دراسة حسابية للدوامات غير المتماثلة حول جسم اسطواني عند زوايا الهجوم العالية

أسامة أحمد محمد عبيد

إشراف

د. إبراهيم القاضي

المستخلص

تم البحث على جسم اسطواني على زوايا هجوم عالية باستخدام طريقة LES. شملت الدراسة خمس زوايا هجوم: ٣٠-٤٠-٥٠-٥٥-٦٠ ورقم رينولدز ٢٦،٠٠٠. قبل البدأ، يتوجب علينا القيام بدراسة بارامترية للتأكد من كفاءة الشبكة التحسيبية المستخدمة. قمنا بتسع حسابات باستخدام تسع شبكات تحسيبية مختلفة، حيث أن كل شبكة تحسيبية تحوي عددا أكبر من النقاط عن الشبكة التي قبلها. اتضح لدينا أن زيادة نقاط الشبكة التحسيبية يزيد في دقة النتائج. وعلية كان عدد النقاط المستخدمة بالشبكة التحسيبية هو ٥٨ مليون نقطة. بعد التحقق من جودة الشبكة التحسيبية والمخطط التحسيبي، قمنا بإجراء الحسابات عند زوايا الهجوم المذكورة. كانت النتيجة أن الزاويتين ٥٥ و ٦٠ أظهرتا دوامات غير متماثلة من دون استخدام أي محفز اصطناعي. كما أن الدرسة حللت النتائج التي تم الحصول عليها ومن ثم تم رصد كلا من الضغط والقوة الجانبية على الجسم. تم أيضا تحليل حقل التدفق مما أظهر وجود ثلاثة ترددات مهيمنة حيث أن هذه الترددات ظهرت كلها في آن واحد عند زاية ٥٥ و ٦٠. بعد ذلك، قمنا بالتحقق من صحة النتائج عن طريق مقارنتها بدراسة تجريبية أجريت عام ١٩٩٠م بواسطة ديجاني. كانت النتائج قريبة نسبيا لما توصلت إليه الدراسة السابقة حيث أن الدراسة تكلمت عن ترددات مهيمنة في حقل التدفق. هذه الترددات تمثل حركة سائدة في حقل التدفق. كانت النتائج قريبة جدا فيما يخص الترددات المنخفضة والمتوسطة. أما الترددات العالية، فكان هنالك اخلاف عند الزوايا أقل من ٦٠.

Computational Study of Wake-Vortex Asymmetry Around Slender Body at High Angles of Attack

Osama Ahmad Obeid

Supervised By

Dr. Ibraheem AlQadi

Abstract

Large eddy simulation was carried out on ogive-cylinder slender body at high angles of attack. The study was conducted for $Re_D = 26000$ at $\alpha = 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 55^\circ,$ and 60°. As a result, the asymmetry was obtained at $\alpha = 55^\circ - 60^\circ$ without introducing any flow perturbation or geometrical irregularities. The investigation of steady flow field showed the generated side force along the body which is caused as a result of asymmetric wake-vortex. On the other hand, λ_2 and vorticity iso-surfaces of the unsteady flow field illustrated the development of the wake-vortex with respect to angles of attack. Fast Fourier Transformation (FFT) was applied to determine the dominant flow modes. The analysis identified three modes. A low frequency mode representing von Karman vortex shedding, an intermediate frequency which is referred to in the literature as vortex interaction, and a high frequency demonstrating free shear layer mode. It was observed that all three modes were present at the angles of attack which exhibited asymmetric wake-vortex ($\alpha = 55^\circ - 60^\circ$). Furthermore, the influence of grid size and numerical schemes was examined on the obtained solution. It was concluded that a sufficiently fine grid is required to study the development of the unsteady flow. Also, an unbiased discretization scheme is essential to simulate this phenomenon.