

بررسی اثر شلاقی در زنجیره تأمین چند سطحی شیر و فرآورده‌های آن

سمیه نقوی، علیرضا کرباسی، محمود دانشور کاخکی، امید روزمند^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۱۴

چکیده

زنجیره تأمین شیر و فرآورده‌های آن، یکی از مهم‌ترین زنجیره‌های فرآورده‌های کشاورزی می‌باشد. یکی از پدیده‌های مهم در زنجیره‌های تأمین، اثر شلاقی می‌باشد. در این بررسی، سعی شده است با استفاده از داده‌های دوره زمانی مربوط به سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۷۳، سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل و روش میانگین متحرک به بررسی اثر شلاقی پرداخته شود. یکی از مهم‌ترین علل ایجاد این اثر، نداشتن اطلاع دقیق و به‌هنگام از میزان تقاضا در سطوح مختلف زنجیره و وجود زمان‌های انتظار می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد پدیده اثر شلاقی در زنجیره تأمین فرآورده‌های محصولات پگاه کرمان وجود دارد. اثر شلاقی فرآورده‌های شیر، ماست، پنیر، خامه و دوغ به ترتیب، ۲/۵۰، ۲/۵۱، ۲/۵۲، ۲/۷۹، ۲/۵۱ می‌باشد. لذا، اگر داده‌های عاملان زنجیره از تقاضای فرآورده‌ها دقیق باشد، این امر منجر به هدفمند شدن برنامه‌های تولید و کارایی هرچه بیشتر این زنجیره می‌شود.

طبقه‌بندی JEL : C3, C32, C5, C53

واژگان کلیدی: زنجیره تأمین، اثر شلاقی، فرآورده‌های لبنی، سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل، روش میانگین متحرک.

^۱ به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و استادیار دانشکده فنی و مهندسی، مرکز آموزش عالی شهرضا
E-mail: karbasi@ferdowsi.ac.ir

مقدمه

امروزه برای تولید و عرضه محصولات و فرآورده‌های مختلف اعم صنعتی، کشاورزی، تبدیلی، غذایی و غیره راهکارهای علمی و مؤثری اندیشیده شده است تا تمام این فرآورده‌ها در طی یک فرایند مدیریت شده با عنوان مدیریت زنجیره تأمین^۱ آماده ارسال به بازارها بوده و به دست مصرف‌کننده برسند؛ لذا مدیریت زنجیره تأمین، یک رویکرد یکپارچه‌سازی برای برنامه‌ریزی و کنترل مواد و داده‌های مربوط است که از تولیدکنندگان تا مصرف‌کنندگان نهایی جریان دارد. مدیریت زنجیره تأمین، مفهومی است که می‌تواند شرکت‌ها را در رسیدن به عملیات و برنامه‌ریزی یکپارچه کمک کند. (موپایک و همکاران، ۲۰۰۴ و سینگر و دونوسو، ۲۰۰۷). یکی از مهم‌ترین زنجیره‌های تأمین، زنجیره تأمین شیر و فرآورده‌های آن می‌باشد، که توسط زنجیره تأمین که شامل تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، عمده-فروشان و خرده‌فروشان تولید و عرضه شده و به دست مصرف‌کنندگان نهایی می‌رسند.

صنعت لبنیات با زنجیره‌ی ارزش طولانی و حلقه‌های چندی که دارد، می‌تواند صنعتی موثر و کارآمد در هر اقتصادی باشد. صنعتی که می‌تواند با ایجاد ارزش افزوده‌ی اقتصادی و خلق شغل‌های متنوع و گوناگون راه حلی بی‌بدیل برای حل مشکلات کلان و خرد اقتصادی جامعه‌ها باشد. شیر و فرآورده‌های آن از جمله مهم‌ترین مواد غذایی به شمار می‌آیند و مصرف این ماده غذایی به اندازه‌ای دارای اهمیت است که میزان مصرف سرانه آن به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه یافتگی کشورها شناخته می‌شود. میانگین هزینه شیر و فرآورده‌های لبنی خانوهای شهری در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ به طور میانگین حدود ۴/۸ درصد هزینه‌های خوراکی و ۲/۵ درصد از کل هزینه‌های خانوارها را تشکیل داده است. همچنین میانگین مصرف سرانه شیر هر فرد در کشور بنا بر آمار دریافت شده از بانک مرکزی، در سال ۱۳۹۱ نزدیک به ۷۰ کیلوگرم بوده است. بنابراین، این میزان از میزان مصرف توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی ۲۰۰ کیلوگرم کمتر است. (طرح تحقیقاتی برنامه راهبردی صنعت لبنیات در وزارت صنعت، معدن و تجارت، ۱۳۹۲). یکی از مسائل مهم مطرح شده در زنجیره‌های تأمین، اثر شلاقی^۲ می‌باشد. نخستین بررسی‌ها در زمینه اثر شلاقی، توسط فورستر انجام شده است. وی ریشه اصلی نوسان‌های تقاضا را نبود شفافیت تقاضای مشتری، تحریف اطلاعات و تنظیم ناهماهنگ

¹ Supply Chain Management

² Bullwhip Effect

بررسی اثر شلاقی در... ۱۱۷

سطح موجودی‌ها دانسته که تحت تأثیر تأخیر در تحویل سفارش‌ها تشدید می‌شود (موحدی و همکاران، ۱۳۹۰). اثر شلاقی اشاره به این دارد که نوسانات تقاضای آخرین سطح مشتری در زنجیره تأمین با حرکت در طول مراحل زنجیره تأمین افزایش می‌یابد. به تقویت تغییرپذیری تقاضا از پایین زنجیره به سمت بالای زنجیره تأمین اثر شلاقی گفته می‌شود. دلیل اصلی این طرز نام‌گذاری این است که تقویت تغییرپذیری در تقاضا غیرخطی است. یعنی تغییری کوچک در تقاضای مشتری نهایی به صورت چندبرابر خود را در تقاضای کارخانه نشان می‌دهد. (دهقان و مشهدی زاده، ۱۳۹۰). لی و همکاران (۱۹۹۷)، در تحقیقات خود پنج دلیل عمده ایجاد اثر شلاقی را شامل پیش بینی تقاضا به جای تقاضای قطعی، زمان انتظار غیر صفر برای تحویل کالا، کمبود در تأمین، سفارش دهی دسته ای و همچنین نوسان های قیمت معرفی کردند. سونگ و همکاران (۲۰۰۶)، پنج عامل را باعث ایجاد اثر شلاقی می دانند، که شامل پیش بینی تقاضا، انباشته کردن سفارش های، سهمیه بندی فرآورده و قیمت گذاری می باشند (دهقان و مشهدی زاده، ۱۳۹۰). چن و همکاران (۲۰۰۰)، به بررسی و مقایسه تأثیر دو روش هموارسازی نمایی و میانگین متحرک بر اثر شلاقی در یک زنجیره تامین ساده دو سطحی شامل یک خرده فروش و یک تولید کننده پرداخته اند

ماکویی و همکارانش^۱ (۲۰۰۷)، بابه کارگیری توان لیاپونوف یک معیار برای اثر شلاقی ارائه دادند و به کمی سازی اثر شلاقی پرداختند. دسته دیگر از بررسی‌ها، بر تحلیل و شناسایی دلایل اثر شلاقی تمرکز کرده‌اند. در برخی بررسی‌ها، روش‌هایی برای کاهش اثر شلاقی بررسی کرده‌اند. به نحوی که سعی کرده تقاضای مشتریان را برای دوره‌های آتی پیش‌بینی کرده تا از این راه منجر به کاهش هرچه بیشتر اثر شلاقی شوند. امیری و همکاران (۱۳۹۲)، در مقاله خود در یک زنجیره تأمین سه سطحی، به برآورد توابع اثر شلاقی و ذخیره موجودی با استفاده از روش شناسی سطح پاسخ پرداخته‌اند. رضوی حاجی آقا و همکاران (۱۳۹۱)، در مقاله خود یک زنجیره تأمین سه سطحی را در نظر گرفته که در آن هر یک از سطوح یکی از روش‌های میانگین متحرک، هموارسازی نمایی و رگرسیون خطی را برای پیش بینی مورد استفاده قرار می‌دهند. نظری و آقایی (۱۳۹۱)، در مقاله خود سعی کرده‌اند تا به اندازه گیری اثر شلاقی در شبکه‌های دو و سه مرحله‌ای با بیش از یک محصول و با تقاضای همبسته و تعیین فراسنجه‌های مؤثر بر آن و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن، بپردازند. دهقان و مشهدی زاده

¹ Mukui et al

(۱۳۹۰)، در مقاله خود، به بررسی و مقایسه عامل های مهم در ایجاد اثر شلاقی در یک زنجیره تأمین چهارسطحی پرداختند. وانگ و همکاران (۲۰۱۴)، برای محاسبه واریانس تقاضای محصول از معادله تقاضا، استفاده کرده اند. سنجیتا (۲۰۱۳)، در مقاله ای با رویکرد شبیه سازی و اندازه گیری های پی در پی گذارهای شدید تقاضای فصلی را در زنجیره تأمین چند مرحله ای مدل سازی کرد. کربنائو و همکاران (۲۰۰۶)، تأثیر کاربرد روش های یادگیرنده، مانند شبکه های عصبی، شبکه های عصبی بازگشتی و ماشین بردارهای پشتیبان برای پیش بینی را بر اثر شلاق چرمی بررسی و آن را با روش های سنتی نظیر میانگین متحرک و رگرسیون خطی مقایسه کردند. بارلاس و گوندوز (۲۰۱۱)، در تحلیل خود یکی از ریشه های ساختاری اثر شلاقی در زنجیره های تأمین را استفاده ناهماهنگ سطوح مختلف زنجیره از روش های پیش بینی عنوان کرده اند. کانلا و سیانسیمینو (۲۰۱۰)، نیز با استفاده از روش پیش بینی میانگین متحرک، جهت محاسبه اثر شلاقی استفاده کرده اند. بایراکتار و همکاران (۲۰۰۸)، به بررسی تأثیر روش هموارسازی نمایی بر اثر شلاقی در مدیریت زنجیره تأمین الکترونیک پرداخته اند.

بنابراین همان طور که مشخص است در همه پژوهش ها برای بررسی اثر شلاقی، از روش های پیش بینی مختلفی استفاده کرده اند.

لیزر^۱ (۱۹۴۱)، پایه های اولیه بررسی های نظام یافته تقاضای نهایی کالا و خدمات را شکل داد، ولی نخستین مدل تجربی جامع توسط استون (۱۹۵۴) ارائه شد و به سیستم هزینه خطی^۲ (LES) معروف شد. از جمله پژوهش های انجام شده در زمینه بررسی تقاضای فرآورده های لبنی با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده آل، می توان به مطالعات ساهیلنی^۳ (۲۰۱۳)، دیویس و همکاران (۲۰۱۲)، دهیبی و خلدی^۴ (۲۰۰۶)، کوهبر (۱۳۹۱)، حسین زاد و همکاران (۱۳۹۲)، پیش بهار و خیری نتاج فیروزجاه (۱۳۹۳)، چیدری و همکاران (۱۳۹۴)، دانشیار و همکاران (۱۳۹۵) اشاره کرد.

همان طور که ملاحظه می شود، یکی از عامل های تاثیرگذار بر ایجاد اثر شلاقی، پیش بینی تقاضا بیان شده است. بنابر تعریف زنجیره تأمین، هدف اصلی از هر زنجیره برآوردن نیازهای خریداران است، لذا

¹ Leser

² Linear Expenditure System (LES)

³ Sahinli, M.A

⁴ Dehibi, B. and Khaldi

بررسی اثر شلاقی در... ۱۱۹

آگاهی حلقه‌های زنجیره تامین از تقاضای آینده دارای اهمیت زیادی است. پیش‌بینی در واقع مبنایی برای کلیه برنامه‌ریزی‌های زنجیره تأمین است. (رضوی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به آنچه بیان شد، در بررسی‌های مختلف از روش‌های پیش‌بینی متفاوتی جهت محاسبه اثر شلاقی استفاده شده است. در این بررسی نیز، با استفاده از مدل‌های سیستمی تقاضا، و استفاده از روش میانگین متحرک برای پیش‌بینی تقاضای مورد انتظار، اثر شلاقی در زنجیره تأمین فرآورده‌های لبنی پگاه کرمان مورد بررسی قرار گرفته و سپس توصیه‌های سیاستی برای کاراشدن هرچه بیشتر این زنجیره ارائه می‌شود. لازم به ذکر است که وجه تمایز این مطالعه با دیگر پژوهش‌ها، در بررسی اثر شلاقی در زنجیره تأمین فرآورده‌های لبنی با استفاده از برآورد معادله‌های تقاضا است که تاکنون در تحقیقات اقتصاد کشاورزی مورد بررسی قرار نگرفته است.

مواد و روش‌ها

از آن‌جا که در این پژوهش هدف بررسی اثر شلاقی در زنجیره تأمین چندمحصولی می‌باشد، در آغاز با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل، معادله‌های تقاضا برای برآورد واریانس تقاضا، آن‌گاه با استفاده از روش میانگین متحرک، تقاضای خرده‌فروش در زمان موردانتظار برای محاسبه سفارش‌های پیش‌بینی شده و بنابراین اثر شلاقی محاسبه می‌شود. به‌طور کلی بیشتر پژوهش‌هایی که در زمینه اثر شلاقی صورت گرفته‌اند، بیشتر تک محصولی بوده و در این بررسی نیز چند فرآورده و همچنین با استفاده از برآورد معادله‌های تقاضای فرآورده‌ها، به بررسی اثر شلاقی پرداخته شده است. بررسی‌ها درباره اندازه‌گیری اثر شلاقی بر دو رویکرد اساسی مبتنی بوده است: رویکرد آماری^۱ و رویکرد تبدیل Z^2 که هر دو رویکرد، رابطه‌های یکسانی برای اثر شلاقی به‌دست می‌دهند. در این پژوهش، جهت بررسی اثر شلاقی از نتایج بررسی چن و همکاران^۳ (۲۰۰۰)، رویکرد آماری، بررسی وانگ و همکاران (۲۰۱۴)، برای محاسبه واریانس تقاضای محصول با استفاده از معادله تقاضا، و نتایج بررسی کانلا و سیانسیمینو^۴ (۲۰۱۰)، نیز استفاده شده است.

¹ Statistical Approach

² Z Transform Approach

³ Chen et al

⁴ Cannella and Ciancimino

در یک زنجیره تأمین سه سطحی اثر شلاقی عبارت است از:

$$BE = \frac{Var(Q_t)}{Var(D_t)} \quad (1)$$

$Var(Q_t)$: واریانس سفارش‌های مرکز توزیع به تولیدکننده و $Var(D_t)$: واریانس تقاضای خرده‌فروش (چن و همکاران، ۲۰۰۰). کانلا و سیانسیمینو (۲۰۱۰)، رابطه دیگری را به صورت زیر مطرح کردند:

$$OVR = \frac{Var(Q)/\mu_Q}{Var(D)/\mu_D} \quad (2)$$

در واقع OVR بی‌ثباتی سفارش را در زنجیره تأمین نشان می‌دهد. $Var(Q)$ و μ_Q واریانس و میانگین سفارش مرکز توزیع و $Var(D)$ و μ_D واریانس و میانگین تقاضای خرده‌فروش را نشان می‌دهند. در صورتی که مقدار رابطه یادشده برابر یا کوچک‌تر از یک باشد، اثر شلاقی از زنجیره تأمین حذف می‌شود و این حالت هنگامی رخ می‌دهد که نوسان‌های تقاضا و سفارش، به یکدیگر نزدیک باشد. (نظری و آقایی، ۱۳۹۱). لازم به یادآوری است که در این قسمت، برای محاسبه واریانس تقاضای خرده‌فروش که در مخرج کسر اثر شلاقی می‌باشد، از روش سیستم معادله‌های تقاضای تقریباً ایده‌آل برای برآورد معادله‌های تقاضای پنج محصول شیر، ماست، پنیر، خامه و دوغ و همچنین برای محاسبه واریانس سفارش‌های که در صورت کسر اثر شلاقی می‌باشد، برای پیش‌بینی تقاضای موردانتظار در فرمول محاسبه سفارش‌های، از روش پرکاربرد میانگین متحرک استفاده شده است که در ادامه توضیح داده شده‌اند.

برای سفارش‌گذاری دومحصول، دو روش اصلی وجود دارد: روش دوره سفارش^۱ و روش نقطه سفارش^۲. در این بررسی برای به‌دست آوردن میزان سفارش مرکز توزیع از تولیدکننده از روش سفارش تا سطح I^۳ استفاده شده است. فرض می‌شود خرده‌فروش از سیاست سفارش‌گذاری تا سطح I^۳ که مبتنی بر دوره سفارش است، استفاده می‌کند. این روش سفارش‌گذاری یک روش استاندارد در بسیاری از نظام‌های

¹ Periodic Reordering System

² Fixed Order System

³ Order-Up-To Policy

بررسی اثر شلاقی در... ۱۲۱

تولیدی است (نظری و آقایی، ۱۳۹۱). فرض می‌شود سیستم موجودی در آغاز هر دوره مدیریت شده و میزان سفارشی که مرکز توزیع به تولیدکننده می‌دهد باید به میزانی باشد که تقاضای خرده‌فروش را تأمین کند. میزان سفارش مرکز توزیع به تولیدکننده عبارت است از:

$$y_t = \widehat{D}_t^L + z\delta_t^L \quad (۳)$$

$$q_t = y_t - y_{t-1} + D_t = (\widehat{D}_t^L - \widehat{D}_{t-1}^L) + z(\delta_t^L - \delta_{t-1}^L) + D_{t-1} =$$

$$\frac{L}{N} (\sum_{i=1}^N D_{t-i} - \sum_{i=2}^{N-1} D_{t-i}) + z\sqrt{L}(\delta_t - \delta_{t-1}) + D_{t-1} = \frac{L}{N} (D_{t-1} -$$

$$D_{t-N-1}) + z\sqrt{L}(\delta_t - \delta_{t-1}) + D_{t-1}$$

بنابراین:

$$q_t = \left(1 + \frac{L}{N}\right) D_{t-1} + \left(-\frac{L}{N}\right) D_{t-N-1} + z\sqrt{L}(\delta_t - \delta_{t-1}) \quad (۴)$$

که در آن:

y_t و y_{t-1} مقادیر سطح موجودی مطلوب در دوره‌های t و $t-1$ در مرکز و q_t سفارش مرکز توزیع از تولیدکننده می‌باشد. Z با توجه به سطح خدمت‌دهی به خریدار از جدول نرمال استاندارد به دست می‌آید که در این بررسی ۹۹ درصد در نظر گرفته شده است. همچنین برای به دست آوردن واریانس سفارش‌های مرکز توزیع به تأمین‌کننده (کارخانه پگاه) در آغاز باید از دو طرف رابطه (۴) واریانس گرفته شود. بنابراین با توجه به رابطه (۴):

$$Var(q_t) = Var\left(\left(1 + \frac{L}{N}\right) D_{t-1} + \left(-\frac{L}{N}\right) D_{t-N-1} + z\sqrt{L}(\delta_t - \delta_{t-1})\right) =$$

$$\left(1 + \frac{L}{N}\right)^2 Var(D_{t-1}) + \left(-\frac{L}{N}\right)^2 Var(D_{t-N-1}) + Z^2 L Var(\delta_t - \delta_{t-1}) +$$

$$\left(1 + \frac{L}{N}\right) \left(-\frac{L}{N}\right) Cov(D_{t-1}, D_{t-N-1}) + 2\sqrt{L} \left(1 + \frac{L}{N}\right) Cov(D_{t-N-1}, \delta_t -$$

$$\delta_{t-1}) + 2Z\sqrt{L} \left(-\frac{L}{N}\right) Cov(D_{t-1}, \delta_t - \delta_{t-1})$$

که در آن برابر بررسی چن و همکاران، فرض شده است:

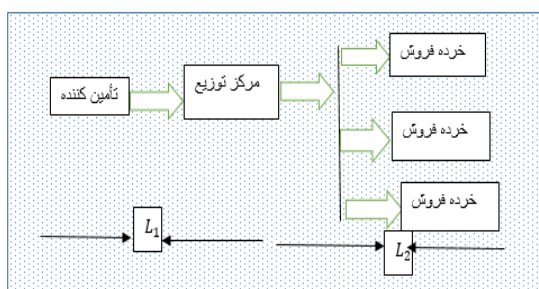
$$Cov(D_{t-1}, D_{t-N-1}) = 0, \quad Cov(D_{t-1}, \delta_t) = 0 \quad \forall I = 0, 1, \dots, N \quad (۶)$$

$$Var(\delta_t - \delta_{t-1}) = Var(\delta_t) + Var(\delta_{t-1}) - 2Cov(\delta_t, \delta_{t-1}), \quad Cov(\delta_t, \delta_{t-1}) = 0$$

بنابراین داریم:

$$Var(q_t) = \left(1 + \frac{L}{N}\right)^2 Var(D_{t-1}) + \left(-\frac{L}{N}\right)^2 Var(D_{t-N-1}) + z^2 L (Var(\hat{\sigma}_t) + Var(\widehat{\sigma_{t-1}})) \quad (7)$$

یکی از عامل‌های مؤثر بر اثرشلاقی در زنجیره تأمین، زمان موردانتظار (تحویل) می‌باشد. در یک شبکه زنجیره تأمین سه سطحی، دو نوع زمان انتظار وجود دارد. یکی بین تأمین کننده و مرکز توزیع، L_1 و دیگری بین خرده‌فروش و مرکز توزیع، L_2 . در شکل زیر این مسئله مشخص شده است:



شکل (۱) زنجیره تأمین سه سطحی

که در این بررسی، فرض شده است زمان مورد انتظار بین مرکز توزیع و خرده‌فروشان ثابت و دو دوره باشد و بسته به زمان‌های تحویل مختلف محصول، می‌توان تأثیر آن‌ها را بر اثرشلاقی بررسی کرد، هرچه زمان تحویل بیشتر شود، واریانس سفارش‌های نیز افزایش یافته و اثر شلاقی بیشتر می‌شود (نظری و آقایی، ۱۳۹۱). از زمان تحویل، جهت محاسبه تقاضای خرده‌فروش برای به‌دست آوردن سفارش با توجه به فرمول (۴) استفاده می‌شود. برای پیش‌بینی تقاضای خرده‌فروش در زمان موردانتظار در بیشتر بررسی‌ها، از روش‌های هموارسازی و میانگین متحرک استفاده شده است، که در این بررسی نیز از روش میانگین متحرک N دوره‌ای ساده جهت پیش‌بینی واریانس و میانگین تقاضای خرده‌فروش در طول

بررسی اثر شلاقی در... ۱۲۳

دوره مورد انتظار استفاده می‌شود. بنابراین D_t^L مجموع تقاضای خرده‌فروش از دوره t تا دوره $t+L-1$ است:

$$D_t^L = D_t + D_{t+1} + \dots + D_{t+L-1} = \sum_{i=0}^{L-1} D_{t+i} \quad (8)$$

بنابراین با استفاده از روش میانگین متحرک داریم:

$$\widehat{D}_{t+k} = \widehat{D}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_{t-i} = \frac{1}{N} (D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-N}) \quad (9)$$

بدین معنا که تقاضای دوره‌های بعد، از میانگین تقاضای N دوره پیش بدست می‌آید، بنابراین:

$$\widehat{D}_t^L = \widehat{D}_t + \widehat{D}_{t+1} + \dots + \widehat{D}_{t+L-1} \quad (10)$$

برای به دست آوردن واریانس تقاضای خرده‌فروش در زمان موردانتظار عبارت است از:

$$(\widehat{\delta}_t^L)^2 = L * \delta_t^2 = \frac{L}{N} \sum_{i=1}^N (D_{t-i} - \widehat{D}_2)^2 \quad (11)$$

$$\delta_t^L = \sqrt{L} * \delta_t = \sqrt{L} * \sqrt{\frac{L}{N} \sum_{i=1}^N (D_{t-i} - \widehat{D}_2)^2}$$

که در آن، $\widehat{\delta}_t^2$ واریانس تقاضای خرده‌فروش در زمان t می‌باشد. پس از محاسبه تقاضای خرده‌فروش در زمان انتظار، میزان سفارش با توجه به رابطه (۴)، برای محاسبه اثر شلاقی محاسبه می‌شود. برای محاسبه اثر شلاقی و محاسبه واریانس تقاضای فرآورده‌های لبنی موردنظر، از تابع تقاضای برآوردشده برابر بررسی وانگ و همکاران (۲۰۱۴) که با استفاده از تابع تقاضای خطی اثر شلاقی را بررسی کرده، استفاده شده است. در این بررسی، با فرض اینکه تابع تقاضا خطی باشد و سفارش‌های مرکز توزیع نیز با استفاده از روش هموارنمایی به دست آمده باشد، بنابراین:

$$d_t = D(p_t, p_{t-1}) = (a - bp_t) + rb(p_t - p_{t-1}), \quad r \in [0,1] \quad (12)$$

که در آن، p_t ، قیمت فرآورده در دوره t ، p_{t-1} ، قیمت محصول در دوره $t-1$ ، r ، حساسیت تقاضای مصرف-کننده نسبت به تغییرپذیری های قیمت دوره جاری و دوره پیش، b ، حساسیت تقاضای مصرف کننده نسبت به تغییرپذیری های قیمت دوره جاری. واریانس تقاضا، عبارت است از:

$$\begin{aligned} \text{Var}(d_t) &= \text{Var}((a - bp_t) + rb(p_t - p_{t-1})) = \text{Var}(-b(1-r)p_t - \\ &rbp_{t-1}) = b^2(2r^2 - 2r + 1)\text{Var}(p_t) \end{aligned} \quad (۱۳)$$

بنابراین، اثر شلاقی با استفاده از بررسی وانگ (۲۰۱۴)، عبارت است از:

$$BE^{LINEAR} = \frac{\text{Var}(q_t)}{\text{Var}(d_t)} = 1 + 2\alpha L + \frac{2\alpha^2 L^2}{2 - \alpha} - 2\alpha^2 L \left(1 + \frac{\alpha L}{2 - \alpha}\right) \frac{r(1-r)}{2r^2 - 2r + 1} \quad (۱۴)$$

که در آن L : زمان تحویل یا زمان مورد انتظار، α : فراسنجه هموارسازی می باشد. بنابراین، در این بررسی، برای پنج فرآورده و به صورت سیستمی معادله های تقاضا برآورد شده اند. با توجه به محاسبه واریانس سفارش های در صورت کسر اثر شلاقی داریم:

$$BE = \frac{\text{Var}(Q_t) = \left(1 + \frac{L}{N}\right)^2 \text{Var}(D_{t-1}) + \left(-\frac{L}{N}\right)^2 \text{Var}(D_{t-N-1}) + z^2 L (\text{Var}(\hat{\sigma}_t) + \text{Var}(\hat{\sigma}_{t-1}))}{\text{Var}(D_t)}$$

در ادامه به بررسی محاسبه واریانس تقاضا پرداخته شده است. سیستم تقاضای تقریباً "ایده آل نخستین بار توسط دیتون و مولبایر (۱۹۸۰)، ارائه شد. در این بررسی، برای توضیح بیشتر توابع تقاضای فرآورده های لبنی خانوارهای شهری بر اساس وجود فرآیند عادت های مصرفی در رفتار جمعی مصرف کنندگان به پیروی از بلانسی فورتی و گرین^۱ (۱۹۸۳)، در مدل مورد نظر، مقدار وقفه دار سهم فرآورده های لبنی نیز وارد مدل شده است. بنابراین الگوی مورد نظر برای سیستم تقاضای تقریباً "ایده آل برای ۵ فرآورده لبنی به صورت زیر است:

¹ Blanciforti and Green

بررسی اثر شلاقی در... ۱۲۵

$$w_{it} = \alpha_i + \tau_{i1} \ln(p_{\text{milk}}^t) + \tau_{i2} \ln(p_{\text{yogurt}}^t) + \tau_{i3} \ln(p_{\text{cheese}}^t) \quad (15)$$

$$+ \tau_{i4} \ln(p_{\text{cream}}^t) + \tau_{i5} \ln(p_{\text{dough}}^t) + \beta_i \ln\left(\frac{M_t}{p_t^*}\right)$$

$$+ \gamma_i w_{i(t-1)} + \mu_t$$

در سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل یادشده، مدل تابع تقاضای تقریباً ایده‌آل w_{it} ، نشان دهنده‌ی سهم هزینه‌های هریک از فرآورده‌های لبنی نام برای مصرف کننده در زمان t از کل هزینه‌های فرآورده‌های لبنی، $\ln(p_{\text{milk}}^t)$ ، قیمت فرآورده شیر در سال t ، $\ln(p_{\text{yogurt}}^t)$ ، قیمت فرآورده ماست در سال t ، $\ln(p_{\text{cheese}}^t)$ ، قیمت فرآورده پنیر در سال t ، $\ln(p_{\text{cream}}^t)$ ، قیمت فرآورده خامه در سال t ، $\ln \tau_{i5}(p_{\text{dough}}^t)$ ، قیمت فرآورده دوغ در سال t ، M_t ، کل هزینه‌های صرف شده توسط خانوارها برای فرآورده‌های لبنی در سال t ، و p_t^* ، شاخص قیمتی استون برای خانوار در زمان t می‌باشد.

کشش‌های درآمدی μ_i ، کشش قیمتی خودی ε_{ii} ، و کشش قیمتی متقاطع ε_{ij} ، کشش قیمتی جبرانی (هیکسی) ε_{ij}^h ، کشش جانشینی آلن σ_{ij}^a ، سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل خطی با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شوند (گرین و آلستون، ۱۹۹۰).

$$\mu_i = \frac{\beta_i}{w_i} + 1, \quad \varepsilon_{ij} = \frac{\tau_{ij}}{w_i} - \beta_i \left(\frac{w_i}{w_j}\right), \quad \varepsilon_{ij}^h = \frac{\tau_{ij}}{w_i} + w_j - \delta_{ij} \quad (16)$$

$$\varepsilon_{ii} = \frac{\tau_{ii}}{w_i} - \beta_i - 1, \quad \delta_{ij}^h = \frac{\tau_{ij}}{w_i w_j} + 1$$

در رابطه‌های بالا سهم‌های بودجه (w_i) قابل مشاهده نیست و میانگین آن‌ها در طول دور محاسبه شده است. همچنین δ_{ij} نیز دلتای کرونگر بوده که برای کشش‌های خودی برابر یک و برای غیرخودی برابر صفر می‌باشد. در سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل، معادله‌های با استفاده از شاخص قیمت استون به صورت تقریب خطی برآورد می‌شوند. در این بررسی آمار و اطلاعات مورد استفاده برای پنج فرآورده از داده‌های بازار کارخانه پگاه کرمان و مرکز توزیع آن، گردآوری شده است. دوره زمانی مورد بررسی در این بررسی نیز ۱۳۷۳-۱۳۹۴ می‌باشد.

نتایج و بحث

در این بررسی، در آغاز با استفاده از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته ایستایی متغیرهای مورد نظر بررسی شد. نتایج ایستایی نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای مورد استفاده سیستم معادله‌های در سطح ایستا هستند. در ادامه به برآورد تقاضای فرآورده‌های لبنی و سپس محاسبه اثرشلاقی پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است که برای برآورد توابع تقاضا شرط جمع‌پذیری با حذف یکی از معادله‌های سهم و شروط تقارن و همگنی به صورت قید به مدل اعمال شد. سپس سیستم معادله‌های تقاضا در هر یک از مدل‌های ارائه شده با استفاده از روش رگرسیون به ظاهر نامرتب تکراری (ISURE)^۱ برآورد گردید. در این مطالعه، معادله سهم دوغ حذف شده و سپس با استفاده از برآورد سایر فرآورده‌ها، ضرایب این معادله حاصل شد.

جدول (۱) ضرایب برآوردی تقاضای شیر و فرآورده‌های آن با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل

متغیر	شیر		پنیر		ماست		خامه		دوغ	
	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
قیمت شیر	۰/۰۳۴	۱/۹۶	-۰/۰۰۰۲	-۱/۸۴	-۰/۰۴۵	-۲/۰۳	-۰/۰۰۲۸	-۱/۰۱	۰/۰۱۴	-
قیمت پنیر	-۲/۳۱	-۲/۲۲	-۰/۲۱۱	-۱/۹۵	۰/۱۸	۰/۲۸	-۰/۳۵	-۴/۰۹	-۲/۶۹	-
قیمت ماست	-۰/۵۹	-۲/۷۶	-۰/۰۴۷	-۱/۴۰	۰/۶۳	۴/۲۰	-۰/۰۷۱	-۳/۸۹	۰/۰۷۸	-
قیمت خامه	-۰/۰۷۶	-۱/۸۶	۰/۱۷	۱/۷۷	۰/۴۷	۴/۹۴	۰/۰۳۹	۳/۱۹	-۰/۶۰۳	-
قیمت دوغ	-۳/۲۸	-۲/۷۵	-۰/۳۵	-۱/۵۲	-۰/۳۴	-۰/۴۵	۰/۴۱	۴/۰۶	۳/۵۶	-
مخارج	-۰/۴۸	-۶/۲۵	۰/۱۵	۲/۹۶	۰/۳۳	۷/۲۹	-۰/۰۰۱	-۰/۱۶	-۰/۰۰۱	-
متغیر مجازی هدفمند کردن پارانه‌ها	۰/۰۵۳	۱/۵۱	-۰/۰۲	-۱/۱۲	-۰/۰۳۱	-۱/۴۵	-۰/۰۰۴	-۱/۷۴	-	-
متغیر عادات مصرفی	-۰/۵۸	-۵/۶۳	-۰/۳۲	-۲	۰/۰۰۱	۰/۰۲	-۰/۷۶	-۴/۷۷	-	-
عرض از مبدأ	-۰/۰۲۴	-۰/۹۷	۰/۰۲۶	۱/۷۷	-۰/۰۴۴	-۲/۸۶	۰/۰۰۶	۳/۱۹	۱/۰۳	-

منبع: یافته‌های تحقیق

¹ Iteration Seemingly Unrelated Regression System

بررسی اثر شلاقی در... ۱۲۷

جدول (۲) کَشش‌های خودقیمتی، متقاطع و درآمدی غیرجبرانی سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل

محصول	شیر	ماست	پنیر	خامه	دوغ	کشش مخارجی
شیر	-۰/۴۵	۲/۷۱	۰/۴۲	-۹/۲	۰/۷۶	۱/۰۹۹
ماست	۰/۰۴۵	-۱/۲۹	-۰/۴۴	۰/۷۱	-۲/۷۳	۱/۹۵
پنیر	۰/۶۸	-۱/۹۵	-۰/۵۱	۱/۸۲	-۵/۵۱	۱/۴۲
خامه	-۰/۲۵	۳/۱۹	-۶/۴	-۲/۵۶	۳/۷۴	۱/۹۱
دوغ	۰/۹۹	۴/۶	۷/۳	۴/۴۷	-۲/۱۸	۱/۰۷

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۳) کَشش‌های خودقیمتی و متقاطع جبرانی سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل

محصول	شیر	ماست	پنیر	خامه	دوغ
شیر	-۰/۳۹	-۴/۱۷	-۰/۹۳	-۰/۱۳	-۶/۱۰
ماست	۰/۵۴	-۰/۹۷	-۰/۱۳	۱/۰۹	-۲/۱۸
پنیر	-۰/۰۳۵	۲/۴۶	-۰/۰۲۴	۶/۰۲	-۴/۳۰
خامه	۰/۲۸	-۳/۰۳	-۶/۳۱	-۲/۵۸	۳/۷
دوغ	۱/۲۴	۳/۲۷	۷/۵	۳/۹	-۲/۲

منبع: یافته‌های تحقیق

از آن جایی که تحلیل اقتصادی ضریب‌های برآورد شده در سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل امکان پذیر نیست، بنابراین کَشش‌های قیمتی و درآمدی، در جداول ۲ و ۳ محاسبه و بررسی شده‌اند.

با توجه به جدول (۲)، کَشش خودقیمتی غیرجبرانی هر پنج فرآورده لبنی منفی می‌باشند که این هماهنگی با انتظار تئوریک و رابطه‌ی منفی بین میزان تقاضا و قیمت هر فرآورده است. کمتر از یک بودن کَشش‌های خودقیمتی غیرجبرانی شیر و پنیر نشان‌دهنده کَشش‌ناپذیری این دو فرآورده و بزرگ‌تر از یک بودن کَشش‌های خودقیمتی ماست، خامه و دوغ پنیر نشان‌دهنده کَشش‌پذیری این فرآورده‌ها می‌باشد.

همچنین کَشش‌های متقاطع غیرجبرانی نشان می‌دهند که به عنوان مثال، فرآورده‌های ماست، پنیر جانشین ناخالص شیر و خامه و دوغ مکمل ناخالص هستند. مقدار کَشش درآمدی همه فرآورده‌های

لبنی بزرگ‌تر از یک می‌باشند که نشان‌دهنده لوکس بودن فرآورده‌های لبنی در سبدمصرفی خانوارها می‌باشد. متغیر عادات مصرفی در تمام معادله‌ها به جز معادله تقاضای خامه معنادار شده و نشان‌دهنده تأثیر مصرف دوره پیش این فرآورده‌ها بر مصرف دوره جاری آن‌ها می‌شود. با نتایج بررسی چیدری و همکاران (۱۳۹۴)، دانشیار و همکاران (۱۳۹۵)، و خیری (۱۳۹۴) همخوانی دارد.

در ادامه به بررسی اثر شلاقی فرآورده‌های شیر، ماست، پنیر، خامه و دوغ با استفاده از دو روش بدون استفاده از معادله‌های تقاضا (روش آماری) و با استفاده از معادلات تقاضای برآورد شده پرداخته شده است. نتایج در جدول (۴) آورده شده‌اند. زنجیره تأمین شامل خرده‌فروشان، مرکز توزیع و کارخانه پگاه شهرستان کرمان می‌باشد که روزانه میزان شیر مورد نیاز خود را از دامداران این شهرستان و استان‌های فارس، یزد و اصفهان تأمین می‌کنند.

جدول (۴) اثر شلاقی محصولات لبنی زنجیره تأمین مورد بررسی

اثر شلاقی (BE)	اثر شلاقی (BE)	اثر شلاقی (BE)	اثر شلاقی (BE)	فرآورده
رابطه کانلا و سیانسیمینو، با استفاده از معادله‌های تقاضا	رابطه چن، با استفاده از معادله‌های تقاضا	رابطه کانلا و سیانسیمینو بدون معادله‌های تقاضا	رابطه چن، بدون معادله‌های تقاضا	شیر
۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰۴	۲/۵۰۴	
۲/۵۱	۲/۵۱	۲/۵۰۷	۲/۵۰۷	ماست
۲/۵۲	۲/۵۲	۲/۵۰۶	۲/۵۰۶	پنیر
۲/۷۹	۲/۷۹	۲/۶۳	۲/۶۳	خامه
۲/۵۱	۲/۵۱	۲/۵۳	۲/۵۳	دوغ

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول (۴)، از آن‌جا که برای همه فرآورده‌های مورد نظر، میزان اثر شلاقی بزرگ‌تر از یک می‌باشد، بنابراین، این نتیجه گرفته می‌شود که در زنجیره شیر و فرآورده‌های شیری پگاه در شهرستان کرمان پدیده اثر شلاقی وجود دارد. لازم به یادآوری است که زمان مورد انتظار (L) و شمار دوره‌های در نظر گرفته شده در میانگین متحرک نیز از عامل‌های مؤثر بر اثر شلاقی می‌باشند که با تغییر هر یک از این عامل‌ها، میزان اثر شلاقی نیز تغییر می‌کند، که در این بررسی مورد ارزیابی قرار نگرفته است.

نتیجه گیری

از آنجا که در پژوهش حاضر هدف بررسی اثر شلاقی در زنجیره تأمین چندفرآورده‌های بود، در آغاز با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً "ایده‌آل، معادله‌های تقاضا جهت برآورد واریانس تقاضا، سپس با استفاده از روش میانگین متحرک، تقاضای خرده‌فروش در زمان موردانتظار برای محاسبه سفارش‌های پیش‌بینی شده و سپس اثر شلاقی محاسبه شد. در سیستم معادله‌های تقاضا، با لحاظ کردن عادات مصرفی در توابع تقاضای شیر و فرآورده‌های آن، تقاضای اقلام پرمصرف شیر، ماست، پنیر، خامه و دوغ پگاه برای خانوارهای شهری در استان کرمان برآورد شد. متغیر عادت‌های مصرفی (سهم تقاضای هریک از فرآورده‌ها با وقفه یک)، در معادله‌های تقاضای شیر، ماست و خامه معنادار شده و این نشان می‌دهد که افزون بر تأثیر قیمت و درآمد بر تقاضای این فرآورده‌های لبنی، عادت‌های مصرفی آن‌ها نیز در تغییرپذیری تقاضای آن‌ها نقش مؤثری دارد. مقادیر کشش خودقیمتی فرآورده‌های شیر و پنیر کوچک-تر از یک بوده که نشان‌دهنده کشش‌ناپذیری آن‌ها و فرآورده‌های ماست و خامه و دوغ بزرگ‌تر از یک بوده که نشان‌دهنده کشش‌پذیری این فرآورده‌ها می‌باشد. بنابراین حساسیت مصرف‌کنندگان فرآورده‌های لبنی، به تغییرپذیری قیمت ماست و خامه و دوغ بیشتر از تغییرپذیری قیمت شیر و پنیر می‌باشد. همچنین بزرگ‌تر از یک بودن کشش درآمدی این فرآورده‌ها، نشان‌دهنده لوکس بودن آن‌ها، می‌باشد. در ادامه، با استفاده از روش میانگین متحرک ساده با در نظر گرفتن سطح خدمت‌دهی فرآورده‌های پگاه و زمان انتظار، برای پیش‌بینی تقاضای خرده‌فروش در زمان موردانتظار و محاسبه سفارش‌های مرکز توزیع استفاده شد. نتایج نشان داد با توجه به اینکه نسبت واریانس سفارشات مرکز توزیع به واریانس تقاضای خرده‌فروشان فرآورده‌های لبنی، بزرگ‌تر از یک می‌باشند، بنابراین پدیده اثر شلاقی در این زنجیره وجود دارد.

بنابراین در راستای نتایج تحقیق می‌توان پیشنهاد داد که:

استفاده از ابزار قیمت در مورد فرآورده‌های کشش‌پذیر ماست، خامه و دوغ نسبت به استفاده از این ابزار در مورد فرآورده‌های کشش‌ناپذیر شیر و پنیر، جهت مدیریت بهینه تقاضای این محصولات راهکار مناسبی می‌باشد.

باتوجه به پایین بودن میزان مصرف سرانه لبنیات در مناطق شهری کشور (۹۲ کیلوگرم) و در کرمان (۴۵ کیلوگرم)، اقدامات مشخصی برای تحریک بخش تقاضا و ترغیب شهروندان برای مصرف بیشتر شیر و فرآورده‌های لبنی به عمل آید.

اگر عاملان زنجیره تأمین، اطلاعات درست و دقیقی از تقاضای فرآورده‌های لبنی نداشته باشند، و میزان تولید کارخانه پگاه کمتر از میزان تقاضای مصرف‌کنندگان فرآورده‌های لبنی باشد، که در نتیجه کارخانه مصرف‌کنندگان خود را از دست می‌دهد و سهم فروش این کارخانه در بازار کاهش می‌یابد. همچنین اگر میزان تولید کارخانه پگاه بیشتر از میزان تقاضای مصرف‌کنندگان محصولات لبنی باشد، در این صورت هزینه‌های انبارداری زیادی جهت مازاد عرضه فرآورده‌های لبنی ایجاد می‌شود که موجب اتلاف سرمایه در این زنجیره می‌شود. بنابراین می‌توان به این مهم دست یافت که باتوجه به اهمیت مصرف لبنیات، در صورت اطلاعات دقیق عاملان از تقاضای بازار فرآورده‌های لبنی، این امر منجر به نزدیک شدن مقدار پیش‌بینی شده به مقدار تقاضای موردنیاز مصرف‌کننده و هدفمند شدن برنامه‌های تولید فرآورده‌های لبنی می‌شود، از طرف دیگر، با هدفمند شدن تولید محصولات در این زنجیره، وضعیت عاملان زنجیره و همچنین دامداران تولیدکننده شیر منطقه مورد بررسی، که یکی از آسیب‌پذیرترین عامل‌های این زنجیره می‌باشند نیز بهبود می‌یابد و این موضوع باعث کارآمدی و عملکرد بهتر زنجیره تأمین می‌شود.

منابع

- امیری، م.، الفت، ل. و حسن زاده، ا. (۱۳۹۲). تخمین توابع اثر شلاقی و ذخیره موجودی با استفاده از روش‌شناسی سطحی پاسخ. فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی، شماره ۲۹.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (۱۳۹۴). شاخص قیمت لبنیات برای خانوارهای شهری و روستایی ۱۳۹۲-۱۳۶۳. نشریات مختلف.
- پیش بهار، ا. و خیری نتاج فیروزجاه، م. (۱۳۹۳). بررسی تقاضای لبنیات در ایران با استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده آل. تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۲۵، شماره (۴): ۷۰۱-۶۹۳.
- دانشیار، ی. پیش بهار، ا. و کیانی راد، ع. (۱۳۹۵). برآورد تقاضای لبنیات در دهک‌های مختلف درآمدی خانوارهای ایرانی. ششمین کنفرانس بین‌المللی اقتصاد و مدیریت. دانشگاه آزاد اسلامی.

بررسی اثر شلاقی در... ۱۳۱

دهقان دهنوی، ح. و مشهدی زاده اردکانی، ر. (۱۳۹۰). بررسی اثر شلاقی و تأثیر عوامل اصلی در ایجاد آن در صنایع نساجی. سومین کنفرانس ملی مهندسی نساجی و پوشاک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.

رضوی حاجی آقا، س. اکرمی، ه. و الفت، ل. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر کاربرد ترکیبی روش‌های پیش‌بینی برای اثر شلاق چرمی در زنجیره‌های تأمین چندسطحی. مجله بهبود مدیریت. سال ششم، شماره (۴): ۹۶-۱۱۳.

چیزری، ا. شکوهی، ز. سلامی، ح. و حسینی، س. ص. (۱۳۹۴). وجود عادات مصرفی و تحلیل تجربی تقاضا: مطالعه موردی تقاضای محصولات لبنی خانوارهای شهری در ایران. اقتصاد کشاورزی، شماره (۲): ۳۵-۱۹.

حسین زاد، ج. سهرابی اطهر، ف. دشتی، ق. وقهرمان‌زاده، م. (۱۳۹۲). کاربرد مدل‌های سیستمی در تحلیل تقاضای کالاهای خوراکی در ایران. تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، شماره ۳(۳): ۵۵۴-۵۴۵.

خالدی، م. و امجدی، ا. (۱۳۸۸). اهمیت و کاربرد مدیریت زنجیره عرضه در بخش کشاورزی و صنایع وابسته به آن. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

کوهبر، م. (۱۳۹۱). برآورد تقاضای لبنیات در کشور ایران: کاربردی از مدل دابل هاردل. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره (۵۲): ۱۶۸-۱۴۳.

موحدی، ی. ذوالفقاری، ر. و جولای، ف. (۱۳۹۰). تحلیل نقش عوامل مالی در اثر شلاقی در زنجیره تأمین دو رده‌ای. نشریه تخصصی مهندسی صنایع، شماره (۲): ۱۹۹-۲۰۸.

نجفی، م. و زنجیرانی فراهانی، ر. (۱۳۸۶). مقایسه تأثیر روش‌های مختلف پیش‌بینی بر اثر شلاق گاوی. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع.

نظری، ل. و آقایی، ع. (۱۳۹۱). اندازه‌گیری پدیده شلاقی در زنجیره تأمین سه مرحله‌ای با بیش از یک محصول. نشریه تخصصی مهندسی صنایع، دوره ۴۶، شماره (۱): ۱۱۷-۱۰۵.

- Barlas, Y. B., Gunduz. (2011). Demand forecasting and sharing strategies to reduce Fluctuations and bullwhip effect in supply chains. *Journal of the Operational Research Society*, Vol (62): 458-473.
- Bayraktar, Erkan. S.C. Lenny K. A. and Gunasekaran. Kazim .S.Ekrem .T. (2008). The role of forecasting on bullwhip effect for E-SCM applications. *International Journal of Production Economics*. Vol (113): 193-204.
- Blanciforti, L. and Green, R. (1983). An Almost Ideal Demand System Incorporating Habits: An Analysis of Expenditures on Food and Aggregate Commodity Groups, *the Review of Economics and Statistics*, No (3): 511-515.

- Cannella, S. and Ciancimino, E. (2010). On the bullwhip avoidance phase: Supply chain collaboration and order smoothing, *International Journal of Production Research*, Vol (48): 6739-6776.
- Carbonneau, R. Kevin, L. and Rustam, V. (2006). Application of machine learning technique for supply chain demand forecasting. *European Journal of operational Research*. Vol (184): 1140-1154.
- Chen, F. Drezner, Z. Ryan, J.K. and Simchi-Levi, D. (2000). Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead times, and information, *Management Science*, Vol (46): 436-443.
- Davis, Christopher G. Diansheng Dong, Don P. B. and Ashley, O. (2010). An Analysis of U.S. Household Dairy Demand, TB-1928, U.S. Dept. of Agr., *Econ. Res. Serv.* December.
- Deaton, A.S. and Mullbur, J. (1980). An Almost Ideal Demand System, *American Economic Review*, No (3): 26-312.
- Dhehibi, B. and Khaldi, R. (2006). Demand analysis for dairy products in Tunisia: an econometric approach. *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; No (78): 397-401.*
- Forrester, J.W. (1958). Industrial dynamics – a major break-through for decision making. *Harvard Business Review*, 36 (4): 37–66.
- Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*, MIT Press, Cambridge MA.
- Green, R and Alston, J.M. (1990), Elasticity's in AIDS Models. *American Journal of Agricultural Economics*, No (2): 442-445.
- Lee, H.L. Padmanabhan, V. and Wang, S. (1997). Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect. *Management Science*, 43(3): 546–558.
- Leser, C.E.V. (1941). Family budget data and price-elasticities of demand. *Review of Economic Studies*, (9): 40-57.
- Mukui, A. and Madadi, A. (2007). The bullwhip effect and Lyapunov exponent. *Applied Mathematics and Computation*: 35-40.
- Sahinli, M.A. (2013). THE TURKISH DEMAND FOR FOOD. *Turkish Studies-International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*: 2111-2118.
- Sanjita Jaipuria, S.S. Mahapatra. (2013). an improved demand forecasting method to reduce bullwhip effect in supply chains. *Expert Systems with Applications, An international journal*.
- Song, C.T., Haas, C., Caldas, e.s.i.n., Ergen, B., Akinci. (2006). Automating the task of tracking the delivery and receipt of fabricated pipe spools in industrial projects, *International Journal of Automation in Construction*, 15(2):166-177.

بررسی اثر شلاقی در... ۱۳۳

Sucky, E. (2009). The bullwhip effect in supply chains-An overestimated problem? *Production Economics*: 311–322.

Wang, N.,Ma, Y.,He,Z.,Che,A.,Hung,Y. and Xu,J. (2014). The impact of consumer price forecasting behavior on the bullwhip effect. *International Journal of Production Research*, 52(22): 6642-6663.