

توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر براساس شاخص گرین متریک (مطالعه تطبیقی: دانشگاه گیلان و دانشگاه سِگِد مجارستان)

محسن محمدی گلنگش^{۱*}، رضوان قاسمی ذوالپیرانی^۲

۱. گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، صومعه سرا، ایران
 ۲. کارشناس آزمایشگاه گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، صومعه سرا، ایران
- (دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۷ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۶)

چکیده

بررسی رتبه‌بندی و ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها براساس نظام‌های رتبه‌بندی در راستای برنامه‌ریزی جهت ارتقای سطح کمی و کیفی آنها ضروری است. این پژوهش به روش توصیفی - تحلیلی با هدف بررسی تطبیقی رتبه دانشگاه‌های گیلان و سِگِد مجارستان براساس نظام رتبه‌بندی گرین‌متریک در زمینه تولید و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر انجام شده است. بدین منظور ابتدا با مراجعه به سایت گرین‌متریک، رتبه و امتیازات دانشگاه‌های گیلان و سِگِد گردآوری و سپس، عملکرد آنها در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر تحلیل شد. نتایج نشان داد که دانشگاه سِگِد از نظر رتبه و امتیازات براساس معیار انرژی و تغییر اقلیم به عنوان مهم‌ترین شاخص گرین‌متریک، بر پایه تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر از جایگاه بالاتری برخوردار بوده است. دانشگاه گیلان با کسب ۱۰۰۸ امتیاز در رتبه ۳۱۴ و دانشگاه سِگِد با کسب ۱۱۴۱/۸۵ امتیاز در جایگاه ۱۹۸ جهان قرار دارند. اگرچه دانشگاه گیلان با ساخت نیروگاه فتوولتائیک با ظرفیت ۱۰۰ کیلووات توانسته است ضمن تأمین بخشی از نیاز خود به انرژی، با کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و توسعه مدیریت انرژی در حفاظت از محیط‌زیست و اهداف توسعه‌پایدار به دستاوردهای مهمی دست یابد اما در مقابل، دانشگاه سِگِد به عنوان سبزترین دانشگاه مجارستان و پیشگام در تولید و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر با برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری توانسته است با نصب ۲۷۵۴ قطعه پنل خورشیدی در ۲۴ ساختمان اصلی دانشگاه به یکی از اعضای مؤثر شبکه بین‌المللی گرین‌متریک تبدیل شود. در این راستا، پیشنهاد می‌شود برای دستیابی به توسعه‌پایدار در دانشگاه‌ها، دستورالعمل استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به ظرفیت دانشگاه‌ها تدوین و اجرا شود.

واژه‌های کلیدی: انرژی، پایداری، توسعه، دانشگاه، گرین متریک، فتوولتائیک.

Development of Renewable Energies Based on GreenMetric Index (Comparive study: Guilan and Szeged Hungary Universities)

Mohammadi Galangash^{1*}, M., Ghasemi Zolpirani², R.,

1. Department of Environmental Sciences and Engineering, University of Guilan, Faculty of Natural Resources, Sowme'eh Sara, Iran
2. Department of Nature Engineering, University of Guilan, Faculty of Natural Resources, Sowme'eh Sara, Iran

Received: 08/07/2021 Accepted: 17/11/2021

Abstract

It is necessary to study the ranking and evaluate the performance of universities based on ranking systems in order to improve their quantitative and qualitative level. This research, which is a descriptive-analytical method, was conducted with the objective of comparing the Rankings University of Guilan and university of Szeged Hungary based on the greenmetric ranking system in the scope of renewable energy use. The results showed that university of szeged has a higher position in terms of rankings and scores, so that according to the criteria of energy and climate change as the most important greenmetric index based on the production and consumption of renewable energy. The university of guilan with 1008 points is ranked 314th and university of szeged is ranked 198th in the world with 1141.85 points. Although the university of guilan with the construction of a photovoltaic power plant with a capacity of 100 kw has been able to provide part of its energy needs, but, university of szeged as the greenest university in hungary and a pioneer in the use of renewable energy with planning and investment, has been able to install 2754 pieces of solar panels in 24 main buildings of the university to be an effective member of the international greenmetric network. In this regard, it is suggested that in order to achieve sustainable development in universities, guidelines for the use of renewable energy should be developed and implemented according to the capacity of universities.

Keywords: Energy, Sustainability, Development, University, GreenMetric, Photovoltaic.

مقدمه

بسیاری از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی تلاش‌هایی در اجرای برنامه‌های منطبق بر اهداف توسعه پایدار با هدف کاهش اثرات زیست محیطی انجام داده‌اند (سلکی و همکاران، ۱۳۹۷). سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۵، مجموعه‌ای مشتمل بر ۱۷ هدف توسعه پایدار را از نقطه نظر اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی منتشر کرد که براساس آن، دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی به منظور تحقق بخشیدن به اهداف توسعه پایدار و ساختن یک جامعه سالم به سوی پایداری و اتخاذ رویکرد مدیریت سبز تشویق شده‌اند (Zanellato and Tiron-Tudor, 2021). طبق تعریف، مدیریت سبز دربرگیرنده مدیریت مصرف انرژی، مواد و حفظ محیط زیست با به کارگیری مؤثر و کارآمد همه منابع مادی و انسانی، سازماندهی و برنامه‌ریزی به منظور هدایت دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی در نیل به اهداف زیست محیطی است که با بهره‌وری و کارایی بهتر از انرژی و منابع نه تنها از نظر محیط زیست سودمند است بلکه این کار صرفه‌جویی در هزینه‌ها را برای دانشگاه‌ها ایجاد می‌کند (Wakkee et al., 2019). در چند دهه اخیر به ویژه از سال ۱۹۹۰، رقابت میان دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی در بین‌المللی سازی به‌گونه قابل توجهی شدت گرفت. دانشگاه‌ها افزون بر رقابت در سطح ملی، در پی احراز جایگاه ممتاز و کسب عنوان تراز جهانی نیز هستند تا با این کار راه را برای جذب هرچه بیشتر دانشجویان و اساتید بین‌المللی و درآمدزایی هموار کنند (شاهی و علوی‌مقدم، ۱۳۹۶). در همین راستا، رتبه‌بندی دانشگاه‌های سبز جهان موسوم به گرین‌متریک^۱ از سال ۲۰۱۰ میلادی به صورت سالانه توسط دانشگاه دولتی اندونزی در ۶ معیار وضعیت و زیرساخت، انرژی و تغییرات آب و هوا، پسماند، آب، حمل و نقل، و آموزش با بهره‌گیری از اطلاعات اخذ شده از سوی دانشگاه‌ها و راستی‌آزمایی آنها صورت می‌گیرد (جدول ۱)، به طوری که در سال ۲۰۲۱ تعداد ۹۵۶ دانشگاه از ۷۹ کشور در آخرین ارزیابی به عنوان سبزترین دانشگاه‌های جهان در راستای اتخاذ شیوه‌های پایداری در مجموعه خود معرفی شدند (UI

GreenMetric Methodology, 2022). نظام رتبه‌بندی گرین‌متریک براساس مدل توسعه پایدار شامل سه شاخص محیط‌زیستی (استفاده از منابع طبیعی، مدیریت زیست محیطی، جلوگیری از آلودگی)، اقتصادی (سود، صرفه‌جویی در هزینه) و اجتماعی (آموزش، انجمن‌ها، مشارکت اجتماعی) استوار است. فراتر از همه اینها، نظام بین‌المللی رتبه‌بندی گرین-متریک درصدد به تصویر کشیدن نحوه پاسخ یا برخورد دانشگاه‌ها با مسائل مربوط به توسعه پایدار از طریق سیاست‌ها، اقدامات و ارتباطات است. با توجه به جدول ۱، یکی از زیرمعیارهای مربوط به انرژی و تغییر اقلیم در گرین‌متریک، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در دانشگاه است. استفاده و بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر به دلیل رشد تقاضای انرژی، محدودیت منابع و الزامات زیست محیطی طی سالیان اخیر رو به افزایش بوده است (مهدوی‌عادلی و همکاران، ۱۳۹۳). در کشورهای توسعه‌یافته، مصرف انرژی یک درصد در سال و برای کشورهای در حال توسعه سالانه پنج درصد در حال افزایش است به طوری که امروزه جامعه جهانی بر این باورند جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر به جای انواع انرژی‌های سنتی، راه‌حل مناسبی در حل مشکلات مربوط به آلودگی‌های محیط زیست است، زیرا مشکلات مربوط به تأمین و استفاده از انرژی نه تنها به گرمایش جهانی بلکه به نگرانی‌های زیست محیطی مانند آلودگی هوا، بارش اسیدی، تخریب لایه اوزون، تخریب جنگل‌ها و انتشار مواد رادیواکتیو مرتبط است (Sepetis et al., 2020). انرژی خورشیدی به عنوان منبعی تجدیدپذیر امروزه در جوامع مختلف به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم و به کمک سیستم‌های چهارگانه فتوئولوژی، شیمیایی، فتوولتائیک و حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که پنل‌های فتوولتائیک از رایج‌ترین آنها می‌باشند (علیجانی و همکاران، ۱۳۹۷). به پدیده‌ای که در اثر تابش نور بدون استفاده از مکانیسم‌های محرک، الکتریسیته تولید کند پدیده فتوولتائیک و به هر سیستمی که از این پدیده استفاده کند، سیستم فتوولتائیک و به یک مجموعه از سلول‌های موازی شده که از آن جریان و ولتاژ به دست می‌آید، پنل فتوولتائیک

گفته می‌شود. در پنل‌های فتوولتائیک، پرتوهای فتوولتائیک موسوم به سلول خورشیدی به الکتریسیته خورشیدی توسط صفحات کوچکی از نیم‌رساناهای تبدیل می‌شود (فرقانی و آخوندی، ۱۳۹۲).

جدول ۱: معیارها و زیرمعیارهای نظام رتبه‌بندی گرین‌متریک براساس آخرین تغییرات در سال ۲۰۲۱ (UI GreenMetric Methodology, 2022)

معیارها	وزن (%)	زیرمعیارها
وضعیت و زیرساخت	۱۵	نسبت فضای باز به کل مساحت، مساحت پردیس پوشیده از جنگل، مساحت پردیس تحت پوشش گیاهی، مساحت دانشگاه برای جذب آب، کل فضای باز تقسیم بر جمعیت کل دانشگاه، بودجه دانشگاه برای تلاش‌های پایداری، درصد فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری ساختمان در طول همه‌گیری کووید ۱۹، امکانات پردیس برای معلولان، نیازهای ویژه و یا مراقبت‌های زایمان، امکانات امنیتی و ایمنی، امکانات زیرساخت بهداشتی برای رفاه دانشجویان و دانش‌آزمایان و کارکنان اداری، حفاظت (گیاهان، حیوانات و حیات‌وحش، منابع ژنتیکی برای غذا و کشاورزی که در تأسیسات حفاظتی میان‌مدت یا بلندمدت ایمن شده است)
انرژی و تغییر اقلیم	۲۱	استفاده از لوازم برقی کارآمد، اجرای ساختمان هوشمند، تعداد منابع انرژی تجدیدپذیر در پردیس، کل مصرف برق تقسیم بر کل جمعیت پردیس (کیلووات ساعت به ازای هر نفر)، نسبت انرژی تجدیدپذیر تولید شده به مصرف انرژی، عناصر اجرای ساختمان سبز به‌عنوان منعکس شده در تمام سیاست‌های ساخت‌وساز و نوسازی، برنامه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، نسبت کل ردپای کربن تقسیم بر جمعیت دانشگاه (تن به ازای هر نفر)، تعداد برنامه‌های نوآورانه در طول همه‌گیری کووید ۱۹، برنامه‌های دانشگاهی تأثیرگذار بر تغییرات آب و هوایی
پسماند	۱۸	برنامه بازیافت زباله‌های دانشگاه، برنامه کاهش استفاده از کاغذ و پلاستیک در محوطه دانشگاه، تصفیه زباله‌های آلی، تصفیه زباله‌های غیرآلی، مدیریت زباله‌های سمی، دفع فاضلاب (مجموع مجراهای دفع فاضلاب)
آب	۱۰	اجرای برنامه صرفه‌جویی در مصرف آب، اجرای برنامه بازیافت آب، استفاده از وسایل کارآمد مصرف آب (شیرآب، سیفون توالت و ...)، مصرف آب تصفیه شده، درصد امکانات بهداشتی اضافی جهت شستشو و ضدعفونی دست‌ها در طول همه‌گیری کووید ۱۹
حمل و نقل	۱۸	تعداد کل وسایل نقلیه (خودروها و موتور سیکلت‌ها) تقسیم بر جمعیت کل دانشگاه، سرویس شاتل، سیاست وسایل نقلیه بدون آلاینده‌گی (ZEV) در محوطه دانشگاه، نسبت وسایل نقلیه بدون آلاینده‌گی (ZEV) تقسیم بر جمعیت کل دانشگاه، نسبت مساحت پارکینگ به کل مساحت پردیس، برنامه حمل و نقل طراحی شده برای محدود یا کاهش فضای پارکینگ در محوطه دانشگاه برای سه سال گذشته، تعداد طرح‌های ابتکاری حمل و نقل برای کاهش وسایل نقلیه شخصی در محوطه دانشگاه، سیاست مسیر عابر پیاده در محوطه دانشگاه
آموزش	۱۸	نسبت دوره‌های پایداری به تعداد کل دروس / موضوعات، نسبت بودجه تحقیقات پایداری به کل بودجه پژوهشی، تعداد انتشارات علمی منتشر شده در زمینه محیط‌زیست و پایداری، تعداد رویدادهای علمی مرتبط با محیط‌زیست و پایداری، تعداد تشکل‌های دانشجویی مرتبط با محیط‌زیست و پایداری، وجود وسایط پایداری که توسط دانشگاه اداره می‌شود، وجود گزارش پایداری منتشر شده، تعداد فعالیت‌های فرهنگی در محوطه دانشگاه، تعداد برنامه‌های دانشگاه برای مقابله با همه‌گیری کووید ۱۹، تعداد پروژه‌های خدمات اجتماعی پایداری سازماندهی شده و یا شامل دانش‌آموزان، استارت‌آپ‌های مرتبط با پایداری

در واقع بهره‌برداری از انرژی خورشیدی به جای سوخت‌های فسیلی در ابعاد و سطوح مختلف، از راهکارهای مناسب و پربازده ای است که علاوه بر کاهش و صرفه‌جویی در هزینه‌ها از نقطه نظر اقتصادی، می‌تواند از انتشار گازهای گلخانه‌ای جلوگیری کند و موجب عرضه پایدار انرژی شود (بهمنی و بهرام‌مهر، ۱۳۹۵). از طرفی، مسئله تغییر اقلیم جدی‌ترین چالش زیست محیطی پیش‌رو، بر تمامی جنبه‌های حیاتی کره زمین تأثیرات فزاینده‌ای دارد زیرا طی سالیان گذشته، انتشار گازهای گلخانه‌ای علت افزایش میانگین درجه هوا در زمین بوده که سوخت‌های فسیلی مهم‌ترین نقش را داشته‌اند (موسوی و پیری‌دمق، ۱۳۹۴). در همین راستا در سیاست‌های کلی نظام (در بند «ب»)، تلاش برای کسب فناوری و دانش فنی انرژی‌های تجدیدپذیر و ایجاد نیروگاه‌ها از قبیل خورشیدی مورد تأکید قرار گرفت است که از آن جمله می‌توان به استفاده از پنل خورشیدی یا فتوولتائیک اشاره نمود (علیچانی و همکاران، ۱۳۹۷). دانشگاه گیلان به عنوان بزرگترین مرکز آموزش عالی در شمال ایران در نیل به اهداف سند برنامه راهبردی دانشگاه (۱۴۰۵-۱۴۰۱) در فعالیت‌های منطبق بر توسعه پایدار و به منظور اجرایی نمودن دستورالعمل مدیریت سبز (مصرف انرژی، مواد و محیط زیست) در دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و پارک‌های علم و فناوری ابلاغی ۱۳۹۵/۵/۱۲ از سوی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با تشکیل کارگروه مدیریت سبز در یازده حوزه از جمله مدیریت انرژی‌های تجدیدپذیر در راستای حمایت و حفاظت از محیط زیست، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، فرهنگ‌سازی و توسعه مدیریت انرژی، اقدامات اجرایی قابل توجهی داشته است. دستاوردهای این رویکرد، حضور در جمع سبزترین دانشگاه‌های جهان بوده که موجب افزایش ارتقاء کمی و کیفی جایگاه دانشگاه گیلان در سطح ملی و بین‌المللی شده است.

از این رو، هدف این پژوهش، بررسی رتبه و عملکرد دانشگاه گیلان در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و مقایسه آن با دانشگاه سِگِدِ مجارستان

براساس معیارهای نظام گرین متریک در دانشگاه گیلان است.

مبانی نظری و پیشینه

انرژی‌های تجدیدپذیر

آژانس بین‌المللی انرژی^۲، انرژی‌های تجدیدپذیر را اینگونه تعریف می‌کند: انرژی‌هایی که از طریق یک فرآیند طبیعی به دست می‌آیند و به‌طور طبیعی قابل بازیابی (Leal Filho et al., 2019) و انرژی‌های تجدیدپذیر دارای ویژگی‌های زیادی هستند که سه ویژگی برتر آن عبارتند از: ۱- منابع انرژی تجدیدپذیر عمر طولانی و چرخه‌های طبیعی دارند و برخلاف منابع انرژی تجدیدپذیر نظیر سوخت‌های فسیلی پایان‌پذیر نیستند و این مسئله تداوم مصرف انرژی را برای نسل‌های بعدی تضمین می‌کند. ۲- منابع انرژی تجدیدپذیر به خصوص انرژی خورشیدی به دلیل فراوانی و امکانات مناسب جغرافیایی، قابلیت‌های قابل توجهی در تولید انرژی دارند و استفاده از آنها می‌تواند موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی شود. ۳- استفاده منحصر به فرد از نیروگاه‌هایی که با سوخت‌های فسیلی کار می‌کنند موجب ایجاد تمرکز در مناطق تولید انرژی خواهد شد در صورتی که با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به راحتی می‌توان در هر محل با شرایط جغرافیایی مناسب اقدام به تولید انرژی نمود و این امر موجب تولید غیرمتمرکز انرژی در مناطق با جمعیت کم و پراکنده نظیر روستاها می‌شود (دانشوری و همکاران؛ ۱۳۹۸). تحقیقات زیادی در زمینه توسعه پایدار در دانشگاه‌ها و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی انجام و در این مطالعات ضمن تبیین تأثیرگذاری عمیق دانشگاه‌ها بر جامعه، به اتخاذ مدیریت سبز براساس اهداف توسعه پایدار و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی، تأکید شده است. به‌طور نمونه مطالعات محمدزاده و طالبی دستنایی (Monemzadeh and Talebi-، 2021) نشان دادند که دانشگاه کاشان در حال برنامه‌ریزی جهت استفاده از انرژی خورشیدی و کاهش وابستگی به سیستم قدیمی انرژی سوخت

بهتر و بالاتری قرار دارند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به استفاده از پنل‌های خورشیدی جهت استفاده از انرژی-های تجدیدپذیر و پاک اشاره نمود. اورسانو و همکاران (Aversano et al., 2020) با بررسی ۶۰ دانشگاه دولتی ایتالیا از طریق برنامه‌های یکپارچه طی سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰ بیان کردند که سیاست‌گذاری در تعیین سودمندی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به مدیران دانشگاه‌ها در تعریف استراتژی‌های مبتنی بر مدیریت سبز و استفاده بهینه از انرژی کمک کند. النجدین و الراشد (Al-Najideen and Alrwashdeh, 2017) با بررسی راه‌های کاهش تقاضای برق برای دانشکده فنی دانشگاه موته در اردن به این نتیجه رسیدند که با طراحی یک نیروگاه فتوولتائیک خورشیدی با ظرفیت ۵۶/۷ کیلووات ساعت روی شبکه، نیاز سالانه ۹۶ مگاوات ساعت این دانشکده با تولید ۹۷/۰۲ مگاوات ساعت توسط این نیروگاه تأمین خواهد شد که موجب کاهش هزینه‌های برق، کاهش مصرف انرژی، استفاده بهینه از انرژی خورشیدی و حرکت دانشکده به سوی پایداری محیطی می‌شود. دیوس و همکاران (Deus et al., 2016) با مطالعه برنامه‌های مبتنی بر مدل پایداری بهره‌مندی از سیستم مدیریت زیست محیطی، مشارکت عمومی و مسئولیت اجتماعی، و آموزش و پژوهش پایدار در ۳۰ دانشگاه برزیل تحلیل کردند که مدیران دانشگاه‌ها جهت استفاده بهینه‌تر از انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی می‌بایست با بهبود برنامه‌ها، میزان بهره‌مندی از آن را با نصب پنل‌های بیشتر و با کارایی بالاتر در دانشگاه‌های خود افزایش دهند. لوکمن و همکاران (Lukman et al., 2009) با مطالعه سبز کردن محوطه دانشگاه ماریبور اسلوانی با استفاده از تکنیک ارزیابی چرخه حیات بیان کردند که نصب پنل‌های خورشیدی در محوطه دانشگاه در کنار مدیریت زباله‌ها از جمله بازیافت، سوزاندن و دفن از نظر اثرات زیست محیطی و هزینه‌های اقتصادی موجب شده است ضمن بهره‌وری بیشتر انرژی از جمله انرژی خورشیدی در دانشگاه، میزان بازیافت پسماند ۷۰ درصد، سوزاندن آن ۲۹ درصد و دفن پسماند به ۱ درصد تغییر یابد که از نظر اقتصادی و محیطی پایدارتر و

فسیلی است. آنها گزارش کردند که ایجاد اولین نیروگاه ترکیبی سرمایه‌ش و گرما در ایران^۳ با استفاده از پنل‌های خورشیدی از جمله اقدامات دانشگاه کاشان در بهره-مندی از انرژی‌های پاک می‌باشد. هروی (Heravi et al., 2021) با مطالعه بر روی تدوین چارچوب دانشگاه سبز با استفاده از تکنیک‌های آماری بیان کردند که دانشگاه تهران طی سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ با بهبود ۶۴ درصدی در چهار حوزه آب، انرژی، رفتار پایدار و جذب حمایت‌های مالی موفق به کسب دستاوردهای مهمی در برنامه جامعه توسعه دانشگاه سبز شود. همچنین، نتایج نشان داد که دانشگاه تهران ضمن برنامه‌ریزی و بهره‌مندی از انرژی‌های تجدیدپذیر، با اجرای شیوه‌های سبز براساس ویژگی‌های خاص هر دانشکده توانسته است رویه‌های سبز را در حساس‌ترین حوزه‌ها متمرکز کند. بر پایه تحقیقات ابطی (Abtahi, 2021) در دانشگاه صنعتی اصفهان؛ ایجاد فرآیند محوطه‌سازی^۴ جهت کاهش وابستگی و نیاز به آبیاری، استفاده از انرژی‌های پاک، مدیریت مصرف آب، مدیریت پسماند و فاضلاب، ایجاد ساختمان‌های سبز جهت بهره‌وری انرژی و گسترش شبکه حمل و نقل دانشگاه منطبق بر اهداف محیط زیست از جمله مهم‌ترین اقدامات دانشگاه صنعتی اصفهان در راستای ایجاد دانشگاه و مدیریت سبز و این اقدامات منجر به نتایج قابل توجهی در کاهش مصرف آب و انرژی، کاهش انواع آلودگی‌ها به دنبال استفاده از انرژی‌های پاک و همچنین صرفه‌جویی در هزینه‌های مصرفی شده است. با بررسی روند اجرای اهداف توسعه پایدار در دانشگاه‌های جمهوری چک و لهستان گزارش کردند (Šebestová and Sroka, 2020) که به منظور دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی - اجتماعی براساس اهداف بند ۸، ۹ و ۱۲ برنامه جامع توسعه پایدار می‌بایست با تشویق مدیران و دانشجویان در راستای مدیریت سبز منطبق بر اهداف زیست محیطی گام برداشت. براساس نتایج این مطالعه، در دانشگاه‌های چک و لهستان از نظر این رویکرد، تفاوت‌هایی وجود دارد به طوری که دانشگاه‌های جمهوری چک نسبت به دانشگاه‌های لهستان از نظر بهره‌مندی از روش‌های سبز در وضعیت

اینکه مدرسه‌های عالی بازرگانی رشت و مدیریت لاهیجان از سال ۱۳۴۶ فعال بودند در سال ۱۳۵۵ کلیه فعالیت‌های آنان به این دانشگاه منتقل شد. پس از پیروزی انقلاب اسلامی، دانشگاه گیلان به‌طور مستقل و بدون وابستگی به آلمان، فعالیت‌های آموزشی خود را در ۸ رشته تحصیلی و با حدود ۵۰۰ دانشجو از سرگرفت و با رشد و گسترش آموزش عالی در کشور، دانشکده‌های علوم پایه، فنی، علوم کشاورزی، علوم انسانی و پزشکی ساخته شد. این دانشگاه هم اکنون در ۱۳۷ رشته گرایش کارشناسی، ۲۵۳ رشته گرایش کارشناسی ارشد، ۱۵۴ رشته گرایش دکتری و در مجموع در ۵۴۴ رشته گرایش دانشجو می‌پذیرد و با ده دانشکده، یک واحد پردیس و دو پژوهشکده (حوضه آبی دریای خزر و گیلان شناسی) با بیش از ۶۰۰ عضو هیأت علمی، بالغ بر ۱۸ هزار دانشجو و به عنوان بزرگترین مراکز آموزش عالی در منطقه شمال کشور فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی دارد. این دانشگاه با اعضای اتحادیه دانشگاه‌های دولتی کشورهای حاشیه دریای خزر، برخی از دانشگاه‌های کشورهای جنوب شرق آسیا و اتحادیه اروپا ارتباطات علمی و تبادل استاد و دانشجو دارد. قرار گرفتن در جمع دانشگاه‌های برتر سه نظام بین‌المللی و رتبه‌بندی جهانی تایمز، لیدن، شانگهای و دسته دانشگاه‌های یک درصد برتر دنیا و ده دانشگاه برتر جامع کشور جزئی از توانمندی‌های دانشگاه گیلان است (University of Guilan Green Management, 2022). دانشگاه سِگِد، از قدیمی‌ترین دانشگاه‌های دولتی مجارستان در سال ۱۸۷۲ میلادی تأسیس شده و دارای ۱۲ دانشکده و به عنوان یکی از بزرگترین مجتمع‌های آموزشی در مجارستان با بیش از ۲۲۰۰۰ دانشجو از جمله دانشجویان بین‌المللی است. این دانشگاه هم اکنون ۱۷۳۸۴ نفر دانشجو در مقطع کارشناسی، ۲۶۶۸ نفر دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد، ۷۱۴ نفر دانشجو در مقطع دکتری، ۳۹۹۷ نفر دانشجوی بین‌المللی، ۱۹۶۸ عضو هیأت علمی و ۲۲۰۰ نفر کارمند دارد. دانشگاه سِگِد همه ساله در جمع دانشگاه‌های برتر در رتبه‌بندی‌های بین‌المللی مختلف مؤسسات آموزش عالی قرار می‌گیرد. این دانشگاه از سال ۲۰۱۹، عضو اتحادیه دانشگاه

منطبق با اهداف توسعه مدیریت سبز در دانشگاه‌ها است. انرژی خورشیدی به عنوان یک عنصر کلیدی برای آینده انرژی پاک برای کمک به جامعه در حذف سیستم انرژی امروز بر پایه سوخت‌های فسیلی آلاینده و جایگزینی بخش‌های بزرگی از سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله پنل‌های فتوولتائیک، نقش مهمی در تحقق اهداف توسعه پایدار دارند. پوشاندن ۰/۱۶ درصد از زمین با ۱۰ درصد سیستم‌های تبدیل انرژی خورشیدی کارآمد، ۲۰ تراوات انرژی تولید می‌کند که تقریباً دو برابر میزان مصرف انرژی فسیلی در جهان است (Loguercio and Magalhães, 2021). استقبال دانشگاه‌ها از بهره‌گیری از نیروگاه‌های خورشیدی به دلایل متفاوتی می‌تواند به معنای چهره نمادین و پیشرو در حرکت به سوی توسعه پایدار و ترویج طراحی و مدیریت سبز باشد، زیرا مقدار توان تولیدی سامانه‌های فتوولتائیکی کوچک محلی معمولاً بین ۲ تا ۵۰ کیلووات و برای یک پردیس دانشگاهی تا یک مگاوات هم قابل افزایش است. برای مثال، در یک سامانه سقفی فتوولتائیک با توان تولیدی ۲ کیلووات، سالانه ۳۶۰۰ کیلووات ساعت برق تولید می‌شود. این میزان معادل عدم استفاده از ۴/۳ تن زغال سنگ در سال و جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای به میزان ۲۲۵۰ کیلوگرم در سال است (مدی، ۱۴۰۰). با این حال، کارایی نیروگاه‌های کوچک محلی و بازده سرمایه‌گذاری آن از نوع مقیاس بزرگ بیشتر است. اما در هر دو حالت، برای احداث نیروگاه‌های خورشیدی، تعیین محل مناسب جهت کاهش هزینه‌های ساخت، افزایش بهره‌وری، بهبود انتقال انرژی، و تعمیر و نگهداری اهمیت داشته و نیازمند مطالعات امکان‌سنجی استقرار و انتخاب سایت است. این موضوع به معنای تطابق هرچه بهتر نحوه استقرار پنل‌ها، کاهش اثرات نامناسب محیطی، رعایت فاصله و عدم سایه‌اندازی، و امکان دسترسی برای تعمیر و نگهداری است (مدی، ۱۴۰۰).

مواد و روش‌ها

دانشگاه گیلان در سال ۱۳۵۳ با تصویب شورای گسترش آموزش عالی در چارچوب قرارداد بین دولت‌های ایران و آلمان غربی سابق تأسیس شد. با توجه به

تجزیه و تحلیل و ارزیابی آنها، نتیجه‌گیری صورت پذیرفت.

یافته‌ها

دانشگاه گیلان در نظام گرین متریک

دانشگاه گیلان از سال ۲۰۱۷ (۱۳۹۵) با شرکت در رتبه‌بندی گرین متریک به‌طور رسمی به جمع سبزترین دانشگاه‌های جهان پیوست و در اولین حضورش با کسب ۴۳۸۴ امتیاز در میان ۶۱۹ دانشگاه در رتبه ۳۲۶ جهان قرار گرفت و به‌عنوان هشتمین دانشگاه سبز ایران معرفی شد. جداول ۲ و ۳، حضور دانشگاه گیلان در ۴ سال اخیر از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ در رتبه‌بندی دانشگاه‌های سبز جهان گرین متریک، امتیازات کسب شده در هر معیار و رتبه جهانی آن را نشان می‌دهد.

اروپایی برای سلامت جهانی^۶ و در میان داوطلبان تحصیل در رشته‌های گروه پزشکی بسیار شناخته شده است (University of Szeged GreenMetric, 2022). پژوهش حاضر به روش توصیفی و با تحلیل اسنادی انجام و برای گردآوری داده‌ها و ارزیابی تطبیقی جایگاه این دو دانشگاه در نظام رتبه‌بندی سبزترین دانشگاه‌های جهان از اطلاعات آماری موجود در گرین متریک^۷ استفاده شده است. سپس با مراجعه به سایت دانشگاه گیلان^۸ و سایت دانشگاه سِگِد مجارستان^۹ عملکرد این دانشگاه‌ها در زمینه مدیریت سبز و به‌طور ویژه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه پس از بررسی مبانی نظری و سابقه پژوهش در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در دانشگاه‌ها و

جدول ۲: امتیازات کسب شده دانشگاه گیلان در نظام رتبه‌بندی گرین متریک طی سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ (UI GreenMetric Rankings, 2022)

سال	وضعیت و زیرساخت	انرژی و تغییرات آب و هوا	پسماند	آب	حمل و نقل	آموزش
۲۰۱۷	۸۵۶	۱۰۳۲	۸۹۷	۶۹۵	۷۱۱	۱۹۳
۲۰۱۸	۹۰۰	۸۲۵	۶۷۵	۹۰۰	۸۰۰	۱۱۲۵
۲۰۱۹	۱۱۲۵	۱۱۰۰	۶۷۵	۵۰۰	۸۰۰	۱۵۰۰
۲۰۲۰	۱۱۲۵	۱۱۰۰	۷۵۰	۵۰۰	۱۱۲۵	۱۵۰۰

جدول ۳: مجموع امتیازات و رتبه جهانی دانشگاه گیلان در نظام رتبه‌بندی گرین متریک طی سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ (UI GreenMetric Rankings, 2022)

سال	تعداد دانشگاه	مجموع امتیاز	رتبه جهانی	رتبه ایران
۲۰۱۷	۶۱۹	۴۳۸۴	۳۲۶	۸
۲۰۱۸	۷۱۸	۵۲۲۵	۲۶۲	۴
۲۰۱۹	۷۸۰	۶۱۰۰	۱۹۸	۳
۲۰۲۰	۹۱۲	۶۱۰۰	۳۱۱	۷

کسب ۶۱۰۰ امتیاز در رتبه ۱۹۸ سبزترین دانشگاه‌های جهان قرار گرفت. به‌طور میانگین، جایگاه دانشگاه - گیلان در ۴ سال حضور در رتبه‌بندی گرین متریک قرار گرفتن در رتبه ۲۷۴ سبزترین دانشگاه‌های جهان می‌باشد. با توجه به حضور در نظام رتبه‌بندی گرین متریک، دانشگاه گیلان با بهره‌گیری از مدیریت و برنامه‌ریزی

در سال ۲۰۱۸، دانشگاه گیلان با دومین حضور خود در جمع سبزترین دانشگاه‌های جهان با کسب ۵۲۲۵ امتیاز موفق شد با رتبه ۲۶۲ جهان، جایگاه خود را در این رتبه‌بندی ارتقاء ببخشد. این در شرایطی است که روند ارتقاء جایگاه دانشگاه گیلان در رتبه‌بندی گرین متریک برای سومین حضور متوالی ادامه یافت و این دانشگاه با

سیستم روشنایی خورشیدی بر روی ایستگاه اتوبوس به همراه ۷ عدد چراغ روشنایی LED با توان ۳۰ وات و قابلیت کارکرد در هوای ابری، نصب چراغ چشمک‌زن راهنمایی و رانندگی با استفاده از صفحه‌های خورشیدی و حذف حداقل ۲۵۰۰ متر حفاری و کابل‌کشی برای برق‌رسانی با چراغ‌های مزبور با حداقل هزینه خرید و اجرای کابل‌کشی، و ساخت نیروگاه فتوولتائیک با ظرفیت تولید ۱۰۰ کیلووات و سیستم ذخیره‌سازی انرژی هیبریدی. دانشگاه گیلان براساس عملکرد خود در معیار انرژی و تغییر اقلیم به‌طور میانگین با کسب ۱۰۰۸ امتیاز در جایگاه ۳۱۴ سبزترین دانشگاه‌های جهان در زمینه بهره‌مندی از انرژی‌های تجدیدپذیر قرار دارد (جدول ۴).

صحیح در خصوص حمایت از محیط‌زیست و الگوسازی در جهت فعالیت‌های منطبق بر توسعه پایدار، توانسته است اقدامات قابل توجه و متنوعی در راستای مدیریت سبز در حوزه‌های مختلف براساس اهداف پیش‌بینی شده در کارگروه مدیریت سبز دانشگاه و معیارهای شش‌گانه نظام گرین‌متریک انجام دهد. از این میان، معیار انرژی و تغییر اقلیم مهم‌ترین اهمیت را در بین شش شاخص گرین‌متریک با درصد وزنی ۲۱ به خود اختصاص داده که بر پایه تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بوده و هدف، تشویق به استفاده و توسعه فناوری‌های مبتنی بر آنها است. بر این اساس، دانشگاه گیلان با اتخاذ رویکردی ویژه در حوزه مدیریت انرژی-های تجدیدپذیر اقدامات زیر را انجام داده است: نصب

جدول ۴: جایگاه دانشگاه گیلان در معیار انرژی و تغییر اقلیم نظام رتبه‌بندی گرین‌متریک طی سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ (UI GreenMetric Rankings, 2022)

سال	امتیاز در معیار انرژی و تغییر اقلیم	رتبه جهانی
۲۰۱۷	۱۰۳۲	۱۸۶
۲۰۱۸	۸۰۰	۴۲۴
۲۰۱۹	۱۱۰۰	۲۶۴
۲۰۲۰	۱۱۰۰	۳۸۲
	میانگین امتیاز: ۱۰۰۸	میانگین رتبه: ۳۱۴

سیگد با کسب ۷۹۰۰ امتیاز در بین ۱۱ دانشگاه مجارستانی شرکت کننده در رتبه‌بندی گرین‌متریک در سال ۲۰۲۱ در جایگاه دوم و رتبه ۸۵ سبزترین دانشگاه-های جهان قرار گرفت (جدول ۵ و ۶). شایان ذکر است که از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳، رتبه‌بندی در معیارهای ششگانه توسط گرین‌متریک انجام نگرفته است.

دانشگاه سیگد مجارستان در نظام گرین متریک دانشگاه سیگد یکی از سبزترین مؤسسات آموزش عالی در مجارستان براساس نظام گرین‌متریک، در سال ۲۰۲۱، در رتبه اول بهترین دانشگاه‌های مجارستان در معیار وضعیت و زیرساخت و رتبه اول مشترک با دانشگاه پیچ در معیار آب قرار گرفت. به‌طور کلی دانشگاه

جدول ۵: امتیازات کسب‌شده دانشگاه سیگد مجارستان در نظام رتبه‌بندی گرین‌متریک طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ (UI GreenMetric Rankings, 2022)

سال	وضعیت و زیرساخت	انرژی و تغییرات آب و هوا	پسماند	آب	حمل و نقل	آموزش
۲۰۱۰	-	-	-	-	-	-
۲۰۱۱	-	-	-	-	-	-
۲۰۱۲	-	-	-	-	-	-
۲۰۱۳	-	-	-	-	-	-
۲۰۱۴	۶۷۶	۱۶۹۵	۱۷۲۵	۸۷۵	۱۵۲۵	۴۲۳

۴۴۷	۱۲۰۸	۷۵۰	۱۷۲۵	۱۴۲۵	۶۷۴	۲۰۱۵
۳۸۰	۱۰۷۹	۸۵۰	۱۲۷۵	۸۴۷	۱۲۱۶	۲۰۱۶
۳۱۴	۹۶۳	۷۷۵	۱۵۷۵	۱۰۷۰	۱۰۷۶	۲۰۱۷
۱۲۰۰	۱۴۵۰	۵۵۰	۱۶۵۰	۱۰۲۵	۱۱۷۵	۲۰۱۸
۱۲۰۰	۱۳۷۵	۸۰۰	۱۶۵۰	۱۱۵۰	۱۲۰۰	۲۰۱۹
۱۳۰۰	۱۵۰۰	۸۰۰	۱۶۵۰	۱۲۲۵	۱۲۰۰	۲۰۲۰
۱۴۲۵	۱۴۵۰	۸۵۰	۱۶۵۰	۱۲۵۰	۱۲۷۵	۲۰۲۱

جدول ۶: مجموع امتیازات و رتبه جهانی دانشگاه سیگد در نظام رتبه بندی گرین متریک طی سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ (UI GreenMetric Rankings, 2022)

سال	تعداد دانشگاه	مجموع امتیاز	رتبه جهانی	رتبه مجارستان
۲۰۱۰	۹۵	۵۲۴۱/۲۷	۵۴	۱
۲۰۱۱	۱۷۸	۵۸۰۱/۸	۶۷	۱
۲۰۱۲	۲۱۵	۵۸۳۱/۷۴	۵۲	۱
۲۰۱۳	۳۰۱	۶۳۲۸/۵۹	۳۵	۱
۲۰۱۴	۳۶۱	۶۹۱۸	۱۹	۱
۲۰۱۵	۴۰۷	۶۲۲۹	۲۹	۱
۲۰۱۶	۵۱۵	۵۶۴۷	۱۰۷	۱
۲۰۱۷	۶۱۹	۵۷۷۳	۸۸	۱
۲۰۱۸	۷۱۸	۷۰۵۰	۷۷	۱
۲۰۱۹	۷۸۰	۷۳۷۵	۷۴	۱
۲۰۲۰	۹۱۲	۷۶۷۵	۸۶	۲
۲۰۲۱	۹۵۶	۷۹۰۰	۸۵	۲

ساختمان) اما سرمایه گذاری های متعدد در زمینه استفاده از انرژی های تجدیدپذیر باعث کاهش مصرف انرژی در این دانشگاه شده است. در سال ۲۰۱۲، پروژه نصب پنل های خورشیدی در سقف ساختمان های دانشگاه به منظور تولید انرژی خورشیدی انجام شد (شکل ۲). تعداد ۲۷۵۴ قطعه پنل خورشیدی در بالای ۲۴ ساختمان از میان ۵۰ ساختمان منتخب دانشگاه نصب شد که علاوه بر تولید انرژی، انتشار CO₂ کاهش یافت. همچنین نصب پنل های خورشیدی در سقف، نه تنها باعث کاهش نسبت سطح نور خورشید بلکه منجر به صرفه جویی در مصرف انرژی در فرآیند خنک سازی شد که به این ترتیب هر ساله تقریباً ۸۵۷۰۰ یورو صرفه جویی برای دانشگاه سیگد به همراه دارد. در پروژه ای جدید، دانشگاه سیگد قصد دارد تا با احداث نیروگاه جدید فتوولتائیک تعداد ۲۰۴۰ قطعه پنل خورشیدی در بالای سقف ۱۸ ساختمان دیگر دانشگاه قرار دهد که این کار باعث صرفه جویی ۶۹۸۴۱ یورو در سال می شود.

به طور میانگین دانشگاه سیگد مجارستان با کسب ۶۴۸۰/۸۶ امتیاز در رتبه بندی گرین متریک در جایگاه ۶۴ سبزترین دانشگاه های جهان قرار دارد. این دانشگاه در تمامی ادوار رتبه بندی گرین متریک حضور داشته و بهترین عملکرد آن مربوط به سال ۲۰۱۴ است که در جایگاه ۱۹ سبزترین دانشگاه های جهان قرار گرفت. دانشگاه سیگد به جز سال ۲۰۱۶، در رتبه بندی گرین-متریک جزو ۱۰۰ دانشگاه سبز بوده که بسیار حائز اهمیت و قابل توجه است. دانشگاه سیگد به عنوان سبزترین دانشگاه مجارستان با برنامه ریزی و سرمایه گذاری های متعدد جهت استفاده گسترده از منابع انرژی تجدیدپذیر باعث کاهش مصرف و هدررفت انرژی و هزینه های ناشی از آن شده است. در واقع این دانشگاه متعهد به استفاده از انرژی های تجدیدپذیر است و در هر برنامه ریزی و سرمایه گذاری به این مقوله توجه زیادی دارد. اگرچه تعداد ساختمان های دانشگاه سیگد به طور مداوم در حال افزایش است (حدود ۳۰۰

(جدول ۷). به دلیل سابقه کمتر دانشگاه گیلان در نظام رتبه‌بندی گرین‌متریک نسبت به دانشگاه سیگد مجارستان، تنها آمار مربوط به سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ برای دانشگاه سیگد در معیار انرژی و تغییر اقلیم در نظر گرفته شد. با توجه به جداول ۴ و ۷، دانشگاه سیگد طی سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ از نظر کسب امتیاز و رتبه جهانی در معیار انرژی و تغییر اقلیم در جایگاه بالاتری نسبت به دانشگاه گیلان قرار دارد. همچنین میانگین امتیازات کسب‌شده دانشگاه گیلان و سیگد مجارستان در نظام رتبه‌بندی گرین‌متریک براساس معیارهای شش‌گانه مطابق جدول ۸، نشان داده شده است.

در تابستان ۲۰۱۵، پروژه ایجاد فناوری منحصر به فرد استفاده از گرمای فاضلاب برای خنک‌سازی و گرمایش دانشگاه سیگد انجام شد (شکل ۳). با کمک این سیستم، انرژی زمین‌گرمایی حاصل از فاضلاب با دمای دائمی برای گرمایش و سرمایش ساختمان استفاده می‌شود که موجب کاهش انتشار CO₂ به میزان بیش از ۳۰۰ تن شده است. به‌طور کلی دانشگاه سیگد مجارستان براساس عملکرد خود در معیار انرژی و تغییر اقلیم (از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰) به‌طور میانگین با کسب ۱۱۴۱/۸۵ امتیاز در جایگاه ۱۹۸ سبزترین دانشگاه‌های جهان در زمینه بهره‌مندی از انرژی‌های تجدیدپذیر قرار دارد



شکل ۲: پنل‌های خورشیدی در سقف ساختمان‌های دانشگاه سیگد (Gyarmati, 2018)



شکل ۳: پمپ حرارتی برای استفاده از گرمای فاضلاب در دانشگاه سیگد (Gyarmati, 2018)

جدول ۷: جایگاه دانشگاه سیگد مجارستان در معیار انرژی و تغییر اقلیم نظام رتبه‌بندی گرین‌متریک طی سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ (UI GreenMetric Rankings, 2022)

سال	میانگین امتیاز در معیار انرژی و تغییر اقلیم	رتبه جهانی
۲۰۱۷	۱۰۷۰	۱۵۷
۲۰۱۸	۱۰۲۵	۲۴۶
۲۰۱۹	۱۱۵۰	۲۲۶
۲۰۲۰	۱۲۲۵	۲۷۵
	میانگین امتیاز: ۱۱۴۱/۸۵	میانگین رتبه: ۱۹۸

جدول ۸: مقایسه میانگین امتیازات کسب‌شده دانشگاه‌های گیلان و سیگد مجارستان براساس معیارهای نظام رتبه‌بندی گرین-متریک در سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ (UI GreenMetric Rankings, 2022)

معیار	دانشگاه سیگد	دانشگاه گیلان
وضعیت و زیرساخت	۱۱۶۲/۷۵	۱۰۰۱/۵۰
انرژی و تغییر اقلیم	۱۱۱۷/۵۰	۱۰۱۴/۲۵
پسماند	۱۶۳۱/۲۵	۷۴۹/۲۵
آب	۷۳۱/۲۵	۶۴۸/۷۵
حمل و نقل	۱۳۲۲	۸۹۵
آموزش	۱۰۰۳/۵۰	۱۰۷۹/۵۰

بحث و نتیجه‌گیری

دانشگاه‌ها به عنوان مجموعه مهم آموزشی می‌توانند بخشی از بار مسئولیت و برنامه‌ریزی برای مناسب‌ترین استراتژی‌ها در اجرای برنامه‌های دوستدار محیط زیست و استفاده از منابع تجدیدپذیر و پایدار را بر عهده گیرند و به سمت حمایت از انرژی‌های پاک و حفظ محیط زیست حرکت کنند (آقاجانی و همکاران، ۱۳۹۷). دانشگاه به دلیل ماهیت فعالیت‌هایش جزو مراکز پرمصرف انرژی و منابع محسوب می‌شود و رشد بیش از حد این مصرف، لزوم برنامه‌ریزی برای تخصیص و مصرف بهینه منابع و افزایش بهره‌وری را می‌طلبد؛ زیرا انرژی، از ارکان مهم رشد اقتصادی و پیشرفت‌های اجتماعی است. در نتیجه در زمینه مدیریت سبز، دانشگاه‌ها باید بیشتر به ابعاد و مؤلفه‌هایی توجه کنند که بحث مصرف انرژی و مواد را در دانشگاه کاهش داده، از تخریب محیط زیست در اثر فعالیت‌های دانشگاه جلوگیری شده و نسبت به ارتقای مؤلفه‌های محیطی دانشگاه اهتمام جدی داشته باشند. با توجه به مقوله

آموزش به عنوان یکی از زیربناهای توسعه و نقش دانشگاه‌ها به عنوان کانون آموزش و پژوهش، دانشگاه‌ها می‌بایست در زمینه مأموریت اساسی خود در خصوص فرهنگ‌سازی محیطی و توسعه پایدار، تربیت انسان سبزاندیش و پژوهش‌های متناسب با نیازهای حوزه محیط‌زیست و مدیریت سبز اقدام نمایند. دانشگاه گیلان با بهره‌گیری از مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح در خصوص حمایت از محیط زیست و الگوسازی در جهت فعالیت‌های منطبق بر توسعه پایدار، توانسته است اقدامات قابل توجهی در راستای مدیریت سبز انجام دهد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به حوزه مربوط به انرژی-های تجدیدپذیر اشاره نمود. با توجه به اهداف سند چشم‌انداز بیست ساله کشور در افق ۱۴۰۴ که در آن به برخورداری از دانش پیشرفته و توانا در ارتباط با مباحث محیط زیست و مدیریت انرژی تأکید شده است، دانشگاه گیلان به دلیل استفاده بهینه از منابع در راستای کاهش مصرف انرژی و ارتقای بهره‌وری آن به دستاوردهایی قابل توجه در کاهش مصرف سوخت‌های

تورینو و پروجا دارای نوسان رتبه در معیار انرژی و تغییر اقلیم براساس نظام رتبه‌بندی گرین‌متریک بودند. به‌طور کلی دانشگاه سِگِدِ مجارستان به دلیل حضور در تمامی ادوار رتبه‌بندی گرین‌متریک و عضویت در شبکه بین-المللی این نظام توانسته است با برخورداری از تجربیات و اقدامات سایر دانشگاه‌ها در زمینه بهره‌مندی از انرژی-های تجدیدپذیر در کشور مجارستان و همچنین اروپا از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد اما در مقابل، دانشگاه گیلان تنها سابقه حضور در ۴ دوره رتبه‌بندی نظام گرین‌متریک را داشته و از این نظر در حال توانمندسازی خود است به‌طوری که در همین حضور کوتاه‌مدت در این رتبه‌بندی، توانسته با اقدامات قابل توجه در جایگاه مناسبی قرار گیرد. دانشگاه سِگِدِ به‌عنوان هماهنگ-کننده مجارستانی عضو شبکه بین‌المللی گرین‌متریک با دانشگاه اندونزی همکاری نزدیکی دارد به گونه‌ای که با تأکید بر اهمیت اهداف توسعه پایدار و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی زمین‌گرمایی، آب خاکستری و انرژی خورشیدی نسبت به آگاهی زیست-محیطی و پایداری بسیار متعهد است. از طرفی این دانشگاه با تعریف استراتژی‌های جدید کوتاه، میان و بلندمدت در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سرمایه‌گذاری در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی در دانشکده‌های خود، درصدد افزایش تولید انرژی خورشیدی است (Gyarmati, 2018). در همین راستا، نجفیان و کرمی دهکردی (Najafian and Karamidehkordi, 2018) با مطالعه وضعیت پایداری در دانشگاه زنجان از نظر شاخص‌های گرین‌متریک بیان کردند، از آنجایی که دانشگاه زنجان عضو شبکه بین‌المللی گرین‌متریک است با همکاری‌های بین‌فرهنگی، اشتراک‌گذاری اقدامات و بهره‌مندی از کارشناسان و مؤسسات عضو شبکه طبق برنامه راهبردی ۱۰ ساله خود قصد دارد با نصب شبکه بزرگ پنل‌های خورشیدی در محوطه دانشگاه، میزان تولید و استفاده از انرژی خورشیدی را از ۱۰۰ کیلووات ساعت به بیش از ۴۰۰۰ کیلووات ساعت تا سال ۲۰۲۵ افزایش دهد. ایران یکی از مناسب‌ترین کشورهای جهان از نظر میزان دریافت انرژی خورشیدی است. عوامل

فسیلی و افزایش منابع انرژی سازگار با محیط زیست دست یافته است که از آن جمله می‌توان به استفاده از پنل‌های فتوولتائیک در راستای بهره‌مندی از انرژی خورشیدی، اشاره نمود. در این راستا، طی پژوهشی توسط سوارتا و ساری (Suwartha and Sari, 2013)، شیوه‌های کاهش مصرف انرژی در دانشگاه‌های آمریکا و جایگزینی با انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری تولید برق خورشیدی بررسی شد. نتایج نشان داد که نصب نیروگاه کوچک در دانشگاه ایلینویز با تولید ۵۵۰۰۰ کیلووات ساعت در سال (به‌طور میانگین ۱۸ کیلووات ساعت در هر روز آفتابی) در مساحتی بالغ بر ۳۳۳ مترمربع روی بام ساختمان دانشگاه می‌تواند بیشترین سود و کارایی را برای تأمین انرژی فراهم کند. به‌طوری که با نصب پنل‌های فتوولتائیک بر روی دو ساختمان دانشگاه تگزاس در مجموع ۴۰۶۰۰۰ کیلووات ساعت در سال برق تولید شده که معادل ۳ درصد نیاز دانشگاه را تأمین کرده است. همچنین النجدین و الراشد (۲۰۱۷) گزارش کردند دانشکده فنی دانشگاه موته در اردن با طراحی و نصب یک نیروگاه فتوولتائیک روی شبکه با ظرفیت ۵۶/۷ کیلووات، با تولید ۹۷/۰۲ مگاوات ساعت در سال نیاز برق خود را پوشش می‌دهد. گامیچ و سیولی (Gamage and Sciulli, 2017) با امکان‌سنجی نصب سلول‌های خورشیدی در دانشگاه مک‌کواری استرالیا بیان کرد که با اختصاص هفتاد و یک هزار مترمربع از زمین دانشگاه می‌توان ۴۶٪ از نیاز به برق این دانشگاه، که سالانه معادل سه میلیون کیلووات ساعت است را تأمین نمود. مزیت‌هایی چون پاک، در دسترس و بدون کربن بودن باعث شده تا انرژی خورشیدی نسبت به هر منبع انرژی دیگری از نظر محیطی سودمند باشد. با این حال، دوام این منابع به شدت به ملاحظات زیست محیطی، اقتصادی و فناوری وابسته است (Azzopardi and Mutale, 2010). رتبه‌ها و امتیازات کسب‌شده از دانشگاه‌های گیلان و سِگِدِ مجارستان براساس معیار انرژی و تغییر اقلیم دلالت بر وجود نوسان در بازه زمانی ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ دارد. همسو با این نتایج، کازول و همکاران (Cazzolle et al., 2018) گزارش کردند که دانشگاه‌های ایتالیایی از جمله بلونیا، باری، پلی‌تکنیک

بالقوه در استفاده از انرژی خورشیدی همچون قرارگیری بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی، تابش ۳۰۰ روزه در سال بر حداقل دو سوم مساحت ایران، تابش متوسط برابر با ۱۹/۲۳ مگاژول بر مترمربع، ۲۹۰۰ ساعت تابش در سال و ۴ کیلووات ساعت بر مترمربع تابش متوسط روزانه، اهمیت و قابلیت استفاده از این انرژی در ایران و طبعاً جایگاه واقعی انرژی‌های خورشیدی را نشان می‌دهد (مدی، ۱۴۰۰). به طوری که کمترین تابش در ایران از بیشترین میزان تابش در آلمان بیشتر است (علیچانی و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به مساحت ایران، کل مقدار تابش حدود $3/3 \times 10^6$ تراوات در سال و ۱۳ برابر کل انرژی مصرفی در کشور است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۷). به عنوان مثال، محمدزاده و طالبی دستنایی (۲۰۲۱) با بررسی وضعیت تولید و ذخیره انرژی‌های تجدیدپذیر در دانشگاه کاشان گزارش کردند بر خورداری از ویژگی تابش شدید خورشید به مدت بیش از ۶ ماه در کاشان سبب شده تا برنامه‌ریزی بلندمدتی جهت کاهش وابستگی به سیستم قدیمی انرژی سوخت فسیلی و استفاده بیشتر از انرژی خورشیدی در دانشگاه کاشان انجام گیرد که از آن جمله می‌توان به نصب آبگرمکن خورشیدی برای تأمین آب گرم ۱۴ ساختمان در پردیس اصلی دانشگاه و استفاده از ۲۰ کیلووات انرژی خورشیدی برای روشنایی بخشی از پردیس اصلی دانشگاه کاشان اشاره نمود. توسعه سیستم‌های مختلف انرژی خورشیدی و استفاده بهینه از آنها در دانشگاه نیازمند شناسایی دقیق و بررسی متغیرهای اقلیمی، محیطی، مکانی و هواشناسی می‌باشد. با سرمایه‌گذاری در محوطه‌های دانشگاهی، زیرساخت‌های مورد نیاز برای تغییر شیوه‌های تولید و مصرف انرژی ایجاد خواهد شد. زیرا دانشگاه‌ها از مالکیت زمین‌هایی با مساحت مناسب در مجاورت ساختمان‌های مصرف‌کننده برخوردارند و با انتخاب مناسب محل مولدها در مجاورت خطوط شبکه و بهره‌گیری از بام ساختمان، می‌توانند برق مازاد را با اتلاف کمتر به فروش برسانند و از تولید گازهای آلاینده معادل آن ممانعت نمایند (Atici et al., 2021). دانشگاه گیلان در سال‌های اخیر تلاش زیادی برای استفاده از انرژی

خورشیدی به‌عنوان منبع مهم تجدیدپذیر داشته است. همچنین تولید و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و بهینه‌سازی آنها همواره از اولویت‌های دانشگاه گیلان بوده است. با توجه به نتایج این پژوهش، دانشگاه گیلان به دلیل برخورداری از زمین‌های مناسب دارای ظرفیت‌های بالقوه زیادی جهت توسعه نیروگاه‌های فتوولتائیک است که می‌تواند با برنامه‌ریزی و اختصاص بودجه کافی ضمن طراحی ساختمان‌های هوشمند، تاسیسات قدیمی دانشگاه را سبز نماید که این کار موجب کاهش اثر ردپای اکولوژیکی می‌شود و با کاستن از حجم وابستگی به منابع سوخت فسیلی در راستای استفاده بیشتر و بهینه از منابع انرژی تجدیدپذیر گام بردارد. در نتیجه در بخش‌های مختلف، دانشگاه قادر خواهد بود تا از انرژی تولیدی پنل‌های خورشیدی بهره‌مند گردد. در همین راستا، (Bulut, 2021) با بررسی نقش ساختمان‌های هوشمند در پایداری پردیس‌های دانشگاهی ترکیه بیان کرد که دانشگاه زیم استانبول با نصب ۲۸ پنل خورشیدی روی سقف ساختمان‌های ورزشی خود ضمن تأمین آب گرم، بخشی از نیاز دانشگاه به انرژی برق جهت روشنایی، سرمایش، گرمایش و لوازم آزمایشگاهی را تأمین و موجب کاهش ۲۰ درصدی هدررفت انرژی شده است. همچنین با مطالعه سناریوهای پایداری در دانشگاه فدرال لاوراس برزیل (Pantaleao and Cortese, 2018)، گزارش کردند که با انجام پروژه احداث نیروگاه فتوولتائیک ضمن بهره‌مندی از انرژی خورشیدی در خوابگاه دانشجویی و رستوران دانشگاه برای گرم کردن آب، نصب صفحات خورشیدی در سقف ایستگاه‌های دوچرخه موجب استفاده از انرژی برق تولیدی برای روشنایی شبانه آن شده است و از برنامه‌های آتی این دانشگاه، امکان‌سنجی استفاده از سایر اشکال انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله باد است. نتایج این پژوهش نشان داد، کاهش انتشار CO_2 در دانشگاه‌های گیلان و سیگد مجارستان به دلیل استفاده از پنل‌های خورشیدی بود. همسو با این نتیجه، دانشگاه ایالتی آریزونا در سال ۲۰۱۶ با مکانیابی، استقرار و نصب پنل‌های فتوولتائیک در ۸۹ نقطه از محوطه دانشگاه و پارک تحقیقاتی خود با بهره‌مندی از بیشترین انرژی

مؤسسات آموزش عالی گام برداشت. برای نیل به این اهداف، دانشگاه گیلان در سند برنامه راهبردی خود، ضمن توجه و تأکید به توسعه پایدار و حفظ محیط زیست به‌عنوان یک ارزش و وظیفه در قبال آیندگان، در ارتباط با مدیریت سبز و مشارکت در حفظ و احیای زیست‌بوم منطقه و ارتقای فرهنگ سبز با ایجاد دانشگاه سبز و تقویت پژوهش‌های راهکار - محور محیط‌زیستی هدفگذاری و برنامه‌ریزی نموده است. بنابراین در زمینه سبز شدن و پایداری دانشگاه‌ها، مقوله انرژی به‌ویژه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌بایست مورد توجه جدی قرار گیرد به طوری که با شناخت ظرفیت‌های دانشگاه، اقدام به تدوین برنامه راهبردی نموده و با الزام اجرایی کردن اهداف و سیاست‌های تعیین شده در آن بتوان با مدیریت مصرف بهینه انرژی از تخریب محیط زیست جلوگیری کرد. اگرچه اجرای پروژه‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله پنل‌های خورشیدی نیازمند منابع مالی است اما دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی به‌عنوان پیشگامان تغییر و تحول در جامعه با اصلاح فرهنگ مصرف و بهبود ساختارها می‌توانند در ارتقاء سطح بهره‌وری در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی به منظور حفظ محیط زیست نقش تعیین‌کننده و تأثیرگذاری داشته باشند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت محترم دانشگاه گیلان برای پشتیبانی از این پژوهش، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌شود.

خورشیدی در بین سایر دانشگاه‌های آمریکا، بیش از ۵۰ درصد نیاز خود به انرژی برق را تأمین نمود و با جلوگیری از انتشار CO₂ معادل انتشار سالانه نزدیک به ۵۰۰۰ خودرو، به‌عنوان یک دانشگاه سبز تعهد خود را به محیط زیست و حفاظت از آن و استفاده پایدار از انرژی‌های تجدیدپذیر نشان داد (Leal Filho et al., 2019). همچنین، در پژوهشی دیگری آمده است که دانشگاه بات آمریکا از سال ۲۰۰۵ میلادی با نصب ۲۵۰۰۰ پنل خورشیدی ضمن تأمین سه چهارم انرژی مورد نیاز خود، از انتشار CO₂ تولیدی معادل بیش از ۱۰۰۰ وسیله نقلیه جلوگیری کرده است (Valls-Val and Bovea, 2021). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دانشگاه سیگد برای گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان‌های خود و همچنین بهینه‌سازی فناوری‌های فعلی و بهبود کارایی آنها، به شیوه‌ای متعهدانه اقدام به برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری کرده است و با نظارت و ارزیابی مستمر جهت نیل به اهداف تعیین شده مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با برگزاری کارگاه‌ها و رویدادهای اجتماعی در راستای افزایش آگاهی دانشجویان از اهمیت پایداری، استراتژی‌های جدیدی را تعریف می‌کند. با توجه به نگرانی‌ها درباره تغییرات آب و هوایی و افزایش تقاضا برای استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، ضروریست با رویکردی حفاظتی نسبت به محیط زیست، از انرژی‌های تجدیدپذیر که نقش بسیار مهمی در پایداری جامعه دارد، بهره‌مند شد و برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، فرهنگ‌سازی و استفاده از انرژی‌های نوین در راستای سیاست‌های کلان کشور در زمینه لزوم بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌ویژه در دانشگاه‌ها و

پی‌نوشت

- 1-UI GreenMetric Rankings
- 2-International Energy Agency (IEA)
- 3-Combined Cool Heat and Power Plant (CCPP)
- 4-Xeriscaping
- 5-Association of State Universities of the Caspian Region Countries

- 6-European University Alliance for Global Health (EUGLOH)
- 7-<http://greenmetric.ui.ac.id/>
- 8-<http://guilan.ac.ir/>
- 9-<https://u-szeged.hu/>

منابع

- رتبه‌بندی جهانی منتخب، سیاست نامه علم و فناوری: (۱)۷،
http://stpl.ristip.sharif.ir/article_20190.html. ۴۰-۳۱
- علیجانی، ب.، سلیقه، م. و شفائی گیگلو، ص.، ۱۳۹۷. نقش انرژی خورشید در توسعه پایدار شهر تهران (مطالعه موردی: ساختمان مسکونی، جغرافیا (فصلنامه انجمن جغرافیایی ایران): ۱۶(۵۹)، ۵۵-۳۸.
http://mag.iga.ir/article_246047.html
- فرقانی، ع. و آخوندی، ع.، ۱۳۹۲. درآمدی بر تدوین نقشه راه نیروگاه خورشیدی در ایران، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی: ۱۱(۲۱)، ۸۷-۱۰۶.
http://jtd.iranjournals.ir/article_5020.html
- مدی، ح.، ۱۴۰۰. امکان سنجی در انتخاب زمین برای استقرار نیروگاه برق فتوولتائیک در مقیاس کوچک، دو فصلنامه انرژی‌های تجدیدپذیر و نو: ۸(۱)، ۱۰۲-۱۱۲.
https://www.jrenew.ir/article_111155.html
- موسوی، س.ف. و پیری‌دمق، م.، ۱۳۹۴. توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر از منظر حقوق بین الملل، مطالعات حقوق انرژی: ۲(۲)، ۲۵۷-۲۸۷.
https://jrels.ut.ac.ir/article_57213.html
- مهدوی‌عادلی، م.ح.، سلیمی‌فر، م. و قزلباش، ا.، ۱۳۹۳. ارزیابی اقتصادی استفاده از انرژی برق خورشیدی (فتوولتائیک) و برق فسیلی در مصارف خانگی (مطالعه موردی: مجتمع سه واحدی در شهرستان مشهد)، سیاست گذاری اقتصادی: ۶(۱۱)، ۱۲۳-۱۴۷.
http://ep.yazd.ac.ir/article_418.html
- آقاجانی، د.، عباسپور، م.، رادفر، ر. و محمدی، ع.، ۱۳۹۷. نقش دانشگاه سبز در تاب‌آوری و مقابله با تغییر اقلیم، فصلنامه علمی - پژوهشی اقتصاد و مدیریت شهری: ۷(۲۵)،
<http://iueam.ir/article-1-1079-fa.html>. ۱۱۷-۱۳۳
- بهمنی، م. و بهرام‌مهر، ن.، ۱۳۹۵. ارزیابی اقتصادی استفاده از انرژی خورشیدی در روستاهای مناطق جنوبی ایران، مجله تحقیقات اقتصادی: ۵۱(۲)، ۳۰۷-۴۲۶.
https://jte.ut.ac.ir/article_58452.html
- حسینی، س.ا.، کرمانی، ع.م. و عرب‌حسینی، ا.، ۱۳۹۷. مطالعه اثر رطوبت و دمای محیط بر عملکرد پنل‌های فتوولتائیک، مهندسی و مدیریت انرژی: ۱(۸)، ۵۴-۶۵.
<http://energy.kashanu.ac.ir/article-1-895-fa.html>
- دانشوری، س.، سلاطین، پ. و خلیل‌زاده، م.، ۱۳۹۸. تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر اقتصاد سبز، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست: ۲۱(۱۲)، ۱۶۵-۱۷۹.
https://jest.srbiau.ac.ir/article_14016.html
- سلکی، ن.، موحدمحمدی، ح.، رضایی، ع. و موسوی بهرام‌آبادی، س.، ۱۳۹۷. تحلیل موانع و راهکارهای توسعه دانشگاه سبز از دیدگاه اعضای هیات علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، فصلنامه علوم محیطی: ۱۶(۴)، ۱۳۴-۱۱۳.
https://envs.sbu.ac.ir/article_97978.html
- شاهی، م. و علوی‌مقدم، م.، ۱۳۹۶. مقایسه رتبه دانشگاه‌های صنعتی امیرکبیر و صنعتی شریف براساس نظام‌های intellectual capital disclosure. *Meditari Accountancy Research*: 28(4), 655-679.
<https://doi.org/10.1108/MEDAR-07-2019-0519>
- Azzopardi, B. and Mutale, J., 2010. Life cycle analysis for future photovoltaic systems using hybrid solar cells. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*: 14(3), 1130-1134.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.016>
- Bulut, M., 2021. Building a Sustainable University Campus in Turkey: The Case of Istanbul Sabahattin Zaim University. *Journal of Sustainability Perspectives*, 1, 263-269.
<https://doi.org/10.14710/jsp.2021.12013>
- Cazzolle, M., Perchinunno, P. and Ricci, V., 2018. The Positioning of Italian Universities in the International Rankings. In *International Conference on Computational Science and Its Applications*, Springer, 51-68.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-95168-3_4
- Deus, R.M., Battistelle, R.A.G. and Silva, G.H.R.d., 2016. Sustainability insights from the
- Abtahi, S.M., 2021. Isfahan University of Technology (IUT): Towards a Green Campus Energy, Climate and Sustainable Development Initiatives at IUT. *Journal of Sustainability Perspectives: Special Issue: 1*, 424-430.
<https://doi.org/10.14710/jsp.2021.12035>
- Al-Najideen, M.I. and Alwashdeh, S.S., 2017. Design of a solar photovoltaic system to cover the electricity demand for the faculty of Engineering-Mu'tah University in Jordan. *Resource-Efficient Technologies*: 3(4), 440-445.
<https://doi.org/10.1016/j.refit.2017.04.005>
- Atici, K.B., Yasayacak, G., Yildiz, Y. and Ulucan, A., 2021. Green University and academic performance: An empirical study on UI GreenMetric and World University Rankings. *Journal of Cleaner Production*: 291, 125289.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125289>
- Aversano, N., Nicolò, G., Sannino, G. and Tartaglia Polcini, P., 2020. The Integrated Plan in Italian public universities: new patterns in

- mission statements of leading Brazilian Universities. *International Journal of Educational Management*: 30(3), 403-415. <https://doi.org/10.1108/IJEM-05-2014-0065>
- Gamage, P. and Sciulli, N., 2017. Sustainability reporting by Australian universities. *Australian Journal of Public Administration*: 76(2), 187-203. <https://doi.org/10.1111/1467-8500.12215>
- Gyarmati, L., 2018. Expansion of renewable energy resources and energy conscious behavior at the University of Szeged. In *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences: 48, 03006-03009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184803006>
- Heravi, G., Aryanpour, D. and Rostami, M., 2021. Developing a green university framework using statistical techniques: Case study of the University of Tehran. *Journal of Building Engineering*: 42, 102798. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102798>
- Leal Filho, W., Will, M., Salvia, A.L., Adomssent, M., Grahl, A. and Spira, F., 2019. The role of green and Sustainability Offices in fostering sustainability efforts at higher education institutions. *Journal of Cleaner Production*: 232, 1394-1401. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.273>
- Loguercio, A.P. and de Magalhães, R.F., 2021. The Energy Consumption Control as Support to the Environmental and Economic Sustainability of Public Universities. *Journal of Sustainability Perspectives*: 1, 347-352. <https://doi.org/10.14710/jsp.2021.12024>
- Lukman, R., Tiwary, A. and Azapagic, A., 2009. Towards greening a university campus: The case of the University of Maribor, Slovenia. *Resources, Conservation and Recycling*: 53(11), 639-644. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.04.014>
- Monemzadeh, M. and Talebi-Dastenaee, M., 2021. Energy Saving and Renewable Energy production at University of Kashan, Kashan, Iran. *Journal of Sustainability Perspectives: Special Issue*: 1, 148-153. <https://doi.org/10.14710/jsp.2021.11998>
- Najafian, S.M. and Karamidehkordi, E., 2018. Challenges of sustainability efforts of universities regarding the sustainable development goals: a case study in the University of Zanjan, Iran. In *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences: 48, 04001-04005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184804001>
- Pantaleão, C.C. and Cortese, T.T.P., 2018. Sustainable Campus in Brazilian Scenario: Case Study of the Federal University of Lavras. In *Towards Green Campus Operations*, Springer, Cham: 503-517. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76885-4_34
- Šebestová, J. and Sroka, W., 2020. Sustainable development goals and SMEs decisions: Czech Republic vs. Poland. *Journal of Eastern European and Central Asian Research (JEECAR)*: 7(1), 39-50. <https://doi.org/10.15549/jeeocar.v7i1.418>
- Sepetis, A., Goula, A., Kyriakidou, N., Rizos, F. and Sanida, M.G., 2020. Education for the Sustainable Development and Corporate Social Responsibility in Higher Education Institutions (HEIs): Evidence from Greece. *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*: 8(2), 86-106. doi: 10.4236/jhrss.2020.82006.
- Suwartha, N. and Sari, R.F., 2013. Evaluating UI GreenMetric as a tool to support green universities development: assessment of the year 2011 ranking. *Journal of Cleaner Production*: 61, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.034>
- UI GreenMetric Methodology, 2022. University of Indonesia GreenMetric World University Rankings Methodology. <https://greenmetric.ui.ac.id/about/methodology>. (Accessed 10 February 2022).
- UI GreenMetric Rankings, 2022. University of Indonesia GreenMetric World University Rankings Overall-Rankings. <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2017-2018-2019-2020-2021>. (Accessed 10 February 2022).
- University of Guilan Green Management, 2022. <https://green.guilan.ac.ir/>. (Accessed 10 February 2022).
- University of Szeged GreenMetric, 2022. <https://u-szeged.hu/>. (Accessed 1 March 2022).
- Valls-Val, K. and Bovea, M.D., 2021. Carbon footprint in Higher Education Institutions: a literature review and prospects for future research. *Clean Technologies and Environmental Policy*: 23(9), 2523-2542. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-021-02180-2>
- Wakkee, I., van der Sijde, P., Vaupell, C. and Ghuman, K., 2019. The university's role in sustainable development: Activating entrepreneurial scholars as agents of change". *Technological Forecasting and Social Change*: 141, 195-205. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.013>
- Zanellato, G. and Tiron-Tudor, A., 2021. Toward a Sustainable University: Babes-Bolyai University Goes Green. *Administrative Sciences*: 11(4), 133. <https://doi.org/10.3390/admsci11040133>