جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الحواسيب والأتمتة

# تطوير خوارزمية ذكية لتحسين ملاحقة نقطة الاستطاعة العظمى لنظام كهروضوئي مستقل
# Development an Intelligent Algorithm to Improve Maximum Power Point Tracking For a Stand-alone Photovoltaic System

اسم الطالب: نوار جودت وسوف

الدكتور المهندس محمد مازن المحايري

## الملخص

زاد الاعتماد بشكل متزايد على الطاقة الشمسية بوصفها المنبع الكهربائي الذي لا ينضب , بالإضافة إلى كونها مصدر طاقة نظيف، وللاستفادة من أكبر طاقة كهربائية مولدة بواسطة الأنظمة الكهروضوئية كان لا بد من البحث عن طريقة للحصول على الاستطاعة العظمى التي تنتجها الألواح الكهروضوئية والحل الأمثل هو تنفيذ مُلاحقة لنقطة الاستطاعة العُظمى , والمعروفة بـ Maximum Power Point Tracking من أجل تحصيل أكبر قدر من استطاعة الألواح.
أُستخدِم في هذه الدراسة خوارزمية هجينة يتألف قسمُها الأول من خوارزمية النحل Artificial Bee Colony، والتي تعتمد على تيار القصر- وجهد الدارة المفتوحة للوح الكهروضوئي والقسم الثاني للخوارزمية يتألف من تقنية زيادة الناقلية (Incremental Conductance)، وكان سبب الدمج بين التقنيتين هو الاستفادة من مزايا الاثنتين معاً، ومن ثم الحصول على أعظم استطاعة من نظام الـ PV وأيضاً تقليل التذبذبات في شكل الاستجابة.
وبعد عمليات النمذجة والمحاكاة للنظام الكهروضوئي في بيئة MATLAB/SIMULINK جريت مقارنة بين أداء النظام في حال تنفيذ الملاحقة وفي حال بقائه حراً بغير أية مُلاحقة، وأثبتت النتائج أن أداء النظام في حال الملاحقة أفضل بكثير حيث تحسنت الكفاءة بمقدار 1.4 بالمئة وشكل الاستجابة كان قليل التذبذب وذا تعرجات ناعمة أكثر بكثير من حال بقائه بغير ملاحقة.

## القسم النظري

**في الأنظمة** الكهروضوئية من الضروري استخلاص الكمية العُظمى من الطاقة المُتاحة من الألواح الكهروضوئية بغير التأثر بتغيرات الإشعاع الشمسي- اليومية ولكن بسبب ظروف التظليل الجزئي فإن إنتاج الطاقة من مجموعة الألواح الكهروضوئية يقل بنسبة كبيرة ومن ثمَّ ستنقص الكفاءة في حالة الإشعاع الثابت، وستزداد بنية التركيب تعقيداً وستزيد التكلُفة.

**إن خصائص** منحني اللوح الشمسي- تظهر فقط عند نقطة الاستطاعة العُظمى (MPP) والتي تُلاحق باستخدام إحدى تقنيات المُلاحقة المعروفة لكن مصفوفة الألواح لا تحصل على ذات القيمة من الإشعاع طوال اليوم.

**غالباً ما** تفشل تقنيات الـ (MPPT) خلال ظروف تغير شروط العمل نظراً لوجود أكثر من نقطة استطاعة عُظمى، وذلك بسبب وجود ديودات التمرير العكسي. ونظراً للأسباب السابقة ومن أجل التعامل مع التغيرات البيئية والتكيف معها اقتُرحت كثيرٌ من تقنيات المُلاحقة الحديثة المُعتمدة على خوارزميات الأمثلة والتي حققت كفاءة عالية عند الاستخدام.

**إن خصائص** النظام الكهروضوئي غير خطية حيث تتغير الخصائص بتغير مستوى الإشعاع الشمسي- وأيضاً درجة الحرارة وهذا ما يجعل الحصول على الاستطاعة العُظمى مُهمة صعبة باعتبار أن الأحمال مُتغيرة وهناك طرائق عديدة للحصول على الاستطاعة العُظمى من أجل التغلب على هذه المشكلة.

## القسم العملي

إن النظام المُقترح يُظهر تأثير الظروف البيئية على أداء نظام الـ PV، وبحثاً عن دقة عالية في العمل تم تنفيذ نموذج لنظام PV في بيئة MATLAB وبعد بحث وتقصي- دقيق تبين أن كُلاً من خوارزميتي النحل وزيادة الناقلية ذات أثر فاعل في تأمين عمل مستقر للنظام الكهروضوئي عند نقطة الاستطاعة العُظمى لذلك سنعمل على دمج هاتين الخوارزميتين بما يُنتج خوارزمية جديدة عناصرها الأساسية ميزات التقنين حيث تُبين أن خوارزمية Incremental Conductance بمقدورها تتبع الـ MPP بسرعة الية و دقة مرتفعة و كذلك الاستفادة القصوى من ألواح الـ PV بغض النظر عن الظروف و العوامل البيئية المُحيطة.

حتى يكون بالإمكان توليد الحل الابتدائي والحل الأفضل لا بد من تحديد قوانين القيمتين الصُغرى والعظمى لثابت التشغيل الخوارزمية (ABC).

مع استخدام الخوارزمية الهجينة حيث سيتم في البداية تنفيذ خوارزمية النحل والتي تعتمد على جهد الدارة المفتوحة وتيار القصر- للوح الكهروضوئي، ومن ثم سيتم إدخال الحل الأمثل الذي تُنتجه خوارزمية النحل إلى خوارزمية زيادة الناقلية التي ستنتج الحل الأفضل لثابت التشغيل D.

## القسم العملي

بعد إتمام عملية المحاكاة والنمذجة لشقي الخوارزمية، أنتجت خوارزمية مستعمرة النحل ثابت التوصيل (الحل الأفضل Dذو الاحتمال الأعلى) والذي بلغت قيمته 0.018 بعد إتمام الدورات الأعظمي البالغ عددها 90 دورة ومن ثم تم إدخال ثابت التوصيل الذي أنتجته خوارزمية النحل إلى خوارزمية الناقلية وبناءاً على المنحنيات والجداول نستنتج أنه في حالة ثبات قيمة الإشعاع الشمسي- وتدرج درجة الحرارة انتقل النظام من الصفر إلى القيمة العُظمى للاستطاعة خلال 0.3 ثانية ثم حافظ على استقرار وثبات عند قيمة الاستطاعة العُظمى، وفي حالة ثبات درجة الحرارة عند 25 مئوية وتدرج قيمة الإشعاع الشمسي كانت استجابة النظام سريعة جداً حيث عند ازدياد الإشعاع الشمسي- من 800 watt/m2 إلى 1000 watt/m2 فإن النظام الكهروضوئي انتقل إلى نقطة الاستطاعة العُظمى خلال أقل من 0.3 ثانية وبعد ذلك استقر العمل عند MPP مع استقرار شروط العمل من حرارة وإشعاع.

**وفق النتائج**

لوحظ مدى التحسن في قيمة الاستطاعة العظمى الناتجة عن النظام الكهروضوئي في حال تنفيذ ملاحقة لنقطة الاستطاعة باستخدام الخوارزمية الهجينة المُستخدمة حيث زادت قيمة الاستطاعة بمقدار النصف تماماً.

## النتائج والمناقشة

1. تؤثر الظروف البيئية المُحيطة من شدة إشعاع شمسي- ودرجة الحرارة على أداء وكفاءة أي نظام كهروضوئي بشكل ملحوظ يظهر أثر ذلك في قيمة الاستطاعة المُقدمة من قبل النظام.
2. إن أعظم قيمة للاستطاعة بمقدور النظام الكهروضوئي تقديمها من غير استخدام أي ملاحقة تجعل من هذا النظام ذو كفاءة قليلة جداً.
3. مع أخذ النتائج السابقة بعين الأهمية يمُكن القول أنه من الضروري جداً عند تصميم أي نُظم طاقة متجددة شمسية أو كهروضوئية تنفيذ مُلاحقة لنقطة الاستطاعة العُظمى باستخدام أي تقنية أو خوارزمية للملاحقة حيث أثبتت الملاحقة جدارتها في تحقيق استطاعة أكبر حيث في دراستنا ازدادت كفاءة النظام بمقدار 1.4 %.
4. الدمج بين تقنيات ملاحقة نقطة الاستطاعة يمُكن أي يُحقق نتائج جيدة بالاستفادة من ميزات كل من التقنيتين قيد الدمج سواء من ناحية استطاعة أعظم أو منحي استجابة ذو تذبذبات أقل.

## المراجع

Eltawil, M. A., & Zhao, Z. (2013). MPPT techniques for photovoltaic applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 25, 793–813.

Mao, M., Zhou, L., Yang, Z., Zhang, Q., Zheng, C., Xie, B., & Wan, Y. (2019). A hybrid intelligent GMPPT algorithm for partial shading PV system. Control Engineering Practice, 83, 108–115.

Pilakkat, D., & Kanthalakshmi, S. (2019). An improved P&O algorithm integrated with artificial bee colony for photovoltaic systems under partial shading conditions. Solar Energy, 178, 37–47.