

The Vertical Distribution of Distribution of Winds in Urban Area at Hillah City

Ali. T. Mekhalif

Environmental Research and Studies Center

Aliasar62@yahoo.com

ARTICLE INFO

Submission date: 14/4/2019

Acceptance date: 28/5/2019

Publication date: 24/2019

Keywords: Atmospheric Boundary Layer. Turbulence. Logarithmic Wind Profile. Atmospheric Stability.

Abstract

The adapted meteorological elements in this study, wind speed and air temperature were used in order to calculate the variation of wind speed with altitude, at Hillah city center during 2017. Wind speed and air temperature were observed for two different heights 10 m, 15 m. These observations have been done during 24 hour under various conditions of atmospheric stability. Richardson number was calculated as an indicator to estimate the conditions of stability, it should be noted that most of observations were within unstable and neutral conditions. Roughness indicators such as roughness length and zero displacement length was used which determined from previous studies performed at study area. In order to determined the horizontal wind speed, the observations were taken at deferent heights within boundary layer by using the logarithmic wind profile which involve the indicator of stability and frictional wind speed. In addition the correction coefficient of Richardson number $\psi_m \left(\frac{z}{L}\right)$ was calculated through stable and unstable conditions. Besides, the horizontal wind speed was calculated and then compared with the practical values.

التوزيع العمودي للرياح في المنطقة الحضرية لمدينة الحلة

علي طعمه مخيلف

مركز البحوث والدراسات البيئية - جامعة بابل - بابل - العراق

aliasar62 @ yahoo.com

الخلاصة

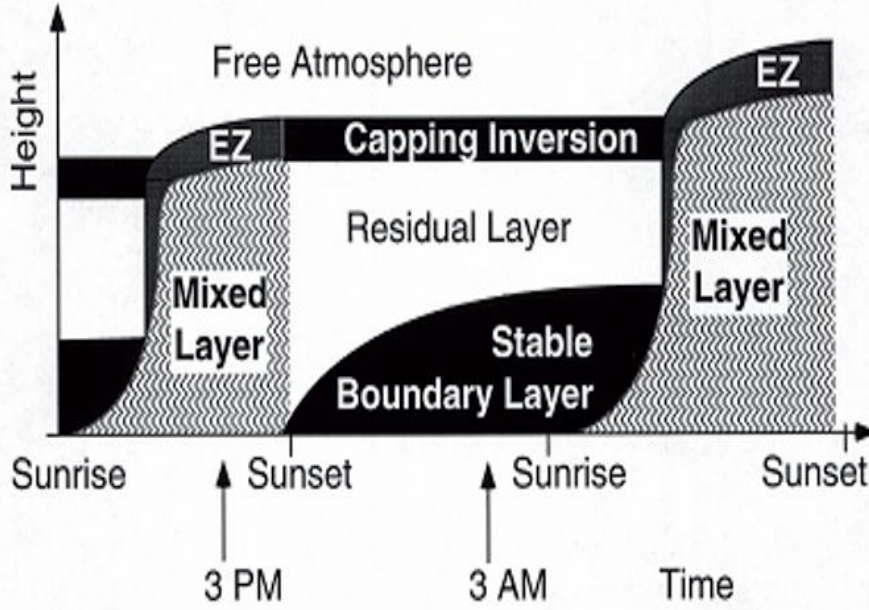
العناصر الأتوائية المعتمدة في هذه الدراسة هي سرعة الرياح ودرجات الحرارة الهواء وذلك لحساب تغير سرعة الرياح مع الارتفاع في مركز مدينة الحلة خلال العام (2017). رصدت سرعة الرياح ودرجة الحرارة لارتفاعين مختلفين هما (10m,15m) , حيث رصدت القراءات خلال 24 ساعة تحت ظروف استقراريه مختلفة . تم حساب عدد ريجاردسن (R_i) لاستخدامه مؤشرا لتصنيف حالات الاستقرارية , وقد تبين أن أغلب القراءات المرصودة كانت ضمن الأجواء غير المستقرة والمتعادلة. تم استخدام مؤشرات الخشونة (طول الخشونة وطول الإزاحة الصفيرية) المحسوبة من دراسات وبحوث اجريت على منطقة الدراسة. واخذت الرصدات لإيجاد سرعة الرياح الأفقية على ارتفاعات مختلفة ضمن الطبقة المحاددة من خلال تطبيق المعادلة اللوغارتمية المتضمنة مؤشر الاستقرارية وسرعة الرياح الاحتكاكية, وكذلك حساب معامل

التصحيح ($\psi_m \left(\frac{z}{L} \right)$) لعند ريجاردسن، وذلك خلال الظروف المستقرة وغير المستقرة، كذلك تم حساب سرعة الرياح الأفقية ومقارنتها مع سرعة الرياح المقاسة عمليا".

الكلمات الدالة: الطبقة المحاددة الجوية، الحركة الاضطرابية، العلاقة اللوغارتمية للرياح، الاستقرار الجوية.

1- المقدمة Introduction

هنالك عدة عوامل تحدد وتؤثر في المناخ الحضري (urban climate) للمدينة حيث إن المواد التي تتدخل في تركيب ومكونات السطح الحضري والتي تشمل البنايات والطرق والبنى التحتية الى جانب تشكيل السطح الحضري (morphology) جميعها تلعب دورا هاما" في تحول الطاقة والتغيرات المائية ومجرى الرياح، الى جانب الانبعاثات الحرارية الناجمة عن فعل الإنسان (anthropogenic) مثل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون والملوثات الأخرى [1]. ان الطبقة المحاددة الجوية (atmospheric boundary layer) هي الجزء الأوطأ من طبقة التروبوسفير قرب سطح الأرض حيث يتناقص عامل الاحتكاك مع الارتفاع. وفي هذه المنطقة تتضاءل سرعة الرياح السطحية بشكل ملحوظ مقارنة بقيمة سرعتها الجيوستروفياكية التي تظهر في أعلى الطبقة المحاددة الجوية، حيث يتغير اتجاه الرياح باتجاه عقرب الساعة عند 40° عند نصف الكرة الشمالي. إضافة الى ذلك فإن الخصائص الحرارية ضمن هذه المنطقة تلعب دورا هاما" في التأثير على الطبقة المحاددة. إن الدورة اليومية تكون في حالة تغير كبير كما موضح في الشكل (1) فبعد غروب الشمس يكون الغلاف الجوي قد اكتسب الحرارة نتيجة الفيض الحراري المضطرب من سطح الأرض حيث تتشكل طبقة إنقلاب في الليل. والطبقة الجديدة المتكونة تكون مضطربة وذات نسبة خلط عاليه [2]. تتكون الطبقة المحاددة قرب سطح الأرض من ثلاث طبقات رئيسية هي طبقة الخلط (mixed layer) والطبقة المتبقية (residual layer) والطبقة المحاددة المستقرة (stable boundary layer). إن مقدار ارتفاع الطبقة الجوية المحاددة (ABL) أو الطبقة الكوكبية المحاددة (planetary boundary layer) بحدود (100-300 m) عن سطح الأرض وفوقها يأتي الغلاف الجوي الحر (free atmosphere) ولذلك فهي تتأثر بصورة مباشرة بسطح الأرض إستجابة الى بعض المؤثرات مثل عامل الاحتكاك والتسخين الشمسي (solar heating) وعملية النتح (evapotranspiration) حيث ان كل عامل من هذه العوامل يكون سببا" في نشوء الحركة الاضطرابية (turbulence) لدوامات ذات حجوم متغيرة (eddies) [3]. تعد طاقة الرياح احدى مصادر الطاقة المتجددة والتي تطورت على نطاق واسع في الآونة الأخيرة، حيث تتميز هذه الطاقة بخلوها من التلوث وقلة كلفة تكنولوجيا الطاقة المتجددة فيها [4]. بما إن طاقة الرياح لاتعتمد على الوقود الاحفوري (fossil fuels) بوصفه مصدرا" لتوليد الطاقة فقد اصبحت ذات أهمية كبيرة وبديلا" عنه حيث أصبحت طاقة الرياح مصدرا فعالا" ومهما" لاغراض توليد الطاقة الكهربائية نتيجة زيادة الطلب الكبير على الطاقة [5].



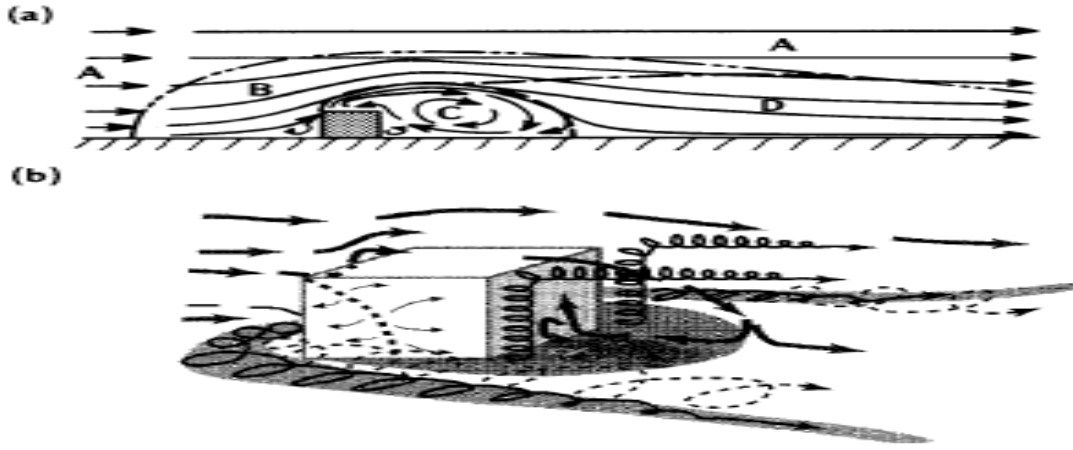
الشكل(1) الدورة اليومية لتكوين الطبقة الجوية المحاددة وإرتفاعها، والرمز (EZ) يشير الى نطاق مزج الهواء (entrainment zoon)[6]

٢- حركة الرياح في الطبقة المحاددة الجوية Wind Motion in the Atmospheric Boundary Layer

تجري الرياح بثلاثة أنماط من الحركات وهي معدل سرعة الرياح والحركة الإضطرابية وحركة الموجات ويمكن أن تتواجد هذه الأنواع من الحركات بشكل منفصل أو غير منفصل في الطبقة المحاددة الجوية، فمثلاً الرطوبة والحرارة والزخم والملوثات تنتقل أفقياً بواسطة معدل سرعة الرياح وعمودياً بواسطة الحركة الإضطرابية. إن معدل سرعة الرياح هو المسؤول عن الإنتقال الأفقي السريع أو مايسمى (advection) حيث تتراوح سرعة الرياح الأفقية في الطبقة المحاددة الجوية بين (2-10 km/s) لكن عائق الاحتكاك يجعل من معدل سرعة الرياح يتباطأ وذلك بالقرب من سطح الأرض. أما مقدار معدل سرعة الرياح العمودية فيتراوح بين بضعة ملليمترات الى بضعة سنتيمترات فهو أقل بكثير مقارنة بمعدل سرعة الرياح الأفقية، وبالنسبة للاضطراب فيتزايد قرب السطح ويعد أحد الخصائص المهمة التي تجعل الطبقة المحاددة تختلف عن باقي طبقات الغلاف الجوي، حيث إن خارج هذه الطبقة يتكون بشكل رئيسي في الغيوم المحلية (convective clouds) وبالقرب من التيارات النفاثة (jet streams) التي بدورها تسبب رياح قص عالية (wind shear) [7].

2-1 جريان الرياح حول الموانع Winds Flow Around Structures

عندما تصطدم الرياح في مسارها بالأجسام أو التراكيب المعزولة كالمباني والأشجار وغيرها فإنها عادةً تضطرب بقوة ويتكون أثر جريان مضطرب (wake) بالقرب من أو خلف هذه الأجسام. إن توليد الأثر المضطرب يبدو مألوفاً خاصة إذا علمنا ان معظم التراكيب لها حافات وزوايا [8]. من خلال مجرى الرياح والقياسات العملية الميدانية أصبح معروفاً بان جريان الرياح خلال العوائق الصلبة والمنفصلة مثل البنايات العالية يكون مضطرباً بشكل كبير جداً ومباشر حول البنايات أو فوقها. وهذا الجريان للرياح يتضمن تحولات في خطوط مجرى الرياح (streamlines)، تشمل وجود مناطق لإعادة الدوران فوق أسطح البنايات وفي داخل الفجوة الناشئة خلفها، وكذلك ظهور تأثيرات لجران مضطرب والتي تستمر في مسار التيارات الهوائية النازلة بسبب البنايات العالية المتتالية التي تؤثر في عدد كبير من السكان كما موضح في الشكل (2) [9].



الشكل (2) جريان الرياح الطبيعي حول البنائيات. (a) خطوط تيارات الرياح ومناطق الجريان [10]. (b) حركة الرياح الدوامية حول البنائيات [11]

حيث (A) يرمز الى مجرى الرياح غير المضطرب، (B) يرمز الى إزاحة الرياح، (C) يرمز الى الفجوة المتكونة خلف البنائيات، (D) يرمز الى أثر الجريان المضطرب.

٢-٢ المقاطع العمودية للرياح Vertical Profiles of Winds

إن تغير سرعة الرياح الأفقية واتجاهها مع الارتفاع (أي تحديد المقاطع العمودية للرياح الأفقية) مهم في تخمين تشتت الملوثات الجوية بعد خروجها من فوهات المداخن. وبشكل عام فإن سرعة الرياح تزداد مع الارتفاع ولكن العوائق الأرضية مثل الأشجار والأبنية... الخ تشكل عائقاً لحركة الرياح تبطئ من سرعتها، بينما لا تؤثر هذه العوارض في حركة الرياح خارج الطبقة المحاذية التي تكون الرياح فيها ثابتة تقريباً، مقداراً واتجاهاً. وتلعب خشونة السطح (roughness) دوراً هاماً في توزيع الرياح عمودياً ويمكن تخمين سرعة الرياح من العلاقة اللوغارتمية (logarithmic wind profile) الآتية [2].

$$U_z = \frac{U_*}{k} \ln \frac{z-z_d}{z_0} \quad (1)$$

حيث z_0 : طول خشونة السطح (surface roughness length)، z_d طول الإزاحة الصفرية (zero displacement length) ، U_* سرعة الرياح الاحتكاكية (friction velocity)، k هو ثابت فان كرمان (Von Karman's constant) وقيمته تتراوح بين (0.35 - 0.40) وتمثل الارتفاع. المعادلة (1) تطبق في الأجواء المتعادلة (neutral conditions) (عندما تكون السماء ملبدة بالغيوم وسرعة الرياح شديدة) أما في حالة الظروف غير المتعادلة أي الظروف المستقرة وغير المستقرة يجب إضافة دالة تصحيح الاستقرار الجوية atmospheric stability correction) ψ_m وهي دالة بدون ابعاد وقيمتها تساوي واحد في المعادلة اعلاه اي في حالة التعادل، وتعتمد على طول ابو كهوف (L) وبذلك تصبح المعادلة (١) بعد اضافة عامل الاستقرار بالصيغة الآتية [12] :

$$U_z = \frac{U_*}{k} \left[\ln \left(\frac{z-z_d}{z_0} \right) - \psi_m \left(\frac{z-z_d}{z_0} \right) \right] \quad (2)$$

في حالة شرط عدم الإستقرارية أي $L < 0$ تصبح المعادلة:

$$\psi_m \left(\frac{z}{L} \right) = 2 \ln \left(\frac{1+x}{2} \right) + \ln \left(\frac{1+x^2}{2} \right) - \gamma \tan^{-1} x + \pi/2 \quad (3)$$

$$x = \left\{ 1 - \gamma \left(\frac{z_2 - z_d}{L} \right) \right\}^{1/4} \quad (4)$$

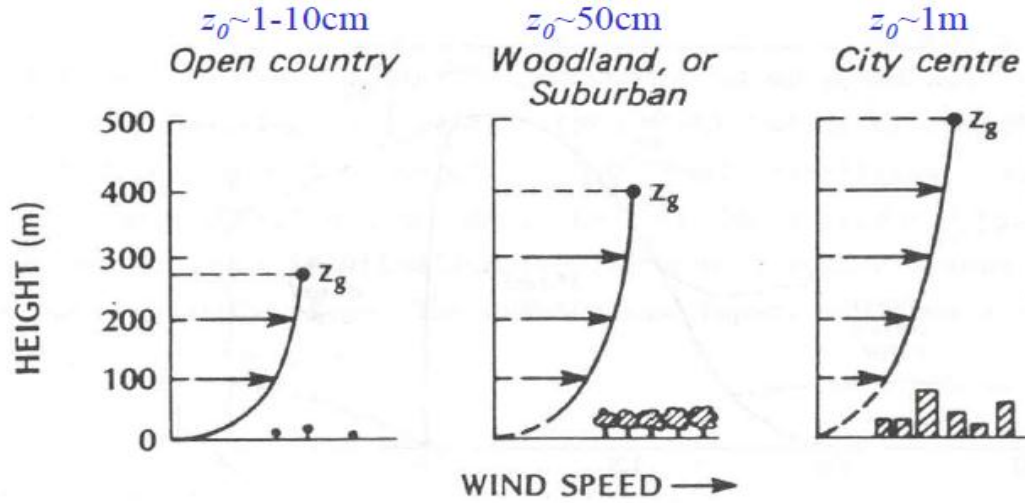
حيث (γ) متغير تم حسابه لأول مرة بمقدار 4.7 ، ١٥ استناداً على التجارب التي قام بها العالم (Kansas). أما

في الظروف المستقرة أي $L > 0$ [13] :

$$\psi_m = -5 \left(\frac{z_2 - z_d}{L} \right) \quad (5)$$

وفي حالة $\frac{z_2 - z_d}{L} > 0.5$ فتطبيق المعادلة الآتية لحساب ψ_m :

$$\psi_{m=0.7} = \frac{z_2 - z_d}{L} \quad (6)$$



الشكل (3) المقاطع العمودية لتغيرات سرعة الرياح مع الارتفاع فوق المناطق المفتوحة والحضرية وشبه الحضرية [14].

3 - تخمين الاستقرار الجوية Estimation of Atmospheric Stability

يمكن تحديد ومعرفة الاستقرار الجوية بطرائق عديدة تعتمد على درجات الحرارة والرياح وكميات الإشعاع الشمسي ومن هذه الطرائق المألوفة والشائعة:

a - طريقة باكسويل وتورنر المحورة Modified Pasquill - Turner

استطاع العالم الإنكليزي باكسويل Pasquill تخمين درجة التبديد للمواد المحمولة بالهواء والمنطلقة قرب سطح الأرض. حيث اقترح طريقة بسيطة لتصنيف الاستقرار الجوية استخدمت فيما بعد لحساب شدة التلوث، حيث صنف الاستقرار الى ستة أصناف كما في الجدول (1) وتتطلب هذه الطريقة بيانات أنوائية تتضمن قياسات سرعة الرياح (m/s) وتخمين كمية الغطاء الغيمي (N) بوحدات (الأثمان) في الليل، وقياس صنف التسخين الشمسي (solar insolation) في النهار وذلك بالاعتماد على زاوية ارتفاع الشمس (solar altitude) [15].

جدول (1) أصناف الإستقرارية لباكسويل [16].

Stability Class	Stability type
A	غير مستقر جدا
B	غير مستقر باعتدال
C	غير مستقر قليلا
D	متعادل
E	مستقر باعتدال
F	مستقر جدا

وفي عام ١٩٦٤ أضاف العالم تيرنر (Turner) صنفاً آخر الى أصناف باكسويل هو الصنف (G) يمثل الرياح المنخفضة في الظروف المستقرة في أثناء الليل، وأصبحت أصناف الاستقرار تسمى بأصناف (PGT) (Pasquill-Gifford Turner) المحورة وبالاعتماد على كمية الأشعة المقاسة. الجدول (2) يوضح أصناف الاستقرار الجوية لباكسويل المستندة على الظروف الطقسية.

الجدول (2) أصناف الإستقرارية لباكسويل المستندة على الظروف الطقسية [17].

Surface Wind Speed	Solar Insulation			Amount Clouds at Night	
	Strong	Moderate	Slight	$N \geq 4/8$	$N \leq 4/8$
$U < 2$	A	A-B	B	—	—
$2 \leq U < 3$	A-B	B	C	E	F
$3 \leq U < 4$	B	B-C	C	D	E
$4 \leq U < 6$	C	C-D	D	D	D
$6 \leq U$	C	D	D	D	D

b - طريقة عدد رجاتسون الإحداري Richardson Number R_i Gradient

إن مصدر الاضطراب الجوي إما أن يكون ميكانيكياً أو حرارياً، وإن النسبة بين هاتين العمليتين تسمى عدد رجاتسون (R_i) الذي يعكس حالة الاختلال بالتوازن بين الاضطراب الحراري الناتج عن الحمل (convection) والاضطراب الميكانيكي الناتج عن قص الرياح (wind shear). إن عدد رجاتسون هو معامل بدون أبعاد ودالة للارتفاع (z) [18]:

$$R_i = \frac{g}{\bar{T}} \frac{\partial \bar{\theta} / \partial z}{(\partial \bar{u} / \partial z)^2} \quad (7)$$

حيث: g التعجيل الأرضي (m/s^2), T درجة الحرارة ($^{\circ}C$), ($\bar{\theta}$) درجة الحرارة الجهدية ($^{\circ}C/m$) و (u) سرعة الرياح (m/s), (z) هي الارتفاع فوق مستوى الأرض (m), في المعادلة أعلاه $(\partial \bar{\theta} / \partial z) / \bar{T}$ هو مؤشر للحمل الحراري والمقدار $(\partial \bar{u} / \partial z)^2$ هو إشارة إلى قوة القص. R_i يكون ذا موجبة في الأجواء المستقرة في حين تكون قيمته سالبة في الأجواء غير المستقرة وتكون قيمته صفراً في الأجواء المتعادلة.

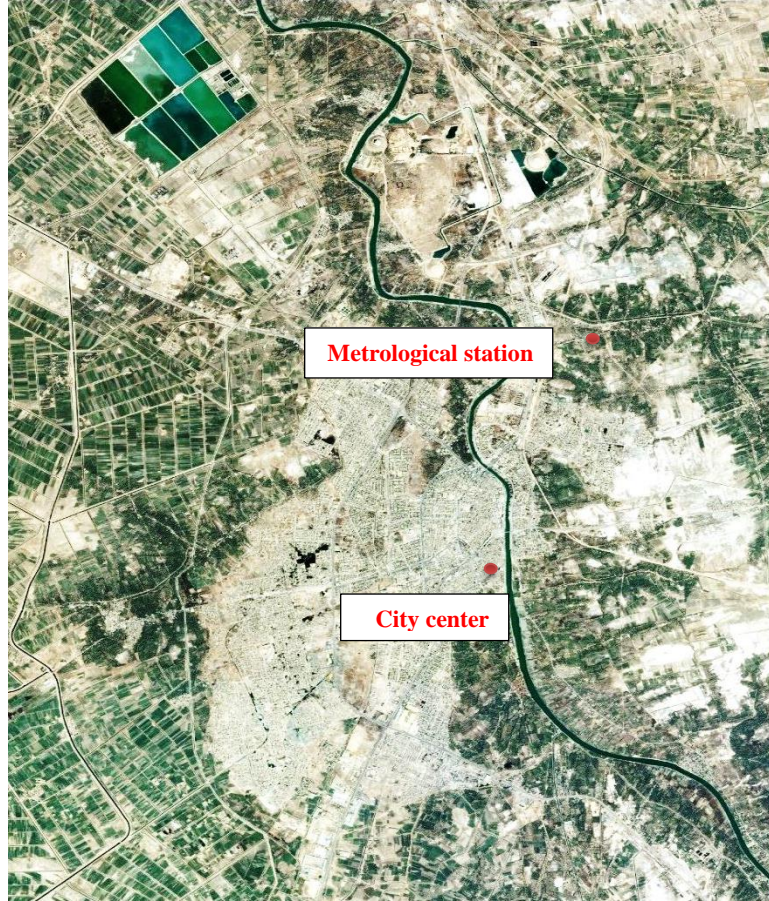
Results and Discussion

4- الحسابات والنتائج

The Meteorological Site and Dataset

4-1 موقع الرصد والبيانات

تم إجراء هذا البحث في مركز مدينة الحلة، التي تقع أراضيها المنحدرة نحو الجنوب 35° فوق مستوى سطح البحر، وتمتد محافظة بابل بين دائرتي عرض ($32^{\circ} 7' - 33^{\circ} 8'$) [19]. وتمتاز منطقة الدراسة القريبة من المركز الحضري للمدينة شكل (4) بوجود البنايات ذات الارتفاعات المتوسطة وهي في الغالب تمثل البنايات السكنية، والبنايات العالية، إضافة إلى وجود بعض المناطق المفتوحة والمزرعة وبعض الشوارع الرئيسية.



الشكل (4) خارطة لمركز مدينة الحلة وموقع الرصد

تم قياس المتغيرات الجوية وهي درجة حرارة الهواء وسرعة واتجاه الرياح لارتفاعين مختلفين 10m و 15m , وذلك بعد إجراء عملية المعايرة للأجهزة المستعملة في عملية القياس حيث تم مقارنة قراءاتها مع تلك الأجهزة المنصوبة في دائرة الأنواء الجوية والرصد الزلزالي الواقعة في مركز مدينة الحلة, وقد تبين أن القراءات بينها متقاربة جداً. في هذه الدراسة تم نصب برج ارتفاعه (15 m) على احد المنازل في مركز المدينة, وبعد الانتهاء من نصب المنظومة والتأكد من عملها تم البدء برصد البيانات وتسجيلها وهي عبارة عن رصدات نهائية ولييلية تكونت من (٢٠) رصدة. سجلت هذه الرصدات خلال خمسة أيام من شهري آذار ومايس لسنة ٢٠١٧ وخلال أوقات مختلفة ضمن هذه الأيام واستمرت الرصدة الواحدة (20 sec) حيث سجلت البيانات لكل نصف دقيقة أي مجموع (41) قراءة لكل عنصر أنوائي مفاًس بشكل أني. وتم مراعاة الحفاظ على استقرارية القراءات وذلك بتشغيل الأجهزة قبل خمس دقائق من اخذ الرصدة. والجدول (3) يبين الأجهزة المستخدمة في قياس العناصر الجوية. إن الغرض من القياسات الآتية لبعض من العناصر الجوية خلال كل ثلاثين ثانية يكتسب أهمية كبيرة جداً في دراسة الاضطراب الجوي.

الجدول (3) العناصر الجوية المقاسة والأجهزة المستخدمة

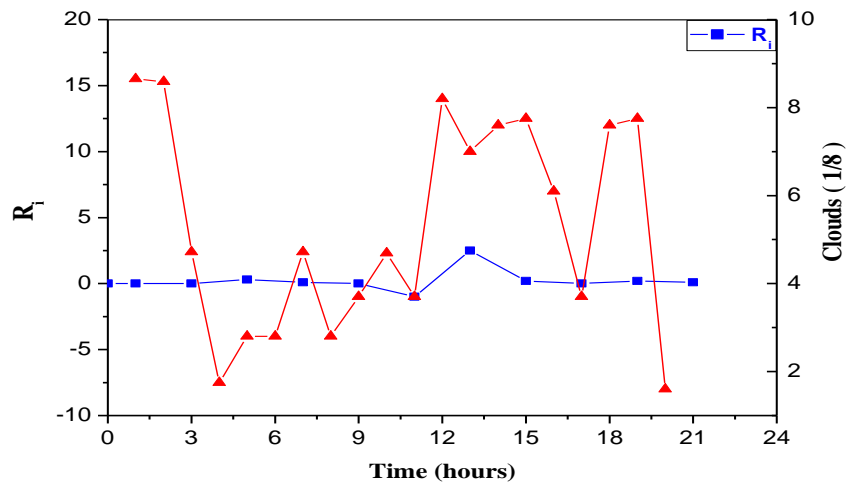
نوع الجهاز المستخدم	العنصر الجوي
Digital Thermometer	درجة الحرارة
Multifunctional Anemometer	سرعة الرياح
Multifunctional Anemometer	إتجاه الرياح
تم تقديرها من خلال النظر وبيانات دائرة الرصد الجوي	كمية الغيوم

في هذه الدراسة تم نصب جهازين رقميين لقياس لدرجة الحرارة، الأول عند ارتفاع (10m) أي عند ارتفاع (2m) عن سطح البناية التي ارتفاعها (8m)، والثاني عند ارتفاع (15 m) أي (7m) عن سطح البناية. ومن أجل حجب أشعة الشمس من الوصول الى المتحسس، تم تصنيع صندوقين من الخشب بأبعاد (4 × 10 × 17.5)cm لوضع المجسات فيه وكل منهما يحوي حاملاً بطول (25 cm) لتثبيت هذه الصناديق على عمود البرج، ويكون الصندوق مفتوح من الوجه الأمامي والسفلي من أجل دخول الهواء الى مجس المتحسس، أيضاً تم مراعاة حجب اشعة الشمس من الوصول الى داخل الصندوق خلال النهار.

Calculate of R_i – Number

4-2 حساب عدد ريجاردسون

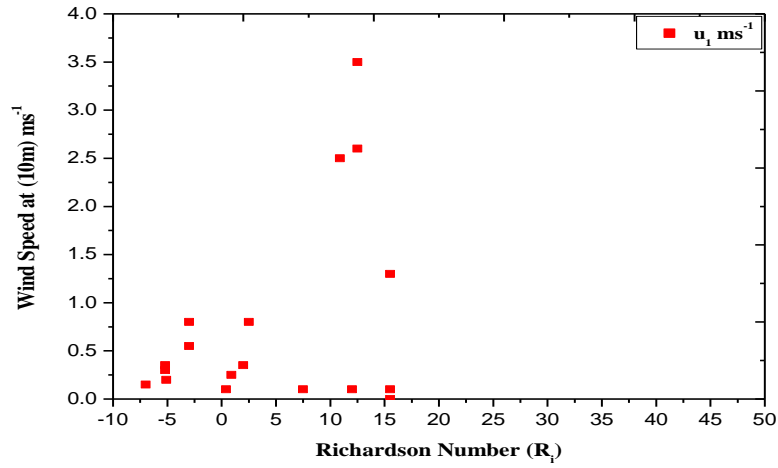
يعد عدد ريجاردسون أحد المؤشرات التي تستخدم في حساب وتصنيف الإستقرارية الجوية حيث تم التعويض في المعادلة (4) في الفقرة (3-2) في حساب (R_i) لعشرين رصدة وحسب التصنيف لقيمة R_i أنف الذكر تبين بأن (6) رصداً كانت فيها الظروف الجوية متعادلة، و (8) رصداً مستقرة إضافة الى (6) رصداً غير مستقرة. الشكل (5) يوضح العلاقة البيانية بين ظروف الاستقرارية والمدة الزمنية للرصد، حيث يلاحظ إن قيم (R_i) في حالة الأجواء المستقرة تحصل في ساعات المساء والليل، كما إن كميات الغيوم كانت كبيرة نوعاً ما خلال هذه المدة من السنة حيث كان فيها الطقس بارد الى دافئ نسبياً.



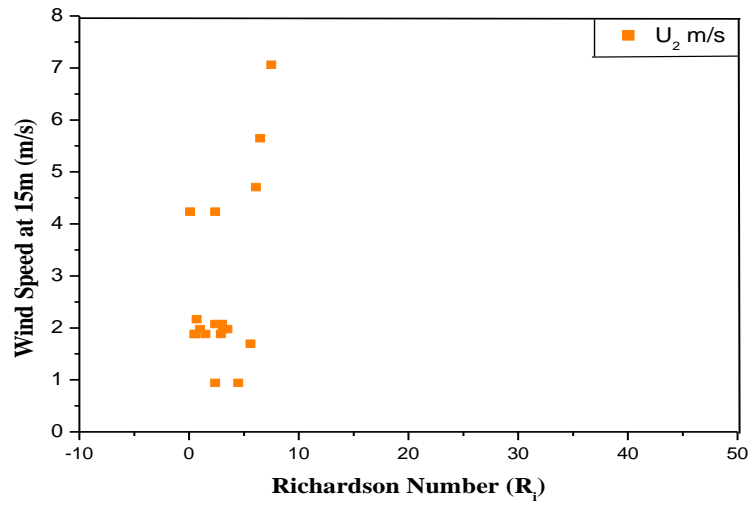
الشكل (5) تغير الاستقرارية الجوية مع مدة الرصد وكمية الغيوم

4-3 العلاقة بين سرعة الرياح والإستقرارية الجوية The Relation Between Atmospheric Stability and Wind Speed

لايجاد العلاقة بين سرعة الرياح والاستقرارية الجوية تم رسم العلاقة البيانية بين القيم المقاسة لهما عند الارتفاعين (10m و 15m)، والمسجلة في الجدول (1)، والشكلين (6)، (7) يوضحان هاتين العلاقتين حيث يلاحظ أنه عندما تزداد سرعة الرياح فإن قيمة R_i تقترب من الصفر وهذا يعني أن حالة الاستقرارية تقترب من حالة التعادل، أما في حالة تناقص سرعة الرياح يلاحظ أن قيمة R_i تنقل أو تزداد بالاتجاه السالب أو الموجب أي أنها تقترب من حالة التعادل. وتتوافق هذه النتيجة مع تصنيف باكسويل المشار إليها في الجدول (2) حيث يلاحظ أن الظروف غير المستقرة تحدث عندما تكون سرع الرياح ذات قيم تقترب من 2m/s



الشكل (6) تغير الاستقرارية مع سرعة الرياح عند الارتفاع (10m).



الشكل (7) تغير الاستقرارية مع سرعة الرياح عند الارتفاع (15).

جدول (4) يبين قيم سرعة الرياح المحسوبة والمقاسة عمليا عند الإرتفاعين (10) , (15).

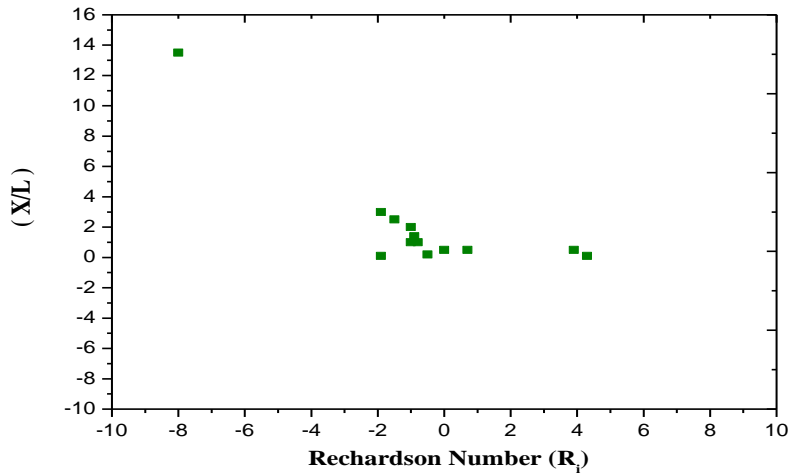
u_1 cal. at (10m)	u_1 measu. At (10m)	u_2 cal. at (15m)	u_2 measu. . at (15m)
0.1	0.1	0.1	0.1
0.25	0.1	0.3	0.45
0.3	0.1	0.4	0.6
0.4	0.1	0.5	0.9
0.6	0.24	0.6	1.1
0.8	0.4	0.9	1.6
1.2	0.4	1.25	2.3
1.25	0.4	1.2	2.5
1.25	0.5	1.9	3

1.6	0.75	1.6	3.05
1.75	0.9	2	3.15
1.78	0.9	2.4	3.5
2	1.2	2.5	3.6
2.1	1.25	3	4.55
2.4	2.25	4.2	6
2.9	2.3	4.5	6.5
2.9	2.7	5.9	7.6

Calculating of Atmospheric Stability Correction

4-4 حساب معامل تصحيح لاستقرارية الجوية (ψ_m)

لغرض حساب تغير سرعة الرياح مع الارتفاع تحت ظروف جوية غير مستقرة تم تطبيق المعادلة (2) المتضمنة معامل التصحيح (ψ_m)، حيث يحسب أولاً من خلال تطبيق المعادلة (7) وذلك لجميع القيم غير المستقرة التي تم حسابها في هذا البحث. وجدير بالإشارة أن (ψ_m) في المعادلة (7) تستخدم في الظروف غير المستقرة فقط، وفي هذه الدراسة تم استخدام البيانات تحت الظروف غير المستقرة والمتعادلة أحيانا فقط والتي تمثل الظروف السائدة خلال مدة الدراسة. في هذا البحث تم اعتماد قيمة $\gamma = 16$ استناداً الى عدة بحوث منها [13]، كذلك مقدار الإزاحة الصفيرية ($z_d = 1.09$ m) استناداً على [17]. وباستخدام المعادلتين (6)، (7) نحصل على قيمة معامل التصحيح لكل قيمة استقرارية، والشكل (8) يوضح العلاقة البيانية بين معامل التصحيح ومؤشر الاستقرارية المتمثلة بعدد ريجاردسن (R_i)، حيث يلاحظ عند زيادة القيم السالبة لعدد ريجاردسون تزداد قيم معامل التصحيح وتثبت تقريباً عندما تصبح قيمة (R_i) مساوية الى (-2.5) أما عند الاقتراب من قيم (R_i) للظروف المتعادلة فإن قيم (ψ_m) تقترب من الصفر.

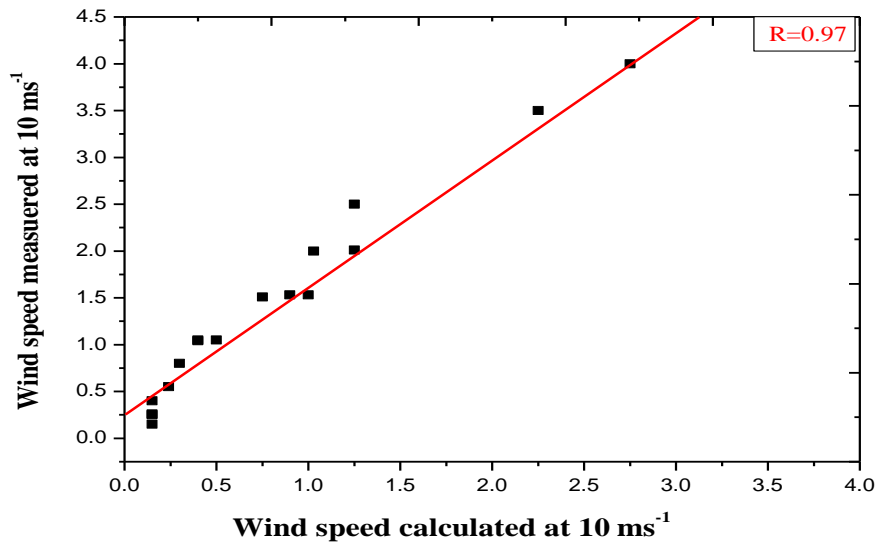


الشكل (8) العلاقة بين الاستقرارية بدلالة (R_i) وعامل التصحيح للاستقرارية الجوية

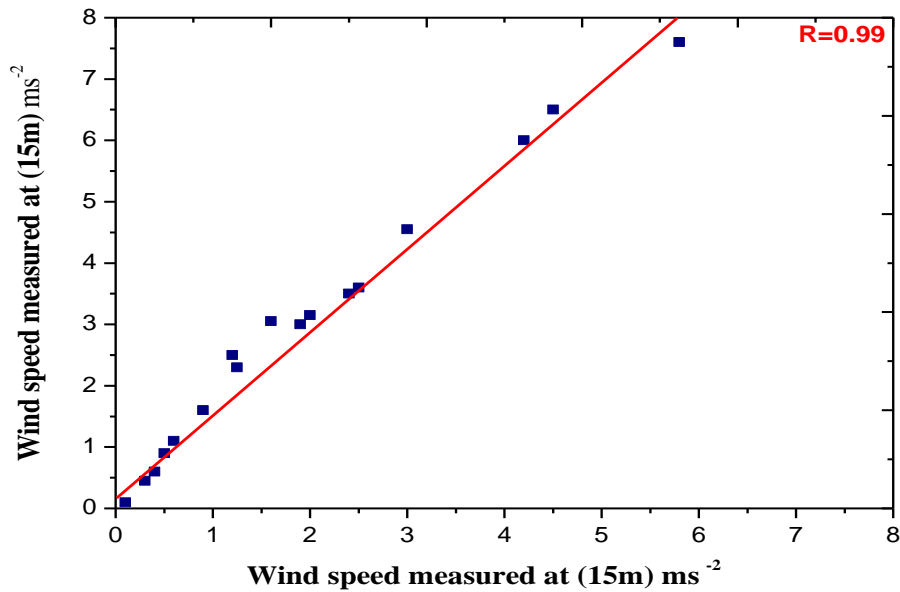
Calculating of Wind Speed profile with Height

4-5 حساب سرعة الرياح الأفقية مع الارتفاع

قبل البدء بدراسة وتكوين الشكل العمودي لتغير سرعة الرياح الأفقية باستخدام العلاقة اللوغارتمية المعدلة فوق مدينة الحلة لابد من فحص قيم سرعة الرياح المحسوبة أولاً "من معادلة (2) لكل من الارتفاعين (10m)، (15 m) للرصداً المأخوذة في هذا البحث. وإن العلاقة بين سرعة الرياح المحسوبة والمقاسة عملياً موضحة في الشكلين (9) ، (10) على التوالي. حيث يلاحظ من الشكل (9) إن القيم المحسوبة والمقاسة لسرعة الرياح عند الارتفاع (10m) متساوية تقريباً ومعامل الارتباط الخطي بينهما يساوي ($R=0.97$). بينما يلاحظ من الشكل (10) إن قيم سرعة الرياح المحسوبة والمقاسة والمرصودة عملياً متساوية عند الارتفاع (15) مع تشتت أكثر نسبياً مقارنة بالارتفاع (10 m) وبمعامل ارتباط مقداره ($R=0.99$).



الشكل (9) التباين بين سرعة الرياح المحسوبة والمقاسة عند الارتفاع (10m)



الشكل (10) التباين بين سرعة الرياح المحسوبة والمقاسة عند الارتفاع (15m)

Conclusions 4-5 الاستنتاجات

في هذا البحث تم ايجاد علاقة لتحديد مقدار الاختلاف بين سرعة الرياح المرصودة عمليا وسرعة الرياح المحسوبة نظريا لارتفاعين مختلفين (10m, 5m) مع ايجاد قيمة ثابت العلاقة ومقداره (0.9). كما اظهرت العلاقات البيانية أن سرعة الرياح تتأثر بشكل ملحوظ بنوع الاستقرار الجوية، حيث لوحظ أن سرعة الرياح تزداد بشكل ملحوظ عند الانتقال من الاجواء غير المستقرة الى الاجواء المستقرة والمتعادلة. من خلال النتائج تبين ان هنالك تفاوت ملحوظ بين قيم سرعة الرياح المقاسة والمحسوبة عمليا حيث ان سرعة الرياح عند الارتفاع (10 m) اكبر بقليل من سرعة الرياح عند الارتفاع (10m) مع العلم ان التشتت كان اكثر وضوحا في القيم المرصودة عند الارتفاعين المذكورين. لذلك هذه النتيجة تسهل عملية التنبؤ عن الشكل العمودي لسرعة الرياح الافقية فوق منطقة الدراسة وحسب نشوء الاستمرارية المحسوبة في هذه الدراسة التي تم تحديدها في ثلاثة اصناف وهي:

الحالة المتعادلة: $-0.18 \leq R_i < 0.083$

الحالة المستقرة: $R_i > 0$

الحالة غير المستقرة $i < 0$

كذلك وبعد حساب معامل التصحيح بوصفه مؤشرا للاستقرارية الجوية، تبين ان هذه الدالة تتغير بصورة طردية واضحة مع حالات عدم الاستقرارية حيث يزداد مقدار معامل التصحيح لعدد ريجاردسون عند الانتقال من الظروف المتعادلة الى الظروف غير المستقرة.

CONFLICT OF INTERESTS

There are no conflicts of interest.

References المراجع

- [1] H.E. Landsberg, "The urban climate". Academic Press, New York and London pp.275. 1981.
- [2]RB. Stull,"An Introduction to boundary layer meteorology". Kluwer Dordrecht, London, 1988.
- [3]B. Ronald, Stull, "Introduction to boundary layer meteorology atmospheric sciences library", 1989.
- [4] I. Troen and L. Mart," A simple model of the atmospheric boundary layer, sensitivity layer, sensitivity to surface evaporation", vol.37, PP.129 -148, 1989.
- [5] F. Yao, R. C. Bansal, Z. Y. Dong, R. K. Saket and J. S. Shakya, "Wind energy resources: theory, design and applications", hand book of renewable energy technology, world scientific publishing, 2011.
- [6] A. W. Manyonge, R. M. Ochieng, F. N. Onyango and J. M. Shichikha, "Mathematical modelling of wind turbine in a wind energy conversion system", power coefficient analyses journal applied mathematical sciences, vol. 6, No 91, pp 4527 – 4536, 2012.
- [7] E.E Gossard, and W.H, "Wave in the atmospheric infra sound gravity waves generation and propagation", 1975.
- [8] الجبوري منعم حكيم, تلوث الغلاف الجوي, مطبعة السيماء, بغداد ص ٧٨ .٢٠١٥
- [9] J. Wieringa,"Does representative wind information exist" Journal of wind engineering and Industrial Aerodynamics,vol. 65, pp.1-12, 1996.
- [10] J. Halitsky, "Gas diffusion near buildings, Transactions of the american society heating refrigeration and air-conditioning engineers", vol.69, pp. 464-485, 1963.
- [11] J.C.R.Hunt, C.J. Abell, J.A. Peterka, and H.G.C.Woo, "Kinematical Studies of the flow around free or surface-mounted obstacles": applying topology to flow visualization, vol. 86, pp. 179-200, 1978.
- [12] H.A. Panofsky, Atmospheric turbulence, "Models and methods for engineering applications", John Wiley and Sons, pp. 397, 1982.
- [13] U.Hogstrom, "Non-dimensional wind and temperature profiles in the atmospheric boundary layer, a re-evaluation Boundary-Layer meteorology", vol. 42 pp. 55-78, 1988.
- [14] T.R. Oke, Boundary layer climates. 2 nd edition, Wiley and New York: 1978.
- [15] F.D. Pasquil, "The estimate on of the dispersion of wind borne material meteorology" may. vol.90,pp.33-49,1961.
- [16] C.A. Paulson,"The mathematical representation of wind speed and temperature profiles in the unstable atmospheric surface layer".J. Appl. Meteorol.vol.9,857-861,1970.
- [17] نجلاء محمد هادي. رسالة ماجستير. دراسة الخشونة والإستقرارية في تحديد المقاطع العمودية للرياح في جو الحلة الشبه حضري ص ١٦ .٢٠١٥.
- [18] J.I. Mcelroy,"A comparative study of urban and rural dispersion,J. appl. meteorology, vol. 19 pp. 8-12, 1969.
- [19] عبد الزهرة الجنابي وعبد الإله كربل, موسوعة الحلة الحضارية, المحور الجغرافي, مؤسسة دار الصادق الثقافية للطباعة والنشر, الطبعة الأولى ص ١٩ .٢٠١٢.