotes.com/climatology-2/temperature-inversion
8- N. Begue, et al." Statistical Analysis of the Mesospheric Inversion Layers over Two Symmetrical Tropical Sites: Reunion and Mauna loa", Annales Geophysicae, EGU 35, 2017.
9- EncyclopaediaBritannica,Britannica.com/science/temperature-inversion
10-J.W. Enz, et al." Air Temperature Inversions, Causes, Characteristics and Potential Effects on Pesticide Spray Drift", NDSU Extension Service, U.S.A. 2017
11-A.Wilson," Understanding Inversions and Weather Conditions", Byrd Polar and Climate Research Center, State Climate Office of Ohio, 2018
12-FinnishMeteorologicalInstitute.http://en.ilmatieteenlaitos.fi/temperature-inversions
13-J.W.Hofman, et al.,"Air Temperature Inversions", NDSU, AE1705, 2017
14-Recognizing Temperature Inversions, Technical Information Bulletin, BASF, Published on line.
15-R. Flavell, "Air Quality Modeling Memorandum; Temperature Inversion and Best Case Scenario", May, 2015

16-B. Brummer and Schultze M.” Analysis f a 7-year –Low-Level Temperature Inversion Data Set Measured at the 280 m High Hampurg Weather Mast”, Meteorological Zeitschrift, Vol.24, No.5, 2015
17-Frames.gov/documents/behaveplus/publication/Fire
18-Bureau of Meteorology Training Center,” Course Notes: Fundamentals of Aviation Meteorology”, 2017.
19-en.wikipedia.org/wiki/Inversion_(meteorology).
20-Bureau of Meteorology Training Center,” Course Notes: Fundamentals of Aviation Meteorology”, 2017
21-R. Stull” Practical Meteorology: an Algebra-Based Survey of Atmospheric Science, Vol.02, 2017
22-J. l. Woodward" Estimating the Flammable Mass of a Vapor Cloud", American Institute of Chemical Engineers, 1988
23-Weather.gov/media/zhu/ZHU-Training-page/stability
encyclopedia.com/earth-and-environment/ecology-and-environment-lapse-rate
24-C.D.Whiteman,”Atmospheric Stability, Atmosphere 3200, Geisler Group, ACADEMIA, 2005
25-Yinghui L. and J.R.Key” Detection and Analysis of Clear Sky Low-Level Atmospheric Temperature Inversions with MODIS” Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, No.20, 2003
26-H. Kachar, et al.” Detection and Modeling of Temperature Inversion in the Atmosphere using MODIS Images (Case Study: Kermanshah)” The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Vol.xl /w5, 2015

Investing in statistical programs and artificial intelligence in weather and climate applications in Iraq

Research team: Assist .Dr. Shahad Ali Jafar[1]
Prof. Dr. Prof. Dr. Dheyaa Saeb Ahmed[2]
Assist. Prof. Dr. Solaf Adnan Jaber[3]
Prof. Dr. Ashwaq Hassan Hamid[4]
Prof. Dr. Ali Zainuddin Hussein Zainuddin[5]

Abstract:

Modern statistical techniques, programs, and artificial intelligence applications are used to provide a clear and accurate model of the atmospheric layers for weather and climate analysis. Various environmental factors, such as temperature, atmospheric pressure, wind, clouds, and turbulence in air movement, all affect the general properties of the thermal inversion layer, which in turn affects the general properties of radiative surface thermal inversion and upper thermal inversion. For such studies, it is necessary to utilize these modern applications and work on developing them. The importance of this research was highlighted in these statistical applications and programs. As an example, a statistical program was developed in Iraq and applied to the Baghdad station. We take the Skew-T program to plot daily radiosonde data. It is one of four thermodynamic diagrams commonly used in weather analysis and forecasting. By adding statistical models, With the Basic program which contains 21 statistical analysis modules (Analytic Module, Fronts and Forecast Module) the main use of this logarithmic chart is to plot radiosonde data which gives a vertical picture of temperature, dew point, atmospheric pressure, altitude, wind speed and direction, for the entire troposphere and lower stratosphere.

Keywords: statistical programs, artificial intelligence, weather, climate.

[1] **Assist. Dr. Shahad Ali Jafar, Geography, Physical Geography - Climate, College of Basic Education, Al-Mustansiriyah University, Iraq: shahadali@uomustansiriyah.edu.iq .**
[2] **Prof. Dr. Dheyaa Saeb Ahmed, Physical Geography - Climate, College of Basic Education, Al-Mustansiriyah University, Iraq: dheyaasaeb47@gmil.com**
[3] **Assist. Prof. Dr. Solaf Adnan Jaber, Physical Geography - Climate, College of Basic Education, Al-Mustansiriyah University, Iraq.**
[4] **Prof. Dr. Ashwaq Hassan Hamid, Physical Geography - Climate, College of Basic Education, Al-Mustansiriyah University, Iraq.**
[5] **Prof. Dr. Ali Zain Al-Din Hussein Zain Al-Din, Geography, Economic Geography, Department of Geography, Faculty of Tourism Sciences, Islamic** University, Lebanon.