# تقدير الإشعاع الشمسي على سطح اللوحة الكهروضوئية بزاوية ميل مثالية باستخدام تحسين الجسيمات المشحونة الكهربائية

**محمد سعود خان**

إشراف

أ.د. مقبول انورى رملي

د. حاتم فايز سندي

## المستخلص

**تعد الطاقة الشمسية مصدرًا واعدًا للطاقة المتجددة حيث يمكنها تلبية احتياجات العالم الحالية والمستقبلية من الطاقة. تحدد الزاوية التي تواجه فيها اللوحة الكهروضوئية (PV) الأفق حدوث الإشعاع الشمسي. يمكن تحسين الإشعاع الشمسي الساقط على الألواح الكهروضوئية عن طريق ضبط زوايا الميل وزيادة خرج الطاقة للمصفوفة الكهروضوئية. في هذه الدراسة ، تم إجراء بحث قائم على نماذج الطاقة الشمسية في مدينتي الظهران ومكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية. تحققت هذه الدراسة من أداء مجموعة كهروضوئية أحادية السليكون بقدرة ١ كيلووات في هذه المدن. يعد تحليل زاوية الميل المثلى لتحقيق الكفاءة وتحسين أداء اللوحة الكهروضوئية أمرًا صعبًا. يتم تحديد زاوية الميل المثلى من خلال الجمع بين بيانات انتشار الشمس والإشعاع المباشر وإشعاع الشمس الأفقي العالمي. فحص هذا البحث النماذج التجريبية الأربعة (Liu and Jordan و Badescu و Hay and Davies و Hay-Davies-klucher-Reindl) والتي يتم استخدامها من خلال تطبيق من خلال تطبيق خوارزميات تحسين الجسيمات المشحونة بالكهرباء (ECPO) ، ومستعمرة النحل الاصطناعية (ABC) ، وخوارزميات تحسين سرب الجسيمات (PSO) لتقدير الإشعاع الشمسي على الأسطح المنحدرة. تمت مقارنة نتائج النموذج بالإشعاع الشمسي الأفقي العالمي بناءً على متوسط قيمة الإشعاع الشمسي اليومي في هذه المدن. قدم نموذج Hay-Davies-Klucher and Reindel الحد الأقصى من الإشعاع الشمسي السطحي المائل في العام وفي فترات مختلفة. في المقابل ، أظهر نموذج Badescu أضعف النتائج لجميع النماذج الخواص ومتباينة الخواص. تظهر النتائج أن النماذج المقترحة أكثر فعالية من تلك المشتقة من مستعمرة**

**النحل الاصطناعية وتقنيات خوارزمية تحسين سرب الجسيمات. تعتمد النماذج المقترحة على طريقة خوارزمية ECPO والوظيفة الموضوعية. أخيرًا ، باستخدام خوارزمية ECPO و ABC و PSO ، أشارت جميع النماذج إلى أن الأسطح المائلة (IT) تلقت إشعاعًا شمسيًا أكثر من الأسطح الأفقية (Ig).**

**الكلمات المفتاحية:( خوارزمية ECPO، زاوية الميل المثلى، الإشعاع الشمسي ، الفواصل الزمنية المثلى )**

# SOLAR RADIATION ESTIMATION ON A PV PANEL SURFACE WITH AN OPTIMAL TILT ANGLE USING ELECTRIC CHARGED PARTICLES OPTIMIZATION

**Muhammad Saud Khan**

**Supervised By**
**Prof. Makbul Anwari Ramli**
**Dr. Hatem Faiz Sindi**

**ABSTRACT**

**Solar energy is a promising renewable energy source that can fulfill the world's current and future energy needs. The angle at which a photovoltaic (PV) panel faces the horizon determines the incidence of solar radiation. The incident solar radiation on PV panels could be optimized by adjusting their tilt angles that will increase the power output of the PV array. In this study, solar energy model-based research was conducted for the Saudi Arabian cities of Dhahran and Makkah. The performance of a 1 kW monocrystalline silicon PV array was investigated for both cities. Analyzing the optimal tilt angle for efficiency and performance improvement of the PV panel is challenging. The optimal tilt angle is determined by combining the data of the diffuse, direct, and the global horizontal Sun radiation. This research examined the four empirical models, i.e., Liu and Jordan, Badescu, Hay and Davies, and Hay–Davies–Klucher–Reindl (HDKR) are used by applying the electric charged particle optimization (ECPO), artificial bee colony (ABC), and particle swarm optimization (PSO) algorithms to estimate the solar radiation on the tilted surfaces. The model's results were compared to the global horizontal solar radiation based on the daily mean solar radiation value in the cities. The HDKR model presented the maximum amount of tilted surface solar radiation in the year and at different periods. In contrast, the Badescu model exhibited the weakest results of all the isotropic and anisotropic models. It is concluded that the proposed models are more effective than those derived from the ABC and PSO algorithms. The proposed models are based on the ECPO algorithm with tilted surface ($I_T$) and PV panel output power (P) as the objective**

**functions. Finally, using the ECPO, ABC, and PSO algorithm, all models indicated that $I_T$ received more solar radiation than the horizontal surfaces (Ig).**

## Key words: (ECPO Algorithm, Optimum Tilt Angle, Solar radiation, Optimal Intervals)