

ملخص رسالة الدكتوراة

طرق تحسين أداء طاحونة هواء رأسية (دوار سافونيوس)

تحت إشراف

أ.د. وجية احمد العسكري

أ.د. حلمي السيد جاد

استاذ بقسم هندسة القوي الميكانيكية

استاذ بقسم هندسة القوي الميكانيكية

كلية الهندسة – جامعة المنوفية

كلية الهندسة – جامعة المنصورة

أ.م.د. عبد الحميد عبدة العجوه

استاذ مساعد بقسم هندسة القوي الميكانيكية

كلية الهندسة – جامعة المنوفية

ملخص رسالة الدكتوراة

أدى ازدياد الطلب العالمي على الطاقة والمؤثرات البيئية إلى التحول من الطاقة المستنفذة، القائمة على استخدام الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة المتجددة. ومن الواضح أن طاقة الرياح ستلعب دوراً هاماً في تلبية متطلبات الطاقة في المستقبل. ويعتبر دوار سافونيوس من توربينات الرياح رأسية المحور ويتميز ببساطة التركيب وانخفاض التكلفة وتستند نظرية تشغيله على تأثير قوة مقاومة الهواء Drag. ولدوار سافونيوس إثنان أو ثلاث أو أربع ريش وهو ذو معامل قدرة منخفض.

في هذه الدراسة، يتم اختبار أداء دوار سافونيوس نظرياً وعملياً مع وجود تعديلات مختلفة تهدف إلى تحسين القدرة المولدة منها. ويتم إجراء التحليل العددي (الدراسة النظرية) باستخدام أربعة نماذج مختلفة للسريان المضطرب وهي Standard $k-\epsilon$, RNG $k-\epsilon$, Realizable $k-\epsilon$, SST $k-\omega$. قورنت النتائج العددية مع النتائج العملية المنشورة في الأبحاث السابقة والحالية لتحديد نموذج السريان المضطرب المناسب لتحليل أداء دوار سافونيوس. وتجرى الدراسة على الأشكال التقليدية لريش دوار سافونيوس (Conventional)، وريش معدلة بأشكال مختلفة (Modified blade shape)، وباستخدام لوح انحرافي (Deflector plate) أمام دوار سافونيوس، وكذلك الريش الملتوية (Twisted blade) والتصميم الجديد المقترح (Proposed new design). ويهدف التصميم

الجديد المقترح إلى منع ارتطام الرياح بالجانب المحدب من الريشة العائدة وتوجيهها نحو الجوانب المقعرة للريش المتقدمة والعائدة. إلى جانب ذلك، تم دراسة أداء الدوارات التقليدية والمعدلة عملياً من خلال قياس عزم الدوران المتولد عند نسب سرعات طرفية مختلفة لدوار سافونيوس.

ويظهر نموذج الاضطراب ($SST\ k-\omega$) نتائج أكثر دقة مقارنة مع النماذج الأخرى. كما يتم إجراء دراسة مقارنة لمعاملات التصميم المختلفة لتحسين أداء دوار سافونيوس. والمعاملات المدروسة هي نسبة التداخل، سرعة الرياح، شكل الريشة المعدل، استخدام ألواح التوجيه، الريش الملتوية والتصميم الجديد المقترح.

في هذه الدراسة، يتم دراسة تأثير نسب تداخل مختلفة تتراوح بين 0 و 0.5 على أداء دوار سافونيوس التقليدي. وتشير النتائج إلى تحسن معامل العزم الاستاتيكي بزيادة نسبة التداخل. ومن ناحية أخرى، يصل معامل قدرة الدوار إلى قيمة قصوى عند نسبة تداخل قدرها 0.15. كما تم توصيف أشكال مختلفة للريش باستخدام دالة كثيرة الحدود (الريش المعدلة) ومقارنة أدائها مع الأشكال التقليدية للريش. وتظهر النتائج أيضاً أن أحد أشكال الريش المعدلة (M.4) يحسن من معاملي العزم والقدرة مقارنة مع غيرها من تلك الريش المعدلة والتقليدية نتيجة انخفاض قوة مقاومة الهواء Drag على الريشة العائدة. كما أن استخدام ألواح توجيهه بأطوال وزوايا ميل مختلفة أمام الدوار له تأثير كبير على الأداء. لذلك فإن وجود لوح توجيه بزواوية ميل 15° مع اتجاه الرياح ينتج أقصى معامل قدرة 0.37 مقارنة مع 0.21 للدوار التقليدي عند نسبة سرعة طرفية للريشة (Tip speed ratio) 0.9، والرياح تكون عمودية على محور الدوران. وحيث أن الريش الملتوية لدوار سافونيوس يمكنها أن تحسن من أدائه لذلك يتم دراسة تأثير زوايا التواء للريشة من 0° إلى 55° . وتشير النتائج إلى أن أقصى معامل قدرة لدوار سافونيوس يتحقق عند زاوية التواء للريشة 45° كما أن أقصى معامل قدرة تم التوصل إليه في النتائج العددية للتصميم الجديد المقترح يصل إلى 0.48 عند نسبة سرعة طرفية للريشة 1.1.