چهارچوب مفهومی مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی جهت آموزش مهندسان با بهره‌گیری از مدل‌سازی معادلات ساختاری

کامران فیضی[۱]، محمدتقی تقوی‌فرد[۲]، جهانیار بامداد صوفی[۳] و حسین وحیدی[۴]

(دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۷/۶)، (پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۸/۷)

DOI: 10.22047/ijee.2018.117793.1511

چکیده: در طول سه دهه گذشته آموزش فنی و مهندسی در کشورهای درحال‌توسعه رشد زیادی داشته و تمرکز آموزش‌های مهندسی در این کشورها بر پایه تدریس مبانی فناوری‌های نوین بوده است. هدف از انجام این پژوهش تدوین چهارچوبی برای تبیین مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی جهت آموزش مهندسان است. این پژوهش با استفاده از روش تحقیق آمیخته و در سه مرحله صورت پذیرفته است. ابتدا از روش هفت مرحله‌ای فراترکیب باروسو و سندلوسکی جهت تدوین چهارچوب مفهومی اولیه تحقیق استفاده شده است. در مرحله دوم با انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان دانشی چهارچوب تکمیلی تحقیق حاصل شده و در مرحله سوم به‌منظور اعتبارسنجی کمّی چهارچوب پیشنهادی از آزمون‌های مختلف آماری و روش تحلیل عاملی تأییدی استفاده شده است. همچنین برای بررسی صحت و سقم فرضیات و آزمون چهارچوب پیشنهادی از مدل‌سازی معادلات ساختاری و از روش تحلیل مسیر در نرم‌افزار SmartPLS ۳ استفاده شده است. نتایج تحلیل نشان‌دهنده برازندگی مناسب چهارچوب مفهومی پژوهش بود. بدین ترتیب الگوی نهایی تبیین مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان با دو مؤلفه اصلی آموزش‌های مدیریتی و آموزش‌های فناوری و با هشت زیرمؤلفه: سیستم مدیریت الکترونیکی، مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی، مدیریت ارتباط با مشتریان، فناوری‌های پیشرفته تولید، فناوری‌های نوین ارتباطی، فناوری نگهداری و تعمیرات الکترونیکی، فناوری عیب‌یابی الکترونیکی و فناوری دادوستد الکترونیکی مورد تأیید نهایی قرار گرفت.

واژه‌های‌کلیدی: آموزش مهندسی، تولید الکترونیکی، آموزش‌های مدیریتی، آموزش‌های فناوری، مدل‌سازی معادلات ساختاری

۱- استاد دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). kamfeizy@chmail.ir

۲- دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. drtaghavifard@gmail.com

۳- دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. bamdadsoofi@yahoo.com

۴- دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. vahidy@chmail.ir

۱. مقدمه

در دنیایی، که تغییر تنها عامل ثبات است، نقش آموزش و به‌ویژه آموزش مهندسان به‌طور روزافزونی مهم تلقی می‌شود. (صالحی عمران،۱۳۸۹). بی‌شک، تکیه بر رویکردهای سنتی در آموزش مهندسی با نیازهای امروز و فردای جامعه و صنعت همخوانی ندارد (یزدانی، ۱۳۹۲). در یکی دو دهه گذشته صنعت متوجه شده است که دانش‌آموختگان مهندسی با وجود آنکه از نظر علمی و فنی شایسته‌اند، ولی بسیاری از توانایی‌های موردنیاز را برای کار در دنیای واقعی مهندسی ندارند (معماریان، ۱۳۹۰). لذا ترغیب مراکز آموزش مهندسی به بازنگری راهبردهای آموزشی خود باتوجه‌به نیازهای دنیای واقعی حرفه مهندسی امری ضروری به نظر می‌رسد (دوامی و خدابخش پیرکلانی، ۱۳۸۹).

یکی از راهکارهای مهم در بازنگری راهبردی به امر آموزش مهندسان، آموزش فناوری‌های نوین مهندسی مورداستفاده در صنایع تولیدی است. در جهان صنعتی امروز، به تولید به‌عنوان یک سلاح رقابتی نگریسته می‌شود، سازمان‌های تولیدی در محیطی قرار گرفته‌اند که از ویژگی‌های آن می‌توان به افزایش فشارهای رقابتی، تنوع در محصولات، تغییر در انتظارات اجتماعی و افزایش سطح توقع مشتریان اشاره کرد. شرایط مذکور سبب شده تا موضوع به‌کارگیری فناوری اطلاعات برای سازمان‌های تولیدی از اهمیت زیادی برخوردار شود (مرتضوی، ۱۳۹۳). رشد سریع فناوری اطلاعات و اینترنت، رایانه‌ای کردن سیستم‌های اجرایی تولید و سیستم مهندسی تجهیزات در درون کارخانه‌ها را تسهیل کرده است.(Cheng et al., 2010) به‌دلیل نفوذ و تأثیر فناوری اطلاعات، فناوری ساخت و تولید به نقطه عطف خود رسیده است تا آنجا که برخی از آن به‌عنوان عصر تولید یاد می‌کنند (صوفی، ۱۳۹۲).

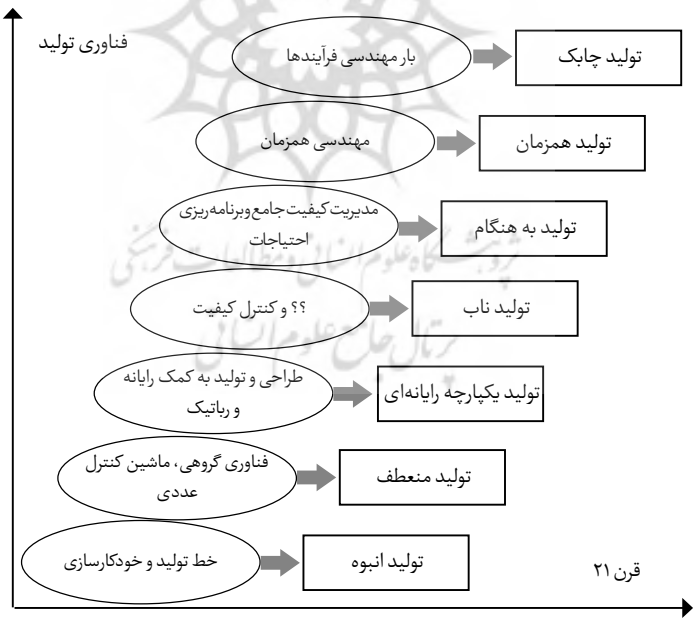
در حال حاضر، شرکت‌های تولیدی با جهانی‌سازی و شرایط رقابتی فروش مواجه هستند و تولید الکترونیکی فناوری نوینی است که قادر به پوشش تمام ابعاد تولید محصول نظیر سفارش، فروش، طراحی، بازاریابی، برنامه‌ریزی، تهیه مواد، خدمات مشتری، توسعه محصولات جدید، ارتباط با تأمین کنندگان، توسعه راهبردی و.. است (Mohamed Sahid, 2014). از آنجایی که مهندسان نقش کلیدی در طراحی، تولید، توسعه صنایع و افزایش درآمد ملی از طریق افزایش توان تولید ملی برعهده دارند، اهمیت و ضرورت آموزش فناوری‌های نوین مهندسی به مهندسان صنایع تولیدی دوچندان به نظر می‌رسد. لذا جهت دستیابی به این دانش و فناوری نوین، نیازمند یادگیری این فناوری پیشرفته توسط مهندسان کشورمان هستیم.

متأسفانه در کشور ما الگوی معینی به این منظور وجود ندارد. این مقاله سعی دارد تا با روش تحقیقی مناسب، چهارچوب مفهومی مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان ارائه کند. هدف اصلی این مقاله پر کردن خلاء دانشی مذکور از طریق روش تحقیق ترکیبی است و نتایج آن بیانگر مؤلفه‌های اصلی و شاخص‌های مربوط در حوزه تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان صنایع تولیدی است.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در دهه‌های اخیر مدل غالب سیستم‌های تولید بر اساس تولید انبوه بود (Fu & Jiang, 2009) و از سال ۲۰۰۰ به بعد تمرکز تولید بر فناوری تولید الکترونیکی و تمرکز کیفیت تولید بر کاهش زمان خرابی نزدیک به صفر قرار گرفت (Hosseini et al., 2012). ترکیب روش‌های مختلف تولید باعث ایجاد مدل‌های تجاری مختلفی برای ترکیب سازمان و بخش تولید شد و رویکردهایی همچون تولید یکپارچه رایانه‌ای[1]، تولید ناب [2]، تولید به‌هنگام[3] مهندسی هم‌زمان[4] و تولید چابک[5] سیر تکاملی رسیدن به تولید الکترونیکی در آستانه قرن ۲۱ را میسر کرد. در شکل۱ سیر تحول تولید از سال ۱۹۱۰ تاکنون نشان داده شده است.

شاید بتوان نقطه شروع شکل‌گیری جدی تولید الکترونیکی را در سال ۲۰۰۰ و هم‌زمان با توسعه فناوری وب دانست، زمانی که مرکز تحقیقاتی فورستر[6] از ۱۰۰ شرکت برتر تولیدی پرسید: «بزرگ‌ترین مشکلات شما در تولید چیست؟» و پاسخ‌های زیر را دریافت کرد. ۳۸ درصد از شرکت‌ها اظهار داشتند که قابلیت ضعیفی در مشاهده عملیات تولید خود دارند، ۳۶ درصد ابراز داشتند که قابلیت پیش‌بینی دقیق تقاضای تولید را ندارند، ۲۴ درصد شرکت‌ها از ارتباط ضعیف درون سازمانی و برون‌سازمانی با همکاران، شرکا و تأمین‌کنندگان خود شکوه داشتند و ۸ درصد ضعف رضایت مشتری را مهم‌ترین مشکل خود عنوان کردند. به نظر می‌رسد بهترین راه پاسخگویی به مشکلات مذکور، تولید الکترونیکی است(Cha, 2014).



شکل ۱: سیر تکامل فناوری‌های تولید (Cheng, 2008)

1- Computer Integrated Manufacturing (CIM) 2- Lean Manufacturing 3- Just In Time (JIT)
4- Concurrent Engineering 5- Agile Manufacturing 6- Forrester

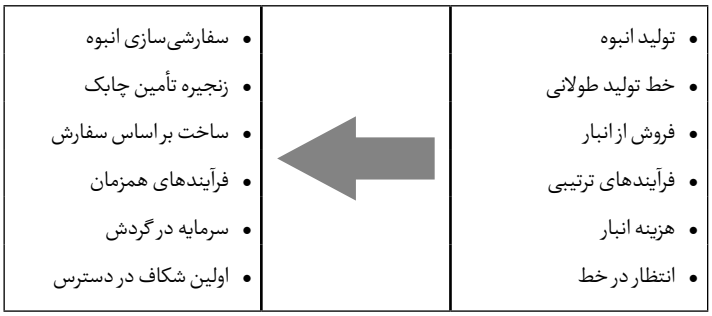
تولید الکترونیکی چیست؟ چنگ و همکاران (۲۰۱۰) تولید الکترونیکی را یک تولید پیشرفته می‌داند که از نتایج فناوری‌های اطلاعات و اینترنت برای یکپارچه‌سازی تمام اجزای عملیاتی یک کارخانه برای رسیدن به اهداف ازپیش تعیین‌شده استفاده می‌کند. لی[1] (۲۰۱۳) می‌گوید: تولید الکترونیکی با بهره‌گیری از سیستم‌های کسب‌وکار الکترونیکی، تمام مؤلفه‌های کسب‌وکار شامل تأمین‌کنندگان، شبکه‌های خدمات‌رسانی به مشتریان و بخش‌های تولید را از طریق استفاده از ابزارهای محاسباتی مبتنی بر وب و فناوری‌های نامحدود یکپارچه می‌کند و گریف[2] (۲۰۱۴) تولید الکترونیکی را بستر ایجاد ترکیبی از روش‌های تولید معرفی می‌کند؛ به گونه‌ای که شبکه‌ای از تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان بر روی شبکه اینترنت، درون‌نِت[3] یا برون‌نِت[4] را به یکدیگر متصل می‌کند. درواقع، تولید الکترونیکی شامل توانایی نظارت بر تجهیزات و فرایندهای گردش کار در محیط کارخانه، پیش‌بینی تغییرات کیفیت محصول و کاهش عملکرد هر دستگاه به‌منظور برنامه‌ریزی پویای تولید و عملیات نگهداری و همگام شدن با خدمات مرتبط کسب‌وکار برای دستیابی به یکپارچگی بین تولید و سیستم‌های بالاتر سازمان است (Mohamed Sahid, 2014).

ازجمله ویژگی‌های فناوری تولید الکترونیکی می‌توان به توانایی همگام‌سازی فرایندهای تولید محصول با فرایندهای کسب‌وکار (Sridhar et al., 2010)، افزایش دقت پیش‌بینی ۲۵ تا ۸۰ درصد (Wang, 2007)، افزایش دسترس‌پذیری به اطلاعات برای تصمیم‌گیری (Greef, 2014)، فرایند تبادل اطلاعات شفاف، یکپارچه و خودکار در کارخانه و قابلیت واکنش سریع به تغییرات فروش، فناوری و مشتریان توسط ایجاد یک سازمان مجازی (Wuest et al., 2016)، قابلیت دسترسی به اطلاعات تولید، همکاران، شرکا و تأمین کنندگان از هر نقطه و در هر زمان (DTI, 2000; Lee , 2013)، بهبود امنیت کانال‌های عملیاتی تولید (Mohamed Sahid, 2014)، کاهش زمان خرابی نزدیک به صفر توسط سیستم نگهداری و تعمیرات الکترونیکی (Wang, 2007) و غیره اشاره کرد. درواقع، تولید الکترونیکی طبیعت و ویژگی‌های عملیاتی تولید را تغییر داده است (Nyanga & Merwe, 2011).

شکل ۲ برخی از دگرگونی‌های ایجادشده در شیوه تولید توسط تولید الکترونیکی را نشان می‌دهد. از جمله تغییرات مذکور می‌توان به این مثال اشاره کرد که فلسفه تولید الکترونیکی به شرکت سازنده رایانه Dell اجازه داد تا بتواند در شیوه طراحی، تولید، فروش و خدمات پس از فروش خود تغییر جهشی انجام دهد (Cheng & Bateman, 2008).

1- Lee
2- Greeff

۳- برابر نهاد فارسی واژه «اینترانت»، مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی
۴- برابر نهاد فارسی واژه «اکسترانت»، مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی



شکل ۲: دگرگونی‌های ایجادشده در سازوکار تولید الکترونیکی (Nyanga & Merwe, 2011)

مؤلفه‌های کلیدی متعددی در آموزش و پیاده‌سازی فناوری تولید الکترونیکی دخیل هستند که می‌توان به سیستم‌های فنی و تجاری الکترونیکی (Zhong et al., 2013)، سیستم‌ها و برنامه‌هایی برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات و سیستم‌های حفاظتی و امنیتی (Lee, 2013)، زیرساخت‌های اشتراک‌گذاری اطلاعات بین مشتری و تأمین‌کنندگان، اطلاعات استاندارد و دانش مدیریت‌شده و به اشتراک گذاشته‌شده (DTI, 2000). اطلاعات الکترونیکی طول عمر تولید محصول (Cheng, 2004) ، اطلاعاتی برای پشتیبانی از مدیریت تصمیم‌های راهبردی (Gao, et al., 2015) و فرایندهای پشتیبانی‌شده توسط ابزارهای الکترونیکی (Nof, 2006; Lee, 2013)، مهندسی هم‌زمان (Tiwari et al., 2010) و زنجیره تأمین، سازماندهی و پشتیبانی (Cheng & Bateman, 2008) اشاره کرد.

در بین مطالعات صورت‌گرفته در گذشته الگوهای مختلفی برای توصیف مؤلفه‌های فنی و آموزشی فناوری تولید الکترونیکی بیان شده است که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد. رامارو[1] و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله خود با عنوان «پیشنهادهایی برای ارزیابی و انتخاب سرویس‌دهنده اینترنت برای تولید الکترونیکی» اجزای فناوری تولید الکترونیکی را مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت ارتباط با مشتریان، برنامه‌ریزی منابع سازمان و سیستم‌های کسب‌وکار الکترونیکی معرفی کردند که از طریق ابزارهای هوشمند ارتباطی اجزای مختلف کارخانه را به یکدیگر متصل می‌کنند.

چنگ و همکارانش (۲۰۱۰) در مقاله خود با عنوان «مدل تولید الکترونیکی پیشرفته» به تشریح انواع چهارچوب‌های تولید الکترونیکی و مؤلفه‌های فنی و آموزشی آن پرداخته‌اند و در انتها مدل جدیدی برای فناوری تولید الکترونیکی با چهار مؤلفه اصلی سیستم مدیریت تولید[2]، زنجیره تأمین[3]، زنجیره مهندسی[4] و سیستم مهندسی تجهیزات[5] ارائه کردند.

میلوزویچ[6] و همکاران(۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان «تولید الکترونیکی: چهارچوبی برای همکاری

1- Ramarao
2- Management Execution System (MES)
3- Supply Chain (SC)
4- Engineering Chain System (EC)
5- Equipment Engineering System (EES)
6- . Milosevic et al.

در تولید توزیع شده» به موضوع تبادل داده‌ها و اطلاعات در درون و بیرون ساختار تولیدی صنعت می‌پردازند و ضمن تأکید بر ارائه آموزش‌های لازم به‌عنوان یکی از کلیدهای موفقیت در استقرار تولید الکترونیکی بیان می‌دارند که تولید الکترونیکی توانسته است محیطی برای همکاری الکترونیکی و تبادل داده‌ها و اطلاعات به‌صورت آنی بین همکاران پدید آورد و این امر به‌طور قابل ملاحظه‌ای موجب کاهش زمان موردنیاز برای حل‌وفصل مسائل مشترک بین کارشناسان تولید شده است.

همچنین رامارو (۲۰۱۶) در مقاله ای با عنوان «تحلیل قابلیت‌ها و ویژگی‌های تولید الکترونیکی» به تشریح قابلیت‌ها و ویژگی‌های تولید الکترونیکی پرداخته و اعلام می‌کند که تولید الکترونیکی عمیقاً در کارکرد، ساختار، شفافیت، امنیت، جریان اطلاعات، چابکی تولید، قابلیت‌های ناب، نگهداری و غیره با تولید سنتی تفاوت دارد.

منزس[1] و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله «سیستم‌های اجرایی تولید الکترونیکی برای شرکت‌های کوچک و متوسط» به تشریح سیستم اجرایی تولید برخط[2] مبتنی بر آراف‌ای[3] با چهار کارکرد بهبود ارتباطات درونی، بهبود کیفیت محصول، بهینه‌سازی ذخیره‌سازی داده‌ها و کاهش اتلاف کاغذ پرداخته‌اند.

ساها و گراور[4] (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با عنوان «شناسایی مؤلفه‌ها و توانمندسازهای تولید الکترونیکی» از فناوری پیشرفته تولید، خدمات و فناوری‌های توانمندشده توسط وب، ارتباط بین ذی‌نفعان و سازوکار بازخورد، فنون و ابزارهای ارتقای کیفیت تولید، سیستم مدیریت داده، امنیت شبکه و خودکارسازی، نگهداری و تعمیرات، زنجیره تأمین، سیستم‌های نرم‌افزاری عملیات درونی کارخانه به‌عنوان مؤلفه‌های فنی و آموزشی تولید الکترونیکی یاد کرده‌اند.

وانگ[5] و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله خود با عنوان «یادگیری عمیق تولید الکترونیکی(هوشمند): روش‌ها و کاربردها» ضمن تشریح اجزا و مؤلفه‌های فنی و آموزشی تولید الکترونیکی به چگونگی تحلیل داده‌های بزرگ[6] ایجادشده در فناوری تولید الکترونیکی و روش‌های منحصربه‌فرد پردازش آن پرداخته‌اند.

در حوزه مطالعات داخلی نیز تا آنجا که محققان بررسی کردند، پژوهشی در خصوص موضوع تحقیق صورت نگرفته است. به‌طور کلی، مرور تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که علی‌رغم ضرورت و اهمیت موضوع تحقیق، تاکنون مطالعه‌ای نظام‌مند در خصوص تبیین اجزا و مؤلفه‌های آموزشی تولید الکترونیکی صورت نگرفته است؛ لذا هدف از انجام پژوهش حاضر آن است که با روش تحقیقی مناسب به این پرسش پاسخ دهد که چهارچوب مفهومی مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان چگونه است؟

1- Menezes
2- OnLine
3- Radio Frequency Identification (RFID)
4- Saha & Grover
5- Wang et al.
6- Big Data

۳. روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش در این مقاله ترکیبی است و تحقیق در سه گام زیر به انجام رسیده است:

درگام اول پژوهش از روش هفت‌مرحله‌ای فراترکیب[1] سندلوسکی و باروسو[2] (۲۰۰۳) استفاده کرده‌ایم. از این روش برای یکپارچه‌سازی چندین مطالعه جهت ایجاد یافته‌های جامع و جدید استفاده می‌شود (Zimmer, 2006). در این گام با مرور نظام‌مند ادبیات موضوع و مقالات پیشین (۲۰۱۸ - ۲۰۰۰) در حوزه تولید الکترونیکی و آموزش مهندسی پرداخته و به ۱۶۷ سند علمی مرتبط با موضوع تحقیق دست یافتیم. پس از بررسی عناوین، چکیده‌ها و محتوای مقالات مطالعه‌شده، ۶۶ مقاله مرتبط با موضوع پژوهش استخراج شد. سپس با مطالعه دقیق محتوای مقالات به استخراج مؤلفه‌های مرتبط با آموزش فناوری تولید الکترونیکی پرداختیم. نه شاخص در زیر دو مؤلفه اصلی کشف و برچسب‌گذاری شد. جدول ۱ نتایج حاصل از برچسب‌گذاری شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول۱: مقوله‌بندی یافته‌ها

مقوله اصلی	مؤلفه ها	شاخص ها
مؤلفه های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان	آموزش‌های مدیریتی	سیستم مدیریت الکترونیکی
		فرهنگ سازمانی و پذیرش فناوری
		مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی
		مدیریت ارتباط با مشتریان
	آموزش‌های فناوری	فناوری‌های پیشرفته تولید
		فناوری نت الکترونیکی
		فناوری عیب‌یابی الکترونیکی
		فناوری‌های نوین ارتباطی
		فناوری داد و ستد الکترونیکی

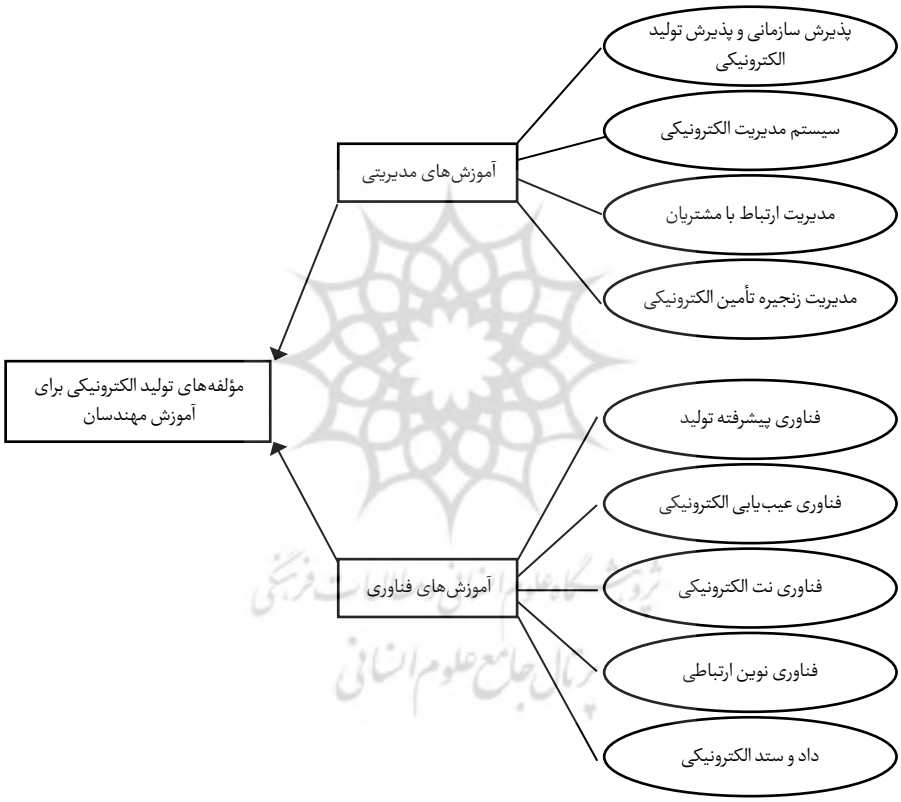
برای کنترل مفاهیم استخراجی از مقایسه نظر پژوهشگران با نظر یک خبره استفاده شده است. برای ارزیابی میزان توافق بین این دو رتبه‌دهنده از شاخص کاپای کوهن[3] استفاده کرده‌ایم. هرچه مقدار این سنجه به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان می‌دهد که توافق بیشتری بین رتبه‌دهندگان وجود دارد محقر و همکاران،۱۳۹۲). با استفاده از نرم‌افزار SPSS22، عدد معناداری ۰/۰۰۱ و مقدار شاخص کاپای کوهن ۰/۸۸۸ محاسبه شد. در جدول ۲ نتایج مذکور نشان داده شده است. باتوجه‌به کوچک‌تر بودن عدد معناداری از ۰/۰۵، فرض غیرمرتبط بودن کدهای استخراجی رد می‌شود. پس می‌توان ادعا کرد که کدهای استخراج‌شده از پایایی مناسبی برخوردارند هستند و در آخر نسبت به تدوین چهارچوب

1- Meta-Synthesis 2- Sandelowski and Barroso 3- Cohen Kappa Coefficient

مفهومی اولیه تحقیق اقدام کردیم که در شکل۳ نمایش داده شده است.

جدول۲: مقادیر اندازه توافق

کاپا/ تعداد	مقدار	انحراف استاندارد	عدد معناداری
کاپای مقدار توافق	۰/۸۸۸	۰/۱۱۳	۰/۰۰۱
تعداد موارد معتبر	۸		



شکل۳: چهارچوب مفهومی اولیه مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان

۴. فرضیه های تحقیق

حال پس از مشخص شدن چهارچوب اولیه تحقیق می‌توان فرضیه‌های زیر را مطرح کرد:

- بین مؤلفه آموزش‌های مدیریتی با آموزش فناوری تولید الکترونیکی به مهندسان ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد.

- بین مؤلفه آموزش‌های فناوری با آموزش فناوری تولید الکترونیکی به مهندسان ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد.
- چهارچوب پیشنهادی مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان از برازش خوبی برخوردار است.

در گام دوم به‌منظور بررسی و تأیید چهارچوب اولیه تحقیق با ۱۱ نفر از خبرگان (ارشد) حوزه تولید الکترونیکی و آموزش مهندسی در مراکز آموزشی و دانشگاهی کشور مصاحبه شده است و با انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با آنها، نظرات ایشان را درباره چهارچوب اولیه تحقیق جمع‌آوری کردیم. به این منظور، پرسش‌نامه محقق‌ساخته‌ای با هشت پرسش و در دو بُعد آموزش‌های مدیریتی با سه پرسش و آموزش‌های فناوری با پنج پرسش تدوین شد. طیف پاسخگویی به هر پرسش یکی از سه گزینه «ضروری»، «مفید اما نه ضروری» یا «غیر لازم» بود. در این پرسش‌نامه از خبرگان پرسش شده بود که تا چه اندازه نسبت به قرار گرفتن هر یک از زیرمؤلفه‌های آموزشی تولید الکترونیکی در ذیل مؤلفه‌های دو گانه آموزش‌های مدیریتی و آموزش‌های فناوری موافق هستند. درصورتی‌که تمایل به افزودن زیرمؤلفه (شاخص) دیگری دارند. می‌توانند نظر خود را کتبی اعلام کنند. تا در این خصوص نظر سایر خبرگان نیز جمع‌آوری شود. در این مرحله به‌دلیل کمبود خبرگان نظری، نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند صورت گرفته است و جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها به روش گلوله برفی تا اشباع نظری مقوله‌ها یعنی تا مرحله‌ای که امکان دست‌یابی به داده‌های جدیدتر فراهم بود ادامه یافت (Strauss & Corbin, 1998). برای شناسایی شاخص‌های چهارچوب مفهومی تحقیق از روش تحلیل محتوای سازه‌ای لاوشه[1] (۱۹۷۵) استفاده شد. بر اساس این روش از اعضای پانل محتوا (خبرگان ارشد) خواسته می‌شود به میزان مناسب بودن هر شاخص با انتخاب یکی از سه گزینه «ضروری»، «مفید اما نه ضروری» یا «غیر لازم» پاسخ دهند. نسبت روایی محتوایی بر اساس رابطه ۱ محاسبه شده است. باتوجه‌به سطح موردنیاز برای معناداری آماری (p<۰/۰۵) و مطابق جدول لاوشه با N=11، حداقل مقدار جهت پذیرش هر شاخص CVR=۰/۵۹ به دست آمد (Lawshe, 1975; Punniyamoorthy et al., 2011). نتایج تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از مصاحبه با خبرگان در جدول ۳ آورده شده است.

$$CVR = \frac{N_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \qquad (۱)$$

Ne= تعداد اعضایی که پاسخ ضروری داده‌اند، N= تعداد اعضای پانل

1- Lawshe

جدول ۳: نتایج تحلیل مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان دانشی تحقیق

مؤلفه‌های اصلی چهارچوب تحقیق	زیرمؤلفه (شاخص)های چهارچوب تحقیق	فراوانی امتیازها (۹: اهمیت بسیار زیاد ۱: اهمیت بسیار کم)			CVR
		کاملاً ضروری	مفید اما نه ضروری	غیرلازم	
		۹ ≤ امتیاز ≤ ۷	۶ ≤ امتیاز ≤ ۴	۴ ≤ امتیاز ≤۱	
آموزش‌های مدیریتی	سیستم مدیریت الکترونیکی	۱۱	۰	۰	٪۱۰۰
	مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی	۱۰	۱	۰	٪۸۲
	مدیریت ارتباط با مشتریان	۹	۲	۰	٪۶۳
	فرهنگ سازمانی و پذیرش تولید الکترونیکی	۸	۲	۱	٪۴۶
آموزش‌های فناوری	فناوری‌های پیشرفته تولید	۱۱	۰	۰	٪۱۰۰
	فناوری نت الکترونیکی	۱۱	۰	۰	٪۱۰۰
	فناوری عیب‌یابی الکترونیکی	۱۰	۱	۰	٪۸۲
	فناوری‌های نوین ارتباطی	۱۱	۰	۰	٪۱۰۰
	فناوری دادوستد الکترونیکی	۹	۱	۱	٪۱۰۰

باتوجه‌به جدول بالا، شاخص فرهنگ سازمانی و پذیرش تولید الکترونیکی با کسب امتیاز ۴۶٪ از فهرست اولیه شاخص‌های چهارچوب پیشنهادی تحقیق حذف شد و وجود بقیه شاخص‌ها در چهارچوب پیشنهادی مورد تأیید خبرگان تحقیق قرار گرفت. حاصل این گام چهارچوب تکمیلی (ثانویه) پژوهش بود.

درگام سوم به‌منظور اعتبارسنجی کمّی چهارچوب مفهومی تحقیق، پرسش‌نامه محقق‌ساخته‌ای مبتنی بر مدل ثانویه تحقیق و متشکل از ۲۰ پرسش، که چهار پرسش آن مربوط به آموزش تولید الکترونیکی به مهندسان، شش پرسش آن مربوط به مؤلفه آموزش‌های مدیریتی و ۱۰ پرسش آن مرتبط با مؤلفه آموزش‌های فناوری بود، تهیه و در بین ۶۳ نفر از خبرگان (میانی) توزیع شد. خبرگان میانی از بین استادان و پژوهشگران حوزه تولید الکترونیکی و آموزش مهندسی در مراکز آموزشی و دانشگاهی کشور انتخاب شده‌اند و به دلیل کمبود خبره در این زمینه نمونه‌برداری به‌صورت هدفمند صورت گرفته است. روایی محتوایی پرسش‌نامه از طریق مشورت با چند خبره تأیید شد و پایایی پرسش‌نامه توسط آلفای کرونباخ محاسبه شد. که مقدار آن ۸۹/۷ درصد بود. سپس به‌منظور تعیین نوع روش آماری مورد استفاده، از آزمون کولموگروف - اسمرینوف[1] در نرم افزار SPSS22 برای تعیین نرمال بودن داده‌ها استفاده کردیم که نتیجه این آزمون در جدول ۴ نشان داده شده است.

1- Kolmogorov–Smirnov

جدول۴: نتایج آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف

ردیف	متغییر	آماره آزمون	سطح معناداری(sig)	نتیجه آزمون
۱	سیستم مدیریت الکترونیکی	۰/۲۰۵	۰/۰۰۰	غیرنرمال
۲	مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی	۰/۱۲۹	۰/۰۰۰	غیر نرمال
۳	مدیریت ارتباط با مشتریان	۰/۱۳۹	۰/۰۰۱	غیر نرمال
۴	فناوری‌های پیشرفته تولید	۰/۲۱۶	۰/۰۰۰	غیر نرمال
۵	فناوری نت الکترونیکی	۰/۲۲۲	۰/۰۰۰	غیر نرمال
۶	فناوری عیب‌یابی الکترونیکی	۰/۲۰۱	۰/۰۰۰	غیر نرمال
۷	فناوری‌های نوین ارتباطی	۰/۲۵۹	۰/۰۰۲	غیر نرمال
۸	فناوری دادوستد الکترونیکی	۰/۱۹۵	۰/۰۰۰	غیر نرمال

با توجه‌به اینکه سطح معناداری آزمون برای متغیرها کمتر از ۰/۰۵ است، فرض نرمال بودن تمام متغیرها رد می‌شود؛ یعنی تمام متغیرها غیرنرمال‌اند. سپس طبق به محدود بودن تعداد نمونه‌ها در گام اعتبارسنجی کمّی (۶۳ نمونه) و نرمال نبودن داده‌ها، به‌منظور بررسی صحت و سقم فرضیات و آزمون برازش چهارچوب پیشنهادی تحقیق از مدل‌سازی معادلات ساختاری و از روش تحلیل مسیر در نرم افزارSmartPLS3 استفاده کرده‌ایم. پس از بررسی ضرایب مسیر و معنادار بودن ضرایب (t-value) به بررسی برازندگی چهارچوب پیشنهادی تحقیق بر اساس شاخص‌های افزونگی[1] و اشتراکی[2] اقدام کردیم که نتایج تحلیل داده‌های پرسش‌نامه در قسمت بعد خواهد آمد.

جدول ۵: میانگین و انحراف معیار مؤلفه‌ها

ردیف	مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی	میانگین	انحراف معیار
۱	آموزش‌های مدیریتی	۳/۵۲۷	۰/۶۹
۲	آموزش های فناوری	۳/۸۳	۰/۵۵

پرتال جامع علوم انسانی

۵. یافته‌های تحقیق

۵-۱. یافته‌های توصیفی

تحلیل و آزمون فرضیات بر روی داده‌های جمع‌آوری‌شده صورت گرفت؛ در بعد کیفی تحقیق و از میان ۱۱ نفر از خبرگان (ارشد) ۹ نفر مرد و ۲ نفر زن بودند؛ همچنین ۱۰ نفر با مدرک تحصیلی دکتری و یک نفر با مدرک کارشناسی ارشد؛ ۹ نفر عضو هیأت‌علمی دانشگاه و ۲ نفر نیز پژوهشگر بودند. نتایج تحلیل آماری مصاحبه با خبرگان ارشد در جدول ۳ آورده شده است. در بعد کمّی پژوهش نیز از میان ۶۳ نفر خبرگان (میانی)، ۱۹ نفر زن و ۴۴ نفر مرد، ۳۶ نفر با مدرک دکتری و ۲۷ نفر کارشناس ارشد؛ همچنین از این ۶۳ نفر، ۲۲ نفر عضو هیأت علمی، ۳۱ نفر پژوهشگر و مدرس، ۶ نفر مدیر و ۴ نفر از کارشناسان مرتبط با حوزه

1- CV-Red 2- CV-Com

تحقیق حضور داشتند. جدول ۵ آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف از معیار مؤلفه‌های آموزش‌های مدیریتی و آموزش‌های فناوری را نشان می‌دهد.

همانگونه که مشاهده می‌شود، مؤلفه آموزش‌های مدیریتی با کسب امتیاز میانگین ۳/۵۲۷ از ۵ و مؤلفه آموزش‌های فناوری با کسب امتیاز ۳/۸۳ از ۵ توسط خبرگان پژوهش مورد تأیید قرار گرفته‌اند.

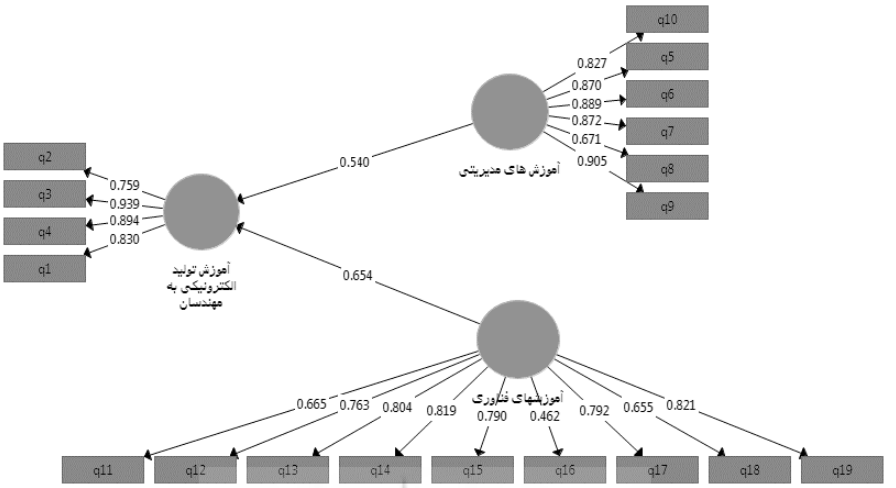
۵-۲. بررسی فرضیات و برازش چهارچوب تحقیق

۵-۲-۱. بررسی فرضیات پژوهش

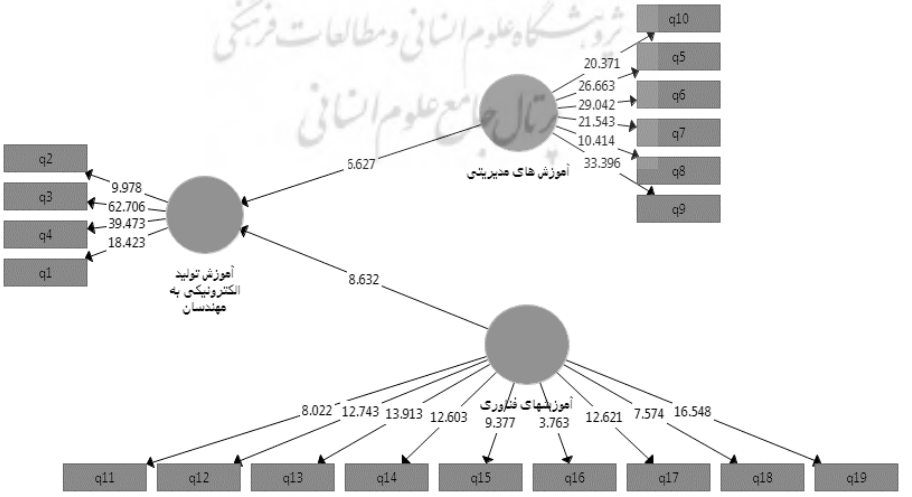
در این قسمت برای آزمون چهارچوب پیشنهادی پژوهش از تحلیل عاملی تأییدی و روابط علّی مبتنی بر مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده کرده‌ایم. انجام این آزمون توسط نرم‌افزار SmartPLS3 صورت گرفته است. در مدل‌های پی‌ال‌اس[1]، دو چهارچوب بیرونی و درونی آزمون می‌شود که در ابتدا به ارزیابی چهارچوب بیرونی پرداخته‌ایم. چهارچوب بیرونی هم‌ارز چهارچوب اندازه‌گیری در چهارچوب‌های معادلات ساختاری مبتنی بر کوواریانس است که ارتباط بین متغیرهای مکنون و نشانگرهای مشاهده شده را معین می‌کند. وقتی که شواهد کافی مبنی بر روایی و پایایی چهارچوب‌های بیرونی به دست آمد، می‌توان به ارزیابی چهارچوب درونی پرداخت (آذر و همکاران، ۱۳۹۱). همانگونه که بیان شد، ابزار تحقیق دارای روایی و پایایی مناسب بود؛ لذا چهارچوب بیرونی مدل مورد تأیید خبرگان قرار گرفته است، پس از آن به بررسی چهارچوب درونی تحقیق پرداختیم.

در این تحقیق از تحلیل عاملی تأییدی برای بررسی روابط درونی و سنجش روابط بین متغیرهای پنهان با گویه‌هایشان استفاده شده است. به‌منظور تأیید هر یک از شاخص‌های درنظرگرفته‌شده در چهارچوب تحقیق، بارهای عاملی و t-value هر یک از آنها توسط نرم‌افزارSmartPLS3 محاسبه شد. درواقع، قدرت رابطه بین گویه‌ها (متغیر پنهان) و متغیر قابل مشاهده به وسیله بار عاملی نشان داده می‌شود. اگر بار عاملی بزرگ‌تر از ۰/۵باشد، وضعیت مطلوب است و معیار اصلی دیگر برای قضاوت آماره تی است. باتوجه‌به اهمیت شاخص‌های برازش در چهارچوب پیشنهادی، در این پژوهش بارهای عاملی بزرگ‌تر از ۰/۵ در چهارچوب تکمیلی تحقیق مدنظر قرار گرفته است. همچنین باید آماره آزمون (t-value) نیز در مقدار بحرانی ۰/۰۵ بیش از۱/۹۶ باشد. در آزمون صورت‌گرفته یکی از متغیرها (q20) دارای بار عاملی ۰/۱۷۶ و مقدار آماره تی آن ۱/۲۳۲ بود، که پرسش مربوط حذف و آزمون دوباره تکرار شد. نتایج حاصل از آزمون در شکل‌های۴ و۵ قابل مشاهده است. در شکل شماره ۲ بار عاملی هریک از گویه‌ها نشان داده شده است و شکل ۵ بیانگر مقدار آماره t-value است. همانگونه مشاهده می‌کنید، تمام بارهای عاملی و مقادیر t-value مشاهده‌شده مثبت و معنادار هستند.

1- . Partial Least Squares (PLS)



شکل ۴: ضرایب مسیر متغیرهای تحقیق در حالت استاندارد



شکل ۵: مدل تحقیق در حالت معناداری ضرایب (t-value)

طبق نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت که فرضیات تحقیق تأیید شده‌اند. جمع‌بندی نتایج آزمون فرضیه‌ها در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶: نتایج آزمون فرضیات تحقیق

فرضیات چهارچوب مفهومی تحقیق	ضریب مسیر	t-value[1]	نتیجه آزمون فرضیه
آموزش‌های مدیریتی ← مؤلفه‌های آموزشی تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان	۰/۵۴۰	۶/۶۲۷	تأیید
آموزش‌های فناوری ← مؤلفه‌های آموزشی تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان	۰/۶۵۴	۸/۶۳۲	تأیید

نتایج آزمون فرضیات پژوهش در ادامه شرح داده شده‌اند:

- بین مؤلفه آموزش‌های مدیریتی با مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد.

قدرت رابطه میان متغیر آموزش‌های مدیریتی و متغیر مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان ۰/۵۴۰ محاسبه شد. آماره آزمون نیز ۶/۶۲۷ به دست آمد که بزرگ‌تر از مقدار بحرانی تی در سطح خطای ۵٪ یعنی ۱/۹۶ بود. نتایج نشان می‌دهد همبستگی مشاهده‌شده معنادار است. بنابراین مطابق نتایج فوق، آموزش‌های مدیریتی تأثیر مستقیم مثبت و معناداری بر مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان دارد.

- بین مؤلفه آموزش‌های فناوری با مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد.

قدرت رابطه میان متغیر آموزش‌های فناوری و متغیر مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان برابر ۰/۶۵۴ محاسبه شد. آماره آزمون نیز ۸/۶۳۲ به دست آمد که بزرگ‌تر از مقدار بحرانی t در سطح خطای ۵٪ یعنی ۱/۹۶بود. نتایج حاصل نشان می‌دهد همبستگی مشاهده‌شده معنادار و مثبت است. بنابراین باتوجه‌به چهارچوب تأییدی پژوهش آموزش‌های فناوری تأثیر مستقیم مثبت و معنادار بر مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان دارد.

۵-۲-۲. بررسی برازش چهارچوب تحقیق

برای بررسی برازندگی چهارچوب تحقیق، آزمون‌های گوناگونی وجود دارد که پیوسته در حال توسعه و تکامل هستند. اما هنوز در مورد یک آزمون بهینه، توافق همگانی وجود ندارد. در نتیجه، مقاله‌های مختلف شاخص‌های مختلفی را ارائه کرده‌اند (هومن، ۱۳۸۷). در پژوهش حاضر برای بررسی کیفیت یا

۱- شاخصی جهت بررسی معناداری مسیر در انجام تحلیل مسیر توسط روش مدل سازی معادلات ساختاری

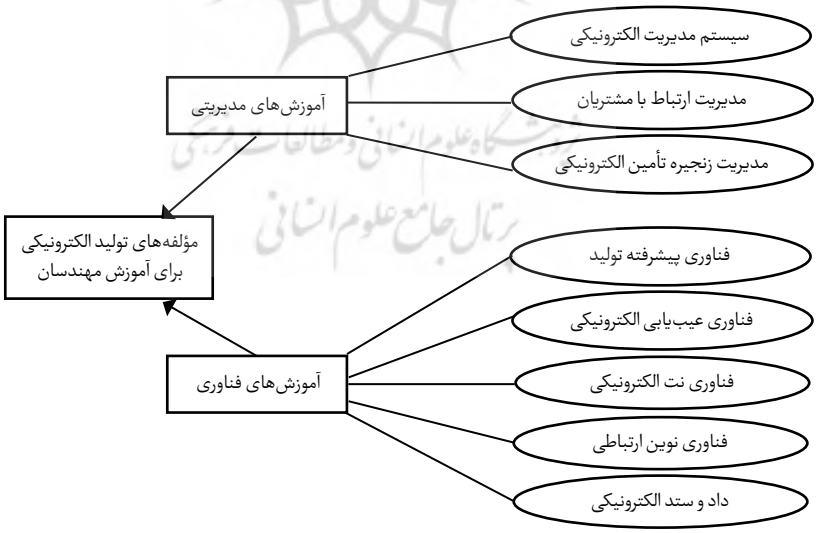
اعتبار چهارچوب پیشنهادی تحقیق از شاخص بررسی اعتبار اشتراکی و شاخص بررسی اعتبار حشو یا افزونگی استفاده شده است. شاخص اشتراکی[1]، کیفیت چهارچوب اندازه‌گیری هر بلوک را می‌سنجد. مقادیر مثبت این شاخص‌ها نشانگر کیفیت مناسب و قابل‌قبول چهارچوب اندازه‌گیری و ساختاری است. شاخص حشو[2] یا افزونگی قدرت پیش‌بینی چهارچوب را مشخص می‌سازد.

شاخص حشو باید در مورد تمام سازه‌های درون‌زای چهارچوب محاسبه شود .(Shaver, 2005) تحلیل داده‌های بعد کمّی تحقیق بیانگر مناسب بودن شاخص‌های اشتراکی و افزونگی است که نتایج آن در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۷: شاخص‌های اشتراکی (CV-Com) و شاخص افزونگی (CV-Red)

متغیر	CV-Com	CV-Red
مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان	۰/۵۱۵	۰/۳۴۸
آموزش‌های مدیریتی	۰/۵۲۱	۰/۰۶۸
آموزش‌های فناوری	۰/۳۹۱	۰/۱۱۱

همانگونه که مشاهده می‌شود، نتایج مقادیر شاخص‌های اشتراکی و افزونگی مثبت است و این نشان از تأیید برازش چهارچوب مفهومی پژوهش دارد. بنابراین هر ۳ فرضیه تحقیق تأیید شد و به پرسش اصلی تحقیق نیز پاسخ داده شد. شکل ۶ چهارچوب مفهومی مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان را نشان می‌دهد.



شکل ۶: چهارچوب مفهومی مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان

1- CV-Com 2- CV-Red

۶. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تبیین چهارچوب مفهومی مؤلفه‌های آموزشی تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان شکل گرفته است. طبق نتایج آزمون فرضیات تحقیق و بالاتر از ۰/۵ بودن همه بارهای عاملی و بیشتر از ۱/۹۶ بودن مقادیر t-value متغیرها، می‌توان نتیجه گرفت که آموزش‌های مدیریتی و آموزش‌های فناوری در آموزش فناوری تولید الکترونیکی به مهندسان تأثیر مستقیم مثبت و معنادار دارند. لذا به‌منظور برگزاری دوره آموزشی تولید الکترونیکی برای مهندسان لازم است نکات زیر مورد توجه قرار گیرند:

الف .آموزش‌های مدیریتی

یکی از مؤلفه‌های اصلی در آموزش فناوری تولید الکترونیکی به مهندسان آموزش مسائل مدیریتی مرتبط با تولید الکترونیکی است. از آنجایی‌که فناوری پیشرفته تولید الکترونیکی، مفهومی تلفیقی از حوزه تولید، فناوری اطلاعات و مدیریت است، لازم است مهندسان شاغل در صنایع تولیدی، مفاهیم مدیریتی چون مدیریت ارتباط با مشتریان، سیستم مدیریت الکترونیکی و مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی را فراگیرند. شاخص مدیریت ارتباط با مشتریان با یافته‌های چنگ و دیگران (۲۰۱۰) و گرهارد گریف (۲۰۱۴) همسو است و شاخص سیستم مدیریت الکترونیکی با نتایج تحقیق کومار (۲۰۰۹) و حسینی و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد و شاخص مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی مورد تأکید اکثر پژوهشگران حوزه تولید الکترونیکی از جمله لی (۲۰۱۳)، بوتانی و ریزی[1] (۲۰۰۶) و دیگران بوده است.

ب .آموزش‌های فناوری

مؤلفه اصلی دیگر چهارچوب مؤلفه‌های آموزشی فناوری تولید الکترونیکی برای آموزش مهندسان، آموزش فناوری‌های مورداستفاده در تولید الکترونیکی است:

- در زمینه آموزش فناوری‌های تولید الکترونیکی به مهندسان لازم است فناوری‌های نوین ارتباطی نظیر اینترنت، درون‌نِت و برون‌نِت به‌صورت بی‌سیم و باسیم برای تبادل داده‌ها، اطلاعات و برقراری ارتباط بین انسان‌ها با یکدیگر و ارتباط انسان‌ها با ماشین‌ها و ماشین‌ها با یکدیگر از طریق فناوری اینترنت اشیاء[2] به مهندسان آموزش داده شود. شاخص فناوری‌های نوین ارتباطی با یافته‌های پژوهش‌های چنگ و همکاران (۲۰۱۴)، وانگ (۲۰۰۷) و کوک و لی[3]، (۲۰۰۲) همسویی دارد.

1- Bottani & Rizzi 2- Internet of Things (IOT) 3- Koc & Lee

- یادگیری فناوری‌های پیشرفته تولید نظیر تولید افزایشی[1]، چاپ سه‌بعدی[2]، تولید رباتیک، تولید هوشمند و... از دیگر الزامات آموزشی موردنیاز مهندسان برای آشنایی با فناوری پیشرفته تولید الکترونیکی است. این شاخص را شاید بتوان مهم‌ترین شاخص تولید الکترونیکی معرفی کرد که تحقیقات متعددی از جمله حسینی و همکاران (۲۰۱۲) و زالتل جی[3] و همکاران (۲۰۰۸) و دیگران به این شاخص اشاره کرده‌اند.
- نگهداری و تعمیرات الکترونیکی[4] امکان نظارت و پایش مستمر محیط کار و ابزارآلات تولید و همچنین انجام تنظیمات و کنترل‌های موردنیاز توسط کارشناسان را فراهم می‌کند (Sridhar et al., 2010). نت الکترونیکی از جمله سرفصل‌های مهم آموزشی در آموزش فناوری تولید الکترونیکی به مهندسان محسوب می‌شود که ام و لی (۲۰۰۲) و چنگ و بتمن (۲۰۰۸) به آن اشاره دارند.
- فناوری عیب‌یابی الکترونیکی[5] به مهندسان این امکان را می‌دهد تا از راه دور نسبت به تشخیص خطاها و معایب پیش‌آمده آگاهی یابند و تصمیماتی سریع و بدون درنگ نسبت به رفع عیوب پیش‌آمده اتخاذ کنند (Wuest et al., 2016). لذا یادگیری چگونگی عملکرد این فناوری برای مهندسان الزامی است. این شاخص در نتیجه تحقیقات کوک و لی (۲۰۰۲) و لی (۲۰۱۳) مورد تأکید قرار گرفته است.
- دادوستد الکترونیکی[6] یکی از فناوری‌های جدید برای خریدوفروش مواد اولیه، ابزارآلات تولید، محصولات و خدمات ارائه‌شده توسط بنگاه‌های تولیدی و صنعتی از طریق ابزارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات است (Lee et al., 2001). دادوستد الکترونیکی به‌طور قابل ملاحظه‌ای در کاهش زمان و هزینه پشتیبانی و تدارکات تولید مؤثر است و یادگیری آن برای مهندسان الزامی است. یافته‌های تحقیقات تیواری[7] و همکاران (۲۰۱۰) و شیوانند[8] و همکاران (۲۰۰۸) با وجود این شاخص همخوانی دارد.

همانگونه که مشاهده شد. یادگیری شاخص‌های هشت‌گانه تولید الکترونیکی برای مهندسان در هر حوزه تخصصی تولید می‌تواند مهندسان صنعت را با فناوری پیشرفته تولید الکترونیکی در آن صنعت خاص آشنا کند و گامی بلند در تحقق اهداف بنگاه‌های تولیدی باشد. می‌توان از سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان حوزه تولید، استادان و دانشجویان و مدیران آموزش واحدهای تولیدی و صنعتی به‌عنوان استفاده‌کنندگان از نتایج تحقیق یاد کرد. به‌علاوه، به محققان آینده نیز پیشنهاد می‌شود تا موضوع تحقیق را در یک صنعت خاص پیگیری کنند یا متصدیان آموزش به دنبال تدوین کتاب آموزشی با این عنوان باشند. در انتها، می‌توان از کمبود خبرگان مسلط به مفاهیم آموزشی و تولید الکترونیکی و همچنین کمبود منابع علمی مرتبط با موضوع پژوهش عنوان دو محدودیت مهم تحقیق نام برد.

1- Additive Manufacturing
2- 3D Printing
3- Zaletelj
4- E-Maintenance
5- E-Diagnostics
6- E-Commerce
7- Tiwari
8- Shivanand

مراجع

- آذر، عادل؛ غلامزاده، رسول و قنواتی، مهدی (۱۳۹۱). چهارچوب سازی مسیری ساختاری درمدیریت،کاربرد نرم افزار- Smart PLS . تهران: انتشارات نگاه دانش.
- دوامی، پرویز و خدابخش‌پیرکلانی، مریم .(۱۳۸۹). مهندسی چیست؟ و مهندس کیست؟ *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۲(۴۵)، ۵۵-۳۵ .
- صالحی عمران، ابراهیم (۱۳۸۹). رویکردهای نظری در برنامه‌های درسی آموزش صنعتی. *فصلنامه مطالعات برنامه درسی ایران*، ۵(۱۹)، ۴۲ ۸.
- صوفی، منصور(۱۳۹۲). بررسی موانع پیاده سازی کارخانجات الکترونیکی در ایران با رویکرد AHP ، معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی رشت.
- محقر، علی؛ جعفرنژاد، احمد؛ مدرس یزدی، محمد و صادقی مقدم، محمدرضا (۱۳۹۲). ارائه الگو جامع هماهنگی اطلاعاتی شبکه تأمین خودروسازی با استفاده از روش فرا ترکیب، *فصلنامه مدیریت فناوری اطلاعات*، ۵(۴): ۱۶۱-۱۹۴.
- مرتضوی، محسن(۱۳۹۳). نقش فناوری اطلاعات در تولید و ساخت، *ماهنامه تدبیر*، ۱۷(۲۴۸).
- معماریان، حسین(۱۳۹۰). روش‌های نوین دانشجو محور در آموزش، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، ۱۳(۵۲)، ۲۱-۱.
- هومن، حیدرعلی(۱۳۸۷) راهنمای عملی فرا تحلیل در پژوهش علمی. تهران: سازمان سمت.
- یزدانی، غلامرضا(۱۳۹۲). چالش‌های آموزش مهندسی در ایران. *ماهنامه امواج برتر*،۱۰(۶۵)،۱۵.

- Bottani, E. and Rizzi, A. (2006). A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services. *Supply Chain Management*: *An International Journal*, 11 (4), 294308.
- Cha, A. S. K. (2014). Cofounder CTO ACS Corp in Korea, December, 2nd.
- Cheng, K. (2008). E-Manufacturing: fundamentals, applications and potentials. Advanced manufacturing and enterprise engineering (AMEE) group, School of Engineering and Design, Brunel University Uxbridge UB8 3PH, UK .
- Cheng, K. and Bateman, R. J. (2008). E-Manufacturing: characteristics, applications and potentials. *Progr. Nat. Sci*., 18, 1323–1328.
- Cheng, F. T.; Tsai, W. H.; Wang, T. L.; Chang, J. Y.-C. and Su, Y. C. (2010). Advanced E-manufacturing model- The significance of large-scale, distributed, and object-oriented Systems, *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 17(1)71-83.
- Chencg, F. T.; Tsai, W. H. and Wang, T. L. (2010). Jonathanchanchangyung-Chehengandyu-Chuansu. Advanced e-manufacturing model, *IEEE Robotics and Automation Magazine.*
- Cheng, F. T.; Yang, H. C. and Lin, J. Y. (2014). Development of holonic information coordination systems with failure-recovery considerations, *IEEE Trans. Automat. Sci. Eng*., 1(1), 58–72.
- Department of Trade and Industry (DTI). (2000). Manufacturing 2020 Foresight report.
- Fu, Y. and Jiang, P., (2009). Study on e-service node for service-oriented manufacturing execution system, *International Conference on Computers and Industrial Engineering*, CIE July 2009, Troyes, France, 635-639.
- Gao, R.; Wang, L.; Teti, R.; Dornfeld, D.; Kumara, S.; Mori, M. and Helu, M. (2015). Cloud-enabled prognosis for manufacturing. *CIRP Annals Manufacturing Technology*, 64(2): 749-772.
- Gerhard, G. and Ghoshal, R. (2014). Practical e-manufacturing and supply chain management, first published, Elsevier.

- Hosseini, S. A.; Nosratabadi, A.; Okhovat, M. A; Nehzati, T. and Ismail, N. (2012). E-manufacturing: Challenges and enablers, applied mechanics and materials. 29-231, 2567-2571© Trans Tech Publications, Switzerland.
- Kar, A. K. (2009), Modeling of supplier selection in e-procurement as a multi-criteria decision making problem," http://sprouts.aisnet.org/9-40.
- Koç, M. and Lee. L.(2002).e-Manufacturing and e-Maintenance applications and benefits, *International Conference on Responsive Manufacturing (ICRM) 2002*, Gaziantep, Turkey, June 26–29.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28, 563–575.
- Lee, J.; Ali, A. and Koc, V. (2001). e-Manufacturing-its elements and impact, *Proceedings of the Annual Institute of Industrial Engineering Conference*, V. 23, Dallas, Tex, USA, May 2001.
- Lee, J. (2013). E-Manufacturingfundamental, tools, and transformation. *Robot Comput-Int Manuf 19*(6):501–507.
- Menezes, S.; Creado, S. and Zhong, R. Y. (2018). Smart manufacturing execution systems for small and medium-sized enterprises, *51st CIRP Conference on Manufacturing Systems*, available online at www.sciencedirect.com
- Milosevic, M.; Lukić, D.; Antic, A. and Vukman, J. (2016). e-Manufacturing: framework for a collaborative distibuted manufacturing. *The 11 International Conferences of the Carpathian Euro-region Specialists in Industrial Systems*, CEurSIS 2016,2-4 June, Baia Mare, Romania.
- Mohamed Sahid, F.; Mohamed Ashraf, M. J.; Mohammed, K. I.; Desa, S.; Mohd Rodzi, R. and Nurhidayat, M. (2014). A review of current trend in e-Manufacturing, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering Faculty.
- Nof, S. Y. (2006). Collaborative e-Work and e-Manufacturing: Challenges for production and logistics managers. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2006, 17, 689–701.
- Nyanga, L. and Van Der Merwe, A. F. (2011). e-Manufacturing - the roadmap for south african manufacturers, *ISEM 2011 Proceedings*, September 21-23, Stellenbosch, South Africa.
- Ramarao, V. (2016). Analysis of e-Manufacturing capabilities and characteristics, *International Research Journal of Engineering and Technology* (IRJET) 03(09).
- Ramarao, A.; Ratnam, C. h. and Sridhar C. N. V. (2011). A proposal for criteria evaluation and selection of ISPs for e-Manufacturing, *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*, 3(3).
- Saha, R. and Grover, S. (2011). Identifying enablers of e-Manufacturing, international scholarly research network, *ISRN Mechanical Engineering*, Volume 2011, Article ID 193124, 6 pages doi:10.5402/2011/193124.
- Sandelowski, M. and Barroso, J.(2003). Reading qualitative studies. *International Journal of Qualitative Methods*.1 (1):74-108.
- Shaver, J. M. (2005). Testing for mediating variables in management research: Concerns, implications and alternative strategies. *Journal of Management*, (31), 330-353.
- Shivanand, H. K.; Nanjundaradhya, N. V. and Kammar, P.(2008). e-Manufacturing a technology review. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, London, UK, 2. Smart manufacturingcoalition.org visited at 2017/05/08.
- Sridhar C. N. V.; Reddy, V.; Reddy, V. (2010). Evolution of e-Manufacturing and capabilities-A Review. *The Technology World-Malaysia*, 5, (1), 25-34, 2010.
- Strauss, A. L. and Corbin, J. M. (1998). Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory, 2nd edn, Thousand Oaks, California.
- Tiwari, M. K.; Jha, S. J. and Anand, R. B. (2010). Operation allocation and part type selection in e-Manufacturing: An auction based heuristic supported by agent technology, *Robotics and Computer-Integrated*, 26, pp 312–324.
- Wang, L. D. (2007). An information-integrated framework to support e-Manufacturing. *Int. J. Adv. Manufacturing. Technology*, 32, 625–630.

- Wang, J.; Ma, Y.; Zhang, L.; Gao, R. X. and Wu, D. (2018). Deep learning for smart manufacturing: Method sandapplications. *Journal of Manufacturing Systems*, 48(C), 144-156.
- Wuest, T.; Weimer, D.; Irgens, C. and Klaus, D. T. (2016). Machine learning in manufacturing: advantages, challenges, and applications. *Prod Manuf Res* 4(1):23–45.
- Zaletelj, V.; Sluga, A. and Butala, P. (2008). A conceptual framework for the collaborative modelling of networked manufacturing systems, *Concurrent Engineering*, 16(1), 103-114.
- Zhong, R. Y.; Dai, Q. Y.; Qu, T.; Hu, G. J. and Huang, G. Q. .(2013). RFID enabled real-time manufacturing execution system for masscustomization Production. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29(2): 283-292.
- Zimmer, L. (2006). Qualitative meta-synthesis: a question of dialoguing withtexts. *Journal of Advanced Nursing*, 53(3): 311-318.

◄ **کامران فیضی**، استاد تمام دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی و علائق پژوهشی ایشان در حوزه مدیریت و فناوری اطلاعات است.

◄ **محمدتقی تفوی فرد**، دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی و علائق پژوهشی ایشان در حوزه مدیریت دانشو فناوری اطلاعات است.

◄ **جهانیار بامداد صوفی**، دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی و علائق پژوهشی ایشان در حوزه مدیریت صنعتی است.

◄ **حسین وحیدی**، دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه علامه طباطبائی و علائق پژوهشی ایشان در حوزه مدیریت و فناوری اطلاعات است.