

## Estimation of Turbulence Intensity for Horizontal Wind Speed in Baghdad

Aqeel Ghazi Mutar 

Atmospheric Sciences department of, College of Science, University of Mustansiriyah/Baghdad  
Email:mutaraqeel@yahoo.com

Received on: 19/7/2012 & Accepted on: 10/1/2013

### ABSTRACT

In This work the turbulence intensity for horizontal wind speed in AL-SHAABE/ area, BAGHDAD city ,has been measured ,as well, we found a relation between the wind speed average and turbulence intensity.The observation have been made for wind speed and its direction at two levels 12.5m and 7.5m by using a slow response instrument. The rang scale of observation extended throughout the duration of two months, October and November 2010.All observations have been recorded in neutral or very near neutral weather .We chose a selected hours of the day from 14:00 to18:00 inLocal time.The maximum turbulence intensity value were {5} at level 7.5m, measured on 31/10/2010 at 16:24 in local time.

### حساب شدة اضطراب سرعة الرياح الأفقية في مدينة بغداد

#### الخلاصة

تم حساب شدة اضطراب سرعة الرياح الأفقية في منطقة الشعب في مدينة بغداد وتم التوصل إلى علاقة وضعية بين شدة الاضطراب ومعدل سرعة الرياح الأفقية على ارتفاعين هما 12.5m و7.5m لقد تم رصد سرعة واتجاه الرياح على ارتفاعين هما 12.5m و7.5m وكانت عملية الرصد خلال شهري تشرين الأول و تشرين الثاني لعام 2010 . إن كل الرصدات المنتخبة جرى تسجيلها في جو متعادل أو قريب جدا من التعادل . لقد كان التسجيل يوميا ويمتد من الساعة 14:00 إلى الساعة 18:00 بالتوقيت المحلي. لقد استخدم في هذا العمل أجهزة قياس ذات استجابة بطيئة من نوع AM\_4836C . ANEMOMETER. إن أعلا شدة اضطراب سجلت على ارتفاع 7.5m إذ كانت قيمتها 5 وسجلت في يوم 31/10/2010 عند الساعة ١٦:٢٤ حسب التوقيت المحلي.

الكلمات المرشدة: الاضطراب، معدل سرعة الرياح، الاستقرار الجوية، الجو المتعادل .

#### المقدمة

إن جريان الهواء يمكن أن ينقسم إلى ثلاث أقسام معدل سرعة الرياح والحركة الاضطرابية والحركة الموجية ومن الممكن إن تتواجد هذه الأصناف مجتمعة أو منفصلة , ويعرف معدل سرعة الرياح بأنه المسئول عن الانتقال الأفقي السريع أو ما يسمى advection إذ تتراوح سرعة الرياح الأفقية بين 2m إلى 10m .

إما الاضطراب فيساهم في حركة الرطوبة والحرارة والزخم والملوثات عموديا [1] ويعرف الاضطراب بأنه عصفه ريح منطبقة على معدل سرعة الرياح ممكن ملاحظتها على أنها تتكون من حركات دورانية غير منتظمة تسمى بالدوامات . ويتألف الاضطراب عادة من دوامات مختلفة الأحجام . إن معظم الاضطراب في الطبقة المتاخمة يتولد بسبب تأثيرات سطح الأرض فمثلا التسخين الشمسي لسطح الأرض يولد كتلا أو خلايا هوائية ساخنة صاعدة , هذه الخلايا الحرارية ما هي إلا دوامات كبيرة , أما تأثير الاحتكاك على الهواء القريب من السطح فيسبب قص الرياح الذي يصبح اضطرابا أيضا .

إن فائدة الاضطراب تكمن في فعاليته في عملية النقل بالمقارنة مع الانتشار الجزيئي وهو الذي يسمح للطبقة المتاخمة بالاستجابة إلى تأثيرات السطح . [2]

أما الحركة الموجية فهي الحركة التي تلاحظ بشكل متكرر في الطبقة المحاذية الليلية فأنها تنقل القليل من الحرارة والرطوبة وكذلك جزء من الملوثات لكنها فعالة في نقل الطاقة والزخم حيث تتولد الموجات موضعيا بسبب قص الرياح أو من جريان المائع فوق الحواجز ويمكن إن تتقدم من مصدر بعيد مثل الزوابع الرعدية . [3]

لقد جرت الكثير من المحاولات لدراسة الاضطراب منها ما قام به الباحثان Yersel و Goble (1986) من دراسة تأثير الخشونة السطحية على الاضطراب في المناطق الحضرية وقد استخدم الباحثان طريقة الرصد المباشر لسرع الرياح في مستوى واحد وفي ظروف الجو المتعادل وقد اخذ بنظر الاعتبار التغير اللوغارثمي لسرعة الرياح مع الارتفاع . [4] أما الباحثون AL- JIBORI, M.H. وجماعته (2001) فقد قاموا بدراسة خصائص الاضطراب فوق منطقة مركبة من عدة أنواع من العوائق التي تولد الخشونة السطحية . [5]

ولقد تمت دراسة وحساب شدة الاضطراب وبعض معالم الشكل اللوغارثمي لتغير سرعة الرياح مع الارتفاع , مثل الخشونة والإزاحة الصفرية باستخدام عوائق تمثل عناصر خشونة مختلفة داخل نفق هوائي من قبل الباحثان Allison, B.E. و Lyles (1979) . [6] وقام الباحث STEVEN R.H. [1983] بدراسة شدة الاضطراب وتأثيرها على حركة أعمدة الملوثات المنبعثة من المداخل خلال الظروف المستقرة . [7]

### أُنظريّة

إن الطريقة الشائعة لدراسة الحركة الاضطرابية هو أن تجزأ المتغيرات (وهنا نقصد سرعة الرياح الأفقية) إلى جزأين أحدهما يمثل معدل سرعة الرياح الأفقية  $\bar{U}$  والأخر يمثل الجزء المضطرب  $\hat{U}$  , إن الجزء الذي يمثل المعدل يعطي معدلات لقيمة سرعة الرياح , أما الجزء المضطرب فيمثل تأثيرات الاضطراب أو الموجات والتي تنطبق فوق المعدل . [8]

إن طرح السرعة الأنيية  $U$  من معدل السرعة  $\bar{U}$  ينتج عنه قيمة الاضطراب  $\hat{U}$

$$\hat{U} = U - \bar{U} \dots \dots \dots (1)$$

فإذا كانت قيمة الاضطراب موجبة فهذا يعني إن سرعة الرياح الحقيقية أو الأنيية  $U$  أكبر من معدل سرعة الرياح [9]

يمكن تقدير وحساب شدة الاضطراب من خلال بعض المفاهيم الإحصائية مثل التباين Variance والانحراف المعياري Standard deviation , فالتباين يعتبر احد المقاييس الإحصائية التي يمكن من خلالها معرفة مقدار تشتت القيم عن المعدل ويمكن حساب التباين للمتغير  $a$  كالتالي :

$$\text{variance} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} (a_i - \bar{a})^2 \dots \dots \dots (2)$$

إن الجزء المضطرب للمتغير  $a$  هو  $\hat{a} = (a_i - \bar{a})$  وبالتعويض بالمعادلة (2) ينتج :

$$\text{variance} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \hat{a}^2 = \overline{\hat{a}^2} \dots \dots \dots (3)$$

$\overline{\hat{u}^2}$  هو معدل مربع تذبذب الرياح الأفقية (3) بالنسبة لسرعة الرياح الأفقية فان التباين وفقا للمعادلة **12.5m**

اما الانحراف المعياري  $\sigma$  للمتغير  $a$  فيعرف بأنه الجذر التربيعي للتباين :

$$\sigma_a = \sqrt{(\overline{\hat{a}^2})} \dots \dots \dots (4)$$

وبالنسبة للانحراف المعياري لسرعة الرياح الأفقية فيكون :

$$\sigma_U = \sqrt{(\overline{\hat{u}^2})} \dots \dots \dots (5)$$

إن الانحراف المعياري يمكن إن يعتبر كمقياس لمقدار تشتت القيم الآنية أو الحقيقية عن معدلها , ولهذا السبب يستخدم كمقياس لشدة الاضطراب , إن شدة الاضطراب (I) هي مقدار خالي من الوحدات وبحسب كالتالي لسرعة الرياح الأفقية:

$$I = \frac{\sigma_U}{\bar{U}} \dots \dots \dots (6)$$

حيث إن :

$\sigma_U$  الانحراف المعياري لسرعة الرياح الأفقية  
 $\bar{U}$  معدل سرعة الرياح الأفقية {9}

### الموقع

لقد اختيرت مدينة بغداد لكونها المدينة الحضرية الأكثر كثافة في العراق وتقع مدينة بغداد على خط طول 44.5 شرقا وخط عرض 33.14 شمالا , إن مركز مدينة بغداد هو الأعلى كثافة من حيث الحضرية

والخشونة السطحية والتأثير في حركة الرياح السطحية أما الأطراف والضواحي فهي اقل خشونة بطبيعة الحال وفي الوقت نفسه فان الأطراف والضواحي تضع بصمتها على الرياح المتوجهة إلى المركز بعد إن تمر الرياح فوق هذه المناطق , ومن هنا كانت أهمية منطقة الشعب شمال مدينة بغداد والتي تحتوي أشكالاً متنوعة من العوائق التي تؤثر على حركة الرياح الأفقية والتي تولد اضطراباً بشدة مختلفة جرى حسابه في هذا العمل , إن المباني التي تحيط بموقع الرصد من الجوانب الشمالية والجنوبية مروراً بالجانب الشرقي هي مباني من طابقين يصل ارتفاعها من 7 إلى 10 متر أما من النواحي الجنوبية الغربية والشمالية الغربية فهي مساحات مفتوحة تحتوي على بساطين نخيل وبعض التجمعات الزراعية وخصوصاً الجانب الشمالي الغربي .

### الأجهزة

تم استخدام أجهزة ذات استجابة بطيئة من نوع AM\_4836C. ANEMOMETER وهذه الأجهزة تتمكن من تسجيل سرعة واتجاه الرياح.

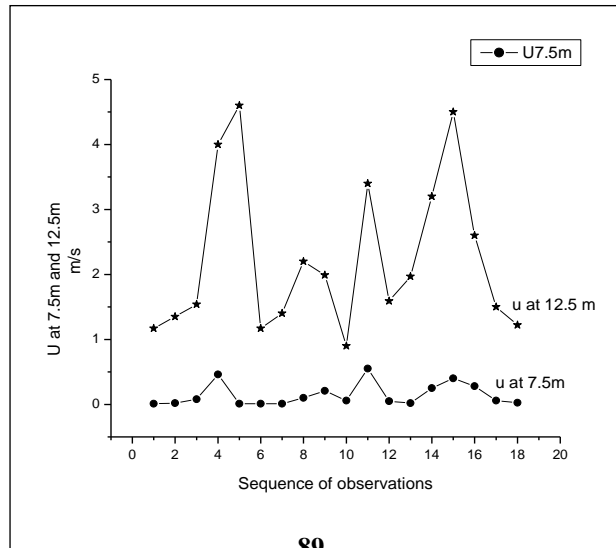
### رصد المعلومات

لقد جرى تسجيل سرعة الرياح واتجاهها على ارتفاعين هما 7.5 m و 12.5m وجرى تسجيل المعلومات خلال شهري 10 و 11 من سنة 2010. انتخب في هذا العمل ثمان عشرة رصده كل رصده متكونة من 20 تسجيل بواقع تسجيل لكل دقيقة , إن كل الرصدات المنتخبة جرى تسجيلها في جو متعادل أو قريب جداً من التعادل , لقد كان التسجيل يومياً ويمتد من الساعة 14:00 إلى الساعة 18:00 بالتوقيت المحلي .

### مناقشة النتائج

#### معدل سرعة الرياح الأفقية

لقد تم قياس سرعة الرياح الأفقية على ارتفاعين هما 7.5 m و 12.5m وتم استخراج المعدل البسيط لهذه السرعة فكانت معدلات سرعة الرياح على ارتفاع 12.5m اعلي مما هي عليه في الارتفاع الأول وكما هو مبين في الشكل {1}, كذلك فان أعلى قيم معدل سرعة الرياح الأفقية كانت 4.5m/s سجلت على ارتفاع 12.5m في 9/11/2010 في تمام الساعة 16:30 بالتوقيت المحلي , أما أوطأ القيم فقد كانت على ارتفاع 7.5 m وكان معدل سرعة الرياح صفراً 7/10/2010 عند الساعة 16:30 بالتوقيت المحلي لمدينة بغداد.



الشكل (١) يبين التذبذب في معدل سرعة الرياح الأفقية المسجلة على ارتفاعين ٧,٥ م و ١٢,٥ م.

إن تدني قيم معدل السرعة الأفقية على المستوى الاوطأ ناتج عن تأثير الخشونة السطحية المتمثلة بالإعاقة الناتجة عن المباني والبساتين ذات الأشجار العالية نسبيا , وكانت الزيادة في معدلات السرعة على الارتفاع الأعلى بسبب تحرر الرياح من العوائق علما إن دور استقرارية الجو في التأثير على سرعة الرياح الأفقية يكاد يكون معدوما لكون الرصدات اخذت في جو متعادل أو قريب جدا من التعادل .

شدة الاضطراب

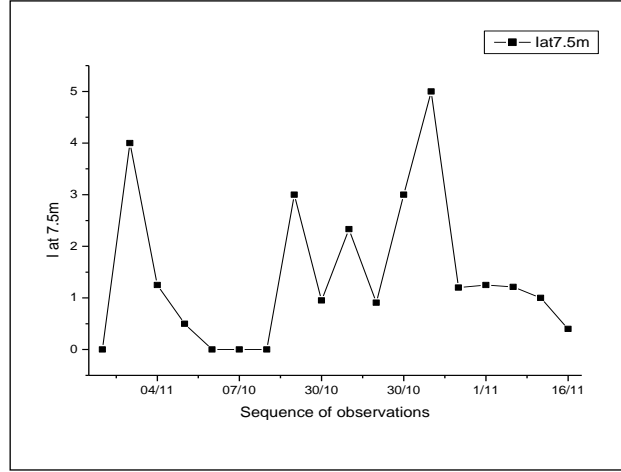
لقد جرى حساب الانحراف المعياري لسرعة الرياح الافقية باستخدام المعادلة (٥) ومن استخدام المعادلة (٦) تم حساب شدة الاضطراب لكلا الارتفاعين وكما في الجدول :

جدول (١) يبين شدة الاضطراب المحسوبة على الارتفاعين مع تاريخ ووقت الرصدة واتجاه الرياح المسجلة

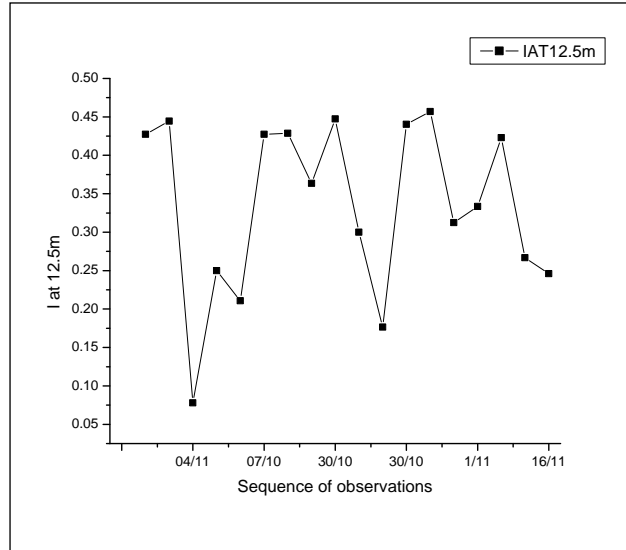
I at (12.5m)	I at(7.5m)	direction	time	date
0.42735	0	67.5	16:00	07/10/2010
0.444444	4	292.5	17:20	30/10/2010
0.077922	1.25	292.5	17:20	04/11/2010
0.25	0.5	247.5	16:00	05/11/2010
0.21087	0	67.5	16:30	09/11/2010
0.42735	0	112.5	16:00	07/10/2010
0.428571	0	112.5	16:30	07/10/2010
0.363636	3	22.5	16:00	31/10/2010
0.447236	0.952381	292.5	16:35	30/10/2010
0.3	2.333333	202.5	16:20	06/11/2010
0.176471	0.909091	292.5	14:30	12/11/2010
0.440252	3	292.5	16:50	30/10/2010
0.456853	5	22.5	16:24	31/10/2010
0.3125	1.2	247.5	16:20	05/11/2010
0.333333	1.25	292.5	22:50	01/11/2010
0.423077	1.214286	337.5	16:50	31/10/2010
0.266667	1	292.5	17:00	04/11/2010
0.245902	0.4	157.5	16:30	16/11/2010

إن أعلى شدة اضطراب سجلت على ارتفاع 7.5m كانت قيمتها 5 وسجلت في يوم 31/10/2010 عند الساعة 16:24 حسب التوقيت المحلي , وهذا يعني إن مقدار تشتت قيم السرعة الأفقية هي خمسة أضعاف معدلها وبذلك يكون المعدل بعيد عن القيمة الحقيقية وهذه الشدة العالية ناتجة بطبيعة الحال عن تأثر سرعة الرياح الأفقية عند هذا الارتفاع بالعوائق الموجودة على السطح. اما على ارتفاع 12.5m فان شدة الاضطراب تشهد انخفاضا واضحا بشكل عام بسبب الابتعاد عن تأثير السطح بشكل نسبي حيث

سجلت أعلى القيم في يوم 31/10/2010 في الساعة 16:24 وكانت 0.45 وهذا يعني إن نشأت قيم السرعة الأفقية بلغ أكثر بقليل من ثلث معدلاتها , وكما في الشكلين (2) و(3) .



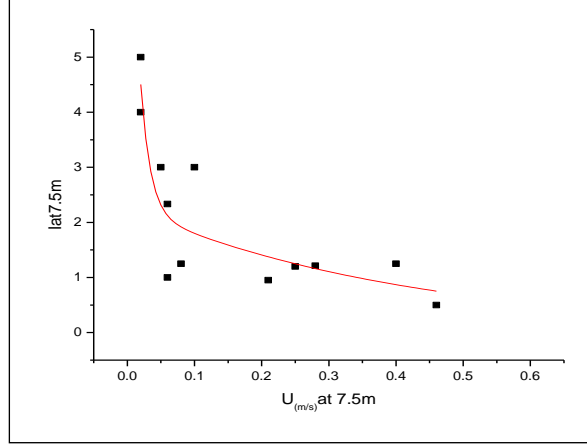
الشكل (٢) يبين قيم شدة الاضطراب المحسوبة خلال الرصدات المختلفة على ارتفاع ٧,٥ m



الشكل (٣) يبين قيم شدة الاضطراب المحسوبة للرصدات المختلفة على ارتفاع 12.5m

## العلاقة بين معدل سرعة الرياح الأفقية وشدة الاضطراب

ان العلاقة بين معدل سرعة الرياح الأفقية وشدة الاضطراب هي علاقة عكسية كما هو واضح رياضيا من العلاقة (6) ولكن قوة الارتباط بينهما تعتمد على الارتفاع عن السطح بمعنى آخر البعد أو القرب من تأثير السطح المعيق للحركة. لقد وجد ان العلاقة بينهما تسجل ارتباطا قويا على ارتفاع 7.5m اذ بلغ معامل التحديد لهذه العلاقة الاسية  $R^2 = 0.8$  وكما في الشكل (4).



الشكل (٤) يبين العلاقة الاسية بين معدل سرعة الرياح الأفقية وشدة الاضطراب المحسوبة للرصدات المختلفة على ارتفاع 7.5m.

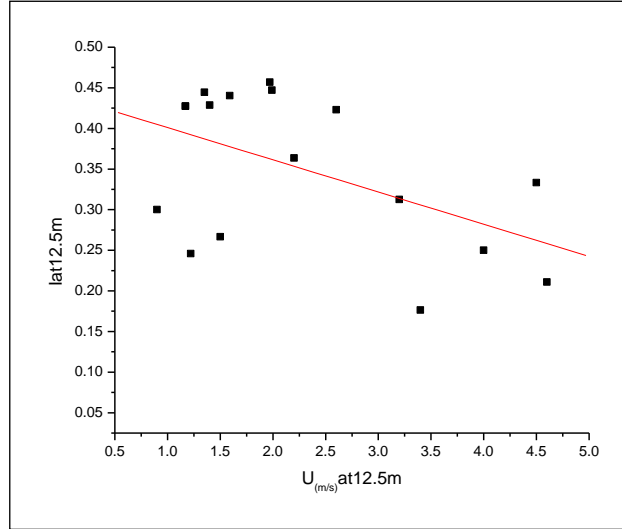
لقد تم التوصل للمعادلة الوضعية التي تصف العلاقة أعلاه وهي كالاتي :

$$I = A_1 e^{\left(\frac{-u}{t_1}\right)} + A_2 e^{\left(\frac{-u}{t_2}\right)} \quad \dots \{7\}$$

حيث ان

$I$  شدة الاضطراب في سرعة الرياح الافقية  
 $u$  معدل سرعة الرياح الافقية

0.41, 0.014, 2.2, 9.3 الي اليسار  $t_2, t_1, A_2, A_1$  هي ثوابت وضعية قيمها حسب التسلسل من اليمين إلى اليسار  $R^2 = 0.8$  وهذا يؤشر ارتباطا قويا مما يسمح على التوالي. كما بينا سابقا فان معامل التحديد لهذه العلاقة هو  $R^2 = 0.8$  وهذا يؤشر ارتباطا قويا مما يسمح بالاعتماد على هذه المعادلة في نفس الأوضاع والظروف المبينة في هذا العمل. ان العلاقة التي تم التوصل إليها بين معدل سرعة الرياح الأفقية وشدة الاضطراب على ارتفاع 12.5m تعطي نتائج مختلفة عما هي عليه في الارتفاع الأول انف الذكر فالعلاقة بينهما خطية ومعامل الارتباط  $R = -0.5$  وهذا يؤشر ارتباطا متوسطا وكما في الشكل (5).



الشكل (٥) العلاقة بين شدة الاضطراب ومعدل سرعة الرياح الأفقية على ارتفاع 12.5m.

ان المعادلة الخطية التي تصف هذه العلاقة هي كالتالي :

$$I = A + B * U \quad \dots \{8\}$$

حيث ان

$I$  شدة الاضطراب

$U$  معدل سرعة الرياح الأفقية

$A$  ثابت وضعي قيمته 0.44

$B$  ثابت وضعي قيمته -0.039

ان ضعف العلاقة نسبيا بين معدل سرعة الرياح الأفقية وشدة الاضطراب على ارتفاع 12.5 m نسبة إلى العلاقة بين نفس المتغيرات على ارتفاع 7.5m ناتج عن الابتعاد عن تأثير السطح مما يؤدي إلى زيادة معدلات سرعة الرياح الأفقية بالتالي التقليل من شدة الاضطراب الناتج عن الخشونة السطحية حيث وكما اشرنا سابقا ان تأثير الاستقرارية قليل أو معدوم في هذا العمل بسبب اختيار الرصدات في جو متعادل أو قريب من التعادل .



**الاستنتاجات**

هنالك علاقة عكسية بين معدل السرعة الأفقية وشدة الاضطراب تختلف قوتها حسب الارتفاع الذي يتم فيه الرصد.  
تم التوصل للمعادلة الوضعية الاسية التالية التي تصف العلاقة بين معدل السرعة الأفقية وشدة الاضطراب على ارتفاع 7.5m وبمعامل تحديد يصل إلى 0.8 مما يوضح ارتباطاً قوياً:

$$I = A_1 e^{\left(\frac{-u}{t_1}\right)} + A_2 e^{\left(\frac{-u}{t_2}\right)}$$

تم التوصل للمعادلة الوضعية الخطية التالية التي تصف العلاقة بين شدة الاضطراب ومعدل سرعة الرياح على ارتفاع 12.5m وبمعامل ارتباط يصل إلى 0.5 .

$$I = A + B * U$$

ان التغير الحاصل في قوة الارتباط بين معدل السرعة وشدة الاضطراب يعود إلى ان زيادة الارتفاع تؤدي إلى الابتعاد عن تأثير السطح المعيق لحركة الرياح الأفقية و بالتالي زيادة معدلات السرعة الأفقية بحيث يصبح من الصعب على الدوامات التي تتولد نتيجة الاحتكاك بالعوائق السطحية (عند الجو المتعادل) التأثير على حركة الرياح الأفقية.

ان شدة الاضطراب عند ارتفاع 7.5m هي أعلى مما هي عليه عند ارتفاع 12.5m حيث وصلت أعلى قيم الشدة في الارتفاع الأول إلى عشرة أضعاف ما وصلت إليه في الارتفاع الثاني .

**المصادر حسب الورد****المصادر العربية**

١ - أشمري ، حسين علي حاتم "خصائص الطبقة المتاخمة لسطح مدينة بغداد وتحديد طول الخلط " رسالة ماجستير مقدمة لقسم علوم الجو – كلية العلوم ، الجامعة المستنصرية ، ٢٠٠٦ .

**المصادر الأجنبية**

- [2]. Lumly J.L,H.A.Panofsky"The Structure of Atmospheric Turbulence. Monographs and Texts Physics and Astronomy"vol XII, Inter Science Puble,john wider and Sons ,NY,1964.
- [3].Gossard, E.E. , W.H. Hooke " Wave in the Atmosphere,Atmospheric Infra sound Gravity Waves-their Generation and Propagation", Elsevier Scientific publ, Co, NY, 1975.
- [4]. MetinYersel, Robert Goble "ROUGHNESS EFFECTS ON URBAN TURBULENCE", Boundary-Layer Meteorology, 37, 271-284, 1986.
- [5]. AL- Jiboori, M. H., Xu. Yumao.andQianYongfu"Turbulence Charactics Over Complex Terrain in West China", Boundary – Layer Meteorol, 9, 279-296,2001.
- [6]. Leon Lyles ,B.E.Alison"Wind Profile Parameters and Turbulence Intensity Over Several Roughness Element Geometries" TRANSACTIONS of the ASAE ,.Vol. 22, No. 2, pp. 334, 335,336, 337,338, and 343,1979.
- [7].STEVEN.R.HANNA "Lateral Turbulence Intensity and Plum Meandering during Stable Condition", Journal of Climate and Applied Meteorology, VOL.22, PP, 1424, 1983

- [8]. Townsend, A.A "The Structure of Turbulent Shear Flow (2 nd Ed)" Cambridge University Press. Cambridge, England, 1976.
- [9]. Roland B. Stull "Introduction to Boundary Layer Meteorology" Kluwer, Academic Publishers, London, 1989.