N° d'ordre

N° de série

وزارة التعليم والبحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الفيزياء

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر اكاديمي

شعبة : فيزياء

التخصص : فيزياء إرصاد جوية

إعداد الطالبتين : عباس هاجر - مكاوي شيماء

بعنوان

تعميم دراسة حساسية المؤشرات الجوية للاستقرار الجوي .
تطبيق على عينة من محطات الجنوب والجنوب الغربي الجزائري.

نوقشت بتاريخ 2021/09/30

امام اللجنة المكونة من الاساتذة :

السيد	بن مبروك لزهر	استاذ تعليم عالي	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	رئيس
السيد	فقيه عبد العالي	استاذ محاضر ب	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مناقش
السيد	ناقص محمد الطاهر	استاذ محاضر ب	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مشرف
السيد	هبال بلخير	استاذ متعاقد	ديوان الارصاد الجوية ورقلة	مساعد مشرف

السنة الجامعية : 2021/2020

الإهداء

الذي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك...ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك... الله جل جلاله

إلا من بلغ الرسالة وادي الأمانة...ونصح الأمة ...إلى نبي الرحمة ونور العالمين ... سيدنا محمد صل الله عليه و سلم

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار إلى من علمني العطاء بدون انتظار ...إلى من احمل اسمه بكل افتخار ...والدي العزيز محمد السعيد

إلى ملاكي في الحياة .....إلى معنى المحبة والى معنى الحنان والتفاني... إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحيأمي الحبيبة الغالية

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي... إخوتي

إلى الأخوة الذين لم تلدهن أمي .... إلى من تحلو بالإناء وتميزوا بالوفاء والعطاء الى اصدقائي رحانة وخلود وسمية
إلى من فتح هذه الوريقات وتصفحها

هاجر

إهداء

خير الكلام ما نبدأ بحمد الله تعالى الذي قدرنا على شربه جرعة من هذا العلم الواسع

إلى كل من أضاء بعلمه عقل غيره أو هدي بالجواب الصحيح حيرة سائليه فاسدي ثمرة جسدي التي طالما تمنيت إهدائها وتقديمها في أحلى طبق.

إلى التي حملتني وهنا على ومن وقاست وتألمت لألمي،إلى من رعتني بعطفها وسمعت طربه الليل من اجلي
إلى أمي العزيزة

إلى الذي عمل وكد وجد فقاس ثم غلب حتى وصلت إلى هدفي هذا، إلى المصباح الذي لا يبخل بإمدادي بالنور، الذي علمني بسلوكه خصالا اعتز بها في حياتي والدي الحبيب

إلى إخوتي والى أسرتي جميعا ثم إلى كل من علمني حرفا سنا برقه يضيء الطريق أمامي مدى ما حييت إلى زميلاتي وزملائي والى كل من بعدي والى كل الشموع التي تحترق لتضيء الأخريين دربهم.

إلى قلوب المحبين التي دعمتني ودعت لي ولم تترك يدي

شيماء

شكر وتقدير

نشكر الله على منه وفضله علينا لحظات يقف فيها المرء حائرا عاجزا عن التعبير كما يختلج في صدره تشكرات لأشخاص أمدوه بالكثير والكثير الذي أثقل كاهله لحظات صار لابد أن ينطق بهما اللسان ويعترف بفضل الآخرين اتجاهه لأنهم وبصراحة كانوا الأساس المتين الذي بني عليه صرح العلم والمعرفة لديه وأناروا سبيل بلوغهما ... فأتقدم بالشكر الجزيل الى كل من ..

الأستاذ المؤطر: ناقص محمد الناقص

الأستاذالمساعد:هبال بلخير

الذين كانوا عونا لنا في مذكرتنا هذه ونورا يضيء الظلمة التي كانت تقف أحيانا في طريقنا إلى من زرعوا التفاؤل في دربنا وقدموا لنا المساعدة والتسهيلات والأفكار والمعلومات،ربما دون أن يشعروا بدورهم.

وفي الأخير اشكر كل من ساهم في إنجاح هذه المذكرة من بعيد أومن قريب.

هاجر و شيماء

قائمة الاشكال

الشكل	العنوان	الصفحة
(1-1)	البنية الراسية للغلاف الجوي	06
(2-1)	بطارية المسبار الراديوي	07
(3-1)	نقاط انتشار قياسات المسبار اللاسلكي المثبتة في محطات الأرصاد السطحية	08
(4-1)	تجهيزات المسبار	10
(5-1)	تحميل الاوزان على فوهة الغاز	11
(6-1)	تثبيت البالون بفوهة الغاز	11
(7-1)	نفخ البالون	12
(8-1)	يرفع البالون من على فوهة الغاز	12
(9-1)	شد رقبة البالون	12
(10-1)	إزالة البالون من الفوهة	13
(11-1)	طي عنق البالون وشده باحكام	13
(12-1)	التوصيلات المختلفة لمحطة المسبار اللاسلكي	14
(1-2)	توازن مستقر لكرة صلبة	16
(2-2)	توازن غير مستقر لكرة صلبة	16
(3-2)	توازن محايد او غير مهتم لكرة صلبة	18
(4-2)	توازن مشروط لكرة صلبة	18
(5-2)	التسارع العمودي للجزئية	20
(6-2)	توازن مستقر لجزئية الهواء غير مشبع	20
(7-2)	توازن غير مستقر لجزئية الهواء غير مشبع	21
(8-2)	توازن محايد او غير مهتم لجزئية الهواء غير مشبع	22
(9-2)	توازن مستقر لجزئية الهواء مشبع	22
(10-2)	توازن غير مستقر لجزئية الهواء مشبع	23
(11-2)	توازن غير مهتم او محايد لجزئية الهواء مشبع	23
(12-2)	التمثيل على الرسم التخطيطي للاستقرار/ وعدم الاستقرار الشرطي لجسيم الهواء	24
(13-2)	تحديدNCA وNCC وNCL و NE على المخطط البياني Emagramme761	26
(1-3)	الايماغرام الاصلي	37
(2-3)	خطوط متساوية الضغط ودرجة الحرارة في الايماغرام 90 درجة	38
(3-3)	الايماغرام 45 درجة	39

(3-4)	الايماغرام في الاحداثيات المستطيلة	40
(3-5)	الايماغرام 761	41
(3-6)	مثال عن دراسة الاستقرارمن عدمه وفقا كلا من θ و θ'_W	45
(3-7)	عدم استقرار جسيم من الهواء غير مشبع	46
(3-8)	عدم استقرار جسيم من الهواء مشبع	47
(3-9)	عدم الاستقرار المطلق	47
(3-10)	استقرار جسيم من الهواء غير مشبع	48
(3-11)	ثبات جسيم مشبع	48
(3-12)	الاستقرار المطلق	49
(3-13)	عدم الاستقرار الشرطي	49
(4-14)	كمية الأمطار المسجلة خلال الاضطراب الجوي لمحطات تندوف – عين صالح – بشار (سبتمبر 2018)	52
(4-1)	الموقع الجغرافي لمحطات تندوف – عين صالح– بشار	54
(4-2)	تندوف (حالة الاضطراب الجوي)	55
(4-3)	عين صالح (حالة الاضطراب الجوي)	55
(4-4)	بشار (حالة الاضطراب الجوي)	56
(4-5)	تندوف (حالة الاستقرار الجوي)	56
(4-6)	عين صالح(حالة الاستقرار الجوي)	57
(4-7)	بشار (حالة الاستقرار الجوي)	57

قائمة الجداول

الجدول	العنوان	الصفحة
(1-1)	النسب المئوية للغازات	4
(1-2)	معايير الاستقرار و عدم الاستقرار بحسب مؤشر شوالتر	24
(2-2)	معايير الاستقرار و عدم الاستقرار بحسب مؤشر غالوي	25
(3-2)	احتمالات حدوث العواصف الرعدية في كتل هوائية حسب مؤشر KI	29
(4-2)	معايير احتمالية العواصف الرعدية حسب مؤشر TTI	30
(5-2)	معايير العواصف الرعدية حسب مؤشر SWEAT	31
(6-2)	معايير العواصف الرعدية للمؤشر CAPE	33
(7-3)	حالات الاستقرار من عدمه وفقا لتغيرات كل من θ و θ'_W...	44
(1-4)	كمية الأمطار المسجلة خلال الاضطرابات الجوي لتندوف وعين صالح وبشار في سبتمبر 2018	51
(2-4)	خصائص و أزمنة حالة الاستقرار بالنسبة محطة تندوف، عين صالح و بشار (أكتوبر 2018)	52
(3-4)	الإحداثيات الجغرافية لمحطات الدراسة: تندوف، عين صالح، و بشار	54
(4-4)	مؤشرات الاستقرار الجوي – تندوف يوم 2018/09/11 على الساعة 12 Z	58
(5-4)	تندوف يوم 2018/09/12 على الساعة 12Z(وضعية اضطراب الجوي)	59
(6-4)	مؤشرات استقرار الغلاف الجوي – تندوف يوم 2018/10/03 على الساعة Z 12	59
(7-4)	مؤشرات الاستقرار الجوي – عين صالح يوم 2018/09/26 على الساعة Z 12	60
(8-4)	مؤشرات الاستقرار الجوي – عين صالح يوم 2018/09/27 على الساعة Z 12	61
(8-4)	مؤشرات الاستقرار الجوي – عين صالح يوم 2018/10/04 على الساعة Z 12	62
(9-4)	مؤشرات الاستقرار الجوي – بشار يوم 2018/09/26 على الساعة Z00	63
(10-4)	مؤشرات الاستقرار الجوي – بشار يوم 2018/09/27 على الساعة Z00	64
(11-4)	مؤشرات الاستقرار الجوي – بشار يوم 2018/10/01 على الساعة 00Z	65
(12-4)	اختبار الحساسية لمؤشرات الاستقرار بالنسبة لمحطة تندوف	66
(13-4)	اختبار الحساسية لمؤشرات الاستقرار بالنسبة لمحطة عين صالح	66
(14-4)	اختبار الحساسية لمؤشرات الاستقرار بالنسبة لمحطةبشار	67

قائمة الرموز

الرمز	المصطلح	الوحدة
P	الضغط	باسكال (P)
T	درجة الحرارة	الكالفنK()
HR	الرطوبة النسبية	%
(V−DD)	سرعة واتجاه الرياح	m/s
ρ_P	كثافة جزيئة الهواء	Kg/m³
G	تسارع الجاذبية	m/s²
F	شدة القوة العمودية	نيوتن (N)
V	الحجم	لتر (L)
N	كيمة المادة	مول (mole)
R	الثابت	$J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
Γ_{aP}	التدرج الحراري الجاف للجسيم	°C/Km
M	الكتلة	kg
A	الحجم الكتلي	L/kg
Cp	السعة الحرارية	J/kg
S	الانتروبي الكتلي	J/K.kg
ϕ	الانتروبي	J/K
R	نسبة الخلط	kg/kg
Rho	كتلة حجمية	kg/L

قائمة المختصرات

NCA	: مستوى تكثيف النسب
NCC	: مستوى التكثيف بالحمل الحراري
NCL	: مستوى الحمل الحراري الحر
NE	: مستوى التوازن
TTI	: المؤشر إجمالي
KI	: المؤشر KI
CAPE	: الحمل الحراري الطاقة الكامنة المتاحة
CINE	: طاقة تثبيط الحمل الحراري
ONM	: المكتب الوطني للأرصاد الجوية
LI	مؤشر الرفع
Is	مؤشرشوالتر
I_A	مؤشرغالوي
W	مياه قابلة للهطول
GPS	نظام الهوائي

فهرس المحتويات

الاهداء..... i

شكر وتقدير..... iii

فهرس المحتويات..... iv

قائمة ا لاشكال..... vii i

قائمة الجداول..... x

قائمة الرموز..... x i

الاختصارات..... x i i.

المقدمة العامة..... 1

الفصل الاول: قياسات الملامح العمودية للمتغيرات الجوية – السبر

1-1 المقدمة 3

2-1 تعريف الغلاف الجوي الأرضي:..... 3

1-2-1 تركيب الغلاف الجوي الأرضي:..... 4

2-2-1 طبقات الغلاف الجوي الأرضي: 5

1- 2- 2-1 التروبوسفير..... 5

1 -2 -2 – 2 ستراتوسفير:..... 5

1 -2 -2 – 3 الميزوسفير:..... 5

1 -2 -2 – 4 الترموسفير..... 6

1 – 3 قياسات المتغيرات الجوية بدلالة الارتفاع:..... 6

1-3- 1 تعريف المسبار اللاسلكي:..... 7

2-3-I بدايات المسبار اللاسلكي:..... 8

1-3-3 مبدأ المسبار اللاسلكي:..... 8

1-3 -4 طرق القياس :.....9
1-4-3 نظام الاستقبال والمعالجة:.....9
1-4 كيفية إطلاق المسبار اللاسلكي:.....10
1-4-I إعداد بالون المسبار اللاسلكي:.....11
5.1 - التوصيلات المختلفة لمحطة المسبار اللاسلكي.....13

الفصل الثاني :دراسة الاستقرار و اللاإستقرار الجوي - مؤشرات الاستقرار

2-1 مقدمة:.....15
2- 2 استقرار كرة صلبة:.....16
2-2-1 توازن مستقر لكرة صلبة.....16
2-2-2 توازن غير مستقر لكرة صلبة.....16
2-2-3 توازن محايد او غير مهتم لكرة صلبة.....16
2-2-4 توازن المشروط لكرة صلبة.....17
2-3 التسارع العمودي لجزيئية هواء 17
2-4 الاستقرار وعدم الاستقرار في الغلاف الجوي :..... 19
2-4-1 حالة إستقرار هواء غير مشبع: 19
2-4-2 حالة توازن الهواء المشبع :.....21
2-4-3 عدم الاستقرار الشرطي (أو الكامن) لجزيئية هوائية :.....23
2- 5 المستويات الرئيسية التي يمكن الوصول إليها بواسطة جسيم الهواء المرفوع بشكل اديباتيكي
:.....24
2- 5-1 مستوى التكثف بالتصاعد.....25
2-5-2 مستوى التكثف بالحمل الحراري.....25
2- 5-3 مستوى الحمل الحراري الحر.....25
2- 5-4 مستوى التوازن.....25
2- 6 مؤشرات الاستقرار:.....26
2-6-1 مؤشر استقرار شوالتر1953 ,Showalter)Is(.....26
2- 6- 2 مؤشرات استقرار غالواي1956) IA) :.....27
2-6-3 مؤشرات KI 29
2- 6- 4 المؤشر الإجمالي - الإجمالي(Total – Total Index(TTI) 29

2- 6- 5 مؤشر SWEAT:.....30
2- 6- 6 مؤشرا CAPE و CINE:.....31

الفصل الثالث:المخططات الترموديناميكية لدراسة الاستقرار الجوي

3-1 مقدمة:.....34
3-2المخططات الديناميكية الحرارية في الأرصاد:.....34
3-3الإماغرام(Emagram):.....36
3-3-1الإماغرام الأصلي:.....36
3-3-2 الإماغرام 90درجة:.....38
3-3-3الإماغرام 45درجة:.....38
3-3-4الإماغرام 761:.....39
3-3-4-1توجيه الخطوط الأساسية:.....41
3-3-4-2 المنحنيات الأكثر تعقيدا:.....42
3-4استقراروعدم الاستقرار طبقة هواء من الغلاف الجوي :.....43
3-4-1 استقرار من عدمه وفقا لتغيرات كلا من θ و θ'_W:.....43
3-4-2 دراسة الاستقرار من عدمه بيانيا(graphiquement) :.....46
3-4-2-1عدم استقرار جسيم من الهواء غير المشبع :.....46
3-4-2-2عدم استقرار جسيم الهواء المشبع:.....46
3-4-2-3 عدم الاستقرار المطلق:.....47
3-4-2-4استقرار جسيم من الهواء غير المشبع :.....47
3-4-2-5ثبات الجسيم المشبع:.....48
3-4-2-6الاستقرار المطلق:.....48
3-4-2-7عدم الاستقرار الشرطي:.....49
3-5 الماء القابل للهطول (Eau précipitable W):.....49

الفصل الرابع :دراسة تطبيقية لحالات الاستقرار الجوي(عينة من الجنوب و الجنوب الغربي الجزائري)

4-1 المقدمة.....51
4-2 عرض البيانات المناخية 52
4-3 تحديدالموقع الجغرافي للمحطات المعنية بالدراسة.....53
4-4 مخططات Skew-T لقياسات السبر الراديوي لمحطات تندوف، عين صالح، بشار.....54
• حالة الاضطراب الجوي (سبتمبر 2018):.....54

• حالة الاستقرار الجوي (أكتوبر
2018):.....56
5- 4 دراسة الاستقرار الجوي بواسطة المؤشرات :.....58
4-5-1 تندوف يوم 2018/09/11 على الساعة Z12 (وضعية اضطراب الجوي)
:.....58
4- 5- 2 عين صالح يوم 2018/09/26 على الساعةZ12 (وضعية اضطراب
الجوي):.....60
• 4- 5 – 3 بشار يوم 2018/09/26 الساعة Z00 (وضعية اضطراب
الجوي):.....62
4-6 اختبار حساسية المؤشرات لاستقرار الجو:.....65
4- 6- 1 تندوف :.....65
4- 6- 2 عين صالح :.....66
3- 6- 3 بشار :.....67
الخاتمة العامة.....69
قائمة المراجع.....70
الملاحق.....72
الملخص.....94

المقدمة العامة

مقدمة عامة

تندرج دراسة الاستقرار الجويضمن نطاق إمكانية التنبؤ قصيرة المدى و على النطاق شامل للغيوم ذات التكوين الطبقي أو التراكمي. دراسة الاستقرار الجوي تتم عادة باستخدام تحليل بيانات السبرالراديوي على شكل اما مخططات ترموديناميكية ، مثل المخطط Emagramme761 أو مخطط Skew_T ، و اما بحساب مجموعة من المؤشرات الاستقرار الجوي. في البحوث العلمية هناك العديد من المؤشرات الجوية المستعملة مثل Showalter و SWEAT و Total–Total و CAPE و CINE، إلخ. تتوفر قياسات السبر الراديويفي عدد قليل من محطات الأرصاد الجوية عبر التراب الجزائري، مثل بشار، تندوف، عين صالح،تمنراست، والتي يمكن الحصول على بياناتها من موقع متخصص تابع لجامعة Wyoming (الولايات المتحدة الأمريكية).

الهدف من هذه الدراسة هو تعميم اختبار حساسية مؤشرات الاستقرار الجوي لحالتين مختلفتين: وضعية مضطربة و وضعية مستقرة. تعتبر هاته الدراسة كتكملة لدراسة سابقة [1]، و التي اقتصرت على محطة بشار (الواقعة في الجنوب الغربي الجزائري)، لتشمل محطتين إضافيتين و هما محطة تندوف (الجنوب الغربي الجزائري) و محطة عين صالح (وسط الجنوب الجزائري). اتبعنا في الدراسة الحالية نفس المنهجية السابقة مع إدراج مجموعة جديدة من المقادير الجوية و تحسين بعض نتائج الدراسة السابقة.

دراسة الاستقرار الجوي شملت مجموعة من الاضطرابات الجوية و التي ميزت شهر سبتمبر من عام 2018 و التي مست مناطق عديدة من وسط و غرب الجنوب الجزائري. و لقد اظهرت الدراسة باستعمال مؤشرات الاستقرار الجوي (مثل الكلي – الكلي (TTI) ، مؤشر KI ، مؤشر شوالتر ، SWEAT ، ومؤشر CAPE) أن هناك تباينًا بين حساسية هذه المؤشرات تجاه نفس الحالة. كما لوحظ أن مؤشرات TTI و KI لهما حساسية "عالية" في وصف و في التنبؤ بالوضعياتالجوية المختلفة مقارنة بالمؤشرات الأخرى. هاته النتائج تؤكد تلك المتحصل عليها في الدراسة السابقة.

تتكون هذه المذكرة ، بالإضافة إلى مقدمة وخاتمة عامة من أربعة فصول:

تم تخصيص الفصل الأول في وصف بالونات القياسات الراديوية والملامح الرأسية لمعلمات الغلاف الجوي ، والتي يطلق عليها عادة تحت اسم السبر الجوي.

الفصل الثاني تم فيه التعريف بالمخططات الترموديناميكية المستخدمة في الأرصاد الجوية، اين ركزنا بالأخص على مخطط Emagramme 761 كعينة.

الفصل الثالث عبارة عن دراسة بسيطة لظروف و شروطالاستقرار الجوي من عدمه، بالإضافة إلى عرض تقديمي لمؤشرات الاستقرار الرئيسية.

الفصل الرابع هو الجانب التطبيقي للدراسة، حيث تم تحليل ومناقشة حساسية مؤشرات الاستقرار الجوي بالنسبةلمحطات تندوف، عين صالح، وبشار.

الفصل الاول

قياسات الملامح العمودية للمتغيرات الجوية – السبر

قياسات الملامح العمودية للمتغيرات الجوية – السبر

1-1 – مقدمة:

يؤثر الغلاف الجوي المحيط بالأرض في مجالات حياتنا اليومية بطرق متعددة وقد يتجاوب معها الانسانبشكلمباشر وسريع مثل اختيار نوع الملابس او بشكل طويل المدى مثل كيفية بناء منزللمقاومة التقلبات الجوية المتطرفة،و مما زاد اهتمام الناس في العالم بأكمله في السنوات الاخيرة بأهمية معرفة و تتبعهذه الظواهر الجوية وقياسها بصورة يومية مثل الضغط (Pression atmosphérique) وسرعة الرياح واتجاهها(Vitesse et direction de vent) ، مدى الرؤية (Visbilité)، كمية و نوعية السحاب (Quantité et type de nuages)، درجة الحرارة (Température)، رطوبة الجو (Humidité). من بين الاجهزة الحديثة التي استخدمها الباحثين في دراسة الغلاف الجوي و لكشف خصائصه ومكوناته سواء في الجزء السفلي القريب من الأرض (التي تحدث فيها أغلب الظواهر الجوية) او في اجزائه العلوية نجد المسبار اللاسلكي(Radio sonde)، الذي يسمح بإجراء القياسات العمودية للمتغيرات الجوية. في هذا الفصل سندرس مفهوم قياس ورصد الظواهر الجوية،وهذا يدفعنا لطرح عدة تساؤلات ماهو الغلاف الجوي الارضي؟وماهي مكوناته وطبقاته؟ وماهي الوسائل المختلفة لقياس متغيراته ؟.

1-2 – تعريف الغلاف الجوي الأرضي:

هو الغلاف الواقي الغير المرئي من الغازات والجسيمات، يحيط بكوكبنا الأرض و يمتد على ارتفاع بين 500و1000كم[2]،وكتلتهتقدر بحوالي$5,13.10^{18}$كغ [3].

1- 2-1تركيب الغلاف الجوي الأرضي:

يعتبرالغلاف الجوي مزيجا من الهواء الجاف و رطوبة. الهواء الجاف هو بحد ذاته مزيج من الغازات متحدة مع بعضها بنسب معينة كما في الجدول(1-1)[2].

الجدول(1- 1) النسب المئوية للغازات الجوية

الغاز	الرمز	النسبة المئوية على اساس الحجم%
النيتروجين	N_2	78,09
الاوكسجين	O_2	20,95
الارغون	Ar	0,93
غاز ثاني اكسيد الكربون	CO_2	0,03
نيون	Ne	$1,8.10^{-3}$
الهليوم	He	$5,24.10^{-4}$
الكربتون	Kr	$1,0.10^{-4}$
الهيدروجين	H_2	$5,0.10^{-5}$
زينون	Xe	$8,0.10^{-6}$
الاوزون	O_3	$1,0.10^{-6}$
الردون	Rn	$0,6.10^{18}$

كل هذه النسب تبقى ثابتة في كل مكان من سطح الارض باستثناءCO_2 الذي يتغير حسب توفرها وهو غاز مسئول عن ظاهرة الاحتباس الحراري وO_3 هو غاز أساسي للحياة على الأرض بسبب قدرته على ترشيح الأشعة فوق ما فوق البنفسجية [2].

و ان كان الغلاف الجوي يتركب أساسا من العناصر الغازية السابقة الذكر فانه يحتوي أيضا على نسب متباينة من بخار الماءو غبار، فهي مواد تتفاوت كميتها ومعدلها من مكان إلىأخر [2].

1-2-2- طبقات الغلاف الجوي الأرضي: يمكن تقسيم الغلاف الجوي إلى عدة طبقات، وهذا التقسيم يعتمد على متوسط درجة الحرارة بدلالة الارتفاع والضغط الجوي، حيث اختارت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (OMM) تقسيم الغلاف الجوي الي اربعة طبقات :**التروبوسفير** , **ستراتوسفير** ,**الميزوسفيروالترموسفير**،انظر الشكل(1-1).

1- 2- 2-1التروبوسفير: هيطبقة تنحصر بين سطح الأرض وارتفاع حوالي10كم في المتوسط ,سمكها 8كمعند القطبين و16كم عند خط الاستواء, وتضم حوالي ثلاثة أرباع وزنهواء الغلاف الجوي، وهي الأكثر الطبقات اضطرابا لاسيما الجزء السفلي الذي يبلغ سمكه حوالي ثلاثة كيلومترات وتحدث فيه معظم الظواهر الجوية. تنخفض درجة الحرارة في هاته الطبقة في المتوسط بحوالي 0,65 درجة مئوية تقريبا لكل 100 مترارتفاع.

وفي اعلى هذه الطبقة يوجد طبقة ساكنة تعرف **بطبقة التروبوبوز:** وهي طبقة انتقالية تفصل بين التروبوسفيروستروسفير قليلة السمك نسبيا درجة الحرارة منخفضة °C 55- ولا تتناقص تناقص محسوسا مع الارتفاع [2].

1 -2 -2 – 2 الاستراتوسفير:هي طبقة تنحصر بين الارتفاع 11و50 كم فوق طبقة التروبوسفيروالتروبوبوز تزداد فيها درجة الحرارة أفقيا ومن الأسفلإلىالأعلى ومصدر الحرارة في هذه هي الأشعة فوق البنفسجية التي يمتصها الأوزونالذي يصل إلىأقصى تركيز في هذه الطبقة. وفي أعلى هذه الطبقة يوجدطبقة تعرف **بطبقةالاستراتوبوز**وهيإحدىالطبقات العازلة التي تفصل بين الاستراتوسفيروالميزوسفير ومحصورة على ارتفاع بين 50 و 55 كم فوق طبقة الاستراتوسفير، تصل درجة الحرارة الي ذروتها بسبب التسخين[2].

1 -2 -2 – 3الميزوسفير:هي طبقة تنحصر بين الارتفاع 50 و 80 كمفوق طبقتي التروبوسفيروالاستراتوسفير، هي ابرد طبقات الغلاف الجوي وتتميز بانخفاض درجة الحرارة الى (-80درجة مئوية) انبعاث الاشعة تحت الحمراء عن طريق CO_2 كافي لتسبب في انخفاض درجة الحرارة يتم فيها تدمير الشهب والنيازك. بالإضافة لكل ذلك يوجد في اعلاها طبقة تعرف **بطبقة الميزوبوز :**هي نقطة توقف طبقة الميزوسفير ونقطة ادنى درجة الحرارة تفصل بينالميزوسفيروالترموسفير وارتفاعها تقريبا بين 80 و 85 كم[2].

1 -2 -2 – 4الترموسفير:تمثل الجزء العلوي من الغلاف الجوي وتنحصر هذه الطبقة بين85كم الى نهاية الغلاف الجوي وتتميز هذه الطبقة بارتفاع درجة الحرارة التي تمتصها من الشمس مباشرة. يسمى الجزء السفلي من هذه الطبقة **بطبقة الاينوسفير** :تنحصر بين 85 و 350 كم و اما الجزء العلوي يسمى بطبقة**الاكسوسفير** :تنحصر بين 350كم الى نهاية الغلاف الجوي وهما يمثلان طبقة الترموسفير[2].

الشكل(1−1):البنية الراسية للغلاف الجوي

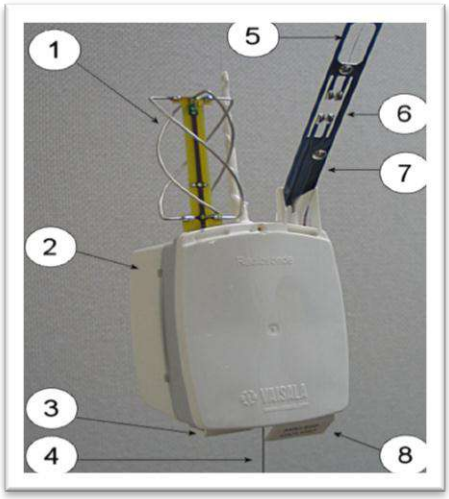
1 – 3 قياسات المتغيرات الجوية بدلالة الارتفاع:

تتعلق القياسات في الغلاف الجوي بالعناصر الرئيسية للغلافالجوي بين الارض وارتفاع 30كم (تقريبا) للعناصر الرئيسية التالية :الضغط(P)، درجة الحرارة(T)، الرطوبة(HR%)، وسرعة و اتجاه الرياح الأفقية (V, DD).

في البداية كانت القياسات الرأسية المستخدمة هي القياسات المباشرة في الموقع: بالونات السبر والقياسات بالطائرة. وحاليا نسبة كبيرة من القياسات الغير مباشرة تأتي من مسحاتالأقمار الصناعية الإشعاعية، مثلا هناك المسبار الصوتي(سونار) الأرضيو هناك أجهزة الاستشعار الراديويو الليزري لقياس شدة الرياح ودرجة الحرارة، ومع ذلك تظل قياسات المسبار اللاسلكي(sonde radio)المباشر هي الأكثر دقة [1].

1-3-1تعريف المسبار اللاسلكي:

هو بطارية تعملبالطاقة لقياس معاملات الغلاف الجوي (ضغط, درجة الحرارة, الرطوبة,الأوزون) باستخدام مسبار يتم نقله بواسطة بالون حر و إرسال البيانات إلى الأرض عن طريق بث راديوي، وهذا النوع من الرصد العلوي يتم مرتين يوميا (الساعة 00:00 والساعة 12:00 بتوقيت غرينتش).انظر للشكل (3.1) كمثال لبطارية المسبار الراديوي. إن قياس التدرج الراسي لدرجة الحرارة / الرطوبة الذي يجريه المسبار الراديوي يكون مصحوبًا دائمًا بقياس التدرج الراسي للرياح. تبلغ سرعة الصعود النموذجية للمنطاد المستخدم في السبر 300 متر / الدقيقة مما يؤدي بالتالي إلى مدة السبر اللاسلكي بين 1 سا و 30 د و 2 سا. الترددات الراديوية محجوزة للمسبار الراديوي:هي بين 403 إلى 406 ميجاهرتز و 1680 ميجاهرتز، انظر الشكل (2.1) كمثال للمسبار الراديوي[1].



(1) هوائي GPS

(2) صندوق البطارية

(3) موصل واجهة لأجهزة الاستشعار الإضافية

(4) هوائي

(5) مستشعر درجة الحرارة

(6) مستشعرات الرطوبة

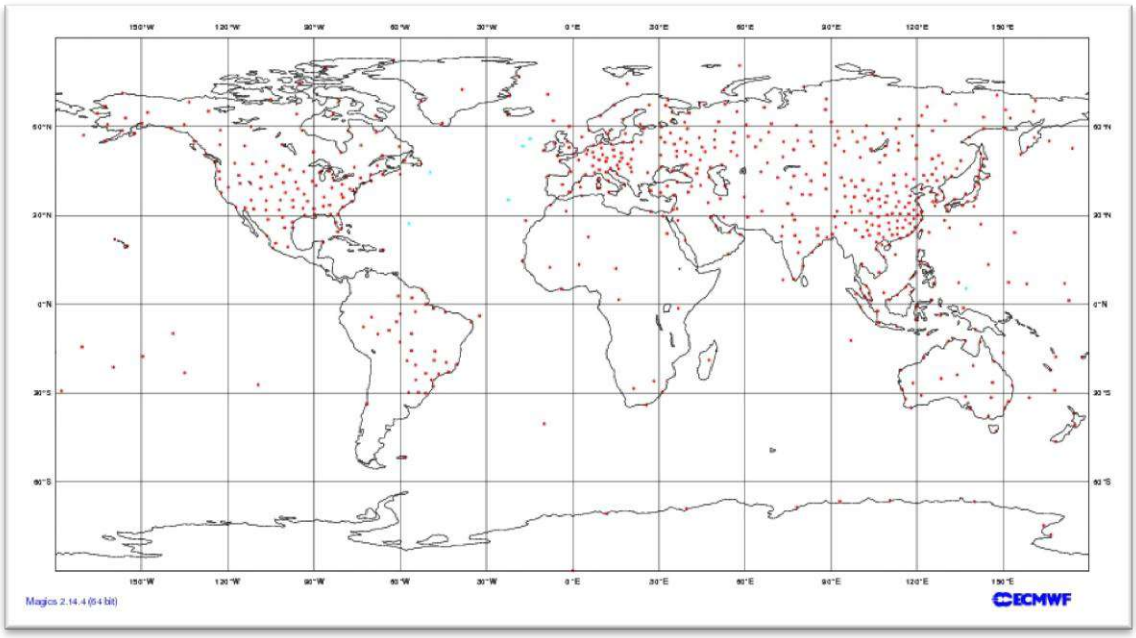
(7) ذراع الاستشعار

(8) واجهة GC25

الشكل (2.1)بطاريةالمسبار الراديوي.

1-3-2 بدايات المسبار اللاسلكي:

أول من اخترع المسبار اللاسلكي العالم الفرنسي روبرت بيرو(Robert Bureau)في عام1929م، حيث قدم مجموعة بيانات أولية حاسمة مما سمح بالحصول على وسيلة لتحقيق في الهيكل ثلاثي الأبعاد للغلاف،و لقد ساهمت الحرب العالمية الثانية في انتشار شبكة لقياسات المسباراللاسلكي والقياسات على الأرضية، مما ساهم في تطور ميدان الرصد الجويعلى مستوى العالمي. الشكل (3.1) يبين نقاط انتشار قياسات المسبار اللاسلكي المثبتة في محطات الأرصاد السطحية[1].



الشكل (3.1): نقاط انتشار قياسات المسبار اللاسلكي المثبتة في محطات الأرصاد السطحية.

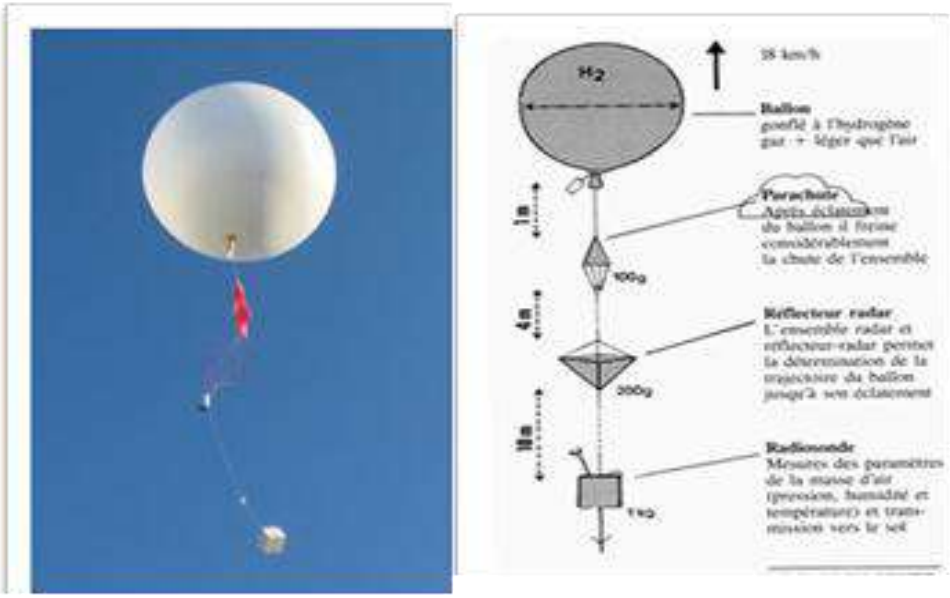
1-3-3 مبدأالمسبار اللاسلكي:يسمح المسبار اللاسلكي لعلماء الأرصاد الجوية بتسجيل الملاحظات على كامل سماكة الغلاف الجوي التي تهمهم (طبقة التروبوسفيروالستراتوسفير). للقيام بذلك ، يطلقون "بالونات الطقس" في الغلاف الجوي بشكل يومي[4].

1-3 -4طرق القياس :

الجهاز يتكون من بالون كبير منفوخ بغاز اخف من غاز الهواء مثل الهيدروجين أوالهليوم الذي يتصل بمسبارلاسلكي، يتم نفخ البالون حتى يرتفع بسرعة ثابتة ومعروفة في الغلاف الجوي. يحتوي المسبار اللاسلكي على أدوات لحساب الضغط الجوي و قياس درجة الحرارة والرطوبة ويرسل البيانات المتحصل عليها إلى محطة المراقبة الأرضية، ويمكن استنتاج سرعة واتجاه الرياح من بفضل جهاز (GPS)[3]. انضر الشكل (4.1) التالي، الذي يشمل إضافة للبطارية و البالون، منطاد لضمان سلامة هبوط البطارية. بالنسبة للمقادير الجوية، يتم الحصول عليها كما بلي [5]:

- **درجة حرارة:**يتم قياسه باستخدام ترمستور صغير ، له وقت استجابة قصير نسبيًا من 1 إلى 1.3 ثانية ويتم معالجته ضد الرطوبة والإشعاع الشمسي.

- **رطوبة:**يتم قياسه باستخدام مستشعر من النوع المكثف تتناسب قيمته السعية مع مستويات الرطوبة. وهي مغطاة بغطاء لحمايتها من المخاطر الميكانيكية وآثار المطر.
- **الأوزون:**يتم قياس تركيزه باستخدام مسبار من نوع ECC (خلية التركيز الكهروكيميائية) الذي يقيس التيار الكهربائي المتولد أثناء تفاعل الأكسدة والاختزال في محلول إلكتروليتي بواسطة وجود الأوزون.
- **موضع:**يتم تحديد خط العرض وخط الطول والارتفاع للمسبار كل ثانية باستخدام GPS على متن الطائرة ، عن طريق التثليث بين 4 أقمار صناعية أو أكثر.
- **ضغط:**لا يحتوي المسبار المستخدم على مستشعر ضغط. يتم حساب الضغط وفقًا لقانون لابلاس كدالة للارتفاع والضغط والرطوبة.
- **ريح:**على غرار سرعة الرياح ، يتم تحديد سرعة حركة المسبار ، ليس عن طريق الاختلاف بين موضعين في مرتين متتاليتين ، ولكن من خلال تأثير دوبلر الناتج عن تعديل تردد الموجة الحاملة للإشارة. بسبب حركة المسبار.



الشكل (4.1): تجهيزات المسبار

1-4-3نظام الاستقبال والمعالجة:يتكون نظام المعالجة من مسبار لاسلكي ومحطة مسبار لاسلكي الشكل (I-12) وهذه المحطة موصولة بتوصيلاتمختلفة وهي مزود طاقة و الهوائي المرجعي

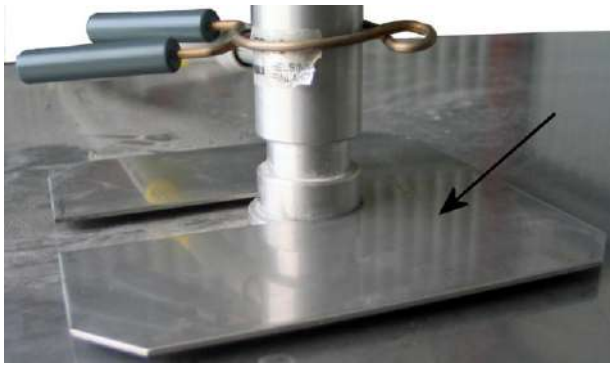
لإشارةGPSو الهوائي متعدد الاتجاهات لاستقبال المسبار اللاسلكي و الاتصال بمسبار الطقس لضبط تردد الإرسال واتصال USB بمعايرة صندوق الراديو(فحص أرضي)واتصال آخر مع صندوق المعايرة[1].

1-4 كيفية إطلاق المسبار اللاسلكي:يتم إطلاق المسبار اللاسلكي عن طريق إعداد بالون المسبار و معدات القياس:

1-4- إعداد بالون المسبار اللاسلكي:

يجب تجهيزالبالونقبل توصيل بطارية المسبار اللاسلكي وتنشيط الجهاز، عادة يتم توفير غاز البالون (هيدروجين او هليوم)في عبوات و إعداد البالون يمر عبر عدة خطوات:

1. وضعالأوزان اللازمة لتحقيق لرفع المطلوب لفوهة الغاز الشكل(5.1)[6].



الشكل (5.1) :تحميل الاوزان على فوهة الغاز

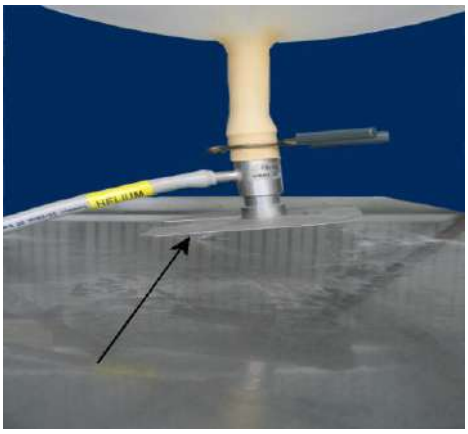
2. ربطالبالونبفوهة الغاز عن طريق تثبيت البالون بخيط او ربطة عنق الشكل**(6.1)**

الشكل (6.1):تثبيت البالون بفوهة غاز

3. نفخ البالون (7.1)

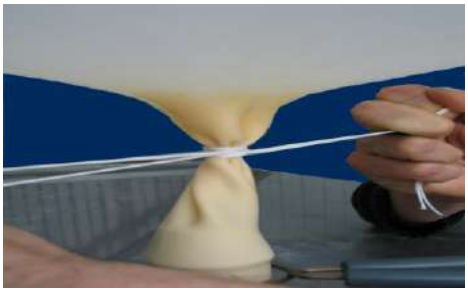
الشكل(7.1): نفخ البالون

4. غلق الصمام عند امتلاء البالونالشكل(8.1)



الشكل (8.1):يرفع البالون من على فوهة الغاز

5. شد رقبة البالون بخيط قبل إخراجها من الاسطوانة وإزالته من فوهة الأسطوانة، الشكل(9.1).



الشكل(9.1):شد رقبة البالون

6. إزالة البالون من الفوهة الشكل(10.1)

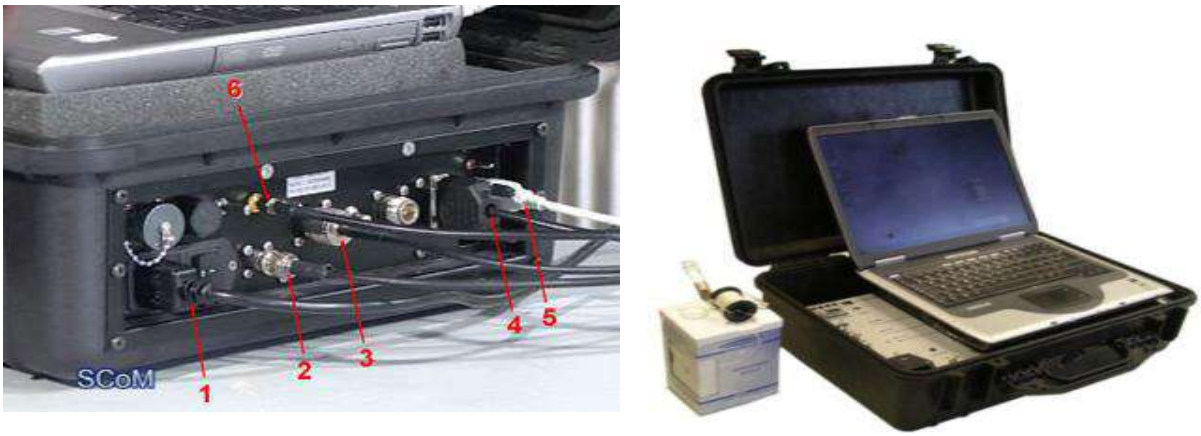
الشكل(10.1):إزالة البالون من الفوهة

7.طي عنق البالون وشده بإحكام.الشكل(11.1)

الشكل(11.1): طي عنق البالون وشده باحكام

5.1 – التوصيلات المختلفة لمحطة المسبار اللاسلكي

الشكل (12.1) يبين مختلف التوصيلات لمحطة استقبال أرضية.



الشكل (1–12):التوصيلات المختلفة لمحطة المسبار اللاسلكي

1 – مصدر الطاقة

2–الهوائيالمرجعيلإشارةGPS

3 – الهوائي متعدد الاتجاهات لاستقبال المسبار اللاسلكي

4 – الاتصال بمسبار الطقس لضبط تردد الإرسال

5 – اتصال USB بمعايرة صندوق الراديو (فحص أرضي)

6 –اتصال آخر مع صندوق المعايرة

الفصل الثاني

دراسة الاستقرار واللاستقرار الجوي – مؤشرات الاستقرار

دراسة الاستقرار و اللإستقرار الجوي – مؤشرات الاستقرار

2-1مقدمة:

تعتمد معرفة وفهم استقرار وعدم استقرار الغلاف الجوي على دراسة حالة الغلاف والتغيرات التي تطرأ عليه كالتحولات الاديباتيكية وتدرج درجة الحرارة الرأسيةوالتحولات متساوية الضغط، الخ.

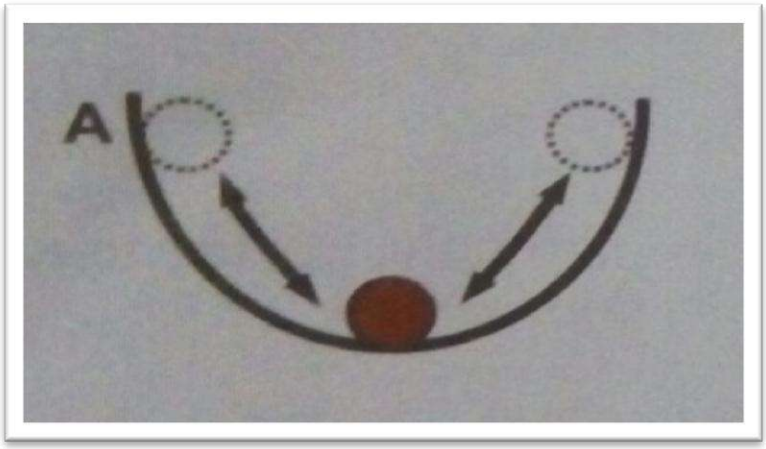
عدم الاستقرار في الغلاف الجوي هو حالة يعتبر فيها الغلافالجوي للأرض عمومًا غير مستقر ونتيجة لذلك يتعرض الطقس لدرجة عالية من التباين عبر المسافة والزمن .استقرار الغلاف الجوي هو مقياس لميل الغلاف الجوي إلى تثبيط أو ردع الحركة الرأسية، والحركة الرأسية مرتبطة مباشرة بأنواع مختلفة من أنظمة الطقس وشدتها. في الظروف غير المستقرة ، تكون كتلة الهواء المرتفعة، إذا كانت أكثر دفئًا من الهواء المحيط، على نفس الارتفاع،أكثر عرضة لمزيد من الارتفاع فهي أقل كثافة، بمعنى أخر أخف و اقل وزن من الهواء المحيط بها[7].

في الأرصاد الجوية يمكن وصف عدم الاستقرار من خلال العديد من المؤشرات مثل(Is) Showalter، (I_A) Galway والمؤشر LI ،KI، مؤشر الكلي – الكلي (TTI)و مؤشرSWEATوطاقة الحمل الحراري المحتملة (CAPE)، ومؤشر تثبيط الحمل الحراري (CIN) تستخدم هذه المؤشرات بهدف تقييم مخاطر حدوث تقلبات جوية، حيث ان التنبؤ بها هو جزء من عمليات الأرصاد الجوية التي نحاول القيام بذلك.سوف نتناول في هذا الفصل دراسة الاستقرار وعدم الاستقرار للغلاف الجوي وكذلك المؤشرات الجوية المستخدمة من طرف خبراء الرصد الجوي.

2- 2 استقرار كرة صلبة:

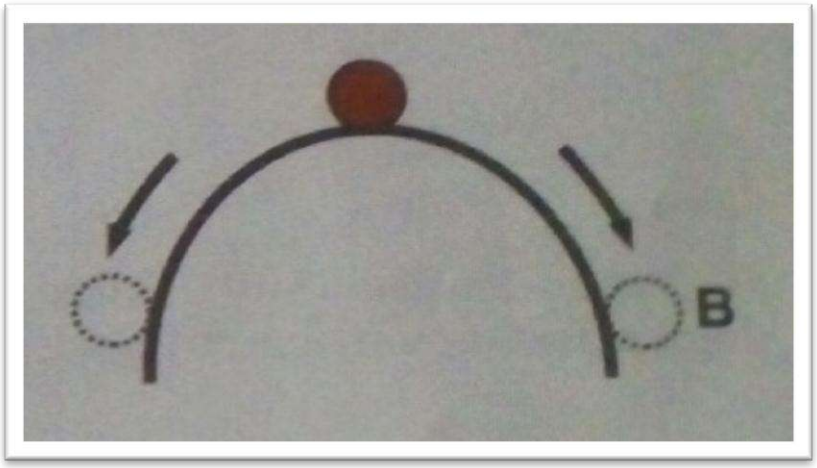
لنفترض أن كرة صلبة تعرضت لقوة إزاحة الى أحد جنبيها، هناك احتمال حدوث احدحالات التوازن التالية :[3]

2-2-1 توازن مستقر لكرة صلبة(الشكل 2-1): توضع الكرة في أدنى نقطة على سطح نصف كروي. إذا قمنا بتحريكها من نقطة توازنها، في أي اتجاه، إلى نقطة داخل السطح النصف كروي ، ثم تركناها ، فسوف تميل إلى العودة إلى موضعها الأصلي: نقول إن التوازن مستقر[3].



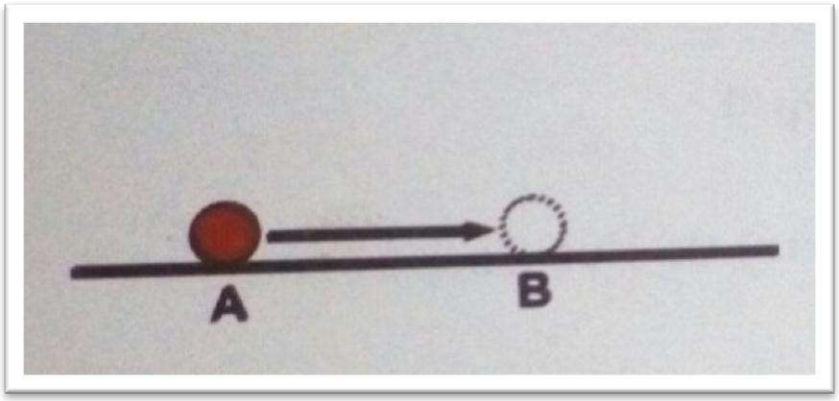
الشكل 2-1 توازن مستقر لكرة صلبة

2-2-2 توازن غير مستقرلكرةصلبة(الشكل 2-2): توضع الكرة في أعلى سطح نصف كروي مقلوب. إذا قمنا بنقلها بعيدًا عن موضعها الأصلي، فسوف تميل إلى الابتعاد أكثر: في هذه الحالة يكون التوازن غير مستقر[3].



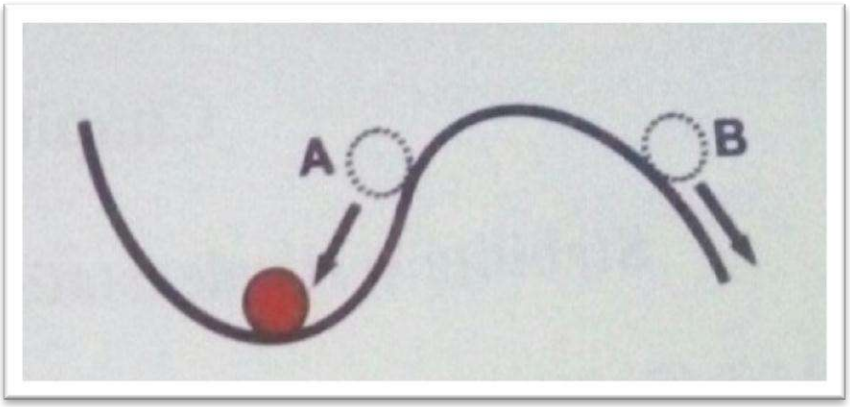
الشكل 2-2 توازن غير مستقر لكرة صلبة

2-2-3 توازن محايد او غير مهتملكرةصلبة(الشكل 2-3): توضع الكرة على سطح مستو. إذا قمنا بنقله من موضعه الأصلي إلى الموضع B، فستظل في حالة توازن في موضعها الجديد: يقال إن التوازن محايد أو غير مهتم [3].



الشكل 2–3 توازن محايد او غير مهتم لكرة صلبة

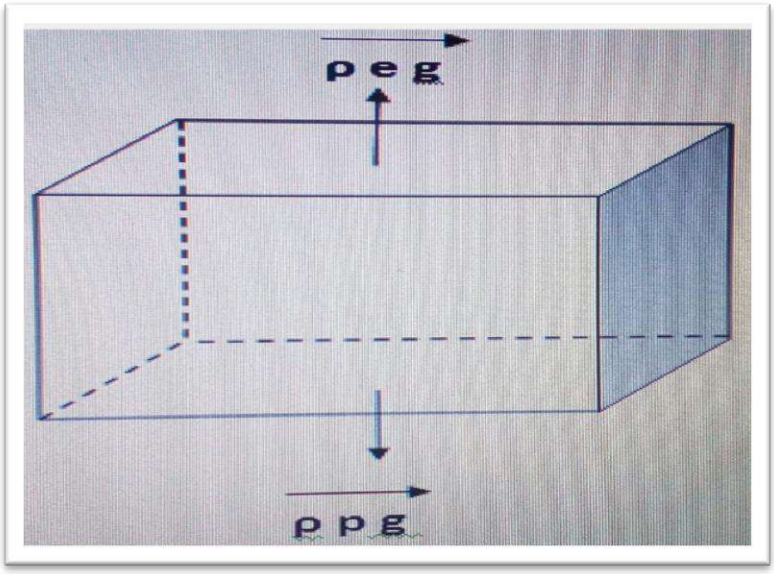
2–2–4 توازن المشروطلكرةصلبة(الشكل2–4): توضع الكرة في تجويف سطح إذا تم نقل الكرة من موضع توازنها إلى النقطة A حيث تم تحريرها ، فستعود الكرة إلى موضعها الأصلي. من ناحية أخرى ، إذا تحركت الكرة إلى النقطة B على الجانب الآخر من النتوء ، فستستمر في التدحرج: يقال أن هناك عدم استقرار شرطي [3].



الشكل 2–4 توازن المشروط لكرة صلبة

2–3 التسارع العمودي لجزيئية هواء :

نعتبر ان جزيئية الهواء الجوي بحجم الوحدة ، لديها كثافة (كتلة) ρ_P و درجة حرارةT_Pعند نفس الضغط P مثل للهواء المحيط (الشكل 2–5).



الشكل (2– 5) التسارع العمودي للجزيئة

إن شدة القوة النازلة المؤثرة على الجسيم تساوي$\rho_P \times g$ و إذا اعتبرنا ρ_e و T هما كثافة ودرجة حرارة الهواء المحيط على التواليو وفقًا لمبدأ أرخميدس ، فإن شدة القوة الرأسية الموجهة لأعلى والتي تؤثر على الجسيم تساوي $\rho e \times g$ ، حيث أن g تسارع الجاذبية، إذاَ شدة القوة العمودية المحصلةF التي تمارس على الجسيم هي :

$$F = (\rho_e - \rho_P) \times g \qquad (1.2)$$

ثم يتم إعطاء التسارع الرأسي (أو الطفو) للجسيم، لجميع عمليات الإزاحة الرأسية (موجبة أو سالبة وفق الارتفاعZ)، من خلال:

$$\frac{d^2Z}{dt^2} = \frac{F}{\rho_P} = \frac{(\rho_e \times \rho_P)}{\rho_P} \times g \qquad (2.2)$$

إذا طبقنا معادلة الغاز المثالية (PV = nRT) علىالهواء المحيطو على الجزيئ الهوائي ، يمكننا أن نكتب:

$$\rho_e = \frac{P}{R} \times \frac{1}{T_e} \text{ و} \rho_P = \frac{P}{R} \times \frac{1}{T_P} \qquad (3.2)$$

بتعويض قيم ρ_eوρ_P في المعادلة (2–2) ، نحصل على التسارع الرأسي كما يلي:

$$\frac{d^2Z}{dt^2} = \frac{(\rho_e \times \rho_P)}{\rho_P} \times g = \frac{(T_p - T_e)}{T_e} \times g \qquad (4.2)$$

عادة يفضل استخدام درجات الحرارة الافتراضية Tvp و Tve بدلاً من Tp و Te في التعبيرات المتعلقة بدراسة الاستقرار الساكن ، حيث غالبًا ما يتم إهمال الفارق (Tv−T)، إلا في بعض الحسابات المتعلقة بالطبقة الحدية[3].

2−4 الاستقرار وعدم الاستقرار في الغلاف الجوي :

– **الإستقرار**: هو الحالة التي يرتفع فيها جسيم من الهواء الجوي بشكلاديباتيكي، أين يكون أكثر برودة (وبالتالي أكثر كثافة) من الهواء المحيط عند نفس الضغط (الارتفاع) وبالتالي يعود تلقائيًا إلى موضعه الأصلي.

– **عدم الاستقرار**: من ناحية أخرى، هي الحالة التي يرتفع فيها جسيم الهواء الجوي بشكل اديباتيكي، يكون أكثر سخونة (وبالتالي أقل كثافة) من الهواء المحيط عند نفس الضغط (الارتفاع) وبالتالي يستمر في الارتفاع تلقائيًا[3].

بالنسبة لجزيئية هوائية:تعتمد طريقة تحديد إستقرارجزيئية هوائية ، والتي تسمى طريقة الجسيم ، على مقارنة حالة الجسيم المتصاعد مع حالة بيئته[3].

2−4−1 حالة إستقرارلجزيئيةهواء غير مشبع:

نعتبر طبقة من الهواء الغير المشبع في توازن هيدروستاتيكي ، بين مستويين من الضغط P_A و P_B (حيث P_AP_B>)، واللذان يتوافقان مع مستويات الارتفاع Z_A و Z_B (Z_B> Z_A) ، أين درجات حرارة عند القاعدة وفي الأعلى تكونان على التوالي t_A و t_B. يتم تمثيل تغير درجة الحرارة في الطبقة بواسطة القطعة المستقيمة AB. لنفترض وجود جسيم هوائي في قاعدة هذه الطبقة ، في البداية بنفس درجة حرارة وضغط وكثافة الطبقة. لنفترض أيضًا أن الجسيم قد تم رفعه بشكل اديباتيكيمن المستوى P_A إلى مستوى P_B بدون تشبع ، فإن نقطة حالة وصوله لقمة الطبقةتكون عند النقطةC مع درجة حرارة tc[3].

ليكن:

التدرج الحراري الجاف للجسيم: $\Gamma_{aP} = \frac{t_C - t_A}{Z_B - Z_A}$

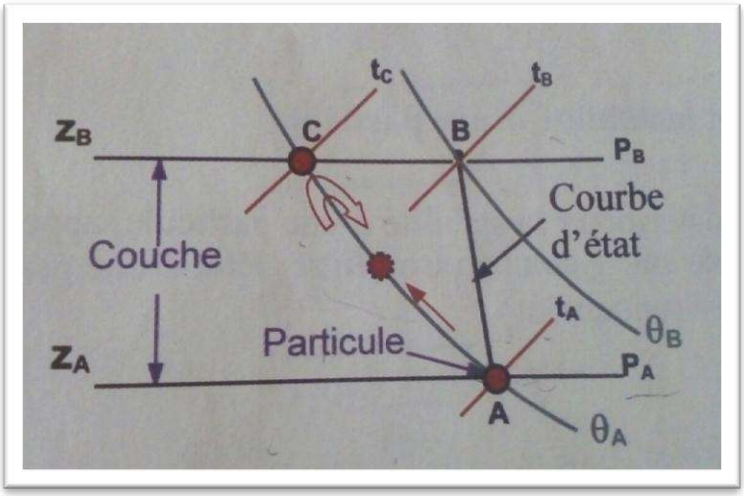
التدرج الحراري الجافللهواء المحيطكما يتم قياسه بواسطة المسبار الراديوي: $\Gamma_{aE} = \frac{t_B - t_A}{Z_B - Z_A}$

قد تظهر إحدى حالات التوازن التالية:

❖ **الحالة الاولى: توازن مستقر لجزيئة الهواء غير مشبع (الشكل 2-6) :**

$t_C<t_B$: لدينا : $\boldsymbol{\theta_A} < \boldsymbol{\theta_B}$ و $\Gamma_{aP} > \Gamma_{aE}$ ويميل منحنى الحالة على يمين الخط الاديباتيكي الجاف الناتج عن A:

عند وصول الجسيم إلى مستوى الضغطP_B ،بدرجة حرارة أقل (وبالتالي كثافة أعلى) من درجة حرارة الهواء المحيط ، فإنه يميل بالتالي إلى العودة إلى مستواه الأصلي: يكون التوازن في هذه الحالة مستقرًا[3].

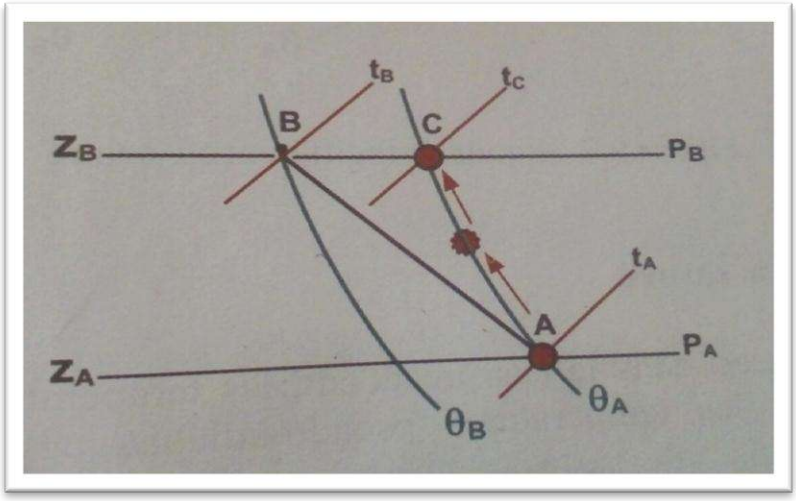


(الشكل 2- 6) توازن مستقر لجزيئة الهواء غير مشبع

❖ **الحالة الثانية : التوازن غير المستقر لجزيئة الهواء غير مشبع (الشكل 2- 7) :**

$t_c > t_B$ لدينا $\boldsymbol{\theta_A} > \boldsymbol{\theta_B}$و$\Gamma_{aP} < \Gamma_{aE}$ويميل منحنى الحالة إلى يسار الخطالاديباتيكي الجاف الناتج عن A:

الجسيم الذي يصل إلى مستوى الضغط P_Bبدرجة حرارة أعلى (وبالتالي كثافة أقل) من درجة حرارة الهواء المحيط ، وبالتالي فإنه سيستمر في الصعود ، و بالتالي التوازن غير مستقر[3].

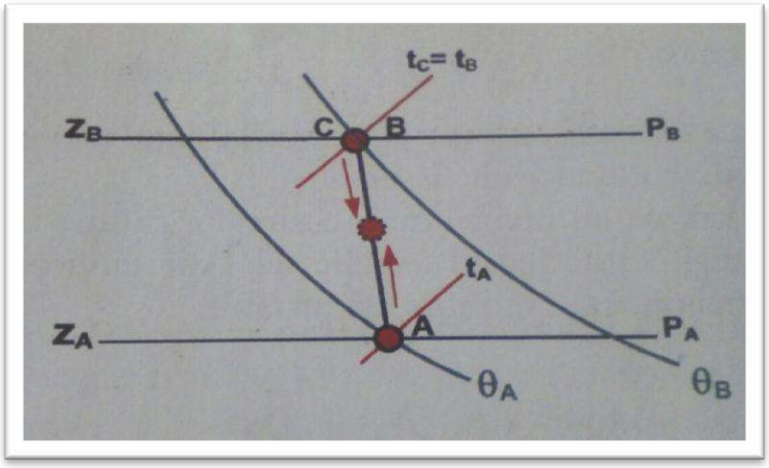


(الشكل 2– 7) توازن غير مستقر لجزيئة الهواء غير مشبع

❖ **الحالة الثالثة : توازن غيرمهتم أو محايد لجزيئة الهواء غير مشبع (الشكل 2– 8):**

$\mathbf{t_c = t_B}$لدينا : $\boldsymbol{\theta_A = \theta_B}$و $\mathbf{r_{aP} = r_{aE}}$:

مهما كان المستوى بين $\boldsymbol{P_A}$ و $\boldsymbol{P_B}$ الذي يصل عنده الجسيم في نهاية الصعود أو الهبوط القسري ، فإن درجة حرارته عند هذا المستوى تساوي دائمًا درجة حرارة الهواء المحيط ، و كثافته أيضًا، لن يميل الجسيم لا إلى الارتفاع. ، ولا الى العودة إلى مستواه الأول: في هذه الحالة التوازن غير مهتم أو محايد. يحدث هذا بعد خلط كتلتين من الهواء أو مزج كتلة واحدة من الهواء في يوم عاصف. يتم توازن الجسيم مع الهواء المحيط عن طريق التبادل الحراري: وبالتالي فإن تصاعدالجسيمليساديباتيكيفي هذه الحالة[3].



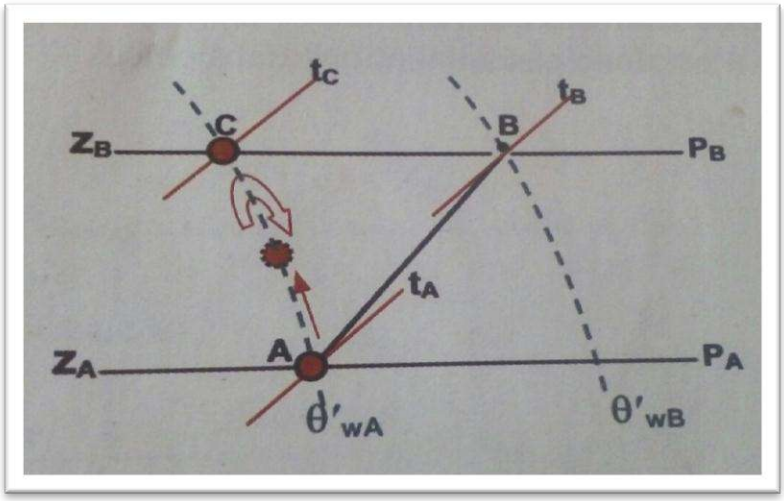
(الشكل 2– 8) توازن غير مهتم او محايد لجزيئة الهواء غير مشبع

2-4-2 حالة توازن الهواء المشبع :

يكفي استبدال في الحالة السابقةدرجات الحرارية الاديباتيكية الكامنة θ بالدرجات الحراريةالاديباتيكية الكامنة الزائفةθ'_W(pseudo-adiabatique)المقاسة بالمحرار الرطب، و تدرجاتالحرارة الجافة Γ_a بواسطة تدرجات الحرارة المشبعة Γ_S. فنصل إلى الحالات التالية :

❖ **الحالة الاولى : توازن مستقر لجزيئة الهواء المشبع(الشكل 2- 9)**

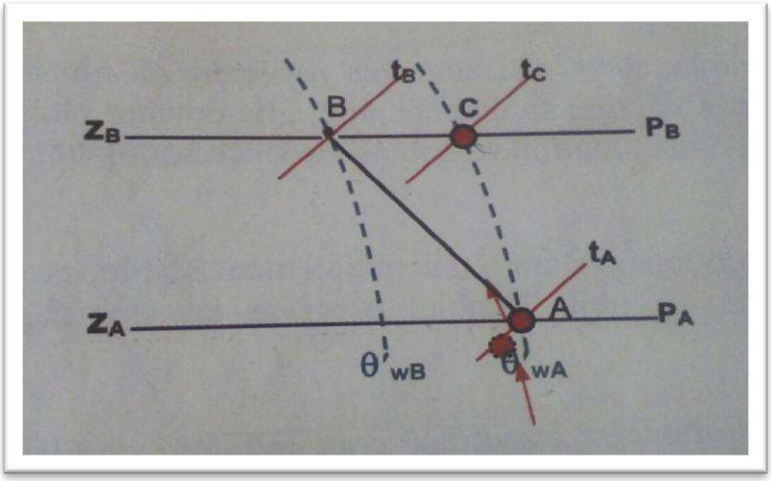
$t_c < t_B$ لدينا $\theta'_{WA} < \theta'_{WB}$ و $\Gamma_{sP} > \Gamma_{sE}$: التوازن مستقر[3].



(الشكل 2- 9) توازن مستقر لجزيئة الهواء المشبع

❖ **الحالة الثانية : التوازن غير المستقر لجزيئة الهواء المشبع(الشكل 2- 10):**

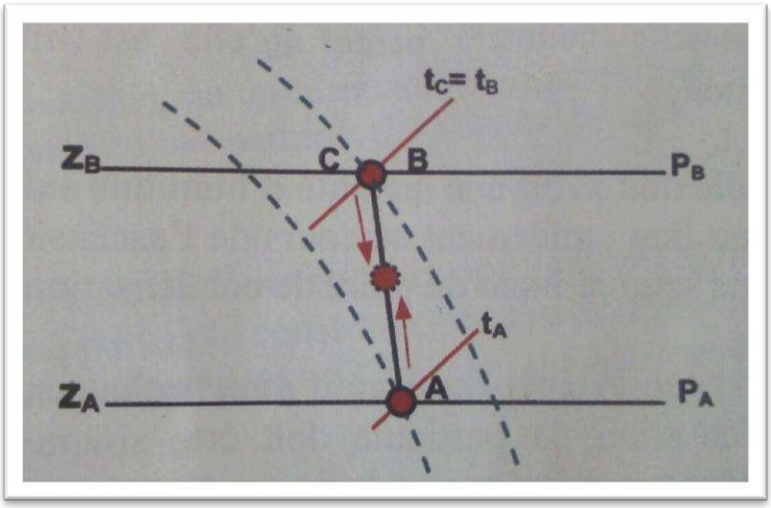
$t_c > t_B$ لدينا $\theta'_{WA} > \theta'_{WB}$ و $\Gamma_{sP} < \Gamma_{sE}$: التوازن غير مستقر[3].



(الشكل 2- 10) التوازن غير مستقر لجزيئة الهواء المشبع

❖ **الحالة الثالثة : توازن غير مهتم أو محايد لجزيئة الهواء المشبع(الشكل 2- 11):**

$t_c = t_B$ لدينا $\theta'_{WA} = \theta'_{WB}$ و $\Gamma_{sP} = \Gamma_{sE}$: التوازن غيرمهتم أو محايد[3].



(الشكل 2- 11) توازن عير مهتم او محايد لجزيئة الهواء المشبع

2-4-3 عدم الاستقرار الشرطي (أو الكامن) لجزيئية هوائية:

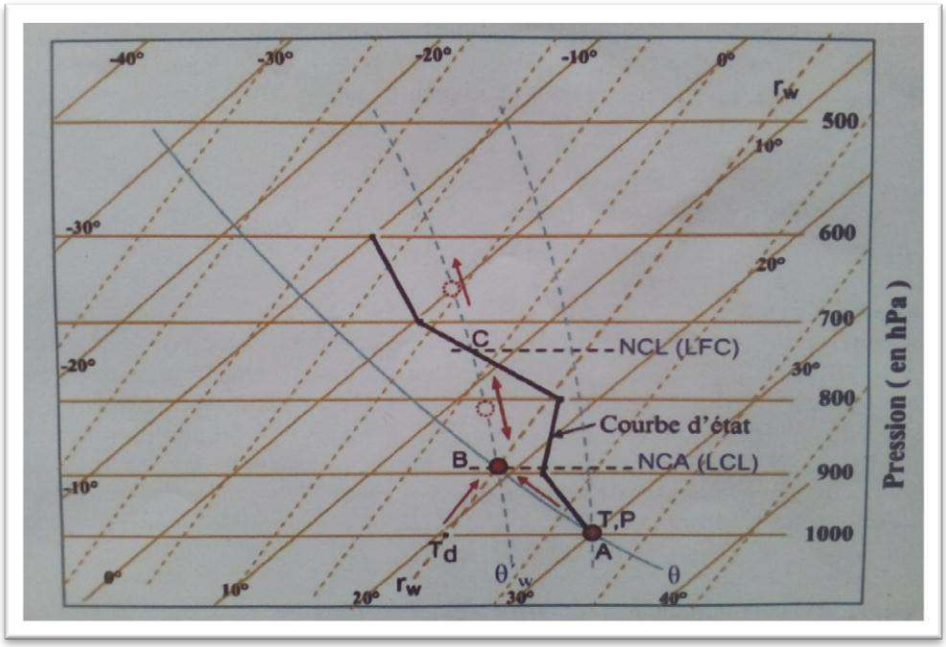
لنعتبرأن جسيمًا من الهواء الجوي غير مشبع في البداية عند النقطةAإذا خضع هذا الجسيم لصعود اديباتيكي إلى مستوى التكثف بالتصاعد(Niveau de Condensation par Ascendance, NCA) الى غاية النقطةB(**الشكل2- 12**)، يصبح الجسيم اكثر برودة من الهواء المحيط اذا استمر بالصعود سيستمر الجسيم في البرودة ولكن هذه المرة وفقاللاديباتيكي المشبع BC، النقطة Cتقاطع الاديباتيك المشبع(adiabatique saturée)الصادر من B معمنحنى الحالة،هذا المستوى هو بالطبع المستوى NCL (Niveau de Convection Libre)المحدد بالنقطةC، عند هذا المستوى تصبح درجة الحرارة الجسيم مساوية لدرجة حرارة الهواء المحيط ويتطلب ارتفاعه من A الى Cتوفير كمية معينة من الطاقة اذا توقف ادخال الطاقة هذا بين A و C فسيعود الجسيم الى موضعه الاصليA،لذلك الجسيم هو مستقر, اذا تلقى الجسيم بمجرد وصوله الى المستوى C مدخلات الطاقة اضافية يصبح اكثر سخونة من الهواء المحيط وبالتالي سيستمر في الصعود تلقائيا وبالتالي يصبح غير مستقر[3].

الجسيمات الصاعدة التي كانت مستقرة في البداية وعندما تصل الى ما فوق المستوىNCL تصبح غير مستقرة يقال انها في حالة استقرار مشروط(او عدم الاستقرار)يستخدم المصطلح "الشرطي " للاشارة ان الجسيم يصبح غير مستقر في ظل الشرطيين التاليين :

- اذا كان مشبعا في البداية او اصبح مشبعا اثناء صعوده.
- اذا تم رفعه الى المستوى حيث يصبح اكثر دفئا من الهواء المحيط.

يسمى عدم الاستقرار الشرطي احيانا " الكامن (المخفي) " او " الكامن الشرطي "لانه مرتبط بالشروط التالية :

- يجب ان يحتوي الجسيم على كمية كافية من الرطوبة بحيث يحدث التشبع بسرعة اثناء الصعودوهذا بحيث يمر الخط الاديباتيكي المشبع الصاعد من نقطة التكثفC عبرالمستوىNCL.
- بالاضافة الى ارتفاع الحمل الحراري بسبب درجة الحرارة الكامنة المنبعثة اثناء التكثف, يجب ان يخضع الجسيم الى القوة الميكانيكية (بسبب مرور جبهة او صعود قسري فوق جبل) كافية لوصول الى المستوى NCLومواصلة الصعود فوق هدا المستوى[3].



الشكل (2– 12) : التمثيل على الرسم التخطيطي للاستقرار / وعدم الاستقرار الشرطي لجسيم الهواء الجوي

2– 5 المستويات الرئيسية التي يمكن الوصول إليها بواسطة جسيم الهواء المرفوع بشكل اديباتيكي :

2– 5–1 مستوى التكثف بالتصاعد

(Niveau de Condensation par Ascendance –NCA)

(Lifting Condensation Level – LCL):

هو مستوى التكثف الذي يصل إليه الجسيم الخاضع لحركة صعودية قسرية. لتحديد هذا المستوى، نتبع الخط الاديباتيكي الجاف انطلاقا من نقطة الحالة السطحية إلى غاية تقاطعه مع الخط الثابت لنسبة

الاختلاط(rapport de mélange, r) الصادر من نقطة الندى الموافقة لنقطة الحالة. مستوى نقطة التقاطع هو المستوىNCA. هذا المستوى يتوافق مع مستوى قاعدة السحب الطبقية[3].

2-5-2 مستوى التكثف بالحمل الحراري

(Niveau de Condensation par Convection, NCC)

:(Convective Condensation Level, CCL)

هومستوى التكثف الناتج عن الحمل الحراري لجسيم هوائي انطلاقا من سطح الأرض. يتم تحديده بإتباعالخط الثابت لنسبة الاختلاطالمشبعالصادر من نقطة الندى للجسيم إلى غاية تقاطعها مع منحنى الحالة. مستوى نقطة التقاطع هو NCC. هذا المستوى هو مستوى قاعدة السحب ذات التطور الرأسي المعتبر أو السحب التراكمية[3].

2- 5-3 مستوى الحمل الحراري الحر

(Niveau de Convection Libre, NCL)
(Level of Free Convection, LFC)

هو المستوى الذي انطلاقا منه يصبح جسيم الهواء المرتفعاديباتيكي أكثر سخونة من الهواء المحيط. لتحديد ذلك، نتبع الخط الاديباتيكي الزائف (pseudo-adiabatique) الصاد من المستوىNCA إلى غاية تقاطعه مع منحنى الحالة.هذا المستوى هوالمستوىNCL[3].

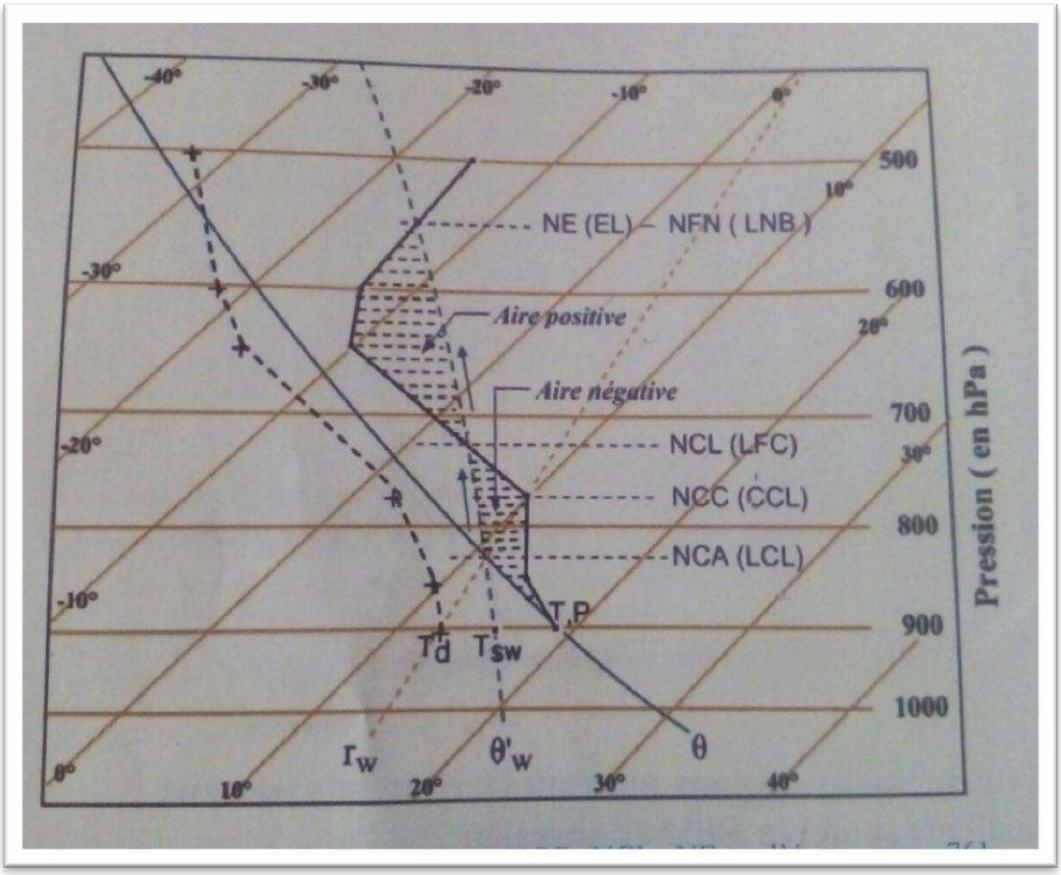
2- 5-4 مستوى التوازن

(Niveau d'équilibre, NE)

:(EquilibriumLevel, LE)

هو المستوى الذي تصبح عنده درجة حرارة جسيم الهواء الصاعد نتيجة للحمل متساوية مع درجة حرارة الهواء المحيط، يستخدم هذا المستوى لتحديد الهدف الأقصى للسحب. لتحديد مستواه، نتبع pseudo-adiabaticالمشبع الصادرمن المستوىNCL حتى تقاطعه مع منحنى الحالة. مستوى نقطة التقاطع هو NE[3].

الشكل (2-13) التاليبين مختلف المستويات السالف ذكرها (NCA و NCC و NCL و NE)على المخطط البياني émagramme 761 .



(الشكل 2–13): تحديد NCA و NCC و NCL و NE على المخطط البياني émagramme761

2– 6 مؤشرات الاستقرار:

يتم في الأرصاد الجوية استخدام ما يسمى بمؤشرات الاستقرار أو مؤشرات تطور العاصفة الرعدية، كمؤشرات بسيطة لاحتمالية عدم استقرار الحمل الحراري. هذه المؤشرات التجريبية تجعل من الممكن تقييم مخاطر حدوث الظروف العاصفة، ومع ذلك بعد أن تم إنشاء هذه المؤشرات تجريبياً من قبل باحثين مختلفين لأماكن مختلفة جغرافياً ، تختلف قيم المؤشرات لاحتمالية نفس شدة الاستقرار / عدم الاستقرار (منخفضة ، معتدلة ، عالية ، إلخ) ، من باحث لآخر ومن منطقة جغرافية إلى أخرى. يجب أن نضيف إلى ذلك أنه لا يزال يتعين علينا إعطاء معنى كمي لهذه الكلمات ضعيف ، معتدل ، قوي ، إلخ ... ، وأن نعدل هذه المؤشرات وفقًا للظروف المحلية. من بين هذه المؤشرات ، يمكن تمييز المؤشرات التالية بشكل خاص[3].

2-6-1 مؤشر استقرار شوالتر Is (Showalter, 1953)

مؤشر **استقرار** شوالتر (Is) هو أحد مؤشرات استقرار الجو التي تعطي مؤشرًا على احتمال حدوث العواصف الرعدية بالإضافة إلى إمكانيةتوليد أمطار غزيرة في عاصفة رعدية.هذا المؤشر يعتبر من أكثر المؤشرات استخدامًا[7]. يمكن حساب مؤشر شوالتر كما يلي:

$$I_S = t - t' \qquad \text{(en °C)} \qquad (5.2)$$

حيث :

t = درجة حرارة الهواء المحيط ، الذي يقرأمن منحنى الحالة عند مستوى 500hPa.

t' = درجة الحرارة التي تم الوصول إليها ، عند مستوى 500 hPa ، للجسيم المنطلقمن مستوى 850 hPa ، بعد ارتفاع اديباتيكي، إلى نقطة التكثف ، ثم المواصلة باتباع الاديباتيكيالزائف(pseudo-adiabatique)الى غاية المستوى 500 hPa.

معايير الاستقراروعدمالاستقرار لمؤشر شوالتر (Source :J. P. Triplet ; G. Roche(1986))موضحة في الجدول [1.2].

الجدول [1.2]: معايير الاستقرارو عدم الاستقرار بحسب مؤشر شوالتر

لا زخات أو عواصف رعدية	$I_S > +3$
احتمالية زخات مطر وعواصف رعدية	$+1 < I_S < +3$
خطر حدوث زخات وعواصف رعدية	$-3 < I_S < +1$
احتمال كبير لعواصف رعدية قوية	$-6 < I_S < -3$
إعصار	$I_S < -6$

2- 6- 2 مؤشرات استقرار غالوايI_A(1956) :

يعد مؤشر Galway أحد مؤشرات استقرار الهواء الذي يعطي مؤشرًا على إمكانية حدوث عواصف رعدية، وكذلك على احتمال تسببها في حدوث ظواهر عنيفة (البَرَد، إعصار ، أمطار غزيرة في عاصفة رعدية). تم اقتراحه من قبل عالم الأرصاد الجوية الأمريكي جوزيف ج. جالواي في عام 1956 لاستخدامه كمنبئ في التنبؤ بالعواصف الرعدية الشديدة[8]. المؤشر يُعطى بالصيغة التالية:

$$I_A = t - t' \text{(en °C)} \qquad (6.2)$$

حيث:

t = درجة حرارة الهواء المحيط المأخوذة من منحنى الحالة عند مستوى 500 hPa.

t' = درجة الحرارة التي تم الوصول إليها بعد ارتفاع اديباتيكي حتى المستوىNCA ، ثم اديباتيكيزائفا إلى مستوى 500 hPa بواسطة الجسيم الموجود في المستوى المتوسط للطبقة (الأرض –914 م ، أو 3000 قدم) من السبر ، مع نسبة خلط ، متوسط نسبة الخلط r للطبقة ودرجة حرارة درجة الحرارة القصوى المتوقعةT_Xلليوم التالي. إذا لم يكن من المتوقع حدوث احترار خلال النهار ، يتم أخذ متوسط درجة الحرارة المحتملة للطبقة في الاعتبار بدلاً من T_Xعندئذٍ تكون معايير الاستقرارو عدم الاستقرار هي نفسها تلك المستخدمة لمؤشر شوالتر[3].

منذ إنشاء هذا المؤشر، تم استخدام العديد من المتغيرات لتحديد كل من سمك الطبقة السطحية والجسيمات المراد رفعها من هذه الطبقة. يمكن ذكر المتغيرات التالية على وجه الخصوص:

1. جسيم على الأرض له نسبة خلط متوسط نسبة الخلط r في طبقة sol–1000 m، وكدرجة حرارة أعلى درجة حرارة متوقعة X لليوم القادم ((Source :J. P. Triplet ; G. Roche(1986))
2. جسيم له نسبة خلط متوسط نسبة الخلط r في طبقة sol–50 hPa ، وكدرجة حرارة متوسط درجة الحرارة المحتملة للطبقة ((Sadowski and Rieck (1977))
3. الجسيم الذي له نسبة خلط متوسط نسبة الخلط r في طبقة sol –100 hPa، وكدرجة حرارة أعلى درجة حرارة متوقعة X لليوم التالي ((Prosser and Foster (1966)).

هناك مؤشر رفع آخر قريب من مؤشر شوالتر هو مؤشر الرفع LI (Lifting Index) المعطى بالصيغة التالية:

$$LI = T_5 - T_S \qquad \text{(en °C)} \qquad (7.2)$$

T_5 = درجة حرارة الترمومتر الجاف (للهواء المحيط) عند 500 hPa.

T_S = درجة حرارة الجسيمات السطحية ترتفع بشكلاديباتيكي إلى مستوى 500 hPa.

تعرف شروط الاستقراروعدم الاستقرار لمؤشرغالوايعلى النحو التالي ، الجدول (3.2):

الجدول (3.2) : معايير الاستقرارو عدم الاستقرار حسب مؤشر غالواي

عدم استقرار منخفض	$\mathbf{0} > LI \geq -3°C$
احتمال حدوث عواصف رعدية	$\boldsymbol{-3 \geq LI \geq -5°C}$
معتدلة إلى قوية العواصف الرعدية	$\boldsymbol{-5 \geq LI \geq -7°C}$
عواصف رعدية شديدة	$\boldsymbol{-7°C} > LI$

[3]

2-6-3 مؤشرات KI :

يعتبر مؤشر (KI) مفيدًا بشكل خاص لتحديد البيئات الحملية والبيئات المنتجة للأمطار الغزيرة .يأخذ حسابه في الاعتبار التوزيع الرأسي لكل من الرطوبة ودرجة الحرارة .لا يتطلب مخططًا منحرفًا على شكل حرف T ؛ يتم حسابه ببساطة من درجات حرارة عند 850 و 700 و hPa500ونقاط الندى عند 850 و 700 hPa. كلما زادت الرطوبة وزاد اختلاف درجة الحرارة بين 850-500 ، زاد KI وإمكانية الحمل الحراري[5]. تعطى بالصيغة التالية :

$$\mathbf{KI = (T_{850} - T_{500}) + T_{D850} - (T_{700} - T_{D700})(8-2)}$$

عتبات الاحتمالية لهذا المؤشر موضحة في الجدول التالي (4.2):

الجدول (4.2): احتمالات حدوث العواصف الرعدية في كتل هوائية حسب مؤشر KI.

احتمال 0٪	$KI < 15$
20 % احتمال	$15 < KI < 20$
20 à 40احتمال	$20 < KI < 25$
40 à 60 %احتمال	$25 < KI < 35$
60 à 80 %احتمال	$30 < KI < 35$
80 à 90 %احتمال	$35 < KI < 40$
90%احتمال أكبر من	$KI > 40$

[3]

2- 6- 4 المؤشر الإجمالي - الإجمالي TTI(Total – Total Index) :

يعتبر مؤشر TTI أحد مؤشرات استقرار الهواء الذي يعطي مؤشراً على احتمال حدوث العواصف الرعدية بالإضافة إلى احتمالية حدوث ظواهر عنيفة (البَرَد ، الإعصار ، الأمطار الغزيرة، ...) يحاول المؤشر الجمع بين تأثير تدرج درجة الحرارة في الطبقة بين 850 و 500 hPa(طبقة التروبوسفير) ، حيث تتطور العواصف الرعدية ، وتأثير تدرج الرطوبة في نفس الطبقة يجب أن يعطي هذا فكرة عن عدم استقرار وتوافر بخار الماء لتكوين السحابة. تكمن ميزة هذا المؤشر في أنه يستخدم البيانات مباشرة من المسبار اللاسلكي أو نماذج التنبؤ العددي دون رفع الحمل الحراري كما هو الحال في مؤشر ***LI***[12].

يعطى بالصيغة التالية :

$$\boldsymbol{TT = T_{850} + T_{d850} - 2(T_{500})}\textbf{(en °C)} \qquad (9.2)$$

حيث: $\boldsymbol{T_{850}}$: درجة حرارة الهواء عند 850 hPa.

$\boldsymbol{T_{d850}}$: درجة حرارة نقطة الندى عند 850 hPa.

$\boldsymbol{T_{500}}$: درجة حرارة الهواء عند 500 hPa.

اليك معايير احتمالية العواصف الرعدية ل TTI في الجدول (5.2) أدناه:

جدول (5.2): معايير احتمالية العواصف الرعدية حسب مؤشر TTI.

من غير المحتمل حدوث عواصف رعدية	$43°C > TTI$
عواصف رعدية معزولة	$44 \geq TTI \geq 43°C$
عواصف رعدية متفرقة	$46 \geq TTI \geq 45°C$
عواصف رعدية متفرقة / عواصف رعدية قوية معزولة	$48 \geq TTI \geq 47°C$
عواصف رعدية قوية معزولة / قليل من الأعاصير المعزولة	$50 \geq TTI \geq 49°C$
العديد من العواصف الرعدية القوية المتفرقة / عدد قليل من الأعاصير القوية المعزولة	$52 \geq TTI \geq 51°C$
العديد من العواصف الرعدية القوية / الأعاصير القوية المتفرقة	$56 \geq TTI \geq 53°C$
مجموعات منالأعاصيرالمحتملة	$TTI > 56°C$

[3]

2- 6- 5 مؤشر SWEAT:

مؤشر SWEAT اومؤشر خطر الطقس القاسي هو أحد مؤشرات استقرار الهواء الذي يوفر احتمالية حدوث العواصف الرعدية بالإضافة إلى توليد الظواهر العنيفة المصاحبة (البَرَد ، العاصفة الهبوط ، الإعصار ، المطر ، السيول الغزيرة تحت العاصفة)على عكس المؤشرات مثل l'indice LI و Showalter، فإن هذا المؤشر لا يأخذ فقط في الاعتبار قيم درجة الحرارة ونقطة الندى لحساب إمكانات العواصف الرعدية ، بل يستخدم أيضًا مقياسًا للقوى الديناميكية باستخدام سرعات الرياح عند 850 و 500 hPa ، والمصطلح الذي يمثل القص الاتجاهي بين هذين المستويين. كما يأخذ في الاعتبار مؤشر TT والمصطلح الذي يمثل رطوبة منخفضة المستوى. تُستخدم هذه البيانات ، المستمدة من المسبار اللاسلكي في التنبؤ بالعواصف الرعدية الشديدة[12].يتم حساب مؤشر SWEAT على النحو التالي :

$$\boldsymbol{SWEAT = 12 * T_{d850} + 20 * (TTI - 49) + 2 * f_{850} + f_{500} + 125 * [\sin(dd_{500} - dd_{850}) + 0.2]} \quad (10.2)$$

حيث: $\boldsymbol{T_{d850}}$: درجة حرارة نقطة الندى عند 850 hPa بالدرجة المئوية

$(\text{si} T_{d850} < 0 \; ; \; 12 * T_{d850} = 0)$

TTI : المؤشر الإجمالي الكلي بالدرجة المئوية. $(\text{si } TTI < 49 \; ; 20(t - 49) = 0)$

إذا كان $\mathbf{(dd_{500} < dd_{850})}$، $\mathbf{125[\sin(dd_{500} - dd_{850}) + 0.2]=0}$

$\boldsymbol{f_{850}}$ = سرعة الرياح عند 850 هكتوبسكالبالعقدة.

$\boldsymbol{f_{500}}$ = سرعة الرياح عند 500 hPa ، بالعقدة.

$\mathbf{\sin(dd_{500} - dd_{850})}$= جيب الاختلاف بين اتجاهات الرياح عند 500 و 850 hPa

تكون معايير العاصفة كما يلي، انضر الجدول (6.2) :

جدول (6.2) : معايير العواصف الرعدية حسب مؤشر SWEAT.

عواصف رعدية غير مرجحة	< 272
عواصف رعدية معزولة ؛ خطر ضعيفلحدوث عواصف رعدية قوية	273 à 299
الحد الأدنى لحدوث العواصف الرعدية الشديدة ؛ مخاطر معتدلة لحدوث عواصف رعدية قوية	300 à 400
عدد قليل من العواصف الرعدية القوية مصحوبة بأعاصير متفرقة ؛ مخاطر عالية	401 à 600
أعاصير منعزلة؛ مخاطر عالية	601 à 800

2- 6- 6 مؤشرا CAPE و CINE:

مؤشر آخر يستخدم لتقييم مخاطر حدوث حالات العواصف الرعدية هو ما يسمى "مؤشر الطاقة المحتملة للحمل الحراري، والمعروف باسم الطاقة الكامنة المتاحة بالحمل الحراري (Convective AvailablePotentialEnergy, CAPE). يمثل هذا الاخير مقدار الطاقة الكامنة في شكل حرارة كامنة يمكن إطلاقها بواسطة جزيء من الهواء الجوي نتيجة للتكثيف ، ثم تحويلها إلى طاقة حركية تسمح للجسيم بتسريع صعوده. يتم تعريفه من خلال تكامل المعادلة (4.2) ويتم التعبير عنه بالجول لكل كيلوغرام $(J.K_g^{-1})$ تختلف الحدود الدنيا والعليا للتكامل من دراسة إلى أخرى ، ولكن عادةً ما يتم اختيار مستويات NCL و NE وفي هذه الحالة يتم كتابة التكامل باستخدام درجة الحرارة الافتراضية[3]:

(11.2)

على عكس CAPE، نحدد أيضًا ما يسمى بمؤشر طاقة تثبيط الحمل الحراري Convective) . Inhibition Energy, CINE). حيث يعتبر CINE مقدار الطاقة لكل وحدة كتلة يجب توفيرها لجسيم للتغلب على قوة الطفو السلبية التي تمارس عليه ، والوصول إلى مستوى NCL. يتم تقديمها من خلال التكامل التالي:

فيالرسم البياني الديناميكي الحراري ، يكون CAPE متناسبًامع السطحالمحصور منحنى حالة للهواء المحيط و الخط الثابت θ'_Wالصادر من نقطة تكثف الجسيم السطحي ، من ناحية ، والمستويات NCL و NE ، من ناحية أخرى ، أو بشكل أكثر بساطة ، الهواء بين مسار جسيم السطح في حالة عدم الاستقرار الشرطي ومنحنى الحالة ومستويات NCL و NE. هذا الهواء يسمى المنطقة الإيجابية (الشكل 2-13). يتناسب CINE مع المنطقة الواقعة بين منحنى الحالة والمسار الذي يتبعه جسيم السطح الذي يتم رفعه بشكل اديباتيكيإلى مستوى NCL. هذه المنطقة تسمى المنطقة السلبية[3].

الآن ، بدمج معادلةالتوازنالهيدروستاتيكي:

$$\boldsymbol{dP = -\rho_e \times g \times dz} \quad \textbf{(13.2)}$$

و معادلةحالة الغاز المثالية للهواء الرطب المحيط بدرجة حرارة افتراضيةTve:

$$\boldsymbol{P = \rho_e \times R_a \times T_{Ve}} \quad \textbf{(14.2)}$$ و منه:

$$dP = -\rho_e \times g \times dz \; et \; P = \rho_e \times R_a \times T_{Ve} = \rho_e \times R_a \times T_{Ve}$$

$$dz = -\frac{dP}{\rho_e \times g} = -\frac{Ra \times T_{Ve}}{g} \times \frac{dP}{P} \quad (15.2)$$

من خلال استبدال ، في المعادلتين **(11.2)** و**(12.2)**، dz بقيمته أعلاه ، تصبح هذه المعادلات:

$$CAPE = -R_a \times \int_{P_{NCL}}^{P_{NE}} (T_{VP} - T_{Ve}) \times \frac{dP}{P} = -R_a \times \int_{P_{NCL}}^{P_{NE}} (T_{VP} - T_{Ve}) \times dLog_n P \quad (16.2)$$

$$CINE = -R_a \times \int_{P_{Surface}}^{P_{NCL}} (T_{VP} - T_{Ve}) \times \frac{dP}{P} = -R_a \times \int_{P_{Surface}}^{P_{NCL}} (T_{VP} - T_{Ve}) \times dLog_n P \quad (17.2)$$

تختلف معايير أحداث العواصف الرعدية باستخدام CAPE، كما هو الحال مع المؤشرات الأخرى من دراسة إلى أخرى، كما يجب تعديلها وفقًا للظروف المحلية. من بين هذه المعايير نجدها في الجدول (7.2) التالي:

الجدول (2.7):معايير العواصف الرعدية للمؤشر CAPE

الاستقرار / عدم الاستقرار	**CAPE** $(J.K_g^{-1})$
استقرار	$0 > CAPE$
غير مستقر هامشيًا	$1000 \geq CAPE \geq 0$
غير مستقر إلى حد ما	$2500 \geq CAPE \geq 1000$
غير مستقر	$3500 \geq CAPE \geq 2500$
غير مستقر للغاية	$CAPE > 3500$

الفصل الثالث

المخططات الترموديناميكية لدراسة الاستقرار الجوي

المخططات الترموديناميكية لدراسة الاستقرار الجوي

3-1 مقدمة:

المخططاتالترموديناميكية أو الديناميكية الحرارية تستخدم بشكل خاص في علم الأرصاد الجوية لتحليل الحالة الفعلية المحلية للغلاف الجوي المستمدة من المسابير الراديوية،و التي يتم الحصول عليها باستخدام بالون الطقس [13]. من خلال التوزيع الراسي(profil vertical) للعناصر الفيزيائية الجوية كالضغط الجوي، درجة الحرارة، سرعة الرياح واتجاهها وأخيرا الرطوبة التي من خلال فحص تغيراتها يحدد استقرار أوعدم استقرار طبقات الغلاف الجوي السفلية[3].

من انواع المخططات الديناميكية الحرارية المستخدمة في علم الأرصاد الجوينجد مخططاتSKEW-T، التيفيغرام(Téphigram)،والإماغرام (Emagram) .في هذا الفصل سنركزبشكل خاص عن المخطط المستعمل في دراستنا و هو الإماغرام، حيث سنذكرأنواعه وكيفية استخدامه [1] و لكن بعد أن نعطي نبذة عامة عن المخططات الديناميكية الحرارية المستعملة في الأرصاد الجوي.تملئ هذه المخططات بشكل عام ببيانات من مسوحات المسبار اللاسلكي التي يتم إجراؤها عند منتصف الليل (00h00 TU) و منتصف النهار(12h00 TU).

3-2 المخططات الديناميكية الحرارية في الأرصاد:

يجب أن يحتوي الرسم البياني الديناميكي الحراري على الخصائص الأربعة للبنية الرأسية للغلاف الجوي،تُستخدم المخططات الديناميكية الحرارية لإعطاء تصور بياني لغالبية التحولات التي يمكن أن يمر بها الهواء (متساويالضغطisobare ؛ متساويدرجة الحرارةisotherme ؛ اديباتيكيadiabatique؛شبهاديباتيكيpseudo-adiabatique)، التي لا يمكن الاستغناء عنها لفهم تشكل السحب وهطول الامطار، وتظهر على شكل شبكة من الخطوط المتساوية الخصائص [3]. ان المخططات الديناميكية الحرارية يجب ان تخضع لمجموعة من المعايير، بحيث:

أ) يجب أن تكون المنطقة المحددة بالخطوط التي تمثل أي عملية دورية متناسبة مع التغير في الطاقة أو الجهد المبذول

ب) يجب أن تكون أكبر عدد ممكن من الخطوط التي تمثل التحولات الأساسية عبارة عن خطوط مستقيمة

ج) يجب أن تكون الزاوية بين الخطوط المتساوية درجة الحرارة و الخطوط الاديباتيكية الجافة كبيرة قدر الإمكان

د) في الغلاف الجوي السفلي، يجب أن تشكل الخطوط الاديباتيكية الجافة زاوية ملحوظة مع الخطوط الاديباتيكية المشبعة

يمكننا التفكير في استخداممخطط(P)،V أو (α،P)، حيث P الضغط،V الحجم و α الحجم الكتلي. في الواقع، يتم تعريف العمل الأولي لغاز كتلتهالوحدة (m=1kg) من خلال:

$$\boldsymbol{dW = -P \times d\alpha (1.3)}$$

يُعطى الجهد الذي يقوم به هذا الغاز أثناء دورة (أو تحويل مغلق) من خلال:

$$\boldsymbol{W = -\int P \times d\alpha = \int Y \times dX (2.3)}$$

بأخذ إحداثيات **X** و **Y** تتناسب مع **α** و **P** على التوالي،فانه في الرسم التخطيطي (α،P) ، يتناسب العمل جيدًا مع المنطقة التي يحدها المنحنى المغلق الموضح في هذا الرسم البياني ، ويتم استيفاء الخاصية (أ) أعلاه. ومع ذلك ، فإن المتغيرين **V** أو **α** غير قابلين للقياس ، فانهيفضل في علم الرصد الجوي، استخدام المتغيرين**P** و **T**لأنهما موضوع قياسات فيزيائية مباشرة. لكن لا يمكننا استخدام **P** و **T** بطريقة عشوائية ونتوقع أن تكون المنطقة متناسبة مع العمل[3].

لنفترض أن **X** و **Y** هما فاصلة و رتبة جملة محاور، ونفترض أن **X** وYكلاهما متغيرات جوية. لكي يكون السطح مساويًا للعمل في التحول الدوري، يجب أن يكون لدينا[3]:

$$\boldsymbol{-\int P \times d\alpha = \int Y \times dX \quad (3.3)}$$

أو

$$\boldsymbol{\int (P \times d\alpha + Y \times dX) = 0 \qquad (4.3)}$$

المقدار $\boldsymbol{\int (P \times d\alpha + Y \times dX)}$ هو فارق دقيق، لذلك ، وفقًا لعلاقة أويلر التبادلية ، يمكننا أن نكتب:

$$\boldsymbol{\left(\frac{\partial P}{\partial X}\right)_\alpha = \left(\frac{\partial Y}{\partial \alpha}\right)_X (5.3)}$$

لذلك يمكننا اختيار أي قيم لـ **X** و **Y** ، بشرط أن تلتزم بالعلاقة أعلاه ، ستكون المساحة متناسبة مع الجهد في الرسم التخطيطي الخاص بنا.

المخططات المستخدمة بكثرة هي كما يلي:

– مخططStüve ذا الاحداثيات T)($-P^{R/c_P}$

–مخطط Tephigramذا الاحداثيات($T-log_n\theta$)الذي قدمه Napier Shaw ، و الذي يبين العلاقة بين درجة الحرارة الكامنة θ والانتروبيالكتلي(S) ، المعطاة بواسطة المعادلة:

$$dS = c_P \times dLog_n\theta \quad (6.3)$$

لقد استخدم الرمز**ϕ**(phi)للأنتروبيS، ولهذا السبب يسمى هذا الرسم التخطيطي (**ϕ،T**) ، أو اختصار Tephigram

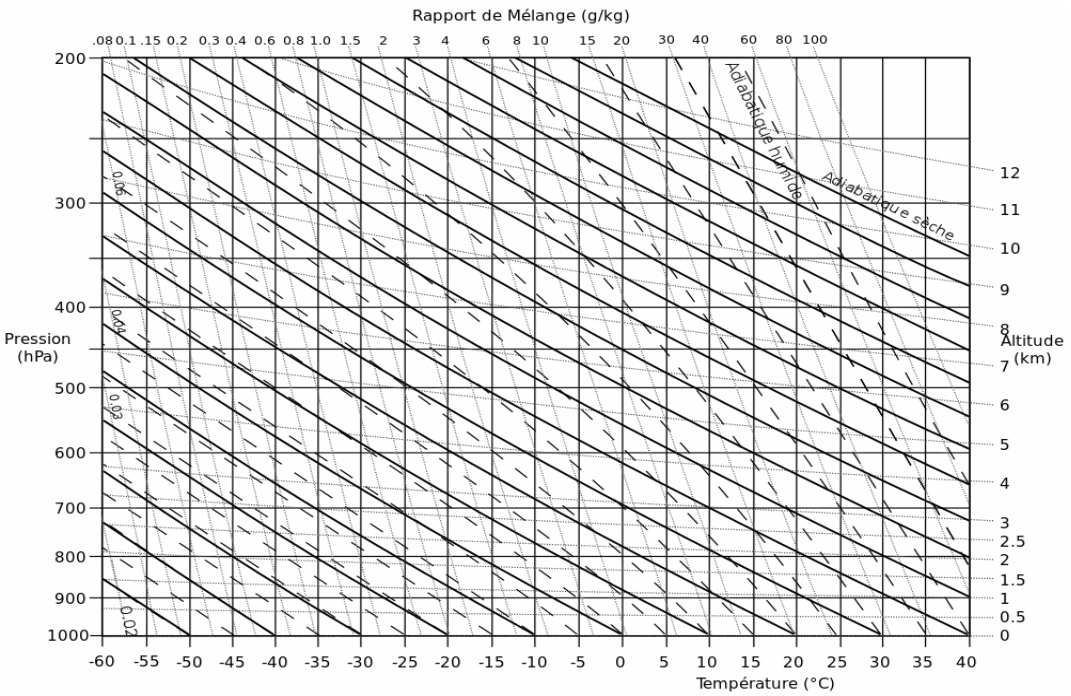
– المخطط Emagramذا الاحداثيات،$(T - Log_nP)$، والذي يأخذ اسمه من اختصار "مخطط الطاقة لكتلةالوحدة"(Energy of unit mass diagram)

3-3الإماغرام(Emagram):

مخططات الإماغرام من المخططات المستخدمة في الأرصاد الجوية لوص فالحالة الحرارية لطبقة التروبوسفير عموديا من خلال معرفة الضغط الجوي، محتوى بخار الماء و درجة الحرارة؛مما يسمح من تحليل الاستقرار الرأسي للجو، وتحديدتصور لعمليات التكثف (تشكل السحاب) انطلاقا من قياسات المسبار اللاسلكي [14].

3-3-1الإماغراما لأصلي:

تم تطوره من من قبل هاينريش هيرتز(HEINRICH HERTZ) في سنة 1884م في شكله الأصلي، انضر **الشكل (26.3)**. يتم استخدامه في الغالب في أوروبا،من خلال رسم درجة الحرارة ونقطة الندى (point de roséé) على الرسم البياني، يمكن حساب ثبات الهواء والطاقة المحتملة للحمل الحراري(CAPE)[16].



الشكل (26.3):الإماغراماالاصلي

الرسم البياني يوضح حالة الغلاف الجوي ويتنبأ بتطوره المحتمل خلال اليوم، في مكان معين، و على مستويات مختلفة. الرسم البياني المذكورة أعلاه تم تصميمه بأخذ **X = T**، وهذا يعني [3]:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{\alpha} = \left(\frac{\partial Y}{\partial \alpha}\right)_{T} (7.3)$$

باستخدام معادلة الغاز المثالية للحالة للهواء الجاف بالشكل:

$$P \times \alpha = R \times T \Rightarrow \quad \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{\alpha} = \frac{R_a}{\alpha} \qquad (8.3)$$

المعادلة **(7.3)** تصبح:

$$\left(\frac{\partial Y}{\partial \alpha}\right)_{T} = \frac{R_a}{\alpha} (9.3)$$

مما يعطي، من خلال التكامل فيما يتعلق بالمتغير **α**:

$$Y = R_a \times Log_n \alpha + F(T) (10.3)$$

اين $F(T)$ دالة غير محددة. من معادلة حالة الغازات المثالية للهواء الجاف نشتق أيضًا:

$$Log_n \alpha = -Log_n P + Log_n R_a + Log_n T \ (11.3)$$

باستبدال $Log_{n\alpha}$ في المعادلة **(10.3)** بقيمتها المأخوذة من المعادلة أعلاه ، سيكون لدينا:

$$Y = -R_a Log_n P + [R_a Log_n R_a + R_a Log_n T + F(T)] \qquad (12.3)$$

نظرًا لأن**F(T)**غير محدد، فيمكننا إعطائها القيمة:

$$F(T) = -R_a \times Log_n P + R_a \times Log_n T \quad (13.3)$$

تصبح المعادلة (12.3)بعد ذلك:

$$Y = -R_a \times Log_n P \quad (14.3)$$

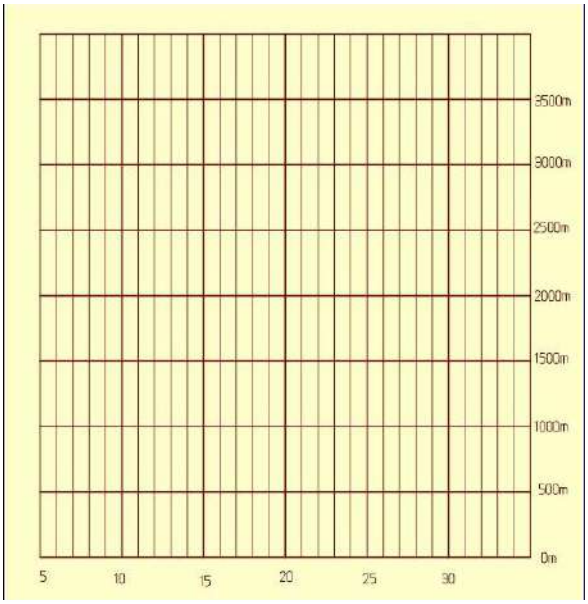
إذن ، بالنسبة إلى الرسم البياني ، الإحداثيات هي: **X = T و منه:**

$$Y = -R_a \times Log_n P \quad (15.3)$$

3-3-2 الإماغرام90درجة:

محور الضغط هو المحور الرأسي المعبر عنه بالمليبار(**mbar**) أو الهيكتوباسكال(**hPa**). التباعد هو لوغاريتمي ، أي المسافة بين الضغط **P2**والضغط عند المستوى(P_{1000})**1000 hPa**هي:($\log(P_{1000})$ **log (P2** – بما أن تغير الضغط مع الارتفاع لوغاريتمي ، يمكن إضافة التناظر الخطي للارتفاع بالكيلومترات إلى المحور الرأسي باستخدام افتراض الغلاف الجوي القياسي.

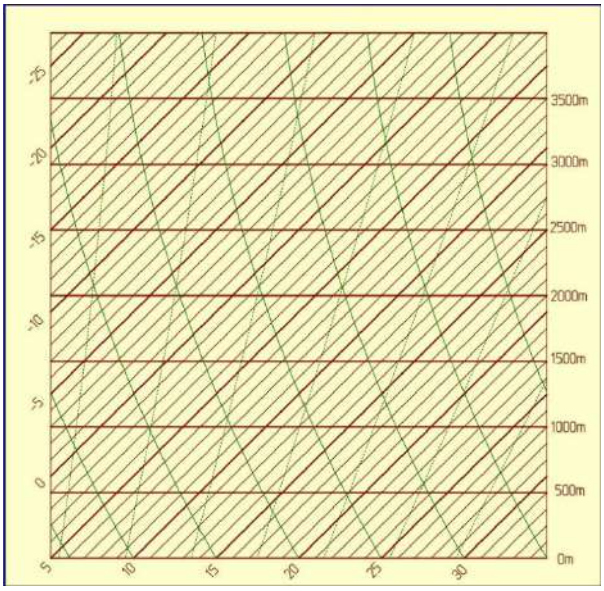
المحور الأفقي هو محور متساوي درجة الحرارة وهو خطي. في حالة الرسم البياني الأصلي، يكون هذا المحور متعامدًا مع الضغوط، انظر **الشكل (27.3)**[17].



الشكل (27.3): خطوط المتساوية الضغط و درجة الحرارة في الإماغرام 90 درجة.

3-3-3الإماغرام 45درجة:

نظرًا لانخفاض درجة الحرارة سريعا في الطبقات العليا للتروبسفير، في مخطط بزاوية 90 درجة ، يميل منحنى الحالة إلى اليسار ويخرج من الورقة بسرعة. حتى يكون منحنى الحالة عموديًا بشكل ملحوظ،فانه اقترح الشكل المائل للخطوط المتساوية درجة الحرارة.في هذا الرسم البياني، تكونخطوط درجة الحرارة زاوية إلى اليمين بمقدار 45 درجة مع الرأسي، الشكل (28.3). ميل خطوط درجة الحرارة يجعل من الممكن رسم درجات الحرارة المنخفضة ونقاط الندى على ارتفاع أكبر على ورقة ذات حجم مكافئ لتلك الموجودة في الرسم البياني الكلاسيكي [17]. نلاحظ أيضا ان الخطوط المتساوية نسب الخلط (iso_rw) تميل راسيا قليلا لليمين



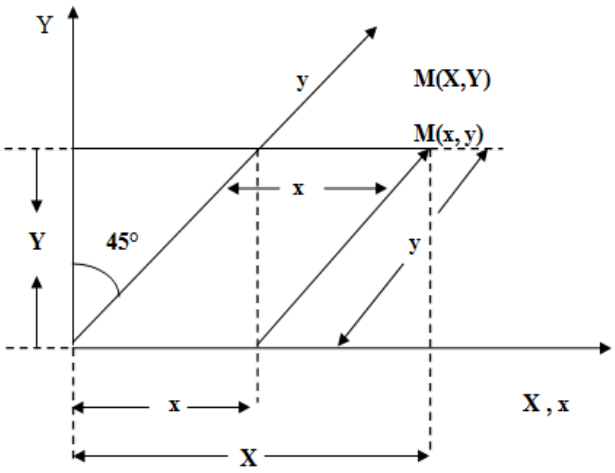
الشكل(28.3):الإماغرام45 درجة.

3-3-4الإماغرام 761:

لقد أشرنا إلى أن هذا المخطط يتم تنفيذه في إحداثيات مائلة عند 45 درجة، وترتبط الإحداثيات المائلة(**x،y**)بالإحداثيات المستطيلة (**Y** ، **X**)انظر **الشكل (29.3)**من خلال العلاقات [3]:

$$Y = \frac{y}{\sqrt{2}}$$

$$X = x + \frac{y}{\sqrt{2}} = x + Y \quad (16.3)$$



الشكل (29.3):الإماغرام في الإحداثيات المستطيلة

بالنسبة للإحداثيات الأفقية، نضع T_0على أنها درجة الحرارة في الأصل:

$$(17.3)T = T_0 + \frac{x}{a} \Rightarrow \quad x = a \times (T - T_0) = a \times t$$

ثم يتم كتابة الإحداثية الأفقية X كما يلي:

$$(18.3)X = x + Y = \alpha \times t + Y$$

بالنسبة للإحداثيات الرأسية **Y** ، اخترنا:

$$(19.3)Y = b \times log_{10} \frac{P}{P_0}$$

وبما أن الضغط يتناقص مع الارتفاع، فمن الأفضل توجيه **Y** في اتجاه الضغط المتناقص. من ناحية أخرى ، اخترنا P_0 = **1000hPa** و **P = 100hPa.**

من أجل اختيار المقاييس**a**و **b** ، أخذنا المسافة $a = 4mm$، بالنسبة لـ **b**، المسافة التي بين النقطة التي تمثل الضغط عند **100 hPa** وتلك التي تمثل الضغط عند **1000 hPa** ، تساوي**b=350mm**حيث :

$$(20.3) \quad log_{10} \frac{P_0}{p} = log_{10} \frac{1000}{100} = log_{10} 10 = \quad 1$$

مما يؤدي إلى وجود المقاييس التالية:

- بحسب**Y**:

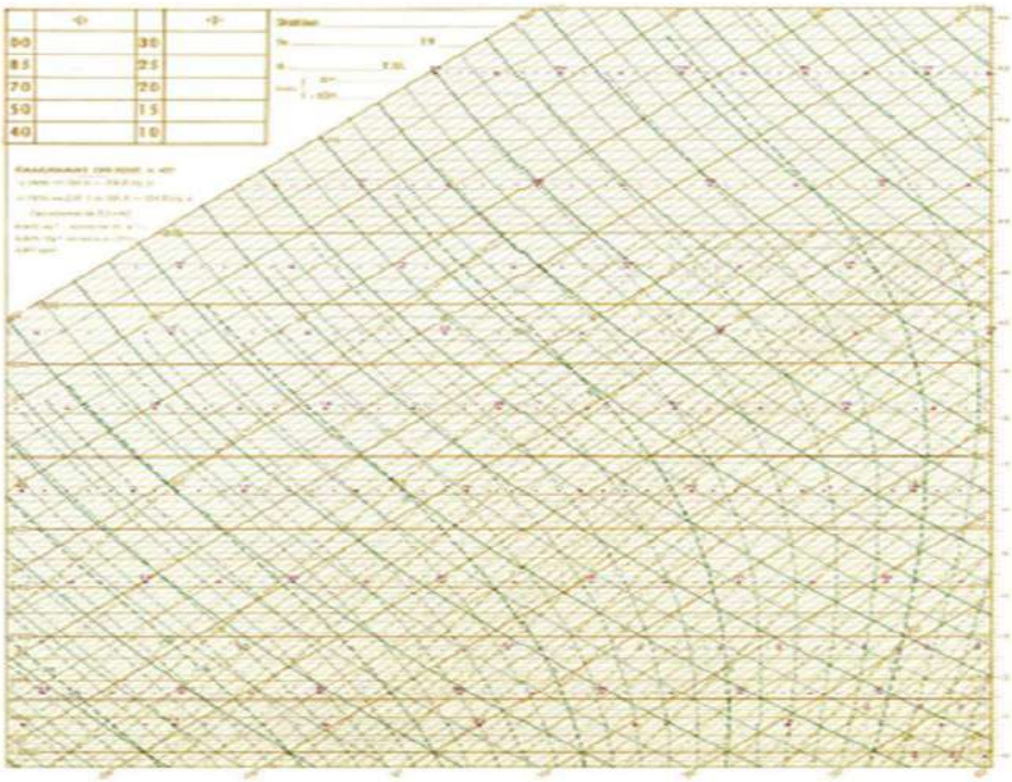
$$\mathrm{Y(en\ mm)} = 350 \times \log_{10} \frac{1000}{P} = 350(3 - \log_{10} \mathrm{P})$$

إذا:

$$(21.3)Y(enmm) = 1050 - 350 \times log_{10} P$$

- حسب: X

$$Y(mm) = 4 \times t + Y \qquad (21.3)$$



الشكل(30.3):الإماغرام 761

3-3-4-1توجيه الخطوط الأساسية:

- **الخطوط المتساوية درجة الحرارة:**

ذات لون بني، يتم تمثيل درجة الحرارة على الإحداثية الافقية بواسطة خطوط متساوية الحرارة تميل بزاوية 45 درجة إلى اليمين. يمكن أن تظهر التدرجات في أسفل الرسم البياني أو على يمينه أو في الجزء العلوي منه أو حتى على الخطوط ذات مقياس من (80-)درجة مئوية الي (40+)[18].

- **الخطوط المتساوية الضغط والارتفاع:**

الضغط الجوي هو التدرج الرأسي الموجود على يسار الرسم البياني معبراً عنه بالمليبار (mb) أو بالهيكتوباسكال (hPa) مع وجود خطوط متساوية الضغط الأفقية مستمرة ذات لون بني مصفر، الضغط ينخفض لوغاريتميا نحو الأعلى.يتم تمثيل الارتفاع أيضًا على الإحداثية الرأسية ولكن على يمين الرسم البياني، و يتم التعبير عنها بالكيلومترات أو الأقدام [18].

3-3-4-2 المنحنيات الأكثر تعقيدا:

- قبل أن نبدأ سنحدد بعض المصطلحات المعقدة:

لفهم فكرة التدرج الثابتحرارياوالاديباتيكي و التدرج المشبع تمامًا، فان التدرج الثابت حراريا ، في الغلاف الجوي للأرض ، هو تغير درجة الحرارة في للهواء مع الارتفاع دون مراعاة التبادل الحراري مع البيئة (ومن هنا يأتي مصطلح ثابت الحرارة)، هذا يعتمد فقط على عامل واحد و هو الضغط الجوي[18].

التدرج الحراري الجاف (الاديباتيكي الجاف)ينسب إلى تغير درجة الحرارة عند ارتفاع لجسيم الهواء الجاف (لا يحتوي على ماء في شكل سائل). هذا التدرج في درجة الحرارة يساوي تقريبًا 1 درجة مئوية / 100 متر، وهذا يعني أننا نفقد درجة مئوية واحدة كل 100 متر[18].

التدرج الرطب (شبه الاديباتيكي) تباين درجة الحرارة عند ارتفاع لجسيم الهواء المشبع (الذي يصل مستوى الرطوبة فيه إلى 100٪). يتراوح تدرج درجة الحرارة هذا بشكل عام بين 0.5 و 0.8 درجة مئوية / 100 متر[18].

الموادالحافظة الجافة (منحنياتθ)

يتم تمثيلها على شكل الإماغرامبواسطة منحنيات مستمرة خضراء ، مائلة إلى اليسار ومفرغة للخارج. جسيم الهواء الذي يرتفع دون تكاثف تتبع درجة حرارته المنحنى الذي تم وضعه عليه في البداية[18].

الأديباتيكالزائفة المشبعة (منحنياتθ'_W)

غالبًا ما تكون المنحنيات المرتبطة بالأديباتيك الزائفة المشبعة أكثر انحدارًا من المواد الحافظة للحرارة الجافة والمقببة وغير المستمرة. جسيم الهواء الذي يرتفع مع التكثف درجة حرارته تتبع المنحنى الذي يتم وضعه عليه عند النقطة التي يظهر فيها تكثف بخار الماء[18].

خطوط متساوية نسبة خلط التشبعr_w

إنها تسمح بمعرفة الرطوبة المطلقة لجسيمات الهواء. تعطى نسبة الخلط بالجرام من بخار الماء لكل كيلوغرام من الهواء الجاف. يتم استخدامه لتحديد الارتفاع الذي سيحدث عنده بداية التكثيف. في

المخططات ، يشار إلى نسب خلط التشبع ، الى الكتلة القصوى لبخار الماء التي يمكن أن توجد عند درجة حرارة و ضغط هواء معينين[18].

منحنى الحالة

هي مجموعة نقاط الإحداثيات (P،T) (درجة الحرارة ، الضغط) الناتجة عن القياسات المأخوذة من المسبار اللاسلكي. نقاط منحنى الحالة (points d'état)تمثل الحالة الحقيقية للجو عند كل مستوى جوي[18].

منحنى نقطة الندى (أو مقياس درجة الحرارة الرطبة)

درجة حرارة نقطة الندى هي درجة الحرارة التي يجب تبريد كتلة الهواء عندها مع ضغط ثابت لحدوث التكثيف. على إيماغرام يتم تمثيلها باللون الأزرق.على الرسم البياني، عندما يلتقي منحنى الحالة ومنحنى نقطة الندى يكون هناك تشبع (بداية عملية التكثف)، و الذي يشير الى بداية تشكل السحاب. و كلما زاد الفرق بين درجة حرارة نقطة الحالة و درجة حرارة نقطة الندى، كلما انخفضت الرطوبة والعكس صحيح.

الريح

يتم تمثيله على الجانب الأيمن من الرسم البياني في شكل متجهات (اتجاه) مزودة بأشواك للإشارة إلى الشدة[18].

تذكير: خط صغير (5 عقد) ، خط كبير (10 عقد) ، مثلث (50 عقدة)،لدينا أيضا 1 عقدة = 1.15 ميل/ساعة = 1.85 كم / ساعة.

3-4استقراروعدم الاستقرار طبقة هواءمنالغلاف الجوي :

3-4-1 استقرارمن عدمهوفقا لتغيرات كلا من θ و θ'_W:

الغلاف الجوي وعدم استقراره الملحوظ بواسطة المسبار اللاسلكي ، من خلال النظر في التطورات المختلفة المحتملة لدرجات الحرارة المحتملة. θ ؛ والحرارة الزائفة المحتملة لميزان الحرارة الرطب θ w (أوθ'_W) كدالة للارتفاع. لهذا ، نركز على طبقة أولية ، أي طبقة يتغير فيها θ و w بشكل رتيب[9]

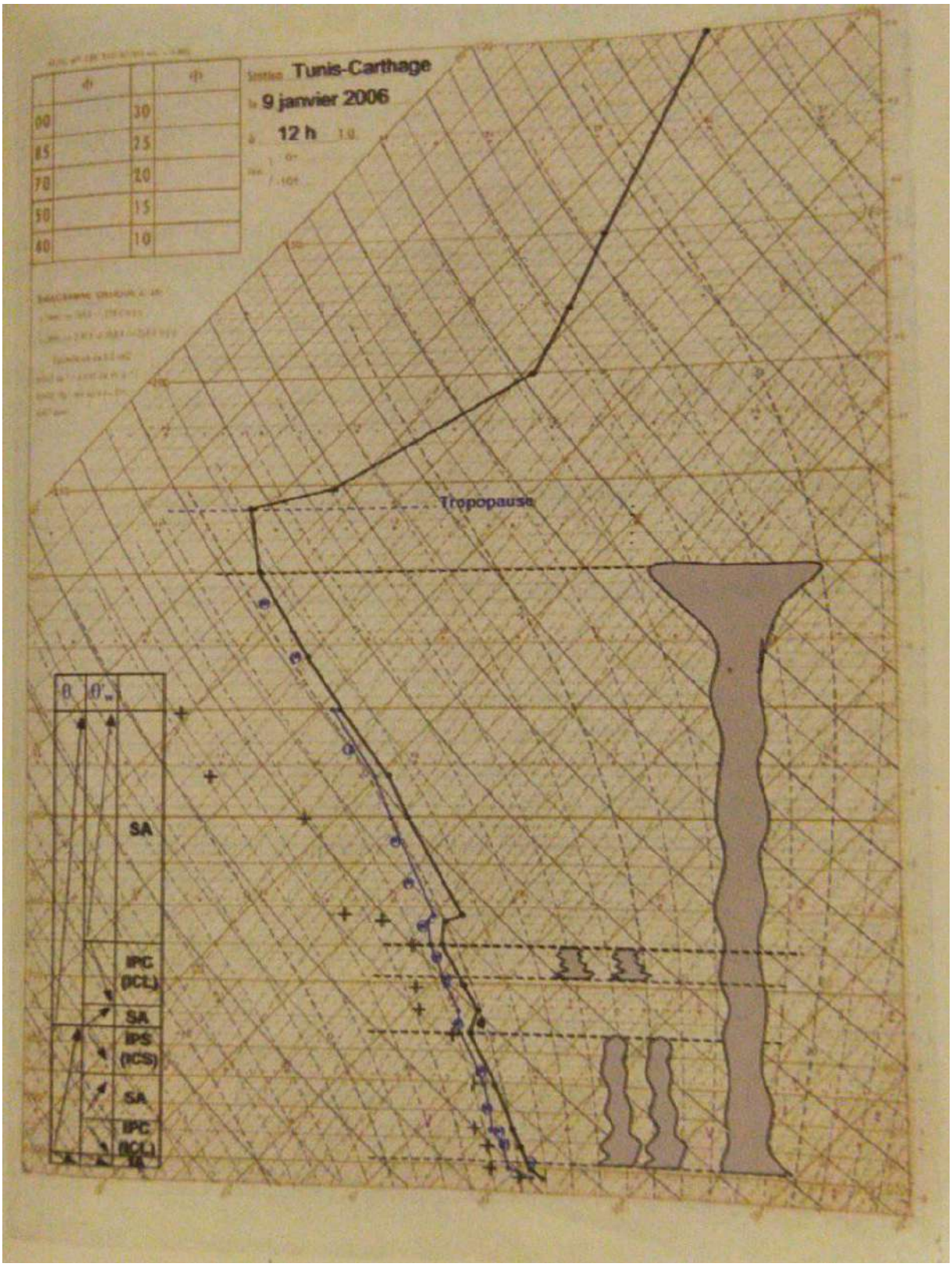
من القاعدة الى القمة، او مرة اخرى طبقة يكون فيها التدرج الساكن للحرارة Γ_c يختلف في نفس الاتجاه من قاعدة الطبقة الى اعلاها،لدراسة استقرار طبقة معرضة للارتفاع ديناميكي في الكتلة ، يستخدم المرءطريقة اخرى تتكون في فحص الاختلافات بين θ و θ'_W، وفقا للارتفاع او لمقارنة التدرج ثابت الحرارة Γ_c من الطبقة الى التدرجات الحافظة للحرارة Γ_a و Γ_s لكل جسيم وهكذا تنشا اربعة حالات تعتبر الطبقات غير مشبعة في البداية : انظر الجدول (3-8)

الجدول التالي يلخص، و فقا لتغيرات كلا من θ و θ'_W، حالة الاستقرار الجوي من عدمه [3]. في حين ان الشكل (31.3) يبين مثالا عن تطبيق هذه الطريقة.

الجدول (8.3):حالات الاستقرار من عدمهوفقا لتغيرات كلا من θ و θ'_W.

الاستقرار/عدم الاستقرار	θ'_W	θ
الاستقرار المطلق	$\uparrow \theta'_W$	$\theta \uparrow$
	$\Gamma_c<\Gamma_s<\Gamma_a$	
عدم الاستقرار المطلق	$\downarrow \theta'_W$	$\theta \downarrow$
	$\Gamma_c>\Gamma_s>\Gamma_a$	
عدم الاستقرار المحتمل (الحمل الحراري) 1. الجزء العلوي من الطبقة اليمنى من شبه ثابت ثابت ناتج عن عدم استقرار الجهد الشرطي (الحمل الحراري الكامن) 2. الجزء العلوي من الطبقة الزائفة اليسرى للطبقة الثابتة الناتجة عن عدم الاستقرارانتقائية ملحوظة (الحمل الحراري الانتقائي)	$\downarrow \theta'_W$	$\theta \uparrow$
	$\Gamma_a>\Gamma_c>\Gamma_s$	
عدم الاستقرار الجاف	$\uparrow \theta'_W$	$\theta \downarrow$
	الحالة الأولية : $\theta \downarrow$ او $\Gamma_c>\Gamma_a$ بعد رفع كتلة كاملة بتشبع الطبقة: $\theta'_W \uparrow$ او $\Gamma_c<\Gamma_s$	

حيث Γ_s:تدرج الراسي المشبع و Γ_a:التدرج الراسي غير مشبع و Γ_c:تدرج ثابت الحرارة



الشكل (31.3) : مثال عن دراسة الاستقرارمن عدمهوفقا لتغيرات كلا من θ و θ'_W.

لدينا:SAتعني الاستقرار المطلق

IA:عدم الاستقرار المطلق

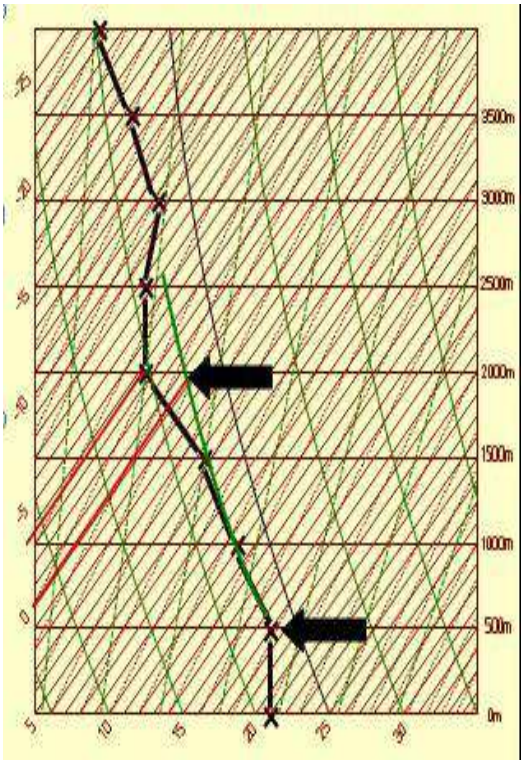
IPC:عدم الاستقرار المحتمل(الحمل الحراري)

IPS : عدم الاستقرار الانتقائي

3-4-2 دراسة الاستقرار من عدمهبيانيا(graphiquement) :

3-4-2-1عدم استقرار جسيم من الهواء غير المشبع :

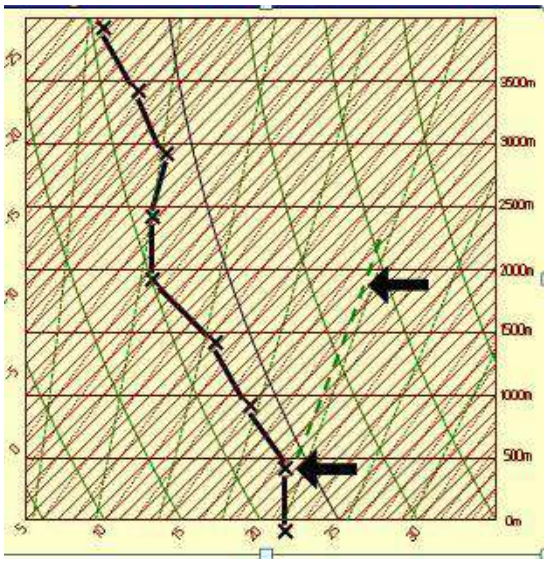
إذا تم التخلي عن درجة الحرارة عند هذا المستوى ، فإن الجسيم ، الأكثر سخونة وبالتالي أخف من الهواء المحيط ، لن يعود إلى مستوى البداية ، بل على العكس ، سيستمر في الارتفاع. لذلك ، بالنسبة للأشعة تحت الحمراء الجافة ، عندما يكون منحنى الحالة "على يسار" طبقة الغلاف الجوي الجافة القادمة قاعدة الطبقة ، يُقال أن هذه الطبقة "غير مستقرة[19].



الشكل(3-32):عدم استقرار جسيم من الهواء غير مشبع

3-4-2-2عدم استقرار جسيم الهواء المشبع:

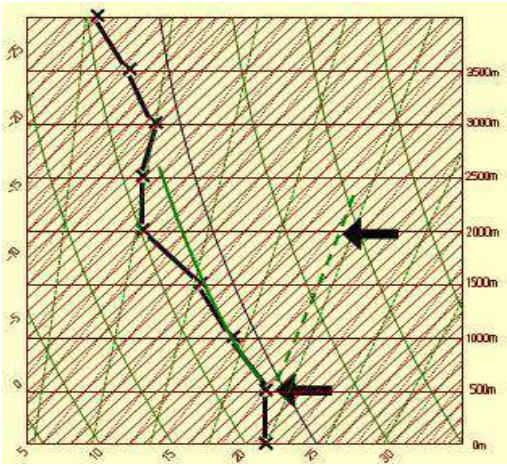
إذا تم التخلي عن درجة الحرارة عند هذا المستوى ، فإن الجسيم ، الأكثر سخونة وبالتالي أخف بكثير من الهواء المحيط ، لن يعود إلى مستوى البداية ، بل على العكس ، سيستمر في الارتفاع[19].



الشكل(3-33):عدم استقرار جسيم الهواء المشبع

3-4-2-3 عدم الاستقرار المطلق:

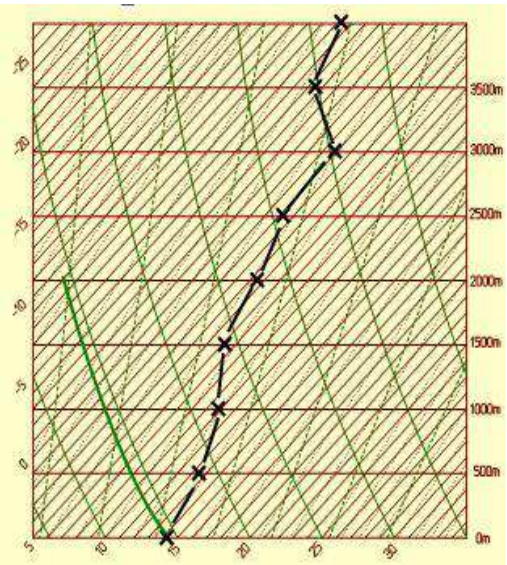
النطاق الجوي من 500 إلى 2000 متر غير مستقر سواء كان الهواء جافًا أو مشبعًا. يقال أن هذه الشريحة "غير مستقرة على الإطلاق" لذلك في شريحة معينة من الغلاف الجوي ، عندما يكون منحنى الحالة "إلى اليسار" من المواد الحافظة للحرارة الجافة والمشبعة ، يكون هناك عدم استقرار مطلق[19].



الشكل(3-34):عدم الاستقرار المطلق

3-4-2-4استقرار جسيم من الهواء غير المشبع :

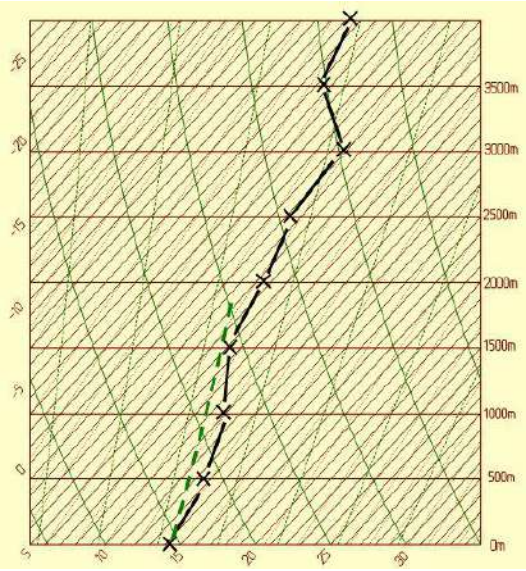
جسيم من الهواء "الجاف" يرفع بشكل ثابت من الأرض ، يكون أكثر برودة باستمرار وبالتالي أكثر كثافة من الهواء المحيط. بغض النظر عن المستوى الذي تم إسقاطه فيه ، فإنه سيعود إلى مستوى البداية. يقال إن الهواء مستقر. بالنسبة للهواء الجاف ، عندما يكون منحنى الحالة في طبقة جوية معينة على يمين الحرارة الجافة بدءًا من قاعدته ، يُقال إن الهواء مستقر[19].



الشكل(3-35):استقرار جسيم من الهواء غير المشبع

3-4-2-5ثبات الجسيم المشبع:

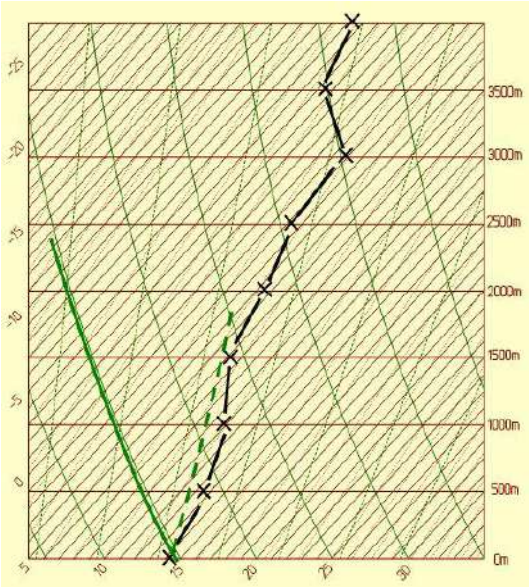
في هذه الحالة ، عندما يتم رفع جسيم من الهواء المشبع بشكل زائف من الأرض ، يكون أكثر برودة باستمرار ، وبالتالي أكثر كثافة من الهواء المحيط. بغض النظر عن المستوى الذي تم إسقاطه فيه ، فإنه سيعود إلى مستوى البداية. يقال إن الهواء مستقر[19].



الشكل (3-36):ثبات الجسيم المشبع:

3-4-2-6الاستقرار المطلق:

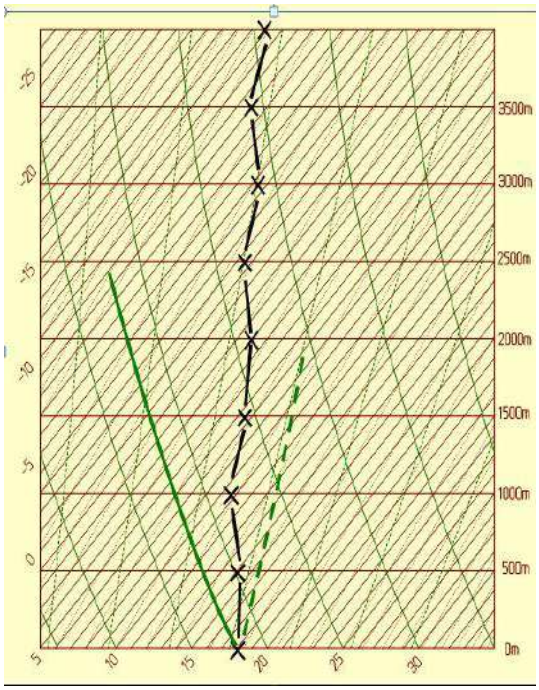
عندما يكون منحنى الحالة ، في شريحة معينة من الغلاف الجوي ، "على يمين" المواد الحافظة للحرارة الجافة والمشبعة ، يكون هناك استقرار مطلق[19].



الشكل(3-37):الاستقرار المطلق

3-4-2-7عدم الاستقرار الشرطي:

عندما يكون منحدر منحنى الحالة ، في طبقة معينة ، بين منحنى ثابت الحرارة ومنحنى زائف ثابت الحرارة ، فإننا نتحدث عن عدم الاستقرار الشرطي. يظهر عدم الاستقرار فقط إذا أصبح الهواء مشبعًا أثناء رفعه[19].



الشكل(3-38):عدم الاستقرار الشرطي

3-5 الماء القابل للهطول(Eau précipitable W):

هو كمية الماء التي يمكن الحصول عليها إذا تم تكثيف كل بخار الماء في عمود الهواء. يتم إعطاؤه على شكل سمك أو مساحة سطح من الماء السائل (1 مم من الماء القابل للهطول = 1 كجم من الماء / م ^{2}). عادة يرمز لكمية الماء القابلة للهطول بالرمز **W** . كما يمكن حسابه بين طبقتيين هوائيتين (i) و (i+1) كما يلي، حيث(r) مقدار مزج بخار الماء و **rho** الكتلة الحجمية:

$$W= \text{somme } (r(p)(i)*dP/rho(i)*g) \quad (22-3)$$

$$r(p)i = [r(p)(i) + r(p)(i+1)]/2 \quad (23-3)$$

$$dP = P(i) - P(i+1) \quad (24-3)$$

rho(i)الكتلة الحجمية يمكن حسابه بالعلاقة (25.3) او العلاقة (27.3) التاليتين:

(25−3) rho(i) = [P(i) − alpha*ew(t) (i) * (HR(i) /100)]*(1/Ra*T(i))

, en (hPa).الضغط في المستوى Pi : (i)

الضغط المشبعew(t) (i):

ew(t)= 6.112 *exp[(17.62*t)/(t+243.12)] (26−3)

. الرطوبة النسبية في المستوى HR(i)

alpha = (Rv – Ra)/Rv =>alpha=0.378

Rv ثابت بخار الماء الخاص و يساوي 461.51 J/kg. K

Ra ثابت الهواء الجاف الخاص و يساوي 287.05 J/kg. K

rho(i) = [P(i)/Ra*T(i)] * (1 – beta*r(i)) (27−3)

beta = (Rv – Ra)/Ra =>beta=0.607 (28−3)

الفصل الرابع

دراسة التطبيقية لحالات الاستقرار الجوي

(عينة من الجنوب والجنوب الغربي)

دراسة تطبيقية لحالات الاستقرار الجوي

(عينة من الجنوب و الجنوب الغربي الجزائري)

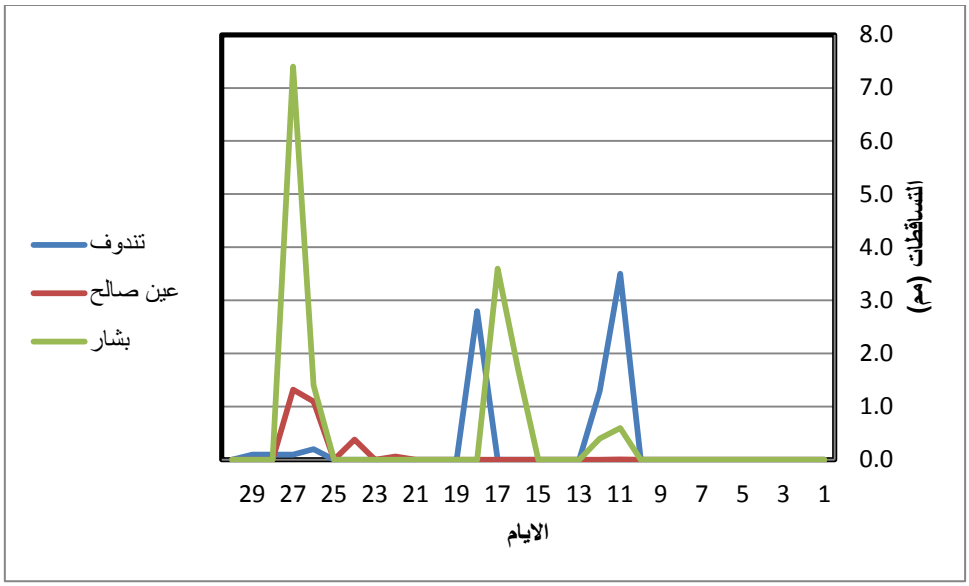
4-1 المقدمة

لفهم ظواهر الأرصاد الجوية والتنبؤ بها، يخضع الغلاف الجوي للمراقبة المستمرة من خلال شبكات القياسات على مستوى الأرض والتي يجب أن تكون كثيفة قدر الإمكان نظرًا للتنوع المكاني و الزماني الكبيرين للظواهر. من الضروري معرفة معلمات (التغيرات الرأسية)لحالة الجو بدلالة الارتفاع، وهذا هو سبب استخدام المسابير الراديوية، ويمكن لهذا النوع من الأجهزة توفير ملامح عمودية للضغط، درجة الحرارة،الرطوبة، والرياح[1].

سنقوم في هذا الفصل بتحليل الاضطراب الجوي الذي ميز بعض المدن الجزائرية الواقعة في الجنوب والجنوب الغربي الجزائري خلال شهر سبتمبر 2018. هذا الاضطراب الجوي تميز بتساقط كميات معتبرة من الامطار، و التي بينت الدراسات انه كان بإمكان استعمال مؤشرات الاستقرار الجوي للتنبؤ بها.الجدول (9.4) التالي، يحدد المناطق المعنية بالدراسة و كمية الامطار المسجلة و زمانها، مع الإشارة الى كمية المياه القابلة للهطول W المتحصل عليها من قياسات المسبار الراديوي. في حين الشكل (9.4) التالي يبين كميات التساقطات للمحطات المعنية بيانا.

الجدول (9.4): كمية الأمطار المسجلة خلال الاضطرابات الجوي لتندوف وعين صالح وبشار في سبتمبر 2018

المحطة	التاريخ	التساقطات (مم)	المياه القابلة للهطول W (مم)
تندوف	2018/09/11	35.0	43.69
	2018/09/12	13.0	42.40
عين صالح	2018/09/26	11.0	30.48
	2018/09/27	13.2	30.84
بشار	2018/09/26	14	29.64
	2018/09/27	74	30.11



الشكل (39.4) :كمية الأمطار المسجلة خلال الاضطراب الجوي لمحطات تندوف – عين صالح – بشار(سبتمبر 2018)

و كتكملة لدراسة حساسية المؤشرات للاستقرار الجوي، قمنا باختيار أزمنة أخرى لنفس المحطات و لكن لوضعية جوية مستقرة، و هذا لأجل فحص قدرات المؤشرات على التجاوب لكل الأحوال الجوية. تم اختيار حالات الاستقرار على أساس القيم المتدنية لمقدار المياه القابلة للهطول W. أنظر الجدول (10.4) التالي.

الجدول (10.4): خصائص و أزمنة حالة الاستقرار بالنسبة محطة تندوف، عين صالح وبشار (أكتوبر 2018)

المحطة	التاريخ	التساقطات (ملم)	المياه القابلة للهطولW (ملم)
تندوف	2018/10/03	0	14,60
عين صالح	2018/10/04	0	13,27
بشار	2018/10/01	0	19.10

4-2 عرض البيانات المناخية :

تم الحصول على البيانات من مصدرينهما الديوان الوطني للأرصاد الجوية (ONM) بالنسبة للبيانات السطحية. ومن الموقع الإلكتروني لجامعة Wyoming (الولايات المتحدة الأمريكية) ، الذي يعتبر من أهم مصادر المسابير الراديوية. أرشيفات البيانات متاحة عبر الرابطالتالي[1]:

http://weather.uwyo.edu/cgi-bin/sounding

تم اختيار محطات تندوف،عين صالح وبشار لسنة على أساس توفرها على البيانات السطحية وبيانات المسابير الراديواوية: شهر سبتمبر 2018 لحالة الاضطراب الجوي، و شهر أكتوبر 2018 لحالة الاستقرار الجوي. كما تشمل البيانات المناخية المستخدمة في هذه الدراسة الملاحظات اليومية لهطول الأمطار (مم).

4-3 تحديد الموقع الجغرافي للمحطات المعنية بالدراسة :

نبذة عن الخصائص الجوية و الجغرافية مبينة فيما يلي:

- **تندوف :**

تقع ولايةتندوف في الجنوب الغربي للجزائر تمتد على مساحة تقدر ب 70.009 كم ^{2} يتميز بمناخ صحراوي حار وجاف صيفا ومعتدل في الشتاء. حيث تتراوح درجة الحرارة بين 25 و30 درجة شتاء وما بين 35 و45 صيفا، يحدها شمالا ولاية بشار ومن الجنوب الغربي المغربوجنوبا موريتانيا[21].

- **عين صالح :**

تقع منطقة عين صالح في جنوب الجزائرتمتد على مساحة تقدر ب 43.938 كم ^{2}وتبلغ الحرارة في عين صالح درجات قياسية صيفا على امتداد مايقارب أربعة أشهر نهارا، بينما تنخفض ليلا إلى درجات مقبولة. تتميز أيام الشتاء بالحرارة كما تهب زوابع رملية قوية حاملة معها ذرات الرمل في فصل الربيع، تهب رياح السيروكو الحارة في فصل الصيف مما يدفع بدرجات الحرارة إلى مستويات قياسية تفوق الخمسين درجة أحيانا.يحدها شمالا كلا من ولية ورقلة و منطقة المنيعة، وشرقا ولاية إليزي وجنوبا ولاية تمنراست اما غربا ولاية أدرار[22] .

- **بشار:**

تقع ولاية بشار في الجنوبالغربي للجزائر على الحدود المغربية. تمتد على مساحة 161.400 كيلومتر مربع. تتميز الولاية بمناخ صحراوي حار جدًا في الصيف (+ 45 درجة مئوية) وبارد شديد في الشتاء (2 درجة مئوية إلى 3 درجات مئوية). الرياح الرملية متكررة وغالباً عنيفة (100 كم /

ساعة). يحدها من الشمال ولاية النعامة والبيض و من الشرق ولاية أدرار و من الغرب الأراضي المغربية في حين من الجنوب ولايتي تندوف وأدرار [20].

الشكل (40.4) : الموقع الجغرافي لمحطات تندوف – عين صالح– بشار

الجدول (11.4) التالي يبين الاحداثيات الجغرافية و الارتفاع بالنسبة لسطح البحر لكل محطة، إضافة الى رمز OMM لكل منهم.

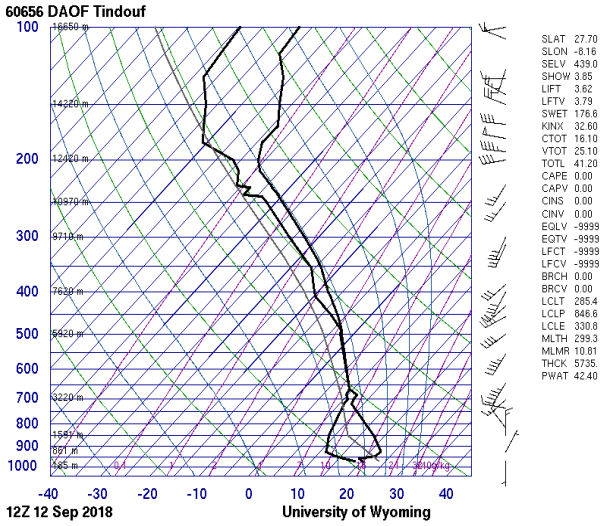
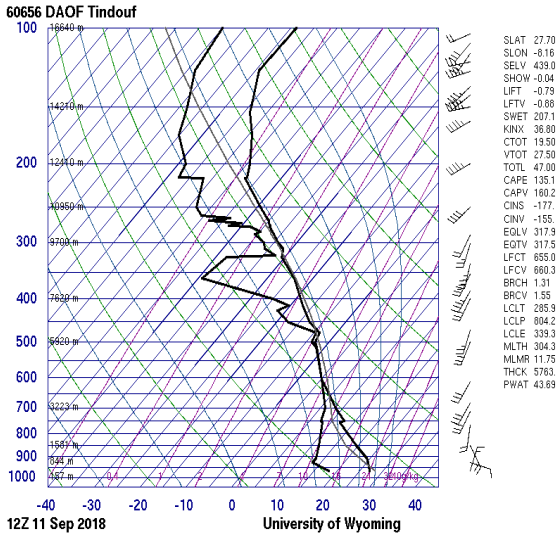
الجدول (11.4): الإحداثيات الجغرافية لمحطات الدراسة: تندوف، عين صالح، وبشار

المحطة	خط العرض (c°)	خط الطول (c°)	ارتفاع على مستوى سطح البحر (م)	الرقم
تندوف	27.70	8.16	439.0	60656
عين صالح	27.23	2.50	269.0	60630
بشار	31.50	2.250	816.0	60571

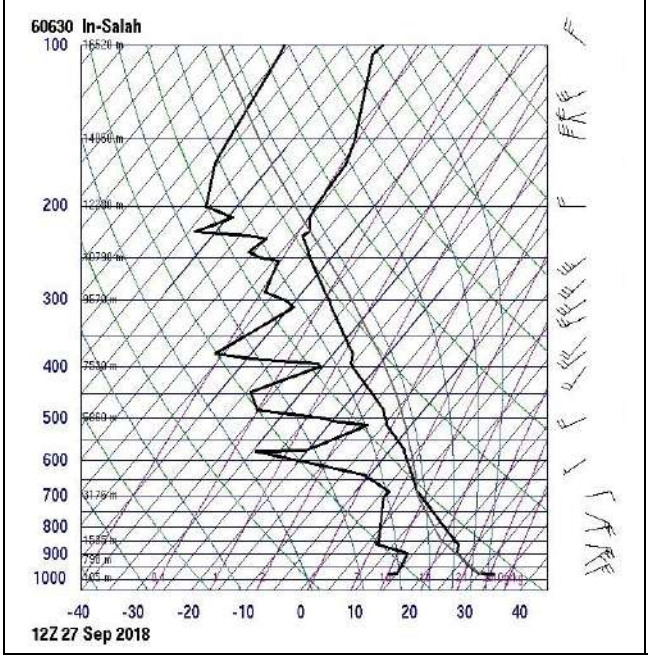
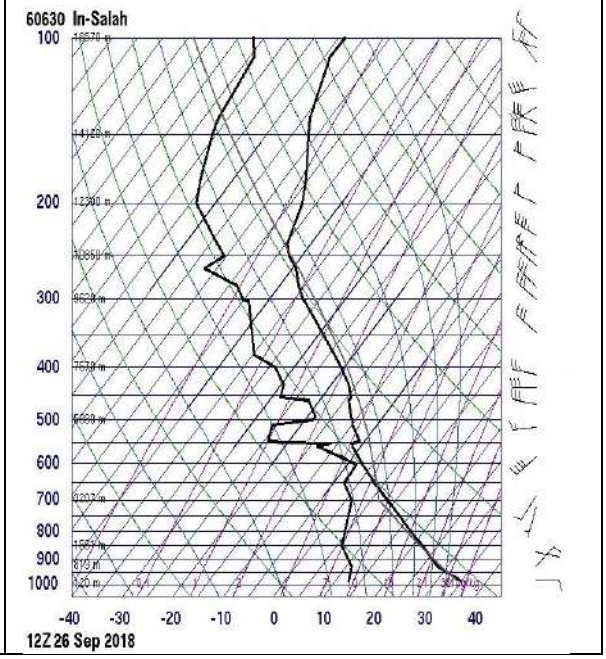
4-4 مخططات Skew-Tلقياسات السبرالراديويلمحطات تندوف، عين صالح، بشار

- **حالة الاضطراب الجوي (سبتمبر 2018):**

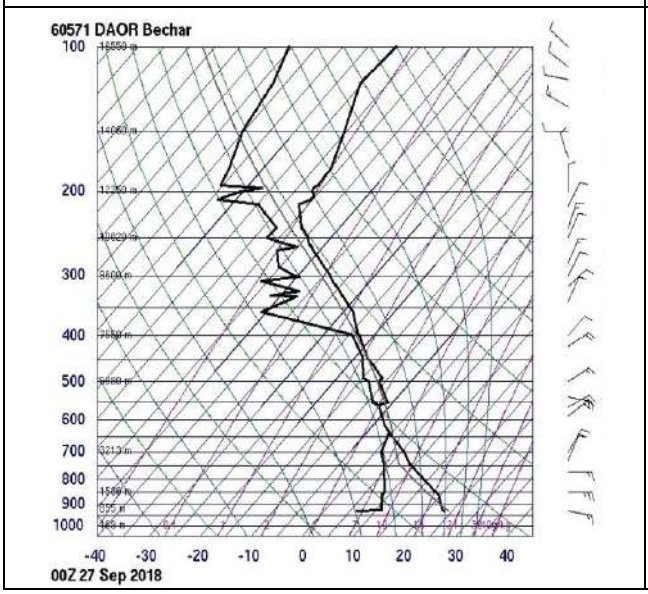
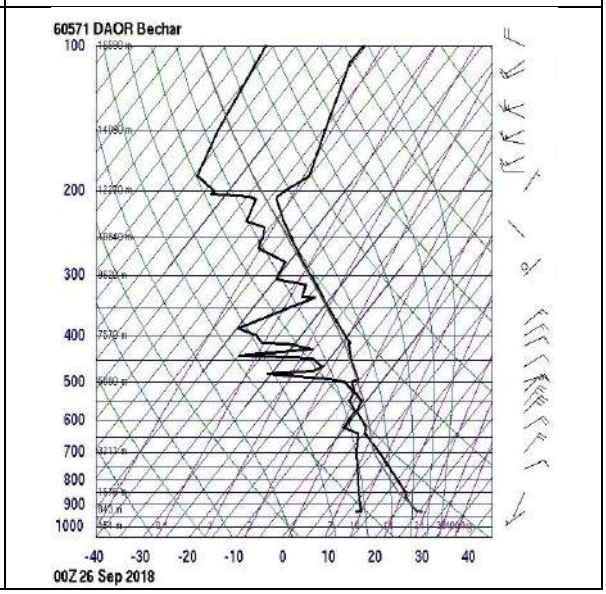
قياسات المسبار الراديوي، على شكل مخطط **Skew-T**، المسجلة في شهر سبتمبر2018على الساعة 12:00 UTCمحطة تندوف (يومي 11 و12)، محطة عين صالح (يومي 26 و 27)، و على الساعة 00:00 UTCبالنسبة لمحطة بشار (يومي 26 و 27) و الذي تم الحصول عليها من موقع الويب http://weather.uwyo.edu/cgi-bin/soundingمبينة كما يلي:

2018/09/12-(ب)	2018/09/11 – (أ)
	

الشكل (41.4): تندوف (حالة الاضطراب الجوي)

(د) -2018/09/27	(ج) – 2018/09/26
	

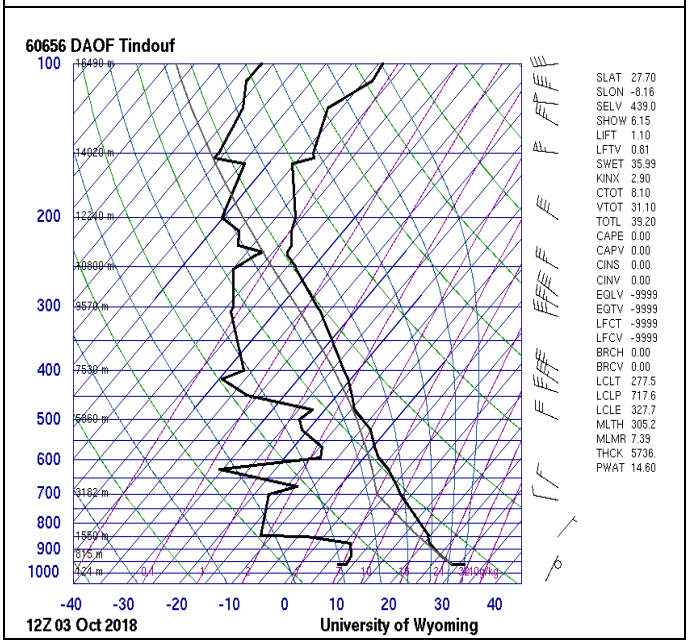
الشكل (42.4): عين صالح (حالة الاضطراب الجوي)

(و)-2018/09/27	(هـ) –2018/09/26
	

الشكل (43.4): بشار (حالة الاضطراب الجوي)

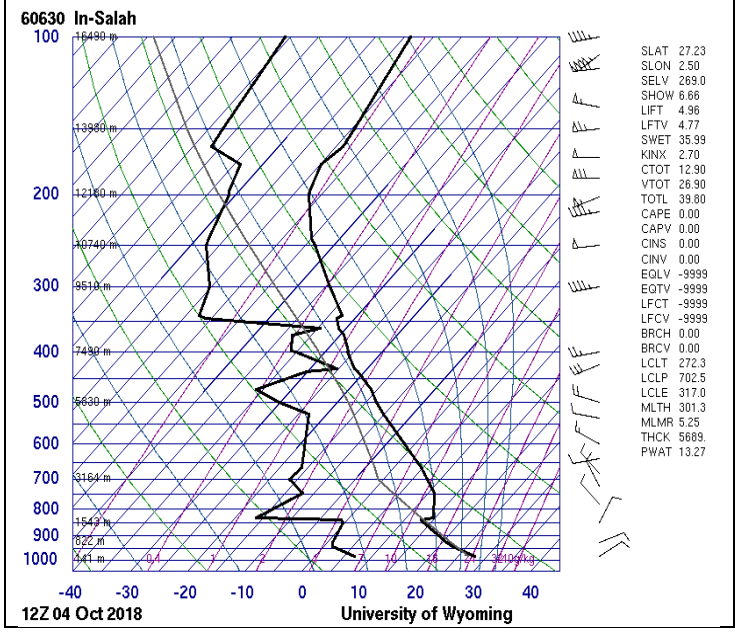
- حالة الاستقرار الجوي (أكتوبر 2018):

2018/10/03

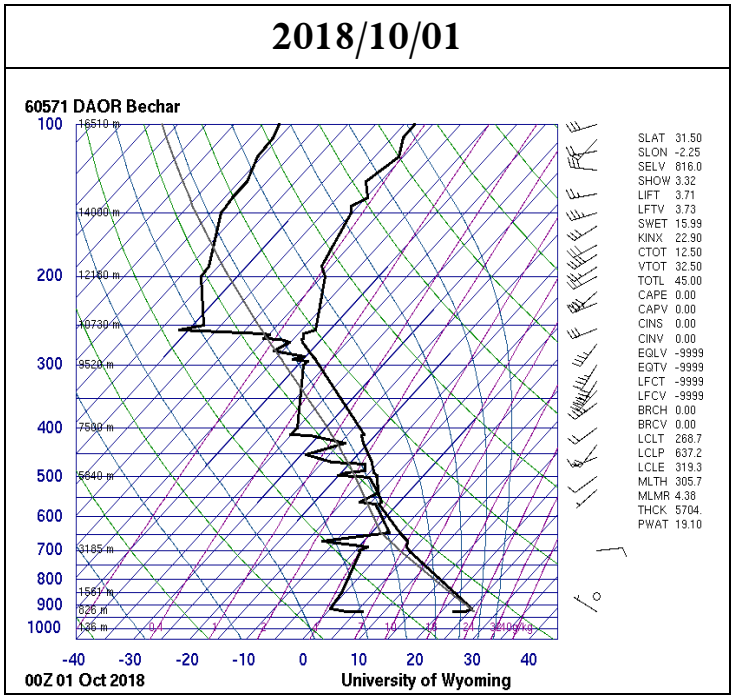


الشكل (44.4): تندوف (حالة الاستقرار الجوي)

2018/10/04



الشكل (45.4): عين صالح (حالة الاستقرار الجوي)



الشكل (46.4): بشار (حالة الاستقرار الجوي)

4 –5دراسة الاستقرارالجوي بواسطة المؤشرات :

لدراسة الاستقرار الجوي بالنسبة للأيام الماطرة و المسجلة في شهر سبتمبر 2018، لدينا قيم مؤشرات الاستقرار (التي يوفرها موقع قياسات السبر) ، مثل المؤشر الكلي–الكلي (TTI)، ومؤشرالرفع (مؤشر KI)، مؤشر، SWEAT، مؤشرShowalterومؤشرات CAPE و CINE ،للتأكد من صحة القيم قمنا بإعادة حسابهاباستخدام المعادلات الواردة في الفصل الثاني من هاته المذكرة، مع حساب الخطاء النسبي بين القيمتين[1]. النتائج معروضة من الجدول (14.4) الى غاية الجدول (22.4) :

- **تندوفيوم 2018/09/11 على الساعة 12Z(وضعية اضطراب الجوي) :**

تم تسجيل لهذا اليوم هطول أمطار معتبرة بمقدار35 مم.حيث اشارت المؤشرات الي مستوى مخاطر"عال" بالنسبةللمؤشرين TTIو KI و كان "متوسط" بالنسبة لمؤشرShowalter، في حينكان مستوى المخاطر"ضعيف" بالنسبة للمؤشر LI وSWEAT وCAPE. للعلم كمية المياه القابلة للهطول (W)لهذا اليوم كانت مرتفعة و تقدر ب 43.69ممكما هو موضح في الجدول (12.4) ادناه :

[1]بالنسبة لمحطة بشار قمنا بتحسين بعض نتائجها.

جدول (12.4): مؤشرات الاستقرارالجوي – تندوف يوم 2018/09/11 على الساعة 12 Z

المؤشرات	القيم(C°)	التحقق	الخطأ النسبي(%)	الملاحظات	درجة المخاطر
مؤشر Total Totals(TT)	47,00	47,00	%0	عواصفرعدية متفرقة/عواصف رعدية معزولة قوية	عال
المؤشر KI	36,80	36,80	%0	احتمال من 80الى90%	عال
المؤشر Showalter	−0,04	0,04	%200	خطر حدوث زخات وعواصف رعدية	متوسط
مؤشر SWEAT	207,19	203,23	%−1,91	عواصف رعدية غير مرجحة	منخفض
مؤشر LI	−0,79	−0,7	−0.12 %	استقرار	منخفض
CAPE	160,20	63,52	%−60,34	مستقر	منخفض
CINE	−155,48	−202,73	%30,48	/	/
المياه القابلة للهطولW	43.69(ملم)	57,25	%31,03	/	/

- **تندوف يوم 2018/09/12 على الساعة12Z**(وضعية اضطراب الجوي):

كمية من الامطار متوسطة تم تسجيلها لهذا اليوم بمقدار13مم.حيث اشارت المؤشرات الجوية الى مستوى مخاطر"متوسط"بالنسبة للمؤشر KIو"منخفض" بالنسبة لباقي المؤشرات. للعلم كمية المياه القابلة للهطول (W)لهذا اليوم كانت مرتفعة و تقدر ب 42.40ممكما هو موضح في الجدول (13.4) ادناه :

جدول (13.4): مؤشرات الاستقرارالجوي –تندوف يوم 2018/09/12 على الساعة 12 Z

المؤشرات	القيم(C°)	التحقق	الخطأ النسبي(%)	الملاحظات	درجة المخاطر
مؤشر Total Totals(TTI)	41.20	41,60	%0	من غير المحتمل حدوث عواصف رعدية	منخفض
المؤشر KI	32.60	32,60	%0	احتمال من 40 الى 60%	متوسط
المؤشر	3.85	3,9	%1,29	لازخات او عواصف	منخفض

Showalter				رعدية	
مؤشر SWEAT	176.60	176.60	%0	عواصف رعدية غير مرجحة	**منخفض**
مؤشر LI	3.62	3,7	2,20	استقرار	**منخفض**
CAPE	0	0	%0	استقر	**منخفض**
CINE	0	0	%0	/	/
المياه القابلة للهطولW	42.40(ملم)	51,8	%22,16	/	/

- **تندوف يوم 2018/10/03 على الساعة 12Z**(وضعية استقرار جوي):

لم يتم تسجيل هطول الأمطارفي هذا اليوموهذا يتوافق مع عدم تكوين السحب حيث نلاحظ من خلال النتائج ان كل المؤشرات الجويةTTIو KI،Showalte،SWEAT ، LI وCAPE اشارت الى مستوى مخاطر "منخفض" وبالتالي يكون يوما مستقرا. . للعلم كمية المياه القابلة للهطول (W)لهذا اليوم كانت ضعيفة و تقدر ب 14.6 مم،كما هو موضح في الجدول (14.4) التالي :

جدول (14.4): مؤشرات استقرار الغلاف الجوي – تندوف يوم 2018/10/03 على الساعة 12 Z

المؤشرات	القيم(C°)	التحقق	الخطأ النسبي(%)	الملاحظات	درجة المخاطر
مؤشر Total Totals(TTI)	39,20	39,20	%0	من غير المحتمل حدوث عواصف رعدية	**منخفض**
المؤشر KI	2,90	2,90	%0	احتمال 0 %	**منخفض**
المؤشر Showalter	6,15	6,7	%8,94	احتمال زخات مطر وعواصف رعدية	**منخفض**
مؤشر SWEAT	35,99	17,07	%-52,57	عواصف رعدية غير مرجحة	**منخفض**
مؤشر LI	1,10	1	%-9,09	مستقر	**منخفض**
CAPE	0	0	%0	مستقر	**منخفض**
CINE	0	0	%0	/	/
المياه القابلة للهطولW	14,60(ملم)	15,57	%4,58	/	/

4- 5- 2 عين صالحيوم 2018/09/26 على الساعة12Z(وضعية اضطراب الجوي):

تم تسجيل هطول كمية من الامطار قدرت 11 مم.اشارت المؤشرات الجوية لهذا اليومالي مستوى مخاطر"عالي" بالنسبةلمؤشر TTIو "متوسط"لكلا من مؤشر KIومؤشر Showalter، في كان "ضعيف"بالنسبةللمؤشراتSWEAT ،LI،CAPE.للعلم كمية المياه القابلة للهطول (W)لهذا اليوم كانت متوسطة و تقدر ب 30,48مم،كما هو موضح في الجدول (15.4) ادناه :

جدول (15.4): مؤشرات الاستقرار الجوي – عين صالح يوم 2018/09/26 على الساعة Z 12

المؤشرات	القيم(°C)	التحقق	الخطأ النسبي(%)	الملاحظات	درجة المخاطر
مؤشر Total Totals(TTI)	49,00	49,00	%0	عواصف رعدية قوية معزولة/ بعض الاعاصير القوية المعزولة	عال
المؤشر KI	31,50	31,50	%0	احتمال40 الى 60%	متوسط
المؤشر Showalter	0,44	−2,4	%−9	خطر حدوث زخات وعواصف رعدية	متوسط
مؤشر SWEAT	101,99	102,00	%0,017	عواصف رعدية غير مرجحة	منخفض
مؤشر LI	−2,32	−2,4	%−42	استقرار	منخفض
CAPE	569,62	41,260	%445	استقرار	منخفض
CINE	−71,85	−230,25	%68,79	/	/
المياه القابلة للهطولW	30,48(مم)	32,82	7,12	/	/

- **عين صالح يوم 2018/09/27 على الساعة12Z(وضعية اضطراب الجوي):**

تم تسجيل هطول كمية من الامطارلهذا اليوم قدرت ب 13.2مم. اشارت المؤشرات الجوية الي مستوى مخاطر"عال" بالنسبةلمؤشر TTIو مستوى مخاطر "متوسط"لكل من مؤشر KIومؤشر Showalte وCAPE،في حين كان مستوى المخاطر"ضعيف" بالنسبة لمؤشراتSWEAT وLI. للعلم كمية المياه القابلة للهطول (W)لهذا اليوم كانت متوسطة و تقدر ب 30.84مم، كما هو موضح في الجدول (16.4) ادناه :

جدول (16.4): مؤشرات الاستقرارالجوي – عين صالح يوم 2018/09/27 على الساعة Z 12

المؤشرات	القيم(C°)	التحقق	الخطأ النسبي(%)	الملاحظات	درجة المخاطر
مؤشر Total Totals(TT)	49,00	49,00	%0	عواصف رعدية قوية معزولة/ بعض الاعاصير القوية المعزولة	عال
المؤشر KI	31,30	31,30	%0	احتمال 40لى 60%	متوسط
المؤشر Showalter	0,33	−3	% 111	خطر حدوث زخات وعواصف رعدية	متوسط
مؤشر SWEAT	146,62	146,60	%−0,01	عواصف رعدية غير مرجحة	منخفض
مؤشر LI	−3,34	−3	%−11,33	استقرار	منخفض
CAPE	1178,37	1060,57	%11,10	استقرار	منخفض
CINE	−122,04	145,19−	%15,94	/	/
المياه القابلة للهطولW	30,84 (ملم)	32,82	%5,97	/	/

- **عين صالح يوم 2018/10/04 على الساعة 12Z**(وضعية استقرار جوي):

لم يتم تسجيل هطول الأمطارفي هذا اليوم وغياب مستويات NCL و NEفي مخططات Skew−Tوهذا يتوافق مع عدم تكوين السحب حيث نلاحظ من خلال النتائج ان كل المؤشرات TTIو KI، Showalte، SWEAT ، LI وCAPE تشير الى مستوى مخاطر "منخفض" وبالتالي تأكيد حالة استقرار لهذااليوم،كما هو موضح في الجدول (17.4) ادناه :

جدول (17.4): مؤشرات الاستقرار الجوي – عين صالح يوم 2018/10/04 على الساعة 12 Z

المؤشرات	القيم(C°)	التحقق	الخطأ النسبي(%)	الملاحظات	درجة المخاطر
مؤشر Total Totals(TTI)	39,80	39,80	%0	من غير المحتمل حدوث عواصف رعدية	منخفض
المؤشر KI	2,70	2,70	%0	احتمال 0 %	منخفض
المؤشر Showalter	6,66	6,90	%3,60	احتمال زخات مطر وعواصف رعدية	منخفض
مؤشر SWEAT	35,99	33,60	%−6,64	عواصف رعدية غير	منخفض

				مرجحة	
مؤشر LI	4,96	4,90	%-1,2	مستقر	**منخفض**
CAPE	0	0	%0	مستقر	**منخفض**
CINE	0	0	%0	/	/
المياه القابلة للهطول W	13,27 (ملم)	14,18	%6,85	/	/

- **4- 5 – 3 بشار يوم 2018/09/26 الساعة Z00** (وضعية اضطراب الجوي):

كمية الامطار المسجلة لهذا اليوم قدرت ب14 مم. أشارت المؤشرات الجويةإلي مستوى مخاطر"عال جدا" بالنسبة لكلا من TTI و KI، و مستوى "متوسط" بالنسبةلمؤشراتShowalterوLI، في حين كان مستوى المخاطر "منخفض" بالنسبة للمؤشراتSWEAT وCAPE . للعلم كمية المياه القابلة للهطول (W)لهذا اليوم كانت متوسطة و قدرت ب 29.64 مم، كما هو موضح في الجدول (20.4) ادناه :

جدول (18.4): مؤشرات الاستقرارالجوي – بشار يوم 2018/09/26 على الساعة Z00

المؤشرات	القيم(C°)	التحقق	الخطأ النسبي(%)	الملاحظات	درجة المخاطر
مؤشر TotalTotals(TTI)	50.20	50,20	0%	العديد من العواصف الرعدية القوية متفرقة / بعض الأعاصير القوية المعزولة	**عال جدا**
مؤشر KI	34,10	34,10	0%	من 60 الى 80% احتمالية تطور العواصف الرعدية	**عال جدا**
مؤشر Showalter	-0,76	-0.70	%-8.57	احتمالية هطول أمطار وعواصف رعدية	**متوسط**
مؤشر SWEAT	150,01	150,00	%-0.006	احتمالية حدوث عواصف رعدية	**منخفض**

مؤشر الرفع LI	−1.20	−0.70	%−71.42	استقرار	**متوسط**
CAPE	90,21	90.26	%0.05	استقرار	**منخفض**
CINE	−149,34	150.0 −5	**%**0.47	/	/
المياه القابلة للهطولW	29.64(ملم)	33.24	%10.83	/	/

- **بشار يوم 2018/09/27 الساعة Z00**(وضعية اضطراب الجوي):

ان كمية الامطار المتساقطة لهذا اليوم كانت قياسية، حيث تم تسجيل ما مقداره 74 مم. لقد أشارت المؤشرات الجويةإلي مستوى مخاطر "عال جدا" بالنسبة لكلا من TTI و KI، و مستوى "متوسط" بالنسبةلمؤشراتShowalterو LI، في حين كان مستوى المخاطر "منخفض" بالنسبة للمؤشراتSWEAT وCAPE ، و هي نفس ملاحظات اليوم السابق (26 سبتمبر). للعلم كمية المياه القابلة للهطول (W)لهذا اليوم قدرت ب 30.11 مم، كما هو موضح في الجدول (21.4) أدناه :

جدول (19.4): مؤشرات الاستقرارالجوي – بشار يوم 2018/09/27 على الساعة Z00

المؤشرات	القيم(°C)	التحقق	الخطأ النسبي(%)	الملاحظات	درجة المخاطر
مؤشر Total Totals(TTI)	49.40	49.40	%0	عواصف رعدية قوية معزولة / بعض الأعاصير المعزولة	**عال جدا**
مؤشر KI	33.90	33.90	%0	من 60 الى 80% احتمالية تطور العواصف الرعدية	**عال جدا**
مؤشر Showalte	−0,23	−0.20	%−15%	احتمالية هطول أمطار وعواصف رعدية	**متوسط**
مؤشر SWEAT	173.22	173.20	%−0.0115	احتمالية حدوث عواصف رعدية	**منخفض**

متوسط	الاستقرار	%41.66	−0.70	−1.20	**مؤشر الرفع LI**
منخفض	استقرار	%−209.74	14.78	45.78	**CAPE**
/	/	%−63.26	154.96 −	−153.00	**CINE**
/	/	%0.16	36.02	30.11(ملم)	**المياه القابلة للهطول W**

- **بشار يوم 2018/10/01 الساعة00Z (حالة الاستقرار الجوي) :**

تم اختيار هذا اليوم باعتباره يومًا غير عاصف (جو مستقر)، ولم يتم تسجيل فيه هطول الأمطار مع غياب المستويات NCL و NEفي مخطط Skew–T، وهو ما يتوافق مع عدم تكوين السحب. وقد تأكد ذلك من خلال توافقمستويات المخاطر المعلنة من قبل جميع المؤشرات ، حيث كانت "متوسطة" بالنسبة لمؤشرTTI ،و من "منخفضة" الى "منخفضة جداً" بالنسبة لباقي المؤشرات. كما يعتبر انعدام قيم كلا من المؤشرات CAPE و CINE دليل أخر لاستقرار حالة الجو.للعلم كمية المياه القابلة للهطول (W) لهذا اليوم كانت متدنية و قدرت ب 19.1 مم، كما هو موضح في الجدول (22.4) أدناه :

جدول (20.4): مؤشرات الاستقرار الجوي – بشار يوم 2018/10/01 على الساعة 00Z

درجة المخاطر	**الملاحظات**	**الخطاالنسبي(%)**	**التحقق**	**القيم(C°)**	**المؤشر**
متوسط	عواصف رعدية متفرقة	%0	45.00	45.00	**مؤشرTotal Totals(TTI)**
منخفض	احتمال من 20 الى 40%	%0	22.90	22.90	**مؤشر KI**
منخفض	لا زخات أو عواصف رعدية	%−0.60	3.3	3.32	**مؤشر Showalter**

مؤشر SWEAT	15.99	16.00	%0.06	عواصف رعدية غير مرجحة	**منخفض**
مؤشر الرفع LI	3.71	3.3	% −12.42	عدم الاستقرار منخفض	**منخفض**
CAPE	0	0	0%	استقرار	**منخفض**
CINE	0	0	%0	/	/
المياه القابلة للهطولW	19.10(ملم)	22.12	%0.13	/	/

4-6 اختبارحساسية المؤشرات لاستقرار الجو:

نعتبر المؤشر حساس لحالة الجو، إذا توافقت ملاحظاته، بالنسبة لمستوى المخاطر، مع الحالة الحقيقية لوضعية الاضطراب و وضعية الاستقرار معا. يمكن تلخيص استجابة المؤشرات لكلا الوضعيتين في الجداول التالية:

4- 6- 1تندوف :

الجدول (21.4) : اختبار الحساسية لمؤشرات الاستقرار بالنسبة لمحطة تندوف

درجة المخاطر	وضعية الاضطراب الجوي(11و12سبتمبر2018)	وضعية الاستقرار (03 اكتوبر 2018)	الحساسية
مؤشر TTI	عال/ منخفض[2]	منخفض	**عال**
مؤشرKI	عال /متوسط[3]	منخفض	**عال**
مؤشرShowalter	متوسط / منخفض	منخفض	**متوسط**
مؤشرSWEAT	منخفض	منخفض	**منخفض**
مؤشر LI	منخفض	منخفض	**منخفض**
CAPE	منخفض	منخفض	**منخفض**

[2]احتمالية كون التساقط تم تسجيله قبل إطلاق المسبار على الساعة 12 زوالا
[3] نفس الملاحظة بالنسبة لمؤشر TTI

بالنسبة لمحطة تندوف نلاحظالتوافق التام للمؤشرات بالنسبة لوضعية الاستقرار. في حين هناك تباين لوضعية الاضطراب. من الجدول (21.4)، يمكن استنتاج أن المؤشرينTTI و KI هما مناظهرا حساسية "عالية" لوضعية الاضطراب و الاستقرار، ثم حساسية "متوسطة" بالنسبة لمؤشر Showalter و أخيرا حساسية "منخفضة" لكل من المؤشرات SWEAT، LI، CAPE.

4- 6- 2 عين صالح :

الجدول (22.4) : اختبار الحساسية لمؤشرات الاستقرار بالنسبة لمحطة عين صالح

درجة المخاطر	وضعية الاضطراب الجوي (26-27سبتمبر2018)	وضعية الاستقرار (04 اكتوبر 2018)	الحساسية
مؤشر TTI	عال/عال	منخفض	عال
مؤشرKI	متوسط/متوسط	منخفض	متوسط
مؤشرShowalter	متوسط/متوسط	منخفض	متوسط
مؤشرSWEAT	منخفض/منخفض	منخفض	منخفض
مؤشر LI	منخفض/منخفض	منخفض	منخفض
CAPE	منخفض /**منخفض**	منخفض	**منخفض**

بالنسبة لمحطة عين صالح نلاحظ التوافقالتام للمؤشرات بالنسبة لوضعية الاستقرار. في حين هناك تباين لوضعية الاضطراب. من الجدول (24.4)، يمكن استنتاج أن المؤشر TTI هو الوحيد من اظهر حساسية "عالية" لوضعية الاضطراب و الاستقرار، ثم حساسية "متوسطة" بالنسبة لمؤشرين KI و Showalter و أخيرا حساسية "منخفضة" لكل من المؤشرات SWEAT، LI، CAPE.

4- 6- 3 بشار :

الجدول (23.4) : اختبار الحساسية لمؤشرات الاستقرار بشارسبتمبر 2018

درجة المخاطر	وضعية الاضطراب الجوي (26 و27 سبتمبر 2018)	وضعية الاستقرار (1 اكتوبر2018)	الحساسية
مؤشر TTI	عال جدا /عال جدا	متوسط	عال جدا

مؤشر KI	عال جدا /عال جدا	منخفض	عال جدا
مؤشر Showalter	متوسط / متوسط	منخفض	متوسط
مؤشر SWEAT	منخفض / منخفض	منخفض	منخفض
مؤشر LI	متوسط / متوسط	منخفض	متوسط
CAPE	منخفض / منخفض	منخفض	منخفض

بالنسبة لمحطة بشار نلاحظ التوافق الشبهالتام للمؤشرات بالنسبة لوضعية الاستقرار. في حين هناك تباين لوضعية الاضطراب. من الجدول (25.4)، يمكن استنتاج أن المؤشرين TTI و KI هما من اظهرا حساسية "عالية جدا" لوضعية الاضطراب و الاستقرار، ثم حساسية "متوسطة" بالنسبة لمؤشر Showalter و أخيرا حساسية "منخفضة" لكل من المؤشرات SWEAT، LI، CAPE.

- **ملاحظة :**

من خلال دراستنا لحالتي الاضطراب و الاستقرار لمحطتي تندوف و بشار (الجنوب الغربي للجزائر) و محطة عين صالح (الجنوب الجزائري)، يمكنناالاستخلاص إلى النتائج التالية: انه يمكن الاعتمادبشكل كبير على كلا من المؤشرينTTI وKI في دراسة الاستقرار الجوي لما تميزا به من حساسية "عالية جدا".ثم بدرجة متوسطةالاعتماد على المؤشرShowalterلما تميز بهمن حساسية "متوسطة". كما يمكن الاعتماد بدرجة أقل على كلا من المؤشرات SWEAT وLIو CAPEلما تميزوا به من حساسية "منخفضة".

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة

في هذا البحث قمنا بدراسة تطبيقية للاستقرار الجوي باستعمال قياسات السبر الراديوي و المخططات الترموديناميكية المستخدمة في علم الأرصاد الجوية. هاته الدراسة هي تكملة و تعميم لدراسة سابقة و التي شملت حالة محطة بشار (الواقعة في جنوب غرب الجزائر). في الدراسة الحالية أضفنا محطتين إضافيتين: محطة تندوف (جنوب غرب الجزائر) و محطة عين صالح (جنوب الجزائر). لقد ساهم توفر البيانات، من جهة المكتب الوطني للأرصاد الجوية (ONM) للبيانات السطحية، ومن جهة اخرى الموقع المتخصص في الأرصاد الجوية التابع لجامعة Wyoming (الولايات المتحدة الأمريكية) http://weather.uwyo.edu/cgi-bin/sounding ، في إتمام هذا العمل و الخروج بنتائج مهمة في هذا الميدان.

في دراستنا للاستقرار الجوي تم حساب مجموعة من المؤشرات الجوية المستعملة في الرصد الجوي مثل Showalter و SWEAT و Total-Total و CAPE و CINE ، و غيرها لوضعيتين جويتين مختلفتين: وضعية جوية مضطربة (خلال شهر سبتمبر 2018) و أخرى مستقرة (خلال شهر اكتوبر 2018) من اجل اختبار حساسية هاته المؤشرات للوضعيات الجوية المختلفة.

بينت النتائج أولا إلى أن هناك تباين في حساسية المؤشرات لنفس الحالة. كما بينت أيضا انه يمكن الاعتماد بشكل كبير على كلا من المؤشرين TTI و KI، في دراسة الاستقرار الجوي و التنبؤ بحالة الطقس على المدى القصير و المحلي، لما تميزا به من حساسية "عالية جدا" للوضعيتين الجويتين (الاضطراب و الاستقرار) محل الدراسة. ثم بدرجة متوسطة الاعتماد على المؤشر Showalter لما تميز به من حساسية "متوسطة". كما يمكن الاعتماد بدرجة أقل على كلا من المؤشرات SWEAT و LI و CAPE لما تميزوا به من حساسية "منخفضة". هاته النتائج أكدت تلك المتحصل عليها في الدراسة السابقة.

كمنظور لهذه الدراسة، نقترح إجراء دراسات أخرى بنفس المؤشرات ولكنها تطبق خاصة على فترات أخرى من السنة (فصول أخرى) وأماكن أخرى (مثل محطة تمنراست).

قائمة المراجع

قائمة المراجع

[1] memoire KAOUJA SAIDA & BENATALLAH MANAL Encadreur Mr NAKES Mohamed Tahar Théme "étude stabiliteatmospherique à partir des indices de sondage et des diagrammes thermodynamiques. Application sur quelques stations dans le territoire algérien" master academique Spécialité Physique – Option : Physique météorologique 2020 – Université KasdiMerbah d'Ouargla.

[2]كتاب احمد الشيخ الارصاد الجوية ,جامعة المنصورة, كلية التربية ,قسم المواد الاجتماعية 2004

[3] Hassen SAÏDI, Cours de thermodynamique de l'atmosphère, Centre de publication universitaire, Manouba, Tunisie, 2011, 249 sxwqp.

[4] http:// Météo France.com (اخر زيارة يوم 30/5/2021)

[5] http://sup.ups-tlse.fr (اخر زيارة يوم 30/7/2021)

[6] https://www.vaisala.com (اخر زيارة يوم 28/7/2021)

[7] الاستقرار الجوي (علوم الارض) – Mimir موسوعة (اخر زيارة يوم 2021/08/15)

[8]https://fr.wikipedia.org/wiki/Indice_de_stabilit%C3%A9_de_Showalter (اخر زيارة يوم 2021/08/15)

[9]https://fr.wikipedia.org/wiki/Indice_de_soul%C3%A8vement (اخر زيارة يوم 2021/08/15)

[10] http://tornado.sfsu.edu KI (اخر زيارة يوم 2021/08/15)

[11] https://fr.wikipedia.org/wiki/Indice_total-total (اخر زيارة يوم2021/08/15)

[12] https://fr.wikipedia.org/wiki/Indice_de_menace_de_temps_violent (اخر زيارة يوم 2021/08/15)

[13] 21 29/08/20 http://stringfixer.com (اخر زيارة يوم)

[14] 06/09/2021 http://sup.ups-tlse.fr (اخر زيارة يوم)

[15] https://fr.m.wikipedia.org (30/3/2021 اخر زيارة يوم)

[16] http://www.wladbladi.net/threads/météorologie-en-cours.120728/page-13
(اخر زيارة يوم 31/08/2021)

[17] https://www.meteocontact.fr (اخر زيارة يوم 05/09/2021)

[18] http://meteo-aero.com (اخرزيارةيوم 12l06l2021)

[19] http://sup.upstlse.fr/uved/Ozone/BasesScientifiques/projet/site/html/StabiliteVerticale_3.html (اخر زيارة يوم 24/09/2021)

[20] https://ar.wikipedia.org/wiki تندوف (اخر زيارة يوم 18/08/2021)

[21] http://weather.uwyo.edu/cgi-bin/sounding (اخر زيارة يوم 18/08/2021)

الملاحق

تندوف

60656					at 12Z		11	sept-18					
PRES	HGHT		TEMP		DWPT	RELH	MIXR	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m		C		C	%	g/kg	kg/kg	deg	knot	K	K	K
1000	157												
968	439	#REF!	27,2	300,4	18,2	58	13,8	0,01378	20	14	303	344	306
966	457	#REF!	27,1	300,3	18	57	13,6	0,0136	60	10	303	344	306
941	691	#REF!	25,9	299,1	15,1	51	11,6	0,01159	65	16	304	339	307
925	844	#REF!	25,2	298,4	13,2	47	10,4	0,01041	105	12	305	337	307
922	873	#REF!	25,1	298,3	13,2	48	10,4	0,01044	115	13	305	337	307
905	1036	#REF!	24,2	297,4	13,2	50	10,6	0,01064	123	14	306	338	308
850	1581	#REF!	19,6	292,8	11,6	60	10,2	0,01019	150	19	307	338	309
841	1672	#REF!	18,9	292,1	11,3	61	10,1	0,01009	145	19	307	338	309
822	1866	#REF!	17,4	290,6	10,6	64	9,86	0,00986	170	18	307	338	309
765	2478	#REF!	12,8	286	8,5	75	9,18	0,00918	190	21	309	337	310
755	2591	#REF!	12	285,2	8,1	77	9,05	0,00905	206	22	309	337	311
750	2646	#REF!	12,6	285,8	7,6	72	8,81	0,00881	213	22	310	338	312
749	2658	#REF!	12,5	285,7	7,6	72	8,8	0,0088	215	22	310	338	312
714	3058	#REF!	9,6	282,8	6,5	81	8,59	0,00859	210	30	311	338	313
700	3223	#REF!	8,4	281,6	6,1	85	8,51	0,00851	220	28	312	338	313
694	3293	#REF!	7,9	281,1	5,8	86	8,37	0,00837	225	28	312	338	314
684	3412	#REF!	7,1	280,3	5,2	87	8,15	0,00815	215	30	312	338	314
668	3605	#REF!	5,8	279	4,2	90	7,8	0,0078	235	34	313	338	315
660	3703	#REF!	5,1	278,3	3,7	91	7,63	0,00763	240	32	313	337	315
614	4292	#REF!	1	274,2	0,8	98	6,65	0,00665	215	31	315	336	316
605	4413	#REF!	0,2	273,4	0,2	100	6,46	0,00646	214	31	316	336	317
513	5720	#REF!	-6,7	266,5	-6,9	98	4,47	0,00447	206	30	322	337	323
500	5920	#REF!	-7,9	265,3	-8,7	94	3,99	0,00399	205	30	323	337	324
476	6302	#REF!	-8,7	264,5	-9,5	94	3,93	0,00393	201	24	327	340	328
452	6700	#REF!	-12,7	260,5	-17,3	68	2,19	0,00219	202	25	327	335	327
425	7166	#REF!	-15,9	257,3	-21,9	60	1,57	0,00157	206	27	329	334	329
415	7345	#REF!	-17,3	255,9	-20,3	77	1,85	0,00185	208	28	329	336	329
400	7620	#REF!	-19,1	254,1	-25,1	59	1,25	0,00125	210	30	330	335	330
384	7921	#REF!	-21,1	252,1	-32,7	35	0,64	0,00064	215	34	331	334	332
361	8377	#REF!	-24,1	249,1	-44,1	14	0,21	0,00021	211	36	333	334	333
353	8538	#REF!	-25,4	247,8	-43,8	16	0,22	0,00022	210	37	334	335	334
335	8915	#REF!	-28,5	244,7	-43,2	23	0,25	0,00025	195	34	334	335	334
323	9178	#REF!	-30,7	242,5	-42,7	30	0,28	0,00028	197	30	335	336	335
321	9222	#REF!	-30,7	242,5	-32,3	86	0,8	0,0008	197	29	335	339	336
310	9222	#REF!	-31,9	241,3	-35,8	68	0,58	0,00058	199	26	337	339	337
302	9222	#REF!	-33,6	239,6	-36,8	73	0,54	0,00054	200	23	337	339	337
300	9222	#REF!	-34,1	239,1	-37,1	74	0,53	0,00053	200	23	337	339	337
289	9222	#REF!	-36,1	237,1	-40,1	66	0,4	0,0004	210	20	338	340	338
287	9222	#REF!	-36,5	236,7	-40,7	65	0,38	0,00038	214	20	338	340	338
284	9222	#REF!	-37,3	235,9	-39,9	77	0,42	0,00042	219	21	338	340	338
281	9222	#REF!	-37,9	235,3	-41,1	72	0,37	0,00037	225	21	338	340	338
276	9222	#REF!	-38,9	234,3	-43,2	64	0,31	0,00031	226	24	338	340	338
275	9222	#REF!	-38,9	234,3	-47,9	38	0,18	0,00018	226	24	339	340	339
272	9222	#REF!	-39,5	233,7	-45,5	53	0,24	0,00024	226	26	339	340	339
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

261	9222	#REF!	-41,7	231,5	-55,7	20	0,08	0,00008	228	32	340	340	340
250	9222	#REF!	-44,3	228,9	-58,3	20	0,06	0,00006	230	39	340	340	340
216	9222	#REF!	-52,9	220,3	-61,9	33	0,04	0,00004	240	43	341	341	341
215	9222	#REF!	-52,5	220,7	-67,5	15	0,02	0,00002	240	43	342	342	342
200	9222	#REF!	-54,5	218,7	-68,5	16	0,02	0,00002	245	45	346	346	346
173	9222	#REF!	-59,1	214,1	-75,1	11	0,01	0,00001	250	54	353	353	353
161	9222	#REF!	-61,9	211,3	-76,7	12	0,01	0,00001	245	46	356	356	356
154	9222	#REF!	-63,7	209,5	-77,7	13	0,01	0,00001	254	45	357	358	357
150	9222	#REF!	-64,3	208,9	-78,3	13	0,01	0,00001	260	45	359	359	359
141	9222	#REF!	-65,9	207,3	-79,9	13	0	0	235	33	363	363	363
135	9222	#REF!	-67,1	206,1	-81,1	12	0	0	230	36	365	365	365
125	9222	#REF!	-69,1	204,1	-83,1	12	0	0	255	43	370	370	370
124	9222	#REF!	-69,3	203,9	-83,3	12	0	0	260	41	370	370	370
122	9222	#REF!	-69,3	203,9	-83,4	11	0	0	265	35	372	372	372
119	9222	#REF!	-69,2	204	-83,6	11	0	0	260	27	375	375	375
115	9222	#REF!	-69,2	204	-83,9	10	0	0	225	23	378	378	378
114	9222	#REF!	-69,1	204,1	-83,9	10	0	0	220	24	379	379	379
108	9222	#REF!	-69	204,2	-84,3	9	0	0	225	32	386	386	386
103	9222	#REF!	-69	204,2	-84,7	9	0	0	250	22	391	391	391
100	9222	#REF!	-68,9	204,3	-84,9	8	0	0	235	13	394	394	394
99	9222	#REF!	-69,1	204,1	-84,9	9	0	0	210	10	395	395	395
90,1	9222	#REF!	-71,3	201,9	-85,3	11	0	0	290	5	402	402	402
83	**9222**	**#REF!**	**-68,8**	**204,4**	**-86,2**	**7**	**0**	**0**	**0**	**0**	**416**	**416**	**416**
79	9222	#REF!	-67,2	206	-86,7	5	0	0	30	10	425	425	425
74,3	9222	#REF!	-65,3	207,9	-87,3	3	0	0	63	10	437	437	437
74	9222	#REF!	-65,3	207,9	-87,3	3	0	0	65	10	437	437	437
73	9222	#REF!	-65,3	207,9	-87,3	3	0	0	60	16	439	439	439
71	9222	#REF!	-65,3	207,9	-87,3	3	0	0	85	22	443	443	443
70	9222	#REF!	-65,3	207,9	-87,3	3	0	0	90	21	444	444	444
66,5	9222	#REF!	-66,1	207,1	-87,1	4	0	0	104	18	449	449	449
65	9222	#REF!	-65,6	207,6	-87,1	4	0	0	110	17	453	453	453
62	9222	#REF!	-64,7	208,5	-87	3	0	0	85	11	461	461	461
58	9222	#REF!	-63,3	209,9	-86,9	3	0	0	125	15	473	473	473
56	9222	#REF!	-62,6	210,6	-86,8	3	0	0	120	10	480	480	480
55	9222	#REF!	-62,3	210,9	-86,8	2	0	0	105	9	483	483	483
54	9222	#REF!	-61,9	211,3	-86,8	2	0	0	75	12	486	486	486
52	9222	#REF!	-61,1	212,1	-86,7	2	0	0	85	28	493	494	493
50,9	9222	#REF!	-60,7	212,5	-86,7	2	0	0	99	24	498	498	498
50	9222	#REF!	-61,3	211,9	-86,3	2	0	0	110	21	499	499	499
49	9222	#REF!	-62	211,2	-87	2	0	0	110	19	500	500	500
48,6	9222	#REF!	-62,3	210,9	-87,3	2	0	0	108	17	500	500	500
48	9222	#REF!	-61,7	211,5	-87,1	2	0	0	105	14	504	504	504
44	9222	#REF!	-57,4	215,8	-85,3	2	0,01	0,00001	70	24	527	527	527
43,9	9222	#REF!	-57,3	215,9	-85,3	2	0,01	0,00001	70	24	527	527	527
38,4	9222	#REF!	-55,9	217,3	-84,9	2	0,01	0,00001	98	41	551	551	551
37	9222	#REF!	-56,1	217,1	-85,3	1	0,01	0,00001	105	45	557	557	557
33,3	9222	#REF!	-56,5	216,7	-86,5	1	0,01	0,00001	110	39	573	573	573
33		#REF!		273,2				0	110	38			

60656 at12Z 12 Sep 2018

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1000	185									
971	439	20,2	18,7	91	14,2	180	5	296	337	298
959	547	19,2	16,1	82	12,1	142	4	296	331	298
948	647	22	14	60	10,7	106	4	300	331	302
925	861	22,2	11,2	50	9,11	30	3	302	329	304
918	927	22	11	50	9,05	25	5	302	330	304
904	1060	21,2	10,6	51	8,93	15	10	303	330	305
850	1591	17,8	8,8	56	8,43	0	15	305	330	306
848	1611	17,6	8,8	56	8,43	355	15	305	330	306
815	1945	15,2	8,1	63	8,39	320	17	306	331	307
734	2826	8,7	6,4	85	8,28	280	12	308	333	309
721	2976	7,6	6,1	90	8,26	263	12	308	334	310
719	2999	7,5	6,1	90	8,26	260	12	308	334	310
704	3173	7,1	5,8	91	8,27	230	16	310	336	311
700	3220	7	5,7	91	8,27	225	18	310	336	312
685	3399	6,8	4,7	86	7,88	222	25	312	337	313
667	3617	4,4	4,4	100	7,92	219	34	312	336	313
646	3873	3,1	3,1	100	7,44	215	44	313	336	314
554	5100	-3,1	-3,4	98	5,41	215	47	320	337	321
500	**5920**	**-7,3**	**-7,7**	**97**	**4,31**	**235**	**41**	**324**	**339**	**325**
489	6093	-8,1	-8,2	99	4,24	237	40	325	340	326
455	6647	-11,3	-12,5	91	3,23	245	35	328	339	329
453	6681	-11,5	-12,8	90	3,17	244	34	328	339	329
430	7075	-14,2	-16,4	83	2,49	230	27	330	338	330
409	7454	-16,7	-19,8	77	1,96	216	30	331	338	332
400	7620	-17,9	-20,7	79	1,85	210	32	332	338	332
396	7694	-18,4	-21,1	79	1,8	210	31	332	339	332
384	7922	-19,8	-22,4	80	1,67	230	29	333	339	333
352	8564	-23,9	-25,9	84	1,32	220	27	336	341	336
338	8859	-26,1	-28,5	80	1,08	215	27	337	341	337
312	9430	-30,7	-33,5	76	0,73	205	25	338	341	338
300	9710	-32,9	-35,9	74	0,6	205	29	339	341	339
250	10970	-43,7	-47	70	0,22	220	25	341	342	341
246	11078	-44,7	-48	69	0,2	220	24	341	342	341
243	11159	-45,5	-48,8	69	0,19	219	24	341	342	341
241	11214	-45,9	-52,9	45	0,12	219	25	341	342	341
231	11494	-48,7	-53,1	60	0,12	216	26	341	342	341
229	11551	-49,1	-56,1	44	0,08	215	27	341	342	341
228	11579	-49,4	-56,2	44	0,08	215	27	341	342	341
212	12049	-54,1	-58,4	59	0,07	240	34	341	342	341
200	12420	-56,5	-61,5	53	0,05	260	39	343	343	343
192	12677	-57,6	-65,8	34	0,03	275	43	345	346	345
183	12980	-58,9	-70,9	20	0,01	278	49	348	348	348
179	13118	-58,9	-71,6	18	0,01	280	52	350	350	350
168	13515	-58,7	-73,7	13	0,01	276	43	357	357	357
166	13590	-59.1	-74.1	13	0.01	275	41	358	358	358

142	14555	-64	-79,4	11	0,01	295	27	365	365	365
131	15048	-66,5	-82,4	9	0	270	12	369	369	369
130	15095	-66,7	-82,7	9	0	260	10	370	370	370
129	15141	-67	-82,8	9	0	250	8	370	370	370
125	15329	-68,3	-83	11	0	200	13	371	371	371
123	15425	-69	-83,2	11	0	190	14	372	372	372
115	15827	-71,7	-83,7	15	0	230	18	374	374	374
106	16307	-72,3	-84,3	15	0	290	10	381	381	381
102	16533	-72,6	-84,6	15	0	255	10	385	385	385
100	16650	-72,7	-84,7	15	0	260	13	387	387	387
97	16832	-71,6	-85,2	12	0	280	11	393	393	393
94	17020	-70,5	-85,7	9	0	210	10	398	398	398
91	17214	-69,3	-86,2	7	0	215	15	404	404	404
87	17483	-67,7	-87	5	0	265	1	413	413	413
84,2	17678	-66,5	-87,5	4	0	274	5	419	419	419
81	17912	-67,5	-87,6	4	0	285	10	422	422	422
73,9	18464	-69,7	-87,7	6	0	4	8	428	428	428
70	18790	-67,9	-88,9	4	0	50	7	439	439	439
68	18968	-66,8	-88,7	3	0	95	11	445	445	445
64	19339	-64,5	-88,2	3	0	55	17	458	458	458
57	20048	-60	-87,3	2	0	65	24	483	483	483
54	20380	-58	-86,9	1	0	90	31	495	495	495
53,9	**20391**	**-57,9**	**-86,9**	**1**	**0**	**91**	**31**	**496**	**496**	**496**
52	20615	-58,8	-87,8	1	0	120	27	499	499	499
51	20736	-59,2	-88,2	1	0	120	16	501	501	501
50	20860	-59,7	-88,7	1	0	120	11	502	502	502
49	20986	-59,8	-88,7	1	0	105	7	505	505	505
48	21115	-59,9	-88,7	1	0	100	10	508	508	508
46	21380	-60,1	-88,8	1	0	115	27	514	514	514
44	21657	-60,3	-88,8	1	0	135	25	520	520	520
38,8	22442	-60,9	-88,9	1	0	88	16	537	537	537
38	22573	-60,3	-88,7	1	0	80	14	542	542	542
36	22915	-58,6	-88,3	1	0	85	24	555	555	555
33	23465	-55,9	-87,6	1	0,01	85	21	576	576	576
32	23659	-55	-87,3	1	0,01	65	24	583	583	583
31,1	23839	-54,1	-87,1	1	0,01	78	27	591	591	591
30	24070	-55,1	-87,1	1	0,01	95	31	594	594	594
29	24286	-55,5	-87,1	1	0,01	90	34	599	599	599
27,6	24601	-56,1	-87,1	1	0,01	111	31	605	605	605
27	24741	-55,9	-87	1	0,01	120	30	610	610	610
26	24982	-55,4	-86,7	1	0,01	100	25	618	618	618
25	25233	-55	-86,5	1	0,01	110	22	626	626	626
24	25493	-54,5	-86,2	1	0,01	95	22	635	635	635
23	25765	-54	-86	1	0,01	85	36	644	644	644
22,7	25849	-53,9	-85,9	1	0,01			647	647	647

60656 at 12Z 3 OCT 2018

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1000	124									
965	439	31,2	7,2	22	6,64	0	0	308	328	309
963	458	28,8	8,8	29	7,43	353	0	305	328	307
925	815	25,2	8,2	34	7,43	210	2	305	328	306
875	1300	21,2	6,2	38	6,84	102	3	306	327	307
850	1550	19,8	-3,2	21	3,57	45	4	307	318	308
844	1611	19,8	-12,2	10	1,79	40	4	308	313	308
700	3182	7,8	-17,2	15	1,43	280	9	311	316	311
697	3217	7,6	-16,7	16	1,5	280	10	311	316	312
681	3408	6,3	-13,7	22	1,95	300	13	312	318	312
677	3456	6	-13	24	2,09	297	14	312	319	313
661	3651	4,6	-18,4	17	1,36	285	16	313	317	313
627	4080	1,6	-30,4	7	0,49	286	18	314	316	314
595	4499	-2,1	-13,1	43	2,36	287	21	314	322	315
567	4881	-4,5	-14,5	46	2,2	288	23	316	323	316
525	5483	-8,1	-21,1	34	1,36	289	26	319	323	319
500	5860	-11,3	-23,3	36	1,18	290	28	319	323	319
479	6187	-14,3	-22,3	51	1,34	288	30	319	324	320
449	**6674**	**-17,1**	**-37,1**	**16**	**0,35**	**286**	**33**	**322**	**323**	**322**
443	6774	-17,7	-38,4	15	0,31	285	34	322	324	322
423	7117	-19,8	-42,9	11	0,21	300	36	324	325	324
416	7242	-20,5	-44,5	10	0,18	299	36	325	325	325
400	7530	-22,7	-41,7	16	0,25	295	36	325	326	325
314	9251	-35,3	-52,5	16	0,09	285	38	331	332	331
307	9411	-36,5	-53,5	16	0,09	290	37	332	332	332
300	9570	-37,9	-53,9	17	0,08	295	36	332	332	332
286	9893	-40,7	-55,6	19	0,07	305	40	332	333	332
253	10721	-47,9	-59,9	24	0,05	295	33	334	334	334
252	10747	-48,1	-59,8	25	0,05	295	33	334	334	334
250	10800	-48,5	-59,5	27	0,05	285	34	334	334	334
246	10905	-49,5	-59	32	0,05	280	37	334	334	334
237	11149	-51,9	-57,9	48	0,06	284	38	334	334	334
234	11232	-52,3	-57	57	0,07	285	38	334	335	335
227	11428	-52,7	-62,7	29	0,04	288	39	337	337	337
213	11838	-54,9	-64,9	28	0,03	295	40	340	340	340
202	12177	-56,1	-69,5	17	0,02	300	41	343	343	343
200	12240	-56,3	-70,3	16	0,01	295	42	343	344	343
157	13741	-65,5	-74,5	28	0,01	280	56	352	353	352
153	13898	-62,3	-81,3	6	0	277	60	361	361	361
150	14020	-63,1	-81,1	7	0	275	63	361	361	361
147	14143	-63,5	-81,3	7	0	275	65	363	363	363
132	14798	-66	-82,7	8	0	295	34	370	370	370
127	15033	-66,8	-83,2	8	0	275	40	372	372	372
122	15277	-67,7	-83,7	9	0	275	49	375	375	375
120	15378	-67.1	-84.2	7	0	275	51	378	378	378

108	16018	-63,5	-87,5	3	0	278	43	396	396	396
100	16490	-64,3	-87,3	3	0	265	40	403	403	403
89	17201	-65,5	-88,5	3	0	315	32	415	415	415
86,9	17347	-65,7	-88,7	3	0	319	28	417	417	417
84	17556	-64,8	-89	2	0	325	23	423	423	423
81	17780	-63,9	-89,4	2	0	315	13	429	429	429
80	17856	-63,6	-89,5	2	0	300	10	431	431	431
79	17934	-63,3	-89,7	2	0	230	10	434	434	434
77	18092	-62,6	-89,9	1	0	210	16	438	438	438
75	18254	-61,9	-90,2	1	0	235	10	443	443	443
73	18420	-61,2	-90,5	1	0	235	4	448	448	448
71,5	18548	-60,7	-90,7	1	0	216	8	451	451	451
71	18592	-60,9	-90,6	1	0	210	10	452	452	452
70	18680	-61,3	-90,3	1	0	215	12	453	453	453
64,9	19146	-64,3	-91,3	1	0	261	22	456	456	456
64	19233	-63,9	-91,3	1	0	270	24	459	459	459
58	19844	-61,1	-91,3	1	0	300	10	478	478	478
53	20404	-58,6	-91,3	1	0	320	4	497	497	497
52,5	20463	-58,3	-91,3	1	0	336	7	499	499	499
51	20645	-58,7	-91,1	1	0	25	17	502	502	502
50	20770	-58,9	-90,9	1	0	30	17	504	504	504
47	21156	-60,4	-91,5	1	0	115	17	510	510	510
45	**21427**	**-61,4**	**-91,8**	**1**	**0**	**150**	**22**	**514**	**514**	**514**
44	21567	-61,9	-92	1	0	160	18	516	516	516
43,7	21609	-62,1	-92,1	1	0	160	17	516	516	516
42	21858	-61,3	-91,9	1	0	160	12	524	524	524
41	22008	-60,8	-91,8	1	0	175	10	529	529	529
40	22163	-60,3	-91,7	1	0	150	3	534	534	534
38	22484	-59,2	-91,5	1	0	50	10	545	545	545
37	22651	-58,7	-91,4	1	0	55	15	550	550	550
34,3	23125	-57,1	-91,1	1	0	121	16	566	566	566
33	23369	-57,6	-91,3	1	0	155	17	571	571	571
32	23563	-57,9	-91,4	1	0	155	14	575	576	575
31	23763	-58,3	-91,5	1	0	170	12	580	580	580
30	23970	-58,7	-91,7	1	0	145	16	584	584	584
29	24183	-58,2	-92	1	0	135	20	591	591	591
28,8	24227	-58,1	-92,1	1	0			593	593	593

عين صالح

60630			at 12Z	26	Spt	2018	
P	Z	T	Td	HR	r	DRCT	SKNT
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot
1000	120						
984	269	34,6	12,6	26	9,4	90	10
925	819	28	11	35	8,98	50	8
923	838	27,8	10,8	35	8,88	52	8
871	1347	23,7	7,4	35	7,48	100	2
850	1561	22	6	35	6,94	135	5
700	3207	8,2	1,2	61	6	205	11
689	3337	7,1	0,3	62	5,7	220	11
683	3408	6,4	-0,2	62	5,54	230	12
651	3801	3	-3	65	4,73	232	20
641	3926	2	-2,8	71	4,88	232	22
603	4416	-1,9	-3,2	91	5,04	234	32
583	4682	-4	-7,9	74	3,64	235	38
560	5000	-6,5	-13,5	58	2,42	245	31
551	5127	-7,3	-11,4	72	2,92	249	28
549	5155	-6,5	-21,5	29	1,26	250	28
546	5198	-6,1	-24,1	23	1	251	27
516	5637	-9,2	-25,5	25	0,94	265	17
511	5712	-9,7	-25,7	26	0,93	268	18
500	**5880**	**-10,5**	**-18,5**	**52**	**1,79**	**275**	**20**
498	5911	-10,8	-18,4	53	1,81	275	20
494	5973	-11,3	-18,3	56	1,84	276	21
467	6403	-13,6	-21,4	52	1,5	280	31
459	6535	-14,3	-22,3	51	1,4	277	30
453	6635	-14,3	-28,3	29	0,82	276	30
436	6925	-16	-29,2	31	0,79	270	28
431	7012	-16,5	-29,5	32	0,77	272	28
413	7331	-18,9	-31,9	31	0,64	280	26
400	7570	-20,7	-33,7	30	0,56	285	27
380	7946	-23,7	-39,7	22	0,32	292	28
345	8631	-29,7	-43,5	25	0,24	305	29
303	9552	-37,7	-48,7	31	0,15	305	29
300	9620	-38,3	-50,3	27	0,13	305	29
285	9971	-41,1	-53,1	26	0,1	310	30
284	9995	-41,3	-53,3	26	0,09	310	31
264	10487	-44,3	-62,3	12	0,03	306	45
260	10589	-45,2	-61,8	14	0,04	305	48
250	10850	-47,5	-60,5	21	0,04	300	49
237	11200	-49,7	-63,7	18	0,03	297	47
229	11423	-50,4	-65,8	14	0,02	295	45
223	11595	-50,9	-67,4	12	0,02	285	51
200	12300	-52,9	-73,9	6	0,01	290	52
180	12975	-55,7	-76,7	6	0,01	290	57
168	13408	-58	-78,2	6	0,01	290	60
150	14120	-61,7	-80,7	6	0	280	36
143	14414	-63.2	-81.5	7	0	290	32

138	14631	-64,2	-82	7	0	265	27
134	14809	-64,8	-82,3	7	0	245	31
123	15326	-66,5	-83	8	0	260	41
110	16000	-68,7	-83,9	10	0	315	26
108	16111	-69,1	-84,1	10	0	315	20
107	16166	-69,1	-84,4	9	0	310	16
104	16336	-69	-85,5	8	0	285	9
103	16394	-69	-85,8	7	0	280	10
100	16570	-68,9	-86,9	6	0	305	14
98	16692	-68	-86,8	5	0	330	16
96	16816	-67	-86,7	5	0	325	12
95,4	16854	-66,7	-86,7	4	0	318	12
92	17072	-67,9	-86,9	5	0	275	13
90	17204	-68,6	-87	6	0	280	14
88,5	17305	-69,1	-87,1	6	0	302	13
88	17340	-68,9	-87,2	6	0	310	12
86	17478	-67,9	-87,5	5	0	5	15
84,1	17612	-66,9	-87,9	4	0	24	22
84	17619	-66,9	-87,9	4	0	25	22
80	17914	-67,1	-88,1	4	0	60	17
76	18224	-67,3	-88,3	4	0	115	14
75	18304	-67,4	-88,4	4	0	115	12
73	**18467**	**-67,5**	**-88,5**	**4**	**0**	**85**	**14**
70	18720	-67,7	-88,7	4	0	115	16
67	18983	-67,6	-89,5	3	0	135	12
63,1	19344	-67,5	-90,5	3	0	97	11
61	19551	-65,4	-90,3	2	0	75	10
57	19966	-61,1	-89,9	1	0	120	11
56,8	19987	-60,9	-89,9	1	0	118	11
54	20301	-60,6	-89,6	1	0	90	10
52	20536	-60,4	-89,4	1	0	45	3
51,2	20632	-60,3	-89,3	1	0	61	5
50	20780	-60,7	-88,7	1	0	85	9
48	21035	-60,5	-88,7	1	0	105	10
47	21166	-60,4	-88,7	1	0	140	11
43	21722	-60	-88,6	1	0	175	12
37	22660	-59,3	-88,5	1	0	80	10
35	23007	-59	-88,4	1	0	100	19
34	23188	-58,9	-88,4	1	0	120	12
33	23375	-58,8	-88,4	1	0	65	6
31	23765	-58,5	-88,3	1	0,01	65	14
30	23970	-58,3	-88,3	1	0,01	90	13
29	24185	-57,9	-88,2	1	0,01	80	14
28	24407	-57,5	-88	1	0,01	100	16
27	24638	-57,1	-87,9	1	0,01	65	17
25	25125	-56,3	-87,5	1	0,01	75	17
24	25384	-55,9	-87,4	1	0,01	90	20
23	25653	-55,4	-87,2	1	0,01	115	27
22.4	25821	-55.1	-87.1	1	0.01	115	27

60630				at 12 Z	27Spt	2018	
P	Z	T	Td	HR	r	DRCT	SKNT
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot
1000	105						
982	269	32,8	13,8	32	10,19	70	25
977	315	30	15	40	11,09	69	25
949	573	27,6	14,6	45	11,13	61	28
944	619	27,1	14,6	46	11,15	60	28
925	798	25,4	14,4	51	11,27	70	31
895	1087	22,8	13,8	57	11,2	82	26
863	1404	21,8	7	38	7,34	95	21
862	1414	21,8	6,8	38	7,24	95	21
850	1535	20,8	6,8	40	7,34	95	22
814	1901	17,9	5,5	44	6,98	80	20
753	2559	12,7	3,1	52	6,37	110	14
700	3176	7,8	0,8	61	5,83	80	9
695	3235	7,3	0,9	64	5,93	80	10
685	3354	6,2	1,2	70	6,13	80	10
637	3947	2,8	-6,2	52	3,8	161	7
598	4453	-0,4	-20,7	20	1,24	240	4
583	4657	-1,7	-26,5	13	0,75	250	10
576	4754	-2,3	-29,3	11	0,59	250	11
573	**4795**	**-2,3**	**-20,3**	**24**	**1,34**	**250**	**11**
515	5632	-9,3	-12,9	75	2,77	250	19
506	5768	-9,9	-19,9	44	1,57	250	20
500	5860	-10,7	-21,7	40	1,36	250	21
488	6046	-11,8	-31,2	18	0,58	250	24
483	6125	-12,3	-35,3	13	0,39	248	24
446	6727	-17,3	-39,3	13	0,29	236	22
400	7530	-24,5	-30,5	58	0,76	220	20
395	7622	-25,3	-31,3	57	0,71	225	20
390	7714	-25,7	-39,1	27	0,33	230	19
387	7770	-25,9	-43,9	17	0,2	231	19
378	7941	-26,5	-51,5	8	0,09	234	21
375	7997	-26,9	-51,2	8	0,09	235	21
353	8425	-30,2	-49	14	0,13	225	20
324	9031	-34,9	-45,9	32	0,19	250	27
310	9344	-37,3	-44,3	48	0,24	244	29
300	9570	-38,9	-46,9	43	0,19	240	31
290	9801	-40,9	-51,9	30	0,11	236	30
274	10180	-44	-52,8	37	0,1	230	28
254	10686	-48,1	-54,1	50	0,1	234	33
250	10790	-48,9	-57,9	34	0,06	235	34
244	10949	-49,9	-60,9	26	0,04	235	37
243	10976	-50,1	-60,8	27	0,04	235	37
230	11333	-52,9	-59,9	42	0,05	245	32
227	11418	-53,5	-63,5	28	0,03	247	31
223	11533	-52,9	-73,9	6	0,01	250	30
210	11919	-55.1	-69.1	16	0.02	261	25

193	12456	-55,9	-76,7	6	0,01	255	28
167	13374	-56,5	-80,5	3	0	269	31
150	14050	-58,7	-81,7	4	0	280	33
140	14471	-60,5	-82,4	4	0	280	22
134	14739	-61,7	-82,8	4	0	255	14
122	15311	-64,1	-83,7	5	0	250	30
104	16286	-68,3	-85,3	7	0	295	29
100	16520	-67,9	-85,9	6	0	305	23
98	16642	-67,8	-86,1	6	0	295	17
95	16831	-67,6	-86,4	5	0	260	16
91	17091	-67,4	-86,8	5	0	265	17
87	17363	-67,2	-87,2	4	0	310	15
70	18680	-66,1	-89,1	3	0	130	3
69	18768	-66,1	-89,3	3	0	0	0
65	19131	-66	-90	2	0	95	10
63	19321	-66	-90,4	2	0	140	12
62	19419	-65,9	-90,6	2	0	150	10
60,6	19558	-65,9	-90,9	2	0	147	10
60	19619	-65,7	-90,8	2	0	145	10
58	19827	-65	-90,7	2	0	180	10
50	20740	-61,9	-89,9	1	0	180	4
48	20994	-60,4	-89,5	1	0	130	10
47	**21125**	**-59,5**	**-89,4**	**1**	**0**	**150**	**10**
46,7	21165	-59,3	-89,3	1	0	144	9
44	21539	-59,1	-89,1	1	0	85	3
42	21831	-59	-89	1	0	80	10
41	21982	-58,9	-88,9	1	0	95	11
39	22296	-58,7	-88,7	1	0	80	10
38	22459	-58,6	-88,6	1	0	75	10
37	22626	-58,5	-88,5	1	0	120	21
36	22798	-58,5	-88,5	1	0	135	24
35	22975	-58,4	-88,4	1	0	140	21
34,3	23102	-58,3	-88,3	1	0	133	13
34	23157	-58,1	-88,2	1	0	130	10
32	23541	-56,9	-87,9	1	0,01	135	10
31	23742	-56,2	-87,7	1	0,01	160	12
30	23950	-55,5	-87,5	1	0,01	55	7
28	24394	-54,5	-87	1	0,01	50	10
27	24628	-53,9	-86,7	1	0,01	75	19
25	25123	-52,8	-86,1	1	0,01	65	15
24	25385	-52,1	-85,7	1	0,01	100	29
23	25659	-51,5	-85,4	1	0,01	85	28
22,7	25744	-51,3	-85,3	1	0,01		

60630 at12Z 4 OCT 2018

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1000	141									
986	269	28	7	26	6,41	60	10	302	322	304
984	287	27,8	6,8	26	6,31	55	3	302	322	303
944	647	22,6	1,6	25	4,57	65	8	301	315	302
925	822	20,8	0,8	26	4,4	70	10	301	314	301
907	990	19,2	0,6	29	4,42	80	10	301	314	301
850	1543	13,8	-0,2	38	4,46	30	9	301	314	301
839	1653	13	-1	38	4,26	18	9	301	314	302
831	1733	14,8	-16,2	10	1,31	9	10	304	308	304
783	2232	12,7	-13,9	14	1,67	315	11	307	312	307
758	2504	11,6	-12,7	17	1,91	330	18	308	315	309
745	2648	11	-12	19	2,06	330	16	309	316	310
723	2897	9,4	-14,1	18	1,78	330	12	310	316	310
700	3164	7,6	-16,4	16	1,52	310	10	311	316	311
697	3199	7,4	-16,4	17	1,53	310	10	311	316	311
682	3377	6,2	-16,3	18	1,58	315	11	312	317	312
665	3584	4,8	-16,2	20	1,63	280	12	312	318	313
641	3875	2,5	-17,3	22	1,54	260	11	313	318	313
600	4399	-1,8	-19,2	25	1,4	295	13	314	319	314
536	5293	-9	-22,6	32	1,17	280	11	316	320	316
527	5427	-10,1	-23,1	34	1,14	281	13	316	320	316
500	5830	-13,1	-30,1	23	0,63	285	18	317	319	317
493	5937	-13,9	-31,6	21	0,55	285	19	317	319	318
473	6251	-16,1	-36,1	16	0,37	276	21	318	320	318
437	6842	-21,1	-30,1	44	0,72	257	26	319	322	319
430	6962	-22,3	-25,3	77	1,14	254	27	319	323	320
423	7082	-23,2	-27,5	67	0,95	250	28	320	323	320
400	7490	-26,1	-35,1	43	0,49	260	27	321	323	321
398	7526	-26,1	-36,1	39	0,44	261	28	321	323	322
392	7635	-26,8	-36,6	39	0,43	265	32	322	324	322
372	8010	-29,3	-38,3	41	0,38	264	35	324	325	324
360	8243	-31,3	-34,6	73	0,57	263	36	324	326	324
345	8542	-33,1	-56,1	8	0,06	263	39	325	326	325
341	8624	-32,7	-57,7	6	0,05	262	39	327	327	327
300	9510	-39,3	-60,3	9	0,04	260	46	330	330	330
250	10740	-48,3	-67,3	9	0,02	265	49	334	334	334
243	10927	-49,9	-67,9	10	0,02	264	48	334	335	334
216	11685	-54,4	-70	13	0,01	260	44	339	339	339
202	12116	-56,9	-71,1	15	0,01	250	54	342	342	342
200	12180	-57,3	-71,3	15	0,01	255	57	342	342	342
197	12275	-57,7	-71,7	15	0,01	258	59	343	343	343
186	12635	-58,8	-72,8	15	0,01	270	68	347	347	347
175	13017	-59,9	-73,9	14	0,01	270	53	351	351	351
170	13198	-59,5	-76,8	9	0,01	270	49	355	355	355

150	13980	-59,5	-82,5	4	0	265	64	367	367	367
136	14587	-60,6	-83,3	4	0	280	53	376	376	376
115	15625	-62,4	-84,7	4	0	265	46	391	391	391
112	15788	-62,7	-85	4	0	255	41	393	393	393
108	16014	-63,1	-85,2	4	0	235	45	397	397	397
100	16490	-63,9	-85,9	4	0	260	47	404	404	404
89,6	17161	-64,9	-86,9	3	0	288	23	415	415	415
89	17202	-64,4	-87,2	3	0	290	22	417	417	417
87	17341	-62,7	-88,4	2	0	285	13	423	423	423
86,1	17405	-61,9	-88,9	2	0	267	10	426	426	426
86	17412	-61,9	-88,9	2	0	265	10	426	426	426
85	17484	-62,3	-88,9	2	0	245	11	427	427	427
80	17856	-64	-88,8	2	0	230	24	430	430	430
78,1	18004	-64,7	-88,7	2	0	225	23	432	432	432
74	18335	-61,2	-89,1	1	0	215	20	446	446	446
73,9	18344	-61,1	-89,1	1	0	216	20	446	446	446
71	18592	-61,1	-89,1	1	0	245	18	452	452	452
70	18680	-61,1	-89,1	1	0	245	15	453	453	453
66	19046	-60,4	-89,3	1	0	225	16	463	463	463
65,3	19113	-60,3	-89,3	1	0	213	15	464	464	464
64	19238	-60,5	-89,3	1	0	190	12	467	467	467
61	19536	-60,8	-89,3	1	0	195	6	472	472	472
56	**20066**	**-61,5**	**-89,3**	**1**	**0**	**150**	**22**	**482**	**482**	**482**
54	20292	-61,7	-89,3	1	0	155	11	487	487	487
53	20408	-61,9	-89,3	1	0	135	9	489	489	489
51	20647	-62,1	-89,3	2	0	105	12	494	494	494
50	20770	-62,3	-89,3	2	0	120	16	496	496	496
47	21149	-64	-90,3	2	0	155	21	501	501	501
46	21281	-64,5	-90,6	2	0	165	15	503	503	503
45,7	21321	-64,7	-90,7	2	0	162	15	503	503	503
43	21695	-61,5	-89,7	1	0	135	11	520	520	520
42	21840	-60,3	-89,3	1	0	135	11	527	527	527
39	22305	-59,5	-89	1	0	135	12	540	540	540
38	22468	-59,2	-88,8	1	0	165	12	545	545	545
36	22807	-58,6	-88,6	1	0	80	3	555	555	555
35	22983	-58,4	-88,4	1	0	70	10	560	560	560
34	23165	-58	-88,3	1	0	100	18	565	565	565
33	23352	-57,7	-88,2	1	0,01	125	13	571	571	571
32	23545	-57,4	-88	1	0,01	75	2	577	577	577
31	23744	-57	-87,9	1	0,01	50	10	583	583	583
30	23950	-56,7	-87,7	1	0,01	95	22	590	590	590
27	24621	-55,6	-87,1	1	0,01	95	22	611	611	611
26	24861	-55,1	-86,8	1	0,01	85	16	619	619	619
24,5	25240	-54,5	-86,5	1	0,01	95	16	631	631	631
23	25644	-54,6	-86,7	1	0,01	105	16	642	642	642
22,5	25784	-54,7	-86,7	1	0,01			646	646	646

بشار

Description of Sounding Columns

Parameter DescriptionUnits

PRES:Atmospheric Pressure[hPa]
HGHT:Geopotential Height[meter]
TEMP:Temperature[celsius]
DWPT:Dewpoint Temperature[celsius]
FRPT:Frost Point Temperature[celsius]
RELH:Relative Humidity[%]
RELI:Relative Humidity with respect to Ice[%]
MIXR:Mixing Ratio[gram/kilogram]
DRCT:Wind Direction[degrees true]
SKNT:Wind Speed[knot]
THTA:Potential Temperature[kelvin]
THTE:Equivalent Potential Temperature[kelvin]
THTV:Virtual Potential Temperature[kelvin]

60571				at 00Z	01-oct	2018				
PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
927	816	22,2	6,2	35	6,45	300	6	301,8	321,4	303
926	821	24,2	4,2	27	5,61	303	6	303,9	321,2	305
925	826	24,4	3,4	26	5,31	305	5	304,2	320,7	305,2
916	912	25	0	19	4,2	313	4	305,7	318,9	306,5
864	1419	20,6	-0,5	24	4,3	0	0	306,3	319,8	307,1
850	1561	19,4	-0,6	26	4,33	185	3	306,4	320,1	307,3
707	3104	5,2	-3,8	52	4,1	90	8	307,3	320,3	308,1
700	3185	4,6	-4,4	52	3,96	85	8	307,6	320,1	308,3
695	3243	4,2	-4	56	4,13	80	10	307,7	320,8	308,4
689	3314	3,6	-3,4	60	4,34	77	10	307,8	321,6	308,6
685	3362	3,4	-5,5	52	3,74	75	10	308,1	320,1	308,8
672	3517	2,8	-12,2	32	2,24	87	10	309,1	316,5	309,6
646	3836	0	-1,8	88	5,22	111	9	309,5	325,9	310,4
566	4883	-8,3	-8,9	95	3,46	192	6	311,6	322,9	312,3
562	4938	-8,1	-11,9	74	2,75	196	6	312,5	321,5	313
537	5291	-10,3	-10,3	100	3,27	224	5	313,9	324,7	314,6
532	5363	-10,7	-10,9	98	3,16	230	5	314,4	324,8	315
502	5809	-12,9	-14,3	89	2,53	235	10	316,9	325,4	317,4
500	5840	-13,1	-16,3	77	2,15	235	10	317	324,3	317,4
498	**5870**	**-13,1**	**-20,1**	**56**	**1,56**	**236**	**10**	**317,4**	**322,8**	**317,7**
490	5993	-14,3	-19,3	66	1,7	238	11	317,4	323,2	317,7
487	6040	-14,5	-16,1	88	2,25	240	11	317,7	325,3	318,1
473	6260	-15,9	-17,1	90	2,13	244	13	318,6	325,9	319
468	6340	-16,3	-23,3	55	1,26	246	13	319,1	323,5	319,3
458	6501	-17,4	-26,9	43	0,93	250	14	319,6	323	319,8
452	6600	-18,1	-29,1	38	0,77	243	15	320	322,8	320,1
433	6918	-20,4	-24,9	67	1,18	220	20	321	325,2	321,3
429	6987	-20,9	-24	76	1,29	222	20	321,2	325,8	321,5
415	7231	-22,3	-31,3	44	0,68	228	20	322,5	325	322,6
412	7284	-22,1	-35,1	30	0,47	229	20	323,4	325,2	323,5
400	7500	-23,9	-34,9	36	0,5	235	20	323,8	325,7	323,9
397	7553	-24,4	-35,1	36	0,49	235	21	323,9	325,8	324
357	8299	-30,8	-38,5	47	0,39	235	33	325,3	326,8	325,4
338	8683	-34,1	-40,2	54	0,34	225	44	325,9	327,2	326
324	8980	-36,6	-41,6	60	0,31	215	40	326,4	327,6	326,4
300	9520	-41,3	-44	75	0,26	215	34	327	328,1	327,1
295	9634	-42,3	-43,8	85	0,27	216	34	327,2	328,3	327,2
293	9680	-42,7	-46,7	65	0,2	216	34	327,3	328,1	327,3
289	9772	-43,7	-45,2	85	0,23	217	34	327,1	328,1	327,2
281	9960	-45,5	-51,5	51	0,12	218	33	327,2	327,7	327,2
273	10151	-47,2	-50,6	69	0,14	220	33	327,4	327,9	327,4
270	10224	-47,9	-50,2	77	0,14	225	33	327,4	328	327,5
267	10297	-48,5	-52,1	66	0,12	230	33	327,6	328,1	327,6
266	10322	-48,3	-55,3	44	0,08	231	33	328,3	328,6	328,3
261	10447	-48,9	-54,9	49	0,09	240	32	329,2	329,5	329,2
260	10472	-49.1	-56.1	44	0.07	241	32	329.2	329.5	329.2

255	10600	-47,6	-70,9	5	0,01	250	32	333,3	333,3	333,3
250	10730	-48,1	-68,1	8	0,02	245	32	334,4	334,5	334,4
226	11386	-51	-71,9	7	0,01	250	35	339,8	339,8	339,8
215	11710	-52,4	-73,8	6	0,01	230	30	342,4	342,5	342,4
200	12180	-54,5	-76,5	5	0,01	245	32	346,3	346,3	346,3
199	12212	-54,7	-76,5	5	0,01	245	31	346,4	346,4	346,4
192	12441	-56,5	-76,7	6	0,01	240	27	347,2	347,3	347,2
191	12474	-56,7	-76,7	6	0,01	240	28	347,4	347,4	347,4
181	12814	-57,5	-78,1	6	0	240	42	351,5	351,5	351,5
174	13063	-58	-79,2	5	0	245	30	354,6	354,6	354,6
159	13632	-59,3	-81,6	4	0	240	32	361,7	361,7	361,7
150	14000	-60,1	-83,1	3	0	255	35	366,3	366,4	366,3
146	14168	-61,1	-83,3	4	0	255	41	367,5	367,5	367,5
145	14211	-61,3	-83,3	4	0	255	40	367,8	367,8	367,8
140	14429	-59,5	-83,5	3	0	270	29	374,7	374,7	374,7
137	14564	-60,4	-83,5	3	0	260	25	375,5	375,5	375,5
132	14794	-61,9	-83,5	4	0	250	26	376,8	376,8	376,8
130	14889	-62,5	-83,5	4	0	255	27	377,3	377,4	377,3
123	15232	-61,6	-84,6	3	0	275	30	384,9	384,9	384,9
119	15437	-61,1	-85,2	3	0	265	32	389,6	389,6	389,6
116	15595	-60,7	-85,7	2	0	263	26	393,1	393,2	393,1
113	15757	-61,4	-85,8	3	0	260	20	394,8	394,8	394,8
111	**15867**	**-61,9**	**-85,9**	**3**	**0**	**250**	**18**	**395,9**	**395,9**	**395,9**
107	16094	-62,9	-86,1	3	0	225	19	398,2	398,3	398,2
106	16152	-63,1	-86,1	3	0	229	20	398,9	398,9	398,9
100	16510	-63,1	-87,1	3	0	255	28	405,5	405,6	405,5
96	16760	-64,7	-87,7	3	0	267	27	407,2	407,2	407,2
95	16824	-64,6	-87,8	3	0	270	27	408,6	408,6	408,6
90	17156	-64	-88,2	2	0	265	21	416,2	416,2	416,2
87	17364	-63,6	-88,5	2	0	240	17	421	421,1	421
86	17435	-63,5	-88,5	2	0	225	18	422,7	422,7	422,7
84	17580	-63,2	-88,7	2	0	230	21	426,1	426,1	426,1
78	18035	-62,3	-89,3	2	0	280	21	437	437	437
75	18276	-61,9	-89,6	1	0	235	23	442,8	442,8	442,8
70	18700	-61,1	-90,1	1	0	265	26	453,3	453,3	453,3
69	18790	-61	-90,1	1	0	270	26	455,5	455,5	455,5
66	19067	-60,5	-90	1	0	305	21	462,4	462,4	462,4
65	19162	-60,3	-90	1	0	310	15	464,8	464,8	464,8
63	19357	-60	-89,9	1	0	265	10	469,7	469,7	469,7
62	19457	-59,8	-89,9	1	0	240	11	472,2	472,2	472,2
57	19981	-58,9	-89,7	1	0	240	23	485,7	485,8	485,7
56	20092	-58,7	-89,7	1	0	249	22	488,6	488,6	488,6
52	20555	-59,8	-90,1	1	0	285	17	496,7	496,7	496,7
51	20676	-60	-90,2	1	0	275	19	498,8	498,8	498,8
50	20800	-60,3	-90,3	1	0	280	23	500,9	501	500,9
49	20926	-60,8	-90,2	1	0	285	25	502,7	502,7	502,7
48,4	21002	-61,1	-90,1	1	0	291	17	503,7	503,8	503,7
48	21055	-61	-90,1	1	0	295	11	505,3	505,3	505,3
46	21324	-60.2	-89.9	1	0	0	0	513.2	513.2	513.2

41	22053	-58,3	-89,3	1	0	165	18	535,3	535,3	535,3
40	22209	-57,8	-89,2	1	0	185	17	540,1	540,1	540,1
39	22369	-57,4	-89,1	1	0	160	15	545,1	545,2	545,1
37	22702	-56,5	-88,9	1	0	210	15	555,7	555,8	555,7
30	24030	-52,9	-87,9	1	0,01	300	7	599,8	599,9	599,8
29,7	24095	-52,7	-87,7	1	0,01	290	6	602,1	602,1	602,1
28	24474	-53,1	-87,8	1	0,01	230	1	611,3	611,4	611,3
27	24708	-53,3	-87,9	1	0,01	335	10	617,1	617,1	617,1
24	25466	-54	-88,1	1	0,01	250	1	636,1	636,2	636,1
23,6	25574	-54,1	-88,1	1	0,01			638,9	639	638,9

60571				at 00Z	26-sept	2018				
P	Z	T	Td	HR	r	DRCT	SKNT	θ	θe	Tv
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
929	816	25,6	11,6	42	9,31	240	4	305,1	333,4	306,8
925	843	24,4	12,4	47	9,87	195	9	304,2	334	306,1
923	862	24,2	12,3	47	9,83	195	10	304,3	334	306,1
907	1014	22,9	11,6	49	9,54	195	12	304,5	333,3	306,2
872	1356	20	10	53	8,91	204	6	304,9	331,9	306,5
850	1576	19	9	52	8,54	210	2	306	332,1	307,6
700	3211	6,6	1,6	70	6,18	45	18	309,8	329,1	310,9
641	3927	0,4	-1,1	90	5,54	60	21	310,6	328,1	311,6
624	4142	-0,4	-4,8	72	4,3	65	22	312,1	325,9	312,9
622	4168	-0,5	-5,3	70	4,16	64	22	312,3	325,7	313,1
580	4723	-4,7	-5,7	93	4,35	50	29	313,7	327,8	314,5
574	4805	-5,3	-5,7	97	4,38	49	27	313,9	328,1	314,7
572	4833	-5,3	-6	95	4,29	48	27	314,2	328,1	315
557	5041	-5,7	-7,6	86	3,89	45	23	316,2	328,9	316,9
548	5169	-5,9	-8,6	81	3,66	46	21	317,4	329,5	318,1
527	5474	-8,7	-9	98	3,69	50	15	317,6	329,8	318,3
524	5518	-9	-9,4	97	3,6	50	14	317,8	329,7	318,4
516	5637	-9,7	-10,4	94	3,36	60	11	318,3	329,5	318,9
503	5834	-10,9	-12,2	90	3	72	13	319,1	329,2	319,7
500	5880	-11,1	-12,8	87	2,87	75	14	319,4	329,1	320
493	5989	-10,5	-16,5	61	2,15	90	13	321,5	328,9	321,9
484	6130	-11,5	-26,4	28	0,92	95	14	322	325,3	322,1
480	6194	-11,9	-30,9	19	0,61	89	13	322,2	324,5	322,3
475	6275	-12,3	-21,3	47	1,48	82	12	322,7	327,9	323
464	6454	-13,4	-20,6	55	1,61	65	10	323,5	329,2	323,8
463	6470	-13,5	-20,5	56	1,63	65	10	323,6	329,3	323,9
446	6754	-15,7	-23,7	50	1,27	67	10	324,2	328,8	324,5
440	6856	-15,9	-39,9	11	0,27	68	11	325,3	326,3	325,3
428	7065	-17,3	-25,3	50	1,15	69	11	326,1	330,2	326,3
419	7224	-18,1	-30,2	34	0,75	70	11	327	329,8	327,1
417	7260	-18,3	-31,3	31	0,68	69	11	327,2	329,8	327,3
414	7314	-18,3	-37,3	17	0,38	69	12	327,9	329,4	327,9
400	7570	-20,5	-39,5	17	0,31	65	14	328,3	329,5	328,3
387	7813	-22,7	-44,7	12	0,19	59	14	328,5	329,2	328,5
379	7963	-24	-43,1	15	0,22	55	14	328,7	329,6	328,8
365	8234	-26,4	-40,2	26	0,32	80	10	329,1	330,4	329,2
334	8872	-31,9	-33,4	86	0,69	66	6	330	332,6	330,2
332	8914	-31,9	-36,4	64	0,51	66	6	330,6	332,6	330,7
314	9305	-35,3	-37,5	80	0,49	57	4	331,2	333,1	331,3
306	9484	-36,7	-44,7	43	0,23	53	3	331,6	332,6	331,7
300	9620	-38,1	-45,1	48	0,23	50	2	331,6	332,5	331,6
287	9921	-40,8	-45,6	60	0,23	0	0	331,9	332,8	331,9
281	10064	-42,1	-45,9	66	0,22	352	0	332,1	333	332,1
264	10481	-45,7	-53,7	40	0,1	330	1	332,8	333,2	332,8
256	10684	-47,5	-54,5	44	0,09	319	2	333,1	333,4	333,1
250	10840	-48.7	-54.7	50	0.09	310	2	333.5	333.9	333.6

231	11355	-53,1	-61,1	37	0,04	306	3	334,5	334,7	334,5
208	12023	-58,3	-62,8	56	0,04	301	5	336,5	336,7	336,5
206	12084	-58,5	-64,5	46	0,03	300	5	337,1	337,2	337,1
203	12176	-58,3	-73,3	13	0,01	350	6	338,8	338,9	338,8
200	12270	-58,1	-73,1	13	0,01	40	7	340,6	340,6	340,6
186	12730	-55,3	-79,3	4	0	300	9	352,3	352,3	352,3
182	12868	-55,7	-79,6	4	0	270	10	353,8	353,8	353,8
179	12973	-56	-79,9	4	0	275	14	354,9	354,9	354,9
170	13299	-57,1	-80,6	4	0	250	17	358,5	358,5	358,5
160	13682	-58,2	-81,5	4	0	280	14	362,8	362,8	362,8
150	14090	-59,5	-82,5	4	0	250	16	367,4	367,4	367,4
149	14131	-59,6	-82,6	4	0	245	16	367,9	367,9	367,9
141	14473	-60,7	-83,1	4	0	290	15	371,9	371,9	371,9
137	14650	-61,2	-83,4	4	0	300	12	374	374	374
132	14880	-61,9	-83,8	4	0	255	13	376,7	376,8	376,7
112	15896	-65	-85,3	5	0	250	13	389,1	389,1	389,1
111	15952	-65,2	-85,4	5	0	240	10	389,7	389,7	389,7
108	16121	-65,7	-85,7	5	0	225	9	391,8	391,8	391,8
107	16178	-65,7	-85,8	5	0	240	10	392,9	392,9	392,9
100	16590	-65,5	-86,5	4	0	290	18	400,9	400,9	400,9
95	16901	-66	-87	4	0	355	16	405,9	405,9	405,9
91	17162	-66,3	-87,3	4	0	30	10	410,2	410,2	410,2
89	17296	-66,5	-87,5	4	0	10	3	412,4	412,4	412,4
84	17647	-67,1	-88,1	4	0	265	10	418,2	418,2	418,2
83,8	17661	-67,1	-88,1	4	0	267	11	418,4	418,4	418,4
83	17720	-66,7	-88,3	3	0	275	13	420,4	420,5	420,4
81	17868	-65,6	-88,8	3	0	260	10	425,6	425,6	425,6
77,7	18122	-63,7	-89,7	2	0	261	9	434,6	434,6	434,6
70	18760	-65,1	-90,1	2	0	265	6	444,8	444,8	444,8
68,3	18910	-65,9	-89,9	2	0	227	5	446,2	446,2	446,2
64	19308	-65,1	-90	2	0	125	2	456,2	456,2	456,2
62	19502	-64,8	-90,1	2	0	45	10	461,2	461,2	461,2
61	19602	-64,6	-90,1	2	0	45	16	463,8	463,8	463,8
58	19910	-64	-90,2	2	0	90	11	471,8	471,8	471,8
57	20017	-63,8	-90,3	2	0	90	10	474,6	474,6	474,6
56	20125	-63,6	-90,3	2	0	40	10	477,5	477,5	477,5
53	20462	-63	-90,4	1	0	125	10	486,6	486,6	486,6
51	20698	-62,5	-90,5	1	0	122	7	493	493	493
50	20820	-63,3	-90,3	1	0	120	6	493,9	493,9	493,9
48,4	21019	-64,3	-91,3	1	0	96	3	496,1	496,1	496,1
48	21071	-64,1	-91,2	1	0	90	2	497,8	497,8	497,8
44	21614	-61,8	-90,3	1	0	60	10	516	516	516
43	21758	-61,2	-90,1	1	0	15	10	520,9	520,9	520,9
42	21905	-60,5	-89,9	1	0	20	17	526	526	526
38	22530	-57,9	-88,9	1	0	15	13	548	548	548
37	22697	-57,2	-88,6	1	0	50	10	554	554	554
35	23044	-55,7	-88,1	1	0	0	10	566,7	566,7	566,7
34	23225	-54,9	-87,8	1	0,01	65	3	573,4	573,5	573,4
33.7	23280	-54.7	-87.7	1	0.01	67	4	575.5	575.5	575.5

30	24020	-56,5	-88,5	1	0,01	70	10	590	590,1	590
27,3	24618	-56,7	-88,7	1	0,01	115	10	605,6	605,6	605,6
27	24689	-56,2	-88,5	1	0,01	120	10	608,8	608,9	608,8
24,1	25418	-51,3	-86,3	1	0,01	77	9	643,2	643,3	643,2

60571				at 00Z	27-sept	2018				
PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
925	855	23	11	47	8,98	95	16	302,8	329,9	304,5
860	1486	19,6	8,6	49	8,22	91	23	305,6	330,7	307,1
850	1586	18,6	8,6	52	8,31	90	24	305,6	331	307,1
772	2398	11,6	5,2	65	7,22	90	16	306,6	328,8	307,9
743	2722	8,8	3,8	71	6,81	46	12	306,9	327,9	308,2
730	2867	7,8	3	72	6,56	25	10	307,4	327,8	308,7
700	3213	5,6	1,2	73	6	35	13	308,6	327,4	309,8
694	3283	5	1	75	5,98	45	13	308,8	327,5	309,9
636	3991	-0,7	-0,7	100	5,75	50	17	310,1	328,1	311,1
616	4246	-2,7	-2,7	100	5,12	52	18	310,6	326,8	311,6
590	4586	-4,7	-4,7	100	4,58	55	20	312,1	326,8	312,9
563	4956	-7	-7	100	4,05	65	16	313,7	326,8	314,4
559	5012	-7,3	-7,3	100	3,97	70	16	313,9	326,8	314,7
553	5096	-5,9	-8,8	80	3,57	79	16	316,5	328,3	317,2
538	5310	-7,3	-10	81	3,34	100	15	317,3	328,4	318
521	5560	-9	-11,4	83	3,09	95	15	318,3	328,6	318,9
500	5880	-11,1	-13,2	84	2,78	60	14	319,4	328,9	320
495	5957	-11,2	-14,1	79	2,61	55	13	320,2	329,1	320,8
490	6035	-11,3	-15	74	2,45	55	14	321,1	329,4	321,5
444	**6779**	**-17,7**	**-18,5**	**93**	**2,01**	**58**	**18**	**322,1**	**329,1**	**322,5**
421	7172	-20,4	-21,5	91	1,65	60	21	323,7	329,5	324
400	7550	-22,9	-24,3	88	1,35	45	11	325,1	330	325,4
398	7587	-23,3	-24,5	90	1,33	42	12	325,1	329,9	325,4
391	7716	-24,1	-28	70	0,98	30	17	325,7	329,3	325,9
357	8377	-28,1	-46,1	16	0,17	27	14	328,9	329,6	328,9
340	8724	-31,2	-43,1	30	0,25	25	12	329,3	330,3	329,4
332	8894	-32,7	-41,7	40	0,3	39	11	329,5	330,7	329,6
331	8915	-32,9	-46,9	23	0,17	41	10	329,5	330,2	329,5
329	8958	-33,2	-45,5	28	0,2	45	10	329,6	330,4	329,6
324	9066	-34,1	-42,1	44	0,29	47	10	329,9	331	329,9
316	9240	-35,7	-46,6	32	0,18	50	11	330	330,8	330,1
308	9418	-37,3	-51,3	22	0,11	39	12	330,2	330,7	330,2
302	9554	-38,5	-44,5	53	0,24	30	12	330,4	331,3	330,4
300	9600	-38,7	-45,7	48	0,21	30	12	330,7	331,6	330,8
296	9692	-39,5	-47,2	44	0,18	35	13	330,8	331,5	330,8
288	9878	-41,3	-50,3	37	0,13	29	14	330,9	331,4	330,9
282	10020	-42,6	-51,1	39	0,12	25	15	331	331,5	331
274	10213	-44,4	-52,2	42	0,11	40	11	331,1	331,6	331,1
266	10411	-46,3	-53,3	45	0,1	40	11	331,2	331,6	331,2
261	10537	-47,3	-50	74	0,15	40	11	331,5	332,1	331,5
258	10613	-48,1	-52,8	58	0,11	40	11	331,4	331,9	331,4
250	10820	-49,5	-57,5	39	0,06	25	12	332,3	332,6	332,4
247	10899	-50,2	-57,5	42	0,07	20	12	332,4	332,7	332,4
240	11085	-52	-57,5	51	0,07	20	14	332,5	332,8	332,5
238	11140	-52,5	-57,5	55	0,07	26	14	332,5	332,8	332,5
232	11303	-53.5	-59.2	50	0.06	45	14	333.4	333.7	333.4

213	11850	-56,9	-64,9	36	0,03	30	12	336,4	336,5	336,4
208	12000	-55,5	-73,5	9	0,01	357	10	340,9	340,9	340,9
207	12031	-55,4	-73,1	9	0,01	350	10	341,4	341,5	341,4
205	12093	-55,3	-72,3	10	0,01	353	10	342,6	342,7	342,6
200	12250	-56,5	-70,5	16	0,01	0	11	343,1	343,2	343,1
197	12346	-56,9	-66,9	27	0,02	353	11	344	344,1	344
194	12443	-56,5	-75,5	7	0,01	346	11	346,1	346,2	346,1
179	12952	-56,7	-76,7	6	0,01	310	10	353,9	353,9	353,9
171	13238	-57,6	-77,6	6	0,01	340	11	357	357	357
150	14060	-60,3	-80,3	6	0	270	8	366	366	366
145	14269	-61,1	-80,6	6	0	270	10	368,2	368,3	368,2
133	14802	-63	-81,4	7	0	295	17	374	374	374
119	15488	-65,5	-82,5	8	0	285	14	381,5	381,5	381,5
117	15591	-65,4	-82,8	7	0	280	12	383,5	383,5	383,5
110	15968	-65	-83,9	6	0	305	12	391	391	391
107	16137	-64,9	-84,3	5	0	285	12	394,4	394,4	394,4
100	16550	-64,5	-85,5	4	0	310	11	402,8	402,9	402,8
98	16673	-64,8	-85,7	4	0	255	13	404,6	404,6	404,6
96	16799	-65,1	-85,8	4	0	250	16	406,4	406,5	406,4
92	17058	-65,7	-86,2	4	0	295	10	410,2	410,2	410,2
90	17192	-66	-86,4	4	0	300	8	412,2	412,2	412,2
85	17540	-66,8	-86,8	4	0	260	16	417,4	417,4	417,4
84,3	**17590**	**-66,9**	**-86,9**	**4**	**0**	**268**	**17**	**418,1**	**418,1**	**418,1**
81	17833	-66,6	-87	4	0	305	22	423,5	423,6	423,5
79	17985	-66,4	-87,1	4	0	325	19	427	427	427
78	18062	-66,3	-87,2	4	0	320	14	428,7	428,7	428,7
75	18301	-66	-87,3	4	0	265	10	434,2	434,2	434,2
73	18465	-65,8	-87,4	4	0	310	14	438	438	438
70	18720	-65,5	-87,5	3	0	320	15	443,9	443,9	443,9
67	18988	-64,2	-87,6	3	0	300	12	452,3	452,3	452,3
66	19080	-63,8	-87,7	3	0	310	11	455,2	455,2	455,2
65,8	19098	-63,7	-87,7	3	0	313	12	455,8	455,8	455,8
62	19462	-64,6	-88	3	0	10	24	461,6	461,6	461,6
61	19561	-64,8	-88	3	0	30	19	463,2	463,2	463,2
60	19663	-65,1	-88,1	3	0	60	15	464,8	464,8	464,8
59	19766	-64,2	-88,1	3	0	90	10	469	469	469
55,3	20165	-60,9	-87,9	2	0	79	4	485,4	485,4	485,4
54	20312	-61,1	-87,9	2	0	75	2	488,1	488,2	488,1
51	20667	-61,7	-87,9	2	0	50	10	494,8	494,9	494,8
50	20790	-61,9	-87,9	2	0	70	11	497,2	497,2	497,2
49	20915	-62	-88	2	0	85	10	499,8	499,8	499,8
48,4	20991	-62,1	-88,1	2	0	87	9	501,4	501,4	501,4
45,8	21334	-59,7	-87,7	1	0	97	5	515,1	515,1	515,1
45	21444	-59,9	-87,8	2	0	100	4	517,2	517,2	517,2
42	21873	-60,8	-88,1	2	0	55	19	525,3	525,4	525,4
40,3	22130	-61,3	-88,3	2	0	55	15	530,3	530,3	530,3
38	22501	-59,8	-87,8	1	0	55	10	543,1	543,2	543,1
37	22669	-59,1	-87,6	1	0,01	80	10	549,1	549,1	549,1
30.3	23930	-53.9	-85.9	1	0.01	94	2	595.4	595.5	595.4

ملخص

قمنا بدراسة الاستقرار الجوي لوضعية مضطربة و أخرى مستقرة باستعمال المخططات الترموديناميكية و قياسات السبر الراديوي لطبقات الجو. الدراسة طبقت على ثلاثة محطات من التراب الوطني، الواقعة في غرب و في اقصى الجنوب الجزائري (تندوف، بشار، وعين صالح). فترة الدراسة كانت في شهر سبتمبر 2018 للوضعية الجوية المضطربة، و في شهر أكتوبر من نفس السنة للوضعية الجوية المستقرة. من أجل التحقق من دقة وحساسية مؤشرات الاستقرار، تم حساب مجموعة منها مثل (TTI) Total – Total، KI، Showalter ، SWEAT، LI ، CAPE ، الخ. وقد اظهرت النتائج وجود تباين في حساسية و دقة المؤشرات لنفس الحالة. كما بينت النتائج بانه يمكن الاعتماد ، في دراسة الاستقرار الجوي، بشكل كبير على المؤشرين TTI و KI ، نضير "الحساسية العالية" اتجاه الوضعيات الجوية المختلفة مقارنة بالمؤشرات الأخرى.

الكلمات المفتاحية :الاستقرار الجوي، قياسات السبر الجوي، مخططات الترموديناميك، مؤشرات الاستقرار، جنوب الجزائر.

Résumé

Nous avons étudié la stabilité atmosphérique d'une situation turbulente et d'une autre stable, à l'aide des diagrammes thermodynamiques et de mesures de radiosonde. L'étude a été appliquée sur trois stations du territoire national, situées à l'ouest et à l'extrême sud algérien (Tindouf, Bechar et Aïn Salah). La période d'étude était en septembre 2018 pour la situation turbulente, et en octobre de la même année pour la situation stable. Afin de vérifier la réponse et la sensibilité des indices de stabilité aux situations atmosphériques, un ensemble d'entre eux ont été calculés tels que Total – Total (TTI), KI, Showalter, SWEAT, LI, CAPE, etc. Les résultats ont montré une divergence dans la sensibilité et la précision des indices pour la même situation. Les résultats ont également montré qu'il est possible de s'appuyer, dans l'étude de la stabilité atmosphérique, sur les deux indices TTI et KI, compte tenu de la «haute sensibilité » vis-à-vis les différentes conditions météorologiques par rapport au reste des indices.

Mots clés : stabilité atmosphérique, mesures de sondage, diagrammes thermodynamiques, indices de stabilité, sud algérien.

Abstract

We have studded the atmospheric stability of a turbulent situation and another stable one, using thermodynamic diagrams and radio-sounding measurements. The study was applied on three stations of the national territory, located in the west and the extremesouth of Algeria (Tindouf, Bechar and Aïn Salah). The study period was in September 2018 for the turbulent situation, and in October of the same year for the stable situation. In order to check the response and sensitivity of stability indices to atmospheric situations, a set of them were calculated such as Total – Total (TTI), KI, Showalter, SWEAT, LI, CAPE, etc. The results showed a divergence in the sensitivity and accuracy of the indices for the same situation. The results also showed that it is possible to rely, in the study of the atmospheric stability, on the two indices TTI and KI, taking into account the "high sensitivity" towards the different meteorological conditions compared to the rest of the indices.

Keywords: atmospheric stability, sounding measurements, thermodynamic diagrams, stability indices, Algerian south.