

تحلیل اثر دیجیتال‌سازی و تولید ناب در تحقق عملکرد پایدار: تبیین نقش تعدیل‌گر فرهنگ ناب

علیرضا صادقپور فیروزآباد^۱، محمدرضا صادقی‌مقدم^{۲*}، ایمن قاسمیان صاحبی^۳
مهتاب احقاقی^۴

- ۱- کارشناسی ارشد، گروه مدیریت عملیات و علوم تصمیم، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- ۲- دانشیار، گروه مدیریت عملیات و علوم تصمیم، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- ۳- دکتری، گروه مدیریت عملیات و علوم تصمیم، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مدیریت عملیات و علوم تصمیم، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۱۷

دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷

چکیده

در دهه‌های اخیر، دیجیتال‌سازی به‌عنوان یک فاکتور کلیدی تحول صنایع مطرح شده است. در کنار پیشرفت‌هایی که دیجیتال‌سازی برای صنایع به‌همراه داشته است، مسائل محیط‌زیستی و اجتماعی نیز به چالش کشیده شده‌اند. در همین زمینه، بهره‌گیری توانمند از اصول تولید ناب در کنار فناوری‌های دیجیتال به‌عنوان یک راهبرد پایدار برای کاهش تأثیرات منفی بر محیط زیست، جامعه و چالش‌های پیش‌روی آن پدید آمده است. اما نکته مهم در این بین میزان اهمیت جنبه‌های اجتماعی در کنار جنبه‌های فنی است. اهمیت زیربنایی بحث فرهنگ به‌عنوان یک جنبه اجتماعی در سازمان برای پایه‌ریزی این اصول از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌همین دلیل در این پژوهش به بررسی

E-mail: rezasadeghi@ut.ac.ir

* نویسنده مسئول مقاله:



دیجیتال‌سازی تولید بر عملکرد پایدار با نقش میانجی تولید ناب و تعدیل‌گر فرهنگ ناب پرداخته شده است. نمونه آماری متشکل از ۲۱۱ شرکت فعال در زنجیره ارزش خودرو و قطعات وابسته بوده است که با روش تصادفی ساده، پرسش‌نامه استاندارد میان آنها توزیع شد. نرم‌افزار Smart-PLS3 برای تحلیل استفاده شد. نتایج آزمون فرضیه‌ها نشان داد که دیجیتال‌سازی و تولید ناب در تحقق عملکرد پایدار تأثیر معنی‌داری دارند. همچنین با استفاده از فناوری‌های دیجیتال و استقرار فرهنگ ناب می‌توان بهبود عملکرد صنایع و کاهش تأثیرات زیست‌محیطی و اجتماعی را دنبال کرد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد پایدار، تولید ناب، دیجیتال‌سازی، فرهنگ ناب، صنعت خودرو.

۱- مقدمه

تلاش سازمان‌های امروزی در بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر منجر به توسعه مفهوم عملکرد پایدار شده و تحولات جهانی نیز به اهمیت این موضوع افزوده است [۱]. عملکرد پایدار مفهومی نوین برای آن دسته از فعالیت‌های سازمانی است که با مسئولیت‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در ارتباط است. این مفهوم منجر به پیدایش محیط کاری مطلوب‌تری می‌شود و به همین سبب متضمن تعهد بیشتر نسبت به کیفیت خدمات است. مزایای این مهم در محیط‌های تولیدی نمود بیشتری دارد، به‌طوری‌که به مدیران اجازه می‌دهد تا در راستای انجام کار درست، عملکرد ضعیف کارکنان را خود را تشخیص داده و در جهت بهبود آن ب‌آیند. همچنین ازسوی دیگر نیز با اعطای پاداش‌های درخور به عملکرد مطلوب کارکنان، آنها را ترغیب به مجموعه‌ای از اقدام‌هایی کنند که سازمان را در مسیر دستیابی به تعالی پایدار ثابت‌قدم نگه می‌دارد [۲]. به‌همین‌منظور سازمان‌ها در تعقیب ابتکاراتی نوین [۳] و بازنگری در قابلیت‌های عملیاتی فرایندهای تولید هستند تا بتوانند منجر به تحقق این امر شوند [۴].

نکته مهم در دستیابی به موفقیت در این حوزه گستردگی و چندبُعدی بودن آن است [۵]. در همین راستا طرز دستیابی به عملکرد پایدار در پژوهش‌های پیشین به روش‌های مختلفی بیان شده است. متغیرهای تولید ناب، فرهنگ ناب و دیجیتال‌سازی ازجمله راهبردهایی معرفی شده‌اند که امکان عملی‌سازی این مفهوم را دارند [۶؛ ۷] و در این پژوهش نیز از آنها استفاده



شده است. اصول تولید ناب با رسوخ در تمام جنبه‌های تجارت [۸] به‌عنوان یک پارادایم در مدیریت تولید و عملیات شناخته می‌شود که رویکرد کاهش هزینه‌های تولید، به‌حداقل رساندن ضایعات، بهبود نتایج و افزایش رضایت مشتریان را شامل می‌شود [۹]. از طرفی دیگر دیجیتال سازی نیز به معنی به‌کارگیری فناوری‌های دیجیتال در راستای هوشمندسازی و مکانیزاسیون بخش‌هایی از عملکرد سازمان است که با جایگزینی فعالیت‌های ماشینی با فعالیت‌های انسانی دستیابی به اصول تولید ناب و عملکرد پایدار را آسان می‌کند [۱۰]. باید توجه داشت که به‌کارگیری رویکرد تولید ناب و ابزارهای دیجیتال سازی فقط به عملکردی پایدار منجر نمی‌شود و لازم است به فرهنگ سازمانی متناسب با آن نیز توجه شود [۹]. به این شکل اصول ناب می‌تواند جنبه‌های اجتماعی را نیز در بر گیرد [۱۱].

در شرکت‌های ایرانی نیز این مقوله نمود ویژه‌ای دارد. در شرکت هدف این پژوهش، مدیران در راهبردهای کلان خود دستیابی به توسعه پایدار را هدف قرار داده‌اند. مدیران شرکت در راستای کسب این مهم، اصول تولید ناب و بهره‌گیری از فناوری‌های روز دنیا را به‌عنوان جنبه‌های فنی در نظر گرفته‌اند. اکنون به‌منظور اطمینان از کارکرد فرایندهای شرکت در راستای رسیدن به عملکرد پایدار با مشکل جدیدی برخوردند و آن هم نبود یک فرهنگ سازمانی در حمایت از این برنامه‌ها است. پیش از این نیز بررسی ادبیات نشان می‌دهد که انتشار پژوهش‌های مربوط به دیجیتال سازی، تولید ناب، عملکرد پایدار و آثار متقابل آنها بر یکدیگر در دو دهه اخیر در حال افزایش بوده است. در این پژوهش‌ها آثار متقابل بین تولید ناب و دیجیتال سازی [۱۲-۱۴]، تأثیرات دیجیتال سازی بر عملکرد پایدار [۱۵-۱۸] و همچنین تأثیر هم‌زمان دیجیتال سازی و تولید ناب بر عملکرد پایدار [۱۰-۲۲] پرداخته شده است. اما با درنظر داشتن اهمیت فرهنگ سازمانی و نقشی که عامل فرهنگ در یک مجموعه ایفا می‌کند، در الگوهای پیشین کمتر به فرهنگ ناب پرداخته شده است و وجود نداشتن پژوهشی کاربردی در زمینه متغیرهای اصلی نامبرده به‌علاوه فرهنگ ناب در مطالعات دانشگاهی به چشم می‌خورد. بر همین اساس در این پژوهش با بهره‌گیری از نمونه‌های این شرکت تأثیر تعدیل‌گر فرهنگ ناب به‌عنوان یک نوع از فرهنگ سازمانی که می‌تواند بر عملکرد پایدار تأثیر مثبت بگذارد، بررسی شد. برهمین اساس هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر نقش میانجی تولید



ناب در رابطه بین دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار طرح شده است. همچنین به‌منظور تکمیل شکاف پژوهشی بررسی تأثیر نقش تعدیل‌گر فرهنگ ناب در رابطه میان دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار نیز مد نظر است. برای دستیابی به هدف پژوهش از ۲۱۱ شرکت فعال در زنجیره ارزش خودرو و قطعات وابسته به آن، به‌منظور تکمیل پرسشنامه کمک گرفته شده است. با استفاده از اطلاعات تکمیلی به‌وسیله شرکت‌های مذکور و رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM^۱) اثر تعدیل‌کننده فرهنگ ناب بر رابطه بین آنها ارزیابی می‌شود. چنین اثر تعدیل‌کننده‌ای و چنین الگویی تاکنون در ادبیات ارزیابی نشده است. بنابراین این پژوهش سهم مدیریتی نیز دارد و نتایج آن می‌تواند مدیران را در اتخاذ شیوه‌های مناسب برای افزایش عملکرد پایدار شرکت‌های خود راهنمایی کند.

در ادامه و در قسمت دوم، مبانی نظری متغیرهای اصلی مقاله (تولید ناب، فرهنگ ناب، دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار) شرح داده شده است. پس از مرور پیشینه پژوهش، به تبیین خلأ پژوهش پرداخته شده است. در بخش سوم نیز، روش‌شناسی پژوهش بحث شده است. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها، در قسمت چهارم تشریح شده است. درنهایت و در قسمت پنجم، بحث و نتیجه‌گیری مقاله ارائه شده است.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- مبانی نظری

۲-۱-۱- تولید ناب

فلسفه تولید ناب، راهی برای هدایت ذهنیت و تلاش سازمان بر پاسخگویی بیشتر به تقاضای مشتری در کنار کاهش مستمر هزینه‌ها و ضایعات است [۲۳]. تولید ناب شامل مجموعه‌ای پیچیده از ایده‌ها مانند بهبود مستمر، ساختارهای سازمانی مسطح، کار گروهی، حذف ضایعات و استفاده کارآمد از منابع است [۲۴]. تولید ناب ابزارهایی را برای بقا در بازار جهانی که به کیفیت بالاتر، تحویل سریع‌تر و قیمت‌های پایین‌تر در حجم موردنیاز برای تداوم کسب‌وکار

1. Structural Equation Modeling



نیاز دارد، در اختیار شرکت‌ها قرار می‌دهد و از این راه به دنبال افزایش بهره‌وری است [۴]. سیستم‌های مدیریت مبتنی بر اصول تولید ناب تأثیر مثبتی بر عملکرد کسب‌وکار دارند و به تازگی راه‌حل‌های مبتنی بر اصول تولید ناب بیشتر به وسیله صنایع برای دستیابی به دستاوردهای بهره‌وری و کاهش هزینه‌های عملیاتی اتخاذ شده است [۲۵]. بنابراین تولید ناب را می‌توان یکی از مهم‌ترین مفاهیم موجود در تاریخ مدیریت عملیات در نظر گرفت [۲۶]. [۲۷]

۲-۱-۲- فرهنگ ناب

فرهنگ سازمانی در سطوح مختلفی از قبیل باورها، ارزش‌ها و مفروضات اساسی تجزیه و تحلیل می‌شود [۲۸]. به همین دلیل برای موفقیت‌آمیز بودن و اطمینان از تداوم یک طرح در هر سازمانی، نیاز به تغییر فرهنگ احساس می‌شود [۲۹]. در حقیقت اگر فرهنگ سازمانی از فرایندی پشتیبانی نکند، آن فرایند شکست خواهد خورد. برای نمونه پیاده‌سازی اصول تولید ناب، نیاز به ایجاد یک فرهنگ سازمانی بهبود مستمر دارد که در آن سیستم‌های اجتماعی سازمان، یک راهبرد تکرار دانش [۲۹]، یادگیری، ارتباطات و اشتراک دانش [۳۰] را توسعه دهند. فرهنگ ناب یک جزء حیاتی از ابتکار تولید ناب را نشان می‌دهد که سرعت رشد را افزایش داده و شرکت را رقابتی نگه می‌دارد [۳۱].

این نوع از فرهنگ به آگاهی کارکنان از شیوه‌های تولید ناب، همراه با کارهای واقعی^۱ که انجام می‌شود، اشاره دارد [۹]. نظر به اینکه فرهنگ ناب مشتمل بر باورها، رفتارها [۲۸] و الگوهای ذهنی کارکنان است [۳۲]، تعریف فرهنگ ناب می‌تواند در شرکت‌ها متفاوت باشد [۲۸]. از این رو رفتارهایی مانند جمع‌گرایی سازمانی بالا، جهت‌گیری طولانی‌مدت و انسانی (کارمندگرایی) [۳۳]، رویه‌های متمرکز، ساختار باز و منعطف، قانون‌محوری (هنجارمحوری)، بازارگرایی [۸] و اجتناب از فرهنگ سلسله‌مراتبی [۳۰] از نقاط اشتراک فرهنگ ناب در شرکت‌ها است.

1. Real things



۲-۱-۳- دیجیتال سازی

در سال‌های پیشین پیشرفت‌های زیادی در اطلاعات، ارتباطات و سیستم‌های دیجیتال انجام شده است [۳۴]. این تحولات منبعث از انقلاب‌های صنعتی و ادغام فناوری‌های جدید در فرایند تولید است [۳۵]. از آنجایی که صنعت نقش کلیدی در رشد، بهبود بهره‌وری و زیرساخت‌های پژوهشی دارد، دیجیتال سازی در دستور کار اقتصادهای مبتنی بر نوآوری نیز قرار گرفته است [۳۵]. دیجیتال سازی تولید به عنوان یک اصطلاح فراگیر^۱ با دربرگرفتن چندین حوزه از صنعت [۳۶] یک تعریف جامع دارد: تغییر الگوهای کسب و کار، تغییرات اساسی در فرایندهای داخلی، رابط‌های مشتری، محصولات و خدمات با استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات [۳۷]. براساس این تعریف می‌توان استنباط کرد که فناوری‌های دیجیتالی مبتنی بر استقرار فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (ICT)^۲ هستند [۳۸]. این فناوری‌ها می‌توانند ماشین‌های چاپ سه‌بعدی^۳، اینترنت اشیا^۴، هوش مصنوعی^۵، بلاک چین^۶، واقعیت افزوده و واقعیت مجازی^۷ باشند [۳۷]. شرکت‌هایی که قادر به بهره‌برداری از این ابزارها و فرصت‌های جدید نیستند، از رقبای خود عقب‌تر خواهند بود. به همین سبب تولیدکنندگان پیش‌رو به ارزش تجاری دیجیتالی شدن تولید اعتقاد دارند و روی روندهای فناوری صنعت ۴/۰ و تحول دیجیتال سرمایه‌گذاری می‌کنند [۳۹].

۲-۱-۴- عملکرد پایدار

توسعه، تولید و تدارکات محصولات پایدار، یکی از چالش‌های کلیدی پیش‌روی شرکت‌های امروزی است [۴۰]. به همین دلیل عملکرد پایدار به وسیله سازمان‌ها به عنوان یک مزیت رقابتی شناخته می‌شود [۴۱]. این مفهوم به معنی انجام اقدام‌هایی است که نیازهای حال حاضر را بدون به خطر انداختن برآوردن نیازهای نسل آینده دنبال می‌کند [۳۷]. عملکرد پایدار در مفهوم خود

-
1. Umbrella term
 2. Information And Communications Technology
 3. 3D Printer
 4. Internet of Things (IOT)
 5. Artificial Intelligence (AI)
 6. Blockchain
 7. Augmented and virtual reality



ابعاد مختلفی را نظیر محیطی، اجتماعی و اقتصادی در بر می گیرد. چنین ابعادی، نمای TBL^۱ از عملکرد پایدار را تشکیل می دهد [۴۱]. TBL یک رابطه متعادل بین جنبه های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را نشان می دهد [۴]. به همین دلیل سازمان ها با به کارگیری از ابزارها و روش هایی که آنها را در دستیابی به اهداف خود در هر سه بعد کمک می کند، می توانند عملکرد پایداری داشته باشند [۴۱].

۲-۲- پیشینه پژوهش

در جدول ۱ به مرور ادبیات پژوهش های انجام گرفته حوزه ارتباط در بین متغیرهای اصلی این پژوهش پرداخته شده است.

جدول ۱. پیشینه پژوهش

منبع	هدف	روش پژوهش	یافته ها
[۴]	ارائه الگویی از مدیریت تولید که اصول تولید ناب و عملکرد پایدار را در بستر فرهنگ سازمانی یکپارچه می کند.	مطالعه موردی	الگو ارائه شده در این پژوهش سبب دستیابی به دستاوردهایی مانند بهره وری، بهبود رضایت مشتری و توسعه توانایی ارائه پاسخ های سریع به تغییرات بازار در اقتصاد جهانی خواهد شد.
[۹]	بررسی تأثیر روش های تولید ناب بر عملکرد زیست محیطی با در نظر گرفتن فرهنگ ناب	مدل سازی معادلات ساختاری	فرایند و تجهیزات، طراحی محصول و روابط با تأمین کنندگان و مشتریان بر عملکرد پایدار تأثیر مثبت و معنادار داشته و متغیر فرهنگ ناب این رابطه را تعدیل می کند.
[۴۲]	تجزیه و تحلیل رابطه بین مدیریت ناب، عملکرد پایدار و صنعت ۴/۰	مدل سازی معادلات ساختاری	یک رابطه معنی دار و مثبت بین صنعت ۴/۰ و عملکرد پایدار و یک رابطه تأیید نشده بین مدیریت ناب و پایداری وجود دارد.
[۴۳]	آشنایی و ارزیابی واقعیت افزوده و فرهنگ ناب در حوزه مدیریت توسعه پایدار	مطالعه موردی	هم زمان با توسعه فناوری های روز دنیا دامنه کاربرد آنها نیز در زمینه اجرای مفهوم توسعه عملکرد پایدار، نامحدود می شود.

1. Triple Bottom Line sustainability

منبع	هدف	روش پژوهش	یافته‌ها
[۳۷]	ارائه دیدگاهی یکپارچه در مورد وابستگی متقابل بین فرهنگ سازمانی، پایداری محیطی و دیجیتال‌سازی در شرکت‌های کوچک و متوسط	مدل‌سازی معادلات ساختاری	ترویج توسعه پایدار و دیجیتال‌سازی شرکت‌های کوچک و متوسط از راه توسعه فرهنگ سازمانی منجر به پایداری محیطی و دیجیتال‌سازی در شرکت‌های کوچک و متوسط می‌شود.
[۴۴]	به‌دست‌آوردن راهکاری برای دستیابی هم‌زمان به تولید ناب، دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار	رگرسیون خطی	توسعه یک چارچوب معماری سازمانی مختص به شرکت‌های شیمیایی که درک روابط پویای پیچیده بین تولید ناب، دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار را معنی‌دار و روشن می‌کند.
[۴۵]	بررسی تأثیر فناوری‌های صنعت ۴/۰ و تولید ناب بر عملکرد پایدار صنایع پتروشیمی	مدل‌سازی معادلات ساختاری	این مطالعه فهرستی از سازه‌های معتبر برای فناوری‌های صنعت ۴/۰، تولید ناب و عملکرد پایدار ارائه و نشان می‌دهد صنعت ۴/۰ و تولید ناب تأثیر مثبتی بر عملکرد پایداری دارند.
[۵]	شناسایی عوامل مؤثر در پیاده‌سازی تولید ناب در عصر صنعت ۴/۰	تحلیل عاملی تأییدی	شرکت‌ها به‌موازات ایجاد مدیریت تولید ناب در تحول دیجیتال باید جنبه‌های اجتماعی را نیز به شکلی هم‌زمان توسعه دهند.
[۴۶]	ارزیابی ارتباط بین صنعت ۴/۰، تولید ناب و تأثیر آن بر عملکرد پایدار	مدل‌سازی معادلات ساختاری	صنعت ۴/۰ از راه اثر تعدیل‌کننده تولید ناب و تأثیر مستقیم منفی بر عملکرد پایدار، تأثیر غیرمستقیم مثبتی بر عملکرد پایدار دارد.

همان‌طور که از جدول ۱ مشهود است، پژوهشگران پیشین به اهمیت این حوزه پی برده‌اند. از سوی دیگر سیر افزایشی مطالعات این حوزه در سال‌های گذشته نشان می‌دهد که اهمیت این موضوع با گذر زمان بیش از پیش خواهد بود. همچنین مقاله‌های گوناگون به روابط بین سازه‌های اصلی نظری این پژوهش با انجام پژوهش‌هایی توجه کرده‌اند. اما نکته قابل‌توجه این است که هر یک از این پژوهش‌ها تنها یک یا چند مسیر از الگو این پژوهش را در نظر گرفته است. به‌عنوان نمونه آلوز^۱ رابطه بین تولید ناب و عملکرد پایدار را بررسی کرده است [۴]. غیثان و همکاران^۲ نیز رابطه بین دیجیتال‌سازی و تولید ناب را در پژوهش خود در نظر گرفته

1. Alves
2. Ghaithan A, Khan M, Mohammed A, Hadidi L



است [۴۵]. همچنین در پژوهش ریوا و پیلوتی^۱ به تبیین رابطه بین دیجیتال سازی و عملکرد پایدار پرداخته شده است [۴۷]. در میان این پژوهش ها، مطالعات کمی به چشم می خورد که نقش جنبه های اجتماعی و به خصوص فرهنگ سازمانی را در الگوهای خود وارد کنند. افزون بر این، فرضیه هایی که در پژوهش های پیشین بررسی شده است، شامل یک بخش از فرضیه هایی است که در این پژوهش بررسی خواهد شد. بنابراین می توان گفت که این پژوهش یک الگو یکپارچه و جامع از پژوهش های پیشین است که به منظور پرکردن خلأ پژوهشی پژوهش های پیشین، علاوه بر فرضیه ها و ابعاد پژوهش شده مطالعات قبلی فرهنگ ناب را نیز به عنوان یک تعدیل گر و تسهیل کننده اجرای عملکرد پایدار در نظر گرفته می گیرد و این نوآوری را می توان وجه تمایز این پژوهش در نظر گرفت.

۲-۳- توسعه فرضیه ها

دیجیتال سازی فرایندهای تولید می تواند مزایای مختلفی از جمله مصرف مؤثر منابع، کاهش ضایعات، کنترل کارآمدتر سیستم تولید، به حداکثر رساندن خروجی و به حداقل رساندن استفاده از منابع، کاهش تولید بیش از حد و صرفه جویی در انرژی را ارائه دهد [۴۸]. به همین دلیل در پژوهش هایی اعم از [۴۵؛ ۴۹] دیجیتال سازی برای دستیابی به عملکرد پایدار مد نظر قرار گرفته است [۵۰، ۵۱]. بنابراین می توان بیان کرد که دیجیتال سازی از عملکرد پایدار در شکل های مختلف پشتیبانی می کند [۴۴] و همبستگی قوی بین این دو مفهوم وجود دارد [۵۲؛ ۵۳]. بر همین اساس فرضیه زیر تدوین می شود.

H_۱: دیجیتال سازی بر عملکرد پایدار اثر معنی دار و مثبتی دارد.

تحلیل ها نشان دهنده وجود همبستگی مثبت بین بلوغ دیجیتال سازی و بلوغ ناب در شرکت ها است [۵۴]. در حقیقت دیجیتال سازی کمک های بسیاری در دستیابی به اصول ناب دارد و ثبات فرایندهای آن را تضمین می کند [۵۵]. فناوری های دیجیتال می توانند از تولید ناب در رفع برخی از محدودیت های ذاتی آن مانند افزایش سفارشی سازی محصول حمایت کنند [۵۶] و روش های اجرای آن را نیز تحت تأثیر قرار دهند [۵۷]. در ادبیات نیز ارتباط بین

1. Riva A, Pilotti L

فناوری‌های تولید پیشرفته و تولید ناب در پیش‌بینی دستاوردهای عملیاتی دیده می‌شود [۵۸]. بنابراین دیجیتال‌سازی نه تنها از تولید ناب پشتیبانی می‌کند، بلکه دامنه آن را نیز افزایش می‌دهد [۵۹]، از این رو فرضیه دوم به صورت زیر توسعه داده شد:

H_۴: دیجیتال‌سازی بر تولید ناب اثر معنی‌دار و مثبتی دارد.

یکی از ابتکارات عملیاتی مرتبط با عملکرد پایدار، تولید ناب است [۶۰]. اصول تولید ناب میزان ضایعات و تأثیر منفی فرایندها را بر محیط‌زیست را کاهش می‌دهد. به همین دلیل اصول تولید ناب با اهداف اصلی عملکرد پایدار مطابقت دارد و به اهداف اصلی آن منجر می‌شود [۶۱]. می‌توان همبستگی بین این دو مفهوم را ناشی از آن دانست که تولید ناب در پاسخگویی به الزام‌های جدید مانند رسیدگی به مسائل زیست‌محیطی، بهبود عملکرد اقتصادی و افزایش سطح شایستگی در برآوردن نیازهای اجتماعی موفق عمل می‌کند [۶۲]. بنابراین می‌تواند باعث ارتقا آنها شود [۶۳] و شانس دستیابی به عملکرد پایدار را نیز افزایش دهد [۶۰؛ ۶۴]. در همین راستا می‌توان فرضیه زیر را بیان کرد.

H_۴: تولید ناب بر عملکرد پایدار اثر معنی‌دار و مثبتی دارد.

اجرای برنامه‌های دیجیتال‌سازی و در پی آن پیاده‌سازی فناوری‌های نوین اطلاعاتی، ابزارهای نوین و به کارگیری نوآوری‌های هوشمند در تولید اجرای اصول تولید ناب را در شرکت‌ها ممکن می‌سازد [۶۵]. بنابراین دیجیتال‌سازی از این روش نه تنها تضمین رشد اقتصادی پایدار از راه یکپارچه‌سازی اهداف توسعه پایدار را سبب می‌شوند [۶۶؛ ۶۷] بلکه مفروضات مفهوم توسعه پایدار را نیز پیاده‌سازی می‌کند [۶۵]. بر همین اساس فرضیه زیر در این پژوهش مطرح می‌شود.

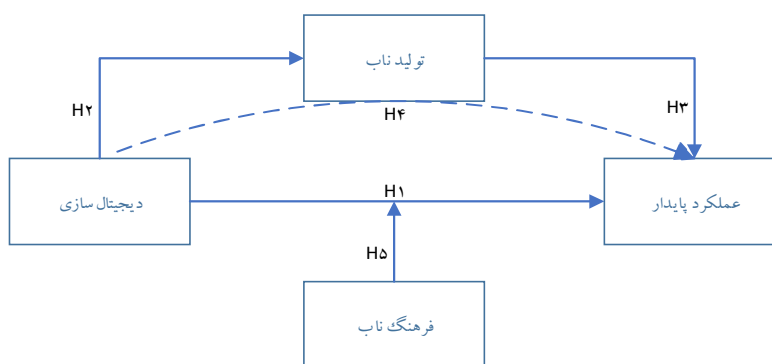
H_۴: تولید ناب به عنوان یک متغیر میانجی اثر مثبت و معنی‌داری بر رابطه بین دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار دارد.

با توجه به تحولاتی که دیجیتالی شدن ساختارهای یک شرکت به وجود می‌آورد، تیم مدیریت ارشد باید سیستم تولید دیجیتال شده را به طور کامل پذیرفته و متعهد به چندین تغییر مورد نیاز سازمانی، فرهنگی، فناوری و عملیاتی باشد [۳]. این تغییرات، فرهنگی را می‌طلبند که ادراک و تجربه کارمندان را از جهان دیجیتالی شده غنی‌تر کنند [۶۸]، چراکه اجرای کارآمد



دیجیتال سازی در راستای دستیابی به عملکرد پایدار نیازمند توسعه فرهنگ ناب است [۶۹]؛ [۷۰]. از طرفی کاربرد و استفاده از مفروضات دیجیتال سازی و فرهنگ سازمانی در زمینه مدیریت توسعه پایدار سازمانی جنبه مهمی در مدیریت سازمانی است [۷۱]. به همین دلیل فرضیه زیر بیان می شود.

H_۵: فرهنگ ناب اثر معنی دار و تعدیل کننده ای در تأثیر دیجیتال سازی بر عملکرد پایدار دارد. براساس نظریات مطرح شده و فرض هایی که بیان شد، ارتباط بین سازه های اصلی پژوهش در قالب الگوی مفهومی در شکل ۱ معرفی شده است.



شکل ۱. الگوی مفهومی پژوهش

۳- روش پژوهش

صنعت تولید، بخش مهمی از اقتصاد در ایران است و درک چگونگی بهبود مؤلفه های پایداری در این صنعت مهم است. به همین منظور از داده های شرکت های فعال در زنجیره ارزش خودرو و قطعات وابسته به آن در پیشبرد این پژوهش استفاده شد. این پژوهش از نظر هدف کاربردی است که با استفاده از روش همبستگی بین متغیرهای پژوهش سال ۱۴۰۲ در طی یک مطالعه مقطعی انجام شده است. متغیرهایی که در این پژوهش بررسی شدند، شامل یک متغیر مستقل (دیجیتال سازی)، یک متغیر تعدیل گر (فرهنگ ناب)، یک متغیر میانجی (تولید ناب) و یک متغیر وابسته (عملکرد پایدار) هستند.



جامعه آماری پژوهش را شرکت‌های فعال در زنجیره ارزش خودرو و قطعات وابسته به آن تشکیل دادند. از آنجایی که اندازه نمونه ناکافی منجر به کاهش تعمیم‌پذیری می‌شود [۴۶]، برای افزایش دقت در برآورد تعداد نمونه از فرمول کوکران استفاده شد. براین اساس تعداد نمونه ۲۱۱ شرکت است. روش نمونه‌گیری استفاده شده در جمع‌آوری داده‌های این پژوهش، روش تصادفی ساده بود. براین اساس پرسش‌نامه‌ای بین این شرکت‌ها به صورت فیزیکی و آنلاین توزیع شد. برای پوشش حداقل تعداد نمونه ۲۵۰ پرسش‌نامه توزیع شد. از این تعداد ۲۱۸ پرسش‌نامه برگشت داده شد که باین حال پس از حذف پرسش‌نامه‌هایی حاوی داده‌های ناقص ۲۱۱ پرسش‌نامه باقی ماند. براین اساس نرخ پاسخ این پژوهش ۸۴ درصد است. این تعداد نمونه‌ای مناسب را برای برآزش این پژوهش نشان می‌دهد چراکه در مدل‌سازی معادلات ساختاری نمونه آماری باید بین پنج تا ده برابر تعداد مسیرهای موجود در مدل باشد. جزئیات دموگرافیک پاسخ‌دهندگان در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. جزئیات دموگرافیک پاسخ‌دهندگان

ویژگی	طبقه‌ها	فراوانی	درصد فراوانی
جنسیت	زن	۲۷	۱۳٪
	مرد	۱۸۴	۸۷٪
تحصیلات	دیپلم و پایین‌تر	۴۴	۲۱٪
	کارشناسی	۱۰۳	۴۹٪
	کارشناسی ارشد	۳۹	۱۸٪
	دکتری	۲۵	۱۲٪
سن	۳۰-۲۰	۷۸	۳۷٪
	۴۰-۳۱	۹۳	۴۴٪
	۵۰-۴۱	۳۱	۱۵٪
	۶۰-۵۱	۹	۴٪
سابقه کار	۵-۱	۴۵	۲۲٪
	۱۰-۶	۶۹	۳۲٪
	۱۵-۱۱	۷۹	۳۷٪
	بیشتر از ۱۵ سال	۱۸	۹٪



به منظور تکمیل مبانی نظری پژوهش روش کتابخانه‌ای و بهره‌گیری از ادبیات، مقاله‌های فارسی و انگلیسی در دستور کار قرار گرفت. علاوه بر این پرسش‌نامه‌ای نیز برای پیش‌بینی آثار ساختاری فرضیه‌های پژوهش به عنوان ابزاری برای جمع‌آوری داده‌ها طراحی شد. پرسش‌نامه مذکور شامل ۵۷ پرسش مختلف برای پوشش متغیرها و ابعاد مطالعه بود. آیت‌های اندازه‌گیری استفاده شده در این مطالعه، همگی از مطالعات قبلی استخراج و در نهایت برای اطمینان از تناسب پرسش‌نامه با ماهیت پژوهش، برخی از موارد اندازه‌گیری اصلاح، اضافه و کنار گذاشته شدند. پرسش‌نامه از دو بخش اصلی تشکیل شده است. بخش یک شامل اطلاعات کلی در مورد پاسخ‌دهندگان است. در بخش دو پرسش‌های پژوهش قرار گرفته است که جزئیات آن در جدول نشان داده شده است.

جدول ۳. جزئیات سازه‌های تشکیل‌دهنده پژوهش

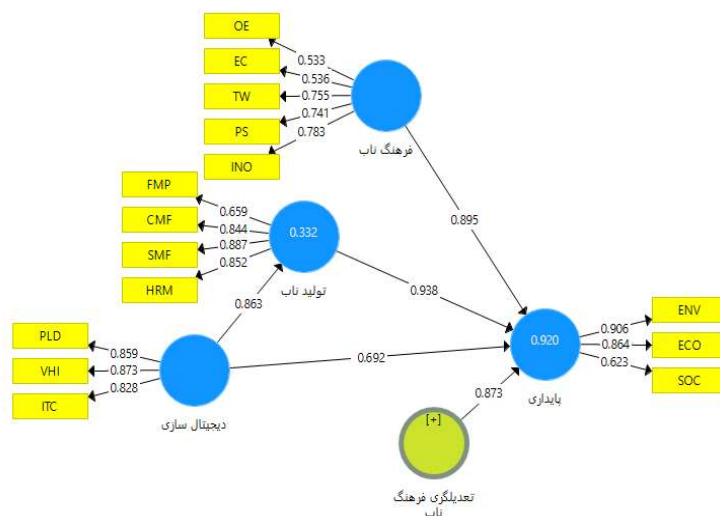
منبع	نشانه‌گر در الگوی ساختاری	مولفه‌های هر سازه	سازه
[۷۲]	FMP	روش‌های مدیریت جریان	تولید ناب
	CMF	روش‌های مدیریت مشتریان	
	SMF	روش‌های مدیریت تأمین‌کنندگان	
	HRM	روش‌های مدیریت نیروی کار	
[۹]	ENV	عملکرد زیست‌محیطی	پایداری
	ECO	عملکرد اقتصادی	
	SOCI	عملکرد اجتماعی	
[۷۳]	OE	محیط سازمان	فرهنگ ناب
	EC	ارتباط مؤثر	
	TW	کار گروهی	
	PS	حل مسئله	
	INO	نوآوری	
[۷۴]	PLD	دیجیتالی کردن خط تولید	دیجیتال سازی
	VHI	ادغام افقی و عمودی فناوری	
	ITC	شایستگی‌های فناوری اطلاعات سازمان	



در رابطه با سنجش شاخص‌های مطرح شده در جدول ۳ برای بررسی نظرات پاسخ‌دهندگان از مقیاس رتبه‌بندی لیکرت پنج درجه‌ای استفاده شد. در این پژوهش از مدل‌سازی معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی (PLS) استفاده شده است. برای مدل‌سازی، مدل مفهومی مدنظر و تجزیه و تحلیل مفروضات پژوهش از نرم‌افزار SmartPLS3 استفاده شد.

۴- یافته‌ها

در این پژوهش نیز برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در مرحله اول، مدل اندازه‌گیری برای آزمون روایی و پایایی معیارها ارزیابی شد و محاسبه و تأیید مفروضات با استفاده از اعتبار و پایایی هم‌گرا مورد آزمون قرار گرفت. در شکل ۲ مقادیر بار عاملی برای نشانگرهای هر متغیر آورده شده است.



شکل ۲. خروجی الگوی اندازه‌گیری



مقدار ملاک برای مناسب بودن ضرایب بارهای عاملی $0/4$ است [۷۵]. همان طور که از خروجی نرم افزار مشخص است، بارهای عاملی بالای $0/4$ بوده و تأیید می شود. پس از آن و در قدم بعدی ضریب آلفای کرونباخ (CA)، میانگین واریانس استخراج شده (AVE) و قابلیت اطمینان مرکب (CR) برای بررسی سازگاری و پایایی داده ها محاسبه شد که در جدول به آن پرداخته شده است.

جدول ۴. شاخص های روایی و پایایی الگوی اندازه گیری

نشانگر	CR	CA	AVE
تولید ناب	$0/741$	$0/746$	$0/487$
پایداری	$0/729$	$0/748$	$0/419$
فرهنگ ناب	$0/682$	$0/771$	$0/439$
دیجیتال سازی	$0/718$	$0/739$	$0/487$

مقدار آلفای کرونباخ (CA) باید بالاتر از $0/7$ باشد. همچنین مقدار بیشتر از $0/5$ برای میانگین واریانس به اشتراک گذاشته شده (AVE) و بیشتر از $0/6$ برای پایایی ترکیب (CR) نشان دهنده برازش مناسب الگوهای اندازه گیری از نظر پایایی و روایی همگرا است. داده های مذکور در جدول نشان می دهد که مقادیر پایایی و روایی پژوهش نیز تأیید می شود. در قدم بعدی از الگوی اندازه گیری پژوهش برای محاسبه اعتبار تمایز ارزیابی روایی افتراقی و از معیار فورنل و لارکر استفاده شد. جدول ۵ نشان می دهد که اعتبار متمایز وجود داشته است؛ زیرا ریشه دوم AVE در قطر ماتریس بیشتر از همبستگی مرتبط در سطرها و ستون های مربوط به آن است [۷۶].

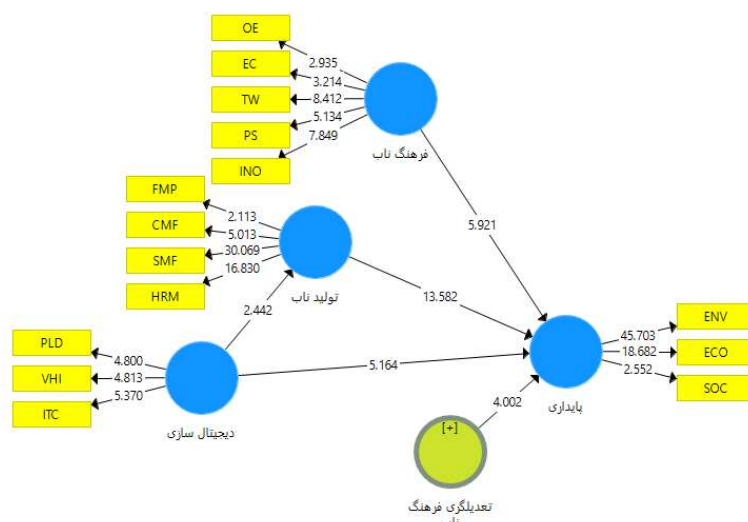
جدول ۵. جزئیات محاسبه اعتبار تمایز - معیار فورنل و لارکر

	تولید ناب	پایداری	فرهنگ ناب	دیجیتال سازی
تولید ناب	$0/748$			
پایداری	$0/418$	$0/627$		
فرهنگ ناب	$0/328$	$0/241$	$0/661$	
دیجیتال سازی	$0/471$	$0/014$	$0/114$	$0/647$



همانطور که مشخص است تمام الزام‌ها و شرایط برای پایایی و روایی برآورده شد. در نتیجه به ارزیابی مدل ساختاری پژوهش خواهیم پرداخت.

در مرحله اول بخش مدل ساختاری فرضیه‌های پیشنهادی و تحلیل روابط (تحلیل مسیر ساختاری) آزمون شدند و ارزیابی ضریب مسیر پیوندهای مستقیم و غیرمستقیم انجام گرفت. معیار اول از بررسی برازش مدل ساختاری ضرایب معناداری (t -value) است. برازش مدل ساختاری با استفاده از ضرایب t به این صورت است که این ضرایب باید از $1/96$ بیشتر باشد تا بتوان در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار بودن آنها را تأیید کرد. برای بررسی اهمیت این روابط، نتایج آن در شکل نشان داده شده است.



شکل ۳. مقادیر ضرایب معناداری

همچنین در جدول نیز به جزئیات آزمون فرضیه‌های پژوهش اشاره شده است.



جدول ۶. نتایج مدل ساختاری

فرضیه	ضریب مسیر	خطای استاندارد	P Values
H _۱	۰/۶۴۷	۰/۱۴۷	۰/۰۰۰
H _۲	۰/۶۴۹	۰/۳۲۱	۰/۰۰۰
H _۳	۰/۷۱۹	۰/۱۸۹	۰/۰۰۰

سنجش فرضیه‌های پیشنهادی و تحلیل روابط (تحلیل مسیر ساختاری) پیوندهای مستقیم در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان دهنده این است که فرضیه‌های پژوهش با توجه به اینکه مقدار t-Values برای همه مسیرها بیش از ۱/۹۶ و مقدار P-Values کمتر از ۰/۰۵ است، تأیید می‌شود.

در معیار دوم از مدل ساختاری پژوهش، تجزیه و تحلیل اثر میانجی فرهنگ ناب انجام گرفت. نتایج تحلیل اثر غیرمستقیم در نرم افزار SmartPLS نشان دهنده این است که فرضیه (H_۴) با P-Values برابر با ۰/۰۰۰ در سطح اطمینان ۹۵ درصد تأیید می‌شود. در ادامه برای سنجش معناداری اثر متغیر میانجی از آزمون سوبل نیز استفاده شد. فرمول این آزمون در رابطه ۱ نشان داده شده است.

$$\text{z-value} = \frac{a \times b}{\sqrt{(b^2 \times s_a^2) + (a^2 \times s_b^2) + (s_a^2 \times s_b^2)}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این فرمول a مقدار ضریب مسیر میان متغیر مستقل و میانجی و b مقدار ضریب مسیر میان متغیر میانجی و وابسته است. همچنین S_a خطای استاندارد مربوط به مسیر میان متغیر مستقل و میانجی و S_b است. با جایگذاری مقادیر مربوط که در جدول به آن اشاره شد، نتایج آزمون سوبل به شرح جدول ۷ ارائه خواهد شد.

جدول ۷. نتایج آزمون سوبل

فرضیه	نتایج آزمون سوبل (مقدار Z - value)
H _۴	۶۹۵/۴

از آنجایی که مقدار Z-value حاصل از این آزمون برای هر دو فرضیه میانجی بالاتر از ۱/۹۶ باشد، مقدار اثر متغیر میانجی معنادار و مثبت است. بنابراین اثر متغیر میانجی تولید ناب در تأثیرگذاری متغیر دیجیتال‌سازی بر عملکرد پایدار معنی‌دار تلقی شده و تأیید می‌شود. دیجیتال‌سازی، به‌طور کلی به استفاده از فناوری‌های دیجیتال در فرایندها، سازمان‌ها و جامعه اشاره دارد. این تغییرات واژگانی و فرهنگی عمده‌ای را در جوامع ایجاد کرده است. با توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، نقش تعدیل‌گری فرهنگ ناب نیز بر این رابطه بسیار تأثیرگذار است.

در این پژوهش، متغیر فرهنگ ناب نقش متغیر تعدیل‌گر را دارد. آثار تعدیل‌گر به‌وسیله متغیری به وجود می‌آیند که تغییر در آنها بر شدت و جهت ارتباط بین متغیرهای درون‌زا و برون‌زا تأثیر می‌گذارد. برای محاسبه اثر تعدیل‌گر نرم‌افزار PLS از منطق دوحله‌ای استفاده می‌شود. در این منطق، از امتیازهای متغیر پنهان پیش‌بین و متغیر مداخله‌گر پنهان از مدل اثرهای اصلی (بدون عبارت تعاملی) استفاده می‌شود. امتیازهای متغیر پنهان، ذخیره می‌شوند و برای محاسبه نشانگر محصول برای تحلیل مرحله دوم استفاده می‌شوند که در آن علاوه بر متغیر پیش‌بین و مداخله‌گر، عبارت تعاملی نیز درگیر است. براساس نتایج فرضیه پنجم، متغیر فرهنگ ناب با شدت اثر ۰/۸۷۳، رابطه میان تولید ناب و عملکرد پایدار را تعدیل می‌کند. سطح معنی‌داری متغیر تعدیل‌گر نیز برابر ۴/۰۰۲ محاسبه شد که نشان از معنادار بودن تأثیر متغیر تعدیل‌گر بر رابطه میان تولید ناب و عملکرد پایدار می‌باشد.

تعدیل‌گری فرهنگ ناب به معنای تأثیرگذاری بر فرهنگ سازمان و تغییر آن در راستای ارزش‌ها، نگرش‌ها و رفتارها است. با توجه به این تعریف، تعدیل‌گری فرهنگ ناب می‌تواند در تأثیرگذاری بر رابطه میان دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار سازمان نقش مهمی ایفا کند. یکی از جوانب اصلی دیجیتال‌سازی، بهبود کارایی و بهره‌وری است. با استفاده از فناوری‌های دیجیتال، فرایندهای مختلف مانند تولید، مدیریت، ارتباطات و تجارت بهبود پیدا می‌کنند. این بهبودها می‌تواند به عملکرد پایدار منجر شوند، زیرا باعث صرفه‌جویی در منابع و کاهش تلفات می‌شوند. اما برای دستیابی به این هدف، نیاز است که فرهنگ سازمانی نیز تغییر کند و به فرایندهای جدید و دیجیتالی سازگار شود.



تعدیل‌گری فرهنگ ناب در این بخش می‌تواند نقش مهمی ایفا کند. با ایجاد فرهنگی که از نظر محیط‌زیست و اجتماعی پایدار است، کارکنان به راحتی می‌توانند از فناوری‌های دیجیتال بهره ببرند و نیز به محیط زیست و جامعه اطراف خود آسیبی وارد نکنند، برای مثال فرهنگی که آسانی استفاده از فناوری‌های پایدار مانند انرژی‌های تجدیدپذیر را ترویج می‌کند، می‌تواند تأثیر بسیار مثبتی بر رابطه میان دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار داشته باشد.

همچنین، تعدیل‌گری فرهنگ ناب می‌تواند در تأثیرگذاری بر رفتارهای مصرف‌کنندگان نیز نقش بسیار مهمی داشته باشد. با توجه به اینکه دیجیتال‌سازی منجر به افزایش دسترسی به اطلاعات و محصولات می‌شود، می‌تواند باعث افزایش مصرف و تمایل به خرید بیشتر شود. اما اگر تعدیل‌گری فرهنگ ناب در سازمان وجود داشته باشد، کارکنان می‌توانند به‌طور آگاهانه و پایدارتر از فناوری‌های دیجیتال استفاده کنند، برای مثال با ایجاد فرهنگی که از خریدهای پایدار، بازیافت و استفاده دوباره اجناس تشویق می‌کند، می‌توان تأثیر مثبتی بر رابطه میان دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار داشت.

درنتیجه، نقش تعدیل‌گری فرهنگ ناب در رابطه میان دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار بسیار مهم است. با ایجاد یک فرهنگ پایدار و مسئولانه، می‌توان از فناوری‌های دیجیتال بهره‌برداری کرد و حفظ محیط‌زیست و ارزش‌های اجتماعی، بهبود و پیشرفت اقتصادی را نیز تجربه کرد. بنابراین، ترویج تعدیل‌گری فرهنگ ناب و ایجاد فرهنگی پایدار در سازمان، باعث تعمیق و بهینه‌سازی اثرات مثبت دیجیتال‌سازی بر عملکرد پایدار می‌شود.

در نهایت برای تعیین برازش ساختاری از دو معیار R^2 و Q^2 استفاده شده است. ضریب تعیین R^2 نشان از تأثیر یک متغیر برون‌زا بر یک متغیر درون‌زا دارد و سه مقدار ۰/۱۹، ۰/۳۳ و ۰/۶۷ به‌عنوان مقدار ملاک برای ضعیف، متوسط و قوی در نظر گرفته می‌شود. معیار Q^2 قدرت پیش‌بینی یک مدل را مشخص می‌سازد و در صورتی که مقدار آن در مورد یک سازه درون‌زا سه مقدار ۰/۰۲، ۰/۱۵، ۰/۳۳ را کسب کند، به‌ترتیب نشان‌دهنده قدرت پیش‌بینی ضعیف، متوسط و قوی سازه یا سازه‌های برون‌زای مربوط به آن است. مقادیر این دو برای متغیرهای پژوهش در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸. مقادیر R^2 ، Q^2

سازه	R^2	Q^2
تولید ناب	۰/۳۳۲	۰/۴۷۱
عملکرد پایدار	۰/۹۲۰	۰/۳۵۹

در مرحله سوم بعد از اطمینان از برازش مدل‌های اندازه‌گیری و ساختاری به بررسی مدل کلی پژوهش پرداخته می‌شود. برای برازش مدل کلی پژوهش، معیار GoF به کار می‌رود [۷۷]. سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ را به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GoF معرفی کرده‌اند. این معیار به وسیله رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

$$\text{GoF} = \sqrt{\text{communalities} \times R^2} \quad \text{رابطه (۲)}$$

Communalities، میانگی مقادیر اشتراکی هر سازه را نشان می‌دهد و R^2 مقدار میانگین R Squares سازه‌های درون‌زای مدل است. بنابراین مقدار GoF برابر است با ۰/۴۱۸ که نشان از اعتبار مناسب مدل می‌باشد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

صنعت خودروسازی ایران پس از صنعت نفت، بزرگ‌ترین صنعت در ایران است. به همین دلیل نقش مهمی در رشد اقتصادی و به حداقل رساندن بیکاری در ایران دارد. با این حال، این صنایع کارنامه خوبی در عملکرد پایدار از خود نشان نداده‌اند. فناوری‌های نوظهور جدید و شیوه‌های تولید ناب، به منظور دستیابی به این مهم توجه روزافزونی را از سوی مدیران و خبرگان در این صنعت به خود جلب کرده است. به همین دلیل مدیران ارشد شرکت‌های فعال در این صنعت تلاش خود را منعطف بر دسترسی به پایداری داشته‌اند. این شرکت‌ها در راهبردهای کلان خود برای رقابتی مؤثرتر در بازار و رشد مطمئن در آینده، تعهد به عملکرد پایدار را هدف قرار داده‌اند. مدیران این شرکت‌ها برای دستیابی به این هدف استفاده از فناوری‌های اطلاعات پیشرفته در خطوط تولید را فراموش نکرده و هم‌زمان با بهره‌گیری از مفروضات الگوهای مدیریت کیفیت، خودکنترلی در تمام مراحل تولید و تمام سطوح شرکت را به منظور کاهش



ضایعات، افزایش رضایت مشتریان و جامه عمل پوشاندن به جنبه‌های پایداری، جداسازی و کاهش پسماندهای صنعتی در پیش گرفته‌اند.

این مطالعه نشان داد که تأثیر دیجیتال سازی بر عملکرد پایدار با حضور تولید ناب به عنوان یک متغیر میانجی بیشتر می‌شود. این نتیجه نشان‌دهنده آن است که پذیرش فناوری‌های نوین بدون به کارگیری اصول تولید ناب ممکن است تأثیر بسیار و سریعی بر عملکرد پایداری نداشته باشد، زیرا تولید ناب بر توسعه جنبه انسانی متمرکز است که تأثیر چشمگیری بر پایداری دارد و درواقع تأثیر مسیر دیجیتال سازی بر عملکرد پایدار را آسان و نقش میانجی خود را به بهترین نحو ممکن نشان می‌دهد. نتایج این پژوهش، صنعت خودرو و صنایع وابسته به آن را تشویق می‌کند تا دیجیتال سازی را به منظور افزایش عملکرد پایدار خود، به همراه اتخاذ مفاهیم پارادایم تولید ناب به عنوان بخشی از راهبردهای فرایند اصلی سازمان‌ها اتخاذ کنند.

مدیران این شرکت‌ها در راستای رسیدن به عملکرد پایدار، جنبه‌های فنی را به خوبی پیاده سازی و اجرا کرده‌اند و اکنون به منظور اطمینان از کارکرد فرایندها در راستای رسیدن به عملکرد پایدار با مشکل جدیدی روبه‌رو بوده‌اند و آن هم نبود یک فرهنگ سازمانی در راستای رسیدن به عملکرد پایدار است. برای پیشبرد مؤثر این برنامه‌ها باید فرهنگ خودکترلی در تمام سطوح شرکت به منظور کاهش ضایعات، افزایش رضایت مشتریان و تحقق عملکرد پایدار در نظر گرفته شود. فرهنگ سازمانی جدید باید به نحوی عمل کند که جداسازی و کاهش پسماندهای صنعتی را در پیش گیرد. نتایج مدل ساختاری این پژوهش نشان از تأثیر مثبت پیاده سازی فرهنگ ناب دارد به طوری که رابطه بین دیجیتال سازی و عملکرد پایدار از راه تعدیل‌گری متغیر فرهنگ ناب بهبود پیدا کرده است.

از آنجایی که بینش جدیدی در مورد پژوهش‌های فعلی و مؤثر ساختن فرهنگ ناب در مدل این پژوهش انجام شده است، می‌توان اذعان کرد که وجه تمایز مهم این مطالعه نیز در نظر گرفتن همین متغیر است، زیرا به جنبه‌های اجتماعی امروزه کمتر توجه می‌شود. اما نتایج حاصل شده از این مطالعه گویای این مهم است که در یک سازمان باید به جنبه‌های اجتماعی نیز همانند جنبه‌های فنی توجه شود. این نتایج پیامدهای بسیاری برای مقام‌های صنایع، مدیران

شرکت‌ها و سایر ذی‌نفعان از قبیل سرمایه‌گذاری در ایجاد و پایه‌ریزی فرهنگ در ساختار یک شرکت دارد.

علاوه بر اینکه یک مدل مفهومی جدید در اختیار دانشگاهیان قرار گرفته شد که چگونه تولید ناب در شرکت نقش میانجی مهمی در رابطه بین دیجیتال‌سازی و عملکرد پایدار ایفا می‌کند، همچنین نتیجه گرفته شد که نسبت به سرمایه‌های اجتماعی شرکت نیز توجه و توسعه یک فرهنگ ناب اتخاذ شود. به این ترتیب نتایج نشان می‌دهد که پذیرش نوآوری و فناوری‌های جدید به شرکت‌ها کمک می‌کند تا نه تنها مشتریان خود را راضی کنند، بلکه با به حداقل رساندن اقدام‌های دوستانه با محیط‌زیست، از اقدام‌های مخرب مانند تولید گازهای گلخانه‌ای و زباله‌های جامد بکاهند. در نهایت می‌توان اذعان کرد که این پژوهش در درجه اول از راه یک روش پژوهش کیفی، یک چارچوب مفهومی ایجاد کرد که تولید ناب، عملکرد پایدار، دیجیتال‌سازی و فرهنگ ناب را به یکدیگر مرتبط می‌کند. در درجه دوم نیز به‌طور کمی ثابت شد که مدیران جدید باید ویژگی‌های جدیدی از فلسفه تولید ناب و تکنولوژی‌های تولید پیشرفته^۱ را توسعه دهند تا بتوان متضمن رشد اقتصادی پایدار از راه یکپارچه‌سازی اهداف توسعه پایدار^۲ بود.

این نتایج با نتایج پژوهش‌های پیشین در رابطه با متغیرهای اصلی این پژوهش هم‌خوانی دارد، همانند پژوهش‌های [۴۵؛ ۴۷] تأثیر دیجیتال‌سازی بر عملکرد پایدار تأیید می‌شود و بر نظر [۹] نیز از جهت تأثیر مثبت تولید ناب بر عملکرد پایدار صحنه می‌گذارد. مهم‌ترین محدودیت این پژوهش تعداد کم شرکت‌هایی در حوزه خودرو و صنایع وابسته به آن بود که با مفهوم عملکرد پایدار آشنایی داشتند. پیشنهاد می‌شود پژوهشگران در آینده چنین پژوهش‌هایی را در صنایع و شرکت‌های مختلف آزمون کنند و نسبت به میزان جامعیت آن اظهار نظر داشته باشند. همچنین پژوهشگران می‌توانند به شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار فرهنگ ناب بر آمادگی سازمان‌ها در نیل به عملکرد پایدار بپردازند.

1. Advanced Manufacturing Technologies (AMT)
2. Sustainable Development Goals (SDG)



۶- منابع

- [1] Mallak SK, Ishak MB, Mohamed AF, Iranmanesh M. Toward sustainable solid waste minimization by manufacturing firms in Malaysia: strengths and weaknesses. Environmental monitoring and assessment. 2018 Oct; 190:1-6.
- [2] Wiese A, Luke R, Heyns GJ, Pisa NM. The integration of lean, green and best practice business principles. Journal of Transport and Supply Chain Management. 2015 Jan; 9(1) 1:1
- [3] Ghobakhloo M, Fathi M. Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing. Journal of Manufacturing Technology Management. 2020; 31(1):1-30.
- [4] Alves JR, Alves JM. Production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by the cultural transformation of a company. Int J Prod Res. 2015; 53(17): 20-33.
- [5] Lima BF, Neto JV, Santos RS, Caiado RGG. A Socio-Technical Framework for Lean Project Management Implementation towards Sustainable Value in the Digital Transformation Context. Sustainability. 2023 Jan; 15(3): 17-56.
- [6] Alhuraish I, Robledo C, Kobi A. Assessment of Lean Manufacturing and Six Sigma operation with Decision Making Based on the Analytic Hierarchy Process. IFAC-PapersOnLine. 2016; 49 (12): 59-64.
- [7] Snee RD. Lean Six Sigma – getting better all the time. International Journal of Lean Six Sigma. 2010; 1(1): 9-29.
- [8] Cadden T, Millar K, Treacy R, Humphreys P. The mediating influence of organisational cultural practices in successful lean management implementation. Int J Prod Econ. 2020; 229: 107744
- [9] Iranmanesh M, Zailani S, Hyun SS, Ali MH, Kim K. Impact of lean manufacturing practices on firms' sustainable performance: Lean culture as a moderator. Sustainability. 2019 Feb; 11(4): 20-1112.
- [10] Tissir S, El Fezazi S, Cherrafi A. Industry 4.0 impact on lean manufacturing: literature review. In 2020 IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA) 2020 Dec 2 (pp. 1-5). IEEE.
- [11] Womack & Jones. Lean Thinking HomeBuilding. 2003.
- [12] Santhiapillai FP, Ratnayake RMC. Utilizing Lean Thinking as a Means to Digital Transformation in Service Organizations. IFIP Adv Inf Commun Technol. 2020 August; 592 IFIP: 371-8.
- [13] Ghobakhloo M, Fathi M. Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing. Journal of Manufacturing Technology Management. 2020; 31(1):1-30.



- [14] Tissir S, El Fezazi S, Cherrafi A. Industry 4.0 impact on lean manufacturing: literature review. In 2020 IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA) 2020 Dec 2 (pp. 1-5). IEEE.
- [15] Khan IS, Ahmad MO, Majava J. Industry 4.0 and sustainable development: A systematic mapping of triple bottom line, Circular Economy and Sustainable Business Models perspectives. *J Clean Prod.* 2021; 297:126655.
- [16] Burinskienė A, Seržantė M. Digitalisation as the Indicator of the Evidence of Sustainability in the European Union. *Sustainability.* 2022 Jul; 14(14): 8:8371.
- [17] Mondejar ME, Avtar R, Diaz HL, Dubey RK, Esteban J, Gómez-Morales A, Hallam B, Mbungu NT, Okolo CC, Prasad KA, She Q. Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Science of The Total Environment.* 2021 Nov; 794: 10:148539.
- [18] Kościelniak H, Łęgowik-Małolepsza M, Łęgowik-Świącik S. The Application of Information Technologies in Consideration of Augmented Reality and Lean Management of Enterprises in the Light of Sustainable Development. *Sustainability.* 2019; 11(7):2157.
- [19] Varela L, Araújo A, Ávila P, Castro H, Putnik G. Evaluation of the relation between lean manufacturing, industry 4.0, and sustainability. *Sustainability (Switzerland).* 2019; 11(5): 1–19.
- [20] Liao MH, Wang CT. Using enterprise architecture to integrate lean manufacturing, digitalization, and sustainability: A lean enterprise case study in the chemical industry. *Sustainability.* 2021 Apr; 13(9) 26:4851.
- [21] Ghaithan A, Khan M, Mohammed A, Hadidi L. Impact of industry 4.0 and lean manufacturing on the sustainability performance of plastic and petrochemical organizations in Saudi Arabia. *Sustainability.* 2021 Oct; 13(20) 13:11252.
- [22] Riva A, Pilotti L. How to use Digitalization and Lean Management for a Sustainable Strategy? *conomia Aziendale Online.* 2022; 13(4): 787–824.
- [23] Sahoo S. Lean practices and operational performance: the role of organizational culture. *International Journal of Quality and Reliability Management.* 2022 Jan; 39(2) 25:428–67.
- [24] Kiyangfar F. Application Of Total Waste Elimination (twe) In Jahan Afr ooz company, Based On Lean management. *Sharif Journal Of Industrial Engineering & Management.* 2010 Mar; 26(1):11-25.



- [25] Tavakoli A, Rahimnia F, Moghadasian M. Leagility In Service Organizations: A Comparative Approach. Sharif Journal of Industrial Engineering & Management. 2013 Apr; 29(1): 13-21.
- [26] Zhang K, Qu T, Zhou D, Thüerer M, Liu Y, Nie D, et al. IoT-enabled dynamic lean control mechanism for typical production systems. J Ambient Intell Humaniz Comput. 2019; 10(3): 1009–23.
- [27] Sony M. Industry 4.0 and lean management: a proposed integration model and research propositions. Prod Manuf Res. 2018; 6(1): 416–32.
- [28] Paro PEP, Gerolamo MC. Organizational culture for lean programs. Journal of Organizational Change Management. 2017; 30(4): 584–98.
- [29] Sahoo S. Lean practices and operational performance: the role of organizational culture. International Journal of Quality and Reliability Management. 2022 Jan; 39(2): 428–67.
- [30] Hardcopf R, Liu G (Jason), Shah R. Lean production and operational performance: The influence of organizational culture. Int J Prod Econ. 2021 Feb; 235: 108060.
- [31] Alkhoraif A, McLaughlin P. Organisational Culture -Enablers and Inhibitors Factors for The Effective Implementation of Lean within SMEs. International Journal of Lean Thinking. 2017; 8(2).
- [32] Tortorella GL, Fettermann D, Fogliatto FS, Kumar M, Jurburg D. Analysing the influence of organisational culture and leadership styles on the implementation of lean manufacturing. Production Planning and Control. 2021; 32(15): 82–94.
- [33] Alkhoraif A, McLaughlin P. Organisational Culture that Inhibit the Lean Implementation. The European Business & Management Conference. 2016; (2188–9651): 39–58.
- [34] Ordieres-Meré J, Remón TP, Rubio J. Digitalization: An opportunity for contributing to sustainability from knowledge creation. Sustainability (Switzerland). 2020; 12(4):1–21.
- [35] Beifert A, Gerlitz L, Prause G. Industry 4.0 – For sustainable development of lean manufacturing companies in the shipbuilding sector. Lecture Notes in Networks and Systems. 2018 Jan; 36: 563–73.
- [36] Lasi H, Fettke P, Kemper HG, Feld T, Hoffmann M. Industry 4.0. Business and Information Systems Engineering. 2014; 6(4): 239-42.
- [37] Isensee C, Teuteberg F, Griesse KM, Topi C. The relationship between organizational culture, sustainability, and digitalization in SMEs: A systematic review. J Clean Prod. 2020; 275:1229-44.
- [38] Hoellthaler G, Braunreuther S, Reinhart G. Requirements for a methodology for the assessment and selection of technologies of digitalization for lean production systems. Procedia CIRP. 2019; 79:198–203.

- [39] Kusiak A. Smart manufacturing. *Int J Prod Res.* 2018; 56(1–2): 508–17.
- [40] Dekker R, Bloemhof J, Mallidis I. Operations Research for green logistics - An overview of aspects, issues, contributions and challenges. *Eur J Oper Res.* 2012; 219(3): 671–9.
- [41] Braccini AM, Margherita EG. Exploring organizational sustainability of industry 4.0 under the triple bottom line: The case of a manufacturing company. *Sustainability.* 2018 Dec; 11(1): 21–36.
- [42] Varela L, Araújo A, Ávila P, Castro H, Putnik G. Evaluation of the relation between lean manufacturing, industry 4.0, and sustainability. *Sustainability.* 2019 Mar; 11(5): 1439.
- [43] Kościelniak H, Łęgowik-Małolepsza M, Łęgowik-Świącik S. The Application of Information Technologies in Consideration of Augmented Reality and Lean Management of Enterprises in the Light of Sustainable Development. *Sustainability.* 2019 Apr; 11(7): 2157.
- [44] Burinskienė A, Seržantė M. Digitalisation as the Indicator of the Evidence of Sustainability in the European Union. *Sustainability.* 2022 Jul; 14(14): 8371.
- [45] Ghaithan A, Khan M, Mohammed A, Hadidi L. Impact of industry 4.0 and lean manufacturing on the sustainability performance of plastic and petrochemical organizations in Saudi Arabia. *Sustainability.* 2021 Oct; 13(20):11252.
- [46] Maware C, Parsley DM. Can Industry 4.0 Assist Lean Manufacturing in Attaining Sustainability over Time? Evidence from the US Organizations. *Sustainability.* 2023 Jan; 15(3): 1962.
- [47] Riva A, Pilotti L. How to use Digitalization and Lean Management for a Sustainable Strategy? *conomia Aziendale Online.* 2022; 13(4): 787–824.
- [48] Kamble S, Gunasekaran A, Dhone NC. Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. *Int J Prod Res.* 2020; 58(5): 1319–37.
- [49] Nara EO, da Costa MB, Baierle IC, Schaefer JL, Benitez GB, do Santos LM, Benitez LB. Expected impact of industry 4.0 technologies on sustainable development: A study in the context of Brazil's plastic industry. *Sustainable Production and Consumption.* 2021 Jan; 25(1): 102–22.
- [50] Ghobakhloo M. Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of cleaner production.* 2020 Apr; 252(10): 119869.



- [51] de Sousa Jabbour AB, Ndubisi NO, Seles BM. Sustainable development in Asian manufacturing SMEs: Progress and directions. *International Journal of Production Economics*. 2020 Jul; 225: 107567.
- [52] Varela L, Araújo A, Ávila P, Castro H, Putnik G. Evaluation of the relation between lean manufacturing, industry 4.0, and sustainability. *Sustainability (Switzerland)*. 2019; 11(5): 1–19.
- [53] Shrouf F, Gong B, Ordieres-Meré J. Multi-level awareness of energy used in production processes. *J Clean Prod*. 2017; 142: 2570-85.
- [54] Lorenz R, Buess P, Macuvele J, Friedli T, Netland TH. Lean and digitalization—contradictions or complements?. In *Advances in Production Management Systems. Production Management for the Factory of the Future: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2019, Austin, TX, USA, September 1-5, 2019, Proceedings, Part I 2019* (pp. 77-84). Springer International Publishing.
- [55] Wagner T, Herrmann C, Thiede S. Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems. *Procedia CIRP*. 2017; 63: 125–31.
- [56] Mayr A, Weigelt M, Kühl A, Grimm S, Erll A, Potzel M, et al. Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia CIRP*. 2018; 72: 622-8.
- [57] Meissner A, Müller M, Hermann A, Metternich J. Digitalization as a catalyst for lean production: A learning factory approach for digital shop floor management. *Procedia Manuf*. 2018; 23 (2017): 81-6.
- [58] Tseng ML, Tran TPT, Ha HM, Bui TD, Lim MK. Sustainable industrial and operation engineering trends and challenges Toward Industry 4.0: a data driven analysis. *Journal of Industrial and Production Engineering*. 2021; 38(8): 581-98.
- [59] Jing S, Feng Y, Yan J. Path selection of lean digitalization for traditional manufacturing industry under heterogeneous competitive position. *Comput Ind Eng*. 2021 August; 161: 107631.
- [60] Nawanir G, Lim KT, Lee KL, Okfalisa, Moshood TD, Ahmad ANA. Less for more: The structural effects of lean manufacturing practices on sustainability of manufacturing SMEs in Malaysia. *International Journal of Supply Chain Management*. 2020; 9(2): 961-75.
- [61] Tăucean I, Tămășilă M, Ivascu L, Miclea Șerban, Negruț M. Integrating Sustainability and Lean: SLIM Method and Enterprise Game Proposed. *Sustainability*. 2019; 11(7): 2103.
- [62] Dües CM, Tan KH, Lim M. Green as the new Lean: How to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. *J Clean Prod*. 2013; 40: 93–100.

- [63] Kok TH, Azelius M, Cuskic M. CHARACTERISTICS OF A LEAN COMPANY A quantitative study analysing the characteristics and environment of a lean company.
- [64] Beitinger G. Lean manufacturing. *Plant Engineering*. 2012; 66(10): 37-40.
- [65] Kościelniak H, Łęgowik-Małolepsza M, Łęgowik-Świącik S. The Application of Information Technologies in Consideration of Augmented Reality and Lean Management of Enterprises in the Light of Sustainable Development. *Sustainability*. 2019 Apr; 11(7): 2157.
- [66] Ceipek R, Hautz J, Petruzzelli AM, De Massis A, Matzler K. A motivation and ability perspective on engagement in emerging digital technologies: The case of Internet of Things solutions. *Long Range Planning*. 2021 Oct; 54(5): 101991.
- [67] Balogun AL, Marks D, Sharma R, Shekhar H, Balmes C, Maheng D, et al. Assessing the Potentials of Digitalization as a Tool for Climate Change Adaptation and Sustainable Development in Urban Centres. *Sustain Cities Soc*. 2020; 53: 101888.
- [68] Leal Filho W, Yang P, Eustachio JH, Azul AM, Gellers JC, Gielczyk A, Dinis MA, Kozlova V. Deploying digitalisation and artificial intelligence in sustainable development research. *Environment, development and sustainability*. 2023 Jun; 25(6): 4957-88.
- [69] Rose ANM, Md. Deros B, Ab. Rahman MN. A study on lean manufacturing implementation in Malaysian automotive component industry. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*. 2013; 8(1): 1467–76.
- [70] Bhasin S, Burcher P. Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2006; 17(1): 56–72.
- [71] Kościelniak H, Łęgowik-Małolepsza M, Łęgowik-Świącik S. The Application of Information Technologies in Consideration of Augmented Reality and Lean Management of Enterprises in the Light of Sustainable Development. *Sustainability*. 2019; 11(7): 2157.
- [72] Ahmad S, Schroeder RG, Sinha KK. The role of infrastructure practices in the effectiveness of JIT practices: implications for plant competitiveness. *Journal of Engineering and Technology management*. 2003 Sep; 20(3):161-91.
- [73] Osman AA, Nordin N, Abd Rahman MF. Measuring Lean Culture: Designing a Research Instrument. *Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology*. 2021 Jan; 5(1):7–17.



- [74] Buer SV, Strandhagen JW, Semini M, Strandhagen JO. The digitalization of manufacturing: investigating the impact of production environment and company size. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2021 Mar; 32(3): 621–45.
- [75] Hulland J. Use of partial least squares (PLS) in strategic management research: A review of four recent studies. *Strategic management journal*. 1999 Feb; 20(2): 195-204.