تجربة (5)

تخمين سرعة الرياح الافقية عند فوهات المداخن

أهداف التجربة

1. توضّيح استخدامات نفق الرياح Wind Tunnel.
2. حساب سرع الرياح عند ارتفاعات مختلفة.
3. حساب معدل اس قانون قوى الرياح Wind–power exponent.
4. استخدام القانون لحساب سرعة الرياح عند فوهة مدخنة باستخدام قيمة سرعة رياح عند ارتفاع واطئ.

الجزء النظري

معرفة معدل سرعة الرياح في الطبقة السطحية (تشكل 10% من ارتفاع الطبقة المحاددة) لها اهمية خاصة في تلوث الهواء وطاقة الرياح وتطبيقات اخرى اذ ان عند تطبيق معادلة كاوس لحساب تراكيز الملوثات عند ابعاد مختلفة عن المدخنة تحتاج الى معرفة سرعة الرياح عند مستوى فوهة المداخن. الرياح عند الارتفاعات العالية تمتلك سرع اعلى من تلك عند المستوى الواطئ القريب من سطح الارض لزمان ومكان معينين، اي انه عموما تزداد سرعة الرياح بزيادة الارتفاع عن سطح الارض. ان التقليل في سرعة الرياح عند المستويات الواطئة يعود الى شدة الاضطراب الناتجة عن عناصر خشونة السطح مثل الاشجار والمباني وغيرها.

احد المعادلات المستخدمة في التطبيقات الهندسية هو قانون القوة الاسي للرياح المستخدم لتخمين سرعة الرياح للارتفاعات العالية الاقل من 200 m صيغته ادناه [10]:

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^{\alpha} \qquad (1-3)$$

حيث ان U_1 وU_2 هما سرعة الرياح عند الارتفاعات Z_1 وZ_2 على الترتيب، α: ثابت تجريبي يعتمد على خشونة السطح والاستقرارية الجوية. وممكن حسابه من المعادلة اعلاه اذا توفرت بيانات سرعة الرياح عند ارتفاعين وذلك باعادة ترتيبها وفرض ان $\frac{U_2}{U_1} = U$ و$\frac{Z_2}{Z_1} = Z$:

$$\alpha = \frac{d \ln U}{d \ln Z} = \frac{Z}{U}\frac{dU}{dZ} \approx \frac{Z}{U}\frac{\Delta U}{\Delta Z} \qquad (2-3)$$

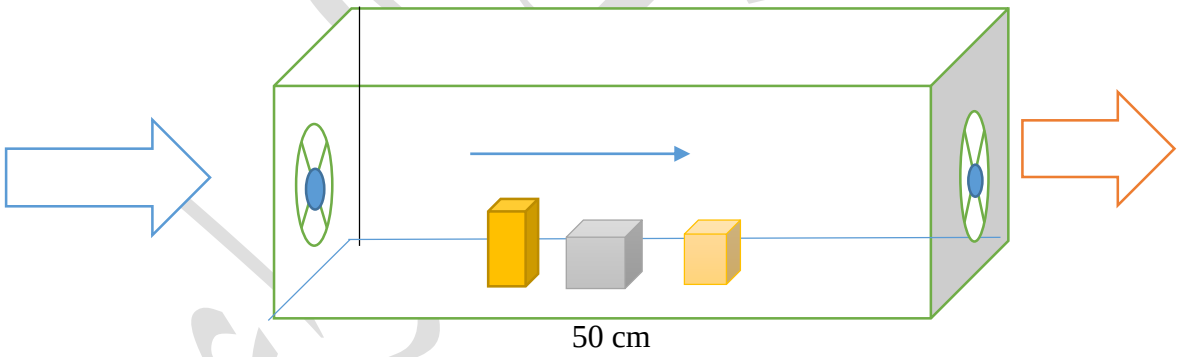
ولأجل الحصول على معدل قيمة α خلال مقطع عمودي كامل نجزئ المقطع الى عدة طبقات ثم نحسب α لكل طبقة وبالتالي اخذ المعدل الذي يمثل قيمته للمقطع الكامل. بعد تحديد معدل قيمة α نستطيع التنبؤ عن

سرعة الرياح عند اي ارتفاع نحتاجه باستخدام معادلة (3–1)، كما سنوضحه في هذه التجربة. هنا لابد من الاشارة الى الدراسات الحقلية والابحاث العلمية اشارت الى ان قيمة الاس α تتغير حسب الخشونة والاستقرارية الجوية كما نوهنا عنها مسبقاً [10]. هذا يمكن توضيحه من خلال الجدول (3–1) الذي يبين تغيرات قيم α حسب خشونة السطح ونوع الاستقرارية.

جدول (3–1): قيم الاس α لقانون اس القوى للرياح [4].

الموقع	A	B	C	D	E	F
حضرية	0.15	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30
ريفية	0.07	0.07	0.10	0.15	0.35	0.55

يمكن تنفيذ هذه التجربة مختبرياً وذلك باستخدام نفق او قناة الرياح المستخدمة لتوليد طبقة محاددة ذات تدريج صغير (لاحظ الشكل 3–2 في ادناه). تتركب قنوات الرياح من فوهة مدخل ذات جريان انسيابي مستقيم يمر خلال مقطع مستطيل طويل طول ومقطع عرضي الذي يتم فيه الاختبارات. واخيراً من مروحة (ساحبة) كهربائية ذات سرع مختلفة متحكمة بماطور.



شكل (3–2): مخطط قناة رياح المستخدم لحساب ألاس α في المعادلة (3–1).

المواد والادوات المستخدمة

1. قناة رياح للطبقة المحاددة ذات الجريان الطبقي.
2. نماذج من مداخن ذات اطوال مختلفة.
3. عناصر خشونة اصطناعية لتوليد دوامات اضطرابية.

4. متحسس قاس سرعة الجريان.

طريقة العمل

1. شغّل قناة الرياح.

2. قيّس سرعة الجريان عمودياً وتأكد من الجريان الطبقي المتساوي السرعة:

3. ثبت عناصر الخشونة بنسق غير منتظم حول مدخنة معينة في مقطع الاختبار.

4. أبدا بقياس سرعة الجريان لارتفاعات عديدة مدرجة في الجدول التالي:

الارتفاع (cm)	3	5	8	12	20	30	50
U (m/s)							
Z_2/Z_1							
$U_2/U_1 = U$							
$\Delta U/\Delta Z$							
α							

5. جد نسبة كل من $\frac{Z_2}{Z_1}$ و$\frac{U_2}{U_1}$ بين كل مستويين متتاليين وسجل نتائجك في الجدول اعلاه.

6. احسب قيمة α لكل مستويين متتاليين باستخدام معادلة (2.3).

7. احسب معدل قيمة α لتمثل مقطع عمودي الطبقة الهوائية المحصورة بين 3 cm و50 cm.

8. قيّس ارتفاع اعلى مدخنة وليكن z_2.

9. قيّس سرعة الجريان عند ارتفاع z_1= 5 cm.

10. احسب قيمة سرعة الجريان عند فوهة المدخنة باستخدام معادلة (1.3).

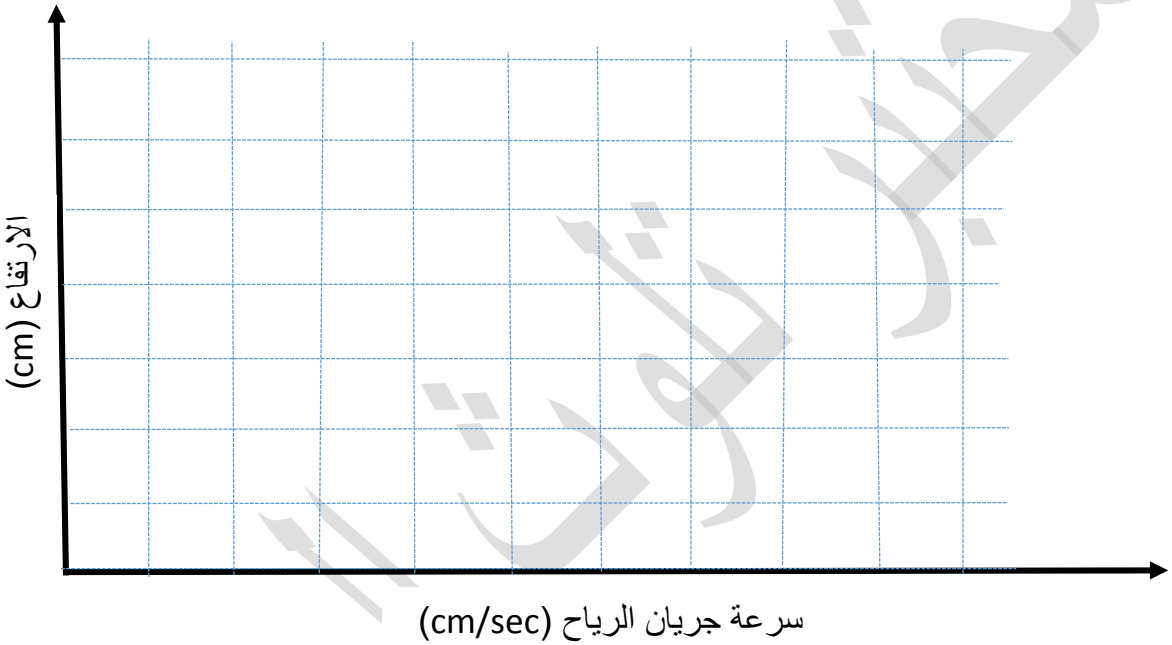
المناقشة

س1: ارسم العلاقة بين قيم log z وقيم log U وجد قيمة الميل؟ وماذا تمثل؟

الجواب: ----------.

س2: ارسم العلاقة بين قيم الارتفاعات وسرعة الرياح وناقش الرسم؟

الجواب: ----------.



س3: كيف يكون شكل المقطع العمودي للرياح خلال منطقة حضرية ومنطقة ريفية؟

الجواب: ----------.

س5: برايك ممكن الاعتماد على نتائج قناة الرياح وتعميمها على الغلاف الجوي الحقيقي؟

الجواب: ----------.

س4: قارن معدل قيمة α مع قيمتها للواقع الموجودة في جدول (3-1)؟ وجّد نسبة الخطا؟

الجواب: ----------