



Invited Keynote Speech in Renewable Energy Systems and Emerging Technologies  
Conference 2026:

## **AI-Based Situational and Cybersecurity Awareness, Data-Driven Management, and Industry 4.0/5.0 Solutions for Addressing Challenges in Renewable Energy Networks**

**Hamid Reza Baghaee,**

**Assistant Professor, Faculty of Electrical and Computer Engineering, Tarbiat Modares University,  
Terhan, Iran, and**

**Chairperson of IEEE Iran Section Power Chapter, and Member of the board in Iran Scientific  
Organization of Smart Grids,**

**Abstract:** The rapid integration of renewable energy resources, distributed intelligence, and interconnected communication infrastructures has transformed modern power grids into highly complex cyber-physical energy systems (CPESs). While these developments improve operational flexibility and sustainability, they simultaneously increase the vulnerability of smart grids to sophisticated cyber-attacks, limited observability conditions, and data exchange disruptions. This keynote speech presents recent advances in cyber-physical resilience intelligence for renewable-dominated smart grids, emphasizing the role of Industry 4.0 and Industry 5.0 technologies in enhancing secure and adaptive grid operation. The talk integrates findings from recent research on vulnerability assessment of distribution networks under cyber-attacks with insufficient observability and constrained data exchange, together with AI-driven models for estimating cybersecurity awareness levels in smart power systems based on situational awareness principles. The presentation discusses how artificial intelligence, machine learning, digital twins, edge intelligence, Internet of Things (IoT), and human-centric Industry 5.0 frameworks can jointly improve cyber situational awareness, anomaly detection, adaptive resilience, and operational continuity in future energy infrastructures. Particular attention is devoted to resilient monitoring architectures, self-healing strategies, trust-aware data analytics, and intelligent decision-support mechanisms under uncertain and degraded operating conditions. Finally, the keynote highlights emerging research directions toward autonomous, resilient, and human-centered smart grids capable of maintaining secure operation despite cyber disruptions, communication failures, and renewable energy uncertainties.

## Biography:



**Hamid Reza Baghaee** (SM' 2008, M' 2017) received his Ph.D. degree in Electrical Engineering from Amirkabir University of Technology (AUT) (Center of Excellence in Power Engineering and the most prestigious university of Iran in electrical power engineering) in 2017. From 2007 to 2017, he was a teaching and research assistant in the department of electrical engineering at AUT. He is the author of three books, three published book chapters, 80 ISI-ranked journal papers (mostly published in IEEE, IET, and Elsevier journals), 60 conference papers, and the owner of one registered patent. Additionally, he has presented 12 workshops and 7 invited talks at national and international conferences and scientific events. His book entitled *Microgrids and Methods of Analysis* was selected as the best book of the year in the power and energy industry of Iran by the technical committee of the Iran Ministry of Energy (MOE) in November 2021 and the winner of the Distinguished author of the international Books award in the AUT in December 2021. He has many HOT and HIGHLY-CITED papers in his journal and conference papers, based on SciVal and Web of Science (WoS) statistics. His special fields of interest are micro- and smart grids, cyber-physical power systems, power system cybersecurity and cyber-resiliency, application of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) and big data analytics in power systems, real-time simulation of power systems, distributed generation and renewable energy resources, FACTS, HVDC and custom power devices, power electronics applications in power systems, Power Electronics-Dominated Grids (PEDGs), power quality, real-time simulation of power systems, and power system operation, control, monitoring, and protection.

Dr. Baghaee is also the winner of four national and international prizes, as the best dissertation award, from the Iran Scientific Organization of Smart Grids (ISOSG) in December 2017, the Iranian Energy Association (IEA) in February 2018, Amirkabir University of Technology in December 2018, and the IEEE Iran Section in May 2019 for his Ph.D. dissertation. After pursuing his Post-Doctoral Fellowship in AUT (October 2017 - August 2019), in August 2019, he joined AUT as an Associate Research professor in the department of electrical engineering. He is the project coordinator of the AUT pilot microgrid project, one of the sub-projects of the Iran grand (National) Smart Grid Project. he has been a co-supervisor and consulting professor of more than 10 Ph.D. and 12 M.Sc. students since 2017. In 2022, he join Faculty of Electrical and Computer Engineering (ECE) in Tarbiat Moadares University, Tehran, Iran where he is now an Assistant Professor. He also was a short-term scientist with CERN and ABB Switzerland. Besides, Dr. Baghaee is a member and Vice-Chairman of the IEEE Iran Section Power Chapter (Since 2022), a member and secretary-chair of the IEEE Iran Section communication Committee (from 2020 - 2023), and a member of the IEEE, IEEE Smart Grid Community, IEEE Internet of Things Technical Community, IEEE Big Data Community, IEEE Smart Cities Community, and IEEE Sensors Council. Since August 2021, he has been elected as a member of the board and chairman of the committee on publication and conferences at the ISOSG, a member of the IEE Transmission and Distribution (TD) Committee, IEEE PES Transmission Subcommittee and its working groups of Reliability impacts of Inverter-based Resources, generation and Energy Storage Integration, Voltage Optimization, and Transmission Power System Switching, and also IEEE PES Subcommittee on Big Data Analytics for Power Systems, and IEEE PES Task Force on Application of Big Data Analytic on Transmission System Dynamic Security Assessment, IEEE PES Task Force on Resilient and Secure large-Scale Energy Internet Systems (RSEI), and IEEE Task Force on Microgrid Design. He is also the reviewer of several IEEE, IET, and Elsevier journals, and guest Editor of Several special issues in IEEE, IET, and Elsevier, MDPI, and a scientific program committee member of several IEEE conferences. Since December 2020, he has served as an Associate Editor and Energy Section Editor of the IET Journal of Engineering. He has also been selected as the best and outstanding reviewer of several journals, such as IEEE Transactions on Power Systems (Top 0.66 of reviewers, among more than 8000 reviewers in 2020), Elsevier Control Engineering Practice (in 2018, 2019, and 2020), Wiley International Transaction on Electrical Energy Systems in 2020, and the Pablon best and listed among top 1 of the reviewers in Engineering (in 2018) and both Engineering and Cross-Field (in 2019). He was selected as the Star Reviewer of the IEEE JESTPE and IEEE Power Electronics Society (PELS) in 2020, commemorated and presented during the IEEE ECCE 2021 conference in Vancouver, Canada. he has also been listed in 2020, 2021, and 2022 editions of the top 2 of scientists in the field of ENERGY, ELECTRICAL ENGINEERING, and ENABLING AND STRATEGIC TECHNOLOGIEs according to the Science-Wide Citation Indicators, (reported by Stanford University, USA), and mentioned among Worlds top 1 of Elite Scientists according to Web of Science (WoS) and Essential Science Indicators (ESI) ranking since 2020.

سخنرانی کلیدی مدعو در ششمین کنفرانس بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی

## آگاهی وضعیتی و امنیت سایبری مبتنی بر هوش مصنوعی، مدیریت داده‌رانه و راهکارهای Industry 4.0/5.0 برای مواجهه با چالش‌های شبکه‌های انرژی تجدیدپذیر

حمید رضا بقائی

عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت مدرس

رئیس مجمع قدرت IEEE بخش ایران، و عضو هیئت مدیره انجمن شبکه‌های هوشمند انرژی

### چکیده:

با گسترش نفوذ منابع انرژی تجدیدپذیر، توسعه زیرساخت‌های ارتباطی هوشمند و افزایش استفاده از سامانه‌های تصمیم‌گیری دیجیتال، شبکه‌های قدرت مدرن به سامانه‌های پیچیده انرژی سایبری-فیزیکی تبدیل شده‌اند. اگرچه این تحولات موجب افزایش انعطاف‌پذیری و پایداری شبکه شده‌اند، اما همزمان آسیب‌پذیری شبکه‌های قدرت را در برابر حملات سایبری پیشرفته، محدودیت تبادل داده و کاهش رویت‌پذیری شبکه افزایش داده‌اند. این سخنرانی کلیدی به بررسی دستاوردهای نوین در حوزه هوشمندی تاب‌آوری سایبری-فیزیکی در شبکه‌های قدرت مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر می‌پردازد و نقش فناوری‌های Industry 4.0 و Industry 5.0 را در ارتقای امنیت، آگاهی وضعیتی و بهره‌برداری تطبیقی از شبکه‌های هوشمند آینده تبیین می‌کند. در این ارائه، نتایج پژوهش‌های اخیر در زمینه ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه‌های توزیع در شرایط حملات سایبری همراه با محدودیت تبادل داده و رویت‌پذیری ناکافی، با مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای تخمین سطح آگاهی امنیت سایبری در شبکه‌های قدرت هوشمند تلفیق می‌شوند. در ادامه، نقش فناوری‌هایی نظیر هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، دوقلوی دیجیتال، اینترنت اشیا، رایانش لبه و چارچوب‌های انسان‌محور Industry 5.0 در بهبود آگاهی سایبری، آشکارسازی ناهنجاری‌ها، تاب‌آوری تطبیقی و تداوم عملکرد شبکه مورد بحث قرار می‌گیرد. همچنین معماری‌های پایش تاب‌آور، راهبردهای خودترمیمی، تحلیل داده‌های مبتنی بر اعتماد و سازوکارهای هوشمند تصمیم‌یار در شرایط عدم قطعیت و کاهش قابلیت مشاهده شبکه بررسی خواهند شد. در پایان، مسیرهای پژوهشی آینده برای توسعه شبکه‌های قدرت هوشمند خودمختار، تاب‌آور و انسان‌محور که قادر به حفظ عملکرد ایمن در شرایط اختلالات سایبری، خرابی‌های ارتباطی و نوسانات منابع تجدیدپذیر هستند، ارائه می‌شود.

## بیوگرافی:



حمید رضا بقائی دانش آموخته دکترای مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر (قطب علمی مهندسی برق قدرت ایران) در سال ۱۳۹۶ می باشد که از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ در دانشکده مهندسی برق این دانشگاه بعنوان دستیار آموزشی و پژوهشی فعالیت نموده است. ایشان تاکنون نویسنده سه کتاب، سه فصل-کتاب چاپ شده، ۸۰ مقاله منتشر شده در مجلات (ISI اغلب چاپ شده در مجلات IEEE، IET، Elsevier)، ۶۰ مقاله ارائه شده و چاپ شده در مجموعه مقالات کنفرانس های ملی و بین المللی، و صاحب یک عنوان اختراع ثبت شده می باشد. به علاوه ایشان تا کنون ۱۲ کارگاه آموزشی و ۷ سخنرانی کلیدی/مدعو در کنفرانس های ملی و بین المللی و رویدادهای علمی ارائه نموده است.

کتاب ایشان با عنوان "Microgrids and Methods of Analysis" به عنوان برنده جایزه کتاب سال صنعت برق جمهوری اسلامی ایران در آبان ۱۴۰۰ از سوی کمیته علمی و تخصصی وزارت نیرو، و برنده جایزه مولف کتاب برگزیده بین المللی دانشگاه صنعتی امیرکبیر در آذر

انتخاب شده است. ۱۴۰۰

تعداد زیادی از مقالات منتشر شده ایشان مطابق آمار موسسات SciVal و Web of Science (WoS) به عنوان مقالات داغ (HOT PAPER) و مقالات پر استناد (HIGHLY-CITED) شناخته شده اند.

زمینه های تحقیقاتی مورد علاقه ایشان عبارتند از: زیرشبکه ها و شبکه های الکتریکی هوشمند، سیستم های (قدرت) سایبری-فیزیکی، امنیت و تاب آوری سایبری و فیزیکی سیستم های قدرت، کاربرد هوش مصنوعی و الگوریتم های یادگیری ماشین در سیستم های قدرت، شبیه سازی بلادرنگ سیستم های قدرت، تولید پراکنده و انرژی های تجدید پذیر، کاربرد الکترونیک قدرت در سیستم های قدرت) سیستم های قدرت انعطاف پذیر جریان متناوب (FACTS)، انتقال انرژی ولتاژ بالای جریان مستقیم (HVDC)، عناصر D-FACTS و Custom Power) و سیستم های قدرت تحت سلطه الکترونیک قدرت (PEDGs)، کیفیت توان الکتریکی، و بهره برداری، پایش، کنترل و حفاظت سیستم های قدرت. دکتر بقائی همچنین برنده چهار عنوان جایزه ملی و بین المللی بعنوان رساله دکتری برتر از سوی انجمن شبکه های هوشمند انرژی ایران در آذر ماه ۱۳۹۶، انجمن انرژی ایران در بهمن ماه ۱۳۹۶، IEEE بخش ایران در اردیبهشت ۱۳۹۷ و دانشگاه صنعتی امیرکبیر در دی ماه ۱۳۹۷ می باشد. پس از همکاری به عنوان پژوهشگر پسادکتری از مهر ۱۳۹۶ تا مرداد ۱۳۹۸، از مرداد ۱۳۹۸، ایشان بعنوان استاد پژوهشگر با دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر همکاری، و بعنوان هماهنگ کننده مهندسی پروژه پایلوت ریزشبکه دانشگاه صنعتی امیرکبیر (یکی از پروژه های طرح ملی شبکه هوشمند ایران)، و استاد راهنمای همکار/استاد مشاوره از ۱۰ دانشجوی دکتری و ۱۲ دانشجوی کارشناسی ارشد (از سال ۱۳۹۶) فعالیت نموده است.

ایشان همچنین بعنوان پژوهشگر همکار کوتاه مدت با CERN و ABB در کشور سوئیس همکاری نموده است. دکتر بقائی همچنین به عنوان عضو و نایب رئیس مجمع مهندسی برق قدرت IEEE بخش ایران (از سال ۱۴۰۱)، عضو و نایب رئیس کمیته توسعه استانداردهای IEEE بخش ایران (از سال ۱۴۰۱)، عضو و دبیر کمیته ارتباطات IEEE بخش ایران (از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱) و عضو IEEE آمریکا، انجمن شبکه های هوشمند IEEE، انجمن تخصصی اینترنت اشیا (IoT) در IEEE، انجمن کلان داده ها (Big Data) IEEE، و انجمن شهرهای هوشمند IEEE فعالیت داشته و دارد.

در مرداد ۱۴۰۰ ایشان بعنوان عضو هیئت مدیره و رئیس کمیته انتشارات و همایش های انجمن شبکه های هوشمند انرژی ایران (ISOSG) انتخاب، و بعنوان عضو و همکار کمیته انتقال و توزیع IEEE PES، زیر کمیته انتقال و گروه های کاری آن از قبیل تاثیرات قابلیت اطمینان منابع مبتنی بر مبدل های الکترونیک قدرت، یکپارچه سازی منابع تولید پراکنده و سیستم های ذخیره سازی انرژی، بهینه سازی ولتاژ و سوئیچینگ (کلید زنی)، و نیز به عنوان عضو زیر کمیته تحلیل کلان داده ها در سیستم های قدرت در IEEE PES، و عضو IEEE PES Task Force on Application of Big Data Analytic on Transmission System Dynamic Security Assessment، عضو IEEE PES Task Force on Resilient and Secure large-Scale Energy Internet Systems (RSEI)، و عضو IEEE Task Force on Microgrid Design همکاری نموده است.

ایشان همچنین داور مجلات مختلفی در IEEE، IET، Elsevier و MDPI و عضو کمیته علمی چندین کنفرانس ملی و بین المللی (IEEE) و سردبیر مهمان (Guest-Editor) مجلات مختلف بوده است. از آذر ۱۳۹۹ تاکنون ایشان بعنوان سردبیر (Associate Editor) مجله IET Journal of Engineering فعالیت داشته است و بعنوان داور برتر و شاخص مجلات متعددی از جمله IEEE Transactions on Power Systems (جزو ۰.۶۶٪ داورا برتر در بین بیش از ۸۰۰۰ داور) در سال ۱۳۹۹، مجله Elsevier Control Engineering Practice (در سال های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹)، مجله Wiley International Transaction on Electrical Energy Systems در سال ۱۳۹۹، و نیز به عنوان ۱٪ داور برتر Pablon در سال ۱۳۹۷ در مجموعه مهندسی و در سال ۱۳۹۸ در مجموعه مهندسی و بین رشته ای انتخاب شده است.

به علاوه، ایشان بعنوان Star Reviewer مجله IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics و IEEE Power Electronics Society (PESL) در سال ۱۳۹۹ انتخاب شده است که در کنفرانس ECCE که در آبان ۱۴۰۰ در شهر ونکوور کانادا برگزار شد، مورد تقدیر و تحسین قرار گرفت. نام دکتر حمید رضا بقائی از سال ۲۰۲۰ تا کنون در زمره ۲٪ دانشمندان برتر جهان در زمینه انرژی، مهندسی برق و فناوری های توانمند و استراتژیک مطابق آمار Science Wide Citation Indicators (گزارش شده توسط دانشگاه Stanford آمریکا)، و نیز در بین ۱٪ دانشمندان برتر جهان مطابق آمار Web of Science (WoS)، Essential Science Indicators (ESI) و پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) از سال ۱۳۹۹ تاکنون ذکر شده است.