# SMART GRID TECHNIQUES TO OPTIMIZE ENERGY CONSUMPTION USING EDGE COMPUTING WITH PARTICLE SWARM OPTIMIZATION ALGORITHM

# تقنيات الشبكات الذكية في تحسين استهلاك الطاقة باستخدام الحوسبة المتطورة مع خوارزمية تحسين سرب الجسيمات

**Hind Ayad Majeed Alkakjea**
*Assist, Lect. Researcher at Ministry of Education / General Directorate Vocational Education of Kirkuk, Iraq*

**Ali Ibrahim Lawah**
*Ph.D., ("Information Security" Iraqi Ministry of Education, Dijlah University College)*



**Abstract:** *Smart grids are a modern technology solution that aims to improve resource management and energy efficiency. This paper discusses the application of the Particle Swarm Optimization PSO algorithm to improve energy consumption efficiency in smart grids, focusing on integrating Mobile Edge Computing MEC to enhance performance. The PSO algorithm is reviewed to improve load distribution and demand response, which leads to increased efficiency and reduced energy costs. The results of using the MEC algorithm in the advanced environment indicate good improvements of 25% in energy consumption and the prediction accuracy reached 95% with the help of smart grids.*



**Keywords**: *Smart grids, Mobile Edge Computing, Particle Swarm Optimization, energy consumption.*



**م. هند اياد مجيد**
**باحثة في وزارة التربية قسم التعليم المهني كركوك – العراق**



**الخلاصة:** لشبكات الذكية هي حل تكنولوجي حديث يهدف إلى تحسين إدارة الموارد وكفاءة الطاقة. تناقش هذه الورقة تطبيق خوارزمية تحسين أسراب الجسيمات PSO لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في الشبكات الذكية، مع التركيز على دمج حوسبة الحافة المتنقلة MEC لتحسين الأداء. تتم مراجعة خوارزمية PSO لتحسين توزيع الحمل والاستجابة للطلب، مما يؤدي إلى زيادة الكفاءة وخفض تكاليف الطاقة. تشير نتائج استخدام خوارزمية MEC في البيئة المتقدمة إلى تحسينات جيدة بنسبة 25% في استهلاك الطاقة وصلت دقة التنبؤ 95% بمساعدة الشبكات الذكية.



**الكلمات المفتاحية :** الشبكات الذكية، حوسبة الحافة المتنقلة ، تحسين سرب الجسيمات ، استهلاك الطاقة.



**د. علي إبراهيم لواح**
**دكتوراه في أمن المعلومات، وزارة التربية والتعليم العراقية، كلية دجلة الجامعية– العراق**


## Introduction

Smart grids represent a transformative approach to energy management, integrating energy and information technology to enhance efficiency and optimize energy consumption. By leveraging advanced communication networks, smart grids facilitate real-time monitoring and control of energy resources, enabling better demand response and load management. A key component in this ecosystem is mobile edge computing (MEC), which brings computing resources closer to users. This proximity significantly improves responsiveness and reduces latency, allowing for more efficient processing of data generated by smart devices.

This research focuses on optimizing energy consumption within smart grids through the application of the Pervasive Swarm Optimization (PSO) algorithm [1]. PSO is a computational method inspired by social behavior patterns in nature, such as bird flocking, which can effectively navigate complex optimization problems. By utilizing PSO, this study aims to enhance energy efficiency and consumption patterns in smart grid networks[2], addressing the growing demand for sustainable energy solutions.

Through a detailed analysis of how PSO can be applied to smart grids, this research seeks to contribute valuable insights into energy optimization strategies, ultimately promoting more sustainable practices in energy consumption and management.

## المقدمة

تُمثل الشبكات الذكية نهجًا تحويليًا لإدارة الطاقة، إذ تدمج تكنولوجيا الطاقة والمعلومات لتعزيز الكفاءة وتحسين استهلاكها. ومن خلال الاستفادة من شبكات الاتصالات المتقدمة، تُسهّل الشبكات الذكية مراقبة موارد الطاقة والتحكم فيها في الوقت الفعلي، مما يُمكّن من تحسين استجابة الطلب وإدارة الأحمال. ومن المكونات الرئيسية في هذا النظام البيئي الحوسبة الطرفية المتنقلة (MEC)، التي تُقرّب موارد الحوسبة من المستخدمين. يُحسّن هذا القرب بشكل كبير من الاستجابة ويُقلّل من زمن الوصول، مما يسمح بمعالجة أكثر كفاءة للبيانات المُولّدة من الأجهزة الذكية.

يُركز هذا البحث على تحسين استهلاك الطاقة داخل الشبكات الذكية من خلال تطبيق خوارزمية تحسين السرب الشامل (PSO) [1]. وتُعدّ PSO طريقة حسابية مستوحاة من أنماط السلوك الاجتماعي في الطبيعة، مثل أسراب الطيور، والتي يُمكنها التعامل بفعالية مع مشاكل التحسين المُعقّدة. وتهدف هذه الدراسة، من خلال استخدام PSO، إلى تحسين كفاءة الطاقة وأنماط الاستهلاك في شبكات الشبكات الذكية [2]، مُلبّيةً الطلب المتزايد على حلول الطاقة المستدامة. من خلال تحليل مفصل لكيفية تطبيق تقنية توليد الطاقة من الطاقة الشمسية على الشبكات الذكية، يسعى هذا البحث إلى المساهمة في تقديم رؤى قيمة في استراتيجيات تحسين الطاقة، مما يؤدي في نهاية المطاف إلى تعزيز الممارسات الأكثر استدامة في استهلاك الطاقة وإدارتها.

## Results and discussion

The results indicate that smart grids apply the particle mirage optimization algorithm with advanced computing MEC. The results showed an energy saving of 25%, while prediction accuracy was achieved at 95%. This led to increased efficiency and improved energy consumption, which resulted in noticeable improvements in reducing operating costs. It also helped distribute loads through the PSO algorithm between different resources, reducing energy consumption during peak times. It also helped improve demand response time in developing strategies, which led to building data and modifying energy consumption PSO swarm optimization algorithm is an effective tool in smart grids to improve energy consumption. By combining PSO with MEC, significant and wide improvements in performance can be achieved. Studies also indicate that the use of this algorithm contributed to the appropriate load distribution and system response that led to overcoming the challenges associated with these improvements. It also enhanced the improvement and efficiency of sustainability when integrating smart grid management with artificial intelligence technologies [3].

## النتائج والمناقشة

تشير النتائج إلى أن الشبكات الذكية التي تطبق خوارزمية تحسين سراب الجسيمات مع الحوسبة المتقدمة MEC. اظهرت النتائج في توفير الطاقة بنسبة 25 %، بينما بلغت تحقيق دقة التنبؤ بنسبة 95 %. مما ادى إلى زيادة الكفاءة وتحسين استهلاك الطاقة، مما أدى الى تحسين ملحوظ في خفض تكاليف التشغيل. كما ساعدت في توزيع الأحمال من خلال خوارزمية PSO بين الموارد المختلفة، مما أدى إلى تقليل استهلاك الطاقة خلال أوقات الذروة. كما ساعدت في تحسين وقت الاستجابة للطلب في وضع الاستراتيجيات، مما أدى إلى بناء البيانات وتعديل استهلاك الطاقة. تعد خوارزمية تحسين السرب PSO أداة فعالة في الشبكات الذكية لتحسين استهلاك الطاقة. من خلال دمج PSO مع MEC، يمكن تحقيق من خلالها تحسينات كبيرة وواسعة في الأداء. كذلك تشير الدراسات أن استخدام هذه الخوارزمية ساهمت في توزيع الاحمال المناسبةواستحابة النظام التي ادت الى التغلب على التحديات المرتبطة بهذه التحسينات. كما عزز في تحسين وكفاءة الاستدامة عند دمج ادارة الشبكات الذكية مع تقنيات الذكاء الاصطناعي[3] .

## Conclusion

The particle swarm optimization algorithm PSO is an effective tool in smart grids to optimize energy consumption with edge computing. Good and noticeable improvements can be observed in the system's response and load distribution, as well as in reducing its energy consumption through this algorithm. This research indicates the importance of integrating technology and network management with artificial intelligence, which has enhanced its sustainability and improved its efficiency. In the future, it is suggested that that many practical applications of this PSO algorithm should be explored and integrated in fields including energy to make the best use of this technology.

## الخاتمة

تعد خوارزمية تحسين أسراب الجسيمات PSO أداة فعالة في الشبكات الذكية لتحسين استهلاك الطاقة باستخدام الحوسبة الحافة. ويمكن ملاحظة تحسينات جيدة وملحوظة في استجابة النظام وتوزيع الحمل، وكذلك في تقليل استهلاكه للطاقة من خلال هذه الخوارزمية. يشير هذا البحث إلى أهمية دمج التكنولوجيا وإدارة الشبكة مع الذكاء الاصطناعي، مما عزز استدامتها وحسن كفاءتها. في المستقبل، يقترح استكشاف العديد من التطبيقات العملية لخوارزمية PSO هذه ودمجها في مجالات بما في ذلك الطاقة لتحقيق أفضل استخدام لهذه التكنولوجيا.

## References المراجع والمصادر


1. Z. Wei, X. Yu, and L. Zou, "Multi-Resource Computing Offload Strategy for Energy Consumption Optimization in Mobile Edge Computing," Processes, vol. 10, no. 9, 2022, doi: 10.3390/pr10091762.
2. S. Li, Y. Xie, M. Shi, X. Zheng, and Y. Lu, "Hybrid intelligent algorithm aided energy consumption optimization in smart grid systems with edge computing," Intell. Syst. with Appl., vol. 24, no. July, p. 200444, 2024, doi: 10.1016/j.iswa.2024.200444.
3. S. E. Chafi, Y. Balboul, M. Fattah, S. Mazer, and M. El Bekkali, "Novel PSO-Based Algorithm for Workflow Time and Energy Optimization in a Heterogeneous Fog Computing Environment," IEEE Access, vol. 12, no. March, pp. 41517–41530, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3377236.