فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال پانزدهم، شماره ۴۴، بهار ۹۶
صفحات ۱- ۲۶

# تحلیل توانمندسازهای سیستم تولید انعطاف پذیر با رویکردهای مدل سازی ساختاری تفسیری و فرایند رتبه بندی تفسیری

**حمیدرضا طلایی،[*] دکتر اکبر عالم تبریز[**]، دکتر حسن فارسیجانی[***]**

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۱۴
تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۱۲

## چکیده:

*شرایط آشفته بازار امروز مدیران تولید را مجبور می‌نماید تا به منظور مقابله با چالش‌های تحمیل شده توسط عواملی چون رقابت جهانی،تقاضاهای متغیر مشتریان،افزایش سرعت توزیع به بازار و رشد سریع فناوری به سیستم‌های تولید انعطاف پذیر(FMSs)توجه بیشتری نمایند.علاوه بر وجود موانع متعدد در برابر پیاده سازی و توسعه FMS ،توانمندسازهایی وجود دارند که به تسهیل این امر کمک می کنند.یکی از موضوعات مهم در این حوزه که هدف نهایی این پژوهش نیز می‌باشد، تحلیل رفتار توانمندسازها به منظور بهره برداری موثر از آن‌ها در پیاده سازی و توسعه FMS می‌باشد. توانمندسازها از طریق مرور ادبیات و نظرات خبرگان صنعت و دانشگاه شناسایی شده اند. از مدلسازی ساختاری تفسیری(ISM) به منظور توسعه یک ساختار سلسله مراتبی به منظور تحلیل روابط میان توانمندسازها استفاده شده است و سپس فرایند رتبه بندی تفسیری(IRP) به منظور مطالعه رابطه تسلط میان توانمندسازها به کار گرفته شده است. ISM اهمیت تعهد مدیریت ارشد و سرمایه گذاری مالی را نسبت به سایر توانمندسازها نشان می‌دهد، در حالیکه IRP مدیریت زنجیره تامین و تکنیک‌های عملیاتی و کنترل را به عنوان مهمترین توانمندسازها با توجه به حوزه‌های عملکردی معرفی می‌نماید. این پژوهش ضمن مقایسه دو رویکرد ISM و IRP، نشان می‌دهد که IRP ابزار قوی تری می‌باشد چرا که یک قدم به پیش رفته و روابط میان توانمندسازها را با شاخص‌های قابل اندازه گیری عملکرد مورد توجه قرار می‌دهد.*

## واژگان کلیدی:

**سیستم تولید انعطاف‌پذیر، توانمندسازها، مدلسازی ساختاری تفسیری، فرایند رتبه‌بندی تفسیری**

---

[*] هیات علمی گروه مدیریت،دانشکده علوم اداری و اقتصاد،دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی، دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد(نویسنده مسئول) ایمیل: Talaie@ut.ac.ir

[**] استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی
دانشگاه شهید بهشتی ، دانشکده مدیریت و حسابداری

[***] دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی
دانشگاه شهید بهشتی ، دانشکده مدیریت و حسابداری

**مقدمه**

پیشرفت فناوری بکلی جهان را در بر گرفته است و صنایع تولید کننده درحال گزینش آخرین و بروز ترین فناوری‌های تولیدی برای رویارویی با چالش‌های بازار آشفته امروزی می‌باشند. علاوه بر این، مشتریان تنوع بالای محصولات را با حداقل قیمت ممکن و بهترین کیفیت خواستار می‌باشند. (چان و اسوارنکار،۲۰۰۶).برای غلبه بر چنین محیط‌هایی، مفهوم تولید انعطاف پذیر به عنوان یک جایگزین مهم پدیدار گشته است که کیفیت، قابلیت اطمینان، هزینه پایین و انعطاف پذیری را به ارمغان می‌آورد(ال تمیمی و همکاران،۲۰۱۲).

سیستم تولید انعطاف پذیر شامل ماشین‌های چندگانه[1]،سیستم کنترل مواد، سیستم انبار مرکزی و کامپیوتر مرکزی است و از اصول تکنولوژی گروهی(GT)[2] برای تولید همزمان محصولات چندگانه[3] با زمان تاخیر پایین، استفاده می‌کند. همه عملیات و جابه جایی مواد توسط یک سیستم کامپیوتری نظارت و کنترل می‌شود .سیستم تولید انعطاف پذیر با استفاده از انعطاف پذیری خود قادر است محصولات متنوعی را به طور همزمان پردازش کند. در نتیجه انتخاب اتوماسیون انعطاف پذیر به سرعت در حال رشد است و میلیون‌ها دلار توسط شرکت‌های بزرگ برای پیاده‌سازی FMS سرمایه گذاری شده است(جوشی و اسمیت،۲۰۱۲)

مشکل اساسی صنایع تولید کننده، بخصوص در کشورهای در حال توسعه، پیاده سازی و توسعه FMS به منظور حفظ مزیت رقابتی در سطح جهانی می‌باشد. به خاطر وجود موانع متعدد از جمله ترس از شکست، کمبود بودجه و پیچیدگی ذاتی فرایندهای FMS ، بسیاری از شرکت‌ها نسبت به انتخاب این فناوری تولیدی بی میلی نشان می‌دهند(راج و همکاران،۲۰۰۷).اما از سوی دیگر توانمندسازهای قدرتمندی نیز برای تسهیل پیاده سازی و توسعه FMS وجود دارند که مسئله بسیار مهم در ابتدا شناسایی آن‌ها متناسب با صنعت مورد نظر و تحلیل رفتار آن‌ها می‌باشد. هدف از این پژوهش نیز شناسایی توانمندسازها و تبیین آن‌ها، بررسی روابط متقابل میان آن‌ها، تعیین اهمیت نسبی آن‌ها و ارائه چارچوبی مفهومی به

[1] versatile machines
[2] Group Technology
[3] multi- product

منظور رتبه بندی توانمندسازهای پیاده سازی و توسعه سیستم تولید انعطاف پذیر در صنعت خودروسازی ایران می‌باشد. از این رو، از مدلسازی ساختاری تفسیری[1](ISM) برای شناخت روابط مفهومی میان توانمندسازها و تعیین اهمیت نسبی آن‌ها و فرایند رتبه بندی تفسیری[2](IRP)به منظور رتبه بندی توانمندسازها با توجه به شاخص‌های عملکردی بهره برده می‌شود.

## ادبیات پژوهش

### سیستم تولید انعطاف پذیر(FMS)

پیدایش سیستم‌های تولید انعطاف پذیر به دهه ۱۹۶۰ و تحقیقات دیوید ویلیامسون بر می-گردد. او قصد طراحی ماشینی را داشت که ۲۴ ساعته و بدون حمایت انسان کار کند. ادغام این ماشین با یک کامپیوتر مستقل آغاز پیدایش سیستم‌های FMS بود که به تدریج تکامل یافت تا امروزه به مجموعه ای از دستگاه‌های MC و روبات‌ها، که با حمایت مجموعه ای از سخت افزارها و نرم افزارهای کامپیوتری عمل می‌کنند، تبدیل شده است(عالم تبریز و سبحانی فر،۱۳۹۲).

اول از همه، FMS یک فناوری تولید است و دوما، FMS یک فلسفه است. از دیدگاه فلسفه،FMS تولید را از لحاظ سیستماتیک یکپارچه می‌نماید. برای تولید کننده امروز کلمه "چابکی[3]" لغت جدیدی می‌باشد. تولیدکننده چابک تولید کننده ای است که بسیار سریع با بازار هماهنگ می‌شود، با کمترین هزینه ممکن فعالیت می‌کند و بالاترین توانایی در خوشحال کردن مشتریانش را دارد. به طور ساده، FMS راهی است که تولید کنندگان را در دستیابی به چابکی یاری می‌رساند(باساک و آلبایراک،۲۰۱۴). سیستم‌های تولید انعطاف پذیر به دلیل مزیت‌های بسیاری از جمله مزیت رقابتی بالا، کیفیت بالای محصولات، زمان تاخیر تولید

[1] Interpretive Structural Modelling
[2] Interpretive Ranking Process
[3] agility

پایین[1]، پاسخ سریع به نیاز مشتریان، هزینه پایین نیروی انسانی و .... هر روز مورد استقبال بیشتری در سازمان‌ها واقع می‌شوند(اردین و آتماکا،۲۰۱۵).همچنین FMS قادر به تولید تنوع بالایی از محصولات با بهره وری بسیار بالاتر در قیاس با سایر انواع مرسوم تولید می‌باشد(ال-تمیمی و همکاران،۲۰۱۲). علاوه بر این، به منظور مونتاژ محصولات متنوع می توان بجای خطوط مونتاژ جداگانه برای هر محصول، ازیک خط مونتاژ برای چندین محصول یا سیستم مونتاژ انعطاف پذیر بهره جست. نتایج نشان می‌دهد که میزان تغییرات سیستم مونتاژ انعطاف پذیر در برابر تغییر تقاضا کم است و معیارهای کارایی بهتری نسبت به سیستم‌های خط مونتاژ سنتی دارد(هوشمند و تقوی،۱۳۸۷).

## سیستم تولید انعطاف پذیر خودرو[2](FAMS)

در صنعت خودرو، یک تولید کننده موفق باید بتواند با استفاده موثر از منابع محدود، تقاضاهای متغیر مشتریان را در جهت تامین سلایق آن‌ها برآورده سازد. برای تامین بهتر تقاضای مشتریان، تولیدکنندگان خودرو کارخانه‌های خود را به صورت چیدمان محصولی[3] طراحی می‌کنند که در آن هر سلول خودروهای هم خانواده را تولید می‌کند و در هر سلول انواع مشخصی از ماشین آلات وجود دارد(باساک و آلبایراک،۲۰۱۵).مزیت‌های چیدمان محصولی این است که جریان محصول به خط‌های جریان[4] ساده می‌شوند، به علت نزدیکی ماشین آلات به هم در ایستگاه‌ها زمان حمل و نقل کاهش می‌یابد و کارگرهای مشغول در هر سلول بیشتر احساس تیم بودن می‌کنند. هر سلول در چنین محیطی شامل تعداد ایستگاه‌های کاری می‌باشد و وظیفه FMS جابه جایی خودکار بین این ایستگاه‌ها می‌باشد(باساک و آلبایراک،۲۰۱۵).

[1] Manufacturing lead Time
[2] Flexible automotive manufacturing system
[3] product layouts
[4] flow lines

## پیشینه پژوهش

با مروری بر ادبیات تحقیق مشخص است که به علت طراحی مشکل و پیچیدگی عملیات FMS، بیشتر محققان درصدد طراحی و برنامه ریزی عملیات و فرایندهای این سیستم تولیدی می‌باشند و بسیاری از تحقیقات مسایل عملیاتی FMS را بررسی و توسعه داده اند که اکثر این تحقیقات برای طراحی، مدیریت و کنترل FMS می‌باشند(مهرجردی،۲۰۰۹). در ادامه به ذکر نمونه معدود تحقیقات کاربردی انجام شده در حوزه مفهومی و کلان FMS پرداخته می‌شود.

بویل (۲۰۰۶) در مقاله ای تحت عنوان " بهترین اقدامات مدیریتی برای پیاده سازی انعطاف پذیری در تولید" چارچوبی را ارائه می‌دهد که شامل لیستی از اقدامات اولیه مدیریتی در راستای پیاده سازی انعطاف پذیری در تولید می‌باشد. وی برای توسعه مدل خود از یک مدل قدیمی بهره برده است .چارچوب ارائه شده بویل شامل ۳ مرحله می‌باشد: مرحله اول شناسایی انعطاف پذیری مورد نیاز، مرحله دوم دستیابی به انعطاف پذیری مورد نیاز و مرحله سوم مدیریت انعطاف پذیری مورد نیاز. در حقیقت این چارچوب با استفاده از نقطه شروع مدیران را در مسیر دست یابی به انعطاف پذیری مد نظرشان هدایت می‌کند(بویل،۲۰۰۶).تیلاک راج،شانکار و سوهیب (۲۰۰۷) در پژوهشی تحت عنوان " شناسایی موانع پیاده سازی FMS " عنوان می‌کنند که انتقال از سیستم سنتی به انعطاف پذیر و پیاده سازی آن به آسانی نبوده و ۲۳ مانع بر سر راه این فرایند بر می‌شمرند که می‌توان به زمان طولانی بازگشت سرمایه،عدم حمایت‌های دولتی،ترس از شکست،مقاومت کارکنان و ... اشاره نمود(راج و همکاران،۲۰۰۷). همین گروه محققان در سال ۲۰۰۸ در تحقیقی توانمندسازهای پیاده سازی FMS را در یک سازمان هندی شناسایی و با استفاده از رویکرد ISM رتبه بندی می‌نمایند. در چارچوب نهایی آن‌ها تعهد مدیریت ارشد و چشم انداز شفاف مهمترین عوامل پیاده سازی سیستم تولید انعطاف پذیر شناخته شده است(راج و همکاران،۲۰۰۸). همچنین راج و شانکار در سال ۲۰۱۰ اقدام به ارائه چارچوبی به منظور ارزیابی انتقال پذیری از سیستم تولید سنتی به FMS تحت عنوان " ارائه چارچوبی به منظور ارزیابی امکان پذیری انتقال از سیستم سنتی به FMS بر مبنای تئوری گراف " نموده اند.آن‌ها

توانمندسازهای پیاده سازی FMS را در ۶ گروه رفتاری ،غیر رفتاری، مالی، متدولوژی، عملیاتی و منابع انسانی و فرهنگی تقسیم بندی نموده و برای هر کدام از گروها زیر معیارهایی نیز تعریف کردند. سپس با استفاده از روش گراف و ماتریسی شاخص FIT را برای سازمان‌های مورد مطالعه به دست آوردند.این شاخص قابلیت رتبه بندی سازمان‌ها به منظور داشتن قابلیت انتقال از سیستم سنتی به FMS را فراهم می‌آورد.در حقیقت به بیان ساده تر در بین هر تعداد سازمان مورد مقایسه هر کدام که شاخصش از بقیه بیشتر باشد قابلیت بالاتری در انتقال به FMS نسبت به سایرین دارد(راج و شانکار،۲۰۱۰). گاهی سازمان‌ها بدون بررسی قابلیت‌ها و محدودیت‌های خود و تنها بر اساس رقابت با حریفان اقدام به اجرا و یا توسعه سیستم تولیدی و تکنولوژی خود می‌نمایند و ضروری می‌باشد که سازمان‌ها قبل از پیاده سازی فناوری جدید،توانمندی‌های در دسترس سازمان برای این منظور را شناسایی نمایند. بدین وسیله در یک بررسی میدانی به وسیله رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری تصویر روشنی از درجه اهمیت توانمندسازهای مختلف FMS در صنعت خودروی ایران ارائه شده است(طلایی،۱۳۹۲).

## توانمندسازهای سیستم تولید انعطاف پذیر

از آنجا که بعد از مرور ادبیات انجام شده در این حوزه تعداد توانمندسازهای شناسایی شده تقریبا زیاد می‌باشد، با تشکیل تیمی از متخصصان دانشگاه و صنعت خودروسازی و برگزاری جلسات طوفان ذهنی و مصاحبه، در نهایت توانمندسازهای زیر مطابق با جدول(۱) جهت پیاده سازی و توسعه سیستم تولید انعطاف پذیر تعیین گشته است. ممکن است برخی توانمندسازها مانند مدیریت زنجیره تامین کلی بوده و برخی معیارهای دیگر را نیز دربرگیرند،اما بر اساس نظر خبرگان از همپوشانی توانمندسازها صرف نظر شده و مبنای انتخاب توانمندسازها همان توضیحات ارائه شده در جدول می‌باشد و از این رو وزن تمام توانمندسازها نیز یکسان در نظر گرفته شده است.

جدول(۱)- توانمندسازهای پیاده سازی و توسعه سیستم تولید انعطاف پذیر

| توانمندسازها | توضیح | منابع |
|---|---|---|
| ۱- تعهد مدیریت ارشد(E1) | تعریف چشم انداز روشن و برنامه ریزی بلند مدت موثر | (دینش و همکاران،۲۰۰۵)، (راج و همکاران،۲۰۰۸) |
| ۲- فرهنگ کار در سازمان(E2) | نداشتن ترس از شکست، وجود افراد آموزش دیده و توانایی تصمیم گیری | (دوبی و علی،۲۰۱۴)، (راج و همکاران،۲۰۰۸) |
| ۳- متدولوژی‌های موثر(E3) | برنامه ریزی مواد مورد نیاز(MRP)،پروتکل اتوماسیون تولید(MAP)،برنامه ریزی منابع سازمانی(MRP)، و ... | (تئودورو و فلورو،۲۰۰۸)، (کاگیانو و همکاران،۲۰۱۵) |
| ۴- سرمایه مالی(E4) | حمایت دولت و تخصیص بودجه، حمایت بخش خصوصی، در اختیار داشتن فضای کافی | (ناراین و همکاران،۲۰۰۴)،(خیمینز و همکاران،۲۰۱۵) |
| ۵- تکنیک‌های عملیاتی و کنترل(E5) | اتوماسیون،AGV، AS/RS | (کاست و زدانوچ،۲۰۰۵)، ، (لورنس و همکاران،۲۰۰۵)،(چو و همکاران،۲۰۱۵) |
| ۶- مدیریت زنجیره تامین(E6) | همکاری مناسب با تامین کنندگان ، انسجام و یکپارچگی، همکاری | (تئودورو و فلورو،۲۰۰۸)، (سین و ساکسنا،۲۰۱۳) |
| ۷- سیستم خبره(E7) | هوش مصنوعی(AI)، استفاده موثر از فناوری‌های IT، تخصیص ماشین آلات، تخصیص ترافیک محصولات | (دینش و همکاران،۲۰۰۵)، ( تئودورو و فلورو،۲۰۰۸)و (میتال و آناند،۲۰۱۳) |

## روش تحقیق

### مدلسازی ساختاری تفسیری(ISM)

به طور کل احساس می‌شود که افراد و گروه‌ها به هنگام مواجه با اطلاعات پیچیده دچار مشکل می‌گردند که پیچیدگی مسائل و یا سیستم‌ها با توجه به حضور تعداد زیادی از عناصر و فعل و انفعالات میان این عناصر است(تیسنگ،۲۰۱۳). مدلسازی ساختاری تفسیری تکنیکی مناسب برای تحلیل تاثیر یک عنصر بر دیگر عناصر می‌باشد. این متدولوژی ابزاری است که به وسیله آن، سیستم می تواند بر پیچیدگی بین عناصر غلبه کند(آزودو و همکاران،۲۰۱۳).مدلسازی ساختاری تفسیری بر مبنای قضاوت‌های گروهی یک روش تفسیری و بر مبنای مطالعه روابط میان متغیرها،یک روش ساختاری است و از آنجا که روابط خاص میان متغیرها را در یک مدل ساختارمند نشان می‌دهد،یک روش مدلسازی است از این رو،ISM با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف به تحلیل ارتباط بین آن‌ها می‌پردازد(تریودی و همکاران،۲۰۱۵).گام‌های پیاده سازی و اعتبارسنجی ISM به طور خلاصه به شرح زیر می‌باشد(والمحمدی و دشتی،۲۰۱۵):

۱. شناسایی متغیرهای مرتبط با مساله
۲. توسعه ماتریس خود تعاملی ساختاری
۳. توسعه ماتریس دستیابی نهایی
۴. سطح بندی ماتریس دستیابی نهایی
۵. ترسیم چارچوب ISM
۶. تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی

### فرایند رتبه بندی تفسیری(IRP)

IRP یک روش رتبه بندی ابتکاری است که منطق تحلیلی فرایند انتخاب منطقی [1]را با

[1] rational choice process

نقاط قوت فرایند شهودی ترکیب می‌نماید. این روش بر مبنای نقاط قوت رویکرد مقایسه زوجی (ساعتی،۱۹۷۷)می باشد که حجم بالای سردرگمی‌های شناختی را به حداقل می‌رساند. این روش از ماتریس تفسیری و مقایسات زوجی تفسیری داخل ماتریس به عنوان یک ابزار پایه ای استفاده می‌کند(ساشیل،۲۰۰۹). این روش از این طریق که خبرگان مجبور می‌شوند علت منطق تفسیری غلبه یک عامل بر عامل دیگر در هر مقایسه زوجی را شفاف بیان کنند، بر نقص AHP مرسوم که تفسیر قضاوت‌های خبرگان برای محقق و استفاده کننده مبهم باقی می‌ماند، فائق می‌آید.علاوه بر این،IRP به اطلاعات در مورد میزان تسلط و غلبه عوامل بر هم نیازی ندارد. این روش همچنین اعتبار داخلی را از طریق منطق بردار تسلط روابط بررسی می‌نماید.گام‌های IRP از قرار زیر می‌باشد(ساشیل،۲۰۰۹):

۱- شناسایی دو مجموعه از متغیرها؛ یک گروه که با توجه به گروه دیگر رتبه بندی می‌شوند، برای مثال اقدامات و عملکرد، بازیگران و فرایندها و ...

۲- مشخص کردن روابط مفهومی میان دو مجموعه از متغیرها

۳- توسعه ماتریس روابط متقابل [1]میان دو مجموعه از متغیرها

۴- تبدیل ماتریس روابط متقابل به یک ماتریس تفسیری(ساشیل،۲۰۰۵)

۵- انجام رتبه بندی و تفسیر رتبه‌ها در قالب تعداد روابط تسلط

۶ - اعتبارسنجی رتبه‌های بدست آمده

۷- بیان گرافیکی رتبه‌های به دست آمده بصورت چارچوب رتبه بندی تفسیری

۸- تفسیر ترتیب رتبه‌ها و استفاده از نتایج به منظور پیشنهاد اقدامات کاربردی

## روش شناسی پژوهش

این پژوهش در گروه ایران خودرو،سایپا وبهمن موتور اجرا شده است. ابزار استفاده شده در پژوهش دو پرسشنامه می‌باشد. پرسشنامه اول(ISM) متشکل از هفت عامل شناسایی شده در جدول (۱) به صورت مقایسات زوجی است و از پاسخ دهندگان خواسته شده است تا با

[1] cross-interaction matrix

مقایسه دو به دو عوامل، رابطه آن‌ها(عدم وجود رابطه، وجود رابطه یک طرفه، وجود رابطه متقابل) را مشخص کنند. در پرسشنامه دوم(IRP) علاوه بر هفت عامل شناسایی شده هفت حوزه عملکرد نیز وجود دارد که پاسخ دهندگان بایستی روابط میان عوامل و حوزه‌های عملکرد را بر مبنای اعداد صفر و یک مشخص نمایند. بنابراین، منطق طراحی سوالات در هر دو پرسشنامه شبیه مقایسات زوجی متداول می‌باشد. این پرسشنامه‌ها بین ۵۴ نفر از خبرگان و صاحب نظران صنعت خودروسازی و دانشگاهی توزیع شده است. از بین پرسشنامه‌های توزیع شده، تعداد ۴۴ پرسشنامه قابل قبول بودند، که مبنای تحقیق قرار گرفتند. برای تایید روایی پرسشنامه‌ها، در ابتدا پرسشنامه‌های طراحی شده بین ۹ نفر از خبرگان توزیع شد و مورد تایید ایشان قرار گرفت. جهت تایید پایایی پرسشنامه‌ها از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شده برای پرسشنامه ISM ۰/۸۷۵ و برای پرسشنامه IRP ۰/۹۱ است که نشان دهنده پایایی خوب پرسشنامه‌ها است. از پرسشنامه‌های تهیه شده برای انجام مقایسه زوجی میان توانمندسازها بر اساس رویکرد ISM و همچنین رویکرد IRPاستفاده شده است.

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

### مدل ساختاری تفسیری توانمندسازهای سیستم تولید انعطاف پذیر

#### توسعه ماتریس خود تعاملی ساختاری[1](SSIM )

ماتریس خود تعاملی ساختاری توانمندسازها روابط دو دویی میان توانمندسازها را نشان می‌دهد. روابط مفهومی میان توانمندسازهای FMS در قالب جدول(۲) نمایش داده شده است.

[1] Structural Self-Interaction Matrix

جدول(۲) : ماتریس خود تعاملی ساختاری(**SSIM**)

| توانمندسازها | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | V | V | V | V | V | V | |
| ۲ | O | A | O | O | O | | |
| ۳ | A | V | X | A | | | |
| ۴ | V | V | V | | | | |
| ۵ | A | V | | | | | |
| ۶ | A | | | | | | |

جدول(۳)- نمادهای تعیین نوع روابط در مقایسات زوجی ISM

| | |
|---|---|
| برای نشان دادن تاثیر یک طرفه (معیار i به معیار j منجر می‌شود) | **V** |
| برای نشان دادن تاثیر یک طرفه (معیار j به معیار i منجر می‌شود) | **A** |
| برای نشان دادن تاثیر دو طرفه | **X** |
| برای نشان دادن عدم رابطه میان دو معیار | **O** |

## توسعه ماتریس دستیابی نهایی[1] (RM)

بر اساس ماتریس خودتعاملی ساختاری، ماتریس باینری دستیابی(RM) توسعه داده می‌شود.به منظور بدست آوردن ماتریس دست یابی باید نمادهای فوق به صفر و یک تبدیل شوند(لال و هلیم،۲۰۰۹).هم چنین این ماتریس باید از لحاظ انتقال پذیری[2] بررسی گردد. اگر عامل i به عامل j مربوط باشد (iRj) و عامل j نیز به عامل k مربوط باشد(jRk) آن گاه انتقال پذیری بیان می کند که عامل i نیز به عامل k مربوط می‌باشد(iRk). ماتریس دستیابی نهایی و قدرت نفوذ و وابستگی توانمندسازها در جدول (۴) نشان داده شده است.

[1] Reachability matrix
[2] transitivity

جدول(۴)- ماتریس دستیابی نهایی به همراه قدرت نفوذ و وابستگی توانمندسازها

| توانمندسازها | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | نفوذ | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۷ | ۱ |
| ۲ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۶ |
| ۳ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۳ | ۴ |
| ۴ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۵ | ۲ |
| ۵ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۳ | ۴ |
| ۶ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۲ | ۵ |
| ۷ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۴ | ۳ |
| وابستگی | ۱ | ۳ | ۵ | ۲ | ۵ | ۶ | ۳ | | |

## سطح بندی ماتریس دستیابی نهایی

تفکیک اجزای یک ساختار به سطوح مختلف کمک بزرگی در شناخت روابط میان آن‌ها در یک سلسله مراتب می‌باشد(تریودی و همکارانش،۲۰۱۵).ابتدا مجموعه قابل دستیابی و مجموعه مقدم برای هر معیار به دست می‌آید و سپس اشتراک آن‌ها محاسبه می‌گردد. هر معیاری که زودتر مجموعه اشتراک و مجموعه دستیابی اش برابر گردد، در سطح بالاتری قرار می‌گیرد. بعد از تعیین سطح هر معیار، در ادامه تعیین سطوح معیارها،آن معیار حذف می‌گردد. سطوح بدست آمده در قالب جدول(۵) نمایش داده شده است.

جدول(۵)- سطوح توانمندسازها

| توانمندسازها | مجموعه دستیابی | مجموعه مقدم | اشتراک | سطح(از بالا) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷ | ۱ | ۱ | ۶ |
| ۲ | ۲ | ۱,۲,۶ | ۲ | ۱ |
| ۳ | ۳,۵,۶ | ۱,۳,۴,۵,۷ | ۳,۵ | ۳ |
| ۴ | ۳,۴,۵,۶,۷ | ۱,۴ | ۴ | ۵ |
| ۵ | ۳,۵,۶ | ۱,۳,۴,۵,۷ | ۳,۵ | ۳ |
| ۶ | ۲,۶ | ۱,۳,۴,۵,۶,۷ | ۶ | ۲ |
| ۷ | ۳,۵,۶,۷ | ۱,۴,۷ | ۷ | ۴ |

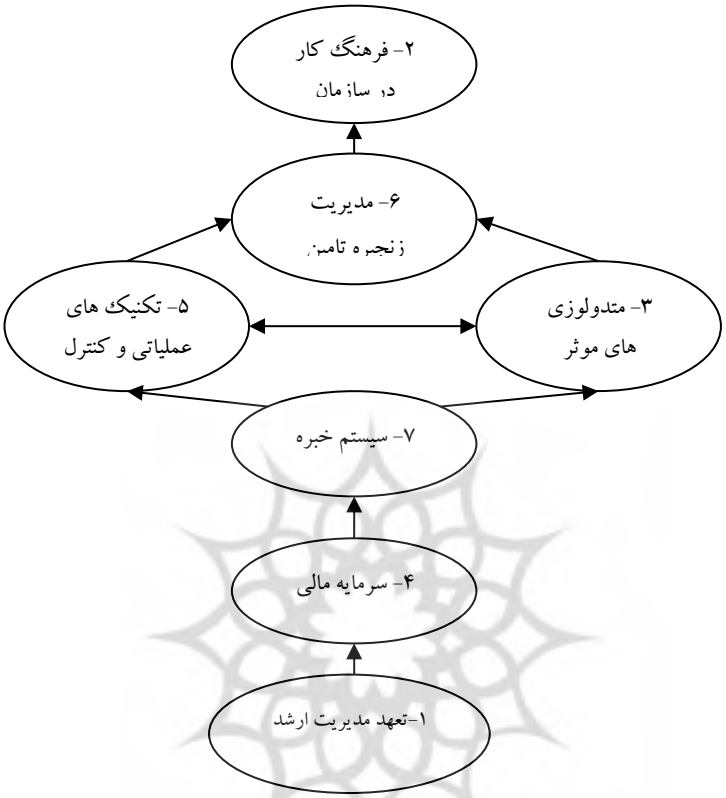
## توسعه چارچوب ISM

بر اساس سطوح به دست آمده و بدون در نظر گرفتن انتقال پذیری‌ها، چارچوب مفهومی ساختاری تفسیری ISM طبق شکل (۱) ترسیم می گردد.

## تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی

توانمندسازها در ۴ دسته خودمختار،وابسته،پیوندی و مستقل با توجه به درجه قدرت نفوذ و یا وابستگی طبقه بندی می‌شوند(والمحدی و دشتی،۲۰۱۵).دیاگرام قدرت نفوذ و وابستگی توانمندسازها در شکل(۲) نشان داده شده است. متغیر فرهنگ کار در سازمان در طبقه خودمختار قرار گرفته و می‌توان آن را جدا از کل سیستم در نظر گرفت. همانطور که مشخص است فرهنگ سازمانی بالاترین وابستگی را در میان سایر توانمندسازها داشته و این بدین معنی است که پیشاپیش تمام سایر توانمندسازها به منظور پیاده سازی و توسعه FMSباید مورد توجه قرار گیرند. باید در طبقه دوم( طبقه متغیرهای وابسته)، توانمندسازهای متدولوژی‌های موثر، تکنیک‌های عملیاتی و کنترل و مدیریت زنجیره تامین قرار گرفته اند.توانمندسازهای این طبقه دارای وابستگی بالاتری نسبت به قدرت نفوذ می‌باشند. در طبقه سوم با نام طبقه متغیرهای پیوندی هیچ توانمندسازی قرار نگرفته است. طبقه متغیرهای مستقل) دربرگیرنده توانمندسازهای سیستم خبره، سرمایه مالی و تعهد مدیریت ارشد می‌باشد.این ۳ متغیر دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی می‌باشند و بنابراین نقش مهمی در پیاده سازی و توسعه FMS دارند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی




شکل(۱) - چارچوب نهایی توانمندسازهای سیستم تولید انعطاف پذیر

| قدرت نفوذ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۷ | ۱ | | ناحیه۴ | | | | ناحیه۳ |
| ۶ | | | | | | | |
| ۵ | | ۴ | | | | | |
| ۴ | | | ۷ | | | | |
| ۳ | | | | | ۳,۵ | | |
| ۲ | | | | | | ۶ | |
| ۱ | ناحیه۱ | | ۲ | | | | ناحیه۲ |
| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ |
| | **وابستگی** | | | | | | |

شکل(۲)- نمودار قدرت نفوذ و وابستگی توانمندسازهای سیستم تولید انعطاف پذیر

## مدل فرایند رتبه بندی تفسیری توانمندسازهای سیستم تولید انعطاف پذیر

IRP از دو مجموعه متغیر استفاده می‌کند؛ یک مجموعه از متغیرهایی است که باید رتبه بندی شوند و مجموعه دیگر مجموعه متغیرهای مرجعی است که اساس این رتبه بندی را فراهم می‌آورند. بنابراین، متغیرهای استفاده شده در ISM و IRP یکی است با این تفاوت که در IRP مقایسات زوجی بر مبنای حوزه‌های عملکردی صورت می‌گیرد. در این مطالعه بر اساس نظرات خبرگان دانشگاه و صنعت خودروسازی کشور، ۷ متغیر عملکردی شناسایی شده که در جدول(۶) آورده شده است و توانمندسازهای شناسایی شده FMS به عنوان اقداماتی برای برآورده سازی متغیرهای عملکردی تعیین شده در نظر گرفته می‌شوند.

## توسعه ماتریس روابط متقابل

ماتریس روابط متقابل وجود و یا عدم وجود رابطه میان هر اقدام و عملکرد را نشان می‌دهد. عدد ۱ وجود رابطه و عدد ۰ عدم وجود رابطه را تعریف می‌کند. ماتریس روابط متقابل در جدول(۷) مشخص شده است. به طور مثال، بر اساس نظر پاسخ دهندگان، تعهد مدیریت ارشد با حوزه‌های عملکردی افزایش کیفیت محصولات، سودآوری مالی و حضور در بازار رابطه داشته و طبیعتاً در سایر حوزه‌های تعریف شده نقشی ندارد. در گام بعدی نوع رابطه‌ها و دلیل وجود آن‌ها تفسیر می‌گردد.

جدول(۶)-متغیرهای عملکردی استفاده شده برای IRP

| متغیرهای عملکردی | |
|---|---|
| افزایش کیفیت محصولات | P1 |
| کمینه سازی موجودی | P2 |
| سودآوری مالی | P3 |
| کاهش زمان تاخیر | P4 |
| استفاده بهینه از منابع | P5 |
| حضور در بازار | P6 |
| کاهش استرس کارکنان | P7 |

جدول(۷)- ماتریس روابط متقابل

| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E1 | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ |
| E2 | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ |
| E3 | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ |
| E4 | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| E5 | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ |
| E6 | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ |
| E7 | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ |

## تفسیر روابط

ماتریس روابط متقابل به یک ماتریس روابط متقابل تفسیری[1] از طریق توصیف تمام اعداد ۱ درج شده در جدول(۷) در قالب جملات تفسیری تبدیل می‌گردد. برای مثال، (E3,P1) این گونه تفسیر می‌گردد:" استفاده بهینه از متدلوژی‌های موثر مانند MRP منجر به بهبود کیفیت محصولات می‌گردد". ماتریس روابط متقابل تفسیری در جدول(۸) نشان داده شده است.

جدول(۸)- ماتریس تفسیری روابط متقابل

| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E1 | داشتن استراتژی و برنامه ریزی بلند مدت بر کیفیت تاثیر مستقیم دارد | | تعهد، تعریف استراتژی و برنامه ریزی منجر به سودآوری | | | استراتژی مدیران با بازار سازمان رابطه مستقیم | |

[1] Cross interaction-interpretive matrix

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | دارد | | می‌شود | | | | |
| آموزش و تقویت فرهنگ، استرس کارکنان را کاهش می‌دهد | | آمادگی کارکنان منجر به استفاده بهینه از منابع می‌گردد | | | | آموزش و توانمند سازی کارکنان بر کیفیت تاثیر مستقیم دارد | E2 |
| | | متدلوژی‌های کارآمد ضایعات را کاهش می‌دهد | زمان تاخیر را کاهش می‌دهد | باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود | استفاده از متدلوژی‌های موثر باعث کنترل بهینه موجودی می گردد | متدلوژی‌های کارآمد بر بهبود کیفیت تاثیر دارند | E3 |
| | | | | | | سرمایه مالی بالاتر منجر به کیفیت بالاتر می‌شود | E4 |
| خود کارسازی بر رشد توانمندی‌ها و تصمیم گیری کارکنان تاثیر دارد | | | خود کارسازی و کاهش زمان تاخیر رابطه مستقیم دارد | | حمل و نقل خودکار و اتوماسیون با کاهش موجودی رابطه مستقیم دارد | اتوماسیون منجر به کیفیت بالاتر می‌شود | E5 |
| | SCM | SCM | هماهنگی | SCM | SCM | SCM با | E6 |

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

| | بر شناخت و رشد بازار تاثیر دارد | جریان استفاده از منابع را بهینه می‌سازد | SCM زمان تاخیر را کم می‌کند | با سودآوری رابطه مستقیم دارد | باعث کمینه سازی موجودی می‌گردد | کیفیت رابطه مستقیم دارد | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| استفاده از سیستم خبره و IT استرس بیهوده کارکنان را کم می‌کند | | | سیستم‌های خبره منجر به کاهش رمان تاخیر می‌گردد | | | | E7 |

## مقایسات زوجی

ماتریس تفسیری برای مقایسه توانمند سازها با توجه به متغیرهای مرجع(متغیرهای عملکردی) مورد استفاده واقع می‌گردد. برای مثال، توانمند ساز E1 با توانمند ساز E2 با توجه به متغیرهای عملکردیP1,P2,P3,……,P7 مقایسه می‌گردد. اگر در مقایسه دو توانمند ساز با توجه به یک متغیر عملکردی مشخص هر دو عدد ۱ ثبت شده باشد، با توجه به نظرات خبرگان و ماتریس تفسیری تسلط دو توانمند ساز در آن حوزه عملکرد تعیین می‌گردد. برای مثال، هم E1 و هم E2 با متغیر عملکرد P1 رابطه دارند، اما بر اساس ماتریس تفسیری به دست آمده در این حوزه توانمند ساز E1 بر E2 تسلط دارد.

تاکید می‌شود در مقایسات زوجی، متغیرهایی که باید رتبه بندی شوند مستقیما با هم مقایسه نمی‌شوند بلکه روابط بین آن‌ها بر اساس متغیرهای عملکردی مقایسه می‌گردد. نتیجه این مقایسات، ماتریس روابط تسلط[1]،در جدول(۹) نشان داده شده است.

[1] dominating interaction matrix

جدول(۹)- ماتریس روابط تسلط

| تسلط | | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تحت سلطه | E1 | - | P1,P3,P6 | P1,P3,P6 | P1,P3,P6 | P3,P6 | P3,P6 | P1,P3,P6 |
| | E2 | P5,P7 | - | P1,P7 | P1,P5,P7 | P5,P7 | P7 | P1,P5,P7 |
| | E3 | P2,P4,P5 | P2,P3,P4,P5 | - | P1,P2,P3,P4,P5 | P2,P3,P5 | P1,P5 | P1,P2,P3,P4,P5 |
| | E4 | - | - | - | - | - | - | P1 |
| | E5 | P1,P2,P4,P7 | P1,P2,P4 | P1,P4,P7 | P1,P2,P4,P7 | - | P1,P4,P7 | P1,P2,P4 |
| | E6 | P1,P2,P4,P5 | P1,P2,P3,P4,P5,P6 | P2,P3,P4,P6 | P1,P2,P3,P4,P5,P6 | P2,P3,P5,P6 | - | P1,P2,P3,P4,P5,P6 |
| | E7 | P4,P7 | P4 | P7 | P4,P7 | P7 | P7 | - |

## توسعه ماتریس تسلط

روابط تسلط در قالب ماتریس تسلط خلاصه می‌گردد. هر سلول در این ماتریس تعداد عملکردهایی که یک متغیر رتبه بندی(توانمندساز) در آن حوزه بر متغیر رتبه بندی دیگری تسلط پیدا می‌کند و یا تحت سلطه متغیر رتبه بندی دیگری قرار می‌گیرد را نشان می‌دهد. خالص تسلط برای یک متغیر رتبه بندی از طریق رابطه D-B محاسبه می‌گردد که D تعداد کل دفعاتی است که متغیر عملکردی بر سایر متغیرها تسلط پیدا می‌کند و B تعداد کل دفعاتی است که متغیر رتبه بندی تحت تسلط دیگر متغیرهای رتبه بندی قرار می‌گیرد. متغیر رتبه بندی ای که بالاترین خالص تسلط را داشته باشد در رتبه ۱ قرار می‌گیرد. ماتریس تسلط رتبه بندی تمام توانمندسازها را در قالب جدول(۱۰) نشان می‌دهد. بر اساس رتبه بندی انجام شده می‌توان چارچوب نهایی سطح بندی شده توانمندسازها را نیز ترسیم نمود که به علت پیچیدگی شکل به دلیل تعداد زیاد متغیرهای عملکردی از رسم آن در این مقاله پرهیز

می‌نماییم. لازم به یادآوری است این چارچوب همانند چارچوب ISM می‌باشد ولی چون تعداد روابط تسلط بر اساس متغیرهای عملکردی زیاد می‌باشد، عملا ترسیم شکل کمک خاصی نمی نماید، زیرا که هدف از ترسیم گرافیکی چارچوب در حقیقت ساده سازی روابط میان عوامل می‌باشد.

جدول(۱۰)- ماتریس تسلط

| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | D | D-B | رتبه نهایی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E1 | - | ۳ | ۳ | ۳ | ۲ | ۲ | ۳ | ۱۶ | ۱ | ۴ |
| E2 | ۲ | - | ۲ | ۳ | ۲ | ۱ | ۳ | ۱۳ | -۴ | ۵ |
| E3 | ۳ | ۴ | - | ۵ | ۳ | ۲ | ۵ | ۲۲ | ۸ | ۳ |
| E4 | ۰ | ۰ | ۰ | - | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | -۲۲ | ۷ |
| E5 | ۴ | ۳ | ۴ | ۴ | - | ۳ | ۳ | ۲۱ | ۹ | ۲ |
| E6 | ۴ | ۶ | ۴ | ۶ | ۴ | - | ۶ | ۳۰ | ۲۱ | ۱ |
| E7 | ۲ | ۱ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | - | ۸ | -۱۳ | ۶ |
| B | ۱۵ | ۱۷ | ۱۴ | ۲۳ | ۱۲ | ۹ | ۲۱ | | | |

## تحلیل نتایج

در این پژوهش ابتدا بر اساس رویکرد ISM روابط مفهومی میان توانمندسازهای FMS را بررسی و چارچوب سلسله مراتبی(شکل۳) آن‌ها را فراهم آورده ایم. همچنین قدرت نفوذ و وابستگی توانمندسازها را در قالب شکل(۲) تحلیل نموده ایم. با توجه به چارچوب مفهومی ISM به دست آمده، توانمندسازها در قالب ۶ سطح طبقه بندی شده اند که هر چه از سطوح پایین به سمت ستون بالا حرکت می‌کنیم از تاثیرگذاری توانمندسازها کم و بر تاثیرپذیری آن‌ها افزوده می‌گردد. تعهد مدیریت ارشد با قدرت نفوذ ۷ و وابستگی ۱ به عنوان مهمترین توانمندساز FMS مشخص شده است و بر اساس تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی در طبقه ۴ یعنی مستقل قرار می‌گیرد. اخذ تصمیمات استراتژیک به تعهد مدیریت ارشد، برنامه ریزی دقیق و تدوین چشم انداز روشن در مورد انتخاب و پیاده سازی FMS بستگی دارد. هنگامی

که مدیریت ارشد به خود و سازمانش تعهد داشته باشد، می‌تواند به سازمان در جهت پیاده سازی و توسعه FMS کمک کرده و مزایای استراتژیک و تاکتیکی زیادی همچون: مزیت رقابتی بالاتر,توسعه مهارت‌های مهندسی و مدیریتی، افزایش توانایی معرفی سریع تر محصول به بازار،کاهش زمان راه اندازی،کاهش موجودی کار در فرایند، بهبود کیفیت و بهبود پاسخگویی به نواسانات تقاضا را نصیب سازمان نماید. همانطور که مشخص است بعد از تعهد مدیریت، سرمایه مالی بالا و سیستم‌های خبره تاثیرگذاری بیشتری دارند. بر این اساس به نظر می‌رسد که تخصیص بودجه بالا برای پیاده سازی و توسعه FMS بالاخص در کشورهای در حال توسعه همچنان از جمله توانمندسازهای اصلی و تاثیرگذار می‌باشد و به حمایت بیشتر دولت و توجه بیشتر بخش خصوصی نیاز مبرم دارد. هر چند با توجه به اینکه سیستم تولید انعطاف پذیر بنابر ماهیت خود در بلند مدت سودآور خواهد بود، عملا سرمایه گذاری بالا برای پیاده سازی و توسعه این سیستم تولیدی موجه و مقرون به صرفه می‌باشد. ممکن است قبل از انجام چنین محاسباتی نیز انتظار چنین نتایجی می‌رفت، اما هدف این پژوهش ارائه چارچوبی سیستماتیک جهت تحلیل متغیرها در سایر مسایل مشابه نیز می‌باشد.

در ادامه با استفاده از فرایند رتبه بندی تفسیری(IRP) توانمندسازها را با توجه به حوزه‌های عملکردی مطابق با جدول(۱۰) رتبه بندی کرده ایم. بر اساس این رویکرد مدیریت زنجیره تامین(SCM) بالاترین رتبه را کسب کرده است و این نشانگر این امر است که اگر سازمانی خواهان پیاده سازی و یا توسعه FMS باشد، باید توجه فوق العاده ای به مدیریت زنجیره تامین خود داشته باشد. طبق جدول(۱۰) توانمندساز تعهد مدیریت ارشد که بر اساس رویکرد ISM بالاترین رتبه را کسب کرده بود در رتبه ۴ قرار گرفته است. بر اساس جدول(۹) توانمدساز مدیریت زنجیره تامین بر اساس ۴ حوزه عملکردی افزایش کیفیت محصولات، کمینه سازی موجودی، کاهش زمان تاخیر و استفاده بهینه از منابع بر توانمدساز تعهد مدیریت تسلط دارد.

در مقایسه با پژوهش راج و همکاران(۲۰۰۸) که توانمندسازهای FMS را با استفاده از ISM طبقه بندی کرده‌اند، در این تحقیق سیستم‌های خبره و کاربری‌های IT دارای اولویت

بیشتری نسبت به تکنیک‌های عملیاتی و کنترل و متدلوژی‌های موثر می‌باشند. همچنین راج و همکاران عامل مدیریت زنجیره تامین را در نظر نگرفته‌اند. همچنین راج و همکاران(۲۰۱۰) به شناسایی توانمندسازهای تاثیر گذار در انتقال سیستم تولید سنتی به انعطاف پذیر و پیاده سازی آن کرده اند اما چارچوب روابط توانمندسازها را در قالب گراف و ماتریس بیان کرده‌اند که دارای سطح بندی عوامل نمی‌باشد. همچنین بر خلاف تحقیق باگ(۲۰۱۴) سعی شده است که تمام توانمندسازهای FMS پوشش داده شود چرا که باگ تنها توانمندسازهای فرعنگی و در حوزه منابع انسانی را بر اساس رویکرد ISM تحلیل نموده است. با استفاده از رویکرد IRP نیز تاکنون تحقیق مشابهی در حوزه FMS انجام نگرفته است.

## نتیجه گیری

این پژوهش تلاشی در جهت شناسایی توانمندسازهای پیاده سازی و توسعه سیستم تولید انعطاف پذیر در صنعت خودروی ایران، بررسی روابط میان آن‌ها و رتبه بندی آن‌ها می‌باشد. این اولین پژوهشی است که همزمان بر دو رویکرد مدلسازی مبتنی بر منطق تفسیری با نام‌های ISM و IRP تمرکز دارد و علاوه بر شناسایی توانمندسازهای FMS در صنعت خودرو روش تصمیم گیری و رتبه بندی جدید IRP را معرفی می‌نماید. بنابراین، سهم علمی این پژوهش و نوآوری آن معرفی روش جدید IRP در تحلیل رفتار متغیرها و تصمیم گیری می‌باشد. هرچند که معرفی توانمندسازی سیستم تولید انعطاف پذیر و تحلیل روابط میان آن‌ها در صنعت خودروی ایران نیز تاکنون بررسی نشده بوده است. نقاط قوت رویکرد IRP عبارتند از :۱- به اطلاعات در مورد میزان تسلط نیاز ندارد که به سختی قابل تعیین و تفسیر می‌باشد و ۲- سنجش و مقایسه تاثیرات روابط آسان تر و دقیق تر می‌باشد. از جمله نقاط ضعف IRP نیز می‌توان موارد زیر را برشمرد : ۱- نتایج فارغ از سلایق،طرفداری‌های غیرعمد و قضاوت‌های شخصی نیست زیرا فرایندی تفسیری و قضاوتی است و ۲- متغیرها وزن یکسانی دارند و تفسیر و بررسی ماتریس روابط نسبتا بزرگ کمی دشوار می‌باشد.

IRP یک ابزار رتبه بندی است که عوامل را بر اساس خروجی‌های عملکردی رتبه بندی

می‌کند درحالیکه ISM تنها خود عوامل را بررسی و رتبه بندی می‌کند. بنابراین، با مقایسه ISM و IRP می‌توان دریافت که IRP به اطلاعات اولیه بیشتری نیاز دارد و علاوه بر درک کیفی بهتر مساله، نتایج واقعی تری نسبت به ISM فراهم می‌آورد. اما در مسایل شامل تعداد بالای متغیر، IRP نسبت به ISM با پیچیدگی‌هایی مواجه می‌شود. بنابراین در صنایعی که حوزه‌های عملکردی مشخصی ندارند و یا تصمیم گیرندگان تمایل به تساهل در مساله را دارند رویکرد ISM و در غیر این صورت IRP پیشنهاد می‌گردد. این تحقیق دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد. تعیین و تشخیص روابط مفهومی میان متغیرها همیشه متکی به دانش و نظرات خبرگان صنعت و دانشگاه می‌باشد و بنابراین سلایق شخصی افراد بر نتایج نهایی تاثیرگذار می‌باشد.همچنین از آنجاییکه چارچوب‌های استفاده شده در این پژوهش از صنعتی تا صنعت دیگر متفاوت می‌باشد، امکان تعیین دقت و مقایسه مشکل می‌باشد. به عنوان پیشنهاد برای تحقیقات آتی، انجام تحقیق فوق در صنایع حیاتی دیگر کشور و مقایسه نتایج با هم پیشنهاد می‌گردد. علاوه بر این، توسعه روش IRP تحت شرایط فازی(FIRP) و همچنین مقایسه آن با روش FISM در شرایط واقعی توصیه می‌گردد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## منابع

طلایی،حمیدرضا(۱۳۹۲)، "*شناسایی و تبیین عوامل توانمندساز جهت توسعه سیستم تولید انعطاف پذیر با رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیریISM در صنعت خودروسازی ایران*"،پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه شهید بهشتی،دانشکده مدیریت،تهران،ایران.

عالم تبریز،اکبر،سبحانی فر،یاسر (۱۳۹۲)،*مدیریت تولید و عملیات*،کتاب دانشگاهی،تهران.

هوشمند،محمود،تقوی،محسن(۱۳۸۷)، "*بررسی سیستم‌های حمل و نقل اتوماتیک مواد در مونتاژ انعطاف پذیر (مطالعه موردی مونتاژ موتورسیکلت)*"، فصلنامه شریف ویژه علوم مهندسی،دوره۲۴،شماره۴۵،صفحات ۴۸-۳۱.

Azevedo, S., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2013). Using interpretive structural modelling to identify and rank performance measures: An application in the automotive supply chain. Baltic Journal of Management, 8(2), 208–230.

Bag, S. (2014). Modeling the Enablers of Flexible Manufacturing Systems using Interpretive Structural Modeling. Journal of Supply Chain Management Systems, 3(3).

Başak, Ö., & Albayrak, Y. E. (2015). Petri net based decision system modeling in real-time scheduling and control of flexible automotive manufacturing systems. Computers & Industrial Engineering, 86, 116–126.

Boyle, T. A. (2006). Towards best management practices for implementing manufacturing flexibility. Journal of Manufacturing Technology Management, 17(1), 6–21.

Caggiano, A., Caiazzo, F., & Teti, R. (2015). Digital Factory Approach for Flexible and Efficient Manufacturing Systems in the Aerospace Industry. Procedia CIRP, 37, 122–127.

Chan, F.T.S. and Swarnkar, R. (2006). Ant colony optimisation approach to a fuzzy goal programming model for a machine tool selection and operation allocation problem in an FMS. Robot. & Comp.-Integ. Manuf, 22, 353–562.

Choe, P., Tew, J. D., & Tong, S. (2015). Effect of cognitive automation in a material handling system on manufacturing flexibility. International Journal of Production Economics, 170, 891–899.

Dhinesh, K., Karunamoorthy, L., Roth, H. and Miranlinee, T. . (2005). Computers in manufacturing: towards successful implementation

of integrated automation system. Technovation, 25, 477–488.

Dubey, R., & Ali, S. S. (2014). Identification of flexible manufacturing system dimensions and their interrelationship using total interpretive structural modelling and fuzzy MICMAC analysis. Global Journal of Flexible Systems Management, 15(2), 131–143.

El-tamimi AM, Abidi MH, Mian SH, A. J. (2012). Analysis of performance measures of flexible manufacturing system. J King Saud Uni-Engineering Sci, 24, 115–129.

Erdin, M. E., & Atmaca, A. (2015). Implementation of an Overall Design of a Flexible Manufacturing System. Procedia Technology, 19, 185–192.

Jimenez, J.-F., Bekrar, A., Trentesaux, D., Rey, G. Z., & Leitao, P. (2015). Governance mechanism in control architectures for flexible manufacturing systems. IFAC-PapersOnLine, 48(3), 1093–1098.

Joshi, S., & Smith, J. (2012). Computer control of flexible manufacturing systems: research and development. Springer Science & Business Media.

Kost, G.G. and Zdanowicz, R. (2005). Modeling of manufacturing systems and robot motions. Journal of Materials Processing Technology, 164–165, 1369–1378.

Lal, R. and Haleem, A. (2009). A structural modelling for e-governance service delivery in rural India. International Journal of Electronic Governance, 2(1), 3–21.

Llorens, J.F., Molinaa, L.M. and Verdu, A. . (2005). Flexibility of manufacturing system, strategic change and performance. International Journal of Production Economics, 98, 273–89.

Mehrjerdi, Y. Z. (2009). A decision-making model for flexible manufacturing system. Assembly Automation, 29(1), 32–40.

Mital, A., & Anand, S. (2013). Handbook of expert systems applications in manufacturing structures and rules. Springer Science & Business Media.

Narain, R., Yadav, R.C. and Antony, J. (2004). Productivity gains from flexible manufacturing: experiences from India. Int. J. Prod. Perform. Manage, 53(2), 109–128.

Raj, T., Shankar, R. and Suhaib, M. (2007). A review of some issues and identification of some barriers in the implementation of FMS. International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 19(1), 1–40.

Raj, T., Shankar, R., & Suhaib, M. (2008). An ISM approach for

modelling the enablers of flexible manufacturing system: the case for India. International Journal of Production Research (Vol. 46).

Saaty, T. L. (1977). The analytic hierarchy process. New York: McGraw Hill.

Singh, S. R., & Saxena, N. (2013). A closed loop supply chain system with flexible manufacturing and reverse logistics operation under shortages for deteriorating items. Procedia Technology, 10, 330–339.

Sushil. (2005). Interpretive Matrix: a tool to aid interpretation of management and social research. Global Journal of Flexible System Management, 6(2), 11–20.

Sushil. (2009). Interpretive ranking process. Global Journal of Flexible Systems Management, 10(4), 1–10.

Theodorou, P. and Florou, G. (2008). Manufacturing strategies and financial performance: the effect of advance information technology: CAD/CAM systems. Omega. Int. J. Manage. Sci., 36(1), 107–121.

Tilak Raj, Ravi Shankar, M. S. (2010). GTA-based framework for evaluating the feasibility of transition to FMS. Journal of Manufacturing Technology Management, 21(2), 160–187.

Trivedi, A., Singh, A., & Chauhan, A. (2015). Analysis of key factors for waste management in humanitarian response: An interpretive structural modelling approach. International Journal of Disaster Risk Reduction, 14, 527–535.

Tseng, M. L. (2013). Modeling sustainable production indicators with linguistic preferences. Journal of Cleaner Production, 40, 46–56.

Valmohammadi, C., & Dashti, S. (2016). Using interpretive structural modeling and fuzzy analytical process to identify and prioritize the interactive barriers of e-commerce implementation. Information & Management, 53(2), 157–168.