جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الميكانيك العام

تحليل أداء المولدات الريحية الرنانة مقارنة بالريحية عديمة الشفرات

Analysis of The Performance of Resonant Wind Generators Compared to Bladeless Wind Generators

م. حسام فؤاد عباس
د. حسين علي تينه

الملخص

في هذا البحث تم إجراء دراسة مقارنة باستخدام ديناميك الموائع الحسابي بين نوعين من المولدات الريحية عديمة الشفرات ذوات كتلة متشابهة ومن مادة واحدة, بغية دراسة الأثر الناتج عن اختلاف بروفايل التصميم على الأداء الايروديناميكي والاستجابة الترددية الناتجة عن كل منهما ومن ثم أثر ذلك على الاستطاعة المتولدة. تم إجراء النمذجة العددية FSI باستخدام برنامج Ansys 16.1 وذلك عن طريق نمذجة حقل الجريان حول المولدة أولاً وذلك باستخدام نمط الاضطراب LES ومن ثم حساب القوى المؤثرة على الجسم والترددات الناتجة عن اهتزاز الدوامات حول الجسم وربطها مع الجسم من خلال تحليل التأثير المتبادل بين الجسم والمائع وحيد الانتقال (one way FSI coupling) من أجل دراسة الاستجابة الترددية للجسم المدروس مع الاهتزازات الناتجة عن الدوامات.

القسم النظري

أهم ميزات المولدات الريحية عديمة الشفرات أنها تحتوي على أجزاء متحركة قليلة، وتحتاج مساحة أقل للتركيب كما أنها خالية من الشفرات وعلبة التروس الناقلة للحركة، إلا أنها تستخدم لإنتاج كمية أقل من الطاقة الكهربائية.

تحدث ظاهرة انسلاخ الدوامات عندما يتحرك مائع عبر الأجسام المغمورة، حيث يلاحظ اهتزاز لهذه الأجسام تحت تأثير حركة المائع أو بالأحرى تشكل الدوامات وانسلاخها

بالاعتماد على النمذجة الحاسوبية قمنا بتحليل أداء تصميم مطوّر من العنفات الريحية عديمة الشفرات باستخدام نموذج الاضطراب (LES) كونها تعطي نتائج أدق حسابياً- واجراء الإختبارات بالنسبة لشروط رياح محلية وسطية موافقة لمدينة حمص مع تحديد ألياف الزجاج كمادة صنع.

القسم العملي

تم في هذا البحث دراسة نموذجين مختلفين لهما كتلة متساوية تقريبا m=16.32 kg وتم دراسة ثلاث حالات ونمذجتها باستخدام برنامج ANSYS:

اسم الحالة	رقم النموذج	نوع المادة المستخدمة	شروط الدراسة
A	النموذج الأول	ألياف زجاج	سرعة الرياح5m/sec
B	النموذج الثاني	ألياف زجاج	سرعة الرياح5m/sec
C	النموذج الثاني	ألياف زجاج	سرعة الرياح12m/sec

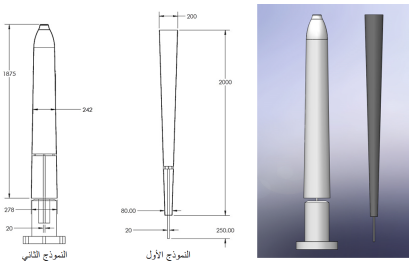
تم استخدام شبكة خشنة لحل معادلات RANS في الحالة المستقرة ثم الانتقال إلى االحالة العابرة وأخذ الحل الناتج كقيم ابتدائة للحل اللاحق.

حل معادلات RANS باستخدام شبكة ناعمة في الحالة العابرة حيث يجب أن نأخذ الحل السابق كشروط حل ابتدائية

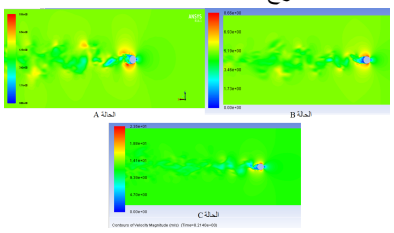
بعد الحصول على نتائج النمذجة العددية لحقل الجريان قمنا بإجراء اقتران وحيد الخلية لتحديد التأثير المتبادل بين الجسم المغمور وحقل الجريان

القسم العملي

النماذج المدروسة:



مخططات السرع للحالات الثلاث:



النتائج والمناقشة

- معدّل تباعد وامتداد أسرع للدوامات في النموذج الثاني بالمقارنة مع النموذج الأول وهذا ما يفسر تحسّن الخصائص الإيروديناميكية في النموذج الثاني, حيث تزداد حدة واضطراب لجريان وهذا بحد ذاته يؤخر من انفصال الطبقة الحدية وبالتالي تحسّن من معامل الرفع وتقلّل من جر الاحتكاك.
- بمقارنة قيم الخصائص الإيروديناميكية نلاحظ تناقص قيمة معامل الجر الوسطي في النموذج الثاني بالمقارنة مع النموذج الأول عند نفس السرعة 5 m/sec بمقدار 34% وارتفاع معامل الرفع Cl(RMS) بمقدار 49.3% وبالتالي نلاحظ تحسن ملحوظ في الأداء الايروديناميكي بالمقارنة بين النموذجين.
- بمقارنة قيم الاستطاعة بين النموذجين المدروسين نلاحظ تحسّن في قيمة الاستطاعة في النموذج الثاني بالمقارنة مع الأول حيث ازدادت الاستطاعة في النموذج الثاني عند سرعة الهواء المدروسة التي لا يوافق ترددها حالة الطنين بمقدار 361% أي تقريبا ثلاث أضعاف ونصف. أما عند الطنين مع نسبة تخامد 0.05 فقد ازدادت الاستطاعة بمقدار 633% أي تقريبا 6 اضعاف.

المراجع

- Raut, Pratik. Sawant, Trushal. Raul, Manas. and Shingade, Mohan. (2019). DESIGN & CFD ANALYSIS OF BLADELESS WIND TURBINE. Journal of Applied Science and Computations. ISSN NO: 1076-5131
- Hoffmann, K. A. and Chiang S. T. (2000). Computational Fluid Dynamics, Vol.3. EES Books, Wichita, USA
- Bearman, PW. (1984). Vortex shedding from oscillating bluff bodies. Annual Review of Fluid Mechanics 16(1): 195–222. Blevins RD (2001) Flow-Induced Vibration, 2nd edn. Malabar, FL: Krieger Publishing Company.