دوماهنامه مطالعات کاربردی در علوم مدیریت و توسعه
سال دهم، شماره ۳ (پیاپی: ۵۸)، مرداد ۱۴۰۴

توسعه دانشگاه هوشمند پایدار مدلی نوین در آموزش و پژوهش

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۵
کد مقاله: ۴۶۵۲۸

نسیم روشنی*[۱]، بهمن خسروی پور[۲]

چکـیده

دانشگاه‌ها به عنوان مراکز تولید علم و دانش، نقش مهمی در توسعه پایدار و آموزش نسل‌های آینده دارند. با توجه به چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی، دانشگاه‌ها باید به سمت مدل‌های هوشمند و پایدار حرکت کنند زیرا پایداری زیست‌محیطی در گفتمان دانشگاه‌های هوشمند پایدار گنجانده شده است. با این اوصاف هدف پژوهش حاضر آشنایی با توسعه و اجرای دانشگاه هوشمند پایدار و مزایا و موانع آن می‌باشد. بدین منظور در این پژوهش به بررسی مفهوم دانشگاه هوشمند پایدار و ویژگی‌های آن، مزایای دانشگاه هوشمند پایدار، موانع دانشگاه هوشمند پایدار، توسعه و اجرای دانشگاه هوشمند پایدار، مدل‌های یادگیری هوشمند و مزایا و چالش‌های آنها بر دانشگاه‌های هوشمند پایدار پرداخته شده و در پایان جمع‌بندی ارائه شده است. بر اساس جمع‌بندی ارائه شده در این پژوهش، دانشگاه‌های هوشمند پایدار می‌توانند به عنوان یک مدل نوین آموزشی و پژوهشی به حل چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی کمک کنند. با این حال، برای تحقق این هدف، نیاز به سرمایه‌گذاری در فناوری، آموزش و فرهنگ‌سازی وجود دارد.

واژگـان کلـیدی: دانشگاه هوشمند، پایداری، مزایا، موانع.

۱- گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران، تهران، roshaninasim@pnu.ac.ir.
۲- استاد گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]

۱- مقدمه

امروزه بحران محیط‌زیستی دیگر در هیچ جای دنیا قابل انکار نیست. هر روز اخبار مختلفی از نابود شدن جنگل‌ها، خشک شدن دریاچه‌ها، منقرض شدن گونه‌های گیاهی و جانوری، گرم شدن کره‌ی زمین و تغییر اقلیم شنیده می‌شود (رضایی و رضایی مقدم، ۱۴۰۳). در واقع جهان در حال حاضر با چالش‌های محیط‌زیستی در رابطه با تغییرات آب و هوا و گرمایش جهانی مواجه است، بنابراین پایداری به سرعت از یک موضوع ساده به یک دستور کار مهم تبدیل می‌شود (Anthony Jnr et al., 2019). مؤسسات آموزش عالی به عنوان محرکی برای نوآوری، ایجاد دانش و سرمایه اجتماعی و ارزش‌گذاری هستند (Santos & Caseiro, 2015). دانشگاه‌ها و کالج‌ها سنگ بنای تدوین، توسعه و نوآوری تحقیق هستند، جایی که محققان و اساتید برای حل بسیاری از چالش‌های جهانی با استفاده از روش‌ها و ابزارهای منحصر به فرد برای دستیابی به پایداری تلاش می‌کنند (Mahariya et al., 2023). در این زمینه، اگرچه اهداف اصلی یک دانشگاه به تحقیق و آموزش مرتبط است، اما می‌تواند یک محیط ایده‌آل برای انجام اقداماتی باشد که به محیط‌زیست و به طور کلی پایداری کمک می‌کند. چرا که اولاً، دانشگاه یک نظریه ساز است و بنابراین نقش مهمی در افزایش آگاهی مردم از اهمیت موضوع در کل جامعه ایفا می‌کند. علاوه بر این، امکان توسعه تحقیقات و راه‌حل‌هایی وجود دارد که مستقیماً به توسعه پایدار و بهبود کیفیت زندگی جامعه کمک کند (Moraes et al., 2020). در واقع دانشگاه‌ها و کالج‌ها نقش حیاتی در توسعه دانش و نوآوری، به ویژه در فناوری‌ها و کالاهای سازگارتر با محیط زیست برای ترویج زندگی پایدار، ایفا می‌کنند. آن‌ها مکان‌های حیاتی برای کاوش، آزمایش، توسعه و برقراری ارتباط در مورد شرایط لازم برای تغییر مؤثر و پایدار هستند(Zaballos et al., 2020) . مؤسسات آموزش عالی نیاز به اجرای طرح‌های پایدار در حمایت از دستیابی به پایداری برای کاهش ضایعات، بهره‌وری انرژی، کاهش مصرف آب، محیط کار سالم و همچنین هوای پاک داخلی دارند (Sonetti et al., 2016). چراکه مؤسسات آموزش عالی از نظر ویژگی‌های شهری و اندازه جمعیت مشابه شهرهای کوچکتر هستند. علاوه بر این، فعالیت‌های متعددی در سراسر پردیس‌ها انجام می‌شود که تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم بر محیط طبیعی دارند (Alshuwaikhat and Abubakar, 2008). از این رو، برای دست اندرکاران مؤسسات آموزش عالی لازم است که شیوه های پایدار را اجرا کنند (Zakaria et al., 2016). این ابتکارات می تواند باعث بهبود کیفیت زندگی برای همه، نشاط اقتصادی بهتر و کاهش ردپای کربن در محیط‌زیست شود (Mat et al., 2011).

با این اوصاف مؤسسات آموزش عالی در سراسر جهان، توسعه پایدار را در اولویت قرار می‌دهند. استفاده از مقادیر زیادی از منابع زیست‌محیطی، که بخش بزرگی از کاهش انرژی‌های تجدیدناپذیر، انتشار گازهای گلخانه‌ای، استفاده از مواد اولیه، تولید زباله، مصرف آب شیرین و غیره را تشکیل می‌دهد، اهمیت اجرای عملیات هوشمند و پایدار در مؤسسات آموزش عالی را نشان می‌دهد (Karimi Alavijeh & Sidal, 2025). بنابراین، دانشگاه‌ها باید توجه داشته باشند که چگونه می‌توانند به طور مستقیم یا غیرمستقیم در دستیابی به اهداف توسعه پایدار مشارکت داشته باشند. یکی از راه‌هایی که آن‌ها می‌توانند برای این امر در داخل کار کنند، اجرای راه‌حل‌های پردیس هوشمند پایدار است (Moraes et al., 2020). دانشگاه‌ها که به عنوان مراکز تولید علم و دانش، نقش مهمی در توسعه پایدار و آموزش نسل‌های آینده دارند. با توجه به چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی، باید به سمت مدل‌های هوشمند و پایدار حرکت کنند (González et al., 2019). لذا، بسیاری از دانشگاه‌ها در حال ادغام فناوری‌های هوشمند برای ایجاد مفهوم "پردیس هوشمند" هستند (Mahariya et al., 2023). در واقع آموزش یکی از ارکان اساسی ایجاد یک جامعه پایدار است. در مواجهه با چالش‌های فزاینده زیست‌محیطی و اجتماعی، مانند تغییرات اقلیمی و بحران منابع، آموزش باید برای آماده‌سازی نسل‌های آینده سازگار شود. در این زمینه، مفهوم یک دانشگاه سبز نوآورانه که فناوری و پایداری را ادغام می‌کند، ضروری می‌شود. یک دانشگاه سبز هوشمند نه تنها بر مدیریت کارآمد منابع تمرکز دارد، بلکه یک محیط یادگیری ایجاد می‌کند که از توسعه مهارت‌های مورد نیاز برای قرن بیست و یکم پشتیبانی می‌کند (Kurniawan et al., 2025). طبق ادبیات، یک دانشگاه پایدار، یک مؤسسه آموزش عالی است که در سطح منطقه‌ای یا جهانی، به حداقل رساندن اثرات منفی زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی ناشی از استفاده از منابع خود می‌پردازد، آن‌ها را درگیر می‌کند و ترویج می‌دهد تا وظایف خود را در زمینه آموزش، تحقیق، اطلاع‌رسانی و مشارکت و نظارت بر راه‌هایی برای کمک به جامعه در گذار به سبک زندگی پایدار انجام دهد (Zaballos et al., 2020). از طرفی پردیس هوشمند فضایی است که در آن فضاهای فیزیکی و مجازی از طریق استفاده از دستگاه‌های هوشمند تعامل دارند (Moraes et al., 2020).

دانشگاه هوشمند پایدار به معنای استفاده از فناوری‌های نوین برای بهینه‌سازی فرآیندهای آموزشی، پژوهشی و مدیریتی است (González et al., 2019). این مفهوم به بهبود تجربیات بهتر در جامعه دانشگاهی کمک می‌کند و از طریق فرآیند یادگیری پیشرفته، شیوه‌های متنوعی از تدریس را برای دانشجویان و اساتید ارائه می‌کند. پیاده سازی پردیس هوشمند همچنین مدیریت پردیس را با ابزارهای مختلف برای مدیریت کارآمد پردیس ارائه می‌دهد (Musa et al., 2021). ایده اصلی پردیس هوشمند، تلاش دانشگاه برای ادغام مجموعه‌ای از فناوری‌های پیشرفته برای بهبود عملکرد دانشگاه، کیفیت فارغ التحصیلان و همچنین

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]

سهولت زندگی از طریق ارائه خدمات فناوری اطلاعات ارزشمند و پویا و کاربر محور است (Muhamad et al,. 2017) . در عصر اطلاعات که داده‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع برای تصمیم‌گیری و بهبود فرآیندها شناخته می‌شوند. در حوزه آموزش، یادگیری مبتنی بر داده به استادان و دانشجویان این امکان را می‌دهد که با استفاده از تحلیل داده‌ها، تجربه یادگیری را بهینه‌سازی کنند (Siemens, 2013). توسعه پردیس هوشمند پایدار خدمات دیجیتال را در منابع آموزشی، فعالیت های یادگیری، شیوه‌های زیست‌محیطی در محوطه دانشگاه و کیفیت کلی زندگی ساکنان دانشگاه را افزایش می‌دهد (Ahmed et al,. 2020). با این اوصاف این مقاله به بررسی ویژگی‌ها، مزایا و چالش‌های دانشگاه‌های هوشمند پایدار می‌پردازد و راهکارهایی برای تحقق این هدف ارائه می‌دهد.

۲- مفهوم دانشگاه هوشمند پایدار و ویژگی های آن

پایداری و فناوری، معماری و مدیریت پردیس‌های آموزش عالی را در سراسر جهان تغییر داده‌اند (Liu, 2025) . مفاهیم پردیس هوشمند در سال‌های اخیر در بسیاری از دانشگاه‌های جهان پیاده‌سازی شده است. هدف این مفهوم ارتقای مدیریت در سطح دانشگاه و همچنین فعالیت‌ها به روشی هوشمند است. پردیس هوشمند مبتنی بر مفهوم شهرهای هوشمند است که در آن پردیس سنتی را به یک پردیس هوشمند تبدیل می‌کند. اجرای پردیس هوشمند می‌تواند مزایای متعددی را برای جامعه پردیس و ذینفعان فراهم کند. با این حال، ذینفعان مختلف دیدگاه‌ها و نیازهای متفاوتی نسبت به اجرای هوشمند پردیس دارند (Musa et al,. 2021). مفهوم پردیس هوشمند سبز، ریشه در نظریه‌های پایداری و مدل‌های یادگیری تجربی دارد. این مفهوم بر ادغام فناوری سبز در محیط‌های آموزشی تأکید دارد. این چارچوب، استفاده از زیرساخت‌های انرژی‌محور، حمل‌ونقل پایدار و مدیریت منابع را برای ایجاد یک پردیس سازگار با محیط زیست که از نظارت بر محیط زیست و توسعه مهارت‌های عملی پشتیبانی می‌کند، توصیه می‌کند (Michael & Elser, 2019;Safitri et al., 2020; Ja'afar, 2023; Kurniawan et al,. 2025). مبانی نظری که از این مفهوم ناشی می‌شود این است که پایداری باید یک هدف و یک عمل اصلی در مؤسسات آموزشی باشد و دانشجویان را به سمت توسعه رفتارهای آگاهانه زیست‌محیطی از طریق مشارکت فعال در ابتکارات سبز هدایت کند (Kurniawan et al,. 2025). دانشگاه هوشمند منطقه‌ای نوظهور و به سرعت در حال رشد است که نشان دهنده ادغام خلاقانه فناوری‌های هوشمند، ویژگی‌های هوشمند، نرم افزارهای هوشمند، سیستم‌های سخت افزاری، آموزش هوشمند، برنامه‌های درسی هوشمند، یادگیری هوشمند و تجزیه و تحلیل دانشگاهی و شاخه‌های مختلف علوم کامپیوتر و مهندسی کامپیوتر است (Jain et al,. 2021). پردیس‌های هوشمند، اکوسیستم شهر هوشمند را مدل‌سازی می‌کنند و در کنار عملکردهای سنتی تدریس، یادگیری و تحقق یادگیری مادام‌العمر، تحقیق، نوآوری و کارآفرینی را نیز ترویج می‌دهند و برنامه‌های مختلف آزمایشگاه زنده را ارائه می دهند (Polin et al,. 2023). پردیس هوشمند یک محیط یکپارچه کار، تحصیل و زندگی مبتنی بر اینترنت اشیا است. این محیط از انواع مختلف سیستم خدمات کاربردی به عنوان حامل استفاده می‌کند و تدریس، تحقیقات علمی، مدیریت و زندگی دانشگاهی را با هم ترکیب می کند. به طور خلاصه، پردیس هوشمند ساخت یک پردیس امن، پایدار، سازگار با محیط زیست و صرفه جویی در انرژی است (Liu, 2017). پردیس هوشمند با پلتفرم‌ها و فناوری‌های دیجیتالی، نوآوری را برای نسل‌های آینده تقویت می‌کند. داده‌های تولید شده از پلتفرم دیجیتالی به تصمیم‌گیری هوشمندانه کمک می‌کند و همچنین به ایجاد فضایی برای همکاری تحقیقاتی کمک می‌کند (Mahariya et al., 2023). یک پردیس هوشمند، همزیستی بهتری بین جمعیت دانشگاه و محیط اطراف آن ایجاد می‌کند، منابع درون پردیس را به طور مناسب مدیریت می‌کند و مکان‌های مطلوبی را برای یادگیری فراهم می کند (Villegas-Ch et al., 2019). پردیس هوشمند استفاده از اینترنت اشیاء، ترکیب داده‌ها، محاسبات ابری، داده کاوی و سایر فناوری‌های اطلاعاتی، برای ادغام سیستم‌های کسب و کار مستقل و منابع دانشگاه در یک کل ارگانیک با قابلیت همکاری بالا، ادراک و همچنین توانایی خدمات برای پشتیبانی است. این پردیس شکل جدیدی از دانشگاه خواهد بود (Liu, 2017). دانشگاه‌های هوشمند باید برنامه‌های آموزشی و پژوهشی خود را بر اساس اصول پایداری طراحی کنند. این شامل آموزش مهارت‌های مرتبط با توسعه پایدار و تشویق به پژوهش‌های کاربردی در این زمینه است (Bocken et al., 2014).

با پیشرفت فعلی علم و فناوری، فناوری داده‌های بزرگ، فناوری اینترنت اشیاء، رایانش ابری، فناوری اینترنت موبایل پیشرفت زیادی داشته است. در این زمینه ساخت پردیس هوشمند به تدریج توجه مردم را به خود جلب کرده است، پردیس هوشمند یک پردیس دیجیتالی است که می تواند زندگی و محیط آکادمیک بهتری را برای استادان و دانشجویان دانشگاه فراهم کند. پردیس هوشمند شکل پیشرفته‌ای از اطلاعات دانشگاه و همچنین گسترش و بهبود بیشتر پردیس دیجیتال است. از ترکیبی از فناوری اطلاعات در حال ظهور، محاسبات ابری، اینترنت اشیا، اینترنت موبایل، داده‌های بزرگ، هوش تجاری، مدیریت دانش و شبکه‌های اجتماعی استفاده کرده است. پردیس هوشمند می‌تواند به استادان و دانشجویان به طور کلی کمک کند تا محیط فیزیکی دانشگاه را درک کنند. شرایط مطالعه و کار و ویژگی‌های فردی خود را با شناسایی هوشمندانه بشناسند. همچنین، فضای فیزیکی و فضای

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]

دیجیتال را به هم می پیوندد تا یک محیط آموزشی هوشمند و باز برای استادان و دانشجویان ایجاد کند. علاوه بر این، نحوه تعامل استادان و دانشجویان با منابع دانشگاه و محیط را تغییر می‌دهد و نوآوری خدمات شخصی‌شده مردم‌گرا را درک می‌کند. پردیس هوشمند دارای ویژگی های زیر است(Liu, 2017):

۱. اینترنت پر سرعت در همه جا: شبکه اساس عصر اطلاعات است. بدون شبکه، بخش عمده‌ای از کار آموزشیِ اطلاع‌رسانی محقق نخواهد شد. اساس شبکه‌ی پردیس هوشمند بیشتر بر اینترنت موبایل و اینترنت اشیا تمرکز دارد. این امر باید به اتصال کلی فرد به فرد، فرد به شیء و شیء به شیء در پردیس دانشگاه دست یابد. همچنین، پهنای باند را در هر زمان و هر مکان فراهم می‌کند.

۲. استفاده گسترده از ترمینال هوشمند: ترمینال هوشمند می‌تواند به محاسبات فراگیر در هر زمان و هر مکان، دسترسی به اطلاعات و ادراک، که به یک وسیله‌ی محبوب در بین اساتید و دانشجویان دانشگاه تبدیل شده است، دست یابد. استفاده‌ی گسترده از فناوری حسگر هوشمند، استفاده از مدیریت و کنترل از راه دور تجهیزات دیجیتال را آسان‌تر کرده است. بنابراین، انواع اطلاعات نظارتی را می‌توان در هر زمان به دست آورد، تعامل افراد و اشیا نیز واقعی می‌شود. درک جامع از محیط پردیس و وضعیت فعال اساتید و دانشجویان به اساس مادی پردیس تبدیل می‌شود.

۳. کار گروهی راحت: همکاری جمعی با آگاهی کامل، پایه و اساس مهمی برای نشان دادن خرد انسانی است. از طریق پشتیبانی ابزارهایی مانند ارتباطات یکپارچه، دستور کار مشترک و کار مشارکتی، خدمات ارتباطی و همکاری یکپارچه و چندوجهی برای استادان و دانشجویان به طور فراگیر ارائه می‌شود و از همکاری فردی و گروهی، تعامل آنلاین و آفلاین، گسترش مطالعه و بحث از کلاس به خارج از کلاس و تحقیقات مشارکتی از آزمایشگاه به فضای مجازی پشتیبانی می‌کند.

۴. همزیستی دانش جمعی و شکوفایی: در مورد کالج‌ها و دانشگاه‌هایی که مسئول ایجاد و انتشار دانش هستند، به این معنی است که حمایت از ایجاد، انتشار، مدیریت و استفاده از دانش، وظیفه مهمی برای پردیس هوشمند و همچنین ویژگی اصلی آن است. پردیس هوشمند با ارائه ابزارهای مناسب برای ذخیره‌سازی، طبقه‌بندی و اشتراک‌گذاری دانش به افراد، کمک می‌کند تا داده‌ها و اطلاعات مختلف را به دانش ارزشمندتر منتقل کنند و به جمع‌آوری دانش، هضم و جذب دانش، اشتراک‌گذاری دانش و نوآوری دست یابند. با ساخت سیستم مدیریت دانش مبتنی بر دانش تیمی، اطلاعات و دانش دانشگاه می‌تواند از طریق فرآیند ایجاد، اشتراک‌گذاری، ادغام، ثبت، به‌روزرسانی، نوآوری، تشکیل چرخه خرد پایدار، به طور مداوم به سیستم بازخورد دهد و در نتیجه نوآوری دانش دانشگاه را ارتقا دهد.

۵. ادغام برنامه های کاربردی کسب و کار هوشمند: عملکردهای پردیس هوشمند در نهایت باید در کسب و کار پردیس منعکس شود. ما باید تقسیم‌بندی کسب و کار پردیس دیجیتال و معماری اطلاعات نسبتاً بسته را کنار بگذاریم، یک معماری فناوری اطلاعات باز، یکپارچه و مشارکتی، مبتنی بر محاسبات ابری و فناوری کلان داده برای ذخیره داده‌های عظیم، محاسبه و تجزیه و تحلیل، ترکیب طیف گسترده‌ای از کاربران برای جذب "خرد" برای شرکت در تحقق برنامه‌های کاربردی تجاری سفارشی شخصی‌سازی شده، و ابتکار عمل را برای پیشبرد توصیه‌های هوشمند برای ترویج تحقق ادغام هوشمند، در هر زمان، هر مکان، برنامه‌های کاربردی شخصی‌سازی شده تصادفی بر اساس تقاضا، و ترویج ارتباطات فردی، شخصی محاسبه شده برای ایجاد توسعه شخصی، برای به حداکثر رساندن اثربخشی کلی خرد پردیس، و افزایش قابل توجه توانایی تحقیق و یادگیری تصمیمات مدیریتی مبتنی بر فناوری اطلاعات.

۶. تسلط بر خرد بیرونی: دانشگاه‌ها و کالج‌ها به معنای سنتی، برج عاج نیستند، دانشگاه‌های مدرن باید با جامعه ادغام شوند. بنابراین، خرد دانشگاه منزوی نیست و نیازهای دنیای بیرون از طریق تسلط بر خرد بیرونی شکل می‌گیرد و نوآوری و توسعه پایدار دانشگاه را ارتقا می‌دهد. به عنوان مثال، فعالیت‌های دانشگاهی استادان باید تبادلات گسترده‌ای با همتایان داخلی و خارجی داشته باشد، زیرا نوآوری و دستاوردهای درجه یک تدریس و تحقیق فقط در محیط توسعه جهانی قابل ایجاد است. مثال دیگر، از طریق یادگیری متقابل، ارتباط، مقایسه و ارجاع بین سایر دانشگاه‌ها، دانشگاه می‌تواند روند اصلاح و توسعه کالج‌ها و دانشگاه‌ها را درک کند و سنت و ویژگی‌های خود را توسعه دهد. بر اساس نیازهای توسعه اجتماعی برای دانشگاه، مانند نیازهای اشتغال، نیازهای کیفی استعدادها و غیره، می‌توان تنظیمات رشته را تنظیم کرد و برنامه‌های آموزشی را برای دانشجویان بهبود بخشید. با درک روندهای پیشرفت اقتصادی و اجتماعی، پیشرفت فناوری و اصلاح و توسعه آموزش، می‌توان برنامه‌های توسعه دانشگاه را به طور مداوم بهینه کرد و دانشگاه را به سمت توسعه پایدار و سریع سوق داد.

۳- مزایای دانشگاه هوشمند پایدار

- مدل پردیس هوشمند سبز با فراهم کردن بستری برای دانشجویان جهت مشارکت در پروژه‌هایی مانند نصب انرژی‌های تجدیدپذیر و طراحی ساختمان‌های پایدار، توانایی دانشجویان را برای حل مشکلات پیچیده پرورش می‌دهد، اما مهم‌تر از آن،

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]

نوآوری و خلاقیت را تشویق می‌کند. مدل پردیس هوشمند پایدار نقش مهمی در پرورش این ویژگی‌ها دارد که برای توسعه راه‌حل‌های پایدار برای مسائل زیست‌محیطی ضروری هستند (Kurniawan et al,. 2025).

- دانشگاه هوشمند پایدار از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، اینترنت اشیاء و داده‌های کلان برای بهینه‌سازی فرآیندهای آموزشی و پژوهشی استفاده می‌کنند. به عنوان مثال، استفاده از سیستم‌های مدیریت یادگیری هوشمند به شخصی‌سازی تجربه یادگیری کمک می‌کند (Zhang et al., 2020). با اجرای پردیس هوشمند پایدار که از پیشرفته‌ترین روش‌ها مانند محاسبات ابری و ذخیره‌سازی ابری، اطلاعات و شبکه‌های دیجیتال پایه و همچنین ایجاد محیط آموزش مجازی استفاده می‌کند، می‌توان از محدودیت‌های مکانی-زمانی پردیس‌های سنتی اجتناب کرد (Cao et al,. 2018) . با توجه به اینکه این دانشگاه‌ها از داده‌های کلان و تحلیل‌های پیشرفته برای بهبود فرآیندهای آموزشی و پژوهشی استفاده می‌کنند. این رویکرد به آن‌ها کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری اتخاذ کنند و به نیازهای دانشجویان پاسخ دهند. این فناوری‌ها به دانشگاه‌ها کمک می‌کنند تا داده‌های مربوط به عملکرد دانشجویان و منابع را جمع‌آوری و تحلیل کنند (Zhang et al., 2020) .
- دانشگاه هوشمند پایدار به طور فعال به دنبال توسعه پایدار هستند و برنامه‌های آموزشی و پژوهشی خود را بر اساس اصول پایداری طراحی می‌کنند. آن‌ها به مدیریت منابع طبیعی و انرژی توجه ویژه‌ای دارند استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش مصرف آب و مدیریت پسماندها از جمله اقداماتی است که می‌تواند به پایداری دانشگاه کمک کند (Khan et al., 2021). این دانشگاه‌ها از سیستم‌های هوشمند برای مدیریت منابع خود استفاده می‌کنند. به عنوان مثال، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و سیستم‌های مدیریت انرژی می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و اثرات زیست‌محیطی کمک کند (Bocken et al., 2014).
- دانشگاه‌های هوشمند پایدار می‌توانند به دانشجویان مهارت‌های لازم برای مواجهه با چالش‌های جهانی و محلی را آموزش دهند. این مهارت‌ها شامل تفکر انتقادی، حل مسئله و کار گروهی است (Bocken et al., 2014).
- این دانشگاه با ترکیب فناوری‌هایی مانند روشنایی هوشمند، سیستم‌های مدیریت انرژی و ابزارهای حفاظت از آب، ردپای اکولوژیکی خود را کاهش داده و نتایج یادگیری را افزایش می‌دهند. این نوآوری‌های سبز هم به عنوان ابزار آموزشی و هم به عنوان برنامه‌های کاربردی پایداری عملی عمل می‌کنند و دانشجویان را برای مشارکت معنادار در تلاش‌های حفاظت از محیط زیست در مشاغل آینده خود آماده می‌کنند (Kurniawan et al,. 2025).
- دانشگاه هوشمند پایدار به تعامل و همکاری با جامعه محلی و صنایع توجه ویژه‌ای دارند. آن‌ها به دنبال ایجاد پروژه‌های مشترک و تبادل دانش با جامعه هستند این تعامل می‌تواند به تبادل دانش و تجربیات کمک کند و به حل چالش‌های محلی و جهانی منجر شود (González et al., 2019).
- دانشگاه‌های هوشمند پایدار می‌توانند با ارائه راهکارهای نوین به حل مشکلات اجتماعی و زیست‌محیطی کمک کنند. به عنوان مثال، پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه تغییرات اقلیمی می‌تواند به افزایش آگاهی عمومی و توسعه راهکارهای مؤثر کمک کند(González et al., 2019).

۴- موانع دانشگاه هوشمند پایدار

اگرچه استراتژی‌های زیادی برای توسعه پردیس هوشمند وجود دارد، اما محدودیت‌هایی نیز وجود دارد که در هنگام توسعه برنامه‌های کاربردی برای پردیس هوشمند مانند مالی، مدت زمان و قوانین باید در نظر گرفته شوند (Musa et al,. 2021).

- پیاده‌سازی فناوری‌های هوشمند و پایدار نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه بالایی است که ممکن است برای برخی دانشگاه‌ها چالش‌برانگیز باشد (Khan et al., 2021).
- در برخی مناطق، عدم دسترسی به فناوری‌های پیشرفته می‌تواند مانع از تحقق دانشگاه‌های هوشمند پایدار شود. این چالش به ویژه در کشورهای در حال توسعه مشهود است (Zhang et al., 2020).
- مدیریت تغییرات و هماهنگی بین بخش‌های مختلف دانشگاه برای پیاده‌سازی مدل‌های هوشمند و پایدار می‌تواند دشوار باشد. این امر نیازمند رهبری قوی و استراتژی‌های مدیریتی مؤثر است (González et al., 2019).
- نیاز به آموزش و فرهنگ‌سازی در بین اعضای هیئت علمی و دانشجویان برای پذیرش و استفاده از فناوری‌های نوین وجود دارد. این امر می‌تواند زمان‌بر و هزینه‌بر باشد (Bocken et al., 2014).

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]

۵- توسعه و اجرای دانشگاه هوشمند پایدار

توسعه یک پردیس هوشمند باید تمام عواملی را که بر فعالیت‌های روزانه پردیس تأثیر می‌گذارند، در نظر بگیرد. توسعه یک پردیس هوشمند فراتر از وابستگی صرف به زیرساخت‌ها، باید بر مزایایی که برای جامعه پردیس و ذینفعان فراهم می‌کند، تمرکز کند و تعامل متعادلی بین پردیس و محیط زیست را تضمین کند. ایجاد چارچوبی که هم با ادبیات و هم با سیستم‌ها و برنامه‌های موجود همسو باشد و به عنوان راهنمایی برای اجرای یک پردیس هوشمند عمل کند، بسیار مهم است. ارکان پیشنهادی برای اجرای یک پردیس هوشمند در چین شامل دانشگاهی، پژوهشی، تجربه دانشجویی و خدمات است. این ارکان برای تحقق موفقیت‌آمیز یک پردیس هوشمند ضروری هستند و به خوبی با نقش‌های مدیریت ارشد در مؤسسات آموزشی همسو هستند. آنها با افزایش کیفیت آموزش، قابلیت‌های پژوهشی، زندگی دانشجویی و خدمات اداری، نقش محوری در دستیابی به اهداف یک پردیس هوشمند ایفا خواهند کرد (Liu, 2025). در حالی که استراتژی‌های متعددی برای توسعه یک دانشگاه هوشمند وجود دارد، باید محدودیت‌های متعددی مانند محدودیت‌های مالی، مدت زمان پروژه و الزامات نظارتی در نظر گرفته شود. حوزه‌های هوشمند هر ستون پیشنهادی باید با دقت برنامه‌ریزی و بر اساس نیازهای ذینفعان و مزایای آینده اولویت‌بندی شوند. با تمرکز بر این اولویت‌ها، دانشگاه‌ها می‌توانند اجرای مؤثر و پایدار ابتکارات دانشگاه هوشمند را که اهداف و آرمان‌های بلندمدت همه طرف‌های درگیر را برآورده می‌کند، تضمین کنند(Liu, 2025).

سه حوزه اصلی تمرکز در پردیس هوشمند پایدار برای اطمینان از عملیات و عملکردهای کارآمد وجود دارد که عبارتند از: پایداری، زیرساخت و تجربه. حوزه اول، پایداری بر مدیریت منابع و محیط زیست مانند انرژی، آب، مدیریت پسماند و انتشارات متمرکز است. حوزه دوم که زیرساخت است، بر توسعه و مدیریت زیرساخت های پردیس مانند سیستم مدیریت ساختمان، مرکز ابر داده، پارکینگ هوشمند، حمل و نقل خودکار و همچنین حسگرها تمرکز دارد. در نهایت، تجربیات کاربر بر ابزار و تجربه کاربر نهایی مانند سلامت، ایمنی، کنترل دسترسی هوشمند و کافه تریا هوشمند متمرکز شده است (Musa et al,. 2021).

بنابراین برنامه‌های راه اندازی شده به عنوان بخشی از ابتکار "هوشمند پایدار" دانشگاه را می توان به ابعاد تکنولوژیکی، انسانی، نهادی و محیطی تقسیم کرد (شکل ۱). اگرچه یک برنامه ممکن است در یک بعد واحد هدف قرار گیرد، ممکن است از برنامه‌هایی از ابعاد دیگر استفاده کند تا اثربخشی کلی آن را افزایش دهد. زیربنای هر چهار بعد یک رویکرد انسان گرایانه است که در قلب چارچوب قرار دارد. درست مانند اینکه چگونه شهروندان هسته اصلی ابتکارات شهر هوشمند هستند، این رویکرد بر نیاز به قرار دادن سهامداران کلیدی دانشگاه، به ویژه کاربران نهایی آن، در هسته هر ابتکار دانشگاه هوشمند پایدار تاکید دارد. بنابراین اولویت‌بندی رویکرد انسان‌گرایانه از پایین به بالا به ما کمک می‌کند بهتر ارزیابی کنیم که چگونه دانشگاه‌ها می‌توانند به سمت هوشمند شدن و پایدار شدن حرکت کنند (Das et al,. 2022):

بعد فناوری: استدلال شده است که یک زیرساخت فن‌آوری با عملکرد خوب یکی از رویکردهای اتخاذ شده در ساخت دانشگاه‌های هوشمند است. این بعد از طریق ادغام و استفاده از فناوری‌ها در مناطق مختلف پردیس دانشگاه نشان داده می‌شود. شامل استفاده از فناوری‌های هوشمند و مشارکتی در محیط‌های یادگیری دانشگاه، تحرک و سایر زیرساخت‌های فیزیکی در محوطه دانشگاه است. یک پردیس هوشمند باید بتواند درجه ای از یکپارچگی بین خدمات و امکانات ارائه شده را نیز نشان دهد. یکی از نمونه‌های استفاده از فناوری، پذیرش فناوری کارت هوشمند در دانشگاه واشنگتن است. این کارت هوشمند به دانشجویان امکان دسترسی به امکانات دانشگاه را می دهد و همچنین به عنوان یک کارت با ارزش ذخیره شده برای خدماتی مانند خشکشویی عمل می کند. علاوه بر پیاده‌سازی فناوری، تحقیق و توسعه می‌تواند به عنوان یک جزء حیاتی در یک دانشگاه هوشمند تلقی شود. سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه مهم است زیرا نوآوری را هدایت می کند و به استقرار موثر فناوری‌ها و زیرساخت‌های فناوری کمک می‌کند و در کل به تسریع رشد یک شهر هوشمند کمک می کند. بنابراین، یک زیرساخت تحقیق و توسعه قوی در یک دانشگاه هوشمند پایدار نه تنها برای محوطه دانشگاه، بلکه برای شهر نیز حیاتی است. فناوری ممکن است به عنوان محرکی برای تقویت رقابت و تبدیل دانشگاه‌ها به دانشگاه‌های هوشمند عمل کند. با این حال، باید بر رفع نیازهای ساکنان آن تمرکز کرد و از کسانی که از نظر فنآوری آگاه نیستند غفلت نشود. بنابراین، تمرکز کاربر محور باید در خط مقدم هر پیاده‌سازی فناوری‌های هوشمند در یک دانشگاه هوشمند پایدار باشد.

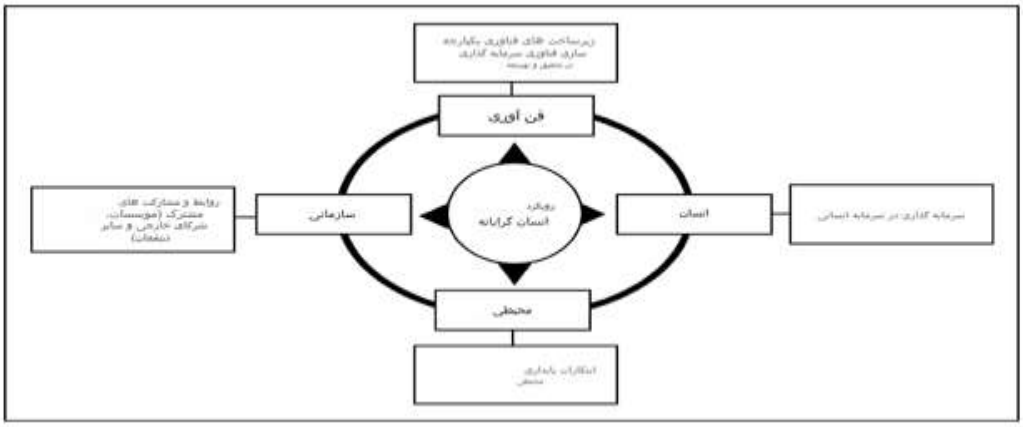
بعد انسانی: در دانشگاه‌های هوشمند پایدار، برنامه درسی باید دانشجویان را برای چالش‌های اقتصاد دیجیتال جدید آماده کند. یادگیری مادام العمر یک جنبه مهم مرتبط با توسعه سرمایه انسانی در ارتباط با توسعه شهرهای هوشمند است. تعهد به یادگیری مادام‌العمر نه تنها کیفیت سرمایه انسانی افزایش می‌دهد، بلکه به ارتقای کیفیت زندگی برای همه کمک می‌کند. بنابراین، این منابع جدید سرمایه انسانی با کیفیت می توانند به شهر کمک کنند تا راه حل‌های هوشمند را به سمت توسعه شهری هدایت کند.

بعد نهادی یا سازمانی: در دانشگاه‌های هوشمند پایدار، یک رهبری مؤثر با سیاست‌هایی برای مشارکت دادن دانشجویان، اساتید و کارکنان در ابتکارات هوشمند خود، به حرکت به سوی دانشگاه هوشمند کمک می‌کند. دانشگاه‌های هوشمند پایدار

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]

همچنین می‌توانند فرصت‌های مشابهی را فراهم کنند و محیطی را ایجاد کنند که در آن فرصت‌هایی به دانشجویان داده شود و برای نوآوری مشترک توانمند شوند.

بعد محیطی: پایداری زیست‌محیطی در گفتمان دانشگاه‌های هوشمند گنجانده شده است. در سال‌های اخیر، تأکید فزاینده‌ای بر تغییرات آب‌وهوایی مورد توجه قرار گرفته است. اینها شامل کربن کم، اکو شهرها و مسائل مربوط به پایداری زیست محیطی است که اغلب در گفتمان های اخیر شهرهای هوشمند تقویت شده است. دانشگاه‌ها که بخشی از همان چشم‌انداز اجتماعی–اکولوژیکی هستند، به همین ترتیب تحت تأثیر شیوه‌های یک شهر قرار می‌گیرند و به این ترتیب دانشگاه‌ها نیاز به مشارکت در این تحول را می‌بینند انگیزه به سمت پایداری زیست محیطی نیز از طریق افزایش تعداد برنامه های پایداری یا توسعه پایدار که در برنامه درسی و چشم انداز دانشگاه تعبیه شده است، شناسایی می‌شود. دانشگاه‌ها می‌توانند به عنوان انکوباتورهای پایداری عمل کنند. دانشجویان، استادان و کارکنان را می‌توان توانمند کرد و هدایت کرد تا عوامل فعال تغییر در پایداری محیطی باشند. مؤلفه‌های آموزش و تحقیق پایداری، عملیات پایداری و همچنین برنامه‌ریزی پایدار، مدیریت و مشارکت می‌توانند اکوسیستم پایداری را در دانشگاه هدایت کنند.



شکل ۱ – چارچوب مفهومی برای درک دانشگاه‌های هوشمند پایدار (مأخذ: Das, et al,. 2022) .

۶- مدل‌های یادگیری هوشمند و مزایا و چالش‌های آنها بر دانشگاه‌های هوشمند پایدار

دانشگاه‌های هوشمند پایدار به عنوان مراکزی برای آموزش و پژوهش، نیازمند استفاده از فناوری‌های نوین برای بهبود کیفیت یادگیری و کاهش اثرات زیست‌محیطی هستند. مدل‌های یادگیری هوشمند، که شامل استفاده از هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و تحلیل داده‌ها می‌باشد، می‌توانند به این هدف کمک کنند (Siemens, 2013). مدل‌های یادگیری هوشمند به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند: اول یادگیری شخصی‌سازی شده: این مدل‌ها با استفاده از داده‌های دانشجویان، تجربه یادگیری را به صورت فردی تنظیم می‌کنند. به عنوان مثال، سیستم‌های توصیه‌گر می‌توانند دوره‌های آموزشی مناسب را بر اساس علایق و نیازهای هر دانشجو پیشنهاد دهند (Zhang & Zheng, 2019). دوم یادگیری مبتنی بر داده: این مدل‌ها از تحلیل داده‌های بزرگ برای شناسایی الگوها و روندهای یادگیری استفاده می‌کنند. به عنوان مثال، با تحلیل نتایج آزمون‌ها و فعالیت‌های دانشجویان، می‌توان نقاط قوت و ضعف آن‌ها را شناسایی کرد و به بهبود فرآیند یادگیری کمک کرد (Garrison & Anderson, 2003).

در واقع مدل‌های یادگیری هوشمند می‌توانند به دانشگاه‌ها در دستیابی به اهداف پایداری کمک کنند. به عنوان مثال:

- کاهش مصرف منابع: با بهینه‌سازی فرآیندهای آموزشی و کاهش نیاز به منابع فیزیکی، دانشگاه‌ها می‌توانند اثرات زیست‌محیطی خود را کاهش دهند (Siemens, 2013).
- افزایش دسترسی: این مدل‌ها می‌توانند به دانشجویان از مناطق دورافتاده یا با محدودیت‌های زمانی کمک کنند تا به منابع آموزشی دسترسی پیدا کنند (Zhang & Zheng, 2019).
- جمع‌آوری داده‌ها: داده‌ها می‌توانند از منابع مختلفی مانند آزمون‌ها، فعالیت‌های کلاسی و تعاملات آنلاین جمع‌آوری شوند (Zhang & Zheng, 2019).
- بهبود فرآیند یادگیری: بر اساس نتایج تحلیل، استادان می‌توانند روش‌های تدریس خود را بهبود بخشند و دانش‌آموزان می توانند نقاط قوت و ضعف خود را شناسایی کنند(Ferguson, 2012).

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]

- تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد: استادان می‌توانند بر اساس داده‌های واقعی و شواهد، تصمیمات بهتری در مورد روش‌های تدریس و ارزیابی بگیرند(Zhang & Zheng, 2019).
- افزایش انگیزه و مشارکت: با ارائه بازخورد فوری و شخصی‌سازی شده، دانش‌آموزان ممکن است انگیزه بیشتری برای یادگیری پیدا کنند (Ferguson, 2012).

با وجود مزایای مدل‌های یادگیری هوشمند، چالش‌هایی نیز وجود دارد:

- حریم خصوصی داده‌ها: جمع‌آوری و تحلیل داده‌های دانشجویان ممکن است نگرانی‌هایی در مورد حریم خصوصی ایجاد کند (Garrison & Anderson, 2003).
- نیاز به زیرساخت‌های فناوری: پیاده‌سازی این مدل‌ها نیازمند سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات اطلاعات و آموزش استادان است(Siemens, 2013).

۷- نتیجه‌گیری

با پیشرفت فناوری و افزایش نگرانی‌ها در مورد تغییرات اقلیمی و پایداری و افزایش نیاز به آموزش پایدار مفهوم دانشگاه هوشمند پایدار به عنوان یک مدل نوین آموزشی و پژوهشی در حال شکل‌گیری است. دانشگاه‌های هوشمند پایدار با استفاده از فناوری‌های نوین، رویکرد فعال به پایداری، مدیریت بهینه منابع و تعامل مؤثر با جامعه، تفاوت‌های قابل توجهی با دانشگاه‌های معمولی دارند. این ویژگی‌ها به آن‌ها کمک می‌کند تا به عنوان پیشگامان توسعه پایدار عمل کنند و به چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی پاسخ دهند. دانشگاه‌های هوشمند پایدار می‌توانند به عنوان یک مدل نوین آموزشی و پژوهشی به حل چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی کمک کنند. با این حال، برای تحقق این هدف، نیاز به سرمایه‌گذاری در فناوری، آموزش و فرهنگ‌سازی وجود دارد. دانشگاه‌ها باید به عنوان پیشگامان توسعه پایدار عمل کنند و با همکاری با جامعه و صنایع، به ایجاد تغییرات مثبت در سطح محلی و جهانی بپردازند. مدل‌های یادگیری هوشمند می‌توانند به عنوان ابزاری مؤثر در دانشگاه‌های هوشمند پایدار عمل کنند. با این حال، برای بهره‌برداری کامل از این مدل‌ها، نیاز به توجه به چالش‌های موجود و ایجاد زیرساخت‌های مناسب است. یادگیری مبتنی بر داده به عنوان یک رویکرد نوین در آموزش و یادگیری، می‌تواند به بهبود کیفیت آموزش و یادگیری کمک کند. با این حال، برای بهره‌برداری کامل از این رویکرد، نیاز به توجه به چالش‌های موجود و ایجاد زیرساخت‌های مناسب است.

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]

منابع

- رضایی، صدیقه و رضائی مقدم، کورش . (۱۴۰۳). عدالت محیطزیستی و توسعه پایدار. جغرافیا و روابط انسانی، ۷(۲)، ۳۳۶-۳۵۲. doi: 10.22034/gahr.2024.432652.2013
- Alshuwaikhat, H. M. and Abubakar, I. (2008). “An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices”, Journal of Cleaner Production, Vol. 16 No.16, pp.1777-1785.
- Anthony Jnr, B., Abdul Majid, M. and Romli, A. (2019). “Emerging case oriented agents for sustaining educational institutions going green towards environmental responsibility”, Journal of Systems and Information Technology. Vol. 21 No. 2, pp. 186-214.
- Applegate Ahmed, V., Abu Alnaaj, K., & Saboor, S. (2020). An investigation into stakeholders’ perception of smart campus criteria: the American university of Sharjah as a case study. Sustainability, 12(12), 5187.
- Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). "A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes." *Journal of Cleaner Production*, 65, 42-56.
- Cao, J., Li, Z., Luo, Q., Hao, Q., & Jiang, T. (2018). Research on the construction of smart university campus based on big data and cloud computing. In 2018 International Conference on Engineering Simulation and Intelligent Control (ESAIC) (pp. 351-353). IEEE.
- Das, D., Lim, N. D., & Aravind, P. (2022). Developing a Smart and Sustainable Campus in Singapore. Sustainability, 14(21), 14472.
- Ferguson, R. (2012). "Learning Analytics: Drivers, Developments and Challenges." *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5), 304-317.
- Garrison, D. R., & Anderson, T. (2003). "E-Learning in the 21st Century: A Community of Inquiry Framework for Research and Practice." *Routledge*.
- González, A., & González, M. (2019). "Smart and Sustainable Universities: A New Paradigm." *Sustainability*, 11(3), 1-15.
- Ja'afar, R. (2023). Green Campus Initiatives at Rahim Kajai College :
- Jain, L. C., Kountchev, R., & Shi, J. (2021). Smart Innovation, Systems and Technologies.
- Karimi Alavijeh, M., & Sidal, H. B. (2025). An Investigation into Smart and Sustainable Operations in Higher Education Institutions Campuses. In The International Symposium for Production Research (pp. 243-269). Springer, Cham.
- Khan, M. A., Khan, M. N., & Khan, M. A. (2021). "Artificial Intelligence in Sustainable Development: A Review." *Sustainable Development*, 29(3), 1-12.
- Kurniawan, F., Aziza, M. R., Hasanah, N. A., Junikhah, A., Alam, L. S., Wibawa, A. P., & Hammad, J. (2025). The Innovative Smart Green Campus as Life-Based Learning Characteristics of Future Learning Efforts to Complete the SDG's. Journal of Lifestyle and SDGs Review, 5(2), e02908-e02908.
- Liu, Q. (2025). Enhancing Green Smart Campus Development with Data Mining Technology.
- Liu, X. (2017). A study on smart campus model in the era of big data. In 2016 2nd International Conference on Economics, Management Engineering and Education Technology (ICEMEET 2016) (pp. 919-922). Atlantis Press.
- Mahariya, S. K., Kumar, A., Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., Twala, B., ... & Priyadarshi, N. (2023). Smart campus 4.0: Digitalization of university campus with assimilation of industry 4.0 for innovation and sustainability. J. Adv. Res. Appl. Sci. Eng. Technol, 32(1), 120-138.
- Mat, S. O. H. I. F., Sopian, K., Mokhtar, M., Ali, B., Hashim, H. S., Rashid, A. K. A. and Zain, M. F. M. (2011). “Managing Sustainability in Universiti Kebangsaan Malaysia”, Environmental Problems and Development, pp.33-38.
- Michael, J H., & Elser, N. (2019). Personal waste management in higher education. Emerald Publishing Limited, 20(2), 341-359. https://doi.org/10.1108/ijshe-03-2018-0054
- Moraes, P., Pisani, F., & Borin, J. (2020). Towards a simulator for green smart campus systems. In Anais do XI Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (pp. 111-120). SBC.

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]

- Muhamad, W., Kurniawan, N. B., & Yazid, S. (2017). Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review. In 2017 International conference on information technology systems and innovation (ICITSI) (pp. 384-391). IEEE.
- Musa, M., Ismail, M. N., & Fudzee, M. F. M. (2021). Smart campus implementation in Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: towards a conceptual framework. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1860, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.
- Polin, K., Yigitcanlar, T., Limb, M., & Washington, T. (2023). The making of smart campus: A review and conceptual framework. Buildings, 13(4), 891.
- Safitri, A I., Sembiring, E T J., & Prihandrijanti, M. (2020). Sustainable Campus Through Solid Waste Minimization Strategies (Case study: Universitas Agung Podomoro in Indonesia). , 4(2), 101-101. https://doi.org/10.24853/ijbesr.4.2.101-114
- Santos, D., & Caseiro, N. (2015). The challenges of smart specialization strategies and the role of entrepreneurial universities: A new competitive paradigm. In Handbook of research on global competitive advantage through innovation and entrepreneurship (pp. 537-551). IGI Global.
- Siemens, G. (2013). "Learning Analytics: The Emergence of a New Field of Study." *Journal of Learning Analytics*, 1(1), 1-5.
- Sonetti, G., Lombardi, P. and Chelleri, L. (2016).“True Green and Sustainable University Campuses? Toward a Clusters Approach”, Sustainability, Vol. 8 No. 1, pp.2-23.
- Students' Perspective. , 8(7), e002418-e002418. https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i7.2418
- Villegas-Ch, W., Palacios-Pacheco, X., & Luján-Mora, S. (2019). Application of a smart city model to a traditional university campus with a big data architecture: A sustainable smart campus. Sustainability, 11(10), 2857.
- Zaballos, A., Briones, A., Massa, A., Centelles, P., & Caballero, V. (2020). A smart campus’ digital twin for sustainable comfort monitoring. Sustainability, 12(21), 9196.
- Zakaria, R. A. G., Hamid, A. R. A., Mansur, S. A., Resang, A., Zen, I. S. and Khalid, M. S. (2016), “UTM sustainable living laboratory campus, Are the implementations effective?” Regional Conference in Engineering Education, pp.1-6.
- Zhang, D., & Zheng, L. (2019). "Intelligent Learning Environment: A New Paradigm for Education." *Educational Technology & Society*, 22(1), 1-12.
- Zhang, Y., Wang, Y., & Zhang, Y. (2020). "Smart Campus: A New Paradigm for Sustainable Development." *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1-15.

[Downloaded from www.asmd.ir on 2026-11-23]