

یکپارچه سازی تصمیمات مالی و فیزیکی در یک زنجیره تأمین مبتنی بر ارزش

کمال چهارسوقی^{۱*} و احسان خاکبازان^۲

| اطلاعات مقاله | چکیده |
|--|---|
| دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۰ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۰۸ | <p>رشد پایدار ارزش سهام یک شرکت بدون توجه به جریان مالی و یکپارچه‌سازی این تصمیمات با دیگر تصمیمات مرسوم زنجیره، امری بعید به نظر می‌رسد. مدیریت مبتنی بر ارزش تلاش دارد تا با در نظر گرفتن سرمایه در گردش و دارایی‌های ثابت، در کنار عواملی چون فروش و هزینه تمامی عوامل مؤثر بر ارزش را در نظر گیرد تا دستیابی به ارزش سهام پایدار امکان‌پذیر باشد. در این مقاله یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط به منظور یکپارچه‌سازی تصمیمات مالی و فیزیکی در یک زنجیره تأمین چند سطحی، چند دوره‌ای و چند محصولی با هدف بیشینه نمودن ارزش افزوده اقتصادی، به عنوان یکی از پرکاربردترین معیارهای سنجش ارزش، ارائه شده است. مدیریت سرمایه در گردش با در نظر گرفتن اختیارات پیش خرید و پیش فروش در کنار خرید و فروش مدت‌دار، به عنوان یکی از مهمترین نوآوری‌های این مقاله در نظر گرفته شده است. در قسمت نتایج، پس از ارائه مسائلی با ابعاد مختلف و تأیید اعتبار و کارایی مدل پیشنهادی، به بررسی اثرات وجود اختیارات پیش فروش، پیش خرید و خرید و فروش مدت‌دار پرداخته شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که بدون وجود این اختیارات، ارزش زنجیره می‌تواند تا ۶۴٪ کاهش داشته باشد.</p> |
| <p>واژگان کلیدی: زنجیره تأمین مبتنی بر ارزش، ارزش افزوده اقتصادی، پیش خرید و پیش فروش، خرید و فروش مدت‌دار.</p> | |

۱-مقدمه

در فضای رقابتی امروز، داشتن طرح و برنامه‌ای جامع، بلند مدت و پایدار ضامن بقای شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی است. در سالیان اخیر، مدیریت مبتنی بر ارزش که مدیریت تمامی بخش‌های یک بنگاه در جهت بیشینه نمودن سهام را به عنوان هدف اصلی معرفی می‌کند، به عنوان رویکردی مؤثر در تضمین توسعه پایدار، بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. بدون شک امروزه رقابت نه تنها میان تک تک سازمان‌ها، بلکه میان زنجیره‌های تأمین نیز وجود دارد. چنین شرایطی توجه به مدیریت عملکرد زنجیره تأمین را به امری ضروری مبدل ساخته است. عملکرد زنجیره تأمین

در دو بخش اثربخشی و کارایی قابل طبقه‌بندی می‌باشد [۱]. اثربخشی زنجیره تأمین عمدتاً با میزان پاسخگویی به نیازهای مشتریان نهایی ارزیابی می‌شود، در حالی که کارایی زنجیره تأمین معمولاً با شاخص‌های مرتبط با فرایندها و ساختارهای زنجیره تأمین سنجیده می‌شود [۲] و [۳]. در اصطلاح مالی، کارایی زنجیره تأمین معمولاً به کاهش هزینه و افزایش سود مرتبط می‌باشد [۴]. در چنین فضایی، در نظر گرفتن یکپارچگی عوامل مؤثر بر موفقیت شرکت‌ها در فرایند تصمیم‌سازی امری ضروری می‌باشد. تصمیم‌گیری در مدیریت زنجیره تأمین باید با تصمیمات مالی در رابطه با سرمایه‌گذاری در دارایی‌ها، رشد

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: skch@modares.ac.ir

۱. استاد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس

۲. دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس

هزینه، فروش، سرمایه در گردش و دارایی‌های ثابت [۷]، در نظر گرفته شده‌اند. علاوه بر آن، تا جایی که نویسندگان اطلاع دارند، این مقاله برای اولین بار مدلی را ارائه می‌کند که در آن اختیارات مربوط به پیش خرید و پیش فروش در کنار خرید و فروش مدت‌دار در نظر گرفته می‌شوند. در ادامه در بخش ۲، ادبیات موضوع مربوط به زنجیره تأمین مبتنی بر ارزش مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از آن مدل‌سازی مسئله در بخش ۳ تشریح شده است. در بخش ۴ نتایج محاسباتی و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی در بخش ۵ بیان شده‌اند.

۲- مرور ادبیات

در بسیاری از مطالعاتی که در سالین اخیر بر روی زنجیره‌های تأمین مبتنی بر ارزش صورت گرفته است، به ارائه برخی پارامترها و شاخص‌های مالی اکتفا شده و یا در محاسبه ارزش، تمامی عوامل ایجاد ارزش افزوده اقتصادی را در نظر نگرفته‌اند. کلیبی و همکاران [۸]، در یک مقاله مروری به بررسی مطالعات انجام شده در زمینه طراحی شبکه زنجیره تأمین پایدار پرداخته‌اند. پژوهش‌های بررسی شده در این مقاله، عمدتاً بر طراحی شبکه زنجیره تأمین در سطح استراتژیک و در نظر گرفتن برخی پارامترهای مالی و در بعضی موارد تابع هدف ارزش خالص فعلی، تمرکز دارند. شنکل و همکاران [۹] نیز در یک مقاله مروری، به بررسی مطالعات انجام شده در زمینه ایجاد ارزش در زنجیره تأمین حلقه بسته پرداخته‌اند. آن‌ها ارزش را در چهار دسته ارزش اقتصادی، ارزش اجتماعی، ارزش اطلاعات، ارزش مشتری دسته‌بندی نموده‌اند.

به طور کلی مطالعات انجام شده در زمینه زنجیره تأمین مبتنی بر ارزش را می‌توان به دو دسته کلی مدل‌های مفهومی و مدل‌های کمی طبقه‌بندی نمود. مدل‌های مفهومی دسته‌ای از مدل‌ها هستند که عوامل ایجاد ارزش همچون رشد درآمد، هزینه‌های عملیاتی و یا سرمایه بکارگرفته شده را شناسایی کرده و ارتباط آن‌ها با مدیریت زنجیره تأمین و ارزش شرکت را مورد بررسی قرار داده‌اند. در مقابل، مدل‌های کمی مدل‌هایی هستند که به ارائه مدل ریاضی و بهینه‌سازی بر اساس چارچوب‌های مفهومی

سود و افزایش فروش به صورت یکپارچه صورت پذیرد، چرا که این عوامل بر ارزش سهام شرکت تأثیر می‌گذارند که این مؤلفه نیز نشان‌دهنده سلامت مالی یک شرکت می‌باشد [۵]. یکپارچه‌سازی مدیریت مبتنی بر ارزش و مدیریت زنجیره تأمین را مدیریت مبتنی بر ارزش زنجیره تأمین می‌نامند، که نیازمند رویکردی جامع و متعادل به تمامی جوانب مالی و تمرکز بیش از پیش بر لایه‌های مالی مرتبط با زنجیره تأمین مانند بهبود اثربخشی هزینه‌های زنجیره تأمین و یا کاهش موجودی می‌باشد.

در سالین گذشته مطالعاتی در زمینه یکپارچگی تصمیمات در مورد جریان‌های فیزیکی و جریان‌های مالی در مدیریت زنجیره تأمین صورت گرفته است. این مطالعات عمدتاً به ارائه مدل‌های مفهومی و یا مطالعات موردی محدود شده‌اند. اگرچه چندین دهه است که مدیریت زنجیره تأمین و مدیریت مبتنی بر ارزش مورد توجه مطالعات علمی و مدیریتی قرار گرفته است، اما مدیریت مبتنی بر ارزش زنجیره تأمین از اواخر دهه ۱۹۹۰ توجه محققین دانشگاهی را به خود جلب کرده است [۶].

در سالین اخیر رویکرد جدیدی در مطالعات این حوزه به سوی ارائه مدل‌های بهینه‌سازی در زمینه مدیریت مبتنی بر ارزش زنجیره تأمین ایجاد شده است که عمدتاً به اتخاذ تصمیمات تاکتیکی همچون برنامه‌ریزی تولید و یا کنترل موجودی پرداخته‌اند. به طور کلی این مطالعات فقط عوامل هزینه و فروش به عنوان عوامل اصلی ایجاد ارزش در نظر گرفته‌اند.

مطالعات فوق نشان می‌دهد که پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه هنوز نتوانسته است واقعیات موجود در زنجیره تأمین از جمله ملاحظات مالی و نقدینگی را در کنار سایر تصمیمات مرسوم در زنجیره تأمین به صورت یکپارچه و همزمان در نظر بگیرد. در این مقاله، یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط به منظور یکپارچه‌سازی تصمیمات مالی و فیزیکی در یک زنجیره تأمین چند سطحی، چند دوره‌ای و چند محصولی با در نظرگیری ارزش زمانی پول و با هدف بیشینه‌سازی ارزش زنجیره، ارائه شده است. همچنین، در این مدل تصمیمات مربوط به باز کردن و یا بستن مراکز فروش در دوره‌های مختلف زمانی به صورت همزمان با سایر تصمیمات زنجیره، اتخاذ می‌گردند.

بر خلاف بسیاری از مدل‌های موجود در ادبیات موضوع، در مدل پیشنهادی تمامی عوامل اصلی ایجاد ارزش یعنی

یک مدل کمی برای تعیین سهم عوامل ایجاد ارزش در شرکت پرداختند. این محققین روابطی ارائه نمودند که با استفاده از آن‌ها می‌توان سهم هزینه‌های زنجیره تأمین و سرمایه در گردش را که بر روی سودآوری و عملکرد دارایی‌ها تاثیر می‌گذارند، به صورت کمی تعیین و مقایسه نمود.

یک مدل کمی برای بهینه‌سازی جریان‌های فیزیکی و مالی در تدارک، تولید و توزیع و فروش توسط هان و کان [۱۸] ارائه شده است. در این مقاله علاوه بر حاشیه سود عملیاتی، سرمایه در گردش به عنوان یک عامل ایجاد ارزش کوتاه و میان مدت مورد توجه قرار گرفته است. در این مدل به دلیل کوتاه بودن طول افق زمانی برنامه‌ریزی، ارزش زمانی پول و نیز سرمایه‌گذاری در دارایی‌های ثابت در نظر گرفته نشده است. این مدل یکی از اولین مدل‌هایی می‌باشد که مفاهیم ارزش افزوده اقتصادی و ارزش سهام را در مدل‌های تحقیق در عملیات وارد کرده است. این نویسندگان در مقاله دیگری [۱۹] مدل ارائه شده در مقاله قبل خود را با در نظر گرفتن جنبه‌های ریسک توسعه داده‌اند. در این مقاله یک مدل دومرحله‌ای برنامه‌ریزی احتمالی به منظور بهینه‌سازی پایدار تأثیرات سودآوری و سرمایه در گردش بر ارزش افزوده اقتصادی ارائه شده است. همچنین این نویسندگان در مقاله‌ای دیگر [۲۰] به توسعه مطالعات قبلی خود پرداخته و یک رویکرد یکپارچه برای بهینه‌سازی همزمان تصمیمات مالی و عملیاتی در کنار تصمیم‌گیری در خصوص سرمایه‌گذاری یا عدم سرمایه‌گذاری روی ظرفیت تسهیلات پرداخته‌اند. کلیبی و مارتل [۲۱] مدلی برای طراحی شبکه زنجیره تأمین پایدار مبتنی بر ارزش تحت شرایط عدم قطعیت ارائه کردند. هدف مدل حداکثر کردن ارزش خالص فعلی است و در آن توجهی به عواملی چون دارایی‌های جاری و ثابت و سرمایه در گردش نشده است. رضانی و همکاران [۲۱] یک رویکرد مالی در مدل‌سازی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته در شرایط قطعی ارائه کرده‌اند. در واقع ایده اصلی این مقاله در نظر گرفتن دارایی‌های ثابت و بدهی‌ها در طراحی شبکه زنجیره تأمین حلقه بسته است. بدری و همکاران [۲۳] یک مدل طراحی زنجیره تأمین مبتنی بر ارزش با فرض امکان بسته شدن مراکز فروش در دوره‌های زمانی مختلف تحت شرایط عدم قطعیت ارائه کرده‌اند. در این مقاله، استهلاک و ارزش اسقاط دارایی ثابت به عنوان عاملی مهم در محاسبه ارزش خالص دارایی ثابت

معرفی شده پرداخته‌اند. در ادامه مقالات هر دسته را با جزئیات بیشتر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۱-۲- مدل‌های مفهومی

چارچوب‌های مفهومی گوناگونی برای مدیریت مبتنی بر ارزش زنجیره تأمین ارائه شده است. کریستوفر و ریالز [۱۰] اولین مدل مفهومی که چهار عامل ایجاد ارزش در زنجیره تأمین یعنی رشد درآمد، کاهش هزینه عملیاتی، کارایی سرمایه در گردش و کارایی دارایی‌های ثابت را دربر می‌گیرد، ارائه نموده‌اند. اتو و ابرمایر [۱۱] تأثیرات سرمایه‌گذاری‌ها در شبکه زنجیره تأمین بر ارزش شرکت را مورد بررسی قرار داده‌اند. هافمن و لاکر [۱۲]، مدلی برای مدیریت مبتنی بر ارزش زنجیره تأمین طراحی کردند. این مدل، مفهوم شاخص‌های عملکرد زنجیره تأمین در سطح عملیاتی را به ارزش شرکت مرتبط می‌سازد که توسط ارزش افزوده اقتصادی محاسبه می‌شود. سیلوسترو و لوستارتو [۱۳] یک مطالعه موردی در بررسی نقش بانک‌ها در یکپارچه‌سازی تصمیمات فیزیکی و مالی زنجیره تأمین را ارائه نمودند.

برندنبرگ و همکاران [۱۴] در یک مدل مفهومی به یکپارچه‌سازی طراحی زنجیره تأمین مبتنی بر ارزش با فرایند معرفی محصول جدید پرداخته‌اند. برندنبرگ [۱۵] در مقاله‌ای دیگر به مطالعه اثر بحران اقتصادی بر روی زنجیره تأمین صنعت خودرو اروپا در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۰ پرداخته است. لزوم توجه به سرمایه در گردش به عنوان عاملی مهم در مواجهه به بحران یکی از کلیدی‌ترین موضوعات مطرح شده در این مقاله است. به طور مشخص شرکت‌های سازنده خودرو که به کاهش هزینه‌ها و بهبود سرمایه در گردش به طور همزمان توجه نکردند، در بحران اقتصادی بوجود آمده، بیشترین کاهش در ارزش سهام را تجربه کردند.

۲-۲- مدل‌های کمی

مدل‌های کمی برای مدیریت مبتنی بر ارزش زنجیره تأمین، عمدتاً در برنامه‌ریزی زنجیره تأمین برای ایجاد تأثیرات ارزش در برنامه‌ریزی فروش و عملیات ارائه شده‌اند. کانگیسر و همکاران [۱۶] در مدلی، به تلفیق ارزش و برنامه‌ریزی فروش و عملیات به منظور بهینه‌سازی سود پرداخته‌اند. این مدل در یک مثال نمونه از صنعت فراورده‌های شیمیایی پیاده‌سازی شده است. براندنبرگ و سورینگ [۱۷] به آرایه

[۲۵] به راهکارهای افزایش ارزش در زنجیره تأمین حلقه بسته برای چهار مطالعه موردی پرداخته‌اند. تعریف ارزش در این پژوهش به معیارهایی مانند کاهش هزینه، افزایش نظر گرفته شده در مقالات با یکدیگر مقایسه شده‌اند و در نهایت نوآوری‌های موجود در مدل پیشنهادی نسبت به مطالعات گذشته مشخص شده‌اند.

در نظر گرفته شده‌اند. آن‌ها در پژوهشی دیگر [۲۴] یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای در یک زنجیره تأمین حلقه بسته مبتنی بر ارزش ارائه نموده‌اند. شنکل و همکاران درآمد و کاهش ریسک محدود شده است. در جدول ۱ مروری مختصر بر روی مهمترین مطالعات انجام شده در زمینه مدیریت مبتنی بر ارزش زنجیره تأمین صورت گرفته است. در این جدول مهمترین تصمیمات و مفروضات در

جدول ۱- مقایسه مطالعات انجام شده در زمینه مدیریت مبتنی بر ارزش زنجیره تأمین و مدل پیشنهادی

| مقاله | سال انتشار مقاله | روش تحقیق | | عامل ایجاد ارزش | | | | شاخص ارزش | | تصمیمات و پارامترهای لحاظ شده | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|------------|---------|-----------------|------|----------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|
| | | مدل مفهومی | مدل کمی | هزینه | فروش | سرمایه در گردش | دارایی‌های ثابت | ارزش افزوده اقتصادی | تغییرات ارزش سهام | سود آوری | برنامه ریزی تولید | کنترل موجودی | مدیریت دارایی | سرمایه گذاری | محدودیت بودجه | ارزش زمانی پول | باز و بستن مراکز فروش | پیش فروش (خرید) | فروش (خرید) مدت دار |
| [۱۱] | ۲۰۰۹ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۱۲] | ۲۰۰۹ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | |
| [۱۳] | ۲۰۱۴ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| [۱۴] | ۲۰۱۴ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۱۶] | ۲۰۰۹ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۱۷] | ۲۰۱۰ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۱۸] | ۲۰۱۱ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۱۹] | ۲۰۱۲ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۲۰] | ۲۰۱۲ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۲۲] | ۲۰۱۴ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۲۳] | ۲۰۱۶ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۲۴] | ۲۰۱۷ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۲۶] | ۲۰۰۸ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۲۷] | ۲۰۱۱ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| [۲۸] | ۱۳۹۳ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| مدل پیشنهادی | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | | |

۳- مدل سازی مسئله

در این بخش، مدلی که به منظور یکپارچه سازی تصمیمات مالی و فیزیکی در زنجیره تأمین ارائه شده است، تشریح خواهد شد. تابع هدف، به صورت بیشینه سازی ارزش افزوده اقتصادی تعریف شده است. این معیار یکی از مهمترین و پرکاربردترین معیارهای سنجش ارزش است. ارزش افزوده اقتصادی هنگامی ایجاد می شود که مجموع درآمدها از هزینه سرمایه بیشتر شود. در واقع ارزش افزوده اقتصادی برابر است با خالص درآمد عملیاتی پس از کسر مالیات منهای هزینه سرمایه دارایی های جاری [۲۹].

در زنجیره تأمین مفروض، منطبق بر لیست مواد، مواد خام اولیه از تأمین کنندگان خریداری شده و به کارخانجات تولیدی تحویل می گردند. محصولات نهایی تولید شده در کارخانجات، به مراکز فروش فعال و سپس به مشتریان نهایی ارسال می گردند. ظرفیت تولید و نگهداری هر یک از محصولات و مواد خام در کارخانجات تولیدی محدود است. هزینه های تولید، نگهداری و ارسال محصولات و همچنین قیمت تمام شده و فروش محصولات، در طول زمان ثابت در نظر گرفته شده اند. در مدل معرفی شده، هزینه باز کردن و بستن مراکز فروش معادل با هزینه استخدام و اخراج کارگران در نظر گرفته شده است بنابراین هر یک از مراکز فروش می تواند در دوره های مختلف باز یا بسته شود.

از دیگر ویژگی های این مدل که برای اولین بار در یک مدل برنامه ریزی ریاضی در نظر گرفته شده است، اختیار پیش خرید و پیش فروش در کنار خرید و فروش مدت دار می باشد. نرخ تخفیف ارائه شده متناسب با افزایش تعداد دوره های خرید یا فروش پیش از موعد، به صورت پلکانی افزایش می یابد. به طور مشابه، نرخ جریمه نیز به ازای افزایش تعداد دوره های خرید یا فروش پس از موعد، به صورت پلکانی افزایش می یابد. در ادامه پارامترها، متغیرهای تصمیم و مدل ریاضی مسئله تشریح می شوند.

مجموعه ها

$$p \in F \quad \text{مجموعه محصولات نهایی}$$

$$r \in R \quad \text{مجموعه مواد خام}$$

$$s \in S \quad \text{مجموعه تأمین کنندگان}$$

$$u \in U \quad \text{مجموعه مراکز تولید}$$

$$w \in W \quad \text{مجموعه مراکز فروش}$$

$$c \in C \quad \text{مجموعه مشتریان}$$

$$t \in T \quad \text{مجموعه دوره های زمانی}$$

پارامترها

$$i^{wacc}$$

میانگین وزنی هزینه سرمایه

$$i^{tax}$$

نرخ مالیات

$$i^{FI}$$

نرخ بهره سرمایه گذاری کوتاه مدت

$$i^{SD}$$

نرخ بهره استقراض کوتاه مدت (وام)

$$h^S$$

ضریب موجودی اطمینان مواد خام

$$h^U$$

ضریب موجودی اطمینان محصولات نهایی

$$fa$$

کل ارزش دارایی های ثابت

$$fc_t$$

هزینه ثابت در دوره t

$$ec_t$$

جریان نقدی برون زا در دوره t

$$sp_p$$

قیمت فروش هر واحد محصول p

$$cp_p$$

هزینه تمام شده هر واحد محصول p

$$cp'_r$$

هزینه خرید ماده خام r

$$cx_p$$

هزینه تولید هر واحد محصول p

$$ci_p$$

هزینه نگهداری هر واحد محصول p

$$ci'_r$$

هزینه نگهداری هر واحد ماده خام r

$$br_p$$

مقدار مورد نیاز ماده خام r برای تولید محصول p

$$cy'_{uw}$$

هزینه ارسال هر واحد کالا از مرکز تولید u به مرکز فروش w

$$cy''_{wc}$$

هزینه ارسال هر واحد کالا از مرکز فروش w به مشتری c

$$d_{pct}$$

تقاضای محصول p توسط مشتری c در دوره زمانی t

$$hd_j$$

نرخ جریمه (بهره) به ازای پرداخت j دوره زمانی پس از موعد (خرید و فروش مدت دار)

$$fd_j$$

نرخ تخفیف به ازای پرداخت j دوره زمانی پیش از موعد (پیش خرید و پیش فروش)

$$CapX_u$$

بیشینه ظرفیت تولید کارخانه u

$$CapI_u$$

بیشینه ظرفیت نگهداری موجودی محصولات در کارخانه u

$$CapI'_u$$

بیشینه ظرفیت نگهداری موجودی مواد خام در کارخانه u

$$CapW_w$$

بیشینه ظرفیت دریافت کالا توسط مرکز فروش w

$$CASH^{\min}$$

کمینه نقدینگی مورد نیاز در هر دوره

$$DS^{\max}$$

بیشینه مقدار ممکن استقراض در هر دوره

$$L$$

درصدی از مطالبات که از دست می رود (سوخت می شود)

$$BigM$$

مقداری بسیار بزرگ

$$\max EVA = \sum_{t=1}^T (TCM_t - fc_t)(1 - i^{tax}) - \sum_{t=1}^T (fa + CA_{t-1}) i^{wacc} \quad (1)$$

مجموع درآمد حاشیه‌ای در هر دوره براساس معادله (۲) به صورت مجموع فروش خالص منهای هزینه‌های متغیر عملیاتی به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$TCM_t = NS_t - VCO_t \quad t=1, \dots, T \quad (2)$$

فروش خالص در هر دوره به صورت حاصل ضرب مجموع کالاهای ارسالی به مشتریان در قیمت هر یک از محصولات در معادله (۳) محاسبه شده است.

$$NS_t = \sum_{c \in C} \sum_{p \in P} \sum_{w \in W} Y_{pwct}'' sp_p \quad t=1, \dots, T \quad (3)$$

در ادامه هزینه متغیر عملیات در معادله (۴) محاسبه شده است. این هزینه شامل کلیه هزینه‌های مرتبط با خرید و نگهداری مواد اولیه، تولید و نگهداری محصولات نهایی، ارسال محصولات به مراکز فروش و از مراکز فروش به مشتریان، هزینه باز و بسته کردن مراکز فروش می‌باشد. این هزینه همچنین شامل مقدار تخفیف و جریمه‌ای که در هنگام پیش فروش و پیش خرید متحمل می‌شویم، می‌گردد.

در دو عبارت انتهایی رابطه مذکور، مقداری از درآمد فروش که به دلیل ارائه تخفیف به مشتریان برای ترغیب پیش فروش از دست داده‌ایم و همچنین مقدار جریمه پرداختی به تأمین‌کنندگان به دلیل خرید مدت‌دار، به عنوان هزینه منظور شده‌اند. از طرف دیگر، مقدار تخفیفی که به دلیل پیش خرید از تأمین‌کنندگان کسب کرده‌ایم و مقدار جریمه‌ای که از مشتریان به دلیل فروش مدت‌دار دریافت کرده‌ایم از هزینه‌های فوق کسر شده است.

متغیرهای تصمیم

| | |
|--------------|--|
| I_{put} | سطح موجودی محصول p در کارخانه تولیدی u در انتهای دوره زمانی t |
| I'_{rut} | سطح موجودی ماده خام r در کارخانه تولیدی u در انتهای دوره زمانی t |
| X_{put} | میزان تولید محصول p در کارخانه تولیدی u در دوره زمانی t |
| Y_{rsut} | میزان خرید ماده خام r از تأمین‌کننده s برای کارخانه تولیدی u در دوره زمانی t |
| Y'_{puwt} | میزان ارسال محصول p از کارخانه تولیدی u به مرکز فروش w در دوره زمانی t |
| Y''_{pwct} | میزان ارسال محصول p از مرکز فروش w به مشتری c در دوره زمانی t |
| FI_t | میزان سرمایه‌گذاری کوتاه مدت در دوره t |
| DS_t | میزان استقراض کوتاه مدت در دوره t |
| $CASH_t$ | میزان نقدینگی در دوره t |
| $AP_{t,t'}$ | مقدار حساب‌های پرداختی در دوره t که در دوره t' پرداخت می‌شود. |
| $AR_{t,t'}$ | مقدار حساب‌های دریافتی در دوره t که در دوره t' وصول می‌شود. |
| Z_{wt} | متغیر دودویی برابر با یک اگر مرکز فروش w در دوره زمانی t باز باشد. |

متغیرهای کمکی

| | |
|---------|--|
| EVA | ارزش افزوده اقتصادی |
| TCM_t | مجموع درآمد حاشیه‌ای در دوره زمانی t |
| CA_t | خالص دارایی‌های جاری در دوره زمانی t |
| NS_t | فروش خالص در دوره زمانی t |
| VCO_t | هزینه متغیر عملیات در دوره زمانی t |
| OM_t | مدیریت مطالبات و بدهی‌ها در دوره t |
| FM_t | مدیریت مالی در دوره t |
| OCF_t | جریان نقدی حاصل از عملیات در دوره t |

۳-۱- تابع هدف

همان‌گونه که بیان شد، تابع هدف به صورت بیشینه‌سازی ارزش افزوده اقتصادی است. معادله (۱) به محاسبه تابع هدف می‌پردازد. خالص درآمد عملیاتی با کسر هزینه‌های ثابت هر دوره از مجموع درآمد حاشیه‌ای آن دوره به دست می‌آید. هزینه سرمایه نیز به صورت حاصل ضرب مجموع دارایی‌های ثابت و جاری در میانگین وزنی هزینه سرمایه محاسبه می‌شود.

$$\begin{aligned}
 VCO_t = & \sum_{s \in S} \sum_{u \in U} \sum_{r \in R} Y_{rsut} cp'_r \\
 & + \sum_{u \in U} \sum_{p \in F} X_{put} cx_p \\
 & + \sum_{u \in U} \sum_{p \in F} I_{put} ci_p \\
 & + \sum_w \sum_u \sum_p Y'_{puwt} cy'_{uw} \\
 & + \sum_c \sum_w \sum_p Y''_{pwct} cy''_{wc} \\
 & + \sum_{w \in W} CO_w |Z_{wt} - Z_{w,t-1}| \\
 & + \sum_{t'=1}^t (AR_{t,t'} - AP_{t,t'}) fd_{t-t'} \\
 & - \sum_{t'=t+1}^T (AR_{t,t'} - AP_{t,t'}) hd_{t'-t} \quad t=1, \dots, T
 \end{aligned} \tag{۴}$$

آغازین و پایانی در معادلات (۹) و (۱۰) بیان شده‌اند.

$$\begin{aligned}
 I_{pu,t-1} + X_{put} = I_{put} + \sum_{w \in W} Y'_{puwt} \\
 \forall u \in U, p \in F; t=1, \dots, T
 \end{aligned} \tag{۷}$$

$$\begin{aligned}
 I'_{ru,t-1} + \sum_{s \in S} Y_{puwt} = I'_{rut} + \sum_{p \in F} b_{rp} X_{put} \\
 \forall r \in R, u \in U; t=1, \dots, T
 \end{aligned} \tag{۸}$$

$$I_{pu0} = I_{pl}^0, I_{puT} = I_{pl}^T \quad \forall p \in F, u \in U \tag{۹}$$

$$I'_{ru0} = I'_{ru}^0, I'_{ruT} = I'_{ru}^T \quad \forall r \in R, u \in U \tag{۱۰}$$

به منظور عدم مواجهه با کمبود موجودی مواد خام و محصولات نهایی در دوره زمان تحویل مواد اولیه و زمان تولید محصولات، می‌بایست همواره یک ذخیره اطمینان داشته باشیم. نا معادلات (۶) و (۷) این امر را تضمین می‌کنند.

$$\begin{aligned}
 h^S \sum_{p \in F} b_{rp} X_{put+1} \leq I'_{rut} \\
 \forall r \in R, u \in U; t=1, \dots, T-1
 \end{aligned} \tag{۶}$$

$$\begin{aligned}
 h^U \sum_{w \in W} Y'_{puw,t+1} \leq I_{put} \\
 \forall p \in F, u \in U; t=1, \dots, T-1
 \end{aligned} \tag{۷}$$

محدودیت ظرفیت تولید و نگهداری مواد خام و محصولات در نامعادلات (۸) الی (۱۰) بیان شده‌اند.

وجود قدر مطلق در رابطه فوق باعث غیر خطی شدن مسئله شده است که با استفاده از تغییر متغیر زیر و افزودن معادلات (۵)، مسئله به صورت خطی فرمول‌بندی می‌شود.

$$\begin{aligned}
 |Z_{wt} - Z_{w,t-1}| = Z'_{wt} + Z''_{w,t-1} \\
 Z_{wt} - Z_{w,t-1} = Z'_{wt} - Z''_{w,t-1}
 \end{aligned} \tag{۵}$$

خالص دارایی‌های جاری در معادله (۶) به صورت مجموع موجودی نقد، سرمایه‌گذاری‌های کوتاه مدت، ارزش پولی موجودی کالا، اسناد و حساب‌های دریافتی و پیش پرداخت‌ها برای هر دوره محاسبه می‌گردد. حساب‌های دریافتی به صورت مجموع حساب‌هایی که چه به صورت نقد در دوره t و چه به صورت اعتباری در دوره‌های بعد پرداخت می‌شود، محاسبه شده است.

$$\begin{aligned}
 CA_t = CASH_t + FI_t + \\
 \sum_{u \in U} \sum_{p \in P} I_{put} cp_p + \sum_{t'=t}^T AR_{t,t'} \\
 + \sum_{t'=1}^{t-1} AP_{t,t'}; t=0, 1, \dots, T
 \end{aligned} \tag{۶}$$

عبارت آخر در رابطه (۶) مجموع پرداخت‌های پیش از موعد را نمایش می‌دهد.

۲-۳- محدودیت‌های جریان فیزیکی

معادلات (۷) و (۸) روابط تعادلی موجودی مواد خام و محصولات نهایی در دو دوره متوالی را تضمین می‌نمایند. همچنین مقادیر موجودی مواد خام و محصولات در دوره

فروش خالص در هر دوره برابر با مجموع حساب‌های دریافتنی آن دوره است. این حساب‌ها شامل فروش نقدی، پیش فروش و فروش مدت‌دار می‌باشند. لازم به توضیح است متغیر $AR_{t,t'}$ به صورتی که در ادامه توضیح داده می‌شود، مقادیر پیش فروش، فروش نقدی و فروش مدت‌دار را نمایش می‌دهد. اگر $t > t'$ باشد، یعنی فروش در دوره t محقق شده اما مبلغ آن به صورت پیش فروش در دوره‌های قبل به ازای کسب نرخ مشخصی از تخفیف، دریافت شده است. اگر $t = t'$ باشد، فروش در دوره t محقق شده و در همان دوره نیز مبلغ آن به صورت نقدی دریافت شده است و اگر $t < t'$ باشد فروش در دوره t محقق شده است اما مبلغ آن در دوره‌های آتی به ازای نرخ مشخصی از بهره به صورت فروش مدت‌دار دریافت خواهد شد.

به طور کاملاً مشابه، حساب‌های دریافتنی نیز می‌توانند به صورت نقدی، پیش خرید و خرید مدت‌دار پرداخت گردند. روابط مرتبط با حساب‌های دریافتنی و پرداختنی به ترتیب در روابط (۱۷) و (۱۸) بیان شده‌اند.

$$\sum_{t'=1}^T AR_{t,t'} = \sum_{p \in F} \sum_{c \in C} \sum_{w \in W} Y_{pwct}'' SP_p \quad (17)$$

$$\sum_{t'=1}^T AP_{t,t'} = \sum_{s \in S} \sum_{u \in U} \sum_{r \in R} Y_{rsut} CP_r' \quad (18)$$

معادله (۱۹) به بررسی رابطه تعادلی جریان نقدینگی در هر دوره می‌پردازد.

$$CASH_t = CASH_{t-1} + OM_t + FM_t - OCF_t - ec_t \quad t = 1, \dots, T \quad (19)$$

جریان نقدی حاصل از عملیات که شامل تمام هزینه‌های مرتبط با تولید، نگهداری، ارسال کالا و نیز هزینه باز یا بسته کردن مراکز فروش می‌باشد در معادله (۲۶) بیان شده است.

$$OCF_t = \sum_{u \in U} \sum_{p \in F} X_{put} cx_p + \sum_{u \in U} \sum_{p \in F} I_{put} ci_p + \sum_{w \in W} \sum_{u \in U} \sum_{p \in F} Y_{puwt}' cy_{uw}' + \sum_{c \in C} \sum_{w \in W} \sum_{p \in F} Y_{pwct}'' cy_{wc}'' + \sum_{w \in W} co_w |Z_{wt} - Z_{w,t-1}| \quad t = 1, \dots, T \quad (26)$$

$$\sum_{p \in F} X_{put} \leq capX_u \quad \forall u \in U; t = 1, \dots, T \quad (8)$$

$$\sum_{p \in F} I_{put} \leq capI_u \quad \forall u \in U; t = 1, \dots, T \quad (9)$$

$$\sum_{r \in R} I'_{rut} \leq capI'_u \quad \forall u \in U; t = 1, \dots, T \quad (10)$$

در هر دوره زمانی می‌بایست حداقل یک مرکز فروش باز باشد. در ضمن اگر یک مرکز فروش در یک دوره زمانی بسته باشد، امکان دریافت و ارسال کالا را نخواهد داشت. این روابط در محدودیت‌های (۱۱) الی (۱۳) بیان شده‌اند.

$$\sum_{w \in W} Z_{wt} \geq 1 \quad \forall t \in T \quad (11)$$

$$\sum_{u \in U} \sum_{p \in F} Y'_{puwt} \leq BigM Z_{wt} \quad \forall w \in W, t = 1, \dots, T \quad (12)$$

$$\sum_{c \in C} \sum_{p \in F} Y''_{pwct} \leq BigM Z_{wt} \quad \forall w \in W, t = 1, \dots, T \quad (13)$$

مجموع کالاهای ارسالی به مشتریان نباید از تقاضای آنان تجاوز کند زیرا از آنجایی که تابع هدف مسئله از نوع بیشینه سازی است، در صورت تغییر علامت نامساوی، مسئله داری جواب نامتناهی خواهد شد. همچنین برای مراکز فروش امکان نگهداری محصولات وجود ندارد، بنابراین مجموع کالاهای دریافتی و ارسالی باید برابر باشند. از طرفی هر مرکز فروش داری ظرفیتی برای دریافت کالا است که در هر دوره نمی‌تواند بیش از آن، کالا دریافت کند. این شرایط در محدودیت‌های (۱۴) و (۱۵) بیان شده‌اند. رابطه (۱۶) نیز پیوسته و نامنفی بودن متغیرهای تصمیم مرتبط با جریان فیزیکی را تضمین می‌کند.

$$\sum_{w \in W} Y''_{pwct} \leq d_{pct} \quad (14)$$

$$\forall c \in C, p \in F, t = 1, \dots, T$$

$$\sum_{u \in U} Y'_{puwt} = \sum_{c \in C} Y''_{pwct} \quad (20)$$

$$\forall p \in F, w \in W, t = 1, \dots, T$$

$$\sum_{p \in P} \sum_{u \in U} Y'_{puwt} \leq CapW_w \quad (15)$$

$$\forall w \in W, t = 1, \dots, T$$

$$I_{put}, I'_{put}, X_{plt}, Y_{rsut}, Y'_{puwt}, Y''_{pwct} \geq 0 \quad (16)$$

۳-۳- محدودیت‌های جریان مالی

معادله (۲۱) به محاسبه اختلاف بین اصل و سود حاصل از سرمایه‌گذاری در دروه قبل و دوره فعلی و نیز دریافت و بازپرداخت وام می‌پردازد. این موارد به مدیریت مالی نامگذاری شده است. سررسید باز پرداخت وام و دریافت سود سرمایه‌گذاری، یک دوره است

$$FM_t = [FI_{t-1} \cdot (1+i^{FI}) + DS_t] - [FI_t + DS_{t-1} \cdot (1+i^{DS})] \quad t=1, \dots, T \quad (21)$$

بیشینه مجاز دریافت وام در هر دوره و نیز کمینه نقدینگی مورد نیاز در هر دوره در قالب روابط (۲۲) و (۳۰) بیان شده اند.

$$DS_t \leq DS^{\max} \quad t=1, \dots, T \quad (22)$$

باز کردن و بستن هر یک از مراکز فروش، قطعی و مشخص فرض شده‌اند. همچنین طول افق برنامه‌ریزی ۱۲ ماه در نظر گرفته شده است.

مسئله در سه ابعاد کوچک (تا ۷۰ مشتری)، متوسط (تا ۱۴۰ مشتری) و بزرگ (تا ۲۰۰ مشتری) مورد بررسی قرار گرفته و حل شده است. در این مسئله نمونه، منظور از مشتریان، عمده‌فروشان هستند. با توجه به ساختار موجود توزیع کالا در کشور، اگر در حالت سخت‌گیرانه به طور متوسط ۷ عمده فروش در هر استان وجود داشته باشد، تقریباً به تعداد ۲۰۰ مشتری برای مسئله متصور خواهد شد. این تعداد به عنوان ابعاد بزرگ منطقی به نظر می‌رسد.

زمان حل برای تمام مسائل در ابعاد مختلف کمتر از ۲ دقیقه بوده است و بدین منظور گزارش نشده است. با توجه به اینکه این میزان زمان حل برای ابعاد مختلف مسئله، بسیار کوتاه می‌باشد، می‌توان گفت مدل پیشنهادی این مقاله برای حل مسائل بسیار بزرگتر نیز در مدت زمان معقول جوابگو خواهد بود. از طرفی با توجه ماهیت استراتژیک مسئله، طولانی شدن زمان حل برای بدست آوردن یک جواب بهینه برای این مسئله، از دید مدیریت قابل قبول است.

معادله (۲۰) به محاسبه مدیریت موارد باز می‌پردازد. پرداخت‌ها یا دریافت‌های پس از موعد که به صورت اعتباری انجام می‌شوند، با توجه به ارزش زمانی پول دارای نرخ جریمه (بهره) مشخصی هستند. همچنین به ازای پرداخت‌ها یا دریافت‌های پیش از موعد، میزان مشخصی از تخفیف ارائه می‌شود. در ضمن از آنجایی که ممکن است تمام حساب‌های دریافتنی وصول نشوند، درصدی از آن‌ها به عنوان مطالبات از دست رفته در رابطه ذیل در نظر گرفته شده است.

$$OM_t = \sum_{t'=1}^{t-1} AR_{t',t} (1+hd_{t-t'}) (1-L) - \sum_{t'=1}^{t-1} AP_{t',t} (1+hd_{t-t'}) + \sum_{t'=t}^T AR_{t',t} (1-fd_{t-t'}) - \sum_{t'=t}^T AP_{t',t} (1-fd_{t-t'}) \quad \forall t \in T \quad (20)$$

$$CASH_t \geq CASH^{\min} \quad t=1, \dots, T \quad (30)$$

مقدار سرمایه‌گذاری، وام، حساب‌های دریافتنی و پرداختنی آغازین و نامنفی بودن متغیرهای تصمیم جریان مالی به ترتیب توسط روابط (۱) الی (۲۴) بیان شده‌اند.

$$FI_0 = FI^0, DS_0 = DS^0, \quad (31)$$

$$CASH_0 = CASH^0$$

$$AP_{0,t'} = AP^0, AR_{0,t'} = AR^0 \quad (23)$$

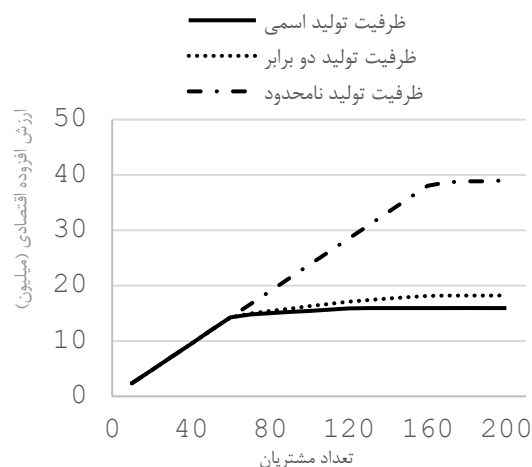
$$CASH_t, FI_t, DS_t, AP_{t,t'}, AR_{t,t'} \geq 0 \quad (24)$$

۴- نتایج محاسباتی

در این قسمت، نتایج محاسباتی حاصل از حل مدل به ازای ابعاد مختلف مسئله در محیط نرم افزار بهینه سازی تجاری GAMS نسخه 24.8.5 و همچنین تحلیل حساسیت برخی پارامترهای مهم صورت می‌گیرد. زنجیره تأمین مفروض در این مسئله نمونه، دارای دو تأمین‌کننده و دو تولیدکننده با ظرفیت تولید و نگهداری مشخص می‌باشد. تعداد مراکز فروش ۳۰ عدد (به طور متوسط برای هر استان یک مرکز فروش) در نظر گرفته شده که با توجه به تعداد مشتریان و حجم تقاضا، در مورد تعداد مراکز فروش فعال تصمیم‌گیری می‌شود. تقاضای مشتریان در هر دوره، هزینه ارسال کالا به مراکز فروش و از مراکز فروش به هر مشتری و نیز هزینه

مشتریان به بیش از ۷۰ مشتری، روند صعودی ارزش افزوده اقتصادی بسیار کند شده است به طوری که با وجود افزایش تعداد مشتریان و به طبع آن افزایش تقاضا، تغییر محسوسی در تابع هدف ایجاد نمی‌شود. مطابق انتظار، افزایش ظرفیت تولید محصولات، منجر به افزایش ارزش افزوده اقتصادی می‌شود. در این شکل مقدار تابع هدف، با فرض عدم وجود محدودیت ظرفیت تولید نیز محاسبه و ترسیم شده است. در واقع مقادیر بدست آمده برای تابع هدف در این حالت، حداکثر مقدار ممکن ارزش افزوده اقتصادی در صورت استفاده از تمام امکانات زنجیره تامین را نشان می‌دهد.

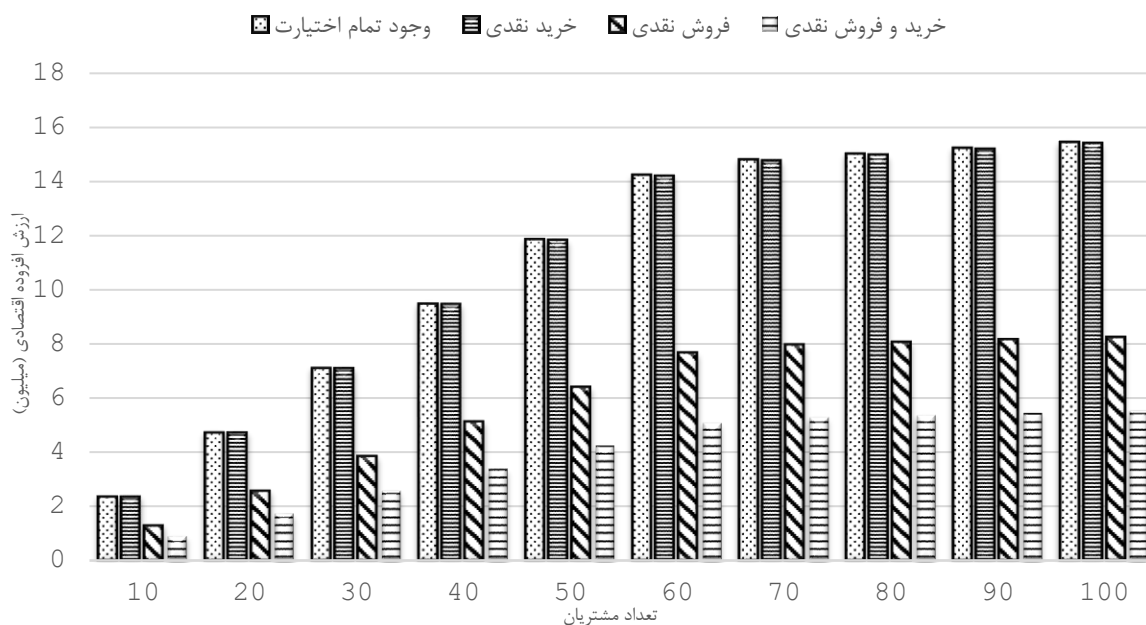
در جدول ۲، تعداد مراکز فروش فعال به ازای تعداد مشتریان مختلف، با در نظر گرفتن ظرفیت‌های تولید متفاوت، بیان شده است. مطابق انتظار، در حالت ظرفیت تولید اسمی، نمی‌توان از تمام امکانات زنجیره تامین مفروض استفاده کرد و با هر تعداد مشتری، بیش از ۱۲ مرکز فروش فعال نمی‌شود. در صورتیکه با افزایش ظرفیت تولید، تعداد مراکز فروش بیشتری فعال می‌شوند. نکته قابل



شکل ۱- تابع هدف بر حسب تعداد مشتریان و ظرفیت تولید

در شکل (۱)، مقدار تابع هدف مسئله به ازای تعداد مشتریان متفاوت، با در نظر گرفتن ظرفیت‌های تولید مختلف (ظرفیت اسمی، ظرفیت دو برابر و ظرفیت نامحدود)، ترسیم شده است.

همان‌گونه که از شکل (۱) مشخص است، در حالتی که ظرفیت تولید معادل با ظرفیت اسمی است، با افزایش تعداد



شکل ۲- مقایسه تابع هدف در حالت‌های خرید و فروش نقدی در کنار وجود تمام اختیارات خرید و فروش

از عدم امکان استفاده از حداکثر پتانسیل موجود در مراکز فروش است.

در واقع، علاوه بر کاربردی بودن جواب‌های بدست آمده از مدل، با ملاحظه روند نتایج ارائه شده در شکل (۱) و جدول ۲ نیز می‌توان نشان داد که مدل پیشنهادی معتبر است.

توجه در این جدول این است که به ازای تعداد مشتریان بیش از ۱۶۰، تعداد مراکز فروش فعال در دو حالت دو برابر کردن ظرفیت تولید و نامحدود فرض کردن آن، یکسان است، اما مقادیر ارزش افزوده اقتصادی بدست آمده در این حالات، تفاوت قابل توجهی با یکدیگر دارند. این امر ناشی

| | | | |
|----|----|----|-----|
| ۶ | ۶ | ۶ | ۳۰ |
| ۸ | ۸ | ۸ | ۴۰ |
| ۹ | ۹ | ۹ | ۵۰ |
| ۱۱ | ۱۱ | ۱۱ | ۶۰ |
| ۱۳ | ۱۲ | ۱۱ | ۷۰ |
| ۱۵ | ۱۵ | ۱۱ | ۸۰ |
| ۱۶ | ۱۶ | ۱۱ | ۹۰ |
| ۱۸ | ۱۸ | ۱۱ | ۱۰۰ |
| ۲۱ | ۲۰ | ۱۱ | ۱۱۰ |
| ۲۲ | ۲۲ | ۱۱ | ۱۲۰ |
| ۲۵ | ۲۵ | ۱۱ | ۱۳۰ |
| ۲۷ | ۲۶ | ۱۱ | ۱۴۰ |
| ۳۰ | ۲۹ | ۱۱ | ۱۵۰ |
| ۳۰ | ۳۰ | ۱۱ | ۱۶۰ |
| ۳۰ | ۳۰ | ۱۱ | ۱۷۰ |
| ۳۰ | ۳۰ | ۱۲ | ۱۸۰ |
| ۳۰ | ۳۰ | ۱۲ | ۱۹۰ |
| ۳۰ | ۳۰ | ۱۲ | ۲۰۰ |

این مقاله نسبت به مطالعات مرتبط دیگر می‌باشند. نتایج محاسباتی به ازای اندازه‌های مختلف مسئله و تعداد مختلف مشتریان، تاییدی بر تاثیر قابل توجه اختیارات پیش خرید و پیش فروش و همچنین خرید و فروش مدت دار، روی ارزش افزوده اقتصادی زنجیره، می‌باشد. به عنوان پیشنهاداتی برای مطالعات آتی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- افزایش ظرفیت تولید بوسیله در نظر گیری اضافه کاری و بازاریابی به منظور کسب سهم بیشتری از بازار
- ارائه رویکردهای قیمت‌گذاری روی محصولات
- ارائه رویکردی برای تعیین بهترین نرخ برای تخفیف در پیش خرید و پیش فروش و برای نرخ جریمه (بهره) در خرید و فروش مدت‌دار
- افزودن سطح برنامه‌ریزی عملیاتی در زنجیره تامین در جهت کاربردی‌تر شدن مدل معرفی شده
- توسعه دادن زنجیره تامین بوسیله درآمدهای داخلی زنجیره و نیز جذب سرمایه خارجی
- در نظرگیری عدم قطعیت در مدل مانند تصادفی در نظر گرفتن تقاضا

همانطور که در متن مقاله اشاره شد، یکی از مهمترین وجوه تمایز این مقاله، در نظر گرفتن تمام اختیارات پیش فروش و پیش خرید در کنار خرید و فروش مدت‌دار است. به منظور بررسی اثر این اختیارات بر روی ارزش زنجیره، در شکل (۲) مقایسه‌ای میان میزان ارزش افزوده اقتصادی زنجیره در حالت‌های (۱) وجود تمامی اختیارات پیش فروش، پیش خرید، خرید و فروش مدت‌دار (مدل پیشنهادی)، (۲) امکان خرید فقط به صورت نقدی، (۳) امکان فروش فقط به صورت نقدی و (۴) امکان خرید و فروش فقط به صورت نقدی، انجام پذیرفته است.

همان‌گونه که شکل (۲) نشان می‌دهد، حالت اول بیشترین ارزش ممکن را نسبت به دیگر حالت‌ها به دنبال داشته است. جدول ۲- تعداد مراکز فروش فعال به ازای تعداد مشتریان

مختلف

| تعداد مشتریان | تعداد مراکز فروش فعال به ازای | | |
|---------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|
| | ظرفیت تولید اسمی | ظرفیت تولید دو برابر | ظرفیت تولید نامحدود |
| ۱۰ | ۲ | ۲ | ۲ |
| ۲۰ | ۴ | ۴ | ۴ |

این امر ناشی از آن است که در حالت اول، تمام اختیارات پیش فروش، پیش خرید، خرید و فروش مدت‌دار در مدل لحاظ شده است (که این همان نوآوری‌های مقاله است). در حالی که حذف هر کدام از این اختیارات از دست رفتن بخش قابل توجهی از ارزش زنجیره را در پی دارد. به-خصوص، اگر اختیارات خرید و فروش را به صورت همزمان از مدل حذف کنیم، سود زنجیره به طور متوسط ۶۴٪ کاهش می‌یابد. این کاهش سود، در صورت محدود کردن مسئله به فروش نقدی، معادل با ۴۶٪ است.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات آتی

در این مقاله یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط برای یک مسئله زنجیره تأمین چند سطحی، چند دوره‌ای و چند محصولی مبتنی بر ارزش معرفی و حل گردید. در مدل پیشنهادی به منظور یکپارچه سازی تصمیمات مالی و فیزیکی، سرمایه در گردش و داراییهای ثابت و جاری نیز علاوه بر عوامل سنتی ایجاد ارزش مانند هزینه و فروش، در محاسبه شاخص ارزش افزوده اقتصادی دخیل شده‌اند. امکان باز و بسته شدن مراکز فروش در دوره‌های زمانی مختلف و همچنین امکان پیش خرید و پیش فروش در کنار خرید و فروش مدت دار از مهمترین وجوه متمایز کننده

مراجعی

- [1] D. Walters, "Effectiveness and efficiency: The role of demand chain management", *International Journal of Logistics Management*, Vol. 17, No. 1, 2006, pp. 75–94.
- [2] S. Min, S.J. Mentzer, R.T. Ladd, "A market orientation in supply chain management", *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 35, 2007, pp. 507–522.
- [3] S.H. Huan, S.K. Sheoran, G. Wang, "A review and analysis of supply chain operations reference (scor) model", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 9, No. 1, 2004, pp. 23–29.
- [4] M.J. Meixell, V.B. Gargeya, "Global supply chain design: A literature review and critique", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 41, No. 6, 2005, pp. 531–550.
- [5] J. Shapiro, *Modeling the supply chain*, 2nd edition. Duxbury. Brooks/Cole: Thompson, 2007.
- [6] M. Brandenburg, *Quantitative Models for Value-Based Supply Chain Management*, *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* 660, DOI 10.1007/978-3-642-31304-2, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
- [7] A. Rappaport, *Creating shareholder value*, 2nd ed., New York: The Free Press, 1998.
- [8] W. Klibi, A. Martel, A. Guitouni, "The design of robust value-creating supply chain networks: a critical review", *European Journal of Operational Research*, Vol. 203, No. 2, 2010, pp. 283–293.
- [9] M. Schenkel, M. Caniëls, H. Krikke, E. Van der Laan, "Understanding value creation in closed loop supply chains – Past findings and future direction", *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 37, Part 3, 2015, pp. 729–745.
- [10] M. Christopher, L. Ryals, "Supply chain strategy: Its impact on shareholder value", *International Journal of Logistics Management*, Vol. 10, No. 1, 1999, pp. 1–10.
- [11] A. Otto, R. Obermaier, "How can supply networks increase firm value? A causal framework to structure the answer", *Logistics Research*, Vol. 1, No. 3–4, 2009, pp. 131–148.
- [12] E. Hofmann, A. Locker, "Value-based performance measurement in supply chain: A case study from the packaging industry", *Production Planning and Control*, Vol. 20, No. 1, 2009, pp. 68–81.
- [13] R. Silvestro, P. Lustrato, "Integrating financial and physical supply chains: the role of banks in enabling supply chain integration", *International Journal of Operations & Production Management* Vol. 34, No. 3, 2014, pp. 298–324.
- [14] M. Brandenburg, H. Kuhn, R. Schilling, "Seuring S. Performance- and value-oriented decision support for supply chain configuration. A discrete-event simulation model and a case study of an FMCG", *Manufacturer Journal of Logistic Research*, 7:118, 2014.
- [15] M. Brandenburg, "Supply chain efficiency, value creation and the economic crisis – An empirical assessment of the European automotive industry 2002–2010", *International Journal of Production Economics*, Vol. 171, Part 3, 2016, pp. 321–335.
- [16] M. Kannegiesser, H.O. Günther, P. Van Beek, M. Grunow, C. Habla, "Value chain management for commodities: A case study from the chemical industry", *OR Spectrum*, Vol. 31, No. 1, 2009, pp. 63–93.

[17] M. Brandenburg, S. Seuring, "A model for quantifying impacts of supply chain cost and working capital on the company value", *Lecture Notes in Business Information Processing*, Vol. 46, 2010, pp.107–117.

[18] G.J. Hahn, H. Kuhn, "Optimising a value-based performance indicator in mid-term sales and operations planning", *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 62, No. 3, 2011, pp. 515–525.

[19] G.J. Hahn, H. Kuhn, "Value-based performance and risk management in supply chains: A robust optimization approach", *International Journal of Production Economics*, Vol. 139, No. 1, 2012a, pp. 135–144.

[20] G.J. Hahn, H. Kuhn, "Simultaneous investment, operations, and financial planning in supply chains: A value-based optimization approach", *International Journal of Production Economics*, Vol. 140, No. 2, 2012b, pp. 559–569.

[21] W. Klibi, A. Martel, "The design of robust value-creating supply chain networks", *OR Spectrum*, Vol. 35, No. 4, 2013, pp. 867–903.

[22] M. Ramezani, A.M. Kimiagari, B. Karimi, "Closed-loop supply chain network design: A financial approach", *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 38, No. 15–16, 2014, pp. 4099–4119.

[23] H. Badri, S.M.T. Fatemi, H. Hejazi, "A two-stage stochastic programming model for value-based supply chain network design", *Scientia Iranica, Transaction E: Industrial Engineering*, Vol. 23, No. 1, 2016, pp. 348–360.

[24] H. Badri, S.M.T. Fatemi, H. Hejazi, "A two-stage stochastic programming approach for value-based closed-loop supply chain network design", *Transportation Research Part E*, Vol. 105, 2017, pp. 1–17.

[25] M. Schenkel, H. Krikke, M. Caniëls, E. Van der Laan, "Creating integral value for stakeholders in closed loop supply chains", *Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 21, No. 3, 2015, pp. 155–166.

[26] K. Hendricks, V. Singhal, "The effect of supply chain disruptions on shareholder value", *Total Quality Management*, Vol. 19, No. 7–8, 2008, pp. 777–791.

[27] M. Johnson, S. Templar, "The relationships between supply chain and firm performance: The development and testing of a unified proxy", *The International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 41, No. 2, 2011, pp. 88–103.

[۲۸] ع. مظاهری، م. کرباسیان، م. سجادی، ه. سیرویه‌زاده، س. عابدی، "ارائه مدلی جهت بهینه‌سازی زنجیره تأمین یکپارچه با استفاده از روش برنامه ریزی تصادفی چند هدفه"، *نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید*. شماره ۲، جلد ۲۵، ۱۳۹۳، صفحه ۱۸۶–۲۰۴.

[29] S.N. Kaplan, R.S. Ruback, "The valuation of cash flow forecasts", *Journal of Financial Economics*, Vol. 25, 1998, pp. 191–212.