

سیستم تولید انعطاف‌پذیر و تأثیر آن بر سودآوری شرکت مهیامان

دکتر مهدی جمشیدیان - دانشگاه اصفهان

علی باغبان - مدیریت بازرگانی

چکیده:

سیستم تولید انعطاف‌پذیر یکی از انواع تکنولوژیهای تولید است که در خدمت صنایع و سازمان‌های تولیدی قرار دارد. مزیت کلیدی این سیستم انعطاف‌پذیری آن است. مقاله حاضر با عنوان «سیستم تولید انعطاف‌پذیر و تأثیر آن بر سودآوری شرکت مهیامان» تنظیم گردیده است. در راستای اهداف تحقیق فرضیه‌های زیر مطرح شده است. ۱- کاربرد سیستم تولید انعطاف‌پذیر موجب افزایش سودآوری در شرکت مهیامان می‌شود. ۲- تنوع تولید (محصول) بر سودآوری شرکت مهیامان تأثیر مثبت دارد. ۳- کاهش ضایعات بر سودآوری شرکت مهیامان تأثیر مثبت دارد. ۴- بهبود عملیات تولید بر سودآوری شرکت مهیامان تأثیر مثبت دارد. ۵- کاهش هزینه عملیاتی تولید بر سودآوری شرکت مهیامان تأثیر مثبت دارد. روش تحقیق در مقاله توصیفی و از نوع پیمایشی بوده و از ابزاری چون کتابخانه و پرسشنامه برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده است. جامعه آماری تحقیق شرکت مهیامان است که بخش تولید این سازمان قلمرو مکانی تحقیق را تشکیل می‌دهد. نوع مطالعه و شیوه محقق نمودن فرضیه‌ها به صورت استقرائی و اسنادی و از دو روش توصیفی و استنباطی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. از آمارهای توصیفی نظیر فراوانی، میانگین و انحراف معیار و در سطح آمار استنباطی با توجه به سنجش داده‌ها و مفروضات آزمون‌های آماری از آزمون‌های t همبسته، آزمون فریدمن (X^2)، ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن استفاده شده است. برای فرضیه‌های تحقیق فرض H_0 و H_1 تعریف شده و پس از آزمون، فرض H_0 مورد تأیید واقع نگردیده است. در پایان کلیه فرضیه‌های تحقیق مورد تأیید قرار گرفته است و در سطح ۹۵ درصد اطمینان می‌توان اظهار داشت که کاربرد سیستم تولید انعطاف‌پذیر موجب افزایش سودآوری شرکت مهیامان شده است. با توجه به نتایج تحقیق، متغیرهای مستقل تحقیق که تنوع تولید، کاهش ضایعات، بهبود عملیات تولید و کاهش هزینه عملیاتی تولید می‌باشند بر سودآوری شرکت مهیامان تأثیر مثبت دارند.

واژه‌های کلیدی:

سیستم تولید انعطاف‌پذیر (اف. ام. اس)^۱، سودآوری، تکنولوژی گروهی (جی. تی)^۲، انعطاف‌پذیری، کنترل عددی کامپیوتری (سی، ان، سی)^۳ کنترل عددی (ان، سی)^۴

مقدمه:

در زمان حاضر به لحاظ پیچیدگی و شدت تغییرات محیطی، میزان رقابت در بازار رو به افزایش است و آن دسته از مؤسسه‌هایی که در پی کسب و نگاهداری مزیت رقابتی خود در بازار هستند بناچار مجبورند به تکنولوژی‌های مدرن تولید روی آورند. سیستم تولید انعطاف‌پذیر (اف. ام. اس) به عنوان یکی از بارزترین فنون تولیدی برای کسب و نگاهداری مزیت رقابتی، به لحاظ انعطاف‌پذیری زیاد، طراحی شده است و استفاده از چنین سیستمی در بسیاری از صنایع تولیدی چونکه می‌تواند مزایای نظیر استفاده بیشتر از ماشین‌آلات، زمان تأخیر کمتر، هزینه پائین هر واحد، کیفیت برتر و پاسخ سریع به تغییرات بازار را دربر داشته باشد مورد استقبال قرار گرفته است. مسلماً چنین ویژگی‌هایی بر سودآوری هر مؤسسه‌ای که در پی تضمین بقا و ادامه حیات خویش است مؤثر بوده و می‌تواند موقعیت آن مؤسسه را در بازار رقابتی مستحکم‌تر نماید.

^۱. Flexible Manufacturing Systems – FMS.

^۲. Group Technology – GT.

^۳. Computer Numerical Control – CNC.

^۴. Numerical Control – NC.

مقاله حاضر با هدف اصلی، که سیستم تولید انعطاف‌پذیر بر سودآوری تأثیر دارد نگاشته شده است. برای اینکه بتوان چنین هدفی را اندازه‌گیری نمود ابعادی از ویژگی‌های سیستم تولید انعطاف‌پذیر چون قابلیت‌های تنوع تولید، کاهش ضایعات، بهبود عملیات و کاهش هزینه عملیاتی اینگونه سیستم‌ها در نظر گرفته شده و تأثیر هر کدام از این ابعاد بر میزان سودآوری اندازه‌گیری شده است. برای اینکه بتوان چنین ابعادی را آزمون نمود شرکت تولیدی مهیامان از زیرمجموعه گروه صنعتی مهیا به لحاظ دارا بودن سیستم تولید انعطاف انتخاب گردیده است.

برای تحقق هدف اصلی براساس ویژگی‌های پیش گفته اهداف مشخصی به صورت تعیین میزان تأثیر تنوع تولید، کاهش ضایعات، بهبود عملیات و کاهش هزینه عملیاتی تولید بر سودآوری در شرکت مهیامان تنظیم شده است. بر مبنای چنین اهداف طبقه‌بندی شده‌ای می‌توان یک فرضیه اصلی تحت عنوان تأثیر کاربرد سیستم تولید انعطاف‌پذیر بر افزایش سودآوری در شرکت مهیامان ارائه نمود و سپس تعداد چهار فرضیه مبتنی بر قابلیت‌های سیستم تولید انعطاف‌پذیر بدین شرح ارائه کرد:

۱) تنوع تولید (محصول) ۲) کاهش ضایعات تولید، ۳) بهبود عملیات تولید و ۴) کاهش هزینه عملیاتی تولید بر سودآوری شرکت مهیامان تأثیر دارد.

پیشینه:

سیستم تولید انعطاف‌پذیر در انگلستان در سال ۱۹۶۸ برای اولین بار توسط دیوید، تی ان ویلیامسون معرفی و طبقه‌بندی شد. او یک مهندس بود و در شرکت ابزار ماشین‌آلات مولینز^۲ کار می‌کرد. نظریه او به نام سیستم ۲۴ شهرت یافت زیرا آن سیستم برای یک کار ۲۴ ساعته برنامه‌ریزی شده بود، بطوری که ۱۶ ساعت آن، تحت کنترل کامپیوتر و بدون دخالت نیروی انسانی در نظر گرفته شده بود. این کنترل کامپیوتری غیر متمرکز ماشین‌آلات، آغاز ایجاد سیستم تولید انعطاف‌پذیر بوده است. این سیستم برای رسیدن به چند هدف: ۱- توانایی تولید قطعات و محصولات متنوع ۲- توانایی بارگذاری ابزار و قطعات به صورت اتوماتیک، ۳- توانایی باراندازی ابزار و قطعات به صورت اتوماتیک و ۴- توانایی عملیات ناگهانی، از پیش تعیین نشده، برای دوره زمانی طولانی طراحی شده بود.

در دهه ۷۰ تحول عظیمی در کنترل سیستم و بهبود عملیات رخ داد، بطوری که کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی، ظاهر شده و کامپیوترهای شخصی با استفاده از کنترل منطقی توزیع شده^۳ با قابلیت تصمیم‌گیری هوشمندانه در سطوح مختلف بکار گرفته شد. در زمینه کاربرد سیستم تولید انعطاف‌پذیر مقالات مختلفی به رشته تحریر در آمده است. در این میان جایکامر^۴ معتقد است اکثر شرکت‌ها در ایالات متحده که مجهز به سیستم تولید انعطاف‌پذیراند از عدم انعطاف‌پذیری که قبلاً در سیستم تولید آنها بوده کاملاً متحیر بودند. تومبک و دی میسر^۵ گام بزرگتری به جلو نهادند و استفاده از سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر توسط شرکت‌های آمریکایی و اروپایی را به لحاظ پاسخ سریع به تغییرات محیطی و همچنین اثربخشی هزینه‌ها تلقی کردند. بیزنت و هی وود^۶ درباره سیستم تولید انعطاف‌پذیر ابعاد دیگر اینگونه سیستم‌ها را از جمله زمان تولید کوتاه‌تر و بهبود کیفیت محصول بر شمرند. سالمون و بیگل^۷ به مطالعه هزینه مستقیم تولید پرداخته و در یک ارزیابی اقتصادی هزینه مستقیم مربوط به مواد اولیه و نیروی کار را تا میزان ۶۶ درصد با استفاده از این سیستم قابل کاهش دانستند. دی لریبارن و لوتز^۸ به مطالعه شرکت‌های آمریکایی که از سیستم تولید انعطاف‌پذیر استفاده می‌نمایند پرداخته و به این نتیجه رسیدند که با استفاده از چنین سیستمی زمان تولید ۴۰ درصد، کارگران تولید ۳۰ درصد، قیمت محصول تولیدی ۱۲ درصد کاهش یافته و استفاده از ماشین‌آلات ۳۰ درصد افزایش یافته است. مطالعه دیگری توسط تشیف و شانین^۹ نتایج بدین شرح به همراه دارد: موجودی ار در جریان ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. هزینه نیروی کار ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. استفاده از ماشین‌آلات ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. فضای کار ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. کیفیت محصول ۲۰ درصد افزایش می‌یابد و همچنین زمان تأخیر ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. نهایتاً مطالعه دیگری بر روی سودآوری سیستم تولید انعطاف‌پذیر توسط مانس فیلد^{۱۰} انجام شد که متوسط نرخ بازده سرمایه‌گذاری در اینگونه سیستم‌ها را در ایالات متحده ۲۹ درصد، در ژاپن ۳۰ درصد و در اروپای غربی ۳۳ درصد به استناد تحقیقات صورت گرفته تخمین می‌زند.

^۱. David, T, N Williamson.
^۲. Molins Machine Tool Company.
^۳. Distributed – Logic Control.
^۴. Jaikammer.
^۵. Tombak & Demeyer.
^۶. Bessant & Haywood.
^۷. Salomon & Biegel.
^۸. D'Lribarne & Lutz.
^۹. Tchijoy & Sheinin.
^{۱۰}. Mansfield.

متدولوژی:

روش تحقیق از نوع توصیفی - پیمایشی است که به بررسی بکارگیری سیستم تولید انعطاف پذیر و تأثیر آن بر سودآوری در شرکت مهیامان می پردازد. در جمع آوری اطلاعات از سه ابزار کتابخانه، پرسشنامه و مراجعه به اسناد و مدارک موجود در آرشیو شرکت مهیامان استفاده شده است. برای بدست آوردن اعتبار پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ بهره گرفته شده که برابر ۰/۸۸ می باشد و نشان دهنده دقت بالای پرسشنامه در اندازه گیری متغیرها است. متغیر وابسته سودآوری و متغیرهای مستقل عبارتند از قابلیت تنوع تولید، کاهش ضایعات، بهبود عملیات تولید و هزینه عملیاتی تولید که تأثیر آن بر سودآوری مورد بررسی قرار می گیرد. جامعه آماری مطالعه، بخش تولید شرکت مهیامان به تعداد ۶۰ نفر می باشند و تجزیه و تحلیل و آزمون فرضیه های تحقیق از آمار توصیفی و آمار استنباطی استفاده شده است. در سطح آمار توصیفی با استفاده از مشخصه های آماری نظیر فراوانی، میانگین، و انحراف معیار به تجزیه و تحلیل داده ها پرداخته و در سطح آمار استنباطی متناسب با سطح سنجش داده ها و مفروضات آزمون های آماری چون t تک متغیره و آزمون فریدمن استفاده بعمل آمده است.

تجزیه و تحلیل و نتیجه گیری

برای بررسی تأثیرگذاری سیستم تولید انعطاف پذیر بر افزایش سودآوری و نیز تأثیرگذاری عواملی چون تنوع تولید (محصول)، کاهش ضایعات، بهبود عملیات تولید و کاهش هزینه عملیاتی تولید با کمک تکنیک های آماری و با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده و نتایج استخراج شده از پرسشنامه، فرضیه ها در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد اطمینان مورد آزمون قرار گرفته اند. جهت آزمون هر کدام از فرضیه ها ابتدا فرض H_0 و H_1 طرح شده است. برای نمونه فرضیه اول به صورت «کاربرد سیستم تولید انعطاف پذیر موجب افزایش سودآوری شرکت مهیامان نخواهد شد. (H_0) و کاربرد سیستم تولید انعطاف پذیر موجب افزایش سودآوری شرکت مهیامان خواهد شد (H_1) مطرح گردیده و مشابه با فرضیه اول برای سایر متغیرهای مستقل مانند تنوع تولید (X_1) ، کاهش ضایعات تولید (X_2) ، بهبود عملیات تولید (X_3) و کاهش هزینه عملیاتی تولید (X_4) بر متغیر وابسته سودآوری فرضیه های تدوین و به آزمون گذارده شده است. نتایج حاصل از آزمونها در جدول (۱) منعکس است. با مراجعه به جدول ملاحظه می گردد که t مشاهده شده برای متغیرهای وابسته و مستقل سودآوری، تنوع تولید (محصول)، (X_1) ، کاهش ضایعات (X_2) ، بهبود عملیات (X_3) ، و کاهش هزینه عملیات تولید (X_4) ، به ترتیب معادل ۹/۱۰۸، ۸/۴۱۴، ۷/۸۵۶، ۵/۰۵۹، و ۶/۱۳۷ می باشد که از t بحرانی جدول در سطح اطمینان ۹۵٪ بزرگتر است. لذا می توان نتیجه گرفت که فرض H_0 در مورد تمامی متغیرها رد شده و فرض مقابل یعنی H_1 مورد تأیید قرار می گیرد.

جدول (۱): آزمون فرضیه اصلی با استفاده از t تک متغیره

فاصله اطمینان ۹۵٪ اختلاف	اختلاف میانگین	SIG.	T بحرانی	T	خطای معیار	انحراف معیار	میانگین	تأثیر بکارگیری اف.ام.اس بر سودآوری
۰/۸۵۶۳	۰/۵۴۷۸	۰/۷۰۲۱	۰/۰۰۰	۲/۳۹	۹/۱۰۸	۰/۰۷۷۰۸	۳/۷۰۲۱	
۱/۲۳۷۸	۰/۷۶۲۲	۱	۰/۰۰۰	۲/۳۹	۸/۴۱۴	۰/۱۱۸۸	۴	تنوع تولید (محصول) X_1
۱/۰۴۵۶	۰/۶۲۱۱	۰/۸۳۳	۰/۰۰۰	۲/۳۹	۷/۸۵۶	۰/۱۰۶۱	۳/۸۳۳	کاهش ضایعات X_2
۰/۶۶۲۹	۰/۲۸۷۱	۰/۴۷۵	۰/۰۰۰	۲/۳۹	۵/۰۵۹	۰/۰۹۳۹	۳/۴۷۵	بهبود عملیات تولید X_3
۰/۶۶۳	۰/۳۳۷	۰/۵۰	۰/۰۰۰	۲/۳۹	۶/۱۳۷	۰/۸۱۴۸	۳/۵۰	کاهش هزینه عملیاتی تولید X_4

سرچشمه: برگرفته از محاسبات کامپیوتری

آزمون فریدمن: آزمون فریدمن برای تعیین مهمترین عامل مؤثر، مورد استفاده قرار می گیرد. قبل از بکارگیری این آزمون فرض H_0 و H_1 را به شرح زیر تعریف می نمایم.

H_0 : بین اثر بخشی عوامل مؤثر بر سودآوری در سیستم تولید انعطاف پذیر تفاوت وجود ندارد.

H_1 : بین اثر بخشی عوامل مؤثر بر سودآوری در سیستم تولید انعطاف پذیر تفاوت وجود دارد.

در این جا چهار متغیر، تنوع تولید (X_1)، کاهش ضایعات (X_2)، بهبود عملیات تولید (X_3) و کاهش هزینه عملیاتی (X_4) که از مشخصه‌های سیستم تولید انعطاف‌پذیر می‌باشد، مورد بررسی قرار می‌گیرد که نتایج آن در جدول شماره (۲) منعکس است.

جدول (۲): آزمون فریدمن برای متغیرهای مستقل تحقیق

متغیر	طبقه میانگین	تعداد	
X_1	۳/۰۳	۶۰	
X_2	۲/۷۲	کای - دو ^۱	۳۰/۱۶۱
X_3	۲/۱۳	درجه آزادی	۳
X_4	۲/۱۳	Sig	۰/۰۰۰

سرچشمه: برگرفته از محاسبات کامپیوتری

از آنجا χ^2 محاسبه شده (۳۰/۱) از مقدار بحرانی جدول (۱۱/۳۴) در سطح ۹۹ درصد اطمینان بزرگتر است. نتیجه می‌گیریم تفاوت میانگین رتبه‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار است. پس فرض H_0 تأیید نمی‌شود. به عبارت دیگر بین اثربخشی عوامل مؤثر بر سودآوری در سیستم تولید انعطاف‌پذیر تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین در جدول فوق عوامل مؤثر بر سودآوری با توجه به آزمون فریدمن به ترتیب اهمیت مرتب شده‌اند، و از آنجا که میانگین تنوع تولید (۳/۰۳) از میانگین سایر عوامل مؤثر بر سودآوری بزرگتر است، مشخص می‌شود که تنوع تولید مؤثرترین عامل بر سودآوری در سیستم تولید انعطاف‌پذیر می‌باشد.

آزمون همبستگی: آزمون همبستگی، میزان وابستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته تحقیق مشخص می‌کند. آزمون همبستگی پیرسون و اسپیرمن بین متغیرهای مستقل و وابسته انجام گرفته که نتایج حاصل از آن در جدول شماره ۳ و ۴ منعکس است.

جدول شماره (۳): آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای مستقل و وابسته

X_4	X_3	X_2	X_1	FMS	
				۱	تأثیر بکارگیری اف.ام.اس بر سودآوری
			۱	۰/۸۲۹** P = ۰/۰۰۰	تنوع تولید (محصول) X_1
		۱	۰/۷۹۳** P = ۰/۰۰۰	۰/۷۹۷** P = ۰/۰۰۰	کاهش ضایعات X_2
	۱	۰/۲۱۳** P = ۰/۱۰۳	۰/۳۴۲** P = ۰/۰۰۸	۰/۶۹۵** P = ۰/۰۰۰	بهبود عملیات تولید X_3
۱	۰/۷۰۲** P = ۰/۰۰۰	۰/۳۹۲** P = ۰/۰۰۲	۰/۳۲۱** P = ۰/۰۱۲	۰/۷۳۷** P = ۰/۰۰۰	کاهش هزینه عملیاتی تولید X_4

** ضریب همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد.

* ضریب همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشد.

سرچشمه: برگرفته از محاسبات آماری

^۱ Chi - Square .

نتایج حاصل از جدول نشان می‌دهد که همبستگی میان متغیرهای مستقل و وابسته در سطح $\alpha = 0.01$ معنی‌دار می‌باشد. به عبارت دیگر تغییر در متغیر وابسته تا حد زیادی به متغیرهای مستقل همبسته است.

جدول شماره (۴): آزمون همبستگی اسپیرمن بین متغیرهای مستقل و وابسته

X_4	X_3	X_2	X_1	FMS	
				۱ ۰	تأثیر بکارگیری اف.ام.اس بر سودآوری
			۱ ۰	۰/۸۵۲** $P = 0.000$	تنوع تولید (محصول) X_1
		۱ ۰	۰/۷۰۲** $P = 0.000$	۰/۷۷۵** $P = 0.000$	کاهش ضایعات
	۱ ۰	۰/۱۸۷** $P = 0.052$	۰/۳۴۵** $P = 0.008$	۰/۶۶۰** $P = 0.000$	بهبود عملیات تولید X_3
۱ ۰	۰/۶۸۹** $P = 0.000$	۰/۴۱۸** $P = 0.001$	۰/۳۳۸** $P = 0.008$	۰/۷۰۶** $P = 0.000$	کاهش هزینه عملیاتی تولید X_4

** ضریب همبستگی در سطح 0.01 معنی‌دار می‌باشد.

* ضریب همبستگی در سطح 0.05 معنی‌دار می‌باشد.

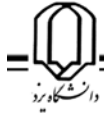
سرچشمه: برگرفته از محاسبات آماری

نتایج حاصل از جدول نشان می‌دهد که همبستگی میان متغیرهای مستقل و وابسته در سطح $\alpha = 0.01$ همبستگی معنی‌داری وجود دارد. به عبارت دیگر با سطح اطمینان ۹۹ درصد، میان متغیرهای وابسته و مستقل همبستگی در حد زیادی است. علاوه بر این از دو جدول می‌توان دریافت میان متغیرهای مستقل نیز همبستگی وجود دارد. همانگونه که براساس آزمون همبستگی پیرسون بین متغیرهای X_2 و X_3 رابطه قوی وجود ندارد، آزمون همبستگی اسپیرمن نیز این موضوع را تأیید می‌نماید.

نتیجه‌گیری کلی به استناد محاسبات آماری و آزمون‌های مختلف نشان دهنده آن است که کاربرد سیستم تولید انعطاف‌پذیر موجب افزایش سودآوری شرکت مهیامان می‌شود. همچنین مشخصه‌های تنوع تولید (محصول)، کاهش ضایعات، بهبود عملیات تولید، کاهش هزینه عملیاتی تولید به ترتیب دارای بیشترین تأثیر مثبت معنی‌دار بر روی سودآوری شرکت مهیامان را دارند.

References

- Babbar, S & Rai, A., "Computer Integrated Flexible Manufacturing: An Implementation Framework", *International Journal of Operations & Production Management*, 1990, 1, 42-50.
- Boer, H, Hill, M & Krabbendam, K., "FMS Implementation Management: Promise and Performance", *International Journal of Operations & Production Management*, 1990, 1, 5-20.
- Crowe, T, J., "Integration is not Synonymous with Flexibility", *International Journal of Operations & Production Management*, 1992, 10, 26-33.
- Elango, B & Meinhart, W, A., "Selecting a Flexible Manufacturing System – A Strategic Approach", *Long Range Planning*, 1994, 3, 118-126.
- Ferdows, K & Lindberg, P., "FMS as Indicator of the Strategic Role of Manufacturing", *International Journal of Production Research*, 1989, 11, 1563-1571.
- Greenwood, N, R. *Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing*, 1987, New Jersey: Prentice Hall Inc.



Kodali, R. "A Knowledge – based System for selection of a transport path in Real – Time control of FMS", *International Journal of operations & production Management*, 1992, 9 , 39-48.

Luggen, W.W. *Flexible Manufacturing Cells and System* , 1991, New Jersey: Prentice Hall Inc.

Mansfield, E. "New Evidence on the Economic Effects and Diffusion of FMS". *IEEE Transactions and Engineering Management*, 1993, 1 , 76-78.

Stam, A & Kuula, M. "Selecting a Flexible Manufacturing System Using Multiple Criteria Analysis", *International Journal of Production Research*, 1991, 4 , 803-820.

Tunalv, C. "Manufacturing Strategy – Plans and Business Performance", *International Journal of Operations & Production Management*, 1992, 3 , 4-23.

Volberda, H, W. "Building Flexible Organizations for Fast Moving Markets", *Long Range Planning* , 1997, 2 , 169-183.