

Research Paper

مقاله پژوهشی

Smart Technologies and Green Innovation in the
Wastewater Treatment Industry: The Mediating
Role of Corporate Sustainability and Sustainability
Strategies

فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز در صنعت تصفیه
فاضلاب: نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های
پایداری

Mohsen Pourmahmoud¹, Mehrdad Hosseini Shakib^{*2}
and Abbas Khamseh³

1- M.A. Graduated, Department of Management, Karaj
Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Industrial
Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj,
Iran.

3- Associate Professor, Department of Industrial
Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj,
Iran.

*Corresponding Author, Email: Mehrdad.shakib@kiau.ac.ir

Received: 14/06/2021

Revised: 26/07/2022

Accepted: 05/08/2022

© IWWA

محسن پورمحمود^۱، مهرداد حسینی شکیب^{*۲} و عباس خمسه^۳

۱- کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج،
ایران.

۲- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج،
ایران.

۳- دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

*نویسنده مسئول، ایمیل: Mehrdad.shakib@kiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۴

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۵/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۴

© انجمن آب و فاضلاب ایران

Abstract

چکیده

One of the key areas addressed by the sustainable development discourse is the role of sustainability as a driver of green innovation. The aim of this study was to study the mediating role of company sustainability and sustainability strategies in the relationship between smart technologies and green innovation in companies constructing wastewater treatment plants in the Iran. This research is applicable in terms of purpose and descriptive survey in terms of method. The statistical population of the study consists of senior managers of companies designing, constructing and operating municipal wastewater treatment plants, 250 of which were selected using the available sampling method. Findings indicate that intelligent technologies have a significant effect on firm stability and sustainability strategies, and according to the resulting path coefficients with values of 0.74 and 0.31, this relationship is positive and directional. In addition, the results indicate that the sustainability strategy has a significant effect on the stability of the company and the path coefficient with a value of 0.25, indicates a positive and directional relationship. In addition, according to the results of the research, the stability of the company has a significant effect on green innovation and according to the path coefficient with a value of 0.41, this relationship is positive and directional. In addition, the results show that smart technologies have a positive and significant effect on green innovation with the mediating role of company sustainability and the indirect impact of smart technologies on green innovation in this direction is equal to 0.30. Research shows that smart technologies have a positive and significant effect on company sustainability with the mediating role of company sustainability strategy and the rate of indirect impact of smart technologies on company sustainability in this direction is equal to 0.08. In addition, according to the research results, the company's sustainability strategy has a significant effect on green innovation with the mediating role of company sustainability and the indirect impact of the sustainability strategy on green innovation in this direction is equal to 0.10.

یکی از زمینه‌های اساسی که با گفتمان توسعه پایدار مطرح می‌شود، نقش پایداری به‌عنوان محرکی در تقویت نوآوری سبز است. پژوهش حاضر با هدف مطالعه نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری در رابطه بین فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز در شرکت‌های سازنده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب کشور انجام گرفت. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و به لحاظ روش، توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری پژوهش را مدیران ارشد شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری تشکیل داده که تعداد ۲۵۰ نفر از آن‌ها با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس، انتخاب شدند. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری تاثیر معنادار دارد و با توجه به ضرایب مسیر حاصل با مقادیر ۰/۷۴ و ۰/۳۱، این رابطه مثبت و هم‌جهت است. علاوه بر این، نتایج حاصل بیانگر این است که استراتژی پایداری بر پایداری شرکت تاثیر معنادار دارد و ضریب مسیر حاصل با مقدار ۰/۲۵، نشان‌دهنده رابطه مثبت و هم‌جهت است. علاوه بر این، مطابق با نتایج حاصل از پژوهش، پایداری شرکت بر نوآوری سبز تاثیر معنادار دارد و با توجه به ضریب مسیر حاصل با مقدار ۰/۴۱، این رابطه مثبت و هم‌جهت است. همچنین، نتایج پژوهش نشان می‌دهد فناوری‌های هوشمند بر نوآوری سبز با نقش میانجی پایداری شرکت تاثیر مثبت و معنادار دارد و میزان تاثیر غیرمستقیم فناوری‌های هوشمند بر نوآوری سبز در این مسیر، برابر با ۰/۳۰ است. علاوه بر این، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت با نقش میانجی استراتژی پایداری شرکت تاثیر مثبت و معنادار دارد و میزان تاثیر غیرمستقیم فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت در این مسیر، برابر با ۰/۰۸ است. همچنین، با توجه به نتایج پژوهش، استراتژی پایداری شرکت بر نوآوری سبز با نقش میانجی پایداری شرکت تاثیر معنادار دارد و میزان تاثیر غیرمستقیم استراتژی پایداری بر نوآوری سبز در این مسیر، برابر با ۰/۱۰ است.

Keywords: Smart technology, Corporate sustainability, Sustainability strategy, Green innovation, Water and wastewater industry.

کلمات کلیدی: فناوری‌های هوشمند، پایداری شرکت، استراتژی پایداری، نوآوری سبز، صنعت آب و فاضلاب.

در مقابل آثار عملکردی بر محیط پیرامون تعبیر شده است که سبب توسعه سازمان می‌شود. مطالعات پیشین در مورد پایداری سازمانی، این‌طور استدلال کرده‌اند که سازمان‌هایی که قادر به پیگیری و اجرای پایداری هستند، بقای بلندمدت خود را افزایش می‌دهند و عملکرد برتر و منافع اقتصادی به ارمغان می‌آورند (Sezen and Çankaya, 2013).

تغییر و تحولات فناوری، اقتصادی و اجتماعی موجب شده که مدیران سازمان‌ها، مطالعه محیط پیرامونی و تغییرات آینده را در زمره مهمترین وظایف خود قرار دهند. در این راستا، مدیران باید با استفاده از روش‌ها و فنون کارآمد بتوانند با در نظر گرفتن تمامی عوامل به بهترین وجه، شرکت را در جهت دستیابی به اهداف آن هدایت و اداره نمایند (دباغ و جانعلی پور، ۱۳۹۸). امروزه، رویکرد استراتژیک به‌عنوان چارچوبی انعطاف‌پذیر و پویا، در اکثر کشورهای دنیا پذیرفته شده و کاربرد وسیعی یافته است. رویکرد استراتژیک فقط ابزار جدید برنامه‌ریزی نیست، بلکه شیوه نوین تفکر نیز به‌شمار می‌آید. مدت زیادی است که صاحب‌نظران حوزه مدیریت استراتژیک به تشریح و اقدام به پیش‌بینی و بهبود عملکرد سازمانی مشغول هستند. در حقیقت، تلاش برای درک نحوه کسب و حفظ مزیت رقابتی، رویکرد اصلی است که استراتژی به واسطه آن، خود را از دیگر علوم سازمانی متمایز می‌سازد (زمانی و همکاران، ۱۳۹۹). پایداری و استراتژی‌های کسب‌وکار، محدوده دامنه و ماهیت امکانات وابسته به توسعه پایدار را در رابطه با بازآفرینی ارزش برای شرکت‌ها نشان می‌دهند. Baumgartner and Rauter (2017) اظهار داشتند که توجیه اصلی برای انتخاب موضع پایداری، کاهش اثرات منفی اجتماعی و محیط‌زیستی فعالیت‌های شرکت و در عین حال، افزایش کارایی اقتصادی سازمان است. یک استراتژی پایداری شرکت، جنبه‌های محیط‌زیستی و اجتماعی را به فرایند مدیریت استراتژیک متصل می‌کند و بر جایگاه استراتژیک یک شرکت، از نظر توسعه پایدار تاکید می‌کند. انعطاف‌پذیری استراتژیک به شرکت‌ها توانایی تطبیق منابع خود با طیف وسیعی از کاربردها در استقرار موثر طراحی سبز، تولید سبز، بازاریابی سبز و غیره را می‌دهد.

فناوری‌های هوشمند، مانند فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات و دستگاه‌های دیجیتالی تولیدی، با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، اثرات مثبت بالقوه‌ای بر محیط‌زیست دارند. علاوه بر کاهش گازهای گلخانه‌ای، فناوری‌های هوشمند در حال حاضر راه‌حل‌های هوشمند و بهینه‌ای در صنایع مختلف، از جمله صنایع تولیدی و کشاورزی ارائه می‌کنند و بدین ترتیب، سبب افزایش بهره‌وری انرژی می‌شوند. بر این اساس، فناوری‌های هوشمند را

با وجود آمدن بحران‌های متعدد محیط‌زیستی و گسترش بحث توسعه پایدار، دیگر توجه صرف به اهداف اقتصادی کافی نیست و بسیاری از شرکت‌ها، مجبور به در نظر گرفتن اهداف دیگری مانند مسائل اجتماعی و محیط‌زیستی شده‌اند. توسعه پایدار و مسائل مربوط به محیط‌زیست، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین موضوعات برای استراتژی کسب و کار، مدیریت، تولید و تصمیم‌گیری در خصوص توسعه محصول، به‌سرعت در حال ظهور است. تأثیرات نامطلوب محیط‌زیستی ناشی از دفع نادرست فاضلاب شهری و صنعتی، در حدی است که امروزه اجرای طرح‌های فاضلاب در مناطق شهری و روستایی کشور، امری ضروری و بنیادی تلقی می‌شود. مهم‌ترین اهداف از احداث سامانه‌های تصفیه فاضلاب، شامل حفظ بهداشت همگانی، حفاظت محیط‌زیست و جلوگیری از آلودگی منابع آب و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی و صنعت است. در دنیای امروز، بیش از سه دهه است که موضوع آب و مباحث پیرامون آن، از گردونه فنی و خدماتی فراتر رفته و به‌عنوان کالایی با ماهیت راهبردی و قدرت اثرگذاری بر تحولات سیاسی، اقتصادی، محیط‌زیستی و حتی نظامی بدل شده است. این حساسیت مضاعف و بی‌سابقه، ثمره افزونی تقاضا و کمیابی منابع آب با کمیت و کیفیت مناسب است (پاکروح و قنادی، ۱۳۹۷). پس از تصویب قانون تشکیل شرکت‌های آب و فاضلاب در دی‌ماه سال ۱۳۶۹، در کنار توسعه، تجهیز و بازسازی تأسیسات آبرسانی شهری، اجرای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری نیز در سرلوحه برنامه کاری معاونت آب و فاضلاب شهری وزارت نیرو قرار گرفت؛ به‌طوری که پس از قریب به ۱۴ سال از آغاز به‌کار این شرکت‌ها، تعداد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از ۱۵ واحد به ۷۳ واحد در پایان سال ۱۳۸۳ (شایگان و افشاری، ۱۳۸۳) و نیز تا پایان سال ۱۳۹۸ به ۱۹۵ واحد رسیده است. با توجه به اهمیت حفظ محیط‌زیست، ضروری است که تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب از اصول توسعه پایدار در حوزه فعالیت خود بهره‌مند شوند. در این راستا، فعالیت شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و صنعتی در ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و با توجه به توسعه فناوری‌های هوشمند در عرصه‌های گوناگون صنعت، استفاده و به‌کارگیری این فناوری‌ها، به‌منظور ایجاد نوآوری سبز امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

پایداری، مفهومی است که هم در مباحث جهانی‌سازی و هم در مباحث عملکرد شرکت‌ها مطرح است. پایداری شرکت، یک بخش مهم در حال رشد است و از آن، به‌عنوان مسئولیت‌پذیری

می‌توان به‌عنوان عاملی توانمندساز در نظر گرفت که سبب کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای فرآیندهای صنعتی، شبکه‌های برقی و سیستم‌های حمل‌ونقل می‌شود (Higón et al., 2017).

عزیزی و همکاران (۱۴۰۰) با ارائه مدل علی عوامل موثر بر توسعه عملکرد سازمانی بر اساس سرمایه فکری سبز و نوآوری سبز، بیان کردند که در شرایط کنونی، کسب‌وکارها دریافته‌اند که کسب مزیت رقابتی و توسعه عملکرد سازمان، مبتنی بر سرمایه‌های فکری آن‌ها است و موفقیت آن‌ها تا حد زیادی به توانایی در مدیریت این دارایی ارزشمند بستگی دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که ابعاد سرمایه فکری سبز، تاثیر معناداری بر عملکرد سازمان و نوآوری سبز دارد و نوآوری سبز تاثیر معناداری بر عملکرد سازمان دارد. (Sharma et al., 2021) با بررسی تأثیر آگاهی محیط‌زیستی مصرف‌کنندگان بر عملکرد سبز، نشان دادند که مهم‌ترین عامل نوآوری، سازگاری فرهنگ سبز است و تعهد کارکنان، دارای نقش میانجی بین نوآوری و عملکرد سبز است. در رقابت جهانی امروز، نوآوری به یکی از منابع اصلی مزیت رقابتی پایدار با ارزیابی سطوح عملکرد بالا تبدیل شده است. اهمیت نوآوری به‌عنوان راهی برای کمک به شرکت‌ها در ارائه محصولات یا خدماتی است که نیازها و خواسته‌های مشتریان را برآورده سازد (خمسه و خدابنده، ۱۳۹۹). تحقیقاتی که ترکیبی از اصطلاحات نوآوری و پایداری است، طی دو دهه گذشته به‌طور قابل توجهی افزایش یافته‌است. نوآوری‌های سبز، به نوآوری در محصولات، فرایندها و مدیریت اشاره می‌کند که می‌تواند سازمان‌ها را به سمت دستیابی به مزیت‌رقابتی پایدار، از طریق یک روش اقتصادی سازگار سوق دهد.

از نظر (Chang and Chen, 2013)، نوآوری سبز برای مدیریت مشاغل شرکت، ضروری است و مدیریت کارآمد، می‌تواند ارزش ایجاد کند، مزیت‌رقابتی به‌وجود آورد و عملکرد را افزایش دهد. Amendolagine et al. (2021) بیان می‌کنند که سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی جهت‌گیری پایدار کلی شرکت‌های چند ملیتی را افزایش می‌دهند و نه تنها تأثیر سبز در پایه کلی فناوری دارند، بلکه باعث افزایش تخصص شرکت‌ها در فناوری‌های خاص سبز نیز می‌شوند. سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی تأثیر مثبت و قابل توجهی بر درجه و کیفیت ظرفیت نوآورانه شرکت‌ها در فناوری‌های پایدارگرا دارند. این بدان معنا است که شرکت‌های با چند فناوری، تمایل دارند قابلیت‌های ابتکاری خود را به‌طور کلی در جهت‌گیری پایدارتر گسترش دهند، در عین حال نوآوری را در فناوری‌های خاص سبز تعمیق می‌بخشند. مروتی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تأثیر ابعاد نوآوری

بر عملکرد سازمان، بیان کردند نوآوری محصول سبز به‌صورت غیرمستقیم و با در نظر گرفتن نقش میانجی عملکرد محیط‌زیستی، بر عملکرد سازمان تأثیر می‌گذارد. نوآوری فرآیند سبز هم به‌صورت مستقیم و هم به‌صورت غیرمستقیم، به‌واسطه تأثیر مثبتی که بر عملکرد محیط‌زیستی سازمان دارد، می‌تواند عملکرد کلی سازمان را بهبود بخشد.

Saunila et al. (2018) پایداری شرکت را از چهار جنبه محیط‌زیستی، اجتماعی، نهادی و اقتصادی مورد بررسی قرار دادند و عنوان کردند که هرچه شرکت برای پایداری اقتصادی، نهادی و اجتماعی ارزش بیشتری قائل باشد، احتمال سرمایه‌گذاری در نوآوری سبز بیشتر خواهد بود. علاوه بر این، ارزش‌گذاری بالا برای پایداری نهادی و اقتصادی، تمایل به بهره‌برداری از نوآوری سبز را افزایش می‌دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که نوآوری سبز ناشی از فشارهای اقتصادی و نهادی است و چنین نوآوری‌ای، می‌تواند از نظر پایداری اجتماعی، سبب ایجاد ارزش گردد.

به‌طور کلی، هدف از نوآوری سبز، کاهش اثرات نامطلوب محیط‌زیستی است و این عامل قابل‌ملاحظه، در کل زنجیره ارزش از تأمین‌کننده تا مصرف‌کننده مطرح می‌شود. پژوهشگران پیشین نوآوری سبز را متشکل از چهار بعد اصلی دانسته‌اند: نوآوری مدیریتی سبز، نوآوری محصول سبز، نوآوری فرآیند سبز و نوآوری فناورانه سبز (Tseng et al., 2012). فناوری‌های سبز دو مزیت اصلی برای سازمان‌ها فراهم می‌کنند: پاداش تجاری از بابت خلق محصولات پایدار و مزایای مالی که می‌توانند باعث افزایش رقابت شوند. آن‌ها ادعا می‌کنند که نوآوری سبز یک نیاز استراتژیک برای شرکت‌ها است، که فرصت بزرگی را برای برآورده کردن مطالبات مشتریان، بدون آسیب به اکوسیستم ارائه می‌دهد. شرکت‌ها با فناوری می‌توانند صرفه‌جویی در مصرف انرژی، پیشگیری از آلودگی، بازیافت زباله، طراحی محصولات و فرایند سبز و مدیریت محیط‌زیست را دنبال کنند (Albort-Morant et al., 2016).

با ظهور قرن بیست‌ویکم، موفقیت و بقا برای یک سازمان دشوارتر است و این موضوع، به‌دلیل ظهور یک دوره تجاری جدید است که یکی از ویژگی‌ها اصلی آن، تغییر است (Heydari et al., 2020). امروزه، فناوری‌های هوشمند عملکرد شرکت‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. به‌عنوان مثال، شرکت‌ها با تعبیه فناوری‌های هوشمند در ماشین‌ها، سعی در ارائه سیستم‌های مدیریت هوشمند دارند. فناوری‌های هوشمند نیاز به منابع (انسانی، مواد و غیره) را کاهش داده و انتظار می‌رود کارایی را افزایش دهند (Iacovidou et al., 2018). بنابراین فرض بر این است که آن‌ها به‌عنوان یک نیروی محرک در جهت نوآوری سبز

هوشمند با نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری، عامل کلیدی در ایجاد نوآوری سبز در شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در ایران هستند. در واقع، سؤال اصلی پژوهش حاضر این است که فناوری‌های هوشمند چگونه بر پایداری شرکت و در نتیجه نوآوری سبز تأثیر می‌گذارند؟

۲- مبانی نظری

۲-۱- فناوری‌های هوشمند

فناوری‌های هوشمند پتانسیل عظیمی را برای ایجاد فرآیندهای جدید، تجربیات، اشکال سازمانی و روابطی ایجاد می‌کنند که در آن برچسب‌های شناسایی فرکانس رادیویی (RFID)، سنسورهای دیجیتالی، شبکه‌ها و پردازنده‌های هوشمند مصداق‌هایی از آن است (Yoo et al., 2012). در این پژوهش، ارتباطات تجهیزات مکانیکی و ابزار دقیق، به‌عنوان فناوری‌های هوشمند در نظر گرفته شده است؛ مانند سیستم ضد عفونی کردن فاضلاب به‌وسیله لامپ‌های UV که براساس مشخصات فاضلاب خروجی تصفیه شده، نسبت به روشن نمودن جزئی یا کلی سیستم UV تصمیم‌گیری می‌کند. هم‌چنین در خصوص فناوری‌های هوشمند در حوزه آب و فاضلاب که منجر به کاهش اثرات گازهای گلخانه‌ای و کاهش مصرف انرژی می‌شوند، می‌توان به فناوری هوشمند در سیستم‌های بی‌هوازی نمودن اشاره کرد که فرآیند هضم لجن شامل فشار، دما و حجم گازهای تولیدشده را به موازات فرآیند تولید انرژی (تولید برق) و حذف گاز مازاد گلخانه‌ای نظیر متان، انجام و گزارش می‌دهد. قابل ذکر است که در این مطالعه، میزان استفاده از فناوری‌های هوشمند در شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، با شاخص‌های نظیر وجود دستگاه‌هایی با قابلیت برنامه‌ریزی نظیر سیستم‌های برنامه‌ریزی دستگاه‌های پلیمرساز برای تزریق به دستگاه‌های بت فیلترپرس برای تولید کیک لجن، وجود دستگاه‌هایی با شناسه منحصر به فرد (UDI) نظیر سیستم ضد عفونی‌کننده پساب و مجموعه آبیگری لجن، وجود دستگاه‌های با قابلیت واکنش به تغییرات محیطی نظیر سیستم‌های هوادهی که با اندازه‌گیری میزان اکسیژن موجود در فاضلاب نسبت به تنظیم دور و زمان کارکرد، تنظیمات لازم را انجام می‌دهد، وجود دستگاه‌هایی با قابلیت ارسال و دریافت پیام، وجود دستگاه‌هایی با قابلیت ضبط و ذخیره اطلاعات نظیر دستگاه PLC با قابلیت برنامه‌نویسی خاص و نیز امکان شناسایی دستگاه‌ها از طریق سایر دستگاه‌ها، مکان‌ها

می‌توانند نقش مهمی داشته‌باشند. با افزایش نگرانی‌ها در رابطه با نابودی محیط‌زیست، امروزه راه‌کارهایی از قبیل به‌کارگیری فناوری‌ها و نوآوری سبز، برای حفاظت و جلوگیری از تخریب آن به‌وجود آمده است که در این راستا، سازمان‌ها باید چنین استراتژی‌هایی را برای بهبود عملکرد محیط‌زیستی خود، اتخاذ کنند.

تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب یکی از امیدوارکننده‌ترین تلاش‌ها برای مهار بحران جهانی آب است. با توجه به حرکت فعلی به سمت توسعه پایدار به عنوان اولویت، شرکت‌های فاضلاب باید به این نیاز پاسخ دهند. انگیزه اصلی فناوری‌های سبز ارائه عملکرد مناسب بدون به‌خطر انداختن پایداری محیطی است (Arora and Saraswat, 2021). در زمینه فناوری‌های تصفیه فاضلاب که نیاز به کارایی قابل توجهی با کاهش هزینه، ورودی شیمیایی و اثرات محیط‌زیستی کم دارند، فن‌آوری‌های جدیدی در سطح آزمایشگاهی و اجرایی با راندمان حذف آلاینده‌ها و مزایای محیط‌زیستی نسبتاً بالا مورد توجه قرار گرفته‌است (Kataki et al., 2021).

حال که دنیای کنونی کاملاً تحت تأثیر مشکل کمبود آب قرار گرفته‌است، عاقلانه است که فاضلاب تصفیه شود تا نیاز گسترده به آب آشامیدنی برای جمعیت در حال رشد برآورده شود. کاربرد فناوری اینترنت اشیا (IoT) در بسیاری از شهرهای هوشمند نتایج مثمر ثمری را به همراه داشته است. علاوه بر این، جریان بزرگ مجموعه داده‌های تولید شده توسط حسگرهای اینترنت اشیا در زمان واقعی را می‌توان با پردازش رویدادها تجزیه و تحلیل کرد (Karn et al., 2021). (Saunila et al., 2019). مطالعه ارتباط فناوری‌های هوشمند و پایداری از سه جنبه محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی، نشان دادند که استراتژی پایداری شرکت، در رابطه بین فناوری‌های هوشمند و پایداری محیط‌زیستی و هم‌چنین رابطه میان فناوری‌های هوشمند و پایداری اجتماعی، نقش میانجی دارد. علاوه بر این، فناوری‌های هوشمند تأثیر مستقیم و معناداری بر پایداری اقتصادی دارند. استراتژی پایداری شرکت نیز در این رابطه، نقش میانجی دارد.

با در نظر گرفتن اهمیت موضوع و هم‌چنین خلاء تحقیقاتی که در زمینه نقش فناوری‌های هوشمند در توسعه پایدار شرکت‌ها و نوآوری سبز وجود داشته‌است، این پژوهش نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری، در رابطه میان فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز، در شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری ایران را بررسی می‌کند. استدلال پژوهش حاضر این است که فناوری‌های

یا افراد، مورد سنجش قرار گرفته‌است.

۲-۲- استراتژی پایداری شرکت

پایداری و استراتژی‌های کسب‌وکار، محدوده دامنه و ماهیت امکانات وابسته به توسعه پایدار را در رابطه با بازآفرینی ارزش برای شرکت نشان می‌دهد (Baumgartner and Rauter, 2017). در این پژوهش، سازه استراتژی پایداری شرکت با شاخص‌هایی نظیر کاهش سوخت‌های فسیلی و جایگزینی آن‌ها با سوخت‌های سازگار با محیط‌زیست، تنظیم شیوه‌های تجاری برای کاهش مصرف انرژی، تعدیل شیوه‌های تجاری برای کاهش تأثیرات محیط‌زیستی محصولات، تعدیل رویه‌های تجاری برای کاهش ضایعات و تولید گازهای گلخانه‌ای، اقدامات داوطلبانه برای احیای محیط‌زیست و کاهش خرید مواد غیرقابل بازیافت، مواد شیمیایی و سایر اجزای سازنده، مورد سنجش قرار گرفته‌است.

۳-۲- پایداری شرکتی

به‌طور گسترده‌ای پذیرفته شده‌است که شرکت‌ها، هرچند طرح‌های مشاغل محور، با طرح‌های مختلفی (شامل جامعه و محیط‌زیست) همکاری دارند. رویکرد سه گانه ال‌کینگتون، رونق طولانی مدت یک شرکت را وابسته به سه جنبه پایداری می‌داند: محیط اجتماعی، محیط طبیعی و اقتصادی که می‌توان به آن، مولفه نهادی پایداری شرکتی را اضافه کرد (Elkington, 1998). در این پژوهش، سازه پایداری شرکت در چهار بُعد شامل پایداری محیطی، پایداری اجتماعی، پایداری نهادی و پایداری اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفته‌است. بُعد پایداری محیطی با شاخص‌هایی نظیر پایبندی به چرخه‌های محیط‌زیستی، تعهد به حفظ محیط‌زیست، مدیریت پسماند، توجه به عوامل بهداشتی و اشغال زمین سنجیده شده‌است. بُعد پایداری اجتماعی با شاخص‌هایی نظیر شناخت اجتماعی، توسعه سرمایه انسانی، ایجاد شغل و حفظ سلامت و امنیت مورد سنجش قرار گرفته‌است. بُعد پایداری نهادی با شاخص‌هایی نظیر میزان درآمد، ایجاد مشاغل غیرمستقیم و راه‌اندازی کسب‌وکار جدید سنجیده شده‌است. بُعد پایداری اقتصادی با شاخص‌هایی نظیر سهولت انتقال مواد، کاهش مصرف انرژی و کاهش هزینه سنجیده شده‌است.

۴-۲- نوآوری سبز

نوآوری سبز، زیرمجموعه‌ای از نوآوری است که کیفیت محیط‌زیستی را توسعه می‌دهد و منابع را به‌صورت بهینه مصرف می‌کند. Chen (2008) نوآوری سبز را به‌عنوان نوآوری نرم‌افزاری یا سخت‌افزاری در فناوری تعریف می‌کند که وابسته به محصولات

یا فرآیندهای سبز مانند صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بازیافت ضایعات، طراحی محصول سبز و یا مدیریت محیط‌زیستی سازمان است. در این پژوهش، سازه نوآوری سبز با شاخص‌هایی نظیر انتخاب مواد سازگار با محیط‌زیست برای توسعه محصول، انتخاب موادی که در تولید محصول انرژی کمتری مصرف می‌کنند، استفاده از کمترین مقدار مواد اولیه در توسعه محصول (منظور از محصول همان فاضلاب تصفیه‌شده و نیز لجن حاصل از تصفیه فاضلاب است)، ارزیابی این‌که محصولات قابلیت استفاده مجدد، بازیافت و تجزیه در تولید محصول را دارا هستند، کاهش مؤثر انتشار مواد خطرناک یا ضایعات در فرآیند تولید، بازیافت ضایعات و انتشار به‌طور مؤثر در فرآیند تولید، مورد سنجش قرار گرفته‌است.

۳- توسعه فرضیه‌ها و مدل مفهومی پژوهش

فناوری‌های هوشمند، می‌توانند بخش مهمی از راه‌حل در مقابله با چالش‌های محیط‌زیستی کنونی و مسائل مربوط به تغییرات آب‌وهوایی باشند. مطالعات گوناگون نشان‌دهنده آن است که فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکتی در چهار بعد محیطی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی اثرگذار هستند (Saunila et al., 2019). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده است: **H1**: فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت تأثیر معناداری دارد.

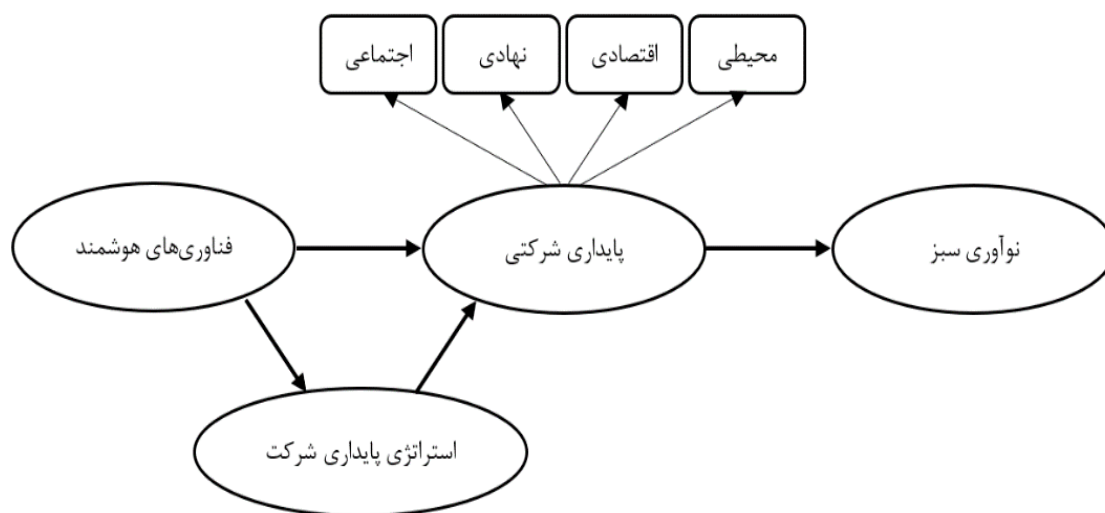
براساس مطالعه (Romanelli (2018)، ایجاد ارزش پایدار با استفاده از فناوری بستگی زیادی به تعامل و همکاری در داخل اکوسیستم دارد و از دولت‌ها، اصناف و جوامع به‌عنوان بازیگران اصلی و تقویت‌کننده ارزش یاد می‌کند. علاوه بر این، وی به تأثیر استفاده از فناوری در ایجاد دانش برای پایداری توسعه در بلندمدت اشاره دارد. بنابراین، فناوری‌های هوشمند می‌توانند منجر به ایجاد یک استراتژی پایداری شرکتی شوند که پایداری را با عملیات کسب و کار ادغام می‌کنند (Saunila et al., 2019). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: **H2**: فناوری‌های هوشمند بر استراتژی پایداری شرکت تأثیر معناداری دارد.

Saunila et al. (2019) نشان داد ایجاد یک استراتژی پایداری شرکتی که پایداری را با عملیات کسب و کار ادغام کند، نقش مهمی در دستیابی به پایداری شرکتی ایفا می‌نماید. بنابراین، استراتژی‌های پایداری به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده در دستیابی به پایداری شرکتی به‌شمار می‌آیند. بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: **H3**: استراتژی پایداری شرکت بر پایداری شرکت تأثیر معناداری دارد.

شرکت‌ها ممکن است انگیزه‌های مختلفی برای اتخاذ نوآوری

می‌کنند که سبب پایداری شرکت‌ها در چهار بعد اجتماعی، اقتصادی، محیطی و نهادی می‌شوند (Silva et al., 2013). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: **H6**: فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت با نقش میانجی استراتژی پایداری شرکت تاثیر معناداری دارد.

اتخاذ هوشمندانه استراتژی‌های پایداری شرکتی می‌تواند چشم‌اندازی جسور و جامع را در رابطه با توسعه اجتماعی، اقتصادی، محیطی و نهادی و محیطی‌زیستی شرکت تعریف کند که در نهایت رشد و توسعه پایداری شرکت در ابعاد گوناگون منجر به نوآوری سبز گردد (Liu and Yan, 2018). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: **H7**: استراتژی پایداری شرکت با نقش میانجی پایداری شرکت بر نوآوری سبز تاثیر معنادار دارد. با توجه به آنچه بیان شد، مدل مفهومی پژوهش به صورت شکل ۱ تدوین شده‌است.



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش

مقایسه با عدد حاصل از فرمول کوکران (به تعداد ۲۱۱ نفر) با استفاده از نرم‌افزار G-Power برای میزان مطلوبی از ضریب تعیین، حجم نمونه برابر با ۲۵۰ نفر در نظر گرفته شد. برای انتخاب عناصر نمونه، از روش نمونه‌گیری در دسترس شرکت‌های فعال استفاده شد و بر این اساس، با شرکت‌هایی که امکان برقراری ارتباط و پاسخ‌گویی فراهم بود، تماس گرفته و پرسشنامه در اختیار آنان قرار داده شد. لازم به ذکر است که تعداد ۲۵۸ پرسشنامه از جانب پاسخ‌دهندگان، تکمیل و برگردانده شد که پس از بررسی آن‌ها، تعداد ۲۵۰ پرسشنامه برای تجزیه و تحلیل به دست آمد و مورد استفاده قرار گرفت. برای افزایش اطمینان از صحت و دقت داده‌های جمع‌آوری شده ضمن تماس مداوم با شرکت‌ها و تاکید بر پرکردن پرسشنامه توسط مدیرعامل یا رییس هیئت

سبز داشته باشند. (Saunila et al. 2019) نشان دادند پایداری شرکت از منظر محیط‌زیستی، اجتماعی، نهادی و اقتصادی بر نوآوری سبز تاثیر مثبت و معنادار دارد. بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: **H4**: پایداری شرکت بر نوآوری سبز تاثیر معناداری دارد.

فناوری‌های هوشمند قادر هستند به ایجاد و توسعه نوآوری سبز در شرکت کمک کنند، منوط به این‌که مدیران شرکت، توسعه پایدار را به‌عنوان یک استراتژی در نظر بگیرند (Song et al., 2019). بر این اساس، در پژوهش حاضر فرض شده‌است: **H5**: فناوری‌های هوشمند بر نوآوری سبز با نقش میانجی پایداری شرکت تاثیر معناداری دارد.

به‌منظور فراهم‌کردن منافع از فناوری‌های هوشمند، نیاز به استراتژی پایداری شرکتی وجود دارد که پایداری شرکت‌ها را در چهار بعد محیطی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی تقویت کند. بنابراین، فناوری‌های هوشمند استراتژی پایداری شرکت‌ها را فعال

۴- روش‌شناسی

پژوهش حاضر از حیث هدف، کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش، توصیفی-پیمایشی است. در این پژوهش، از روش کتابخانه‌ای برای استخراج پیشینه پژوهش و از روش میدانی، برای گردآوری داده‌ها استفاده شد. جامعه آماری پژوهش را مدیران ارشد شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری ایران تشکیل داد که براساس آمار و اطلاعات استخراج شده از بانک اطلاعاتی معاونت آب و وزارت نیرو، تعداد آن‌ها ۴۶۶ شرکت است. واحد تحلیل پژوهش، مدیرعامل یا رییس هیئت مدیره شرکت‌های مذکور بوده‌است. برای تعیین حجم نمونه، از نرم‌افزار G-Power استفاده شد. با توجه به حجم جامعه آماری و ضمن

۵- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۵-۱- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخگویان

چگونگی توزیع نمونه آماری با در نظر گرفتن جنسیت، سن، میزان تحصیلات و تجربه کاری در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات پاسخ‌دهندگان

متغیر	طبقات	فراوانی	درصد فراوانی	متغیر	طبقات	فراوانی	درصد فراوانی
جنسیت	زن	۲۰	۸/۰۰	تجربه کاری	کمتر از ۵ سال	۴۵	۱۸/۰۰
	مرد	۲۳۰	۹۲/۰۰		۵ تا ۱۰ سال	۶۳	۲۵/۲۰
					۱۰ تا ۱۵ سال	۸۰	۳۲/۰۰
					بیشتر از ۱۵ سال	۶۲	۲۴/۸۰
سن	کمتر از ۳۵ سال	۴۷	۱۸/۸۰	تحصیلات	فوق دیپلم	۱۹	۷/۶۰
	۳۵ تا ۴۰ سال	۶۲	۲۴/۸۰		لیسانس	۱۴۵	۵۸/۰۰
	۴۰ تا ۴۵ سال	۷۳	۲۹/۲۰		فوق لیسانس و بالاتر	۸۶	۳۴/۴۰
	بیشتر از ۴۵ سال	۶۸	۲۷/۲۰				

هشت نفر از صاحب‌نظران دانشگاهی در این صنعت قرار گرفت. آن‌ها پس از بررسی، شایستگی سنجش ویژگی موردنظر را تأیید نمودند. همچنین پرسشنامه به تعدادی از اساتید و کارشناسان حوزه آب و فاضلاب داده شد تا شیوه نگارش و ابهامات ممکن در جملات و گزاره‌ها مورد بررسی قرار گیرد. نتایج به‌دست‌آمده از اجرای آزمایشی نیز نشان‌دهنده این بود که مشکل خاصی در کلمات و عبارات پرسشنامه نبوده است و بنابراین روایی محتوای پرسشنامه مورد تأیید است. طریقه سنجش روایی واگرا و همگرا نیز در بخش بعدی آمده است. به‌منظور اندازه‌گیری و سنجش سازه‌های پژوهش، از سنجش‌های پژوهش‌های پیشین استفاده شد که در جدول ۲ ارائه شده است. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون چولگی و کشیدگی استفاده شد و با توجه به این‌که ضریب چولگی تمامی متغیرها در بازه (+۳ و -۳) و ضریب کشیدگی در بازه (+۵ و -۵) قرار داشت، لذا توزیع داده‌ها به‌صورت نرمال بوده است. (صادقپور و مرادی، ۱۳۸۹). روایی سازه‌های پرسشنامه با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی تأییدی، ارزیابی شد.

۵-۲- بررسی کفایت حجم نمونه^۲

برای تأیید کفایت حجم نمونه به‌منظور انجام تحلیل عاملی تأییدی، از شاخص کفایت نمونه (KMO) و آزمون بارتلت استفاده شد و از آن جایی که مقدار شاخص KMO برابر ۰/۷۵۳ حاصل شد، تعداد نمونه برای تحلیل عاملی و تحلیل مسیر با مدل معادلات ساختاری مناسب است. همچنین مقدار sig آزمون بارتلت، کوچکتر از ۰/۰۵ حاصل شد که نشان می‌دهد فرض شناخته شده بودن ماتریس هم‌بستگی رد شده و تحلیل عاملی برای شناسایی

مدیره و انتخاب پرسشنامه‌های کامل‌تر برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، مشخص شد که جامعه آماری پژوهش شامل شرکت‌هایی در همه سطوح ۵ گانه رتبه‌بندی شرکت‌ها است و شرکت‌های جوان‌تر با سابقه کاری کمتر را هم شامل می‌شود.

ابزار جمع‌آوری داده در این پژوهش، پرسشنامه محقق‌ساخته بود. سوالات به‌صورت ساختارمند و با طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت و به‌تعداد ۳۳ سوال تنظیم شد. برای بررسی پایایی پرسشنامه، از روش آلفای کرونباخ، بر اساس یک نمونه اولیه استفاده شده که در کلیه موارد، ضریب آلفا بالاتر از ۰/۷ حاصل شد. برای اطمینان از سنجش صحیح محتوای آزمون، از نظر اساتید و کارشناسان خبره این حوزه بهره گرفته شد. روش آماری مورد استفاده در این پژوهش مدل‌سازی معادلات ساختاری است. این روش برای نشان دادن، برآورد و آزمون فرضیه‌ها درباره رابطه علی بین متغیرهای آشکار و پنهان به‌کار می‌رود. این رویکرد شامل دو مرحله، یعنی مدل اندازه‌گیری و مدل ساختاری است (Hair et al, 2013). در مرحله اول، یعنی مدل اندازه‌گیری، روایی و پایایی متغیرهای پنهان تحقیق با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی بررسی می‌شود. در این مرحله از مقادیر میانگین واریانس استخراج شده^۱ (AVE) (روایی سازه) و پایایی ترکیبی^۲ (CR) استفاده شده است.

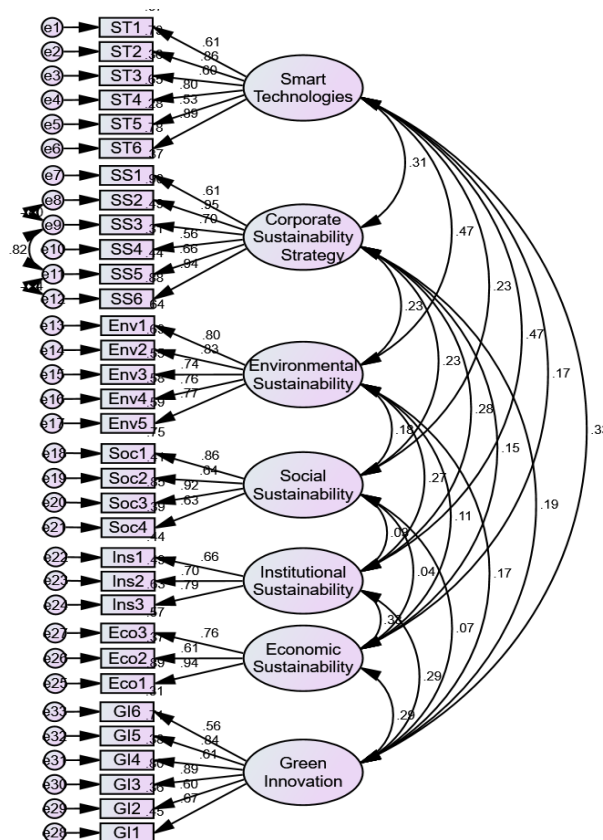
در مرحله دوم، توسط مدل ساختاری روابط علی بین متغیرهای پنهان (سازه‌ها) پژوهش بررسی شده است. پیش از بررسی مدل‌های اندازه‌گیری و ساختاری، نرمال بودن متغیرها بررسی شده که نتایج آن در بخش بعدی ارائه شده است. در پژوهش حاضر به‌منظور سنجش روایی متغیرهای تحقیق از سه روش روایی محتوا، روایی واگرا و روایی همگرا استفاده شده است. به‌منظور بررسی روایی محتوای پرسشنامه، این که آیا سوالات مطرح شده اهداف مورد نظر را پوشش می‌دهد و مانعی از نظر نگارش و ابهامات در جملات ندارد، پرسشنامه در اختیار

اقدام شد. تحلیل فرضیه‌های میانجی نیز با استفاده از آزمون سوبل^۴ صورت گرفت.

۵-۳- مدل اندازه‌گیری پژوهش

در این بخش، به منظور آزمون روایی سازه، پایایی ترکیبی و برازش مدل، مدل اندازه‌گیری پژوهش از طریق اجرای تحلیل عاملی تاییدی برآورد شد. خروجی نرم‌افزار مطابق با شکل ۲، مدل اندازه‌گیری پژوهش را در حالت ضرایب استاندارد نشان می‌دهد.

ساختار مدل عاملی مناسب است. در نهایت، برای تحلیل عاملی تاییدی عوامل و شاخص‌ها در راستای ارزیابی محتوای آزمون از منظر روایی سازه‌ای و نیز برازش مدل پژوهش از مدل‌سازی معادلات ساختاری و نرم‌افزار Amos استفاده شد. تمام متغیرها به‌طور هم‌زمان و در یک مرحله وارد مدل معادلات ساختاری شدند و با توجه به ضرایب استاندارد شده و سطوح معناداری در خروجی نرم‌افزار، نسبت به تایید یا رد فرضیه‌های مطرح شده، در مورد روابط رگرسیونی بین متغیرهای مستقل و وابسته پژوهش،



شکل ۲- مدل اندازه‌گیری در حالت ضرایب استاندارد

ترکیبی (CR) محاسبه شده برای همه متغیرها در مدل اندازه‌گیری، به ترتیب بزرگتر از ۰/۵ و ۰/۷ بودند. بنابراین، روایی همگرا و پایایی ترکیبی ابزار پژوهش تأیید شد. با توجه به این که مقدار AVE برای هر متغیر از مقادیر میانگین مجذور واریانس مشترک^۵ (ASV) و حداکثر مجذور واریانس مشترک^۶ (MSV) بین همه متغیرها در مدل اندازه‌گیری بزرگتر بود، روایی واگرایی ابزار پژوهش نیز تأیید شد (صادقپور و مرادی، ۱۳۸۹). خلاصه‌ای از نتایج تحلیل عاملی تاییدی در جدول ۲ ارائه شده است.

برای تایید برازش مدل از بین شاخص‌های χ^2/df , RMSEA, PNFI و PCFI که شاخص‌های مقتصد نام دارند، باید دو شاخص در محدوده مجاز قرار گیرند. از شاخص‌های GFI و

برای ماندن هر سؤال در مدل، باید دو شرط وجود داشته باشد. اول این که بار عاملی سوال، بیشتر از ۰/۵ باشد و دوم این که معنادار باشد، یعنی مقدار t-value بزرگتر از قدرمطلق ۱/۹۶ باشد (Hair et al., 2013). براساس نتایج حاصل در مدل اندازه‌گیری، مقدار بار عاملی همه سوالات، بزرگتر از ۰/۵ و مقدار t-value بزرگتر از ۱/۹۶ بود. با توجه به بار عاملی می‌توان گفت که سهم کدام متغیر در اندازه‌گیری سازه مربوطه بیشتر است و سهم کدام متغیر کمتر. به بیان دیگر، شاخصی که بار عاملی بزرگتری داشته باشد، سهم بزرگتری در اندازه‌گیری سازه مربوطه دارد و شاخصی که بار عاملی کمتری داشته باشد، سهم کمتری دارد. هم‌چنین، مقادیر میانگین واریانس استخراج شده (AVE) و پایایی

سنجش برازش مدل در جدول ۳ ارائه شده و همان‌طور که مشاهده می‌شود، مدل اندازه‌گیری پژوهش از برازش مناسبی برخوردار است.

AGFI که به شاخص‌های مطلق معروف هستند، حداقل یکی باید در محدوده مجاز قرار گیرد و در بقیه شاخص‌های RFI, IFI, CFI, TLI و NFI که شاخص‌های مقایسه‌ای نام دارند، حداقل دو مورد باید در محدوده مجاز قرار گیرند (صادقپور و مرادی، ۱۳۸۹). نتایج

جدول ۲- شاخص‌های اندازه‌گیری، روایی و پایایی ابزار پژوهش

شاخص‌های روایی و پایایی	بار عاملی	شاخص‌ها (عنوان در مدل)	سازه‌ها
AVE=۰/۵۳۰ CR=۰/۸۶۷ MSV=۰/۲۲۰ ASV=۰/۱۲۱	۰/۶۰۸	ST1: وجود دستگاه‌ها با قابلیت برنامه‌ریزی	فناوری‌های هوشمند
	۰/۸۵۷	ST2: وجود دستگاه‌ها با شناسه منحصر به فرد (UDI).	
	۰/۶۰۳	ST3: وجود دستگاه‌ها با قابلیت واکنش به تغییرات محیطی	
	۰/۸۰۴	ST4: وجود دستگاه‌ها با قابلیت ارسال و دریافت پیام	
	۰/۵۳۱	ST5: وجود دستگاه‌ها با قابلیت ضبط و ذخیره اطلاعات	
	۰/۸۸۵	ST6: امکان شناسایی دستگاه‌ها از طریق سایر دستگاه‌ها، مکان‌ها یا افراد	
AVE=۰/۵۶۴ CR=۰/۸۸۲ MSV=۰/۰۹۹ ASV=۰/۰۵۶	۰/۶۰۹	SS1: کاهش سوخت‌های فسیلی و جایگزین کردن آن‌ها با سوخت‌های سازگار با محیط‌زیست	استراتژی پایداری شرکت
	۰/۹۴۷	SS2: تنظیم شیوه‌های تجاری برای کاهش مصرف انرژی	
	۰/۷۰۱	SS3: تعدیل شیوه‌های تجاری برای کاهش تأثیرات محیط‌زیستی محصولات	
	۰/۵۵۸	SS4: تعدیل رویه‌های تجاری برای کاهش ضایعات و تولید گازهای گلخانه‌ای	
	۰/۶۶۲	SS5: اقدامات داوطلبانه برای احیای محیط‌زیست	
	۰/۹۳۶	SS6: کاهش خرید مواد غیر قابل بازیافت، مواد شیمیایی و سایر اجزای سازنده	
AVE=۰/۶۰۹ CR=۰/۸۸۶ MSV=۰/۲۱۸ ASV=۰/۰۶۹	۰/۷۹۸	Env1: پایبندی به چرخه‌های محیط‌زیستی ^۷	پایداری محیطی
	۰/۸۲۹	Env2: تعهد به حفظ محیط‌زیست ^۸	
	۰/۷۴۲	Env3: مدیریت پسماند	
	۰/۷۶۳	Env4: توجه به عوامل بهداشتی	
	۰/۷۶۶	Env5: اشغال زمین	
AVE=۰/۵۹۹ CR=۰/۸۵۳ MSV=۰/۰۵۴ ASV=۰/۰۲۴	۰/۸۶۳	Soc1: شناخت اجتماعی	پایداری اجتماعی
	۰/۶۴۴	Soc2: توسعه سرمایه انسانی	
	۰/۹۲۰	Soc3: ایجاد شغل	
	۰/۶۲۵	Soc4: حفظ سلامت و امنیت	
AVE=۰/۵۲۱ CR=۰/۷۶۴ MSV=۰/۲۲۰ ASV=۰/۰۹۴	۰/۶۶۴	Ins1: میزان درآمد	پایداری نهادی
	۰/۷۰۱	Ins2: ایجاد مشاغل غیرمستقیم	
	۰/۷۹۴	Ins3: راه‌اندازی کسب‌وکار جدید	
AVE=۰/۶۱۳ CR=۰/۸۲۲ MSV=۰/۱۰۷ ASV=۰/۰۴۳	۰/۹۴۴	Eco1: سهولت انتقال مواد	پایداری اقتصادی
	۰/۶۱۲	Eco2: کاهش مصرف انرژی	
	۰/۷۵۷	Eco3: کاهش هزینه	
AVE=۰/۵۰۲ CR=۰/۸۵۴ MSV=۰/۱۰۸ ASV=۰/۰۵۸	۰/۶۷۳	GI1: انتخاب مواد سازگار با محیط‌زیست برای توسعه محصول	نوآوری سبز
	۰/۶۰۰	GI2: انتخاب موادی که در تولید محصول انرژی کمتری مصرف می‌کنند.	
	۰/۸۹۴	GI3: استفاده از کمترین مقدار مواد اولیه در توسعه محصول	
	۰/۶۱۳	GI4: ارزیابی این که محصولات قابلیت استفاده مجدد، بازیافت و تجزیه در تولید محصول را دارا هستند.	
	۰/۸۴۲	GI5: کاهش مؤثر انتشار مواد خطرناک یا ضایعات در فرآیند تولید	
	۰/۵۵۹	GI6: بازیافت ضایعات و انتشار به‌طور مؤثر در فرآیند تولید	

جدول ۳: نتایج برازش مدل اندازه‌گیری پژوهش

IFI	TLI	CFI	GFI	RMSEA	X2/df	شاخص‌های برازش
۰/۹۱۴ (بیشتر از ۰/۹)	۰/۹۰۳ (بیشتر از ۰/۹)	۰/۹۱۳ (بیشتر از ۰/۹)	۰/۸۳۲ (بیشتر از ۰/۸)	۰/۰۶۰ (کمتر از ۰/۱)	۱/۹۱۰ (کمتر از ۳)	مقدار به‌دست آمده

۵-۴- مدل ساختاری پژوهش

نتایج حاصل از برآورد مدل ساختاری کلی پژوهش، در شکل ۳ ارائه شده است. همان‌طور که مشخص است، متغیر فناوری‌های هوشمند، توانسته است ۱۰٪ از تغییرات متغیر استراتژی‌ی پایداری شرکت را تبیین کند. دو متغیر فناوری‌های هوشمند و استراتژی پایداری شرکت، روی هم ۷۳٪ از تغییرات متغیر پایداری شرکتی را تبیین کرده‌اند. این درحالی است که ۱۷٪ از تغییرات متغیر نوآوری سبز با متغیر پایداری شرکتی، تبیین شده است. هم‌چنین، نتایج سنجش برازش مدل ساختاری نیز در جدول ۴ ارائه شده است که براساس مقادیر شاخص‌های مختلف برازش، مدل ساختاری کلی تحقیق برازش مناسبی داشت.

معیار این پژوهش، برای تایید یا رد هر فرضیه، مقدار p یا آماره t است. چنانچه مقدار p کمتر از ۰/۰۵ و یا قدر مطلق آماره t بزرگتر از ۱/۹۶ حاصل شود، نشان می‌دهد فرضیه، معنادار و مورد تایید است. مطابق جدول ۵ مقدار آماره t برای فرضیه‌های ۱ تا ۴ پژوهش، بزرگتر از مقدار ۱/۹۶ حاصل شده است، لذا چنین نتیجه گرفته می‌شود که هر چهار فرضیه مورد تایید هستند.

برای بررسی فرضیه‌های میانجی در این پژوهش از آزمون سوبل استفاده شد. مقدار آماره Z در آزمون سوبل از رابطه (۱)

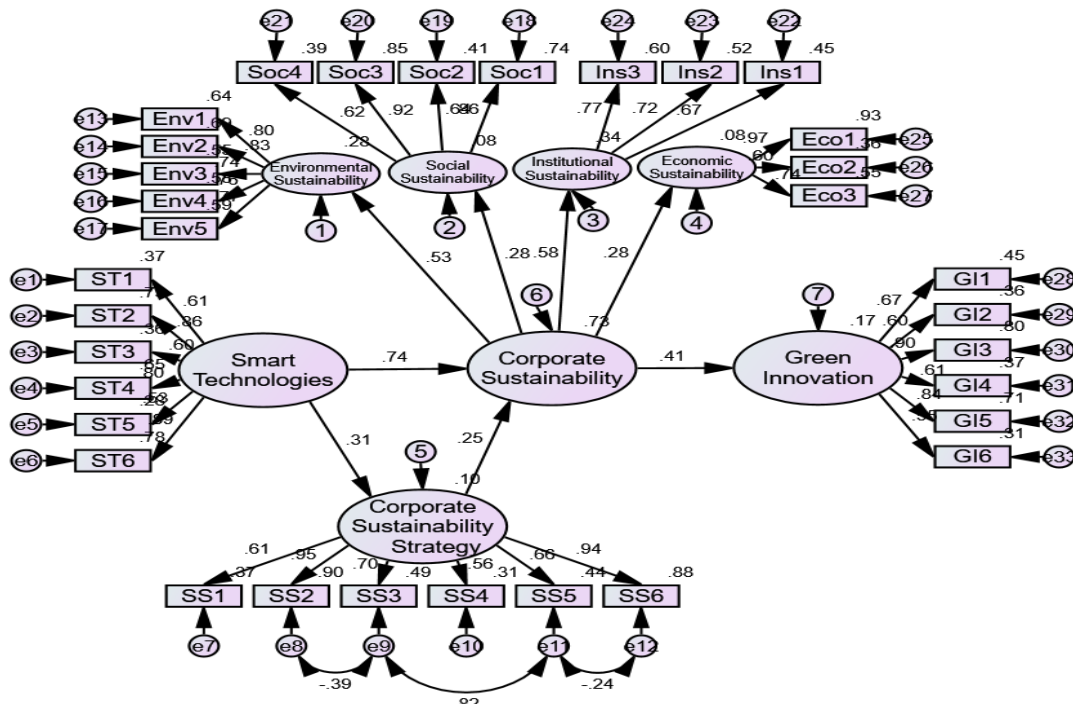
به‌دست می‌آید که در این رابطه، t_A : آماره t در رابطه میان متغیر مستقل و میانجی و t_B : آماره t در رابطه میان متغیر میانجی و وابسته است.

$$Z_{value} = \frac{t_A \cdot t_B}{\sqrt{t_A^2 + t_B^2}} \quad (1)$$

اگر مقدار آماره آزمون، از ۱/۹۶ بیشتر باشد، نشان می‌دهد فرض صفر (مبنی بر این‌که متغیر میانجی نقشی در رابطه متغیر مستقل و وابسته ندارد)، در سطح خطای ۰/۰۵ رد شده و تاثیر میانجی در رابطه معنادار است. میزان اثر غیرمستقیم متغیر مستقل بر وابسته نیز از رابطه (۲) به‌دست می‌آید که در این رابطه، A ضریب مسیر میان متغیر مستقل و میانجی، B ضریب مسیر میان متغیر میانجی و وابسته است.

$$B_{indirect} = A * B \quad (2)$$

نتایج آزمون فرضیه‌ها و میزان اثر غیرمستقیم متغیرهای مستقل بر وابسته، در جدول ۶ قابل مشاهده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، هر سه فرضیه با توجه به بیشتر بودن مقدار Z- Value از ۱/۹۶ معنادار هستند و در نتیجه، تایید می‌شوند.



شکل ۳: مدل ساختاری

جدول ۴- نتایج برازش مدل ساختاری پژوهش

شاخص‌های برازش	X2/df	RMSEA	GFI	CFI	TLI	IFI
مقدار مجاز	کمتر از ۳	کمتر از ۰/۱	بیشتر از ۰/۸	بیشتر از ۰/۹	بیشتر از ۰/۹	بیشتر از ۰/۹
مقدار به دست آمده	۱/۹۱۲	۰/۰۶۱	۰/۸۲۷	۰/۹۱۱	۰/۹۰۲	۰/۹۱۱

جدول ۵- نتایج رگرسیون برای اثرات مستقیم (فرضیه‌های ۱ تا ۴)

فرضیه‌ها	معناداری p	آماره t	ضریب مسیر	نتیجه
H1: فناوری‌های هوشمند ← پایداری شرکت	***	۶/۰۳۴	۰/۷۴	تایید
H2: فناوری‌های هوشمند ← استراتژی پایداری شرکت	***	۴/۵۵۴	۰/۳۱	تایید
H3: استراتژی پایداری شرکت ← پایداری شرکت	***	۲/۹۳۶	۰/۲۵	تایید
H4: پایداری شرکت ← نوآوری سبز	***	۴/۲۵۰	۰/۴۱	تایید

*** به معنای $p < ۰/۰۱$ است.

جدول ۶- نتایج رگرسیون برای اثرات میانجی (فرضیه‌های ۵ تا ۷)

فرضیه‌ها	Z-Value	A.B	نتیجه
H5: فناوری‌های هوشمند ← پایداری شرکت ← نوآوری سبز	۳/۴۷۴	۰/۳۰	تایید
H6: فناوری‌های هوشمند ← استراتژی پایداری شرکت ← پایداری شرکت	۲/۴۶۷	۰/۰۸	تایید
H7: استراتژی پایداری شرکت ← پایداری شرکت ← نوآوری سبز	۲/۴۱۵	۰/۱۰	تایید

۶- بحث و نتیجه‌گیری

که پایداری را با عملیات کسب‌وکار ادغام می‌کند، نقش مهمی در دستیابی به پایداری شرکتی ایفا می‌کند.

- پایداری شرکت از منظر محیط‌زیستی، اجتماعی، نهادی و اقتصادی بر نوآوری سبز تاثیر می‌گذارد و پایبندی به چرخه‌های محیط‌زیستی، ایجاد مشاغل غیرمستقیم، راه‌اندازی کسب‌وکار جدید و کاهش هزینه در حوزه فعالیت‌های سازگار با محیط‌زیست در شرکت‌ها، به نوآوری و طراحی و توسعه محصولات جدید، به نحوی که مبتنی بر اصول محیط‌زیستی باشند، منجر خواهد شد.
- توجه به مولفه‌های اجتماعی، اقتصادی، محیطی و نهادی در رشد و توسعه شرکت، می‌تواند استفاده از تجهیزات و فناوری‌های هوشمند را به‌عنوان فرصتی در اختیار مدیران شرکت‌ها قرار دهد تا انرژی و توان سازمان را به‌سوی توسعه و ایجاد نوآوری سبز سوق دهند. در واقع، فناوری‌های هوشمند می‌توانند به ایجاد و توسعه نوآوری سبز در شرکت کمک کنند، منوط به این‌که مدیران شرکت، توسعه پایدار را به عنوان یک استراتژی در نظر بگیرند.
- بهبود استراتژی پایداری، منجر به افزایش تاثیرگذاری فناوری‌های هوشمند بر پایداری شرکت خواهد شد. در واقع، بهره‌برداری کامل از پایداری نیاز به پایداری فناوری‌های هوشمند دارد.

- توجه به مولفه‌های اجتماعی، اقتصادی، محیطی و نهادی در رشد و توسعه شرکت، می‌تواند به تقویت اثرگذاری راهبردها

طی دهه‌های اخیر روند فزاینده پیشرفت صنعتی از یک سو و محدودیت منابع، مخصوصاً منابع طبیعی و محیط‌زیستی از سوی دیگر، توجه جامعه بشری را به مسئله حفظ محیط‌زیست و تقویت تلاش‌ها در جهت نوآوری سبز جلب نموده است. بر این اساس، در پژوهش حاضر نیز تاثیر فناوری‌های هوشمند بر نوآوری سبز با تاکید بر نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌ها پایداری آن، به‌منظور کمک به موضوعات محیط‌زیستی بررسی شد. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که:

- هرچه استفاده از فناوری‌های هوشمند افزایش یابد، پایداری شرکت نیز بهبود می‌یابد. به بیان دیگر، می‌توان گفت فناوری‌های هوشمند، بخش مهمی از راه‌حل مقابله با چالش‌های محیط‌زیستی فعلی هستند و توسعه فناوری و انواع فناوری‌های هوشمند، فرصت‌هایی را برای رسیدن به اهداف جنبه‌های مختلف پایداری ارائه می‌دهند.
- به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند، سبب بهبود استراتژی‌های پایداری شرکت خواهد شد. یک استراتژی پایداری شرکت، جنبه‌های محیط‌زیستی و اجتماعی را به فرایند مدیریت استراتژیک متصل می‌کند و بر جایگاه استراتژیک شرکت از نظر توسعه پایدار، تاکید می‌کند.
- بهبود استراتژی پایداری شرکت، سبب افزایش پایداری شرکت می‌شود. بنابراین، ایجاد یک استراتژی پایداری شرکتی

سازمانی، نیاز و ضرورت مدیریت آب کشور"، علوم و مهندسی آب و فاضلاب، ۳(۴)، ۶۵-۷۲، <http://dx.doi.org/10.22112/jwwse.2019.151721.1113> خمسه، ع، خدابنده، ف، (۱۳۹۹)، "قابلیت‌های پویای تحقیق و توسعه و تأثیر آن‌ها بر عملکرد نوآورانه شرکت‌های صنایع غذایی تولیدکننده شیرینی و شکلات"، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، ۱۸(۴۰)، ۳۵-۵۴.

دباغ، ر، و جانعلی پور، س، (۱۳۹۸)، "تدوین برنامه راهبردی شرکت‌های آب منطقه‌ای (مطالعه موردی: شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان غربی)"، علوم و مهندسی آب و فاضلاب، ۴(۲)، ۴-۱۶، <http://dx.doi.org/10.22112/jwwse.2019.129932.1086>

زمانی، آ، حسینی شکیب، م، و خمسه، ع، (۱۳۹۹)، "تأثیر فرآیند و محتوای استراتژی بر چابکی و عملکرد سازمانی: نقش میانجی همسویی استراتژیک"، فصلنامه علمی پژوهش‌های مدیریت راهبردی، ۲۶(۷۸)، ۱۲۳-۱۴۸.

شایگان، ج، و افشاری، ع، (۱۳۸۳)، "بررسی وضعیت فاضلاب‌های شهری و صنعتی در ایران"، آب و فاضلاب، ۱۵(۱)، ۵۸-۶۹. صادقی‌پور، ب، و مرادی، و، (۱۳۸۹)، "تحلیل آماری با نرم‌افزارهای *spss* و *amos*، چاپ اول، بابلسر: انتشارات دانشگاه مازندران. عزیززی، م، رحیمی، م، و کبیری، ف، (۱۴۰۰)، "ارائه مدل علی عوامل موثر بر توسعه عملکرد سازمانی براساس سرمایه فکری سبز و نوآوری سبز"، فصلنامه مدیریت کسب و کار، ۴۹، ۴۴۹-۴۶۶.

مروتی شریف‌آبادی، ع، نمک‌شناس جهرمی، م، و ضیایی بیده، ع، (۱۳۹۳)، "بررسی تأثیر ابعاد نوآوری سبز بر عملکرد سازمان"، نشریه مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۲(۳۳)، ۲۵-۴۲.

Albort-Moran, G., Leal-Millán, A., and Cepeda-Carrión, G., (2016), "The antecedents of green innovation performance: A model of learning and capabilities", *Journal of Business Research*, 69(11), 4912-4917, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.052>

Amendolagine, V., Lema, R., and Rabbellotti, R., (2021), "Green foreign direct investments and the deepening of capabilities for sustainable innovation in multinationals: Insights from renewable energy", *Journal of Cleaner Production*, 310, 127381, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127381>.

Arora, S., Saraswat, S., (2021), "Vermifiltration as a natural, sustainable and green technology for environmental remediation: A new paradigm for wastewater treatment process", *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 85-97, <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100061>.

Baumgartner, R.J., and Rauter, R., (2017), "Strategic perspectives of corporate sustainability management

و استراتژی‌های اتخاذ شده توسط شرکت‌ها، برای سازگاری هر چه بیشتر فعالیت‌ها با محیط‌زیست منجر شود و از سوی دیگر، مسیر توسعه نوآوری سبز را نیز هموار کند. اتخاذ هوشمندانه استراتژی‌های پایداری شرکتی می‌تواند چشم‌اندازی جسورانه و جامع را در رابطه با توسعه اجتماعی، اقتصادی، نهادی و محیط‌زیستی شرکت تعریف‌کند که در نهایت رشد و توسعه پایداری شرکت در ابعاد گوناگون منجر به نوآوری سبز می‌شود.

۷- جمع‌بندی

این پژوهش با مرور مفاهیم مرتبط با فناوری‌های هوشمند، پایداری شرکتی، استراتژی‌های پایداری و نوآوری سبز و نقش آن‌ها در صنعت فاضلاب کشور به عنوان یکی از مهم‌ترین فن‌آوری‌های موثر بر حفظ محیط‌زیست، تأثیر و ارتباط این عوامل را از نظر مدیران ارشد شرکت‌های سازنده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مورد بررسی قرار داد و فرضیات مطرح شده آزموده شد. علاوه بر نتایج و پیشنهادات ذکر شده در بند قبل، به‌عنوان یک دریافت کلی می‌توان نتیجه گرفت که شکاف میان برنامه‌ریزی استراتژیک پایداری و عملکرد شرکت‌ها در حوزه نوآوری سبز، با پیاده‌سازی موفق آن استراتژی پر می‌شود و فناوری‌های هوشمند در این میان به‌عنوان محرک اصلی در اتخاذ و اجرای استراتژی‌های پایداری در جنبه‌های چهارگانه، نقش مهمی ایفا می‌کند. با این اوصاف تحلیل موانع ورود شرکت‌های سازنده تصفیه‌خانه‌های فاضلاب کشور به استفاده از نسل چهارم فناوری و بررسی تأثیر آن بر پایداری شرکت‌ها و نوآوری سبز می‌تواند وجهه همت محققین آتی در این زمینه قرار گیرد.

۸- پی‌نوشت‌ها

- 1- Average Variance Extracted
- 2- Composite Reliability
- 3- Adequacy of sample size
- 4- Sobel
- 5- Average Shared Squared Variance
- 6- Maximum Shared Squared Variance
- 7- Adherence to environmental cycles
- 8- Commitment to environmental protection

۹- مراجع

پاکروح، ش، و قنادی، م، (۱۳۹۷)، "رویکرد اجتماعی و درون

- Romanelli, M., (2018), "Towards sustainable ecosystems", *Systems Research and Behavioral Science*, 35(4), 417-426, <https://doi.org/10.1002/sres.2541>
- Saunila, M., Ukko, J., and Rantala, T., (2018), "Sustainability as a driver of green innovation investment and exploitation", *Journal of Cleaner Production*, 179, 631-641.
- Saunila, M., Nasiri, M., Ukko, J., and Rantala, T., (2019), "Smart technologies and corporate sustainability: The mediation effect of corporate sustainability strategy", *Computers in Industry*, 108, 178-185.
- Sezen, B., and Çankaya, S., (2013), "Effects of green manufacturing and eco-innovation on sustainability performance", *9th International Strategic Management Conference, Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 99, 154-163, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.481>
- Silva, D.A.L., Delai, I., de Castro, M.A.S., and Ometto, A.R., (2013), "Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology", *Journal of Cleaner Production*, 47, 174-187.
- Sharma, S., Prakash, G., Kumar, A., Mussada, E., Antony, J., and Luthra, S., (2021), "Analysing the relationship of adaption of green culture, innovation, green performance for achieving sustainability: Mediating role of employee commitment", *Journal of Cleaner Production*, 303, 127039.
- Song, M., Fisher, R., and Kwoh, Y., (2019), "Technological challenges of green innovation and sustainable resource management with large scale data", *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 361-368.
- Tseng, M.L., Huang, F.H., and Chiu, A.S., (2012), "Performance drivers of green innovation under incomplete information", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 40, 234-250.
- Yoo, Y., Boland Jr, R.J., Lyytinen, K., and Majchrzak, A., (2012), "Organizing for innovation in the digitized world", *Organization Science*, 23(5), 1398-1408.
- to develop a sustainable organization", *Journal of Cleaner Production*, 140, 81-92.
- Chang, C.H., and Chen, Y.S., (2013), "Green organizational identity and green innovation", *Management Decision*, 51(5), 1056-1070.
- Chen, Y.S., (2008), "The driver of green innovation and green image-green core competence", *Journal of Business Ethics*, 81(3), 531-543.
- Elkington, J., (1998), "Partnerships from cannibals with forks: the triple bottom line of 21st-century business", *Environmental Quality Management*, 8(1), 37-51.
- Hair, J., Ringle, C., and Sarstedt, M., (2013). "Partial least squares structural equation modeling", *Long Range Planning*, 46(1-2), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2013.01.001>.
- Heydari, S., Hosseini Shakib, M., and Khamseh, A., (2020), "IT - business Strategic alignment and organizational agility: The moderating role of environmental uncertainty", *Journal of System Management*, 6(1), 35-52.
- Higon, D.A., Gholami, R., and Shirazi, F., (2017), "ICT and environmental sustainability: A global perspective", *Telematics and Informatics*, 34, 85-95.
- Iacovidoua, E., Purnell, P., and Lim, M. (2018), "The use of smart technologies in enabling construction components reuse: A viable method or a problem creating solution?", *Journal of Environmental Management*, 216, 214-223, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.093>
- Karn, A.L., Pandya, S., Mehbodniya, A., Arslan, F., Sharma, D.K., Phasinam, K., Aftab, M.N., Rajan, R., Bommisetti, R.K., and Sengan, S., (2021), "An integrated approach for sustainable development of wastewater treatment and management system using IoT in smart cities", *Soft Computing*, 1-17, <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06244-9>.
- Kataki, S., Chatterjee, S., Vairale. M., Dwivedi, S., and Gupta, D., (2021). "Constructed wetland, an eco-technology for wastewater treatment: A review on types of wastewater treated and components of the technology (macrophyte, biofilm and substrate)", *Journal of Environmental Management*, 283, 55-64, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.111986>
- Liu, S., and Yan, M., (2018), "Corporate sustainability and green innovation in an emerging economy: An empirical study in China", *Sustainability*, 10(11), 39-98, <https://doi.org/10.3390/su10113998>.



This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

به نام خدا

پاسخگوی گرامی

پرسشنامه‌ای که در دست دارید به منظور انجام یک تحقیق علمی و دانشگاهی در مقطع کارشناسی ارشد در خصوص «نقش میانجی پایداری شرکت و استراتژی‌های پایداری در رابطه بین فناوری‌های هوشمند و نوآوری سبز در شرکت‌های طراحی، احداث و بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری و صنعتی در ایران» طراحی و به شما تقدیم شده است. دقت و حوصله در پاسخگویی به سوال‌های ذیل به‌طور قطع نقش موثری در نتیجه این تحقیق ایفا خواهد کرد. لذا از جنابعالی خواهشمندم مرا با پاسخ‌های دقیق خود یاری نمایید. از بذل توجه و صرف زمان گرانبهاتان صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

الف - مشخصات فردی و سازمانی:

(۱) جنسیت:

(۲) سن:

(۳) میزان تحصیلات: فوق دیپلم لیسانس فوق لیسانس و بالاتر

(۴) سابقه کار:

ب- لطفا دیدگاه خود را در خصوص هر یک از موارد زیر مشخص بفرمایید و هیچ‌یک را بی‌پاسخ نگذارید.

ردیف	فناوری‌های هوشمند	کاملاً مخالفم	مخالفم	بی‌تفاوت	موافقم	کاملاً موافقم
۱	در شرکت ما همه دستگاه‌ها قابلیت برنامه‌ریزی دارند.					
۲	در شرکت ما همه دستگاه‌ها از شناسه منحصر به فرد (UDI) برخوردار هستند.					
۳	در شرکت ما، همه دستگاه‌ها از قابلیت واکنش به تغییرات محیطی برخوردار هستند.					
۴	در شرکت ما، همه دستگاه‌ها می‌توانند پیام ارسال و دریافت کنند.					
۵	در شرکت ما، همه دستگاه‌ها می‌توانند تمام اطلاعات را ضبط و ذخیره کنند.					
۶	در شرکت ما می‌توان همه دستگاه‌ها را از طریق سایر دستگاه‌ها، مکان‌ها یا افراد شناسایی کرد.					

ج- لطفا مشخص نمایید که در طول سه سال اخیر، در شرکت شما هر یک از موارد زیر تا چه اندازه انجام شده است؟

ردیف	استراتژی‌های پایداری	خیلی کم	کم	زیاد	خیلی زیاد
۷	اقدامات داوطلبانه برای احیای محیط‌زیست				
۸	کاهش خرید مواد غیرقابل بازیافت، مواد شیمیایی و سایر اجزای سازنده				
۹	کاهش سوخت‌های فسیلی و جایگزین کردن آن‌ها با سوخت‌های سازگار با محیط‌زیست				
۱۰	تنظیم شیوه‌های تجاری برای کاهش مصرف انرژی				
۱۱	تعدیل شیوه‌های تجاری برای کاهش تأثیرات محیط‌زیستی محصولات				
۱۲	تعدیل رویه‌های تجاری برای کاهش ضایعات و تولید گازهای گلخانه‌ای				
ردیف	پایداری شرکتی	خیلی کم	کم	زیاد	خیلی زیاد
۱۳	پایبندی به چرخه‌های محیط‌زیستی				
۱۴	تعهد به حفظ محیط‌زیست				
۱۵	مدیریت پسماند				
۱۶	توجه به عوامل بهداشتی				

					اشغال زمین	۱۷
					شناخت اجتماعی	۱۸
					توسعه سرمایه انسانی	۱۹
					ایجاد شغل	۲۰
					حفظ سلامت و امنیت	۲۱
					میزان درآمد	۲۲
					ایجاد مشاغل غیرمستقیم	۲۳
					راه‌اندازی کسب‌وکار جدید	۲۴
					سهولت انتقال مواد	۲۵
					کاهش مصرف انرژی	۲۶
					کاهش هزینه	۲۷
خیلی زیاد	زیاد	پایین	کم	خیلی کم	نوآوری سبز	۲۸
					انتخاب مواد سازگار با محیط‌زیست برای توسعه محصول	۲۸
					انتخاب موادی که در تولید محصول انرژی کمتری مصرف می‌کنند.	۲۹
					استفاده از حداقل مقدار مواد اولیه در زمینه توسعه محصول	۳۰
					ارزیابی این‌که محصولات قابلیت استفاده مجدد، بازیافت و تجزیه در تولید محصول را دارا هستند.	۳۱
					کاهش مؤثر انتشار مواد خطرناک یا ضایعات در فرآیند تولید	۳۲
					بازیافت ضایعات و انتشار به‌طور مؤثر در فرآیند تولید	۳۳
					استفاده از حداقل مقدار مواد اولیه در زمینه توسعه محصول	۳۰