مقاله پژوهشی

قیمت‌گذاری در زنجیره تأمین چندکاناله با مشارکت شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک شخص ثالث: رویکرد نظریه بازی‌ها

علی محمودی [1*]، داود شیشه بری [2]، احمد صادقیه [3]

دانشگاه یزد

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۲۱

چکیده

یکی از مشکلات اساسی دولت‌های هر کشور افزایش میزان آلودگی ناشی از تولید محصولات توسط کارخانه‌ها می‌باشد. افزایش آلودگی باعث رشد تعداد بیماران مبتلا به نارسایی‌های قلبی، تنفسی و سایر بیماری‌ها می‌شود. یکی از راهکارهای مقابله با این وضعیت تولید محصولات سبز با کمترین درجه آلودگی ناشی از تولید می‌باشد. زنجیره تأمین سبز یکی از راه کارهای اساسی در راستای بهبود شرایط فعلی می‌باشد. آلودگی‌ها تنها به دلیل تولید محصول توسط تولیدکننده‌ها نمی‌باشد بلکه حمل محصولات توسط وسایل حمل‌ونقل غیراستاندارد نیز عاملی بر تولید آلودگی هستند. در این پژوهش یک زنجیره تأمین با یک تولیدکننده و یک شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک که دولت روی این زنجیره تأمین نظارت می کند، در نظر گرفته‌شده است. دولت از طریق تعیین تعرفه به تولیدکننده بر روی زنجیره تأمین نظارت می‌کند. نتایج نشان‌دهنده این موضوع می‌باشند که وجود شرکت ارائه دهنده خدمات لجستیک هرچند باعث افزایش قیمت فروش محصولات می‌شود ولی موجب کاهش آلودگی و همچنین افزایش مقدار تقاضا می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین سبز، شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک، نظریه بازی‌ها، قیمت‌گذاری، مداخلات دولت

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر انتشار گازهای گلخانه‌ای همچون CO_2 باعث افزایش دمای کره زمین شده‌اند. در نتیجه این اتفاق‌ها یخ‌های قطبی ذوب می‌شوند و این خود باعث بالا رفتن سطح آب‌های آزاد شده و درنتیجه میزان خطرات زیست‌محیطی افزایش می‌یابد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای هم از طریق تولیدکنندگان محصولات و هم از طریق بخش حمل‌ونقل می‌باشند؛ بنابراین در نظر گرفتن این دو عامل به‌طور همزمان در زنجیره تأمین ضروری می‌باشد[۱]. افزایش آلودگی‌ها تنها دغدغه زیست‌محیطی نیستند. منابع طبیعی موجود در کره زمین روز به روز بدلیل افزایش بی‌رویه مصرف تولیدکنندگان از آن‌ها، رو به کاهش می‌باشند و این امر باعث می‌شود که آیندگان با مشکل بحران منابع طبیعی روبرو شوند؛ بنابراین دولت‌ها در پی راه‌حل‌هایی جهت حل این مشکل می‌باشند. دولت‌های کشورهای مختلف برای حل این مشکلات قوانین و مقررات خاصی تدوین کرده‌اند و نظارت شدیدی روی این مسائل دارند و تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان را مجبور به

۱*- کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، پردیس فنی (۱)، دانشگاه یزد، یزد، ایران، نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: j.mahmoudi.ali@gmail.com

نشانی: یزد – بلوار دانشگاه – دانشگاه یزد . کد پستی: ۷۴۱-۸۹۱۹۵

۲- دانشیار گروه مهندسی صنایع، پردیس فنی (۱)، دانشگاه یزد، یزد، ایران، پست الکترونیکی: Shishebori@yazd.ac.ir

۳- استاد گروه مهندسی صنایع، پردیس فنی (۱)، دانشگاه یزد، یزد، ایران، پست الکترونیکی: sadegheih@yazd.ac.ir

رعایت قوانین زیست‌محیطی تدوین‌شده می‌کنند. محدود کردن مصرف کالای تولیدی،

تعیین حداکثر مقدار مجاز برای استفاده از منابع توسط تولیدکنندگان، تعیین حداکثر مقدار مجاز انتشار گازهای تولیدی براثر تولید محصول توسط تولیدکنندگان، نمونه‌هایی از این قوانین می‌باشند[۲-۴].

فعالیت بیشتر شرکت‌های تولیدی و غیر تولیدی باعث ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی زیادی شده است و این فعالیت‌ها، حیات موجودات کره زمین را به خطر انداخته است. از سویی نگرانی طبیعی بشر در مورد بقای خود و از سویی دیگر فشارهای دولت‌ها و سازمان‌های مختلف، شرکت‌ها و صنایع مختلف را به در نظر گرفتن اثرات زیست‌محیطی در کسب‌وکارشان مجبور کرده است [۵]. در همین راستا آگاهی مدیران و برنامه‌ریزان صنایع مختلف نسبت به عیب‌های موجود در زنجیره تأمین مربوط به صنایع خودشان به طور چشمگیری در حال افزایش است. افزایش رشد اقتصادی نیازمند بهبود پیوسته فرآیندهای لجستیکی می‌باشد[۶]. صنایع به‌طور مداوم به دنبال شناسایی ابزارها و روش‌هایی، جهت دستیابی همزمان به اهداف پایداری زیست‌محیطی و کم کردن هزینه‌های خود هستند [۷]. با شروع قرن ۲۱، سبز نبودن یک زنجیره تأمین، تبدیل به یک نگرانی بزرگ برای بسیاری از کسب‌وکارها و یک چالش اصلی برای مدیریت تولید و لجستیک آن‌ها شد [۸]. علاوه بر نگرانی‌های مرتبط با فرآیندهای تولید که بیشتر متوجه تولیدکنندگان در زنجیره تأمین بود، بحث فعالیت‌های پایدار در مرحله‌ی لجستیکی نیز توجه بسیاری از مدیران و تصمیم‌گیرندگان را به خود جلب کرد. بر این اساس بحث فعالیت‌های پایدار برای شرکت‌های لجستیک شخص ثالث تبدیل به یک موضوع چالشی شد [۹]. شرکت‌های بین‌المللی نه تنها به دنبال بهبود کیفیت خدمات و افزایش تأثیرگذاری خود هستند، بلکه به دنبال کاهش هزینه‌ها با استفاده از شرکت‌های 3PL[1] نیز می‌باشند[۱۰]. در طول چند سال گذشته، 3PL ها در حال تکمیل فرایندهایشان به سمت ارائه خدمات دوستار محیط‌زیست هستند. تعداد بسیاری از 3PL ها شروع به تغییر عملیات‌ها و استراتژی‌هایشان جهت مؤثرتر بودن از جنبه پایداری کرده‌اند [۱۱]. از این رو، 3PL ها پیش‌بینی می‌کنند که پایداری محیط‌زیست به زودی معیاری برای انتخاب آن‌ها می‌شود [۱۲]. اگرچه اخیراً بحث پایداری در شرکت‌های 3PL به‌طوری جدی مطرح و مورد مطالعه قرارگرفته است، لیکن هنوز این بحث در شرکت‌های 3PL موردتوجه قرار نگرفته است. مطالعات گذشته به خوبی نشان داده اند که سیاست‌های مالی دولت به خوبی فعالیت‌های زنجیره تأمین را تحت تأثیر قرار داده و آن‌ها را به سمت انجام فعالیت‌های پایدار تشویق می‌کند [۱۳]. مزیت رقابتی را نیز می‌توان مجموعه عوامل یا توانمندی‌هایی دانست که همواره شرکت‌ها را قادر می‌سازد عملکرد بهتری نسبت به رقبا از خود نشان دهند[۱۰].

با توجه به اهمیت ویژه‌ی فعالیت‌های لجستیکی در زنجیره تأمین، نقش شرکت‌های خدماتی لجستیک شخص ثالث در زنجیره تأمین و ایجاد پایداری در آن را نمی‌توان نادیده گرفت. این پژوهش به بررسی اثرات شرکت‌های 3PL و همچنین دخالت‌های مالی دولت در پایداری یک زنجیره تأمین و همچنین تأثیرگذاری آن بر سود دیگر اعضای زنجیره تأمین می‌پردازد. این مطالعه با گسترش پژوهش‌های قبلی و ارائه مدلی جدید، تصمیم‌گیرندگان زنجیره تأمین را در انتخاب استراتژی‌های تعادلی، افزایش سود اعضاء و تلاش برای ایجاد یک زنجیره تأمین پایدار کمک می‌کند.

در بحث محیط‌زیست و پایداری در زنجیره تأمین مواردی مثل اجتناب از استفاده از مواد خطرناک در محصولات، استفاده از محصولات قابل بازیافت، کاهش و جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای، تولید محصولات با انرژی کارآمد و استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر، طراحی سبز، خرید سبز، محصول سبز، لجستیک معکوس و ... مطرح می‌گردد.

شرکت‌ها با تأمین‌کنندگان برای بهبود کیفیت محصولاتشان، حفظ تداوم زنجیره تأمین، کاهش ریسک شرکت و مدیریت زنجیره تأمین همکاری می‌کنند. این همکاری جهت گسترش جنبه‌های پایداری شامل پایداری محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی است. با توجه به اهمیت زنجیره تأمین در کسب‌وکار، تمرکز تحقیقات دانشگاهی بر روی محیط‌زیست و دیگر موضوعات پایداری در زنجیره تأمین از حدود دو دهه قبل شروع‌شده است و مطالعات در زنجیره تأمین پایدار به سرعت در حال افزایش است [۱۴-۱۶].

1-Third-party logistics

نسبتاً تحقیقات کمی درباره‌ی استراتژی‌های پایداری در حوزه‌ی زنجیره تأمین و شرکت‌های 3PL انجام‌شده است. برای مثال موضوع پایداری زیست‌محیطی به ندرت در مرور ادبیات موضوع تحقیقات مرتبط با 3PL ها بوده است [۱۷, ۱۸]. لیب [۱۹] اشاره کرد که توجه بسیار کمی به فعالیت‌های پایداری زیست‌محیطی در زمینه‌ی شرکت‌های لجستیک شخص ثالث شده است.

در رابطه با مسئله‌ی همکاری 3PL ها در زنجیره تأمین و حل این مسئله با رویکرد نظریه بازی‌ها پژوهش‌هایی زنجیره تأمین حلقه بسته[1] یا لجستیک معکوس[2] انجام‌شده است. در اکثر این مسائل 3PL، به‌عنوان یک جمع کننده[3] یا بازیافت کننده محصولات در نظر گرفته‌شده است. به‌عنوان مثال مایتی [۲۰] یک زنجیره تأمین حلقه بسته را در نظر گرفت که در آن تولیدکننده محصول خود را با کیفیتی مناسب از طریق خرده فروش به مشتریان می‌فروشد. یک شرکت 3PL محصولات استفاده‌شده توسط مشتریان را جمع‌آوری کرده و به تولیدکننده ارسال می‌کند. سپس تولیدکننده محصولات را بازتولید کرده و باکیفیتی همانند کیفیت اولیه مجدداً به مشتریان می‌فروشد. در این مطالعه سناریوهای متفاوتی مثل بازی‌های متمرکز، غیر متمرکز، بازی‌های نش و استکلبرگ انجام گرفت و در آخر بهترین سناریو برای وضعیت بهینه معرفی گردید. هانگ و وانگ [۲۱] زنجیره تأمین حلقه بسته‌ای متشکل از یک تولیدکننده، یک توزیع‌کننده و یک 3PL در نظر گرفتند. تولیدکننده به عنوان رهبر کانال تمایل به همکاری با توزیع‌کننده و 3PL به وسیله صدور مجوز فناوری دارد. در این مسئله توانایی بازتولید محصولات به وسیله اعضای زنجیره تأمین و پایداری آن مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. مسئله با بازی استکلبرگ جهت به دست آوردن استراتژی‌های تعادلی از جنبه سود تمامی اعضای زنجیره تأمین حل گردید. یان و همکاران [۲۲] دو مدل را برای فروش محصولات بازتولید شده بررسی کردند. در مدل اول فرض شده است که تولیدکننده محصولات را از طریق خرده‌فروش به مشتریان می‌فروشد. برای بازتولید این محصولات خرده‌فروش مسئول جمع‌آوری است و محصولات باز تولیدشده از کانال اینترنتی به مشتریان فروخته می‌شود. در مدل دوم فرض گردیده است که محصولات از طریق خرده‌فروش به مشتریان فروخته می‌شود. ولی برای جمع‌آوری محصولات جهت باز تولید آن‌ها و فروش مجدد این بار از 3PLاستفاده شود. هانگ و همکاران [۲۳] یک زنجیره تأمین حلقه بسته را در نظر گرفتند که در آن بین خرده‌فروش و 3PL برای جمع‌آوری محصولات قابل بازیافت رقابت وجود دارد. آن‌ها رقابت بین خرده‌فروش و 3PL را با نظریه بازی موردبررسی قراردادند و قیمت هرکدام از اعضاء را مشخص کردند. اسمعیلی و همکاران[۲۴] موضوع قیمت‌گذاری و تبلیغات را به‌عنوان دو فاکتور کلیدی در یک زنجیره تأمین، بصورت همزمان موردمطالعه قرار دادند. زنجیره تأمین شامل یک تأمین‌کننده، یک تولیدکننده و یک خرده فروش است. با استفاده از نظریه بازی‌ها و با بهره‌مندی از مفاهیم بازی همکارانه، استکلبرگ و نش مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده این است که سطح قیمت محصول در بازی نش بسیار بیشتر از بازی استکلبرگ است. همچنین هزینه‌های تبلیغات به ترتیب در بازی همکارانه در بیشترین و در بازی نش در کمترین میزان خود قرار دارد. هان و دانگ [۲۵] تعامل بین انتخاب یک بازیافت کننده محصولات پس از مصرف و تصمیمات قیمت‌گذاری محصول در کانال روبه‌جلو، هنگام مجاز بودن رقابت بین خرده‌فروشان را مطالعه کردند. جیانگ و همکاران [۲۶] تصمیم‌گیری و هماهنگی در یک زنجیره تأمین شامل یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش را در نظر گرفتند. در این زنجیره فراهم‌کننده لجستیک شخص ثالث نیز برای خدمت‌دهی لجستیکی با توجه به هزینه‌های پایین خدمات در نظر گرفته شد. بین خرده‌فروشان برای فروش محصولات و همکاری با لجستیک شخص ثالث رقابت وجود دارد. این مدل با رویکرد نظریه بازی موردبررسی قرار گرفت. جعفری و همکاران[۲۷] یک زنجیره‌تأمین دو کاناله با یک تولیدکننده و چندین خرده فروش را موردبررسی قراردادند. آن‌ها با استفاده از رویکرد نظریه بازی‌ها به پیدا کردن قیمت تعادلی محصول تولید پرداختند. مسئله هم در حالت متمرکز و هم در حالت غیرمتمرکز مورد تحلیل قرار گرفت. قش و شا[۲۸] یک زنجیره تأمین سبز را بررسی کردند. محصول تولیدشده در زنجیره تأمین، پوشاک است. آن‌ها با استفاده از نظریه بازی‌ها مسئله را در حالت همکارانه و غیرهکارانه و با تخصیص تعرفه ها در استراتژی‌های مختلف، مورد تجزیه‌وتحلیل قراردادند. کائو و ژانگ[۲۹] در مطالعه خود، مدل تنوع مطلوبیت محصول و مدل درآمد زنجیره تأمین را بر اساس تقاضای بازار سفارشی ناشی از تنوع مطلوب محصولات سبز ایجاد کرده و هماهنگی بین تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان بالادست آن را تحت بازی استاکلبرگ و تصمیم‌گیری همکارانه بررسی کردند.

1- Closed Looped Supply Chain
2- Reverse Logistics
3- Collector

جدول (۱): تفاوت‌های کلیدی بین مطالعه حاضر و مطالعات گذشته

سال انتشار	منابع	زنجیره تأمین سبز	شرکت لجستیک شخص ثالث	قیمت‌گذاری	نظارت دولت	نظریه بازی
۲۰۱۰	هائو و همکاران[۳۰]			✓		✓
۲۰۱۲	قش و شا[۲۸]	✓		✓		✓
۲۰۱۳	کائو و ژانگ[۲۹]	✓		✓		✓
۲۰۱۴	مایبتی و گیری[۲۰]		✓	✓		✓
۲۰۱۶	اسمعیلی و همکاران[۲۴]			✓		✓
۲۰۱۷	حافظ‌الکتب و محمودی[۳]			✓	✓	✓
۲۰۱۷	جعفری و همکاران[۲۷]			✓		✓
۲۰۱۹	هانگ و همکاران[۳۱]		✓			✓
۲۰۱۹	طالعی‌زاده و همکاران[۳۲]			✓		✓
۲۰۲۰	مطالعه حاضر	✓	✓	✓	✓	✓

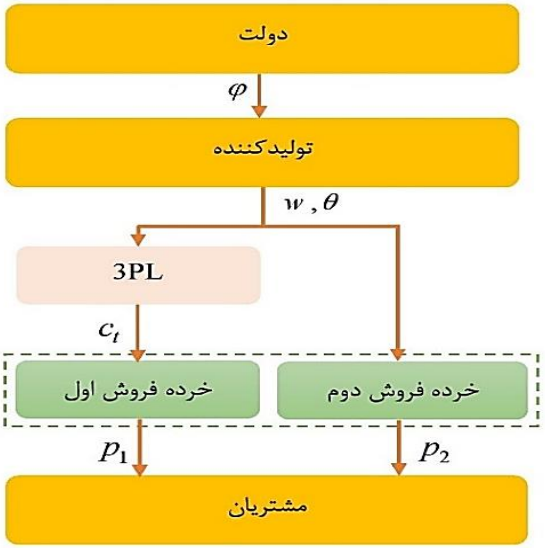
در جدول (۱)، خلاصه‌ای از مطالعات صورت گرفته در ادبیات موضوع آورده شده است.

همان‌طور که از جدول مذکور قابل‌مشاهده می‌باشد، مطالعات نسبتاً کمی به‌صورت همزمان همه عوامل را باهم در یک مسئله موردبررسی قرار داده‌اند. بخصوص بحث همکاری با شرکت‌های لجستیک شخص ثالث با توجه به ویژگی‌هایی که بیان شد و همچنین حضور دولت، دو فاکتور بسیار مهم و تأثیرگذار در نحوه تصمیم‌گیری اعضای زنجیره تأمین بشمار می‌روند؛ بنابراین هدف این مطالعه بررسی همه فاکتورهای بیان‌شده در جدول (۱) به‌صورت همزمان و تحلیل نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر روی تصمیم‌گیری‌ها می‌باشد.

۲- مدل و مفروضات

در این مطالعه یک زنجیره تأمین با یک تولیدکننده، دو خرده‌فروش و یک شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک در نظر گرفته‌شده‌اند. تولیدکننده محصول سبز تولید می‌کند؛ و شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک محصول تولیدی را از تولیدکننده به خرده فروش اول انتقال می‌دهد.

در این مسئله همان‌طور که گفته شد دولت بر روی زنجیره تأمین با تخصیص تعرفه (مالیات یا یارانه) به تولیدکننده نظارت می‌کند. شماتیک مسئله موردنظر در شکل (۱) نشان داده‌شده است.



شکل (۱): ساختار بازی در حالت کلی

پارامترها، اندیس‌ها و متغیرهای تصمیم مورداستفاده در این مطالعه در ادامه معرفی می‌شوند.

اندیس‌ها:

i تقاضای پایه‌ای بازار در کانال i ام

j خرده فروش j ام($j=\{1,2\}$)

پارامترها:

α_i تقاضای پایه‌ای بازار در کانال i ام

β ضریب حساسیت تقاضای محصول به قیمت خود محصول در کانال مدنظر

β ضریب حساسیت تقاضای محصول به قیمت خود محصول در کانال مدنظر

μ ضریب حساسیت تقاضای محصول به قیمت محصول در کانال‌های دیگر

λ_i ضریب حساسیت تقاضای محصول به درجه سبز بودن محصول تولیدی

τ ضریب هزینه هر واحد افزایش درجه سبزی محصول

ς میزان هزینه صرف شده از سوی 3PL برای حمل هر واحد کالا

c هزینه تولید هر واحد محصول توسط تولیدکننده

ξ میزان آلودگی ایجادشده به ازای حمل هر واحد کالای تولیدی در حالت عادی

L_m حداقل میزان سود تعیین‌شده توسط تولیدکننده برای ورود به بازی

L_{3pl} حداقل میزان سود تعیین‌شده توسط شرکت 3PL برای ورود به بازی

L_j حداقل میزان سود تعیین‌شده توسط خرده‌فروش j ام برای ورود به بازی

U_G حداکثر میزان آلودگی انتشار یافته توسط کل اعضای زنجیره تأمین

متغیرهای تصمیم:

p_j قیمت فروش محصول از طریق خرده‌فروش j ام

θ میزان درجه سبز بودن محصول تولیدی

w_i قیمت عمده‌فروش از طریق کانال i ام

c_t هزینه دریافتی توسط 3PL از خرده‌فروش برای حمل هر واحد کالا

φ میزان تعرفه تخصیص داده‌شده از سوی دولت به تولیدکننده

متغیرهای وابسته:

π_j میزان سود خرده فروش j ام

π_M میزان سود تولیدکننده

π_{3pl} میزان سود شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک شخص ثالث

D_i میزان تقاضای محصول از طریق کانال i ام

فرضیات درنظرگرفته شده در این مقاله به شرح زیر می‌باشد:

در این تحقیق فرض بر این است که قیمت خرده فروش‌ها از قیمت عمده فروش تولیدکننده بیشتر می باشد و همچنین قیمت عمده فروشی و قیمت فروش کالا در کانال مستقیم از کل هزینه‌های تولید محصول بیشتر می‌باشد $(p_1, p_2 > w > c)$. این فرضیه در بیشتر مطالعات پیشین مورد استفاده قرارگرفته شده است [۳۳, ۳۴].

۲. تقاضای بازار اولیه به اندازه کافی بزرگ است و به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از سایر پارامترهای مدل است[۳۵].

۳. تغییر مقدار قیمت در یک کانال بیشتر از تغییر قیمت در کانال‌های دیگر بر روی میزان تقاضا در کانال موردنظر، تأثیرگذاری می‌باشد. به این معنا که تعداد مشتریانی که به علت افزایش یک واحد قیمت از این کانال منصرف می‌شوند بیش از تعداد مشتریانی است که به همین علت وارد این کانال می‌شوند $(\beta > \gamma > 0)$. از این فرضیه در مطالعات پیشین توسط Chen و همکاران [۳۶] استفاده‌شده است.

۴. $(\beta > \lambda_i > 0)$. λ_i میزان تأثیرگذاری سبز بودن محصولات تولیدشده توسط تولیدکنندگان بر روی مقدار تقاضای هر واحد کالا در کانال‌ها می‌باشد. مطابق ادبیات موضوع[۳۳] اهمیت تغییر قیمت کالا بر روی تقاضا، بیشتر از میزان سبز بودن محصولات می‌باشد.

توابع تقاضا و توابع سود هرکدام از اعضای زنجیره تأمین به‌صورت معادلات (۱) تا (۶) نوشته شده است[۳۷] .

$$D_1 = \alpha_1 - \beta p_1 + \mu p_2 + \lambda_1 \theta \quad (۱)$$

$$D_2 = \alpha_2 - \beta p_2 + \mu p_1 + \lambda_2 \theta \quad (۲)$$

$$\pi_1 = (p_1 - w - c_t) D_1 \quad (۳)$$

$$\pi_2 = (p_2 - w) D_2 \quad (٤)$$

$$\pi_{3pl} = (c_t - \varsigma) D_1 \quad (۵)$$

$$\pi_M = (w + \varphi - c)(D_1 + D_2) - \tau \frac{\theta^2}{2} \quad (٦)$$

در مسئله مورد نظر فرض شده است که بین اعضای زنجیره تأمین یک بازی استکلبرگ برقرار است. دولت نقش رهبر بازی در زنجیره تأمین را دارا می‌باشد. دولت از طریق تخصیص تعرفه بر روی تولیدکننده در زنجیره تأمین دخالت می‌کند. دیگر اعضای زنجیره تأمین پیرو دولت می‌باشند. همچنین فرض شده است که مدل موردمطالعه از نوع

غیرمتمرکز می‌باشد و اعضای زنجیره تأمین به‌صورت جداگانه تصمیمات خود را اتخاذ می‌کنند.

برای حل مسئله ابتدا خرده فروش‌ها که رقابت نش بین آن‌ها برقرار است مقادیر تعادلی متغیرهای تصمیم خود را تعیین می‌کنند. در ادامه شرکت 3PL با توجه مقادیر تعادلی به‌دست‌آمده برای خرده فروش‌ها، مقدار تعادلی متغیر تصمیم خود را مشخص می‌کند. در ادامه تولیدکننده با جایگذاری عبارات به‌دست‌آمده در مراحل قبل در تابع سود خود و در راستای ماکزیمم سازی میزان سود، اقدام به مشخص کردن مقدار تعادلی قیمت عمده فروشی و میزان درجه سبز بودن محصول تولیدی می‌کند

قضیه۱. قیمت تعادلی خرده فروشی برای خرده فروش‌های اول و دوم به‌صورت معادلات (۷) و (۸) بدست می‌آیند.

$$p_1^* = \frac{\begin{pmatrix} w\beta(2\beta+\mu)+\mu\alpha_2 \\ +2\beta(\beta c_t+\alpha_1+\theta\lambda_1)+\theta\mu\lambda_2 \end{pmatrix}}{4\beta^2-\mu^2} \qquad (۷)$$

$$p_2 = \frac{\begin{pmatrix} w\beta(2\beta+\mu)+\beta\mu c_t+\mu\alpha_1 \\ +\theta\mu\lambda_1+2\beta(\alpha_2+\theta\lambda_2) \end{pmatrix}}{4\beta^2-\mu^2} \qquad (۸)$$

اثبات: برای بدست آوردن مقادیر تعادلی از توابع سود خرده‌فروش اول و دوم نسبت به متغیر تصمیم خود مشتق مرتبه اول می‌گیریم؛ بنابراین مقادیر تعادلی با حل دستگاه (۹) بدست می‌آیند.

$$\begin{cases} \frac{d\pi_1}{dp_1}=0\rightarrow \begin{pmatrix} w\beta+\beta c_t-2\beta p_1 \\ +\mu p_2+\alpha_1+\theta\lambda \end{pmatrix}_1=0 \\ \frac{d\pi_2}{dp_2}=0\rightarrow \begin{pmatrix} w\beta+\mu p_1-2\beta p_2 \\ +\alpha_2+\theta\lambda_2 \end{pmatrix}=0 \end{cases} \qquad (۹)$$

مشتق مرتبه دوم برای توابع سود خرده فروش‌ها برابر با عبارت (۱۰) خواهد بود.

$$\frac{d^2\pi_1}{dp_1^{\,2}}=\frac{d^2\pi_2}{dp_2^{\,2}}=-2\beta<0 \qquad (۱۰)$$

مشتق مرتبه دوم برای توابع سود خرده فروش‌های اول و دوم منفی می‌باشند و این نشان‌دهنده این موضوع می‌باشند که توابع سود نسبت به متغیرهای تصمیم مقعر بوده و بنابراین مقادیر تعادلی بدست آمده باعث ماکزیمم شدن سود خرده‌فروش‌ها می‌شوند.

قضیه۲. مقدار تعادلی برای متغیرتصمیم 3PL برابر با عبارت (۱۱) می‌باشد.

$$c_t^* = \frac{\begin{pmatrix} w(-2\beta^2+\beta\mu+\mu^2)+(2\beta^2-\mu^2)\varsigma \\ +\mu\alpha_2+2\beta(\alpha_1+\theta\lambda_1)+\theta\mu\lambda_2 \end{pmatrix}}{4\beta^2-2\mu^2} \qquad (۱۱)$$

اثبات: با جایگذاری عبارات تعادلی بدست آمده در مرحله قبل برای خرده‌فروش‌ها در توابع تقاضا و سود 3PL و گرفتن مشتق مرتبه اول از عبارت بدست آمده، معادله ۱۲ حاصل می‌شود. با حل معادله (۱۲) عبارت تعادلی برای 3PL بدست خواهد آمد.

$$\frac{d\pi_{3pl}}{dc_t}=0\rightarrow \frac{\begin{pmatrix} \beta(-2w\beta^2+w\beta\mu+w\mu^2 \\ +2\beta^2\varsigma-\mu^2\varsigma \\ +2(-2\beta^2+\mu^2)c_t+\mu\alpha_2 \\ +2\beta(\alpha_1+\theta\lambda_1)+\theta\mu\lambda_2) \end{pmatrix}}{4\beta^2-\mu^2}=0 \qquad (۱۲)$$

مشتق مرتبه دوم تابع سود 3PL برابر با عبارت (۱۳) می‌باشد.

$$\frac{d^2\pi_{3pl}}{dc_t^{\,2}}=-2\beta\frac{(2\beta^2-\mu^2)}{4\beta^2-\mu^2}<0 \qquad (۱۳)$$

عبارت (۱۳) منفی بوده و نشان از مقعر بوده تابع سود 3PL دارد؛ بنابراین عبارت بدست آمده برای متغیر تصمیم 3PL در تعادل می‌باشد.

در نهایت برای بدست آوردن مقادیر متغیرهای تصمیم تولیدکننده، عبارات بدست آمده در مرحله قبل را در تابع سود و تقاضای تولیدکننده جایگذاری می‌کنیم. مقادیر تعادلی درجه سبز بودن محصول تولیدی و قیمت عمده فروشی برابر با عبارات (۱۴) و (۱۵) خواهد بود.

$$\theta^* = -\frac{\begin{pmatrix} \beta((\beta-\mu)(\beta\mu\varphi+2\beta^2(\varsigma+3\varphi) \\ -\mu^2(\varsigma+3\varphi))+(\beta-\mu)(c-2\varphi)A_3 \\ -2A_2\alpha_1-A_1\alpha_2)(2A_2\lambda_1+A_1\lambda_2) \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} 4(4\beta^4-6\beta^3\mu+3\beta\mu^3-\mu^4)\tau A_3 \\ -\beta(2A_2\lambda_1+A_1\lambda_2)^2 \end{pmatrix}} \qquad (۱۴)$$

$$w^* = \frac{\begin{pmatrix} -2(\beta-\mu)(2\beta-\mu)(2\beta^2-\mu^2) \\ \tau(\beta\mu\varphi+2\beta^2(\varsigma+3\varphi)-\mu^2(\varsigma+3\varphi)) \\ +2(2\beta-\mu)(2\beta^2-\mu^2)\tau(c(\beta-\mu)A_3 \\ +2A_2\alpha_1+A_1\alpha_2)+4\beta(-c+\varphi)A_2^2\lambda_1^2 \\ +4\beta(-c+\varphi)A_1A_2\lambda_1\lambda_2+\beta(-c+\varphi)A_1^2\lambda_2^2 \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} 4(4\beta^4-6\beta^3\mu+3\beta\mu^3-\mu^4) \\ \tau A_3-\beta(2A_2\lambda_1+A_1\lambda_2)^2 \end{pmatrix}} \quad (۱۵)$$

اثبات: با حل دستگاه (۱۶) که با مشتق‌گیری از تابع سود تولیدکننده نسبت به θ و w تشکیل‌شده است، مقدار بهترین تابع پاسخ برای تولیدکننده مطابق عبارات (۱۴) و (۱۵) بدست می‌آیند.

$$\begin{cases} \dfrac{d\pi_M}{d\theta}=0 \rightarrow -\theta\tau-\dfrac{\begin{pmatrix}\beta(c-w-\varphi) \\ (2A_2\lambda_1+A_1\lambda_2)\end{pmatrix}}{2(2\beta-\mu)(2\beta^2-\mu^2)}=0 \\ \dfrac{d\pi_M}{dw}=0 \rightarrow \dfrac{\begin{pmatrix}\beta((\beta-\mu) \\ (-\beta\mu\varphi-2\beta^2(\varsigma+3\varphi) \\ +\mu^2(\varsigma+3\varphi)+(c-2w)A_3) \\ +2A_2\alpha_1+A_1\alpha_2+2\theta A_2\lambda_1 \\ +\theta A_1\lambda_2)\end{pmatrix}}{2(2\beta-\mu)(2\beta^2-\mu^2)}=0 \end{cases} \quad (۱۶)$$

اثبات: برای بررسی بهینه بودن جواب بدست آمده باید ماتریس هسین تابع سود تولیدکننده معین منفی باشد. ماتریس هسین تابع سود تولیدکننده برابر با عبارت (۱۷) می‌باشد.

$$H(M)=\begin{pmatrix} \dfrac{\partial^2\pi_M}{\partial\theta^2} & \dfrac{\partial^2\pi_M}{\partial\theta\partial w} \\ \dfrac{\partial^2\pi_M}{\partial w\partial\theta} & \dfrac{\partial^2\pi_M}{\partial w^2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\tau & \dfrac{\beta(2A_2\lambda_1+A_1\lambda_2)}{2(2\beta-\mu)(2\beta^2-\mu^2)} \\ \dfrac{\beta(2A_2\lambda_1+A_1\lambda_2)}{2(2\beta-\mu)(2\beta^2-\mu^2)} & \begin{pmatrix}\beta(-3-\dfrac{2\beta}{-2\beta+\mu} \\ +\dfrac{\beta^2}{2\beta^2-\mu^2})\end{pmatrix} \end{pmatrix} \quad (۱۷)$$

مقادیر A_1 تا A_3 برابر هستند با:

$$A_1=4\beta^2-\beta\mu-\mu^2$$
$$A_2=\beta^2+\beta\mu-\mu^2$$
$$A_3=6\beta^2+\beta\mu-3\mu^2$$

برای اینکه ماتریس هسین معین منفی باشد باید شرایط زیر برقرار باشند:

$$-\tau<0 \quad (۱۸)$$

$$|H(M)|>0 \rightarrow \frac{\begin{pmatrix}\beta(4(\beta-\mu)(2\beta-\mu) \\ (6\beta^2+\beta\mu-3\mu^2) \\ (2\beta^2-\mu^2)\tau \\ -\beta(-2(\beta^2+\beta\mu-\mu^2)\lambda_1 \\ +(-4\beta^2+\beta\mu+\mu^2)\lambda_2)^2)\end{pmatrix}}{4(-2\beta+\mu)^2(-2\beta^2+\mu^2)^2}>0 \quad (۱۹)$$

برای اینکه شرط (۱۹) برقرار باشد، باید رابطه (۲۰) بین پارامترها ایجاد شود:

$$\tau>\frac{\begin{pmatrix}\beta(-2(\beta^2+\beta\mu-\mu^2)\lambda_1 \\ +(-4\beta^2+\beta\mu+\mu^2)\lambda_2)^2\end{pmatrix}}{\begin{pmatrix}4(\beta-\mu)(2\beta-\mu) \\ (6\beta^2+\beta\mu-3\mu^2)(2\beta^2-\mu^2)\end{pmatrix}} \quad (۲۰)$$

بنابراین درصورتی‌که رابطه (۲۰) برقرار باشد ماتریس هسین معین معنی می‌باشد. درنتیجه تابع سود تولیدکننده در نقاط مشتق مساوی صفر دارای ماکزیمم مقدار خود خواهد بود.

۱-۲- مدل دولت

همانطورکه گفته شده دولت از طریق تخصیص تعرفه (یارانه یا مالیات) به تولیدکننده، بر روی زنجیره تأمین تأثیرگذار می‌باشد. در این مطالعه فرض می‌کنیم هدف دولت افزایش سود خود در زنجیره تأمین می‌باشد؛ بنابراین مدل دولت را می‌توان بصورت زیر نوشت:

$$Max \quad \pi_G=(-\varphi)D_M \quad (۲۱)$$
$$\pi_M \geq L_m \quad (۲۲)$$
$$\pi_{3pl} \geq L_{3pl} \quad (۲۳)$$
$$\pi_j \geq L_j \quad \forall j \quad (۲۴)$$
$$\sum_{l=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} CP_lD_M+\sigma\xi D_1+\xi D_2 \leq U_G \quad (۲۵)$$
$$\begin{cases} L_M, L_{3pl}, L_j \geq 0,\ U_G \geq 0, \\ \varphi \rightarrow \text{free variables} \end{cases} \quad (۲۶)$$

عبارت (۲۱) تابع هدف مسئله می‌باشد که دولت به دنبال حداکثر کردن میزان سود خود در زنجیره تأمین می‌باشد. عبارات (۲۲) تا (۲۴) نشان‌دهنده حداقل میزان سود

راضی‌کننده برای اعضای زنجیره تأمین می‌باشد تا وارد بازی شوند و فعالیت خود در زنجیره تأمین را ادامه دهند. دولت علاوه بر افزایش سود خود به دنبال به عادل رساندن میزان آلودگی منتشرشده در چرخه نیز می‌باشد. محدودیت شماره (۲۵) بیانگر این موضوع می‌باشد که دولت یک محدودیت بالایی برای میزان آلودگی‌های منتشرشده در زنجیره تأمین تعیین کرده است تا بازیکنان از این میزان تخطی نکنند.

۲-۲- مثال عددی و تجزیه‌وتحلیل مدل

۲-۲-۱- تجزیه‌وتحلیل پارامتریک

تحلیل حساسیت پارامتریک برای برخی از متغیرهای مرتبط با پایداری در زنجیره تأمین همچون میزان درجه سبز بودن محصول تولیدی و دیگر متغیرهای مسئله انجام می‌گردد.

۲-۲-۱-۱- اثر β بر درجه سبز بودن محصول تولیدی

جهت بررسی اثر β بر میزان درجه سبز بودن محصول از مقدار تعادلی بدست آمده برای θ نسبت به β مشتق مرتبه اول گرفته می‌شود.

$$\left(\frac{d\theta}{d\beta}\right)=\frac{\mu(c-w-\varphi)\left(\begin{array}{l}2\left(\begin{array}{l}6\beta^4-4\beta^3\mu\\+\beta^2\mu^2-2\beta\mu^3\\+\mu^4\end{array}\right)\lambda_1\\+\left(\begin{array}{l}4\beta^4+8\beta^3\mu\\-12\beta^2\mu^2+2\beta\mu^3\\+\mu^4\end{array}\right)\lambda_2\end{array}\right)}{2(-2\beta+\mu)^2\left(-2\beta^2+\mu^2\right)^2\tau}$$

اگر مقدار مشتق مرتبه اول در رابطه (۲۷) مثبت باشد آنگاه β و θ رابطه مستقیم باهم دارند. برای برقراری شرایط موردنظر باید رابطه (۲۸) برقرار باشد.

$$\left(\frac{d\theta}{d\beta}\right)>0\rightarrow c>w+\varphi \qquad (۲۸)$$

۲-۲-۱-۲- اثر β بر قیمت عمده‌فروشی

مشتق مرتبه اول معادله تعادلی بدست آمده برای θ نسبت β بصورت معادله (۲۹) می‌باشد.

$$\left(\frac{dw}{d\beta}\right)=\frac{\begin{pmatrix}-(\beta-\mu)^2\mu\left(2\beta^2+\mu^2\right)\varsigma\\-2g_1\left(\alpha_1+\theta\lambda_1\right)+g_2\left(\alpha_2+\theta\lambda_2\right)\end{pmatrix}}{2(\beta-\mu)^2\left(6\beta^2+\beta\mu-3\mu^2\right)^2} \qquad (۲۹)$$

اگر شرایط معادله (۳۰) برقرار باشد آنگاه θ و β رابطه مستقیم خواهند داشت.

$$\left(\frac{dw}{d\beta}\right)>0\rightarrow g_2>\frac{\begin{pmatrix}(\beta-\mu)^2\mu\left(2\beta^2+\mu^2\right)\varsigma\\+2g_1\left(\alpha_1+\theta\lambda_1\right)\end{pmatrix}}{\alpha_2+\theta\lambda_2} \qquad (۳۰)$$

که مقادیر g_1 و g_2 بصورت زیر می‌باشند:

$$g_1=6\beta^4+12\beta^3\mu-19\beta^2\mu^2+4\beta\mu^3+\mu^4$$

$$g_2=-24\beta^4+12\beta^3\mu-3\beta^2\mu^2+14\beta\mu^3-7\mu^4$$

۲-۲-۲ تجزیه‌وتحلیل عددی

در این بخش یک مثال عددی برای فهم بیشتر و نحوه تأثیرگذاری دولت در جریان زنجیره تأمین آورده شده است. همچنین نحوه تأثیرگذاری برخی پارامترها بر روی یکدیگر و میزان سود اعضای زنجیره تأمین نیز مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است. در جدول (۲) مقادیر تخصیص داده‌شده به پارامترهای مسئله آورده شده است.

جدول (۲): مقادیر تخصیص داده‌شده به پارامترهای مسئله

α_1	α_2	β	μ	λ_1
۱۰۰۰	۶۵۰	۲	۰/۱	۰/۸
λ_2	τ	ς	c	ζ
۰/۲	۲	۱۵	۲۰	۰/۲

با قرار دادن مقادیر پارامترها و همچنین حل مدل دولت مقادیر تعادلی متغیرهای تصمیم و توابع سود اعضای زنجیره تأمین بصورت جدول (۳) بدست خواهد آمد.

در ادامه به بررسی تأثیرات پارامترهای مهم بر روی سود اعضای زنجیره تأمین می‌پردازیم.

در نمودار (۲-الف) به وضوح می‌توان تأثیر تغییرات β بر روی سود اعضای زنجیره تأمین را مشاهده کرد.

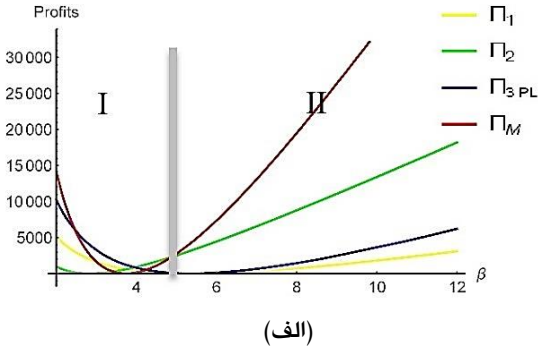
جدول (۳): مقادیر تعادلی بدست آمده برای متغیرهای تصمیم اصلی و وابسته مسئله

p_1	p_2	c_t
۴۷۲/۰۹۸	۳۲۷/۷۶۵	۱۱۶/۱۸

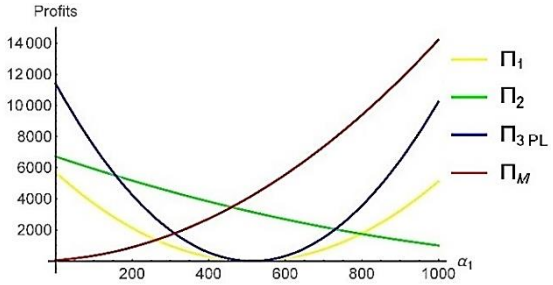
ادامه جدول (۴): مقادیر تعادلی بدست آمده برای متغیرهای تصمیم اصلی و وابسته مسئله

w	θ	φ
۳۰/۳۵۹ ۵	۱۵/۶۶۹۲	۱۸۶/۳۳۹ –
π_{3pl}	π_2	π_1
۱۰۲۳۱	۱۰۰۴/۰۸	۵۱۱۲/۳
	π_G	π_M
	۲۷۸۵/۹۳۱ ۸	۱۴۲۰۴/۴

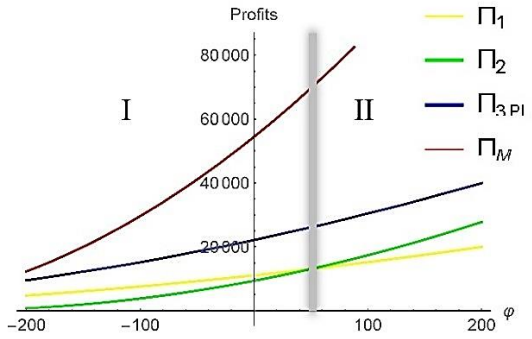
در ناحیه (I) که بین بازه [۰,۵] قرار دارد، تغییر در میزان β رفتارهای متفاوتی بین سود اعضای زنجیره ایجاد می‌کند. بطوریکه در این ناحیه ابتدا میزان سود برخی از اعضا بطور چشمگیری کاهش پیدا می‌کنند و در برخی از نقاط سود خرده فروش اول بیشتر از خرده‌فروش دوم و در برخی نقاط برعکس اتفاق میافتد.



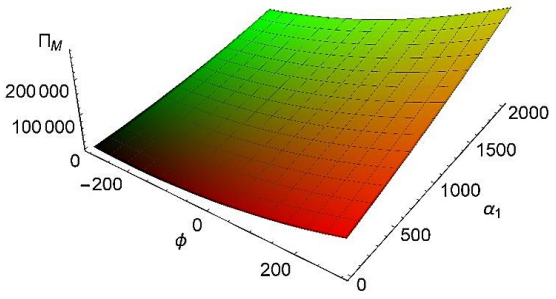
(الف)



(ب)



(ج)



(د)

شکل (۲): نمودار تغییر رفتار متغیرهای وابسته سود نسبت به تغییر برخی پارامترهای مهم مسئله

اما بعد از نقطه β=۵ رفتاری که تابع سود اعضای زنجیره تأمین از خود نشان می‌دهند یک رفتار ثابتی می‌باشد. در ناحیه (II) سود تولیدکننده طبق انتظار افزایش قابل‌توجهی پیدا می‌کند. سود خرده فروش دوم افزایش پیدا می‌کند و از میزان سود خرده فروش اول بیشتر می‌شود. ازآنجایی‌که شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک برای خرده فروش اول خدمات ارائه می‌دهد و همچنین میزان هزینه حمل‌ونقل خود را نیز خرده فروش اول دریافت می‌کند درنتیجه مقدار قیمت فروش محصول توسط خرده فروش اول رفته رفته افزایش پیدا می‌کند. در نتیجه طبیعی می‌باشد که با افزایش β که میزان حساسیت تقاضای محصول به قیمت محصول می‌باشد، میزان تقاضا از طریق خرده‌فروش اول نسبت به خرده فروش دوم کمتر باشد. درنتیجه میزان سود خرده‌فروش دوم همان‌طور که از نمودار (۲-الف) نیز قابل‌مشاهده است، بیشتر از خرده فروش اول خواهد بود.

نمودار (۲-ب) نشان می‌دهد که افزایش میزان α_1 به نفع خرده فروش اول، شرکت ارائه‌دهنده خدمات و تولیدکننده می‌باشد ولی برخلاف آن‌ها کاملاً به ضرر خرده فروش دوم می‌باشد. همانطور که از نمودار (۲-ب) قابل‌مشاهده است با افزایش میزان α_1، مقدار سود خرده فروش اول و به طبع

آن شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک افزایش می‌یابند و از میزان سود خرده فروش دوم بیشتر می‌شود.

مهم‌ترین پارامتری که باید در این مسئله با توجه به نوآوری که دارد به آن توجه شود، نحوه اثرگذاری تعرفه دولت بر مقدار سود اعضای زنجیره تأمین می‌باشد. برای تحلیل این اثرگذاری نمودار (۲-ج) را به دو ناحیه (I) و (II) تقسیم کرده‌ایم. در ناحیه (I) میزان سود خرده فروش اول از میزان سود خرده فروش دوم بیشتر می‌باشد؛ و سود هردو در حال افزایش می‌باشد. با توجه به نمودار (۲-ج) می‌توان گفت که افزایش تعرفه که به معنای تخصیص یارانه به تولیدکننده در راستای تولید محصول سبز می‌باشد، رابطه مستقیمی با توابع سود اعضای زنجیره تأمین دارد. ولی در ناحیه (II) میزان سود خرده فروش دوم با شیب بیشتری افزایش پیدا می‌کند و از خرده فروش اول بیشتر می‌شود. با توجه به توضیحات داده‌شده در قسمت مربوط به نمودار (۲-الف) می‌توان گفت که این تغییر رفتار نیز طبیعی می‌باشد. در زنجیره تأمین یک تولیدکننده می‌باشد که محصول خود را از دو طریق به یک بازار عرضه می‌کند. بنا به دلایل گفته‌شده در قسمت اول، میزان تقاضا با توجه به قیمت فروش توسط خرده‌فروش اول، در کانال مربوط به خرده فروش دوم افزایش پیدا می‌کند؛ و این باعث می‌شود که میزان سود خرده فروش دوم رفته رفته حتی با افزایش میزان تعرفه φ نیز بیشتر از خرده فروش اول شود.

با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته در سه نمودار قبل، دو پارامتر α_1 و φ به‌عنوان پارامترهایی که تأثیرگذاری قابل‌ملاحظه‌ای از خود نشان دادن، انتخاب شده و نحوه تأثیرگذاری این دو پارامتر بصورت همزمان بر روی سود تولیدکننده موردبررسی قرار گرفت. همانطور که از نمودار (۲-د) قابل‌مشاهده می‌باشد، هردو پارامتر تأثیر مستقیمی بر روی سود تولیدکننده دارند. با افزایش میزان α_1 و φ مقدار سود تولیدکننده افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار سود زمانی عاید تولیدکننده می‌شود که هم α_1 و هم φدر بیشترین میزان خود قرار داشته باشند؛ و این به دلیل افزایش تقاضایی می‌باشد که از طریق افزایش این دو پارامتر حاصل می‌شود.

۳- نتیجه و جمع‌بندی

مطالعه حاضر یک زنجیره تأمین با یک تولیدکننده که محصول سبز تولید می‌کند، به همراه یک شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک (3PL) و دو خرده فروش در نظر گرفته شد. در این پروژه دولت به‌عنوان یک بازیکن کلیدی که در شرایط واقعی تأثیر چشمگیری در چرخه زنجیره‌های تأمین می‌گذارد، نیز وارد مدل‌سازی شده است. ابتدا مدل با استفاده از رویکرد نظریه بازی‌ها حل گردید و مقادیر تعادلی بازیکنان زنجیره تأمین بدست آمد. سپس برای پیدا کردن مقدار تعادلی تعرفه تخصیص داده‌شده از سود دولت به تولیدکننده، عبارات تعادلی بدست آمده در مدل دولت جایگذاری شد و مقدار تعادلی تعرفه محاسبه شد.

نتایج بدست آمده نشان از اهمیت بالای میزان و نوع تعرفه تخصیص داده‌شده از سوی دولت در میزان درجه سبز بودن محصول تولیدی و همچنین سود اعضای زنجیره تأمین دارد. همچنین این مطالعه نشان داد که حضور شرکت ارائه‌دهنده خدمات لجستیک بصرف حضور، بدون در نظر گرفتن امکانات و شرایط خاص، نمی‌تواند بطور چشمگیری باعث بهبود شرایط شود. تحلیل نتایج نشان داد حضور شرکت در کانال خرده فروش اول باعث کاهش سود خرده فروش و افزایش سود خرده فروش دوم می‌شود؛ زیرا حضور شرکت 3PL بدلیل هزینه‌هایی که دارد باعث بالا رفتن قیمت محصول می‌شود. در نتیجه در طول زمان مشتری تمایلی به پرداخت هزینه سنگین برای خرید کالا ندارد؛ بنابراین باید در نظر گرفت که حضور شرکت ارائه‌دهنده خدمات باید باعث ایجاد تغییرات اساسی در کانال مربوطه شود که باعث بالا رفتن تقاضا به میزان زیاد و در نتیجه افزایش سود بازیکنان حاضر در آن کانال شود.

۴- پیشنهادات

در این مقاله به بررسی مسئله قیمت‌گذاری در یک زنجیره‌تأمین که زیر نظر سیاست های دولت فعالیت می‌کند پرداخته شد. همچنین در این پژوهش نحوه تاثیرگذاری شرکت 3PL بر روی عملکرد اعضای زنجیره‌تأمین نیز موردتوجه قرار گرفت. رفتار بازیکنان در محیط واقعی به عواملی بسیار زیادی وابسته می‌باشد. در این پژوهش همه پارامترها بصورت قطعی در نظر گرفته‌شده‌اند. درحالی‌که در شرایط حقیقی هیچ‌کدام از این پارامترها قطعی نیستند و با توجه به شرایط در حال تغییر می‌باشند؛ بنابراین در مطالعات آتی و در راستای گسترش مطالعه حاضر، می‌توان از تئوری عدم قطعیت استفاده کرد. همچنین برای بررسی بیشتر نحوه عملکرد اعضاء در محیط گسترده‌تر، می‌توان از تئوری نظریه‌ی بازی‌های تکاملی نیز بهره برد.

۵- منابع

[1] Mahmoudi, R., A. Emrouznejad, S.-N. Shetab-Boushehri, and S.R. Hejazi, The origins, development and future directions of data envelopment analysis approach in transportation systems. Socio-Economic Planning Sciences, 2018: p. 100672.

[2] Mahmoudi, R., S-.N. Shetab-Boushehri, S.R. Hejazi, A. Emrouznejad, and P. Rajabi, A hybrid egalitarian bargaining game-DEA and sustainable network design approach for evaluating, selecting and scheduling urban road construction projects. Transportation Research Part E :Logistics and Transportation Review, 2019. 130: p. 161-183.

[3] Hafezalkotob, A. and R. Mahmoudi, Selection of energy source and evolutionary stable strategies for power plants under financial intervention of government. Journal of Industrial Engineering International, 2017. 13(3): p. 357-367.

[4] Mahmoudi, R., A. Hafezalkotob, and A. Makui, Source selection problem of competitive power plants under government intervention: a game theory approach. Journal of industrial engineering international, 2014. 10 :(۳)p. 59.

[5] Carter, C.R. and M.M. Jennings, Logistics social responsibility: an integrative framework. Journal of business logistics, 2002. 23(1): p. 145-180.

[6] Rodrigues, A.C., R.S. Martins, P.F. Wanke, and J.J.I.J.o.P.E. Siegler, Efficiency of specialized 3PL providers in an emerging economy. 2018. 205: p. 163-178.

[7] Beloff, B., M. Lines, and D. Tanzil, Transforming sustainability strategy into action: The chemical industry. 2005: John Wiley & Sons.

[8] Zhu, Q., J. Sarkis, and K.-h. Lai, Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. International journal of production economics, 2008. 111(2): p. 261-273.

[9] Doherty, S. and S. Hoyle. Supply chain decarbonization: The role of logistics and transport in reducing supply chain carbon emissions. in World Economic Forum, Geneva. 2009.

[10] Pamucar, D., K. Chatterjee, E.K.J.C. Zavadskas, and I. Engineering, Assessment of third-party logistics provider using multi-criteria decision-making approach based on interval rough numbers. 2018.

[11] Zailani, S., A. Amran, and H. Jumadi, Green innovation adoption among logistics service providers in Malaysia: an exploratory study on the managers' perceptions. International Business Management, 2011. 5(3): p. 104-113.

[12] Genovese, A., S. Lenny Koh, G. Bruno, and E. Esposito, Greener supplier selection: state of the art and some empirical evidence. International Journal of Production Research, 2013. 51(10): p. 2868-2886.

[13] Mahmoudi, R. and M. Rasti-Barzoki, Sustainable supply chains under government intervention with a real-world case study: An evolutionary game theoretic approach. Computers and Industrial Engineering, 2018. 116: p. 130-143.

[14] Walton, S.V., R.B. Handfield, and S.A. Melnyk, The green supply chain: integrating suppliers into environmental management processes. International journal of purchasing and materials management, 1998. 34(1): p. 2-11.

[15] Murphy, P.R., R.F. Poist, and C.D. Braunschweig, Green logistics: Comparative views of environmental progressives, moderates, and conservatives. Journal of Business Logistics, 1996. 17(1): p. 191.

[16] Zhu, W. and Y. He, Green product design in supply chains under competition. European Journal of Operational Research, 2017. 258(1): p. 165-180.

[17] Maloni, M.J. and C.R. Carter, Opportunities for research in third-party logistics. Transportation journal, 2006: p. 23-38.

[18] Evangelista, P., Environmental sustainability practices in the transport and logistics service industry: An exploratory case

[28] Ghosh, D .and J. Shah, A comparative analysis of greening policies across supply chain structures. International Journal of Production Economics, 2012. 135(2): p. 568-

[29] Cao, J. and X. Zhang, Coordination strategy of green supply chain under the free market mechanism. Energy Procedia, 2013. 36: p. 1130-1137.

[30] Hua, G., S. Wang, and T.E. Cheng, Price and lead time decisions in dual-channel supply chains. European journal of operational research, 2010. 205(1): p. 113-126.

[31] Huang, S., Z.-P. Fan, and X. Wang, Optimal operational strategies of supply chain under financing service by a 3PL firm. International Journal of Production Research, 2019. 57(11): p. 3405-3420.

[32] Taleizadeh, A.A. and R. Sadeghi, Pricing strategies in the competitive reverse supply chains with traditional and e-channels: A game theoretic approach. International Journal of Production Economics, 2019. 215: p. 48-60.

[33] Li, B., M. Zhu, Y. Jiang, and Z. Li, Pricing policies of a competitive dual-channel green supply chain. Journal of Cleaner Production, 2016. 112: p. 2029-2042.

[34] Jamali, M.-B. and M. Rasti-Barzoki, A game theoretic approach for green and non-green product pricing in chain-to-chain competitive sustainable and regular dual-channel supply chains. Journal of cleaner production, 2018. 170: p. 1029-1043.

[35] Swami, S. and J. Shah, Channel coordination in green supply chain management. Journal of the operational research society, 2013. 64(3): p. 336-351.

[36] Chen, Y.C., S.-C. Fang, and U.-P. Wen, Pricing policies for substitutable products in a supply chain with Internet and traditional channels. European Journal of Operational Research, 2013. 224(3): p. 542-551.

[37] Hafezalkotob, A., R. Mahmoudi, E. Hajisami, and H.M. Wee, Wholesale-retail pricing strategies under market risk and uncertain demand in supply chain using evolutionary game theory. Kybernetes, 2018. 47(6): p. 1178-1201.

study investigation .Research in Transportation Business & Management, 2014. 12: p. 63-72.

[19] Lieb, K.J. and R.C. Lieb, Environmental sustainability in the third-party logistics (3PL) industry. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2010. 40 :(۷)p. 524-533.

[20] Maiti, T. and B. Giri, A closed loop supply chain under retail price and product quality dependent demand. Journal of Manufacturing Systems, 2015. 37: p. 624-637.

[21] Huang, Y. and Z. Wang, Closed-loop supply chain models with product take-back and hybrid remanufacturing under technology licensing. Journal of cleaner production, 2017. 142: p. 3917-3927.

[22] Yan, W., Y. Xiong, Z. Xiong, and N. Guo, Bricks vs. clicks: Which is better for marketing remanufactured products? European Journal of Operational Research, 2015. 242(2): p. 434-444.

[23] Huang, M., M. Song, L.H. Lee, and W.K. Ching, Analysis for strategy of closed-loop supply chain with dual recycling channel. International Journal of Production Economics, 2013. 144(2): p. 510-520.

[24] Esmaeili, P., B.M. Rasti, and S. Hejazi, optimal ricing and advertising desisions in A three-level supply chain with nash, stackelberg and cooperative games. 2016.

[25] Xiao-hua, H. and D. Zhen-ning, Reverse Channel Decision Analysis for Bilateral Competing Closed-Loop Supply Chain [J]. Industrial Engineering Journal, 2010. 4: p. 006.

[26] Jiang, L., Y. Wang, and X. Yan, Decision and coordination in a competing retail channel involving a third-party logistics provider. Computers & Industrial Engineering, 2014. 76: p. 109-121.

[27] Jafari, H., S.R. Hejazi, and M. Rasti, Pricing decisions in dual-channel supply chain with one manufacturer and multiple retailers: A game-theoretic approach. RAIRO-Operations Research, 2017. 51(4): p. 1269-1287.