باسمه تعالی

طرح درس جهت ارائه در نیمسال تحصیل اول سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳

دانشکده	**مهندسی برق و کامپیوتر**	**گروه**	**مهندسی برق قدرت – مهندسی برق، گرایش قدرت (دانشجویان علاقمند سایر گرایش ها نیز می توانند این درس را اخذ نمایند)**
گرایش	**قدرت**	**مقطع**	**دکتری – (دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد هم با هماهنگی استاد راهنما و مدیر محترم گروه می توانند این درس را اخذ نمایند.)**
نام درس	سیستم های انرژی و قدرت سایبری – فیزیکی (CPPS) – Cyber-Physical «Energy and Power Systems	**نوع درس**	**پایه** ☐ **نظری** ☑ **تخصصی** ☑ **عملی** ☐ **اختیاری** ☑ **نظری-عملی** ☐
تعداد واحد	**۳**	**نام استاد**	**حمید رضا بقائی کاشی**
دروس پیش‌نیاز	–	**تلفن دفتر کار**	**۸۲۸۸۴۹۷۵**
دروس هم‌نیاز	–	**پست الکترونیک**	**hrbaghaee@modares.ac.ir**

✓ **اهداف درس:**

۱. **آشنایی با مفاهیم، ساختار، چالش های سیستم های انرژی و قدرت سایبری – فیزیکی**

۲. **بررسی راهکارهای مبتنی بر AI، داده کاوی، تئوری اطلاعات، الگوریتم های یادگیری ماشین و بلاکچین در سیستم های انرژی و قدرت سایبری – فیزیکی**

۳. **اشنایی با مفاهیم فناوری های نوظهور و جایگاه و کاربرد آنها در سیستم های انرژی و قدرت سایبری – فیزیکی**

✓ **رئوس مطالب و برنامه ارائه در کلاس:** (در صورتی که واحد عملی یا نظری-عملی بود، نوع آموزش در توضیحات بیان شود)

شماره جلسه	موضوع جلسه درس	توضیحات
جلسه اول	• فصل اول: مقدمه و مفاهیم کلیدی، مرور مفاهیم پایه، مقدمه ای بر سیستم های سایبری- فیزیکی شامل مفاهیم، ویژگی ها و تعاریف اساسی ○ منابع تولید توزیع شده، تولید پراکنده، سیستم های ذخیره سازی انرژی و شبکه های توزیع فعال ○ مقدمه ای بر ریزشبکه ها و شبکه های الکتریکی هوشمند ○ معماری، استاندارد ها و پروتکل های شبکه های الکتریکی هوشمند (مباحث مقدماتی) ○ زیر ساخت اندازه گیری پیشرفته ○ ساختمان هوشمند پایش، حفاظت و کنترل گسترده	
جلسه دوم	• فصل اول: مقدمه و مفاهیم کلیدی، مرور مفاهیم پایه، مقدمه ای بر سیستم های سایبری- فیزیکی شامل مفاهیم، ویژگی ها و تعاریف اساسی ○ مفهوم Smart Ecosystem ○ سیستم های (قدرت / انرژی) سایبری – فیزیکی	

	○ سیستم های (قدرت / انرژی) سایبری – فیزیکی اجتماعی ○ شبکه های توزیع سایبری – فیزیکی ○ سیستم های فیزیکی–سایبری خانه های هوشمند کاربردهای قدرت فیزیکی–سایبری ویژه (کشتی، هواپیما، ماهواره و فضاپیما)	
جلسه سوم	• فصل دوم: ساختار سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ○ مقدمه ای بر بهره برداری و کنترل سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ساختارهای اصلی دیسپاچینگ اتوماسیون و SCADA سیستم های قدرت	
جلسه چهارم	• فصل دوم: ساختار سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی زیر ساخت کنترلی سیستم قدرت سایبری – فیزیکی،	
جلسه پنجم	• فصل دوم: ساختار سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ○ اجزای سایبری–فیزیکی ، معماری، ارتباطات، معماری سیستم کنترل مفاهیم کلیدی در خصوص زیر ساخت های مخابراتی	
جلسه ششم	فصل سوم: شهر های هوشمند هوشمند به عنوان یک سیستم فیزیکی–سایبری	
جلسه هفتم	فصل چهارم: زیر ساخت های مخابراتی مدرن در سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی	
جلسه هشتم	فصل پنجم: انعطاف‌پذیری، تاب آوری و قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت فیزیکی–سایبری هوشمند	
جلسه نهم	• فصل ششم: امنیت سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ○ مفاهیم و تعاریف کلیدی در امنیت سیستم های قدرت ○ ارزیابی امنیت استاتیکی و دینامیکی شبکه های قدرت ○ کاربرد روش های یادگیری ماشین برای تشخیص حالت های ایمن و نا ایمن شبکه ○ دسته بندی، مفاهیم و تعاریف عوامل ناپیدائی و نایقینی سیستم های مخابراتی	
جلسه دهم	• فصل ششم: امنیت سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ○ مفاهیم و تعاریف کلیدی در امنیت سیستم های قدرت ○ ارزیابی امنیت استاتیکی و دینامیکی شبکه های قدرت ○ کاربرد روش های یادگیری ماشین برای تشخیص حالت های ایمن و نا ایمن شبکه ○ دسته بندی، مفاهیم و تعاریف عوامل ناپیدائی و نایقینی سیستم های مخابراتی	
جلسه یازدهم	• فصل ششم: امنیت سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ○ امنیت سایبری سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ○ تاریخچه و اصول امنیت و تهدیدهای امنیت سایبری ○ دسته بندی، مفاهیم و تعاریف عوامل ناپیدائی و نایقینی سیستم های مخابراتی ○ مفاهیم کلیدی در Power Electronics Security و Power System Security از بعد فیزیکی و سایبری ○ تحلیل آسیب پذیری ریزشبکه های AC و DC و سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی در برابر حملات سایبری	
جلسه دوازدهم	• فصل ششم: امنیت سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ○ امنیت سایبری، حملات سایبری و شناسایی و کاهش نفوذ در سیستم‌های قدرت فیزیکی سایبری ○ استاندارد های امنیت سایبری سیستم های قدرت	
جلسه سیزدهم	• فصل ششم: امنیت سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ○ امنیت سایبری و مدیریت داده رانه سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی ○ روش های تشخیص و حذف حملات سایبری در سیستم های قدرت سایبری و فیزیکی	

	○ مباحث تکمیلی روش های مبتنی بر الگوریتم های یادگیری ماشین، روش های کوانتومی، تئوری اطلاعات، و بلاکچین ○ مروری بر استاندارد های مختلف در حوزه امنیت سایبری	
جلسه چهاردهم	• فصل هفتم: مفاهیم قابلیت اطمینان، تاب آوری و انعطاف پذیری در سیستم های انرژی و قدرت سایبری – فیزیکی	
جلسه پانزدهم	• فصل هشتم: بازار برق در سیستم های قدرت سایبری – فیزیکی	
جلسه شانزدهم	• فصل نهم: تکنیک های علم داده و مفاهیم مرتبط برای شبکه های قدرت سایبری – فیزیکی	
جلسه هفدهم	• فصل نهم: تکنیک های علم داده و مفاهیم مرتبط برای شبکه های قدرت سایبری – فیزیکی	
جلسه هجدهم	• فصل دهم: چالش های نوظهور، کاربرد هوش مصنوعی و الگوریتم های یادگیری ماشین در سیستم‌های انرژی هوشمند سایبری – فیزیکی	

✓ **روش ارزشیابی: آزمون نهایی، پروژه های درسی، کوئیز**

✓ **منابع :**

- مراجع اصلی:

1) H.R. Baghaee, G.B. Gharehpetian, M. M. Shabestari, “Microgrids and Methods of Analysis”, Elsevier Academic Press, 2021
2) H.R. Baghaee, M.R. Habibi, F. Blaabjerge, “Cyber-Physical Structure of Power Systems, Elsevier Academic Press, 2023.
3) H.R. Baghaee, A. Parizad, Saifur Rahman, “Smary Cyber-Physical Power Systems, Challenges and Solutions”, Wiley IEEE Press, 2023.

۴) جورابیان، قره پتیان و قاسمی، ریز شبکه ها و شبکه های توزیع هوشمند، انتشارات ISC ، ۱۳۹۲

۵) قره پتیان، شاهیده پور و ذاکر، شبکه های هوشمند و ریزشبکه ها– چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۷

6) N. Hatziargyriou, Microgrids Architechtures and Control, Wiely, 2014
7) Siddharth Suryanarayanan, Robin Roche and Timothy M. Hansen, “Cyber-Physical-Social Systems and Constructs in Electric Power Engineering,” The Institution of Engineering, Technology, 2016
8) S. Chowdhury, S.P. Chowdhury, and P. Crossley “Microgrids and Active Distribution Networks”, The Institution of Engineering, Technology, 2009.
9) Tony Flick, Justin Morehouse, “Securing the Smart Grid Next Generation Power Grid Security,” Elsevier Academic press, 2021.
10) NIST Special Publication 1108, NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0, Office of the National Coordinator for Smart Grid Interoperability, 2010.
11) NIST 7628 Rev. 01, Guidelines for Smart Grid Cybersecurity, Volume 1 - Smart Grid Cybersecurity Strategy, Architecture, and High-Level Requirements, The Smart Grid Interoperability Panel – Smart Grid Cybersecurity Committee 2014.
12) IEEE 1402-2021 - IEEE Guide for Physical Security of Electric Power Substations
13) IEEE 1547.3-2007 - IEEE Guide for Monitoring, Information Exchange, and Control of Distributed Resources Interconnected with Electric Power Systems
14) IEEE 2413-2019 - IEEE Standard for an Architectural Framework for the Internet of Things (IoT)
15) IEEE 1619-2018 IEEE Standard for Cryptographic Protection of Data on Block-Oriented Storage Devices
16) IEEE 1815-2012, IEEE Standard for Electric Power Systems Communications-Distributed Network Protocol (DNP3)
17) IEEE 2144.1-2020, IEEE Standard for Framework of Blockchain-based Internet of Things (IoT) Data Management
18) IEC TC 57, POWER SYSTEMS management and associated information exchange
19) IEC 62351 Standard, Cyber Security Series for the Smart Grid
20) IEC 60870-5:2023 SER Series, Telecontrol equipment and systems
21) IEC 61850:2023 SER Series, Communication networks and systems for power utility automation

22) ISO/IEC 2702 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security ontrols
23) ISO 16484 Series, Building automation and control systems (BACS)
24) ANSI C12. Standard Series, Smart Grid Meter Package
25) CENCLCETSI_SMCG/Sec/00156/DC, Protection Profile for Smart Meter Minimum Security requirements

- مراجع تکمیلی برای مطالعه بیشتر:

1) Clark W. Gellings, “The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response”, The Fairmont Press, 2009.
2) Ali Keyhani, Mohammad N. Marwali, Min Dai, “Integration of Green and Renewable Energy in Electric Power Systems“, John Wiley & Sons, 2010.
3) Amirnaser Yazdani, Reza Iravani, “Voltage-Sourced Converters in Power Systems, Modeling, Control, and Applications, John Wiley & Sons, 2010.
4) Andres Carvallo, John Cooper, "The Advanced Smart Grid, Edge Power Driving Sustainability", ARTECH HOUSE, 2011.
5) James Momoh, "Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis", IEEE Press, 2012.
6) D. Mah, P. Hills, V. O.K. Li, R. Balme, "Smart Grid Applications and Developments, Springer, 2014

۷) سایر استانداردهای مرتبط