

# برازش یک مدل ریاضی مناسب برای پیش‌بینی هزینه‌های نیروی انسانی

دکتر میر بهادرقلی آریا نژاد

سید مسعود سیدی

## چکیده

هدف این مقاله، مقایسه دو مدل کمی ARIMA و MADM برای پیش‌بینی هزینه‌های نیروی انسانی می‌باشد و همچنین مسائل و مشکلات کیفی برنامه‌ریزی منابع انسانی در قالب مدل‌های کمی و کیفی قرار گرفته است تا اینکه بتواند برنامه‌ریزی و پیش‌بینی در حد مطلوب صورت پذیرد. در این مقاله، ابتدا با استفاده از مدل‌های سری‌های زمانی، به ویژه مدل ARIMA برای پیش‌بینی هزینه‌های نیروی انسانی در یک شرکت تولیدی کاشی (شیراز) برازش شده و نتایج استخراج گردیده است. بعد از آن، اعتبار مدل از طریق روش‌های آماری درون‌یابی و برون‌یابی به اثبات رسیده است. در مرحله بعد، مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره MADM روی هزینه‌های نیروی انسانی همان شرکت اجرا شده است که برای مقایسه با مدل ARIMA تکنیک آنتروپی انتخاب شده است و در مرحله بعدی، نتایج پیش‌بینی مدل ARIMA با نتایج تکنیک آنتروپی مقایسه گشته است که برای این کار، از روش‌های آماری تست ناپارامتریک، اسپیرمن و کندال و چند آزمون دیگر استفاده شده است.

## مقدمه

دارد. تغییر سریع تکنولوژیک سبب ایجاد نیاز به نیروی انسانی بسیار ماهر گردیده است. در حالی که تلاش برای به دست آوردن نیروی انسانی لازم صورت می‌گیرد، در موارد بسیاری،

موضوع منابع انسانی در سالیان اخیر به صورت موضوع مشترک مسئولان مدیریت اقتصاد ملی و صنعت در آمده است، چون نیروی انسانی، مهم‌ترین منبعی است که آینده اقتصاد بدان بستگی

استفاده مؤثری از آن به عمل نمی‌آید. میانگین بهره‌وری آمریکاییان، ۲ برابر میانگین بهره‌وری اروپایی‌هاست. عمده این تفاوت نیز به دلیل استفاده مؤثر از انسان‌هاست.

بنابراین در اهمیت نیروی انسانی جای شک و شبهه‌ای وجود ندارد. اصلاح برنامه‌ریزی منابع انسانی، سؤالاتی را برمی‌انگیزد. به عنوان مثال: چه معنی خاصی برای اصطلاح فوق با فعالیت‌های بسیار متنوعی مانند انجام کار بر روی مدل‌های ریاضی، ارگونومی شغل، جامعه‌شناسی مدیریت و غیره وجود دارد؟ در حقیقت تعریف دقیقی از برنامه‌ریزی منابع انسانی به قدر کافی در برگرفته انواع فعالیت‌ها وجود ندارد.

البته مشخصه‌هایی برای برنامه‌ریزی نیروی انسانی وجود دارند. متغیرهای مربوط به مدیریت پرسنل، استخدام، آموزش، توسعه کار، پرداخت دستمزد، سیاست‌های ملی برای فرهنگ، آموزش و به کارگیری نیروی انسانی از این قبیل مشخصه‌ها هستند. مشخصه متمایز دیگر برای برنامه‌ریزی انسانی آن است که در هر جا ممکن است، از روش‌های علمی و به ویژه روش‌های ریاضی تحت عنوان تحقیق در عملیات استفاده می‌شود. در مطالعه نیازهای نیروی انسانی، روانشناسی، ارگونومی و مطالعه کار، به تعریف ارتباط بین افراد و کارشان، روانشناسی اجتماعی، جامعه‌شناسی و متون اقتصادسنجی کمک می‌کنند.

در بررسی منابع نیروی انسانی، فنون جامعه‌شناسی و روش‌های آماری می‌توانند فرآورده‌های یک سیستم اجتماعی را به وضوح مشخص نمایند.

به عنوان مثال دانشمندی به نام Young دریافته است که الگوهای منابع انسانی در بسیاری از سازمان‌ها می‌توانند توسط شبیه‌سازی کامپیوتری یا روش‌های ماتریسی برای ارائه عملکرد کل سیستم مورد استفاده قرار گیرند.

برای مثال، یک مشکل آشنا، کنترل ساختار سنی یک سازمان است. تمام اهمیت آن در اثرش بر روی تأمین مدیران آتی و پیش‌بینی کارراهه شغلی اعضای آن در آینده است. یک مدل رایانه‌ای می‌تواند اثر الگوهای مختلف استخدام، ترک کار، ارتقاء و رشد در طی چند دهه زمانی را که اتفاقات آینده ممکن است دارای عدم قطعیت بسیار باشند، نشان دهد. آنچه یک طرح یا برنامه نیروی انسانی می‌تواند انجام دهد، استفاده از بهترین اطلاعات و روش‌های آماری موجود برای ارائه آن چیزی است که اتفاق خواهد افتاد. اگر روندها و خط‌مشی‌های پایدار ادامه یافته و به کار گرفته شوند، خواه خط‌مشی‌ها مطلوب باشند و خواه روندهایی که ادامه خواهند یافت، مورد قضاوت مدیر باشند. اگر چه پاسخ آن است که داده‌های بهتر در مورد نیروی انسانی و استفاده هوشمندانه‌تر از روش‌های آماری می‌تواند ما را قادر به پیش‌بینی رفتاری‌های آتی گروه‌های انسانی با حداقل دقت قابل قبول نماید.

مشاهده گردیده است که برنامه‌ریزی نیروی انسانی تا حد زیادی با کارهای انجام شده توسط پیشگامان مرتبط است؛ پیشگامانی که در میان بخش‌های مختلف اقتصاد، گروه‌های حرفه‌ای، مراجع آکادمیک و بیش از همه در میان برنامه‌ریزان تئوریک و مدیران وجود دارند.

انسانی از خود اراده دارد. اگر تصمیمات مدیریت سازمان را دوست نداشته باشد، شاید آن سازمان را ترک کند

با تغییر درجات مهارت و تأکید بر روی برنامه‌ریزی جامع، نیروی انسانی معمولاً با موارد زیر درگیر می‌باشد:

**تقاضا:** تجزیه و تحلیل، مرور و تلاش به پیش‌بینی از طریق آمار و ارقام برای رسیدن به اهداف مورد نیاز سازمان.

**عرضه:** تلاش برای پیشگویی آنچه انجام می‌شود و اطمینان از دسترسی به نیروی انسانی در مواقع لزوم.

**طراحی تقابل بین عرضه و تقاضا:** به طوری که مهارت‌های لازم برای به دست آوردن بهترین مزیت‌های ممکن به کار گرفته شوند.

با در کنار هم قرار گرفتن این جنبه‌های سه‌گانه، فرآیند برنامه‌ریزی قصد دارد، عرضه و تقاضای سازمان را به توازن در آورد.

تئوری تعادل عرضه، تقاضا و قیمت باید در برنامه‌ریزی جامع نیروی انسانی در نظر گرفته شود، اما این تئوری تنها یکی از عناصر این سیستم پیچیده است. استفاده مؤثر از بهای نیروی انسانی در برنامه‌ریزی نیروی انسانی، به دانش محلی بستگی دارد. هیچ روش شناسایی حاضر و آماده‌ای برای پیش‌بینی تقاضای نیروی انسانی وجود ندارد. هر سازمانی از روش‌های خاص خود برای برآوردن نیازهای خود استفاده کند. برای این منظور، فنون آماری مفید وجود دارند. این فنون می‌توانند بخشی از مبانی پیش‌بینی‌ها را تشکیل دهند. نکته مهم، تشخیص این موضوع است که

مدیران نیز به دو دسته اهل عمل و تئوریک تقسیم می‌گردند و مدیران اهل عمل الزاماً هنگامی تصمیم می‌گیرند که تعداد زیادی از عناصر موجود در یک موقعیت خاص، ناشناخته هستند، اما کاری که یک مدیر تئوریک انجام می‌دهد، کاهش تعداد ناشناخته‌هاست و همکاری بین این دو دسته از مدیران می‌تواند بسیار پربار باشد.

برنامه‌ریزی نباید به منزله یک نقشه تفصیلی برای آینده‌سازان در نظر گرفته شود که در آن، هر فرد به تطبیق خود با برنامه تنظیمی ملزم گردد؛ اگرچه قدری تطابق وجود خواهد داشت.

هر فرد در سازمان، از اهداف و مقاصدی مطلع می‌گردد تا بتواند وظایف خود را به نحو مؤثری به انجام رساند. اما تمایل سرسختانه به برنامه‌ریزی باعث استفاده غیرمؤثر از منابع می‌گردد، زیرا نمی‌تواند به طور دقیق هر اتفاقی را پیش‌بینی نماید. برنامه‌ریزی باید به صورت فرآیندی برای فراهم آوردن چارچوب‌های به روز آمده اطلاعات برای تصمیم‌گیری با هدف و بهبود بهره‌برداری از منابع تلقی گردد.

سازمان دارای دستوالعمل‌های برنامه‌ریزی مؤثر می‌تواند خود را به سرعت با شرایط جدید سازگار نماید. هدف عمومی برنامه‌ریزی جامع نیروی انسانی، کاهش خطر مازاد و یا کمبود انواع خاص نیروی انسانی است. زیرا هرگونه عدم توازن بین پرسنل و دیگر منابع، سبب اتلاف منابع می‌گردد.

به نیروی انسانی نمی‌توان همچون دیگر منابع یک سازمان نگریست. زیرا سازمان با استخدام افراد نمی‌تواند آنها را تصاحب نماید. نیروی

نیروی انسانی، اصلاح دانش مدیریت در زمینه رفتار سیستم می‌باشد. روش‌های انسانی، قبل از پیدایش کامپیوتر، توسعه یافته و طبیعتاً با صرف وقت زیاد و استفاده از نیروی انسانی ماهر، هزینه زیادی می‌بردند.

با استفاده از کامپیوتر، تغییرات عظیمی حاصل گردیده و سرعت انجام کار افزایش یافته است و در نتیجه هزینه‌ها کاهش پیدا کرده‌اند، ضمن آنکه دیگر نیازی به استفاده از نیروی انسانی ماهر نیست.

موضوع فعلی، دنباله تحقیقات گذشته است که چون انتخاب موضوع و تکنیک تازگی داشته است، مقایسه‌ای بین دو مدل ARIMA (مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره) با مدل MADM در زمینه هزینه‌های نیروی انسانی صورت گرفته است که در این راستا، از تکنیک‌ها و روش‌های مختلف آماری و تکنیک‌هایی همچون انتروپی، برازش مدل ARIMA با استفاده از مدل Box-Jenkins و الگوریتم تکراری نیوتن-رافسن و همچنین تست ناپارامتریک با استفاده از ضرایب همبستگی اسپیرمن و کندال و روش آماری ویلکا کسون یا من-ویتنی استفاده شده است.

در زمینه تعیین اعتبار برازش مدل ARIMA از روش‌های درون‌یابی و برون‌یابی و ضرایب پیرسون استفاده شده است. همچنین از دانش تحقیق در عملیات استفاده‌های گوناگونی شده است.

### هدف تحقیق

هدف این مقاله، به کارگیری یک روش دقیق آماری برای پیش‌بینی هزینه‌های نیروی انسانی در

استفاده از این فنون تنها بخشی از فرآیند برنامه‌ریزی است و لازم است که از افکار و عقاید مدیران و سایر پرسنل نیز استفاده شود. اگر این نکته رعایت گردد، مدل‌های آماری می‌توانند تمامی عوامل مربوط به هم را مورد ارزیابی قرار دهند. اگر مدیریت عالی سازمان از نقش برنامه‌ریزی نیروی انسانی آگاه باشد، از بروز مشکلات بسیاری پیشگیری خواهد شد.

نمی‌توان عرضه و تقاضا را به طور مجزا مد نظر قرار داد. اما اغلب لازم است که برای به دست آوردن نتایج عملی، چنین کاری را کرد. حتی ممکن است ناچار به جلوگیری از تأثیر عرضه بر تقاضا باشیم. تجربیات اخیر نشان داده‌اند که شاید در مواردی، افرادی را به شغلی گمارده باشند که طبیعت آن شغل را عوض نمایند. در این مقوله است که فنون آماری و کاربرد آنها پیشرفته‌تر هستند. در اینجا است که خصوصاً باید نیروی انسانی را یک سیستم پویا در نظر گرفت که موارد آن، استخدام، انتقالات، ارتقای شغل، آموزش و بازنشستگی هستند. در واقع همه موارد ذکر شده به نحوی در ارتباط با یکدیگر هستند.

در مطالعات مربوط به نیروی انسانی به عنوان یک سیستم پویا، از روش‌های آماری استفاده می‌گردد که به تشریح ارتباطات فیما بین کمک می‌نمایند.

تغییر در سیاست‌ها یا امور اجرایی در یک زمینه خاص ممکن است باعث ایجاد تغییر در سایر زمینه‌ها گردد.

تمام چیزهای گفته شده، جنبه‌های یک سیستم هستند. یکی از نتایج فرعی مفید برنامه‌ریزی جامع

امکانات و منابع سازمان در جایگاه اصلی خود می‌باشد که خود این حرکت، بهره‌وری و افزایش راندمان کاری را ایجاد می‌نماید.

مدل‌های ریاضی همچون سری‌های زمانی مدل ARIMA، مدل تخصیصی منابع "Job Assiynment" و "Allocation Model" بسیار مفید و مؤثر هستند. اهمیت ویژه تحقیق، در این قسمت مطرح می‌شود: ایجاد و برقراری یک نوع ارتباط بین مدل ARIMA و برنامه‌ریزی منابع انسانی. زیرا یک نوع تشابه بین این دو دیده می‌شود. هر دو دارای سیستم مرحله‌ای همراه با تغییرات است و هیچ کدام ایستا نیستند. زیرا برنامه‌ریزی منابع انسانی، تحت شرایط مختلف دچار تغییرات می‌شود و بایستی بتواند خود را با تغییرات جدید تطبیق دهد و مدل سری‌های زمانی ARIMA چنین توانایی را داراست و می‌تواند مدل بسیار مناسب و خوبی به منظور برنامه‌ریزی منابع انسانی ارائه دهد.

خواسته‌های برنامه‌ریزی منابع انسانی با نتایج و اهداف هماهنگ است و تطابق کامل دارد. مسلماً چنین تحقیقی بسیار پیچیده و مشکل خواهد بود و به تسلط کامل بر روی مدل سری‌های زمانی ARIMA و برنامه‌ریزی منابع انسانی نیاز دارد و نهایتاً با مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره یا MADM مقایسه شده است.

### طرح مسأله

یکی از مشکلات اساسی در مدیریت منابع انسانی، پیش‌بینی تعداد و هزینه‌های نیروی انسانی در زمان آینده می‌باشد. این پیش‌بینی باید دارای حداقل خطا باشد و مسأله دیگر، یافتن تکنیک

طول زمان می‌باشد تا بتواند از بودجه و امکانات موجود و در دسترس، حداکثر استفاده را بنماید و انحراف برنامه کمتری داشته باشد یا آن را به حداقل برساند. مسأله دیگر اینکه سعی شده است، یک نوع روش ابداعی در مدیریت و پیش‌بینی هزینه‌های نیروی انسانی مطرح گردد که اولین بار در مدیریت نیروی انسانی مطرح شده است.

یکی از مشکلات اساسی و مهم در سازمان‌های اداری و صنعتی و همچنین بازرگانی، مسأله برنامه‌ریزی نیروی انسانی در وضعیت حال و آینده می‌باشد. این مسأله دارای ابعاد مختلف می‌باشد، از جمله:

(الف) مسأله برنامه‌ریزی تعداد نیروی انسانی.  
(ب) مسأله برنامه‌ریزی نیازهای منابع انسانی در خصوص تخصیص، مهارت، جنس، سن، تجربه و سایر عوامل مربوط به نیروی انسانی که برای تصمیم‌گیری مدیریت منابع انسانی مورد نیاز است.  
(ج) نیاز به تغییرات در سیستم منابع انسانی سازمان.

(د) یکی از مسائل بسیار مهم و همیشه مورد توجه برنامه‌ریزی منابع انسانی، مسأله هزینه‌های پرستلی و برآورد و تعیین آن می‌باشد و هدف، حداقل کردن آن است.

(ه) مسأله دیگری که ممکن است در ارتباط با برنامه‌ریزی نیروی انسانی مطرح گردد و امروزه خود را بسیار مهم و حیاتی نشان داده است، مسأله بهره‌وری و راندمان کاری پرسنل در سازمان است و هدف، افزایش دادن آن است.

(و) یکی دیگر از ابعاد مسأله برنامه‌ریزی منابع انسانی، مسأله تخصیص مناسب داده‌ها و اطلاعات

مناسب و تعیین اعتبار آن می‌باشد که در این تحقیق برای این منظور از مدل ARIMA و مدل MADM استفاده شده است.

### مبانی نظری تحقیق

در متون مربوطه، مدیریت منابع انسانی طرح‌ریزی (برنامه‌ریزی) نیروی انسانی با سه مفهوم مختلف مطرح شده است.

الف) توسعه مدیریتی<sup>۱</sup>

ب) پیش‌بینی احتیاجات نیروی انسانی<sup>۲</sup>

ج) طرح‌ریزی سازمانی<sup>۳</sup>

هر یک از مفاهیم فوق را طرح‌ریزی نیروی انسانی به نحوی خاص توجیه می‌کند، ولی برخی از متخصصان امر در تعاریف خود، هر سه مفهوم را لحاظ کرده‌اند و طرح‌ریزی نیروی انسانی را به شکل‌های مختلف می‌توان تعریف کرد:

«روشی که از طریق آن، مدیریت تشخیص می‌دهد، چطور در سازمان می‌تواند از وضعیت فعلی به وضعیت مورد نظر برسد. از طریق طرح‌ریزی تلاش می‌شود، نیروی انسانی مناسب به تعداد مورد نیاز در زمان مناسب و مکان مناسب به دست آید و از این راه، هم سازمان و هم افراد سازمان به منافع مورد نظر خود برسند.

استیز، طرح‌ریزی نیروی انسانی را این‌طور تعریف می‌کند:

هدف طرح نیروی انسانی، حفظ و بهبود و

توانایی سازمان برای رسیدن به هدف‌هایش است که این اهداف با ایجاد یک استراتژی مخصوص به منظور افزایش استفاده از نیروی انسانی در آینده تأمین می‌گردند.

تعریف و استراتژی استیز نیز طرح‌ریزی نیروی انسانی را به مفهوم وسیع کلمه دربر دارد و طبعاً سازماندهی آموزش و بهسازی عوامل داخلی و خارجی سازمان را شامل گردیده است.

با توجه به تعریف وتر، برآورد احتیاجات نیروی انسانی آینده هر مؤسسه فقط با مطالعه شرایط گذشته و حال و رابطه این سه مقطع زمانی از نظر روندی امکان‌پذیر است. در صورتی که خط‌مشی‌های پرسنلی متأثر از دگرگونی‌های شرایط محیط، دستخوش تغییر و تحول نگردند، می‌توان تا حدودی نیازهای پرسنلی گذشته و حال را به آینده تعمیم داد. ولی اگر خط‌مشی‌ها و هدف‌های کلی تغییر کنند، در نظر گرفتن این روند نمی‌تواند ملاک تصمیم‌گیری باشد. بلکه لازم است با استفاده از تکنیک‌های دیگر، پیش‌بینی و اقدام گردد. عوامل کاملاً مؤثر در تعیین نیازمندی‌های نیروی انسانی را می‌توان به طور کلی به دو دسته تقسیم کرد:

۱- افزایش یا کاهش حجم عملیات آینده نسبت به حجم عملیات زمان حال و گذشته: در بخش خصوصی به ویژه در واحدهای صنعتی از این مورد استفاده و به عنوان پیش‌بینی احتیاجات نیروی انسانی بر مبنای برآورد تولید یاد می‌شود. حجم

1- Management development

2- Future manpower need

3- Organizational planning

(۳) برنامه‌ریزی نیروی انسانی

(۴) برنامه‌ریزی نحوه کنترل ارزیابی.

در پیش‌بینی تغییرات منابع انسانی می‌توان مدل مارکف را به کار برد که در آن از قانون احتمالات و ماتریس جابه‌جایی<sup>۴</sup> استفاده شده است. بدون توضیح مبنای علمی این مدل که نیاز به وقت بیشتری دارد، در چارچوب تجزیه و تحلیل مارکف، از روند تغییرات گذشته مثل جابه‌جایی‌های پرسنلی در داخل یک سازمان و تبدیل آن به ضرایب احتمالی جابه‌جایی استفاده و از آن ضرایب برای پیش‌بینی تغییرات استفاده می‌شود.

#### فرضیه تحقیق

$H_0$  = اطلاعات مدل ARIMA و مدل MADM

در پیش‌بینی هزینه‌های نیروی انسانی، مستقل از یکدیگر هستند.

$H_1$  = اطلاعات مدل ARIMA و مدل MADM

در پیش‌بینی هزینه‌های نیروی انسانی، مستقل از یکدیگر نیستند.

#### تعاریف عملیاتی

**الف) برازش:** منظور از برازش همان عملیات

Fitting یا خورند کردن مدل برحسب مدل

ARIMA می‌باشد. به عبارت دیگر، استخراج مدل

مناسب برای اطلاعات داده شده در زمینه پیش‌بینی

هزینه‌های نیروی انسانی در زمان آینده می‌باشد.

تولید و یا فروش (و یا واحدهای دارای حجم خدمات و اقدامات) میزان عملیات لازم و حجم عملیات سقف پرسنل مورد نیاز را مشخص می‌کند.

۲- کاهش نیروی انسانی به علت جدا شدن

کارکنان از سازمان: به طور طبیعی هر سال به علل مختلف مثل فوت، بازنشستگی، اخراج، انفصال موقت و نظیر اینها عده‌ای از سازمان جدا می‌شوند که جز در موارد استثنایی، بقیه معمولاً از روند خاص تبعیت می‌کنند. معمولاً با توجه به این نکته، نیروی انسانی مورد نیاز آینده را با رابطه زیر نشان می‌دهند:

اضافه شدگان + جدا شدگان - نیروی انسانی

موجود = نیروی انسانی مورد نیاز آینده

که اگر تغییری در حجم عملیات به وجود نیاید، طبعاً جدا شدگان برابر با اضافه کنندگان گردیده، جمع جبری آنها معادل صفر می‌شود.

با وجود اینکه طرح وتر بیشتر به منظور برآورد احتیاجات در سطح مدیریتی و سرپرستی است، می‌توان تکنیک آن را برای احتیاجات پرسنلی کل سازمان نیز به کار برد. برآورد احتیاجات و برنامه‌ریزی نیروی انسانی براساس طرح وتر در چهار مرحله انجام می‌گیرد:

(۱) تجزیه و تحلیل وضع موجود و پیش‌بینی احتیاجات آینده.

(۲) تعیین هدف‌ها و خط‌مشی‌های پرسنلی.

انسانی می‌باشد و این عملیات در سه مرحله صورت می‌گیرد.

الف) تشخیص الگو

ب) برازش الگو

ج) تشخیص درستی الگو

و استفاده از الگوریتم Box-Jenkins الگوریتم تکراری نیوتن - رافسن و (Ljung Box) و piers Statistics - Modified Box.

### مدل ARIMA

این مدل یکی از اساسی‌ترین مدل‌های سری‌های زمانی برای پیش‌بینی می‌باشد و مشهور به مدل خودبرگشتی میانگین متحرک تلفیقی می‌باشد که از دو جزء مدل AR و MA تشکیل شده است که اگر آن را Integrate نمایم، به مدل ARIMA تبدیل می‌گردد. مدل ARIMA به دو صورت معمولی و فصلی - ضربی می‌باشد.

معمولی:

ARIMA (P, d, q)

فصلی - ضربی:

ARIMA (p, d, q). (P.D.Q).S

AR (P)

MA (q)

AR. MA (P,q)

ARI

IMA

ARIMA

ب) مدل ARIMA: یکی از مدل‌های پیشرفته آماری است که جزو مبحث سری‌های زمانی (Series time) مشهور به تورگرسیو میانگین متحرک تلفیقی<sup>۵</sup> می‌باشد و به دو صورت معمولی و فصلی - ضربی مطرح می‌گردد. آریمای معمولی:

ARIMA (P. d. q)

آریمای فصلی ضربی:

ARIMA (P. d. q)

و مدل ARIMA مرکب از مدل و حرف‌های: AR, MA, ARMA, ARI, IMA, ARIMA می‌باشد.

مدل کلی آریمای فصلی ضربی:

$$P_p(B)F_p(B)\nabla^d\nabla_s^D Z_t = O(B)\beta(B)^{at}$$

### ج) مدل MADM

"Multiple Attribute Decision Making".

این مدل مشهور به مدل تصمیم‌گیری چند ارزش می‌باشد و در محدوده MCDM و MODM قرار دارد. این مدل دارای چهار تکنیک است که در این تحقیق از تکنیک آنتروپی استفاده شده است. این تکنیک از ماتریس تصمیم‌گیری استفاده می‌نماید و ویژگی‌های کیفی را به کمی تبدیل می‌کند و بیشتر از مقیاس ابتدایی استفاده می‌نماید. **د) استفاده یا به کارگیری:** به منظور استفاده و به کارگیری، مسافت و برازش مدل ARIMA و fit نمودن مدل و تعیین رتبه‌های MA(q) و AR(p) و SAR(P) و SMA(Q) بر روی هزینه‌های نیروی

به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می‌گردند. برای انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین  $m$  گزینه‌های موجود به کار می‌روند. تصمیم‌گیری چندشاخصه معمولاً توسط ماتریس زیر (انتهای ستون مقابل) فرموله می‌گردد.

به طوری که  $A_i$  نشان دهنده گزینه  $i$ ام،  $x_j$  نشان دهنده شاخص  $j$ ام و  $r_{ij}$  نشان دهنده ارزش شاخص  $j$ ام برای گزینه  $i$ ام می‌باشد، محاسبات عملیات با استفاده از پنج فرمول زیر صورت می‌پذیرد:

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{mi} r_{ij}}$$

$$E_j = -K \cdot \sum [P_{ij} \cdot L_n P_{ij}]$$

$$d_j = 1 - E_j$$

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{ni} d_j}$$

$$W_j = \text{تعدیل شده} = \frac{\lambda_j W_j}{\sum_{i=1}^m \lambda_j W_j}$$

### جامعه و مکان نمونه‌گیری

نمونه‌گیری در سه شرکت صنعتی شهر شیراز صورت پذیرفته است و از اطلاعات هزینه‌ای و تعدادی نیروی انسانی استفاده شده است: یک

### ARIMA Model

$$((Q_p(B)\phi_p(B)\Delta^d\Delta_s^D)$$

$$Z_t = \theta_q(B)\theta(B)\theta(B)at)$$

در این مدل از الگوریتم Box-Jenkins یا الگوی تکراری نیوتن - رافسن یا (Ljung-Box) و Modified Box - Piers Statistics استفاده می‌نمایم.

### مدل MADM

در دهه‌های اخیر، متخصصان توجه خود را به مدل‌های چندمعیاره MCDM برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده معطوف نموده‌اند. در این تصمیم‌گیری‌ها به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی، از چندین معیار سنجش استفاده می‌نمایند. این مدل‌های تصمیم‌گیری به دو دسته تقسیم می‌گردند.

(۱) مدل‌های چندهدفه (MODM)

(۲) مدل‌های چندشاخصه (MODM)

مدل‌های چندهدفه به منظور طراحی به کار گرفته می‌شوند، در حالی که مدل‌های چندشاخصه

شاخص / گزینه	$x_1$	$x_2$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$x_n$
$A_1$	$r_{11}$	$r_{12}$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$r_{1n}$
$A_2$			$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
$A_m$	$r_{m1}$	$r_{m2}$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$r_{mn}$

شرکت تولیدی کاشی و یک شرکت صنعتی سرمایه‌یک و یک شرکت مخابراتی که انتخاب براساس تصادفی بودن و صنایع مختلف می‌باشد و در حدی که اطلاعات به صورت کامل در اختیار گذاشته شود و همچنین برای مقایسه مدل ARIMA و MADM تنها از شرکت تولیدی کاشی استفاده شده است که دلیل آن، دردسترس بودن اطلاعات و صحت آن می‌باشد.

### متغیرها

در تحقیق جاری با عنایت به تحقیقات مشابه، متغیرها به شرح زیر در نظر گرفته شده‌اند.

۱) متغیر مستقل: متغیری است که قائم به ذات خود باشد و از متغیر دیگری متأثر نباشد. همانند زمان براساس مقیاس ماه و سال.

۲) متغیر وابسته: متغیری است که قائم به ذات خود نباشد و متأثر از متغیرهای دیگر است. همانند هزینه‌های نیروی انسانی و اجرایی تشکیل دهنده آن.

### روش‌های آماری و نرم‌افزارهای کامپیوتری

از روش‌های آماری مختلفی در این تحقیق به شرح زیر استفاده شده است:

الف) سری‌های زمانی به صورت کامل

ب) تست  $x^2$

ج) نسبت t یا t-Ratio

د) تحلیل‌های رگرسیونی

ه) P-value

و) آزمون‌های فرض

ز) تست ناپارامتریک اسپیرمن  
ح) تست ناپارامتریک کندال  
ط) ضریب همبستگی پیرسون  
ی) روش آماری ویلکا کسون یامن - ویتنی  
ک) روش‌های آماری درونیابی و برون‌یابی  
برای تعیین اعتبار

و نرم‌افزارهای کامپیوتری استفاده شده عبارتند

از:

الف) Ver:6,10,4 Windows, Minitab

ب) Stat Graph

ج) "Statistical Analysis System. SAS"

### تجزیه و تحلیل نتایج

الف) ضریب همبستگی پیرسون از طریق درونیابی ARIMA برابر با  $81/3$  درصد می‌باشد.  
ب) ضریب همبستگی پیرسون از طریق برون‌یابی ARIMA برابر با  $93\%$  می‌باشد (مقایسه بین نتایج مدل ARIMA و پیش‌بینی مدیران).

ج) تست ناپارامتریک و ضریب همبستگی اسپیرمن و کندال، نتایج مشابهی را ارائه می‌دهد که عبارتند از:

به طور مثال بین Var 1 و Var 3، ضریب همبستگی اسپیرمن  $98\%$  و ضریب همبستگی کندال  $93\%$  می‌باشد. همچنین بین Var 1 و Var 6 همین نتیجه حاصل شده است.

ضریب همبستگی اسپیرمن  $98\%$  و ضریب همبستگی کندال  $93\%$  همان‌طور که مشاهده می‌شود، ضریب همبستگی بسیار قوی است و اطلاعات مدل ARIMA و مدل MADM مستقل از

یکدیگر نیستند، بلکه وابسته به یکدیگر می‌باشند و  $H_0$  رد و  $H_1$  اثبات می‌گردد. البته بایستی توجه نمود که این نتیجه تنها بین  $Var 1$  و  $Var 3$  و  $Var 4$  و  $Var 6$  حاصل شده است و همان طوری که در اطلاعات آماری وجود دارد، ضریب همبستگی بین سایر عوامل قوی نمی‌باشد و شرط استقلال اطلاعات وجود دارد. از روش‌های آماری دیگر همچون روش ویلکاکسون یا من - ویتنی مقایسه بین دو میانه و همچون روش آماری کلموگروف و اسمیرنوف برای مقایسه واریانس‌ها استفاده شده است که مطالب فوق را تأیید می‌نماید.

### منابع

- ۱- دکتر میرسپاسی، مدیریت منابع انسانی، چاپ شانزدهم، ۱۳۷۶.
- ۲- دکتر آریانزاد و مهندس ذهیون، آمار و احتمالات دانشگاه علم و صنعت ایران، تجدید چاپ، ۱۳۷۶.
- ۳- دکتر خلیلی شورینی، سهراب، برنامه‌ریزی تعاملی، ۱۳۷۵.
- ۴- دکتر جزنی، نسرین، مدیریت منابع انسانی، ۱۳۷۶.
- ۵- دکتر جاسبی، عبدالله، اصول و مبانی مدیریت، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، تجدید چاپ، ۱۳۷۶.
- ۶- دکتر اعرابی و دکتر پارسیان، مترجم، مدیریت جلد‌های اول، دوم، سوم، (ستیونر) انتشارات مؤسسه پژوهش‌های بازرگانی، ۱۳۷۷.
- ۷- دکتر پارسیان، ترجمه، تئوری سازمان و طراحی ساختار، جلد اول و دوم، انتشارات مؤسسه-پژوهش‌های بازرگانی، ۱۳۷۶.
- ۸- دکتر اصغرپور، محمد جواد، تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات مدیریت برنامه‌ریزی پویا و برنامه‌ریزی با اعداد صحیح (جلد چهارم) (تحقیق در عملیات پیشرفته)، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
- ۹- دکتر شهیدی پور (ترجمه)، بهینه‌سازی (تئوری و کاربرد)، جلد اول و دوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۴.
- ۱۰- دکتر سوخکیان، برنامه‌ریزی و تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری‌های صنعتی، دانشگاه شیراز، تجدید چاپ، ۱۳۷۵.
- ۱۱- دکتر مدرس (ترجمه)، برنامه‌ریزی خطی و ریاضی جلد اول و دوم لیبرمن، انتشارات تندر، ۱۳۶۹.
- ۱۲- صفاری، مهدی، آمار و کاربرد آن در مدیریت، ۱۳۷۵.
- ۱۳- جلیلی خشنود، جلیل، آمار و احتمالات و کاربرد آن در مدیریت، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جنوب تهران، ۱۳۷۵.
- ۱۴- مهندس مدنی، علی، استنتاج آماری جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.
- ۱۵- نوفرستی، محمد، آمار در اقتصاد و بازرگانی، جلد اول و دوم، سال ۱۳۷۴.
- ۱۶- دکتر بهبودیان، جواد، رگرسیون انتشارات دانشگاه شیراز، تجدید چاپ، ۱۳۷۷.

- ۱۷- بازرگان، لاری، محمدباقر (ترجمه)، آشنایی با تحقیق در عملیات، جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز، تجدید چاپ، ۱۳۷۲.
- ۱۸- دکتر دلاور، روش تحقیق، سال ۱۳۷۵.
- ۱۹- دکتر اصغرپور، تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات مدیریت، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، تجدید چاپ، ۱۳۷۷.
- ۲۰- دکتر دلاور، روش‌های آماری.
- ۲۱- دکتر تاجداران، روش‌های علمی و تحقیق.
- ۲۲- دکتر احمدی ترشیزی، پایان نامه دکتری در خصوص کاربرد زنجیره مارکوف در برنامه‌ریزی نیروی انسانی.
- ۲۳- دکتر مومنی، منصور، پژوهش عملیاتی و مدل‌های احتمالی.
- ۲۴- دکتر طوسی، دکتر مهدویان، دکتر علوی، دکتر فرهنگی، (مترجمان)، اصول مدیریت جلد اول و دوم.
- ۲۵- دکتر بازرگان لاری، آمار کاربردی، دانشگاه شیراز
- ۲۶- دکتر نیرومند (ترجمه)، کتاب تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲۷- دکتر فاطمی قمی (ترجمه)، کتاب تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، نشر دانش امروز.
- ۲۸- دکتر بزرگ‌نیا و دکتر نیرومند، کتاب سری زمانی، دانشگاه پیام نور.
- ۲۹- دکتر اصغرپور، جواد، تصمیم‌گیری چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
- ۳۰- دکتر اصغرپور، جواد، برنامه‌ریزی پویا، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
- 31- Operational Research By: Arnold and Cohen.
- 32- Operational Research By: Hamdy Taha.
- 33- Man power planning By: Bartholomer. Penyuin Education select Reading.
- 34- Mathematical statistics with Applications. By: Scheaffer, wackerly, Menden Hall. fouth Editions. Pws - Kent.
- 35- E. R. Lieberman; "Multi - Objective - Programming in the USSR". Academic press, inc; 1991.
- 36- C. L. HWANG & K. Yoom. "Multiple Attribute - Decision - Making". Springer Verlag; 1981.
- 37- Anderson. T. W. (1971). "The statistical Analysis of time series" New Yourk : Wiley.
- 38- Box, G. E. P and jenkins, G. M. (1976). "Time servies Analysis : Forecasting and control". Rev. ed. san Fransisco & Holden dau.