

نقش فناوری در دستیابی به چابکی در شرکت‌های الکترونیک ایران

سید محمود زنجیرچی^{۱*}، لعلیا الفت^۲

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه یزد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده مدیریت و حسابداری

چکیده

یکی از ویژگی‌های عصر حاضر شدت یافتن تغییرات است. در عرصه مدیریت تولید، چابکی به‌عنوان پاسخی متناسب با شرایط زمان مورد توجه قرار گرفته و در پاره‌ای از تحقیقات، سعی بر شناسایی عوامل تأثیرگذار شده است. اگرچه برخی از این عوامل را می‌توان زیرمجموعه فناوری به حساب آورد، لیکن مطالعه کلیه عوامل مرتبط با فناوری در یک پژوهش انجام نگردیده است. در این مقاله، مفهوم فناوری در سه بعد فناوری تولید، فناوری محصول و فناوری اطلاعات دیده شده و تأثیر مؤلفه‌های هر یک از این ابعاد بر چابکی در صنعت الکترونیک ایران بررسی و در مورد ارتباط آنها با چابکی بحث شده است. به علاوه مؤلفه‌های مختلف بر اساس دو عامل اهمیت و فاصله آنها از وضع مطلوب، رتبه‌بندی شده‌اند که نشان‌دهنده اولویت پرداختن به آنها در مسیر چابکی است. در این رتبه‌بندی "فناوری‌های پیشرفته تولید" در جایگاه اول قرار گرفته است.

کلید واژه‌ها: فناوری تولید، فناوری محصول، فناوری اطلاعات، چابکی

۱- مقدمه

کوتاهی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آمال شرکت‌های پیشرو مطرح شد. چابکی، مؤسسات را برای کامیابی در محیطی مملو از تغییرات مداوم و غیرقابل پیش بینی توانمند می‌کند [۴] و تغییرات شدیدتر، چابکی بالاتری را نیز طلب می‌کند. به همین دلیل است که برخی پژوهشگران صنعت مد را نیازمندترین صنعت به چابکی نامیدند [۵]. چابکی از دید گلدمن و همکارانش، ارائه ارزش به مشتریان، آمادگی برای تغییر، بها دادن به دانش و مهارت کارکنان و شکل دادن مؤسسات مجازی است [۶].

پژوهشگران برای ارائه مسیرهای مناسب جهت دستیابی به چابکی کوشیده و نسبت به شناسایی برخی از ابعاد چابکی و عوامل چابک‌ساز سازمان‌ها اقدام کرده‌اند. اما با عنایت به وجهه جهان‌شمول و کلی این تحقیقات، مناسب است که برنامه‌ریزی‌های کلان صنعتی در کشورها، عوامل مناسب را با بررسی کامل وضع موجود و شرایط بومی خود تشخیص داده و مسیر میان‌بر چابک‌سازی صنایع خود را بر اساس واقعیات موجود رقم بزنند. در این میان یکی از مهم‌ترین پارامترهای

با نگاه به قرن بیست و یکم می‌توان فهمید که تضمین بقا و موفقیت سخت‌تر و سخت‌تر می‌شود. این حقیقت ریشه در ظهور عصر جدیدی دارد که تغییر را به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین مشخص‌هایش یدک می‌کشد. در خلال دهه ۱۹۸۰ میلادی در پاسخ به اولویت‌های متمایز مشتریان، شرکت‌ها به سمت مدیریت کیفیت کشیده شدند. مفاهیمی مانند مدیریت کیفیت فراگیر، کنترل آماری فرایند، و توسعه مشخصه‌های کیفی مطرح و به کار برده شدند. به‌طور هم‌زمان سیستم‌هایی مانند تولید انعطاف‌پذیر، تولید ناب و تولید در کلاس جهانی [۱] وارد سیستم‌های تولید شدند [۲]. در دهه ۱۹۹۰ میلادی هرچند که بسیاری از شرکت‌ها هنوز در حال تقلا برای اجرای مفاهیم تولید ناب بودند، رهبران صنعت برای فرموله کردن پارادایم جدیدی برای مؤسسات موفق تولیدی قرن ۲۱ تلاش می‌کردند که نام چابکی به خود گرفت [۳] و در زمان

مفهوم چابکی در سال‌های اخیر منجر به ارائه تعاریف متنوع و گسترده‌ای از آن گردیده است [۱۴]. گستردگی زیاد تعاریف ارائه شده برای چابکی، مانع از بررسی تمامی آن‌ها در این مقاله می‌شود اما شاید بتوان عناصر اساسی تعاریف ارائه شده را به شکل زیر خلاصه کرد [۱۲]:

- پاسخ به تغییر و عدم اطمینان [۱۵-۲۰]
- ایجاد شایستگی‌های اساسی [۲۱]
- عرضه محصولات کاملاً سفارشی [۱۵-۲۲]
- ترکیب فناوری‌های مختلف [۷، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۲ و ۲۳]
- انسجام بین سازمانی و درون سازمانی [۱۸، ۲۱ و ۲۳]

بنابراین شاید بتوان تعریف سازمان چابکی را به صورت زیر ارائه داد: "سازمان چابک سازمانی فناوری است که با ایجاد انسجام درونی و بیرونی می‌تواند علی‌رغم تغییرات شدید بازار، رضایت مشتریان را با عرضه محصولات سفارشی تأمین نماید". پژوهشگران برای اندازه‌گیری میزان چابکی سازمان‌ها از مقیاس‌ها و مؤلفه‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند [۲۱، ۲۵، ۲۶، ۲۷ و ۲۸]. مشخصه‌های چابکی، توانمندسازهای چابکی و توانمندی‌هایی که اجازه پاسخ سریع به تغییرات را به شرکت می‌دهد، به طور گسترده‌های در مبانی نظری مورد بحث قرار گرفته‌اند [۱۴]. تعداد زیادی از پژوهشگران به اندازه‌گیری سطح کمال متغیرهایی پرداخته‌اند که انتظار می‌رود به چابکی منجر شوند (توانمندسازها) و بخشی از آن‌ها با ارائه رویکردی نتیجه‌گرا، توانمندی‌های مورد انتظار یک سیستم تولید چابک (توانمندی‌ها) را مبنای اندازه‌گیری قرار داده‌اند. از آن‌جا که در شرایط موجود صنعت الکترونیک ایران، ارتباط توانمندسازها با چابکی بررسی و تأیید نشده‌است، استفاده از اتخاذ رویکردی نتیجه‌گرا و استفاده از میزان توانمندی‌های چابکی، نتایج واقعی‌تری را در مورد میزان چابک بودن آن‌ها به دست خواهد داد. شریفی و ژانگ [۹] توانمندی‌های چابکی را در قالب ۴ دسته توانمندی‌های استراتژیک به صورت زیر دسته‌بندی کردند:

۱. پاسخگویی^۴: توانایی شناسایی تغییرات، پاسخ سریع به آنها به صورت واکنشی یا پیش‌کنشی و دوباره به حالت مناسب برگشتن (بازگشت) در مقابل تغییرات.

اجتناب‌ناپذیر برای دستیابی به چابکی، فناوری ذکر شده است. کید [۷] پایه‌های چابکی را سازمان، افراد و فناوری می‌داند. گاناسکاران [۸] اشاره می‌کند که تولید چابک به توسعه سیستمی نیاز دارد که به‌طور مجازی طراحی، تولید و مونتاژ نماید، تعدادی از پژوهشگران نیز در بیانی مشابه، توانمندی‌های فناوری را به‌عنوان محرک‌های اصلی چابکی مورد اشاره قرار می‌دهند [۹ و ۱۰]. مورون و سویرز [۱۱] بر فناوری اطلاعات به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار بر موفقیت در چابکی تأکید کردند. با عنایت به اهمیت این عامل چابک‌ساز، این سؤال مطرح می‌شود که ابعاد فناوری، چگونه می‌تواند بر چابکی تأثیرگذار باشد؟ اولویت متغیرهای فناوری در راستای چابک سازی صنایع به چه صورتی است؟ در این تحقیق با جمع آوری داده در زمینه دو سازه چابکی و فناوری در صنعت الکترونیک ایران، تلاش می‌شود تا به سؤالات فوق پاسخ داده شود.

۲- سازه‌های تحقیق

۲-۱- چابکی

جین های و همکارانش [۱۲] ظهور سیستم‌های تولید را بر اساس پاسخ آنها به الگوهای متغیر تقاضای مشتریان در دوره‌های مختلف توجیه می‌کنند. در اوائل دهه ۱۹۹۰ میلادی نیازهای تغییر شکل یافته مشتریان، پژوهشگران را به تحقیق گسترده‌ای برای تدوین شیوه رقابتی مؤسسات در قرن ۲۱ سوق داد که نتایج آن در گزارشی دوجلدی تحت عنوان "استراتژی مؤسسات تولیدی قرن ۲۱" تبیین و برای اولین بار واژه چابکی در آن به کار گرفته شد. با انجام این تحقیق، "فروم مؤسسه تولید چابک^۱" وابسته به مؤسسه یاوکا^۲ در دانشگاه لی‌های^۳ تشکیل و مفاهیم تولید چابک معرفی گردید [۳]. برخی از شرایطی که با رویکرد چابک تناسب بالایی دارند عبارتند از: دوره عمر کوتاه محصولات، تنوع بالای محصولات در تقابل با تقاضاهای پیش‌بینی نشده، حجم اندک تولید و حاشیه سود بالا، رقابت بر مبنای مشخصه‌های محصول [۱۳]. توجه وافر پژوهشگران و مؤسسات صنعتی به

می‌شود. در اواخر دهه ۱۹۵۰ میلادی رابرت سولو [۳۲] اظهار داشت که ۸۷/۵ درصد از ارتقای بهره‌وری توسط تغییرات فناورانه و تنها ۱۲/۵ درصد از آن توسط رشد اقتصادی توجیه می‌شود. مایکل پورتر [۳۳] اظهار می‌دارد که تغییرات فناورانه عاملی است که بسیاری از شرکت‌ها را علی‌رغم مزیت رقابتی‌شان دچار فرسودگی کرده و بسیاری دیگر را به اوج می‌برد و بنابراین به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در ساختار صنایع مورد توجه ویژه قرار می‌گیرد.

در متون نویسندگان مختلف، تعاریف و تعبیر مختلفی از فناوری ارائه شده است که منعکس‌کننده نقطه‌نظرات متفاوتی در این زمینه است اما شاید بتوان در تعریفی ساده فناوری را کاربرد عملی دستاوردهای علمی و تجربی بشر در پاسخ به نیازهای اجتماعی دانست. واژه فناوری عموماً مفاهیم نوین و تازه کشف شده را به ذهن متبادر می‌نماید اما حتی نوآوری‌های خیلی کهنه مانند چرخ نیز مثالی از فناوری قلمداد می‌شود [۳۴]. در تعریفی دیگر فناوری دانش ضمنی یا تدوین شده‌ای است که کاربردی شده است یا پتانسیل کاربردی شدن را داراست [۳۵]. و بالاخره خلیل، فناوری را دانش، محصولات، فرایندها، ابزارها، روش‌ها و سیستم‌هایی می‌داند که در جهت خلق و ساخت کالاها و ارائه خدمات به کار گرفته می‌شوند [۳۶]. با عنایت به تعاریف ارائه شده در فوق می‌توان دریافت که فناوری یک واژه چند وجهی است و بنابراین در ابتدا لازم است تا تعریف واحد و مبنایی برای آن ارائه دهیم تا بتوان بر اساس آن سنجه‌های مناسب و نیز شیوه سنجش مدیریت فناوری را مشخص کرد. شرودر و فیلین [۳۷] برای انجام تحقیق بین‌المللی خود که بخشی از آن در مورد اثر مدیریت مناسب فناوری بر عملکرد سازمان‌های تولیدی بود، فناوری را به طور سنتی شامل محصولات کارخانه-یا فناوری محصول- و فرایندهای تولید- فناوری فرایند یا فناوری تولید- دانستند که با اضافه شدن یک بعد دیگر از فناوری در سال‌های اخیر تحت عنوان فناوری اطلاعات و اهمیت روزافزون آن، سه بعد فناوری شکل می‌گیرد. این تحقیق به صورت بین‌المللی و در ۵ کشور صنعتی دنیا به انجام رسید و نتیجه آن شناسایی اقدامات و فنون دستیابی به عملکرد بالای سازمانی در دنیای رقابتی امروز بود. از آنجا که نوع تحقیق و اهداف آن تا حد زیادی با تحقیق حاضر

۲. شایستگی^۱: این توانمندی یک لیست گسترده از توانایی‌هایی است که یک شرکت را با بهره‌وری، کارایی و اثربخشی در دستیابی به اهداف و آمالش مجهز می‌کند.

۳. انعطاف‌پذیری^۲: توانایی انجام کارهای مختلف و دستیابی به اهداف مختلف با همان تسهیلات.

۴. سرعت^۳: توانایی انجام وظایف و عملیات در کوتاه‌ترین زمان ممکن.

هرکدام از این توانمندی‌ها به‌صورت مجزا در کار سایر پژوهشگران نیز وجود دارد [29-31]. این پژوهشگران بر مبنای دسته‌بندی فوق، مقیاس‌هایی را جهت اندازه‌گیری چابکی ارائه دادند. در این مقاله، با مبنای قراردادن این مقیاس‌ها و نیز بهره‌گیری از مقیاس‌های توسعه داده‌شده در تحقیقات دیگر، ۲۳ متغیر برای ۴ بعد مورد بررسی به ترتیب زیر ارائه گردید که پس از بررسی روایی و پایایی مورد استفاده قرار گرفت: طراحی براساس نظرات مشتریان؛ مدیریت تأمین‌کنندگان؛ مدیریت فناوری؛ شناسایی و درک تغییرات؛ برنامه‌ریزی برای تغییرات؛ نیازمندی‌های بازار به سمت محصولات شرکت؛ توانایی حضور در بازارهای اشباع شده؛ برتری نسبت به رقبا؛ قدرت نسبی رقابتی؛ قدرت به‌چالش کشاندن رقبای تازه‌وارد؛ ارائه محصولات متفاوت نسبت به رقبا؛ مقابله با کالاهای جانشین ارائه شده به بازار؛ ارائه محصولات جدید؛ زمان تقاضا تا ارائه محصول؛ کیفیت؛ توانایی پاسخ به تغییرات در نیازها؛ قدرت تحمل فشارهای محیطی؛ بهره‌برداری از فرصت‌های جدید ارائه شده توسط دولت؛ بهره‌برداری مثبت از تغییرات سیاسی، اقتصادی، اجتماعی؛ تحمل تغییرات ناگهانی توسط کارکنان؛ همکاری با رقبا؛ توانایی حل سریع مسئله.

۲-۲ فناوری

امروز یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشورهای، رسیدن به قدرت رقابتی بالاتر در سطح بین‌المللی است. تغییرات پیوسته فناوری (فرایند تخریب خلاق) عموماً به‌عنوان پیش‌زمینه و پیش‌نیاز رقابتی شدن و تداوم بقا در دنیای رقابت جهانی امروز دیده

1- Competency
2- Flexibility
3- Speed

به‌عنوان یکی از اقدامات اساسی سازمان‌های پیشرو، بخشی مهم از تحقیقات فناوری اطلاعات در طول بیش از دو دهه بوده است و پیش‌بینی می‌شود شرکت‌هایی که فناوری اطلاعات را به کار می‌گیرند، مزیت رقابتی مناسبی را کسب کنند [۴۱]. امروزه توسعه روزافزون و سریع فناوری اطلاعات تعامل تأمین‌کنندگان، کارکنان، مشتریان و شرکا را بسیار تسهیل کرده است. به مدد این فناوری همکاری‌های چندوظیفه‌ای در توسعه محصول، بازاریابی، توزیع و خدمات مشتریان میسر گردیده است [۴۲].

در یک دسته‌بندی نحوه اندازه‌گیری میزان بهره‌گیری از فناوری اطلاعات در سازمان‌ها توسط پژوهشگران را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد. تعدادی از پژوهشگران از سرمایه‌گذاری بر روی فناوری اطلاعات برای سخت‌افزار و نرم‌افزارهای سازمان به این منظور استفاده کرده‌اند [۴۳ و ۴۴]. بعضی دیگر از پژوهشگران پرسنل فناوری اطلاعات در سازمان‌ها را نیز به‌عنوان مقیاسی برای این امر مورد توجه قرار داده‌اند [۴۵ و ۴۶] و در نهایت بعضی از پژوهشگران با این استدلال که هزینه به‌تنهایی تضمینی برای استفاده نیست، میزان بهره‌گیری از فناوری اطلاعات در فرایندهای مختلف را به‌عنوان مقیاسی برای اندازه‌گیری کاربرد فناوری اطلاعات در سازمان مدنظر قرار داده‌اند [۴۶ و ۴۷]. در این تحقیق، سازه فناوری اطلاعات در سه حوزه پرسنل فناوری اطلاعات (نسبت پرسنل مرتبط با فناوری اطلاعات به کل پرسنل و آموزش آن‌ها)، هزینه کرد برای فناوری اطلاعات (سخت‌افزار و نرم‌افزار) و به‌کارگیری فناوری اطلاعات در سازمان (فرایند اداری، فرایند ارتباطات، فرایند پشتیبانی، برنامه‌ریزی تولید، طراحی به کمک رایانه، تولید به کمک رایانه، مهندسی به کمک رایانه، ماشین‌های کنترل عددی، آدم‌واره و سیستم‌های الکترونیک شناسایی و کنترل کیفیت محصول) و در قالب ۱۳ مقیاس، مفهوم‌سازی گشته و پس از بررسی روایی و پایایی مورد استفاده قرار گرفت.

۳- روش‌شناسی تحقیق

روش‌شناسی پاسخگویی به سؤالات این مقاله، پیمایشی و جمع‌آوری اطلاعات آن به روش مطالعه، مصاحبه و پرسشنامه است. در واقع ترکیب روش پیمایش و میدانی در این تحقیق،

همخوانی دارد، در این تحقیق، تعریف فوق به‌عنوان تعریف فناوری پذیرفته می‌شود. با استفاده از این تحقیق، متغیرهای فناوری در قالب ابعاد سه‌گانه فناوری (تولید، محصول و فناوری) در ادامه تعریف می‌شوند:

فناوری محصول: عموماً کاربرد فناوری بیشتر در حوزه فناوری‌های لحاظ شده در حوزه محصول دیده شده و اقداماتی را نشان می‌دهد که رضایت مشتریان از محصولات شرکت را به دنبال دارد. از این دید محصولات با فناوری پیشرفته به‌عنوان پیش‌نیاز رقابت تلقی شده و هدف مدیریت فناوری، ارتقای توانایی یک شرکت برای تولید و معرفی محصولات جدید به طور مداوم و سریع‌تر از رقبا معرفی می‌شود. فناوری محصول شامل چندین جنبه (فناوری محصول و فناوری توسعه محصول) می‌شود. در حوزه فناوری محصول باید دانست که برنامه‌ریزی مؤثر محصولات برای برآوردن نیازهای مشتری و نیز تعیین مشخصه‌ها و عملکرد محصول امری ضروری است. علاوه بر این، توسعه محصول قویاً تولیدپذیری یک سیستم را تعریف می‌کند. با این رویکرد متغیرهای فناوری محصول بر اساس مطالعات انجام شده به شکل زیر ارائه می‌گردند:

تلاش برای تولیدپذیر بودن، هم‌پوشانی فازهای طراحی، تلاش‌های کیفیت در توسعه محصولات جدید و استفاده از نظرات عوامل خارج از سازمان در طراحی، روایی و پایایی [۳۷ و ۳۸].

فناوری تولید: فناوری تولید به صورت تجهیزات و فرایندهای استفاده شده برای ساخت محصولات تعریف می‌شود. اهمیت فناوری انحصاری - چه به صورت حق اختراع یا حق انحصاری باشد و چه غیر از آن - نباید دست‌کم گرفته شود. مقیاس‌های فناوری تولید به شکل زیر تدوین گردیده‌اند:

آمادگی پذیرش فناوری‌های جدید، ارزیابی فناوری، پیش‌بینی فناوری‌های جدید، استفاده از فناوری به‌روز تولید، تجهیزات اختصاصی، کار با تأمین‌کنندگان فناوری و لحاظ کردن فناوری در استراتژی [۳۹-۳۶].

فناوری اطلاعات: فناوری اطلاعات برای شکستن موانع ارتباطی بین کارکردهای شرکت‌ها، به منظور توانمند کردن کارگران خط و توانایی اجرای مهندسی مجدد فرایند مورد استفاده قرار گرفته است [۴۰]. استفاده از فناوری اطلاعات

میکروالکترونیک، به روزرسانی گشته و پرسشنامه برای آن‌ها ارسال گردید. شیوه ارسال و پی‌گیری از روش دیلمن [۴۹] که عموماً در تحقیقات مدیریت عملیات استفاده می‌شود [۵۰] با قدری تعدیل اخذ شد. در این مرحله با هدف اطمینان از استمرار فعالیت و ایجاد آمادگی ذهنی با تمامی شرکت‌های الکترونیک تماس تلفنی برقرار شده و پس از آن پرسشنامه به همراه پاکت پستی جواب قبول برای آن‌ها ارسال گردید. نامه روی پرسشنامه حاوی اطلاعاتی در مورد تحقیق و اهداف آن و راهنمایی کلی جهت پاسخگویی به سؤالات بود. در بخش اول پرسشنامه، به اطلاعات جمعیت شناختی در مورد شرکت و خط تولید پرداخته شد و بخش دوم آن به بررسی وضعیت مقیاس‌های سازه‌های تحقیق پرداخت.

پی‌گیری، ۱۵ روز بعد از ارسال پرسشنامه، و به فاصله ۱۰ روز نیز برای شرکت‌هایی انجام گرفت که پاسخ خود را ارسال نکرده بودند. در نهایت تعدادی از شرکت‌هایی که هیچ پاسخی در دو مرحله قبل ارائه نداده بودند، تا دامنه پراکندگی مراکز استان‌ها، با استفاده از تیم‌های آمارگر مورد مراجعه حضوری قرار گرفتند تا در مورد عدم پاسخگویی آن‌ها اطمینان حاصل شود. مجموع این روش‌ها، تعداد قابل قبولی رکورد اطلاعات را به دست داد که در مرحله داده‌آمایی مورد تست‌های گویایی نمونه قرار گرفته و برای ورود به مرحله بعد، مهیا گردیدند.

پس از بررسی روایی محتوای در مراحل آغازین تحقیق، در این مرحله با بازگشت اطلاعات، آزمون‌های روایی سازه (روایی همگرا، روایی واگرا و روایی تک‌بعدی) و پایایی بر روی داده‌ها انجام گرفت تا زمینه برای استفاده مطمئن از آن‌ها برای آزمون فرضیات فراهم گردد. در این مرحله روایی سازه بر اساس تحلیل عاملی اکتشافی و سپس تأییدی و پایایی بر اساس ضریب سازگاری درونی آلفای کرونباخ بررسی گردید. داده‌های روا و پایا سپس با شرکت در آزمون رگرسیون چابکی بر اساس متغیرهای مستقل فناوری، بررسی فرضیه تحقیق را امکان پذیر کرده و در نهایت اوزان استاندارد رگرسیونی به همراه شکاف وضع موجود متغیرهای مستقل از ایده‌آل، رتبه‌بندی مؤلفه‌های فناوری را با کمک تکنیک تاپسیس شکل دادند.

توانسته واقع‌گرایی و عمق مناسبی را برای آن رقم زده و راه را برای پاسخگویی به سؤال اصلی تحقیق هموار سازد:

- جایگاه فناوری در ارتقای چابکی صنایع الکترونیک ایران کجاست؟

- چه جنبه‌هایی از فناوری باید در راستای چابک سازی صنایع الکترونیک ایران مورد توجه قرار گیرند؟

در پاسخ به این سؤال فرضیه زیر تدوین و مبنای مطالعات قرار گرفت:

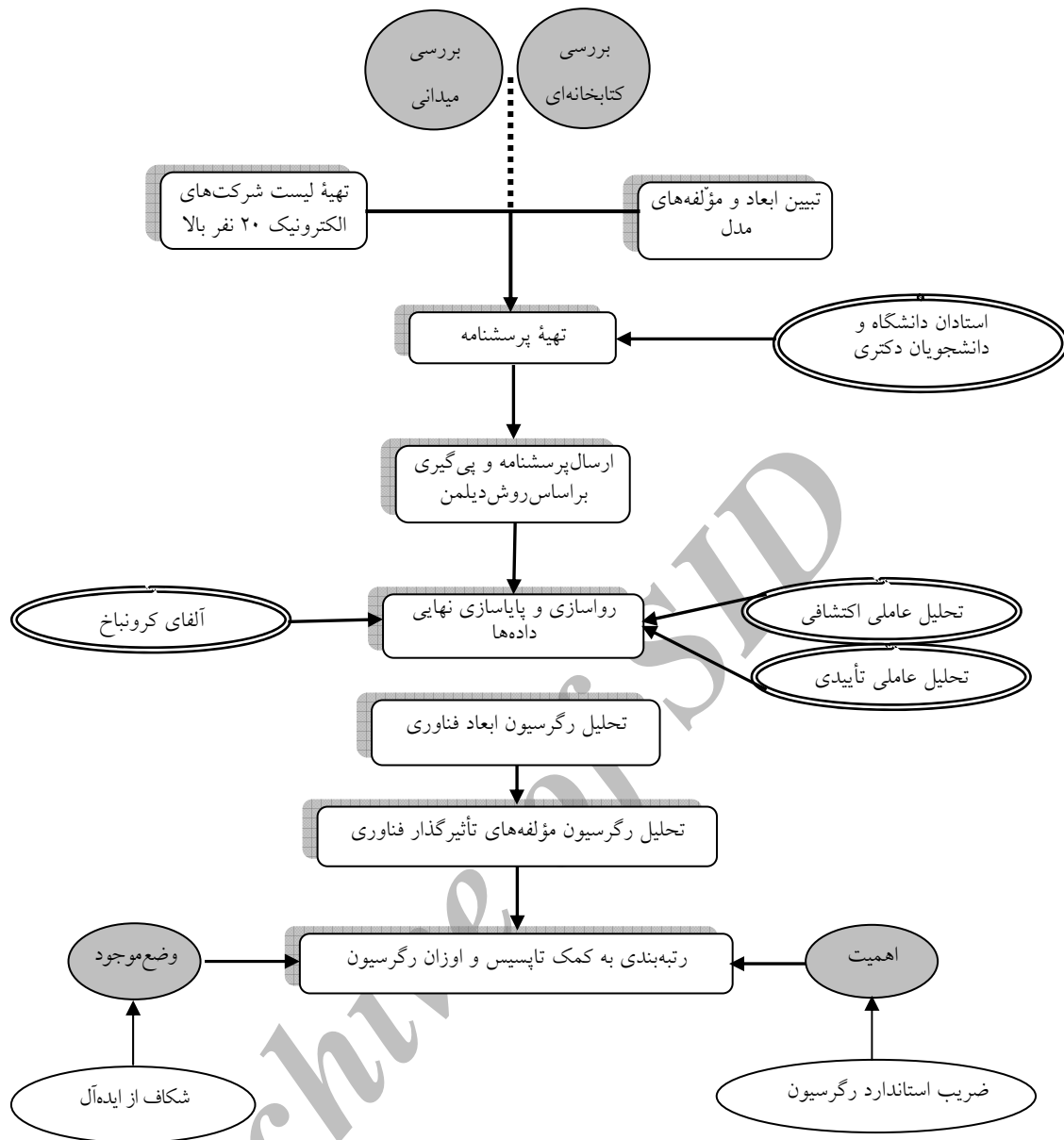
- ابعاد فناوری، توجیه‌کننده تغییرات چابکی در شرکت‌های الکترونیک ایران هستند.

به منظور پاسخگویی به سؤال تحقیق و آزمون فرضیه آن، مراحل زیر مطابق شکل (۱) طی شد:

در بخش اول برای تهیه و تدوین عناصر و آیتم‌های لازم برای مفاهیم مورد بررسی در تحقیق، ابتدا مطالعه عمیق و گسترده‌ای از تحقیقات گذشته صورت گرفت. هدف از این مطالعه، تعریف شاخص‌ها و سنجه‌هایی برای سنجش میزان پیاده‌سازی مفاهیم چابکی و فناوری، در شرکت‌های تولیدی بود. ما از رویه پیشنهاد شده توسط چرچیل [۴۸] برای توسعه مقیاس استفاده کردیم. به این منظور مبانی نظری و تحقیقات گذشته به منظور تعریف حیطه هر سازه، معیارها و مقیاس‌های مرتبط با آن مطالعه گردید و در صورت یافت‌نشدن مقیاس مناسب، مقیاس خود ساخته مورد استفاده قرار گرفت.

در این راستا، مقیاس‌های مورد استفاده توسط پژوهشگران مختلف جمع‌آوری و با عنایت به تعاریف آن‌ها، دسته‌بندی مناسبی از آن‌ها ارائه گردید. این مقیاس‌ها در قالب پرسشنامه‌ای با استفاده از نظرات ۲۰ نفر از استادان و دانشجویان دکترای رشته‌های مدیریت و صنایع کشور مورد بررسی روایی محتوای قرار گرفت و اصلاحات لازم برای رواسازی بر روی آن اعمال گردید.

باعنایت به اهمیت تبیین کامل جامعه تحقیق، لیست شرکت‌های فعال تولیدکننده محصولات الکترونیک با استفاده از اطلاعات وزارت صنایع و مرکز آمار ایران بر اساس کدهای بین‌المللی آی. اس. آی. سی^۱ تهیه و با استفاده از منابع متعدد دیگر مانند گزارش‌های انتشار یافته و اطلاعات متخصصان و بانک اطلاعات مؤسسات مرتبط مانند پژوهشکده



شکل (۱) مراحل تحقیق

۴- تحلیل داده‌ها

روش‌های مختلف جمع‌آوری اطلاعات، داده‌های ۵۴ شرکت الکترونیک را به دست داد. با محاسبه شاخص‌های چابکی و فناوری با استفاده از متغیرهای مربوط، میانگین و انحراف معیار آن‌ها به قرار جدول (۱) به دست آمد. تعداد شرکت‌های جامعه و نمونه در گروه‌های مختلف صنعت به قرار جدول (۲) است.

به منظور اطمینان از گویایی نمونه آزمون‌های مناسب بر روی داده‌ها انجام شدند که در ادامه به نتایج آن‌ها اشاره می‌کنیم.

۴-۱ بررسی گویایی نمونه

اطلاعات اخذ شده از نمونه‌هایی که به شیوه تصادفی انتخاب شده‌اند، می‌توانند با اطمینان بالایی در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گیرند، اما در این تحقیق به منظور اطمینان بیشتر از گویا و مناسب بودن نمونه آزمون‌های متعددی بر روی آن انجام شد.

جدول (۱) شاخص‌های آماری سازه‌ها

سازه‌ها	میانگین	انحراف معیار
چابکی	۳/۵۱	۰/۴۲
فناوری	۳/۳۷	۰/۷۸

جدول ۲) تعداد شرکت‌های الکترونیک حاضر در گروه‌های مختلف صنعت

گروه	صنایع مخابراتی و ارتباطی	تجهیزات پزشکی و اندازه‌گیری	صنایع الکترونیک مصرفی	صنایع انفورماتیک	جمع
فراوانی جامعه	۱۷	۱۵	۳۹	۳۲	۱۰۳
فراوانی نمونه	۱۰	۵	۳۰	۹	۵۴

در ابتدا با هدف اطمینان از حضور شرکت‌هایی از حوزه‌های مختلف صنعت الکترونیک (صنایع مخابراتی و ارتباطی، تجهیزات پزشکی و اندازه‌گیری، صنایع الکترونیک مصرفی و صنایع انفورماتیک) به تعداد متناسب، نسبت مورد انتظار (نسبت جامعه) با نسبت جاری (نسبت در نمونه) بر اساس آزمون کای دو با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. در این مرحله به دلیل عدم برازش مناسب، نمونه‌ها به ترتیب بر اساس بیشترین انحراف ایجاد کرده به صورت تک‌به‌تک و مرحله‌ای حذف و آزمون مجدداً تکرار گردید. در نهایت پس از حذف ۳ نمونه، آزمون کای دو برای نسبت مورد انتظار و موجود را تأیید نمود. از جمله دیگر متغیرهای تأثیرگذار بر روی چابکی شرکت‌ها، اندازه آن‌ها بر اساس تعداد کارکنان می‌باشد. بنابراین آزمون تی استیودنت^۱ نیز برای بررسی تعداد متوسط کارکنان در نمونه و جامعه مورد استفاده قرار گرفت و فرض برابری را تأیید کرد. در نهایت به دلیل اطمینان از عدم انحراف پاسخ‌های بخش‌های مختلف پرسشنامه به دلیل خستگی پاسخگویان، واریانس سؤالات نیمه اول و دوم مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج آزمون بر روی آن‌ها تفاوت معنی‌دار را نشان نداد.

به این ترتیب با حذف ۳ پرسشنامه از مجموع پرسشنامه‌های بازگشتی در مدت ۳ ماه پیمایش، تعداد نمونه به ۵۱ عدد رسید که نرخ بازگشتی معادل ۰/۵۲ را به دست داد. این نرخ بازگشت از نرخ تحقیقات پیمایش محور اخیر در مدیریت عملیات [۵۱] در سامسون و تریزوفسکی ۳۸ درصد [۵۰] در نم و دیگران ۴۷ درصد [۴۹] و زنجیره تأمین لی و دیگران ۵۲/۶۰۳ به شکل قابل توجهی بالاتر است.

۲-۴ روایی سازه‌های تحقیق

همان‌گونه که در بخش مراحل تحقیق گفته شد، روایی محتوی و صوری قبل از توزیع پرسشنامه و توسط خبرگان

مورد تأیید قرار گرفت. برای این کار از ۸ عضو هیئت‌علمی در رشته‌های مدیریت و مهندسی صنایع و نیز ۱۵ مدیر یا کارشناس تولید در صنعت الکترونیک با مدارک تحصیلی کارشناسی به بالا کمک گرفته شد. اما پس از بازگشت پرسشنامه‌ها، امکان بررسی روایی سازه در ابعاد مختلف آن فراهم آمد. به این منظور از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس^۲ جهت انجام تحلیل عاملی اکتشافی و از نرم‌افزار لیزرل^۳ جهت انجام تحلیل عاملی تأییدی استفاده گردید. دستیابی به شاخص کفایت داده‌ها^۴ با مقادیری بالای ۰/۵، شاخص تناسب داده‌ها (بارتلت) با مقداری بسیار نزدیک به صفر [۵۳] و مقادیر مناسب اشتراکات و باقیمانده‌ها در تحلیل عاملی اکتشافی برای سازه‌های چابکی و فناوری، با اصلاحاتی در بردارنده حذف ۵ متغیر از فناوری (تلاش برای تولیدپذیر بودن، آمادگی پذیرش فناوری‌های جدید، سیستم‌های الکترونیکی ردیابی محصول، فرایندهای برنامه‌ریزی و هزینه ساخت افزار و نرم افزار)^۵ و ۲ متغیر از چابکی (بهره‌برداری از فرصت‌های دولتی و خدمات پیش و پس از فروش) البته پس از بررسی ساختار داده‌های آن‌ها میسر گردید (جدول ۳). بار بالای ۰/۵ برای آیتم‌ها بر روی عوامل مورد نظر و بار کمتر از ۰/۴ بر روی دیگر عوامل نشانگر روایی همگرا و واگرایی سازه‌ها است. همچنین وجود بیش از یک عامل در طراحی سازه‌ها نیز نشانگر وجود روایی تک‌بعدی است [۵۷] به منظور اطمینان بیشتر از روایی سازه‌های تحقیق، ساختارهای عاملی به دست آمده از تحلیل عاملی اکتشافی، با استفاده از نرم‌افزار لیزرل مورد تحلیل عاملی تأییدی قرار گرفتند. مقادیر زیر ۰/۰۹ برای شاخص آ.ام.اس.ای^۶ و مقدار بالای ۰/۹ برای شاخص‌های جی.اف.آی^۷ و آ.ی. اف. آی [۴۸]، بالای ۰/۰۵

2- SPSS
3- LISREL 8.1
4- KMO
5- RMSEA
6- GFI
7- IFI

1- T-student

ارتباط معنی‌داری با چابکی هستند. اما نکته قابل تأمل، سطح معنی‌داری متغیر فناوری اطلاعات است چرا که مقدار معنی‌داری به دست آمده برای آن دقیقاً در نقطه بحرانی ۰/۰۱ برای سطح اطمینان ۹۹ درصد است. اما به هر حال دلیلی برای رد ارتباط بین متغیرهای تحقیق مشاهده نمی‌شود. با عنایت به تأثیر فناوری در ارتقای سرعت، این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. اما نکته قابل تأمل چگونگی توجیه تغییرات چابکی توسط این متغیرها در زمانی است که تمام آن‌ها در کنار یکدیگر مورد تحلیل قرار بگیرند. به این منظور از تحلیل رگرسیون خطی با متغیر وابسته چابکی و متغیرهای مستقل ابعاد فناوری استفاده شد. و بطور کلی توصیه می‌شود پیش از انجام تحلیل‌های رگرسیون، وجود رابطه خطی نسبی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گیرد. این کار با استفاده از ترسیم نمودارهای پراکنش^۳ انجام گرفت. در مورد دو بعد فناوری محصول و تولید، ارتباط خطی و مثبت مشهودی با چابکی قابل مشاهده بود. این ارتباط در مورد متغیر مستقل دیگر یعنی فناوری اطلاعات، هرچند اندکی مخدوش به نظر می‌رسید اما خطی بودن آن قابل انکار نبود به همین دلیل به منظور بررسی دقیق‌تر این متغیر نیز به تحلیل وارد شد تا در آزمون‌های آماری ارتباط آن بررسی شود. با این مقدمه مدل رگرسیون چندگانه با استفاده از روش گام‌به‌گام محاسبه شد.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، هر سه متغیر مستقل فناوری به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار در چابکی سازمان مورد تأیید قرار می‌گیرند. میزان توجیه واریانس متغیر چابکی توسط متغیرهای فناوری نیز در مدل نهایی (مدل سوم) بیش از ۹۵ درصد به دست آمد که نشان از تبیین بسیار مناسب مدل رگرسیونی دارد. البته باید توجه داشت که ضریب تعیین در هنگام ورود متغیر فناوری اطلاعات تغییر قابل توجهی نکرده و این امر می‌تواند دلیلی بر نقش‌آفرینی کم‌رنگ‌تر این متغیر نسبت به متغیرهای دیگر باشد. تحلیل واریانس به منظور آزمون روایی مدل رگرسیونی نیز روایی مدل ارائه شده را نشان داد. در نهایت مدل نهایی رگرسیون چندگانه جزئی با استفاده از ضرایب غیر استاندارد و استاندارد رگرسیون (ضرایب بتا) بر اساس جدول (۷) نوشته می‌شود.

برای پی‌ولیو^۱ [۵۵] و زیر ۳ برای شاخص (χ^2 / df) [۵۶] نشان از برازش مناسب ساختار عاملی با داده‌های جمع‌آوری شده و روایی واگرا، همگرا و تک بعدی دارد (جدول ۱) [۵۹]. تأیید مدل عاملی به صورت فوق، مجدداً ابعاد مختلف روایی سازه را مورد تأیید قرار می‌دهد. با استفاده از نتایج تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی و مسیری که برای انجام آن‌ها در نظر گرفته شد، می‌توان از وجود روایی مناسب در سازه‌های تحقیق اطمینان حاصل کرد. هرچند موارد فوق‌الذکر دلایل کافی را برای روایی ارائه می‌دهند اما به جهت اطمینان بیشتر، "میانگین واریانس استخراج‌شده"^۲ برای هر عامل در سازه‌ها محاسبه و با "همبستگی آن عامل با سایر عوامل" مقایسه شد. بالاتر بودن میانگین واریانس محاسبه شده (حداقل ۰/۷۴ برای چابکی و حداقل ۰/۷۵۶ برای فناوری) بار دیگر وجود روایی واگرایی مطلوب را مورد تأیید قرار داد [۵۸].

۳-۴ پایایی سازه‌های تحقیق

به منظور بررسی پایایی سازه‌های تحقیق از ضریب سازگاری درونی آلفای کرونباخ داده‌های جمع‌آوری شده از صنعت الکترونیک، استفاده شد. پایایی سازه‌های چابکی و فناوری به ترتیب معادل ۰/۷۷۹ و ۰/۷۶ به دست آمد که نشان از پایایی مناسب سازه‌های تحقیق دارد [۶۰].

۴-۴ تحلیل رگرسیون

در اولین مرحله به جهت تشخیص آزمون مناسب (پارامتریک یا ناپارامتریک) لازم است نرمال بودن توزیع متغیرهای اصلی تحقیق بررسی شود. بدین منظور متغیرهای چابکی، فناوری و نیز ابعاد ۳ گانه فناوری مورد آزمون کولموگروف-اسمیرنوف قرار گرفتند که نتایج به قرار جدول (۴) به دست آمد.

نتایج نشان می‌دهد که فرض نرمال بودن تمامی سازه‌ها و ابعاد آن‌ها رد نمی‌شود. با این رویکرد در اولین مرحله با هدف تبیین ارتباط بین دو سازه چابکی و فناوری، آزمون همبستگی پیرسون اجرا می‌شود. مقادیر همبستگی و سطوح معنی‌داری برای ارتباط بین متغیر چابکی نشان می‌دهد که سازه فناوری و تمامی ابعاد آن در سطح ۹۵ درصد دارای

جدول ۳) نتایج تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی

سازه	KMO	معنی داری بارتلت	واریانس تبیین شده عاملی	RMSEA	χ^2	χ^2/df	P-Value	GFI	IFI
چابکی	۰/۶۴۰	۰/۰۰۰	۰/۷۰	۰/۰۰۶	۱۸۱.۱۲۹	۱/۰۰۱	۰/۴۷۹۸	۰/۹	۰/۹۱
فناوری	۰/۷۵۷	۰/۰۰۰	۰/۶۴	۰/۰۲۴	۷۹/۲۴۵	۱/۴۵	۰/۴۲۳۴	۰/۹۵	۰/۹۰

جدول ۴) آزمون نرمال بودن توزیع سازه‌های تحقیق

Agil.	چابکی				Tech.	فناوری			قدر مطلق	بیشترین فاصله
	سرعت	انعطاف	شایستگی	پاسخگویی		اطلاعات	تولید	محصول		
0/056	0/180	0/125	0/101	0/155	0/108	0/119	0/163	0/163	مثبت	
0/039	0/180	0/093	0/101	0/071	0/100	0/119	0/163	0/095		
-0/056	-0/103	-0/125	-0/061	-0/155	-0/108	-0/089	0/122	-0/163		منفی
0/401	10/288	0/890	0/718	10/107	0/769	0/852	0/163	10/165	آماره Z کولموگروف-اسمیرنوف	
0/997	0/072	0/406	0/681	0/172	0/595	0/462	0/163	0/132	سطح معنی داری	

جدول ۵) همبستگی فناوری و چابکی

فناوری اطلاعات	فناوری تولید	فناوری محصول	فناوری	همبستگی پیرسون	چابکی
0/356	0/842	0/686	0/969	0/000	
51	51	51	51	تعداد	

جدول ۶) ضرایب همبستگی و تعیین مدل رگرسیون

مدل	ضریب همبستگی (R)	ضریب تعیین (R ²)	ضریب تعیین		خطای استاندارد تخمین	دوربین-واتسن
			تعدیل شده	تغییر ضریب تعیین		
3	0/976	0/952	0/949	0/005	0/09481	2/173

جدول ۷) ضرایب رگرسیون

سطح معنی داری	t	ضرایب استاندارد		مدل نهایی	
		Beta	خطای استاندارد	B	
0/000	24/751		0/071	1/746	مقدار ثابت
0/000	21/470	0/734	0/015	0/332	فناوری تولید
0/000	15/295	0/528	0/014	0/221	فناوری محصول
0/034	-2/188	-0/077	0/016	-0/035	فناوری اطلاعات

مدل رگرسیون با استفاده از ضرایب غیر استاندارد

$$\text{فناوری اطلاعات} = 0.035 - (\text{فناوری محصول}) + 0.221 + (\text{فناوری تولید}) + 0.322 + 1/746 = \text{چابکی}$$

مدل رگرسیون با استفاده از ضرایب استاندارد

$$\text{فناوری اطلاعات} = 0.077 - (\text{فناوری محصول}) + 0.528 + (\text{فناوری تولید}) = 0.734 = \text{چابکی}$$

برای عامل تورم واریانسی بیانگر عدم وجود مشکل در برازش مدل رگرسیونی به دست آمده می‌باشد [۶۲ و ۶۱].

با عنایت به مجموع بررسی‌های انجام شده، می‌توان تناسب داده‌ها را برای اجرای مدل رگرسیونی مناسب دانسته و نتایج به دست آمده را معتبر دانست. بنابراین تمامی ابعاد فناوری (تولید، محصول و اطلاعات) به شکل معنی‌داری می‌توانند تغییرات چابکی را توجیه نمایند. اما نکته قابل تأمل این‌که ضریب بعد فناوری اطلاعات در مدل رگرسیونی به دست آمده منفی است. این به این معنی است که ارتقای کاربرد فناوری اطلاعات در سازمان، منجر به تنزیل بلوغ چابکی سازمان گردیده است. به منظور کشف فرضیاتی در مورد علت این امر، مصاحبه‌هایی با تعدادی از مدیران صنعت انجام شد. نتایج دو علت اصلی را نشان داد: اندازه شرکت‌ها و ارتباط غیرمستقیم فناوری اطلاعات با چابکی. به منظور بررسی احتمال اول، شرکت‌ها بر اساس شاخص مرکزی میانه به دو دسته بزرگ و کوچک تقسیم شدند. علت انتخاب میانه، حضور شرکت‌هایی در کرانه‌های توزیع تعداد کارکنان بود که منجر به انحراف میانگین می‌شد. اما میانه به علت تعدادمحور (نه ارزش محور) بودن دچار این مشکل نمی‌شود و می‌تواند خط دونیم‌ساز داده‌ها را مشخص نماید. با تحلیل مجدد واریانس در دو دسته ایجاد شده، مشاهده شد که در هیچ کدام از این دسته‌ها، ارتباط معنی‌داری بین بعد فناوری اطلاعات و چابکی وجود ندارد. بنابراین، این فرضیه که شرکت‌های کوچک به علت دارایی و امکانات اندک نمی‌توانند سرمایه‌گذاری مناسبی روی فناوری اطلاعات داشته باشند، رد شد. اما فرضیه دوم، ارتباط فناوری اطلاعات و چابکی را از طریق سایر ابعاد فناوری میسر می‌داند. به این معنی که فناوری اطلاعات به خودی خود نمی‌تواند سازمان را چابک سازد اما می‌تواند منجر به ارتقای عملکرد سایر ابعاد فناوری (تولید و محصول) شده و این ابعاد به نوبه خود چابکی را ارتقا دهند.

اما استفاده از این معادله و مدل رگرسیونی منوط به برقرار بودن فرضیاتی است که مدل‌های رگرسیون خطی چندگانه بر اساس آن‌ها بنا شده‌اند. این مفروضات معمولاً بعد از ارائه مدل بررسی می‌شوند چرا که برای بررسی آن‌ها لازم است باقیمانده‌ها مورد بررسی قرار گیرند. در ادامه این فرضیات مورد بررسی قرار می‌گیرند.

در ابتدا مهم‌ترین بخش درستی مدل در مورد نرمال بودن باقیمانده‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد. نمودار کیو-کیو^۱ نیز با عنایت به تجمع داده‌ها حول محور مورب، تأیید کننده فرض فوق است. به منظور بررسی ثابت بودن واریانس متغیر وابسته برای تمامی مقادیر متغیر مستقل، نمودار مقادیر باقیمانده‌ها در مقابل مقادیر پیش‌بینی ترسیم گردید. با توجه به عدم وجود روند یکنواخت افزایش یا کاهش و پراکنش نقاط حول محور افقی مفروض به صورت متناسب، نگرانی خاصی در مورد عدم ثبات واریانس متغیر مستقل وجود ندارد. بررسی استقلال تمامی مشاهدات نیز با استفاده از آزمون دوربین- واتسن بر روی باقیمانده‌ها انجام گرفت که مقدار بسیار نزدیک به ۲ برای آن (۲/۱۷۳ مطابق جدول ۳) نشانگر عدم همبستگی بین داده‌های متوالی است. فرض عدم هم‌خطی مشترک^۲ بین متغیرهای مستقل نیز توسط آماره تولرانس و عامل تورم واریانسی بررسی گردید. تولرانس نسبتی از واریانس متغیر یک متغیر مستقل است که توسط دیگر متغیرهای مدل توضیح داده نشده است، بنابراین مقادیر بالاتر برای این آماره به منظور تشخیص عدم هم‌خطی مشترک، مناسب‌تر است. عامل تورم واریانسی^۳ معکوس ضریب تولرانس بوده و در بعضی موارد به منظور بررسی میزان هم‌خطی به جای تولرانس مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار بالای ۰/۱ برای تولرانس و کمتر از ۱۰

1- Q-Q
2- Colinearity.
3- Variance Inflation Factor (VIF)

۴-۶ رتبه‌بندی مؤلفه‌های فناوری به منظور تبیین بستر

چابکی

به منظور تبیین اولویت مؤلفه‌های ۱۰ گانه فناوری بر اساس تحلیل رگرسیون چندلایه انجام گرفته (۷ متغیر از ابعاد تولید و محصول و ۳ متغیر از بعد فناوری اطلاعات) در فوق، در این بخش ابتدا لازم است تا شکاف مؤلفه‌ها از وضعت ایده‌آل سنجیده شده و تنها متغیرهایی به‌عنوان متغیرهای نیازمند توجه فوری در چابک‌سازی تشخیص داده شوند که دارای فاصله قابل توجه و معنی‌داری از ایده‌آل هستند. چرا که برنامه‌های بهبود بر اساس اولویت ارائه شده و به منظور ارتقای این مؤلفه‌ها در راستای ارتقای چابکی تدوین خواهند شد. به این منظور، ابتدا انحراف از وضعیت ایده‌آل هر مؤلفه با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید. از آن‌جا که مقیاس سنجش در این تحقیق بر اساس طیف ۷ تایی لیکرت انجام شد، مقیاس بهینه، معادل ۷ در نظر گرفته شد.

$$\text{رابطه (۲)} \quad \text{Gap}_i = 7 - \text{Score}_i$$

نتایج آزمون میانگین نشان داد که تمامی این متغیرها در سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای فاصله معنی‌داری با وضعیت ایده‌آل بوده و لازم است تا طبق اولویت برای بهبود آن‌ها برنامه‌هایی تدوین شود.

۴-۷ اولویت‌گذاری مؤلفه‌های فناوری در راستای

بستر سازی چابکی سازمانی

به منظور اولویت‌بندی برنامه‌های بهبود، لازم است متغیرهای مؤثر بر چابکی سازمانی که در قالب مؤلفه‌های فناوری شناسایی شده‌اند، با عنایت به معیارهای مناسب مورد رتبه‌بندی قرار گیرند. در این راستا دو معیار در نظر گرفته شد: معیار اول اهمیت مؤلفه‌های فناوری و معیار دوم، وضعیت موجود این مؤلفه‌ها است. بدیهی است هر چه اهمیت یک مؤلفه بیشتر و وضعیت آن در حال حاضر بدتر باشد، آن مؤلفه اولویت بالاتری برای رسیدگی و جانمایی در برنامه‌های کوتاه‌مدت دارد. اهمیت مؤلفه‌ها در مؤلفه‌های ابعاد تولید و محصول از فناوری، با استفاده از ضرائب استاندارد رگرسیون آن‌ها (ضرائب همبستگی جزئی مؤلفه‌ها با چابکی) به دست می‌آیند و در متغیرهای فناوری اطلاعات به این منظور از اثر (همبستگی) غیر مستقیم آن‌ها بر چابکی استفاده می‌شود.

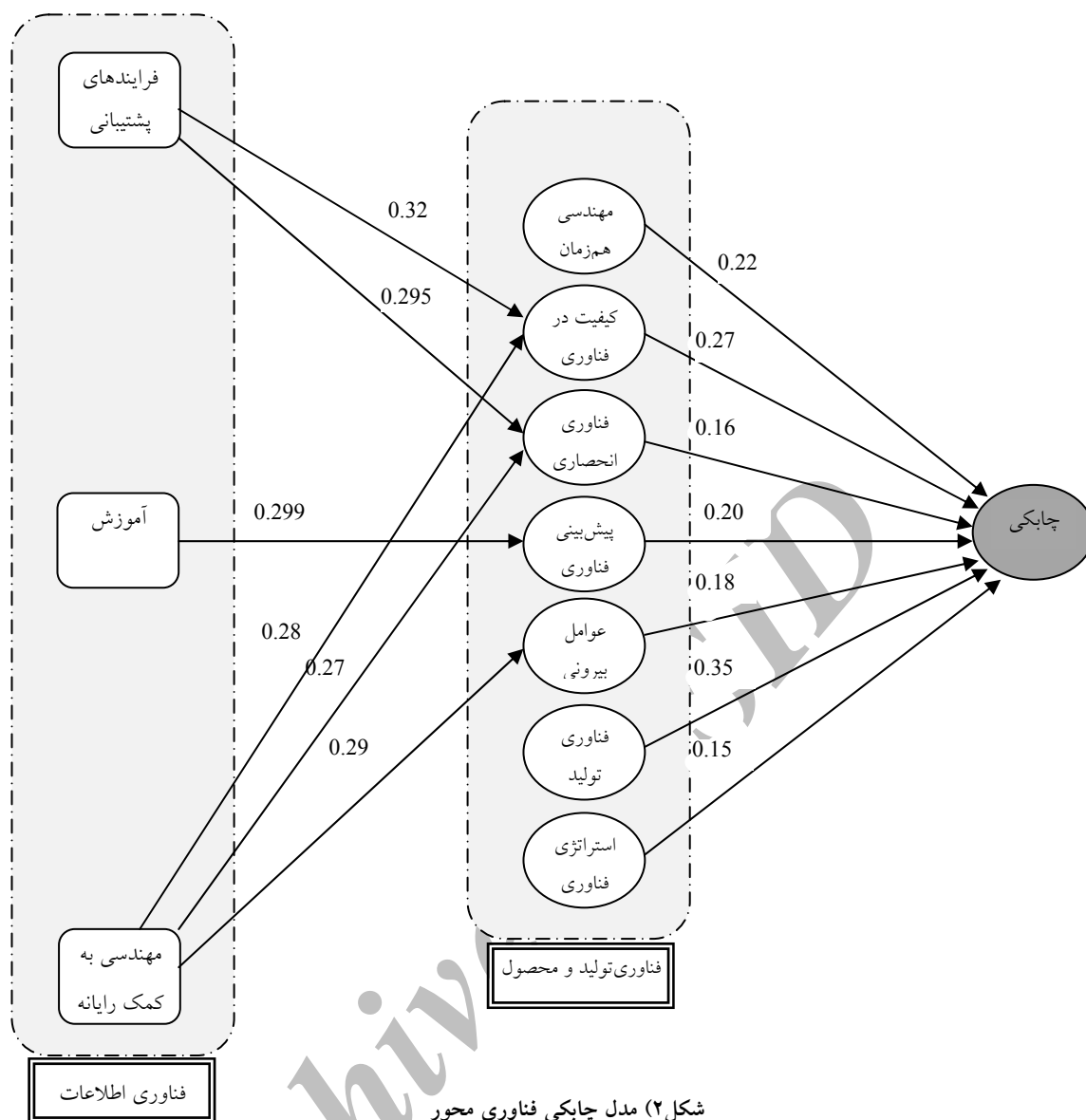
آزمون این فرضیه با استفاده از تحلیل ضرایب مسیر و تحلیل واریانس لایه دوم امکان‌پذیر خواهد بود.

۴-۵ تحلیل مسیر متغیرهای ابعاد فناوری با چابکی

با هدف کشف دقیق‌تر ارتباطات بین متغیرهای فناوری و چابکی در قالب نمودار مسیر، تمامی متغیرهای ۱۹ گانه فناوری به‌عنوان متغیرهای مستقل و متغیر چابکی به‌عنوان متغیر وابسته مورد آنالیز رگرسیون قرار گرفتند. نتیجه نشان داد که ۷ متغیر «مهندسی هم‌زمان، لحاظ کردن کیفیت در فاز طراحی، به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته تولید، همکاری با عوامل بیرون از سازمان (مشتری و تأمین‌کننده) در طراحی، پیش‌بینی فناوری، در اختیار داشتن فناوری انحصاری و داشتن استراتژی فناوری» به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر چابکی قابل تأیید هستند که تمامی آن‌ها متعلق به دو بعد فناوری تولید و محصول هستند. این نتیجه یافته‌های بخش پیشین را مبنی بر تأثیرگذاری این دو بعد از فناوری بر چابکی تأیید کرد!

اما با هدف بررسی نحوه ارتباط غیرمستقیم متغیرهای بعد فناوری اطلاعات با چابکی از طریق متغیرهای دو بعد دیگر فناوری، ضرایب سایر مسیرهای موجود، با وابسته قرار دادن متغیرهای فناوری تولید و محصول - که در مرحله قبل ارتباط آن‌ها با چابکی تأیید شد- و لحاظ کردن متغیرهای فناوری اطلاعات به‌عنوان متغیرهای مستقل، محاسبه شدند که نتیجه آن در شکل (۲) ارائه شده است. مشاهده می‌شود که متغیرهای استفاده از فناوری اطلاعات در فرایندهای پشتیبانی، مهندسی به کمک رایانه و آموزش تنها متغیرهایی از فناوری اطلاعات هستند که توانسته‌اند تغییرات پاره‌ای از متغیرهای دو بعد تولید و محصول از فناوری را توجیه کنند. به این ترتیب با اثرات (همبستگی) غیر مستقیم آن‌ها با چابکی به شکل جدول (۸) به دست می‌آید. اعداد موجود در سرستون‌ها ارتباط بین سازه چابکی با فناوری تولید و محصول را نشان می‌دهند. این ارتباط سپس با ضرب در مقدار ارتباط بین فناوری تولید و محصول از یک طرف و فناوری اطلاعات از سوی دیگر در داخل سلول‌ها، میزان ارتباط غیرمستقیم چابکی و فناوری اطلاعات را به دست می‌دهد.

۱- بررسی‌های روایی مدل و صحت مفروضات رگرسیون مطابق بخش پیشین انجام شد و نتایج آن‌ها را تأیید کردند.



شکل ۲) مدل چابکی فناوری محور

جدول ۸) اثرات مستقیم و غیر مستقیم متغیرهای فناوری بر چابکی

اثر کل	پیش‌بینی (۰/۲)	عوامل بیرونی (۰/۱۸)	فناوری انحصاری (۰/۱۶)	کیفیت در فناوری (۰/۲۷)	تولید و محصول اطلاعات
۰/۱۳۴	۰/۲ × ۰	۰/۱۸ × ۰	۰/۱۶ × ۰/۲۹۵	۰/۲۷ × ۰/۳۲	فرایندهای پشتیبانی
۰/۱۷۱	۰/۲ × ۰	۰/۱۸ × ۰/۲۹	۰/۱۶ × ۰/۲۷	۰/۲۷ × ۰/۲۸	مهندسی به کمک رایانه
۰/۰۵۹۸	۰/۲ × ۰/۲۹۹	۰/۱۸ × ۰	۰/۱۶ × ۰	۰/۲۷ × ۰	آموزش

جدول ۹) آزمون معنی‌داری شکاف از وضعیت ایده‌آل

ارزش مورد آزمون = 0			
سطح معنی‌داری	درجه آزادی	t	
0/ 000	50	15/ 190	مهندسی همزمان
0/ 000	50	17/ 116	کیفیت در فناوری
0/ 000	50	15/839	عوامل بیرونی
0/ 000	50	19/813	فناوری تولید
0/ 000	50	26/912	پیش‌بینی فناوری
0/ 000	50	30/509	فناوری انحصاری
0/ 000	50	26/281	استراتژی فناوری
0/ 000	50	8/886	فرایندهای پشتیبانی
0/ 000	50	10/946	مهندسی به کمک رایانه
0/ 000	50	15/851	آموزش

ارزنده فناورانه در صنعتی فناوری محور باشد، به تنهایی و به خودی خود باعث ارتقای سودآوری نخواهد شد [۳۱]. بنابراین بررسی نحوه تعامل فناوری به صورت بومی با معیارهای عملکرد صنایع، می‌تواند مسیر تعالی عملکرد در بستر فناوری را شفاف و تبیین نماید.

با این هدف در این تحقیق، با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از شرکت‌های فعال در حوزه صنعت الکترونیک کشور، تبیین‌پذیری چابکی سازمانی با استفاده از ابعاد فناوری مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج، ارتباط تمامی ابعاد فناوری با چابکی را مورد تأیید قرار داد. ارتباط این ابعاد با چابکی به صورت مجزا قبلاً هم توسط پژوهشگران مختلف مورد تأیید قرار گرفته است. ناجل و داو [۳] اشاره می‌کنند که همکاری مورد نیاز و مورد نظر تولید چابک تنها با استفاده از فناوری‌های پیشرفته میسر است. هوپر [۶۴] یکی از ۵ عنصر ساختار تولید چابک را رهبری فناوری می‌داند. بعضی پژوهشگران از ارائه یک ارتباط ساده نیز فراتر رفته و چابکی را ترکیب فناوری‌های مختلف معرفی کرده‌اند [۱۵، ۱۶، ۲۰، ۲۲ و ۲۳].

اما نکته قابل تأمل این است که در حالی که دو بعد فناوری تولید و فناوری محصول بیشترین بخش از واریانس چابکی را تبیین می‌نمایند، اما ارتباط بعد فناوری اطلاعات با چابکی در این تحلیل منفی به دست آمد. البته مرور مبانی نظری فناوری اطلاعات نشان می‌دهد که نتایج مختلف و گاه متناقضی در این مورد وجود دارد [۳۹، ۶۵، ۶۷ و ۶۸] و اثر فناوری اطلاعات بر معیارهای عملکرد - مانند بهره‌وری و عملکرد مالی - به صورت ضد و نقیض ارائه گردیده است. به منظور بررسی چرایی این پدیده در تحقیق حاضر، مصاحبه‌هایی با خبرگان انجام گرفت و فرضیاتی در این خصوص تدوین شد. در این راستا از مصاحبه‌های بدون ساختار با ۴ تن از مدیران شرکت‌های تولیدی محصولات الکترونیک بهره گرفته شد که همگی دارای سابقه‌ای بالغ بر ۱۰ سال فعالیت در این صنعت و مدارج علمی بالاتر از کارشناسی بودند. فرضیه اول مبنی بر تأثیرگذاری اندازه شرکت‌ها (تعداد پرسنل) در رابطه بین دو متغیر فناوری اطلاعات و فرضیه دوم مبتنی بر ارتباط غیر مستقیم این دو متغیر از طریق فناوری تولید و محصول بود.

از آنجا که معیار وضعیت موجود مؤلفه‌ها دارای ارتباطی منفی با اولویت است، در این جا از شکاف از وضعیت ایده‌آل مؤلفه‌ها استفاده شد که در بخش پیشین شیوه محاسبه آن توضیح داده شد. به منظور لحاظ کردن این دو معیار در تصمیم‌گیری جهت اولویت‌بندی برنامه‌های فناوری، لازم است از یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شود. این خانواده از تکنیک‌ها، در مواردی کاربرد دارند که قصد رتبه‌بندی و وزن‌گذاری تعدادی گزینه را با استفاده از تعدادی بیش از یک معیار را داشته باشیم. یکی از مشهورترین و پرکاربردترین این تکنیک‌ها، تکنیک تاپسیس^۱ است که توسط هوآنگ و یون [۶۰] ابداع و تاکنون استفاده زیادی از آن‌ها در تحقیقات تولید و خدمات شده است. در این روش m گزینه به وسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و هر مسئله را می‌توان به عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در یک فضای n بعدی در نظر گرفت. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن، A_i^+) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن، A_i^-) داشته باشد. فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص به طور یکنواخت افزایشی یا کاهششی است [۶۳]. جدول (۱۰) نتایج محاسبات تاپسیس برای رتبه‌بندی متغیرهای فناوری را نشان می‌دهد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

شورای علوم و فناوری آمریکا^۲ در گزارش خود با عنوان «فناوری در راستای منافع ملی» در سال ۱۹۹۶ میلادی عنوان کرده است که پیشرفت فناورانه، مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در رشد اقتصادی پایدار این کشور است. بیش از نیمی از رشد اقتصادی بلندمدت آمریکا ظرف ۵۰ سال گذشته ناشی و مرهون فناوری معرفی شده است. از سویی خلیل یادآور می‌شود که این فناوری نیست که ثروت را خلق می‌کند بلکه شیوه مؤثر و مناسب استفاده فناوری است که ثروت می‌سازد [۳۴]. پورتر نیز در بیانی مشابه اشاره می‌کند که فناوری به خودی خود دارای هیچ ارزشی نیست. این که یک شرکت رهبر فناوری در یک صنعت باشد و یا یک رقیب

1- TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution).
2- NSTC

جدول ۱۰) شاخص اولویت تاپسیس برای متغیرهای فناوری

رتبه	فاصله مثبت	فاصله منفی	شاخص برتری
۱	0/046662	0/232677	0/832957
۲	0/095164	0/166149	0/635824
۳	0/120302	0/13094	0/521172
۴	0/142877	0/123517	0/463662
۵	0/149768	0/110452	0/424457
۶	0/151157	0/097672	0/392526
۷	0/159322	0/097155	0/378805
۸	0/158522	0/090254	0/36279
۹	0/226771	0/098754	0/30337
۱۰	0/193995	0/05836	0/231261

متعلق به استفاده از فناوری‌های پیشرفته تولید در صنایع است که متعلق به بعد فناوری تولید است. فناوری‌های پیشرفته که در اختیار کشورهای توسعه‌یافته هستند برای صنعتی‌سازی کشورهای در حال توسعه ضروری می‌باشند. بسیاری از کشورهای که اکنون توسعه‌یافته هستند، منافع زیادی را از فناوری‌های پیشرفته وارداتی دریافت کرده‌اند. به‌عنوان مثال برخی از کشورهای اروپایی و ایالات متحده آمریکا بسیاری از فناوری‌ها را از بریتانیا، وارد کردند، در حالی که ژاپن و کره، فناوری‌های مورد نیاز خود را از کشورهای غربی به دست آوردند [۳۷]. بنابراین در این زمینه می‌توان با استفاده از شیوه‌های مناسب انتقال فناوری، نسبت به تجهیز صنایع الکترونیک به فناوری روز دنیا اقدام کرد. در مرحله بعدی لحاظ کردن کیفیت در مرحله طراحی به عنوان متغیری در حوزه فناوری محصول قرار دارد که می‌تواند هزینه‌ها و دوباره‌کاری‌های موجود در صنعت کشور را تا حد زیادی حذف نماید. متغیرهای مرتبط با فناوری اطلاعات نیز همان‌گونه که انتظار می‌رفت در اولویت‌های آخر قرار گرفته‌اند. این امر به دلیل اهمیت اندک این متغیرها نیست بلکه بنا به آنچه که ارائه نتایج به خیرگان نشان داد، نبود زیرساخت‌های مناسب سخت افزاری و نرم‌افزاری، عدم وضع قوانین مناسب در این حوزه و فقدان آموزش مناسب افراد از عوامل اصلی متوقف کردن اثربخشی این فناوری برجسته و تعیین کننده در کشور هستند که البته تأیید این موارد به‌عنوان زمینه‌ای برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود. به نظر می‌رسد رفع این معضلات از طریق فراهم کردن زیرساخت‌های لازم، آموزش این فناوری از سنین پایین و مبتنی کردن خدمات

به منظور آزمون فرضیه اول، شرکت‌ها بر اساس تعداد کارکنان‌شان به دو دسته کوچک و بزرگ تقسیم شدند. تحلیل مجدد رگرسیون نشان داد که در هیچ‌کدام از این دسته‌ها بعد فناوری اطلاعات، ارتباط معنی‌داری با چابکی سازمانی ندارد. با رد این فرضیه، فرضیه دوم مبنی بر تأثیر غیر مستقیم بعد فناوری اطلاعات بر چابکی از طریق ابعاد فناوری تولید و فناوری محصول قوت گرفت. به منظور بررسی این فرضیه، نمودار مسیر ارتباطات ترسیم و با استفاده از تحلیل‌های رگرسیونی ضرایب مسیر به دست آمدند. نتایج نشان داد که سه متغیر از فناوری اطلاعات، به خوبی تبیین‌کننده متغیرهای فناوری تولید و محصول بوده است و این متغیرها به نوبه خود بر چابکی تأثیرگذار بوده‌اند. این اثر تعاملی قبلاً نیز توسط پژوهشگران مورد تأکید قرار گرفته است. شرودر و فلین [۳۷] اشاره می‌کنند که سه بعد فناوری باید در کنار و در تعامل با یکدیگر قرار داشته باشند در غیر این صورت مانند چرخ‌دنده‌هایی هستند که به صورت مجزا حرکت کرده و باعث چرخش یکدیگر نمی‌شوند. به‌عنوان مثال، تولید یکپارچه رایانه‌ای به‌عنوان بخشی از سیستم تولید، بدون فناوری اطلاعات امکان کارکرد ندارد. طراحی محصول و فناوری محصول قویاً روی تولیدپذیری محصول در مرحله تولید تأثیر دارد و فناوری تولید مورد نیاز را تعیین می‌کند و طراحی به کمک رایانه ابزاری برای سرعت بخشیدن به فرایند توسعه محصول جدید و ارائه طراحی بهتر است. در نهایت به منظور ارائه مسیر چابکی در بستر فناوری، اقدام به رتبه‌بندی متغیرهای فناوری تأثیرگذار بر چابکی گردید. نتایج نشان داد که اولویت اول برای بهبود متغیرهای فناوری،

in Korea", *Computers & Industrial Engineering*, 30, pp. 323-334.

[18] DeVor, R., Graves, R. and Mills, J.J., 1997, "Agile manufacturing research: accomplishments and opportunities", (Special Issue of Design & Manufacturing on Agile Manufacturing), *IIE Transactions*, 29(10), pp. 813.

[19] Goldman, R.N. and Nagel R.A., 1993, "Management, technology and agility: the emergence of a new era in manufacturing", *International Journal of Technology Management*, 8, pp. 18-38.

[20] Goldman, R.N. and Nagel R.A., 1995, "Agile competitors and virtual organizations: Strategies for enriching the customer", *Van Nostrand Reinhold*, Newyork, NY.

[21] Yusuf, Y.Y., Sarhadi, M.S. and Gunasekaran, A., 1999, "Agile manufacturing: the drivers, concepts and attributes", *International Journal of Production Economics*, 62(1-2), 23-32.

[22] Bullinger, H.J., 1999, "Turbulent times require creative thinking: new European conceptss in production management", *International Journal of Production Economics*, 60-61, pp. 9-27.

[23] Booth, R., 1996, "Agile manufacturing", *Engineering Management Journal*, 6(2), pp. 105-112.

[24] Sharp, J.M., Irani, Z. and Desai, S., 1999, "Working towards agile manufacturing in the UK industry", *International Journal of Production Economics*, 62(1-2), pp. 155-169.

[25] Lin, C.T., Chiu, H. and Tseng, Y.H., 2006, "Agility evaluation using fuzzy logic", *International Journal of Production Economics*, 101(2), pp. 353-368.

[26] Yusuf, Y.Y., Gunasekaran, A., Adeleye, E.O. and Sivayoganathan, K., 2004, "Agile supply chain capabilities: Determinants of competitive Objectives", *European Journal of Operational Research*, 159, pp. 379-392.

[27] Zain, M., Rose, R.C., Abdullah, I. and Masrom, M., 2005, "The relationship between information technology acceptance and organizational agility in Malaysia", *Information & Management*, 42, pp. 829-839.

[28] Agarwal, A., Shankar, R. and Tiwari, M.K., 2007, "Modeling agility of supply chain", *Industrial Marketing Management*, 36(4), pp. 443-457.

[29] Christopher, M.G., 2000, "The agile supply chain: competing in volatile markets", *Industrial Marketing Management*, 29, pp. 37-44.

[30] Giachetti, R.E., Martinez, L.D., Saenz, O.A. and Chen, C.S., 2003, "Analysis of the structural measures of flexibility and agility using a measurement theoretical framework", *International Journal of Production Economics*, 86(1), pp. 47-62.

[31] Swafford, P.M., Ghosh, S. and Murthy, N.N., 2006, "A framework for assessing value chain agility", *International Journal of Operations & Production Management*, 26(2), pp. 118-140.

[32] Solow, Robert, 1957, "Technical Change and the Aggregate Production Function." *Review of Economics and Statistics*, 39, pp. 312-320.

[33] Porter, M.E., 1985, "Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance". *Free Press*, New York.

[34] Tanaka, Hitoshi, Iwaisako, Tatsuro and Futagami, Koichi, 2007, "Dynamic analysis of innovation and

عمومی به استفاده از فناوری اطلاعات قابل مرتفع شدن باشند

و رفع این معضلات با اثرات تضایفی بر روی متغیرهای فناوری‌های تولید و محصول می‌توانند اثرات بزرگی را بر

روی تعالی چابکی صنایع الکترونیک کشور داشته باشند.

References

منابع

[1] Schonberger, R.J., 1986, "World-class manufacturing", free press, Newyork, NY.

[2] Lindberg, P., 1990, "Strategic manufacturing management: a proactive approach", *International Journal of Operations Management*, 10(2), pp. 94-106.

[3] Nagel, R. and Dove, R., 1991, "Twenty-first Century Manufacturing Enterprise Strategy-An Industry Led Review", Vols. 1 and 2, Iacocca Institute, Leigh University, USA.

[4] Richards, C.W., 1996, "Agile manufacturing: Beyond lean?", *Production and Inventory Management Journal*, 37(2), pp. 60-64.

[5] Pearson, M., 2008, "Prioritising edge over node: process control in supply chain networks", *Journal of Operational Research Society*, 59, pp. 494-502.

[6] Goldman, S.L., Nagel, R.N. and Preiss, K., 1995, "Agile Competitors and Virtual Organisations—Measuring Agility and Infrastructure for Agility. *Van Nostrand Reinhold*", International Thomas Publishing, London.

[7] Kidd, P.T., 1994, "Agile Manufacturing. Forging New Frontiers", *Addison-Wesley*, London.

[8] Gunasekaran, A., 1998, "Agile manufacturing: enablers and an implementation framework", *International Journal of Production Research*, 36(5), pp. 1223-1247.

[9] Sharifi, H. and Zhang, Z., 2000, "A methodology for achieving agility in manufacturing organizations", *International Journal of Operations Production Management*, 20(4), pp. 496-512.

[10] Sharifi, H. and Zhang, Z., 2001, "Agile manufacturing in practice: application of a methodology", *International Journal of Operations & Production Management*, 21(5-6), pp. 772.

[11] Kisperska-Moron, D. and Swierczek, A., 2009, "The agile capabilities of Polish companies in the supply chain: an empirical study", *International Journal of Production Economics*, 118, pp. 217-224.

[12] Jin-Hai, L., Anderson, A.R. and Harrison, R.T., 2003, "The evolution of agile manufacturing", *Business Process Management Journal*, 9(2), pp. 170-89.

[13] Pearson, M., Masson, R. and Swain, A., 2010, "Process control in an agile supply chain network", *Int. J. Production Economics*, Article in Press.

[14] Bottani, E., 2010, "Profile and enablers of agile companies: An empirical investigation", *Int. J. Production Economics*, 125, pp. 251-261.

[15] Iacocca Institute, 1991, "21st century manufacturing enterprise strategy", *Lehigh niversity*, Bethlehem, PA.

[16] Gould, P., 1997, "What is agility?", *Manufacturing Engineer*, 76(1), pp. 28-31.

[17] Cho, H., Jung, M.Y. and Kim, M., 1996, "Enabling technologies of agile manufacturing and its related activities

- [51] Li, S., Subba Rao, S., Ragu-Nathan, T.S. and Ragu-Nathan, B., 2005, "Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices", *Journal of Operations Management*, 23(6), pp. 618–641.
- [52] Kaiser, H.F., 1974, "An index of factorial simplicity", *Psychometrika*, 39, pp. 1–6.
- [53] Byrne, B.M., 1998. "Structural Equation Modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basis Concepts, Application, and Programming", Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ.
- [54] Shah, Rachna and Ward, Peter T., 2003, "Lean manufacturing: context, Practice bundles, and performance", *Journal of Operations Management*, 21, pp. 129–149.
- [55] Kline, R.B., 1998, "Principles and Practices of Structural Equation Modeling", The Guilford Press, NY, p. 81.
- [56] Bagozzi RP, Yi Y., 1988, "On the evaluation of structural equation models", *Academy of Marketing Science*, 16(1), pp. 74–94.
- [57] Fornell, C. and Larcker, D., 1981, "Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error", *J Mark Res.*, 18(1), pp. 39–50.
- [58] Campbell, D.T. and Fiske, D.W., 1959, "Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix", *Psychological Bulletin*, 56(2), pp. 81–105.
- [59] Nunnally, J.C., 1978, "Psychometric Theory", MacGraw-Hill, New York.
- [60] Hwang, C.L. and Yoon, K., 1981, "Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications", Springer-Verlag: New York.
- [61] نوروووسیس، ماریجا، ۱۳۸۲، "راهنمای آنالیز آماری داده‌ها در SPSS11"، مترجمان: فتوحی، اکبر، اصغری، فریبا، کانون نشر علوم، تهران.
- [62] ون آی، الکساندر و اسکاستر، کریستف، ۱۳۸۱، "تحلیل رگرسیون در علوم اجتماعی"، نیرومنا، حسینعلی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- [63] آذر، عادل و رجب زاده، علی، ۱۳۸۱، "تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد، MADM"، تهران: نگاه دانش، صص ۱۶–۱۷۸.
- [64] Hooper, M.J., Steple, D. and Winters, C.N., 2001, "Costing customer value: an approach for the agile enterprise", *International Journal of Operations & Production Management*, 2(5-6), pp. 630–44.
- [65] Kobelsky, K.W. and Robinson, M. A., 2010, "The impact of outsourcing on information".
- [66] technology spending, *International Journal of Accounting Information Systems*, 11, pp. 105–119.
- [67] Dos Santos, B. and Sussman, L., 2000, "Improving the return on IT investment: the productivity paradox", *International Journal of Information Management*, 20(6), pp. 429–440.
- [68] Sriram, V. and Stump, R., 2004, "Information technology investment in purchasing: an empirical investigation of communications, relationships and performance outcomes", *Omega*, 32(1), pp. 41–55.
- international transfer of technology through licensing", 73, pp. 189–212.
- [35] International Space University, 1998, "report: bridging space and society with technology transfer", *space policy*, 14, pp. 49–60.
- [36] Khalil, T., 2000, "Management of Technology: The Key to Prosperity and Wealth Creation", McGraw-Hill, New York, NY,
- [37] Schroeder, Roger G. and Flynn, Barbara B., 2001, "High performance manufacturing", *Global perspectives*, John Wiley and Sons.
- [38] Chanaron, Jean and Jacques, Jolly., 1999, "Dominique, Technological management: expanding the perspective of management of technology", *Management Decision*, 7(38), pp. 613–620.
- [39] Heim, G.R. and Peng, D.X., 2010, "The impact of information technology use on plant structure, practices, and performance: An exploratory study", *Journal of Operations Management*, 28, pp. 144–162.
- [40] Attaran, Mohsen., 2004, "Exploring the relationship between information technology and business process reengineering", *Information & Management*, 41, pp. 585–596.
- [41] Steven, Michael C., 2007, "Can information technology enable profitable diversification? An empirical examination", *Journal of Eng. Technol. Management*, 24, pp. 167–185.
- [42] Kivijarvi, H., Saarinen, T., 1995, "Investment in information systems and the financial performance of the firm", *Information and Management*, 28, pp. 143–163.
- [43] Shah, R. and Shin, H., 2007, "Relationships among information technology, inventory, and profitability: An investigation of level invariance using sector level data", *Journal of Operations Management*, 25, pp. 768–784.
- [44] Turner, J., 1985, "Organizational Performance, Size and Use of Data Processing Resources", Working Paper No. 58, Center for Research and Information Systems, New York University, New York, NY.
- [45] Karake, Z.A., 1994, "Relative information technology index (RITI): IT performance, company control and governance", *Logistics Information Management*, 7(4), pp. 6–14.
- [46] Sanders, Nada R., 2007, "Pattern of information technology use: The impact on buyer-supplier coordination and performance". *Journal of Operations Management*.
- [47] Churchill Jr., G.A., 1979, "A paradigm for developing better measures of marketing constructs", *Journal of Marketing Research*, 16(1), pp. 64–73.
- [48] Dillman, D.A., 2000, "Mail and Internet Surveys: The Tailored Design Method", 2nd ed. Wiley, New York.
- [49] Nahm, A.Y., Vonderembse, M.A. and Koufteros, X.A., 2003, "The impact of organizational structure on time-based manufacturing and plant performance", *Journal of Operations Management*, 21(3).
- [50] Samson, D. and Terziovski M., 1999, "The relationship between total quality management practices and operational performance", *Journal of Operations Management*, 17, pp. 393–409.