جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الميكانيك العام

اختبار وتطوير أداء أجهزة قياس السرعة للموائع
Testing and improving the performance of fluid speed measuring devices

إعداد المهندس: محمد بشار القزاز

إشراف الاستاذ الدكتور المهندس: غسان زيدان

الملخص

قدم هذا البحث دراسة نظرية لأنظمة تتبع سرعة الجزيئات PTV و PIV لما لها من أهمية وفائدة تخدم الدراسات الآيروديناميكية والهيدروديناميكية لمختلف الأجسام وخاصة عندما يسيطر عليها الطابع الإعصاري الذي يصعب قياس السرعة فيه بالاعتماد على أنظمة القياس التقليدية.
حيث تم تصميم وتنفيذ جهاز تتبع سرعة الجزيئات PIV باستخدام مجموعة من العناصر منخفضة التكلفة ذات الأشعة الضوئية منخفضة الخطورة والمتوفرة في الأسواق المحلية. ولكي نتمكن من إجراء التجربة العملية قمنا بتصميم وتصنيع نفق هوائي مع كامل ملحقاته وتصميم برنامج حاسوبي للتحكم بهذا النفق وبارامترات نظام تتبع سرعة الجزيئات.

القسم النظري

تم في هذا القسم التطرق إلى أجهزة قياس سرعة الموائع التقليدية في الأنفاق الهوائية ومبادئ عملها ومن ثم تم تسليط الضوء على أجهزة قياس سرعة الموائع الكمية والتي تعمل على تتبع سرعة جميع الجزيئات حيث تم توضيح آليات عمل تقنيات تتبع سرعة الجزيئات التالية:

- PTV
- PIV
- Micro PIV
- Nano PIV
- High Speed PIV
- Stereo (3D) PIV
- Large Scale PIV

حيث تم التركيز على كلٍ من التقنيتين PTV و PIV والعوامل المؤثرة عليهما.

بالإضافة إلى دراسة مجموعة من برامج تحليل الصور المتاحة للاستخدامات الأكاديمية أهمها برنامج PIVlab V2.36 الصادر بتاريخ 14/06/2020

القسم العملي

قمنا في هذا الفصل بتصميم وتنفيذ نفق هوائي وفقاً لمتطلبات بحثنا هذا ومن ثم قمنا بتنفيذ جهاز تتبع سرعة الجزيئات باستخدام مجموعة من المنباع الضوئية ذات أطوال موجة مختلفة وذات الخطورة المنخفضة معتمدين على كاميرا موبايل نوع SAMSUNG A70 حيث تم حقن جزيئات الترئية باستخدام ضاغط مكبسي صغير.

تم أيضاً كتابة كود برمجي وتحميله على لوحة تحكم نوع Arduino Mega من أجل الربط بين جميع العناصر المستخدمة والمزامنة فيما بينها حيث تم التحكم بها من خلال برنامج حاسوبي كُتب بلغة C# ذات واحهة استخدام تفاعلية.

قمنا بعد ذلك بدراسة وتحديد القيم المثلى لكلٍ من:

- نوع جزيئات الترئية المحقونة وكثافتها.
- سماكة الشريحة الضوئية.
- طول موجة المنبع الضوئي.
- معدل التقاط الصور.

قسم الدراسة العددية

تم في هذا القسم القيام بمحاكاة حاسوبية عددية ثنائية البعد لجريان هواء مستقر بمرور الزمن حول مقطع اسطوانة حيث قمنا بالاعتماد على برنامج ANSYS Fluent إصدار 2015 حيث تم تطبيق النموذج K-Omega (Standard) وبتفعيل خاصية Shear flow correction بناء على دليل برنامج ANSYS

حيث تم تعريف مائعين المائع الأول ويمثل المائع الرئيسي وهو الهواء والمائع الثاني هو جزيئات الماء والتي تمثل جزيئات الترئية التي تحقن ضمن المائع الأول بنسبة 6% حيث تم عرض نتائج المحاكاة لسرعة جزيئات الترئية ليتم فسما بعد مقارنتها بنتائج الإجراء التجريبي للتحقق من صحة ودقة الجهاز المصنع..

النتائج والمناقشة

بعد القيام بالعديد من التجارب العملية وتحديد القيم المثالية للعوامل المؤثرة على صحة نتائج القياس ودقتها تم التوصل إلى ما يلي:

- بلغت حساسية الكاميرا المستخدمة (SAMSUNG A70) أعظم قيمة لها عند استخدام منبع ضوئي ليزري ذو طول موجة قدرها $532\ [nm]$
- أفضل قيمة لسماكة الشريحة الضوئية كانت $3\ [mm]$ وهي أكبر سماكة تمكنا من توليدها.
- تتمتع جزيئات المياه بخاصية إنعكاسية مثالية تجعلها واضحة الرؤية لعدسة الكاميرا إلا أنه نظراً لسرعة الهواء المنخفضة نسبياً تم الاستعاضة عنها بجزيئات بودرة بيضاء ذات كثافة قدرها $500\ [^{Kg}/_{m^3}]$ وبمعدل حقن قدره $9\ [^{gram}/_{Sec}]$
- تم تسجيل القراءات بمعدل 60 لقطة في الثانية.

وبناءً على ما سبق قمنا بإجراء تجريبي لجريان الهواء حول مقطع إسطوانة حيث تمكنا من ترئية الجريان وقياس سرعة جزيئاته في مجال ثنائي البعد وذلك عند سرعة أعظمية قدرها $5\ [^{m}/_{Sec}]$

المراجع

[1]- On the possibility of using mobile phone cameras for quantitative flow visualization, 2016, Rainer Hain, Nicolas A. Buchmann, Christian Cierpka.
[2]- Laser light sheet profile and alignment effects on PIV performance, 2016, K. Grayson, C. M. de Silva, N. Hutchins, I. Marusic.
[3]- Development of a low cost and safe PIV for mean flow velocity and Reynolds stress measurements, 2007, Mohammad Rostami, Abdullah Ardeshir, Goodarz Ahmadi, Peter Joerg Thomas.
[4]- Tracer particles and seeding for particle image Velocimetry, 1997, A Melling.