

پیش‌بینی فرایندهای لجستیک معکوس با مدل‌های سری زمانی

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۰۸

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۱۵

روح‌الله تولایی^۱، شهربانو تاج‌میری گندایی^۲، محمد تاج‌میری گندایی^۳

از صفحه ۱۰۵ تا ۱۲۲

چکیده

در هزاره سوم یکی از اهداف مهم سازمان‌ها، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری است. مدیریت لجستیک معکوس (مدیریت بازگشتی‌ها)، حوزه‌ای کوچک ولی مهم از زنجیره تأمین‌کنندگان امروزی است و این اجازه را به مدیریت سازمان‌ها و شرکت‌ها می‌دهد که کالاها و مواد اولیه برگشتی را به عرضه‌کنندگان بازگردانند و روش‌هایی را اتخاذ نمایند تا مجموع هزینه‌های مرتبط با زنجیره تأمین را کاهش دهند. از مسائل بسیار مهم برای مدیران در سازمان‌ها، پیش‌بینی هزینه‌های مختلف اعم از هزینه‌های سفارش، نگهداری، کمبود و... می‌باشد که این پیش‌بینی را می‌توان به کمک مدل‌های سری زمانی انجام داد. سری زمانی از فن‌های آماری است. پژوهش حاضر کاربردی بوده و تحلیلی-توصیفی می‌باشد. ابزار جمع‌آوری اطلاعات، کتابخانه‌ای است. هدف از این پژوهش، بررسی کاهش هزینه‌های اجرایی لجستیک معکوس و پیاده‌سازی اهداف آن به کمک توصیف، تبیین، پیش‌بینی و کنترل آینده است. در رویکرد سری زمانی و با به‌کارگیری مدل آریما (ARIMA) برای داده‌هایی با روندهای قابل تشخیص، با استفاده از داده‌های گذشته (موجود) می‌توان آینده را پیش‌بینی نمود، سازمان را در فرایندهای تصمیم‌گیری خود بهبود بخشید و صرفه‌جویی‌های اقتصادی مناسبی حاصل نمود.

کلید واژه‌ها

زنجیره تأمین، لجستیک معکوس، پیش‌بینی آینده، سری زمانی، مدل ARIMA، کاهش هزینه‌ها.

۱- دکتری مدیریت تولید و عملیات، عضو هیئت علمی و استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه شهید بهشتی تهران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی زند شیراز، نویسنده مسئول mohandes11sh@yahoo.com
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر



مقدمه

زنجیره تأمین^۱ فرایندی یکپارچه است که در آن تعدادی از شرکت‌ها و سازمان‌های تجاری (شامل تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان)، برای تبدیل مواد خام به محصولات تمام‌شده و تحویل این محصولات به خرده‌فروشان یا مشتریان کار می‌کنند (احتشام راثی، ۱۳۹۲). مدیریت زنجیره تأمین^۲، به‌عنوان زیرساخت لازم برای موفقیت سازمان‌ها، یکی از مباحث مهمی است که همواره محققان و صنعتگران، روش‌های جدیدی برای بهبودی کارایی و اثربخشی آن ارائه نمودند (ودود گرجامی، ۱۳۹۲). بسیاری از فعالیت‌های اساسی مدیریت زنجیره با روش‌های جدید در حال انجام است. تا قبل از دهه ۹۰، "لجستیک"^۳ و "مدیریت عملیات"^۴ به‌جای مدیریت زنجیره تأمین به‌کار می‌رفتند. واژه لجستیک معکوس^۵، در ابتدا "توزیع معکوس"^۶ نامیده می‌شد و با ارجاع به حرکت برگشتی محصولات از تاریخ گذشته یا خسارت‌دیده و شامل حرکت برگشتی پایان عمر محصولات برای بازیافت نیز می‌باشد. لجستیک معکوس تمام فعالیت‌های زنجیره تأمین را شامل می‌شود که به‌صورت معکوس اتفاق می‌افتد (احتشام راثی، ۱۳۹۲). امروزه تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی به‌طور وسیعی در بسیاری از شاخه‌های مهندسی، علوم فیزیک و اقتصاد مورد استفاده واقع می‌شود (نیرومند و بزرگ نیا، ۱۳۷۲). منظور از سری زمانی، مجموعه‌ای از داده‌های آماری است که در فواصل زمانی مساوی و منظمی جمع‌آوری شده باشند. روش‌های آماری که این‌گونه داده‌های آماری را مورد استفاده قرار می‌دهد، روش‌های تحلیل سری‌های زمانی نامیده می‌شود (کارآموز و عراقی نژاد، ۱۳۸۴). مدل میانگین متحرک خودگردان یکپارچه آریمای^۷ یکی از مدل‌های معروف خطی در پیش‌بینی^۸ سری زمانی در طول سه دهه گذشته است (ژانگ، جی، پی، ۲۰۰۳). در اکثر موارد به‌طور عمومی و سنتی، تولیدکنندگان کالاها و اقلام، در قبال کالاهای خود پس از توزیع و سپس مصرف توسط مصرف‌کنندگان (هم‌چنین بعد از دوره کامل مصرف و رسیدن به مرحله عدم کاربرد کالا)، مسئولیتی نخواهند پذیرفت. سازمان‌ها می‌توانند با بهره‌گیری از داده‌های اقلام

1 - Supply Chain
2 - Supply Chain Management
3 - Logistic
4 - Operations Management
5 - Revers Logistic
6 - Distribution Logistic
7 - Autoregressive Integrated Moving Average Model (ARIMA)
8 - Forecast

مرجوعی گذشته، حجم محصولات تولیدی مصرف‌شده در آینده را کاهش داده و از خسارات قابل ملاحظه در جهت تخریب محیط زیست بکاهند. به سخن دیگر، تولیدکنندگان مختلف کالاها و اقلام، با توجه به اطلاعات موجود و گذشته، می‌توانند هزینه‌های^۱ ناشی از بازیافت^۲ کالاها، محصولات استفاده نشده برگشتی، محصولات نیاز به تعمیر، محصولات فروش نرفته در انبارها و... برآوردی تخمین نمایند و لذا برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری، پیاده‌سازی و کنترل روند هزینه‌ها در آینده مناسب‌تر خواهد بود. سازمان‌ها می‌توانند با پیش‌بینی تولید هزینه‌های مختلف از جمله کالاهای معیوب ناشی از تولیدات خود، ضایعات کالاهای مصروفی را به حداقل برسانند.

قوانین علمی برای توضیح وقایع و نظریه به کار می‌روند. یک قانون علمی خوب به ما اجازه می‌دهد، حقایق تازه‌ای را پیش‌بینی کنیم. یک نظریه خوب به ما امکان می‌دهد قوانین علمی تازه‌ای را پیش‌بینی کنیم. پیش‌بینی، نقشی اساسی در ایجاد، ارزیابی و به کارگیری نظریه‌های علمی بازی می‌کند. هر علم پیشرفته‌ای، نظریه‌هایی را تولید می‌کند که توان پیش‌بینی وقایع تجربی را با قابلیت اتکا و توان بیشتری داشته باشد. به منظور روشمند کردن و ارزیابی چنین نظریه‌هایی، دانشمندان به دو ابزار نیاز دارند: ۱. زبانی که به اندازه کافی دقیق و قوی باشد تا به کمک آن بتوان پیش‌بینی‌های مناسب را به درستی بیان کرد. ۲. روش‌هایی که با استفاده از آن بتوان رابطه دقیق مشاهدات و پیش‌بینی‌ها را اندازه‌گیری نمود (کردستانی، ۱۳۸۲). یکی از مسائل مهم برای مدیران در سازمان‌های صنعتی، بازرگانی و حتی نظامی، پیش‌بینی میزان هزینه‌های مصروفی برای خریده‌ها، با توجه به امکانات داخلی و شرایط بازار است؛ از این‌رو، هزینه خرید مواد و اجناس لازم برای تولید و فروش و هزینه‌های مختلف موجودی (هزینه‌های سفارش، نگهداری، کمبود، قیمت خرید مواد و موجودی‌ها) از اقلام عمده هزینه است که مدیران می‌توانند از طریق به کارگیری فن سری زمانی، با توصیف، تبیین و پیش‌بینی میزان مقرون به صرفه بودن هر بار خرید، ضمن کاهش این هزینه‌ها، میزان سود سازمان را افزایش دهند. در لجستیک معکوس برای حفظ تداوم و هماهنگ کردن فعالیت‌های تولید دوباره و توزیع و جلوگیری از توقف عملیات به سبب کمبود موجودی و نیز قابل استفاده نمودن اقلام و کالاهای برگشتی، می‌توان مدل آریما را

1 - Costs

2 - Recycling



اتخاذ نمود تا با استفاده از آن، مجموع هزینه‌های مرتبط با موجودی را کاهش داد. برای دستیابی به این امر، باید از داده‌های گذشته استفاده نمود. فرایند جمع‌آوری تولیدات یا بسته‌های از تاریخ گذشته یا خسارت‌دیده از اولین تا آخرین مصرف‌کننده در زنجیره تأمین، توزیع معکوس نامیده می‌شود. عمده‌ترین رکن لجستیک معکوس، اجرای مناسب و به‌هنگام توزیع معکوس است؛ از این رو، توزیع معکوس باید با پیش‌بینی‌های دقیق سری زمانی، همراه باشد تا بتواند در طول زنجیره تأمین، اثرگذاری خود را آشکار سازد.

پیشینه تحقیق

لجستیک معکوس از بدو پیدایش خود، در اشکال گوناگون در سازمان‌های نظامی دنیا وجود داشته است. در گذشته، سازمان‌های نظامی به دلایل متعددی، توجه زیادی به لجستیک معکوس نداشتند و شاید تصور می‌کردند که لجستیک معکوس، یک مقوله بلندپروازانه با یک مقوله با فناوری بسیار پیشرفته است که همواره مانع از پیشرفت‌های واحدهای نظامی می‌شود. در بسیاری از این سازمان‌ها، در بررسی عملکردی و تجزیه و تحلیل مسائل آن‌ها، لجستیک معکوس به‌عنوان یک اصل در نظر گرفته نمی‌شد؛ چراکه در زمانی که یک واحد ارتش، فعالیت‌های لجستیک معکوس را انجام می‌داد، از انجام آن، هیچ‌گونه سود مالی عایدش نمی‌شد که شاید توان محدود و قدرت کم‌تر نیروهای نظامی، از دیگر عوامل این کم‌توجهی بود. اما در سال‌های اخیر فرماندهان، مدیران و مسئولان سازمان‌های نظامی به دلایلی خواهان مطالعه و بررسی لجستیک معکوس با بهره‌گیری از روش‌شناسی فرایند مدیریت هستند و بخش صنعت نیز توجه زیادی به لجستیک معکوس مبذول داشته است. به‌گونه‌ای که شرکت‌ها و مؤسسات بسیار زیادی در اروپا، دریافته‌اند که به‌کار بردن راهبرد مصرف مجدد و بسته‌بندی دوباره کالاهای قابل بازگشت (لجستیک معکوس)، به بهبود سودآوری و کاهش فشارهای محیطی بسیار کمک می‌کند. بی‌تردید امروزه با طرح نظریه‌های جدید در ارتباط با رضایت مشتریان، تولید بر اساس درخواست‌ها و نیازهای مشتریان و مسائل رقابتی در بازار از یک سو و از سوی دیگر سودآوری برای تولیدکنندگان اصلی، مانند شرکت‌های بزرگی که از نظر فیزیکی و جغرافیایی، گستردگی پیچیده‌ای دارند و نیز تأثیر و گسترش نفوذ فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی و نوع هم‌بستگی‌هایی که بین تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان بزرگ است، این

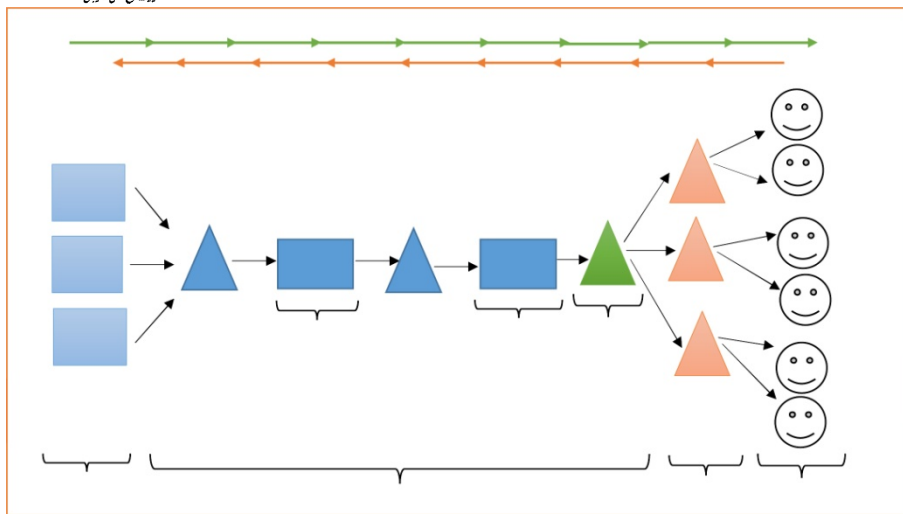
فن را دارای اهمیت کرده است. آینده از آن تجار، مؤسسات یا سازمان‌هایی است که به نحو مناسبی برای آن برنامه‌ریزی کنند. این امر با توجه به پیش‌بینی وضع آینده، برنامه‌ریزی‌های لازم را به انجام می‌رساند. برای این منظور، روش‌های متعددی وجود دارد. این روش‌ها می‌تواند تجارب گذشته را به پیش‌بینی رخدادهای آینده مبدل سازد. در جدول شماره (۱) به برخی از کاربردهای مدل آریمای اشاره شده است.

جدول (۱): برخی از کاربردهای مدل آریمای

نام پژوهشگران	عنوان تحقیق	هدف اصلی تحقیق
مدل تی سنگ و همکاران (2002)	ترکیب مدل شبکه عصبی با مدل سری زمانی فصلی ARIMA	پیشنهاد یک مدل پیش‌بینی ترکیبی با ترکیب سری زمانی فصلی ARIMA، SARIMA) و مدل شبکه عصبی پس ترویج (BP)، شناخته می‌شود SARIMABP
مدل فیندلی و همکاران (2004)	دیدگاه‌های تنظیم فصلی در میرایی عوامل فصلی، تخمین‌های انقباض برای برنامه X-ARIMA-12	بررسی مدل‌های انقباض میلر و ویلیام از دیدگاه تنظیم فصلی به جای پیش‌بینی، توجه منحصر به عملکرد آن‌ها در حدود ۵۰۰ از ۱۹۴۴ سری‌های فصلی M3 که افزایشی فصلی هستند
مدل ادیگر و آکار (2007)	پیش‌بینی ARIMA از تقاضای انرژی اولیه به وسیله سوخت در ترکیه	استفاده از روش‌های ARIMA و ARIMA فصلی (SARIMA) جهت برآورد تقاضای انرژی اولیه آینده در ترکیه از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰
مدل روجاس و همکاران (2008)	پیوند فن‌های هوشمند و مدل‌های ARIMA برای پیش‌بینی مدل‌های سری زمانی	پیشنهاد پیوند فن‌های هوشمند مانند ANNs، سیستم‌های فازی و الگوریتم‌های تکاملی، به گونه‌ای که پیوند نهایی مدل ARIMA-ANNs می‌تواند دقت پیش‌بینی را نسبت به زمانی که از آن مدل‌ها جداگانه استفاده می‌شود، افزایش دهد.
مدل روجاس و همکاران (2008)	پیوند فن‌های هوشمند و مدل‌های ARIMA برای پیش‌بینی مدل‌های سری زمانی	پیشنهاد پیوند فن‌های هوشمند مانند ANNs، سیستم‌های فازی و الگوریتم‌های تکاملی، به گونه‌ای که پیوند نهایی مدل ARIMA-ANNs می‌تواند دقت پیش‌بینی را نسبت به زمانی که از آن مدل‌ها جداگانه استفاده می‌شود، افزایش دهد.
مدل کوترومانیدیس و همکاران (2009)	پیش‌بینی قیمت‌های سوخت در یونان با استفاده از مدل‌های ARIMA، شبکه‌های عصبی مصنوعی و یک مدل ترکیبی ARIMA-ANN	تهیه شرحی از سهم منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید برق، بررسی نقش جنگل‌ها در تولید سوخت در یونان و استفاده مدل ترکیبی در پیش‌بینی قیمت فروش سوخت در آینده، توسط مزارع جنگی دولت یونان
مدل وانگ (2011)	یک مطالعه بین مدل فازی سری زمانی و مدل ARIMA برای پیش‌بینی صادرات در تایوان	مقایسه عملکرد دو روش پیش‌بینی برای مقدار صادرات در تایوان، روش ARIMA و مدل فازی سری زمانی
مدل ولی پور و همکاران (2013)	مقایسه مدل‌های ARMA، ARIMA و خود برگشتی (AR) شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی جریان ماهانه مخزن سد دز	پیش‌بینی جریان مخزن سد دز با استفاده از مدل‌های ARMA و ARIMA هم‌زمان با افزایش شماری از پارامترها، جهت افزایش دقت پیش‌بینی به چهار پارامتر و مقایسه آن‌ها با شبکه‌های عصبی مصنوعی ایستا و پویا
مدل ایکسو و همکاران (2014)	یک مدل تقسیم و حل جدید برای پیش‌بینی شاخص قیمت مصرف‌کننده با استفاده از ARIMA، مدل خاکستری و BPNN	پیشنهاد یک مدل تقسیم و حل جدید برای پیش‌بینی CPI با روش‌های گردآوری موجود شاخص قیمت مصرف‌کننده در چین



مدیریت زنجیره تأمین: مدیریت زنجیره تأمین بر یکپارچه‌سازی فعالیت‌های زنجیره تأمین و نیز جریان‌های اطلاعاتی مرتبط با آنها از طریق بهبود در روابط زنجیره، برای دستیابی به مزیت رقابتی قابل اتکا و مستدام مشتمل می‌شود؛ بنابراین، مدیریت زنجیره تأمین عبارت است از فرایند یکپارچه‌سازی فعالیت‌های زنجیره تأمین و نیز جریان‌های اطلاعات مرتبط با آن، از طریق بهبود و هماهنگ‌سازی فعالیت‌های در زنجیره تأمین تولید و عرضه محصول(لادون و همکاران، ۲۰۰۲ به نقل از احتشام راثی، ۱۳۹۲). این مدیریت همکاری بین شرکت‌های موجود در یک زنجیره به منظور تولید محصولات و خدمات مورد نیاز مشتریان در زمان، مکان و با کیفیت مورد نظر آن‌ها می‌باشد(جعفرنژاد و صفری، ۱۳۸۳ به نقل از احتشام راثی، ۱۳۹۲). یک زنجیره تأمین، شبکه‌ای از تسهیلات و گزینه‌های توزیعی است که به تدارک مواد، تبدیل این مواد به فرآورده‌های واسطه‌ای یا محصولات نهایی و توزیع این محصولات به مشتریان می‌پردازد(گنشان و همکاران، ۱۹۹۵ به نقل از احتشام راثی، ۱۳۹۲). یک زنجیره تأمین، هم‌راستایی و هم‌سوئی شرکت‌های است که محصولات یا خدمات را به بازار عرضه می‌کنند(لمبرت، ۱۹۹۸ به نقل از احتشام راثی، ۱۳۹۲). این زنجیره، تأمین کلیه مراحل مستقیم و غیرمستقیم که در تکمیل درخواست(سفارش) مشتری درگیر هستند را شامل می‌شود. زنجیره تأمین فقط مرتبط با سازنده و تأمین‌کننده نیست، بلکه، حمل‌ونقل، انبارها، خرده‌فروشی‌ها و حتی خود مشتریان را نیز در برمی‌گیرد(کوپرا و همکاران، ۲۰۰۱ به نقل از احتشام راثی، ۱۳۹۲). نیاز به حفاظت از محیط زیست و افزایش تقاضاها برای منابع طبیعی، سازمان‌ها را مجبور به تجدید نظر در مدل‌های کسب‌وکار خود و بازسازی عملیات زنجیره تأمین خود نموده است(وو، ۲۰۱۱، ام، ۲۰۱۱). شکل شماره (۱)، نمایی از زنجیره تأمین را نشان داده است.



شکل ۱- نمای اولیه از زنجیره تأمین، (احتشام رائی، ۱۳۹۲)

لجستیک معکوس: ایده کسب‌وکارهای لجستیک معکوس دست‌کم از اوایل قرن عصر صنعتی شدن، زمانی که بازرگانان متوجه شدند بعضی از اجناس و ... می‌توانند بازسازی شده و برای محصولات جدید به کار روند، مطرح بوده است. این موضوع به‌کندی توسعه یافت و در دهه ۱۹۸۰، زمانی که مسائل محیط‌زیست به موضوعات حساسی تبدیل شدند، اهمیت بیشتری یافت و به پیدایش کسب‌وکار فرآوری و بازیافت زباله‌های عمومی و خطرزا منتهی گردید. زیربنای اصلی فرایند لجستیک معکوس، درک مفهوم مدیریت چرخه عمر و پشتیبانی، یعنی نگاه به یک محصول یا فناوری در تمام طول چرخه عمر مصرف آن است. مفهوم زنجیره تأمین حلقه بسته مستتر در اصول لجستیک معکوس در اوایل دهه ۱۹۸۰ به‌عنوان نتیجه مستقیم خردسازی قطعات، یکپارچه‌سازی در مقیاس بالا و طراحی بخشی، ابتدا در صنعت تجهیزات الکتریکی پیاده‌سازی شد و فرایند تعمیر یک محصول از انجام تعمیرات در محل، به درآوردن و تعویض بخش‌ها تغییر یافت و ارزش اقتصادی بازگشت مواد برای تعمیر و تخصیص دوباره را بیشتر نمود و شرکت‌های بزرگ در این زمینه با به‌کارگیری لجستیک معکوس به درآمدها و صرفه‌جویی‌های بیشتری در ارائه خدمات خود دست یافتند. کاربرد این مفاهیم سبب تغییر طول چرخه عمر و نحوه نگهداری، تعمیر و پشتیبانی محصولات شده است و در نتیجه ارزش خدمات و پشتیبانی از فروش محصول فراتر رفته است (دونالد، و



همکاران (۱۳۸۸). در این تعریف، محصولات برگشتی مجبور به بازگشت به مبدأ خود نیستند؛ بلکه می‌توانند به همان زنجیره تأمین یا یک زنجیره تأمین دیگر برگردند. مفهوم محصولات دست‌دوم ذکر شده در این جا، شامل محصولات استفاده نشده برگشتی، به دلایلی از جمله، نارضایتی مشتری یا شرایط مشتری یا شرایط ضمانت نیز هست. محصولات می‌توانند برای استفاده دوباره، تعمیر، بازیافت، تولید دوباره و دفع طبقه‌بندی شوند. محصولات و مواد به دلایل گوناگونی بازمی‌گردند؛ از جمله، محصولات خراب شده‌ای که می‌توانند بار دیگر تعمیر یا استفاده شوند، محصولات در مرحله پایانی چرخه عمرشان که هنوز ارزش دارند، محصولات فروش نرفته یا ناخواسته موجود در قفسه‌های خرده‌فروشان، محصولات پس داده شده و ضایعات و مواد خطرناک (برنون و کولن، ۲۰۰۷ به نقل از تارخ و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به اهمیتی که لجستیک معکوس در سال‌های اخیر، هم از محیط‌های صنعتی و هم علمی دریافت کرده است، طراحی شبکه لجستیک بهینه برای بازیابی ارزش از محصولات برگشتی بسیار مهم است (تارخ و همکاران، ۱۳۹۱). لجستیک معکوس با قطعاتی آغاز می‌شود که در زنجیره تأمین به عقب می‌روند، قطعاتی که برای بازیافت یا بازیابی ارزش، هم‌چنین برای دفع مناسب جمع‌آوری می‌شوند. عوامل محرک شرکت‌ها برای روی آوردن به برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل لجستیک معکوس را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

- عوامل اقتصادی (مستقیم و غیرمستقیم)؛
- قوانین و مقررات؛
- مسئولیت‌پذیری در قبال حساسیت‌های زیست‌محیطی.

طراحی شبکه لجستیک در ماهیت یک تصمیم راهبردی است که معمولاً شامل تعیین محل تسهیلات، ظرفیت آن‌ها، تعداد محصولات و تعداد رده‌ها در زنجیره و نحوه ارتباط تسهیلات می‌باشد. همه این موضوعات، تأثیر فراوانی بر کارایی و در نتیجه، عملکرد زنجیره تأمین دارند. از آن جا که احداث تسهیلات یا بستن آن‌ها، هزینه و زمان زیادی می‌برد، تغییر آن‌ها در کوتاه‌مدت، امکان‌پذیر نمی‌باشد. هم‌چنین سرمایه‌گذاری در تصمیمات راهبردی طراحی شبکه، بازگشت سرمایه بیشتری نسبت به تصمیمات راهکنشی و عملیاتی دارد (پیشوایی و همکاران، ۲۰۱۰).

از دلایل استفاده از لجستیک معکوس می‌توان به موارد زیر اشاره داشت:

- ورود مرجوعی‌ها سریع‌تر از پردازش یا بازیافت آن‌هاست؛
- مقدار زیادی از موجودی‌های مرجوعی در انبارها نگهداری می‌شود؛
- مرجوعی‌های غیرقابل شناسایی وجود دارند؛
- زمان‌های پردازش روی مرجوعی‌ها، طولانی است؛
- هزینه کل پردازش و اصلاح مرجوعی‌ها نامعلوم است؛
- مشتریان اطمینان خود را به فرایند اصلاح و تعمیر محصولات مرجوعی، از دست داده‌اند.

در جدول شماره (۲) به تفاوت‌های مابین لجستیک معکوس و لجستیک مستقیم^۱ اشاره شده است.

جدول (۲): تفاوت‌های مابین لجستیک معکوس و مستقیم

لجستیک معکوس	لجستیک مستقیم
پیش‌بینی سخت و دشوار است	پیش‌بینی مرتبط با جریان مستقیم است
دارای یک نقطه توزیع	دارای نقاط توزیع فراوان
کیفیت محصولات یکنواخت نیست	کیفیت محصول یکنواخت است
مسیر مقصد روشن و شفاف نیست	مسیر مقصد روشن و شفاف است
قیمت‌گذاری به عوامل بسیاری وابسته است	قیمت‌گذاری مرتبط و یکنواخت است
هزینه‌های معکوس کمتر به صورت مستقیم قابل مشاهده است	هزینه‌های توزیع مستقیم به آسانی قابل مشاهده است
چرخه عمر محصول بسیار پیچیده است	چرخه عمر محصول، قابل مدیریت و ساده است
بازاریابی به وسیله عوامل متعددی پیچیده می‌گردد	روش‌های بازاریابی، به خوبی شناخته شده‌اند

منبع: احتشام رائی، (۱۳۹۲)

هدف لجستیک معکوس: ارائه به‌روزترین فناوری‌ها به مشتریان و مطمئن ساختن آن‌ها در جهت مرجوع ساختن قطعه‌ها در صورت معیوب بودن و ضمانت آن، درصد رضایت مشتریان را تا حد امکان بالا می‌برد (باقری نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). استمرار بهبود و رضایت‌مندی مصرف‌کننده و مشتریان، عمده‌ترین هدف یک سیستم لجستیک معکوس است. شرکت‌ها و سازمان‌های بزرگ با استمرار لجستیک معکوس می‌کوشند تا



اعتماد مناسبی را از مصرف‌کنندگان و مشتریان خود به‌وسیله حذف محصولات معیوب خود از زنجیره تأمین کسب کنند؛ اما این بهبود برای اقلامی که توسط توزیع معکوس وارد چرخه لجستیک معکوس شده‌اند، دارای سطوح و طبقه‌بندی مجزایی است. سطوحی که باید توسط یک نظام کنترل موجودی منظم و دقیق پشتیبانی شود و آخرین اطلاعات مربوط به اقلام بازگشتی، از قبیل قابل‌استفاده بودن یا نبودن کالا، مواد یا اقلام عودتی را در اختیار سیستم قرار دهد تا تصمیم‌گیری در مورد نحوه ایجاد بهبود مستمر برای یک کالا یا ماده به‌خصوص انتخاب شود. اما لجستیک معکوس بهبود مستمر، می‌تواند از طریق مصرف مجدد مستقیم، بازیافت مواد، تعمیرات، به‌روز کردن مجدد و تولید دوباره (بازسازی و بهینه‌سازی) استقرار یابد.

از صنایعی که لجستیک معکوس در آن‌ها نقش مهمی را اجرا می‌نماید:

- صنایع نشر (بازپس‌گیری جلد‌های فروخته‌شده برای استفاده مجدد)؛
- صنایع آشامیدنی و بسته‌بندی (جمع‌آوری بطری‌ها و پاکت‌های خالی برای استفاده مجدد)؛
- صنایع سنگین (جمع‌آوری و استفاده دوباره از زباله‌ها)؛
- صنایع کالاهای مصرفی (اجرای کامل تعهدات پس از فروش و گارانتی)؛
- صنایع داروسازی (جمع‌آوری داروهای از تاریخ گذشته و از بین بردن آن‌ها مناسب با محیط‌زیست)؛
- صنایع اتومبیل‌سازی (اجرای تعهدات خدمات پس از فروش و سرویس‌های دوره‌ای) (انتظاری و همکاران، ۱۳۹۰)؛
- صنایع نظامی (تعمیر ابزارهای موردنیاز، جداسازی قطعات سالم از ابزارهای مستهلک‌شده و...).

مدل سری زمانی، آریمما: بسیار واضح و مبرهن است که فرایند پیش‌بینی نقش به‌سزایی را در زندگی بشر بازی می‌کند. بسیاری از سهام‌داران، سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران اقتصادی نیز با استفاده از دانش و تجربه خود و ابزارهای متعدد، سعی در پیش‌بینی شرایط اقتصادی، وضعیت بازار و ... را دارند. به‌طبع، همه این افراد به‌دنبال

فرایندهای پیش‌بینی با دقت بالاتر هستند تا بتوانند سود خود را افزایش دهند (کیمیایگری و همکاران، ۱۳۸۹). از ساده‌ترین مدل‌ها، مدل‌هایی هستند که رفتار متغیر را بر اساس رفتار گذشته آن‌ها، مدنظر قرار می‌دهند (هیبتی و فرزین، ۱۳۸۴). سری زمانی زنجیره‌ای از داده‌های یک پدیده است که در فواصل زمانی مساوی اندازه‌گیری می‌شوند. در فرایند وابسته به زمان، وقوع پیاپی متغیرها در نظر گرفته می‌شوند که دارای وابستگی زمانی بین خود هستند. این وابستگی را معمولاً با واژه "اتورگرسیون" بیان می‌کنند. کاربردی‌ترین روش در تعیین وابستگی زمانی پدیده‌ها، استفاده از تابع خودهم‌بستگی است. تابع خودهم‌بستگی میزان هم‌بستگی خطی را بین اجزای سری زمانی نشان می‌دهد. اگر ضرایب خودهم‌بستگی در همان تأخیرهای نخست، معنی‌دار بودن خود را از دست ندهند، فرایند ایستا نیست. مفهوم ایستایی آن است که قوانین حاکم بر فرایند با زمان تغییر نمی‌کنند و در تعادل آماری هستند (خسروی و همکاران، ۱۳۸۶). مدل‌های سری زمانی در کسب‌وکار، اقتصاد، محیط زیست، پزشکی و دیگر رشته‌های علمی به ارائه الگوهای ماندگروندها، نوسانات فصلی، چرخه‌های نامنظم در تغییرات متغیر در سطح یا تغییرپذیری دارای گرایش هستند. هدف از تجزیه و تحلیل این مجموعه‌ها، اغلب الگوی پویای برون‌یابی در داده‌ها، برای پیش‌بینی مشاهدات آینده، در برآورد اثر شناخته‌شده مداخلات بیرونی هست و مداخلات ناپیدا را تشخیص می‌دهد (تیانو، ۲۰۰۱). مدل میانگین متحرک خودگردان یکپارچه آریم (ARIMA) یکی از مهم‌ترین مدل‌های سری زمانی در طول سه دهه گذشته مورد استفاده در بازارهای مالی هستند (خاشعی و دیگران، ۲۰۱۲). آریم یک روش محبوب برای تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی مانا (ایستا) است. معمولاً سه مرحله اصلی شامل شناسایی مدل، برآورد و تخمین مدل و بررسی مدل، برای ساخت مدل آریم وجود دارد که شناسایی مدل، مهم‌ترین مرحله در ساخت مدل آریم است (وانگ، چ و همکاران، ۲۰۰۵)؛ این فن سری زمانی، مفروضات بسیار کمی می‌دهد و بسیار قابل انعطاف می‌باشد (هو، اس، ال و ایکسو، ۱۹۸۹). در حالت کلی روش‌های پیش‌بینی سری زمانی را می‌توان به دو دسته خطی و غیرخطی تقسیم‌بندی نمود؛ با این حال، پرکاربردترین روش‌های پیش‌بینی خطی روش‌های فرایند آریم و آرما می‌باشد. در مدل آریم (P, d, q) ، به ترتیب بیانگر تعداد جملات خودگردان درجه تفاضل‌گیری و تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشند. در صورتی که d برابر با صفر گردد، فرایند آریم



تبدیل به فرایند آرما می‌شود. برای پیش‌بینی داده‌های سری زمانی توسط مدل آریمای، ابتدا مانایی سری زمانی بررسی، و مرتبه انباشتگی تعیین می‌شود (صادقی و همکاران ۱۳۹۰). مدل‌های مختلف آماری مانند خودگردان (AR)، میانگین متحرک (MA)، خودگردان با میانگین متحرک (ARIMA) و آریمای هر یک شامل مجموعه‌ای از مدل‌ها با پارامترهای گوناگون می‌باشند و می‌توانند به‌عنوان انتخاب‌های ممکن برای مدل‌سازی استفاده گردند. اگر یک فرایند تصادفی محض دارای میانگین صفر و واریانس مشخص و دارای یک الگوی رگرسیون چندگانه باشد، به آن فرایند خودگردان (اتورگرسیو) گفته می‌شود. فرایندهای میانگین متحرک خودگردان یک سری زمانی، دارای فرایند ایستا است و با نماد اختصاری $ARIMA(p,q)$ نشان داده می‌شود که در آن p درجه (مرتبه) خودگردان و q درجه میانگین متحرک است. از طرف دیگر می‌توان به آریمای (ARIMA) یک الگوی ناپایستای همگن، الگوی خودگردان تلفیق‌شده با میانگین متحرک گفت که در آن d درجه تفاضلی است که برای تبدیل سری ناپایستا به سری ایستا به کار می‌رود (فولادمنند، ۱۳۸۹، به نقل از آزاد طلا تپه، ۱۳۹۱).

اهداف تجزیه و تحلیل سری زمانی

- توصیف؛
- تشریح؛
- پیش‌بینی؛
- کنترل؛
- تحویل سری زمانی کوتاه‌مدت به بلندمدت.^۱

شناسایی مدل‌های سری زمانی پایا و ناپایا: به‌طور کلی دو نوع ناپایستایی در میانگین و در واریانس را می‌توان نام برد. با توجه به تفاوت میان سری‌های پایا و ناپایا، هر یک از این سری‌های زمانی، تأثیرات خاصی را بر تغییرات متغیر مورد بررسی خواهند گذاشت. بایستی توجه داشت که وقوع شوک یا ضربه در سری‌های زمانی پایا موقتی است و در خلال زمان، آثار آن از بین می‌رود، درحالی‌که وقوع شوک به سری‌های زمانی

ناپایا دارای آثار دائمی خواهد بود. به‌طور کلی می‌توان ویژگی‌های سری‌های پایا و ناپایا را به‌صورت ذیل خلاصه نمود:

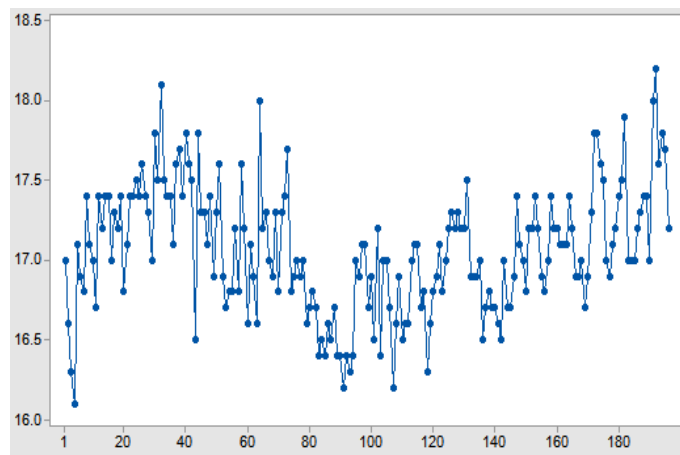
۱. با توجه به ویژگی اول سری مانا می‌توان گفت که این سری زمانی در بلندمدت در اطراف میانگین ثابت خود نوسان می‌کند (ایستا در میانگین)^۱؛
۲. واریانس این سری ثابت و محدود می‌باشد؛ بنابراین تابع زمان نیست و با گذشت زمان تغییر نمی‌کند (ایستا در واریانس)^۲؛
۳. با افزایش وقفه‌های زمانی، هم‌بستگی نگار (نما) این فرایند کاهش می‌یابد. از سوی دیگر می‌توان چنین تعاریفی را برای سری‌های ناپایا نیز ارائه داد. برای شناسایی این سری‌های زمانی به نکات زیر باید توجه نمود:
 ۱. این سری زمانی هم‌گرا نمی‌باشد. به‌عبارت دیگر در بلندمدت به سمت هیچ میانگین مشخصی باز نمی‌گردد (ناایستایی در میانگین)^۳؛
 ۲. واریانس این سری وابسته به زمان است؛ یعنی با افزایش زمان واریانس سری نیز به بی‌نهایت میل می‌کند (ناایستایی در واریانس)^۴؛
 ۳. هم‌بستگی نگار^۵ نمونه به‌طور آهسته میرا^۶ می‌شود (قنبری و رسولی ۱۳۹۱).

جهت پردازش مدل آریما (P,d,q) اولین گام، تشخیص مرتبه فرایند (مقادیر مربوط به P,d,q) است. برای این تشخیص می‌توان از ابزارهای خودهم‌بستگی و خودهم‌بستگی جزئی^۷ استفاده نمود (گنجی زهرایی و موسوی ۱۳۸۸). برای استفاده از مدل آریما می‌توان از نرم‌افزار مینی تب^۸ استفاده نمود. نخست تمام داده‌ها را وارد نرم‌افزار می‌نماییم. بعد از وارد نمودن داده‌ها، باید دقت شود که طول داده‌ها، با یکدیگر برابر باشند. سپس برای ستونی کردن داده‌ها، از مسیر زیر استفاده می‌نماییم. Data\Stack\Rows. اکنون تمام داده‌های سمت چپ کادر را انتخاب نموده سپس برای گزینه Store stacked data in ستون جدیدی

1- Stationary In The Mean
 2 - Stationary In The Variance
 3 - Non-Stationary In The Mean
 4 - Non-Stationary In The Variance
 5 - Correlogram
 6 - The Mira
 7 - Partial autocorrelation
 8 - Minitab

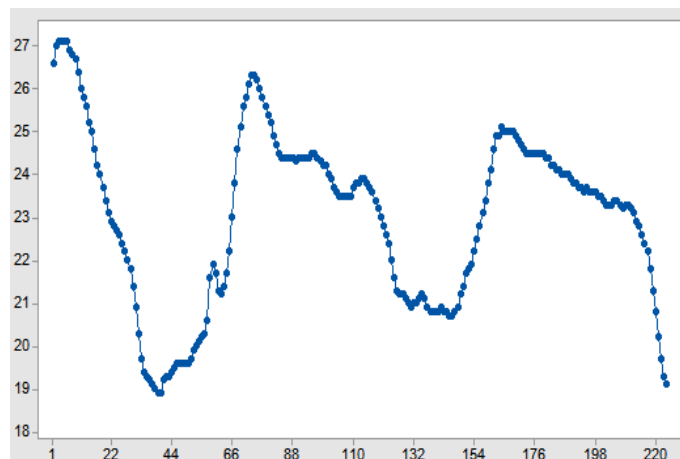


انتخاب می‌نماییم تا تمام داده‌ها در آن ستون قرار گیرد. با این اقدام، تمام داده‌های در تمامی ستون‌ها، در ستون جدید قرار می‌گیرند. برای گام دوم که تعیین ایستایی است از مسیر `Stat\Time Series\Time Series Plots` استفاده می‌نماییم. برای تکمیل نمودن گزینه `Series`، نام ستونی را که تمام داده‌ها در آن قرار گرفته‌اند، انتخاب می‌نماییم. پس از طراحی این روند، زمانی که داده‌ها و مشاهدات مورد نظر ایستا باشند، نموداری همانند نمودار زیر نمایان می‌شود.



شکل شماره ۲- نمودار سری زمانی برای داده‌های ایستا (نورالسنا، ۱۳۹۳)

زمانی که داده‌های موجود نایستا باشد، نرم‌افزار مینی‌تب نمودار زیر را نمایان می‌سازد.



شکل شماره ۳- نمودار سری زمانی برای داده‌های نایستا (نورالسنا، ۱۳۹۳)

زمانی که داده‌ها، نایستا باشند می‌توان با یک‌بار اختلاف‌گیری، آن‌ها را به ایستا تبدیل کرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌گونه که عنوان شد، در سال‌های اخیر فرماندهان، مدیران و مسئولان سازمان‌های نظامی به دلایلی خواهان مطالعه و بررسی لجستیک معکوس با بهره‌گیری از روش‌شناسی فرایند مدیریت هستند و بخش صنعت نیز توجه زیادی به لجستیک معکوس مبذول داشته است. سیستم لجستیک با استفاده از فن سری زمانی می‌تواند داده‌های اقلام دریافتی در آینده را بر اساس داده‌های مشابه در زمان‌های گذشته، تبیین، پیش‌بینی و کنترل نماید و برافزایش سرعت و کاهش هزینه در اهداف آن، بی‌افزاید و در زمان صرفه‌جویی نماید. سازمان‌ها می‌توانند بر اساس داده‌های موجود، پیش‌بینی نمایند که چه اقلامی احتمالاً نیاز به تولید مجدد خواهد داشت، اقلام مرجوعی به چه میزان خواهد بود و... طراحی الگوهای مناسب در سری زمانی برای این منظور، کمک شایانی به فن لجستیک معکوس خواهد نمود. با تحلیل نمودارهای سری زمانی که اولین مرحله رسم آن‌ها می‌باشد، با امتحان و بررسی دقیق نمودارها، می‌توان ایده مناسبی در مورد وجود یا عدم وجود روند، نوسانات فصلی، نقاط پرت و واریانس ثابت و... یافت. به سخن دیگر، بعد از طراحی یک الگو، به بررسی و صحت برازش الگو به داده‌ها پرداخت می‌شود، اگر عدم‌کفایتی پیدا نشود در این صورت فرض می‌شود، الگو کامل است و با استفاده از آن می‌توان مقادیر و داده‌های آینده سری را پیش‌بینی نمود. در غیر این صورت، بر مبنای عدم‌کفایتی که در الگو پیدا شده، الگوی دیگری انتخاب می‌شود، یعنی به مرحله تشخیص الگو بازگشته و بدین ترتیب باید به ابتدا بازگشت تا به یک الگوی قابل قبول برای پیش‌بینی دست یافت. سری زمانی با کمک مشاهدات گذشته و پیش‌بینی و کنترل آینده، می‌تواند به پاسخ‌گویی سؤالات لجستیک اعم از چگونه و چه زمان باید منابع را تقسیم نمود، چه زمانی باید به آماده‌سازی تجهیزات پرداخت، چه زمانی باز یافت نمود و دوباره ساخت، چه زمانی دوباره مصرف کرد یا تعمیر نمود، پردازد.

منابع

- داده‌های مرتبط با رسم دو نمودار ایستا و نایستا، توسط دکتر رسول نورالسنا، در درس سری‌های زمانی، مهرماه ۱۳۹۳، تحویل داده شده است.
- آزاد طلائی، نسرين و همکاران(۱۳۹۲). پیش‌بینی تبخیر-تعرق پتانسیل با استفاده از مدل‌های سری زمانی(مطالعه موردی: ارومیه). نشریه آب و خاک، شماره ۱، جلد ۲۷.
- احتشام راثی، رضا (۱۳۹۲). لجستیک معکوس، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین. dl.pnu-club.com.
- انتظاری، احسان و همکاران(۱۳۹۰). بررسی نیاز یا ضرورت فرایند لجستیک معکوس با ابزار تکنولوژی اطلاعات، ماهنامه اندیشه گستر سایپا، شماره ۱۲۰، صفحات ۷۸-۸۲.
- تاریخ، محمدجعفر و همکاران(۱۳۹۱). مدل کلی بهینه‌سازی طراحی شبکه لجستیک معکوس تحت عدم قطعیت، نشریه تخصصی مهندسی صنایع، دوره ۴۶؛ شماره ۲، صفحات ۱۵۹-۱۷۳.
- باقری‌نژاد، زهرا و همکاران(۱۳۹۲). شناسایی و اولویت‌بندی فاکتورهای کلیدی موفقیت در لجستیک معکوس صنعت خودرو و با استفاده از رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری (ISM)، پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۷، شماره ۱، صفحات ۴۰-۲۱.
- خسروی دهکردی، اردشیر؛ مدرس، رضا(۱۳۸۶). تحلیل سری زمانی روزانه آلودگی هوای اصفهان ناشی از صنعت پتروشیمی، محیط شناسی، سال ۳۳، شماره ۴۴، صفحات ۴۲-۳۳.
- دونالد، اف، بلومبرگ(۱۳۸۸)، لجستیک معکوس، ترجمه زنجیرانی فراهانی، رضا، عسگری، نسرين، حافظی، مریم، انتشارات مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، چاپ اول
- صادقی، حسین و همکاران(۱۳۹۰). "مقایسه عملکرد شبکه‌های عصبی و مدل ARIMA در مدل‌سازی و پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت سبذ نفت خام اوپک(با تأکید بر انتظارات تطبیقی)، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۸، شماره ۲۸، ص ۴۷-۲۵
- فولادمند، حمیدرضا(۱۳۸۹). پیش‌بینی ماهانه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع در استان فارس، نشریه دانش آب و خاک، دوره ۲۰، شماره ۴
- قنبری، علی؛ رسولی، احمد(۱۳۹۱). اقتصاد سنجی، نشر چالش.
- کیمیاگری، علی محمد و همکاران(۱۳۸۹). پیش‌بینی بازار ارز فارکس با استفاده از سری‌های زمانی فازی و الگوریتم شبیه‌سازی تبرید"، نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، شماره ۲، جلد ۲۱، ص ۶۲-۵۳

- کردستانی، غلامرضا(۱۳۸۲). تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی سود در صنعت، علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، دوره ۱۹، شماره ۲.
- گنجی زهرایی، هادی؛ موسوی، میرحسین(۱۳۸۸). پیش‌بینی هزینه‌های اجتماعی ناشی از مصرف سوخت در بخش حمل و نقل ریلی با استفاده از مدل‌های ساختاری، سری زمانی و سیستم شبکه‌های عصبی-فازی، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۱، شماره ۲
- ودود گرجامی، محمد رضا (۱۳۹۲). لجستیک معکوس vadod4.persianblog.ir.
- هبیتی، فرشاد؛ فرزین، اکرم(۱۳۸۴). برآورد تقاضای سیمان در ایران با تأکید بر مدل‌های پیش‌بینی سری زمانی، پژوهشنامه اقتصادی، دوره ۵، شماره ۴، ص ۲۱۰-۱۸۱.
- Bernon, M. and Cullen, J. (2007). "An integrated approach to managing reverse logistics." *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 10. PP. 41-56.
- Du, Y. Cai, Y. Chen, M. Xu, W. Yuan, H. Li, T. (2014). "A Novel Divide-and-Conquer Model for CPI Prediction Using ARIMA, Gray Model and BPNN", *Procedia Computer Science*, Vol 31
- Ediger, V, S. Akar, S. (2007). "ARIMA forecasting of primary energy demand by fuel in Turkey", *Energy Policy*, Vol 35(3)
- Findley, D, F. Wills, K, C. Monsell, B, C. (2004). "Seasonal adjustment perspectives on "Damping seasonal factors: shrinkage estimators for the X-12-ARIMA program"", *International Journal of Forecasting*, Vol 20(4)
- Ho, S, L. Xie, M. (1998). "The use of ARIMA models for reliability forecasting and analysis", *Computers & Industrial Engineering*, Vol 35(1-2)
- Khashei, M. Bijari, M. Raissi Ardali, Gh A. (2012). "Hybridization of autoregressive integrated moving average (ARIMA) with probabilistic neural networks (PNNs)", *Computers & Industrial Engineering*, Vol 63(1)
- Koutroumanidis, Th. Loannou, K. Arabatzis, G. (2009). "Predicting fuelwood prices in Greece with the use of ARIMA models, artificial neural networks and a hybrid ARIMA-ANN model", *Energy Policy*, Vol 37(9)
- Ong, Ch-Sh. Huang, J-J. Tzeng, G-H. (2005). "Model identification of ARIMA family using genetic algorithms", *Applied Mathematics and Computation*, Vol 164(3)
- Pishvae M.S., Farahani R.Z., Dullaert W. (2010). "A memetic algorithm for bi-objective integrated forward/reverse logistics network design", *Computers & Operations research*, 37: 1100-1112.
- Tiao, G, C. (2001). "Time Series: ARIMA Methods" *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, P 15704-15709
- Tseng, F-M. Yu, H-CH. Tzeng, G-H. (2002). "Combining neural network model with seasonal time series ARIMA model", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol 69(1)

- Valenzuela, O.Rojas, I.Rojas, F.Pomares, H.Herrera, L., J.Guillen, A.Marguez, L.Pasadas, M. (2008). "Hybridization of intelligent techniques and ARIMA models for time series prediction", Fuzzy Sets and Systems, Vol 159(7)
- Valipour, M.Banihabib, M, E.Behbahani, S, M, R. (2013). "Comparison of the ARMA, ARIMA, and the autoregressive artificial neural network models in forecasting the monthly inflow of Dez dam reservoir", Journal of Hydrology, Vol 476, P 433-441
- Wang, Ch-Ch. (2011). "A comparison study between fuzzy time series model and ARIMA model for forecasting Taiwan export", Expert Systems with Applications, Vol 38(8)
- Wu, Zh.Pagell, M. (2011). "Balancing priorities: Decision-making in sustainable supply chain management", Journal of Operations Management, Vol 29(6)
- Zhang, G,P. (2003). "Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model", Neurocomputing, Vol 50, P 159-175.