ارائه مدلی در مدیریت کیفیت زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان با استفاده از تئوری بازی‌ها

فرزاد فیروزی جهان‌تیغ[1*]، صفورا دهقانی[2]

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶

چکیده

لزوم استفاده از تجهیزات پزشکی باکیفیت در زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان‌ها، ضرورت و اهمیت مدیریت کیفیت این بخش را بیش از پیش برای مجریان پیاده‌سازی طرح تحول سلامت نمایان ساخته است. در این تحقیق با استفاده از تئوری بازی‌ها استراتژی‌های انتخابی از سوی بنگاه‌های تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان‌ها را مدل‌سازی نموده و با در نظر گرفتن خود یادگیری از طریق زنجیره مارکوف از سوی بنگاه‌های تجهیزات پزشکی، در رقابت برای تأمین تجهیزات با سایر بنگاه‌ها، به شبیه‌سازی محیط زنجیره تأمین پرداخته می‌شود. در نهایت با تحلیل رفتار مدل شبیه‌سازی شده و محاسبه درآمدها و همچنین با تغییر احتمال انتخاب استراتژی‌های مختلف از سوی بنگاه‌ها، اهمیت استفاده از پیاده‌سازی نظام تشویق و جریمه، در مدیریت کیفیت زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان برای سوق دادن تأمین‌کنندگان برای انتخاب استراتژی باکیفیت بالا بیان می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت کیفیت، زنجیره تأمین بیمارستان، تجهیزات پزشکی، تئوری بازی‌ها

۱- مقدمه

مدیریت زنجیره تأمین[3] SCM در بیمارستان‌ها شامل زنجیره داخلی (مانند واحد مراقبت از بیمار، انبار بیمارستان، بیمار و ...) و زنجیره خارجی (مانند فروشنده‌ها، سازندگان، توزیع‌کنندگان و...)می‌باشد[۱]و[۲].یک‌بیمارستان محصولات و خدمات را از تأمین‌کنندگان دریافت می‌کند و سپس فرآیندهای عملیاتی بیمارستان آنها را ذخیره و یا بین واحدهای مراقبت توزیع می‌کند. بنابراین SCM شامل فعالیت‌های تجاری (مانند خرید، توزیع و مدیریت تأمین‌کنندگان) و عملیاتی است که یک جریان پیوسته و یکپارچه از مواد و خدمات را برای زنجیره تأمین بهداشت جمع‌آوری می‌کند [۱]و[۳]. مدیریت کیفیت زنجیره تأمین[4] (SCQM) عبارتند از هماهنگی رسمی و یکپارچه‌سازی فرآیندهای کسب و کار کلیه سازمان‌های عضو شبکه تأمین، برای اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل و بهبود مستمر محصولات، خدمات و فرآیندها به‌منظور ایجاد ارزش و کسب رضایت کلیه مشتریان میانی و نهانی بازار. با تنظیم و اداره زنجیره تأمین، استراتژی‌های مدیریت کیفیت بر مبنای تولید و عملکرد را می‌توان تقویت نمود. به عبارت دیگر برای دستیابی به منافع مهم و بی‌خطر رقابتی، باید کیفیت عملکرد و مدیریت بر مبنای تأمین را به‌طور هم‌زمان مورد توجه و عمل قرار داد[۴].

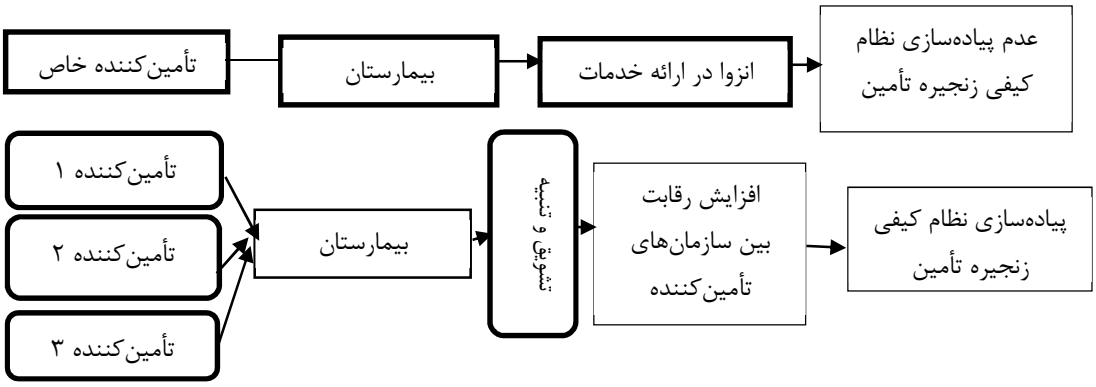
موضوع کیفیت در بخش مراقبت‌های بهداشتی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، زیرا وظیفه خطیر حفظ سلامت و مراقبت از حیات جامعه برعهده این بخش می‌باشد. بنابراین، توجه کامل به نحوه ارزیابی کیفیت مراقبت‌های بهداشتی، در بیمارستان‌ها به‌عنوان بزرگ‌ترین و مهم‌ترین واحد عملیاتی نظام بهداشت و درمان، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است.

۱*- عضو هیات علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان، نویسنده پاسخگو، پست الکترونیکی:firouzi@eng.usb.ac.ir، نشانی: زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده فنی مهندسی شهید نیکبخت، گروه مهندسی صنایع، کدپستی: ۹۸۷-۹۸۱۵۵

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، پست الکترونیکی: s.dehghani@pgs.usb.ac.ir

3- Supply Chain Management

4- Supply Chain Quality Management



شکل (۱): ساختار مدیریت کیفی زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان

کیفیت در خدمات بهداشتی دارای دو بعد می‌باشد: بعد فنی (کیفیت پیامد) و بعد وظیفه‌ای (کیفیت و نحوه ارائه خدمت). کیفیت فنی در خدمات بهداشتی به معنای درستی تشخیص و درمان و انطباق آن با استانداردهای حرفه‌ای پزشکی است، که اطلاعات و دانش مربوط به این بعد کیفیت در حوزه کار متخصصان خدمات بهداشتی و درمانی می‌باشد. کیفیت وظیفه‌ای نیز به نحوه ارائه خدمات بهداشتی مربوط است و به دلیل اینکه درک مشتری از کیفیت، بیشتر معطوف به بعد وظیفه‌ای و نحوه ارائه خدمات است، مدیریت کیفیت زنجیره تأمین بیمارستان غالباً بر این بعد متمرکز گردیده است[۵].

حوزه بهداشت و درمان در هر کشوری از پر اهمیت‌ترین حوزه‌ها و دارای اهمیتی استراتژیک می‌باشد چراکه هزینه‌های زنجیره تأمین تأثیر مستقیم بر هزینه‌های اقلام دارویی دارد. امروزه، مدیریت کیفیت زنجیره تأمین در بخش بهداشت و درمان با استقبال زیادی روبه‌رو شده است که از دلایل اصلی آن، می‌توان به پیچیدگی زیاد سیستم‌ها در مؤسسات بهداشتی و درمانی نسبت به صنایع دیگر، اهمیت اثربخشی در این سازمان‌ها، فشار بر کاهش هزینه‌ها و در نهایت، فرآیند تخصص‌گرایی و تقویت موقعیت بیماران اشاره کرد[۶].

در محیط بهداشت و درمان رقابتی امروز، بیمارستان‌ها مانند سایر سازمان‌ها و مؤسسات دولتی یا خصوصی به منظور بهبود کارایی و افزایش رقابت‌پذیری خود، با ضرورت سنجش عملکرد مالی (هزینه‌ها، درآمدها و سودآوری) و غیرمالی (کیفیت خدماتشان) مواجه‌اند[۷]. به این ترتیب، مدیریت زنجیره تأمین بیمارستان‌ها منحصراً پیچیده‌تر و نیازمند دانش بیشتری نسبت به شیوه‌های سنتی زنجیره تأمین صنعت است. در همین رابطه، کارشناسان صنعت برآورد کرده‌اند که شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین در صنعت بهداشت ۱۰ سال عقب‌تر از صنایعی مانند خرده‌فروشی و تولید می‌باشد[۸].

در این مقاله به بررسی زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی پرداخته می‌شود که توزیع‌کنندگان به عنوان فروشندگان و بیمارستان به عنوان خریدار و بیماران به عنوان آخرین سطح از زنجیره تأمین در نظر گرفته شده‌اند. هنوز هم در بسیاری از بیمارستان‌ها زنجیره تأمین به‌صورت سنتی و بخش‌های مجزا از هم هستند، اما بدیهی است که بیمارستان‌ها برای تأمین تجهیزات مورد نیاز خود، باید به تعداد زیادی از تأمین‌کنندگان با تخصص و دانش‌های مختلف رسیدگی کنند. تأمین‌کنندگان تجهیزات پزشکی بیمارستان از ورودی‌های زنجیره تأمین بیمارستان محسوب می‌شوند. بسیاری از بیمارستان‌ها برای تأمین تجهیزات پزشکی مورد نیاز خود فقط از فروشندگانی خاص استفاده می‌کنند. این امر موجب انزوا در حوزه تأمین تجهیزات خواهد شد، چرا که با این عمل از فروشندگان و تأمین‌کنندگان با قابلیت‌ها و پتانسیل‌های تأمین بالاتر بی‌اطلاع می‌مانند (شکل ۱).

اما در عصر حاضر که رقابت عنصر جدا نشدنی تجارت محسوب می‌شود، رقابت بین سازمانی و صنعتی نیز بیش از پیش بر مدیریت زنجیره تأمین تأثیرگذار است، به گونه‌ای که اگر یک زنجیره تأمین در اکثر زمینه‌ها موفق باشد با ضعف در رقابت بی‌شک با مشکل جدی مواجه خواهد شد. به عبارتی، اگر صنعتی به‌طور کل در بازار مورد استقبال قرار نگیرد، مزیت‌های رقابتی بیهوده خواهند بود و برعکس در صورت استقبال گسترده از یک صنعت حتی زنجیره تأمین‌های

ضعیف‌تر هم می‌توانند به سودآوری امیدوار باشند[۹]. برای رفع مشکل انزوا در حوزه تأمین تجهیزات و پیاده‌سازی نظام کیفی زنجیره تأمین، استقرار برنامه‌های نظام‌مند تشویق و تنبیه در مدیریت کیفی زنجیره تأمین یک گام بنیادی و روبه جلو بوده که باعث افزایش رقابت در میان تأمین‌کنندگان مختلف و مدیریت کیفی بازار زنجیره تأمین بیمارستان‌ها خواهد شد.

از مهم‌ترین دستاوردهای طرح تحول سلامت و پیاده‌سازی صحیح مدیریت کیفیت زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی در بیمارستان‌ها می توان به کاهش چشمگیر ارجاع بیماران به خارج از بیمارستان جهت تهیه ملزومات پزشکی، کاهش قیمت دارو و تجهیزات پزشکی، جلوگیری از عرضه کالای قاچاق و بی‌کیفیت و غیره اشاره کرد. استفاده از تجهیزات پزشکی باکیفیت، رابطه مستقیم با افزایش سلامت بیماران و قابلیت اطمینان استفاده از خدمات بهداشت و درمان دارد. در این مقاله به بسط و گسترش استراتژی رفتار بیمارستان به‌عنوان مدیریت کیفیت زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی، تحت شرایط تغییرات محیطی و رقابت بین تأمین‌کنندگان تجهیزات پرداخته شده و رفتار تأمین‌کنندگان تجهیزات پزشکی بیمارستان، در انتخاب استراتژی‌های مختلف تأمین، با استفاده از تئوری بازی‌ها شبیه‌سازی می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

هزینه‌ها برای تجهیزات بیمارستانی و مواد مصرفی ۴۵ درصد از بودجه‌های عملیات بیمارستانی را تشکیل می‌دهند [۱۰]. با روند رو به رشد پیش‌بینی شده، ممکن است بیمارستان‌ها و سیستم‌های بهداشتی هزینه‌های بیشتری را در زنجیره تأمین به خود اختصاص دهند[۱۱]. به این ترتیب، مدیریت زنجیره تأمین به یکی از مهم‌ترین حوزه‌ها برای مدیران و رهبران اجرایی بیمارستان‌ها تبدیل شده است[۱۲]. به لحاظ تاریخی مقالات موجود در زمینه مدیریت زنجیره تأمین در صنایع مبتنی بر محصول مانند تولید و خرده‌فروشی متمرکز شده‌اند. به همین دلیل، تلاش پژوهشگران برای توسعه نظریه‌های زنجیره تأمین با شرایط خاص در صنعت و محیط‌های عامل، به‌ویژه بخش خدمات ادامه دارد[۱۳]،[۱۴]و[۱۵].

یکی از فاکتورهای مهم زنجیره‌های تأمین پایدار مدیریت کیفیت می‌باشد. به‌منظور درک اصول اساسی مدیریت کیفیت در شبکه‌های تولیدی و خدماتی توسط تصمیم‌گیرندگان، استیلر[1] و همکاران به شناخت محیط و شبیه‌سازی بر اساس نظریه بازی‌ها پرداختند، آنها تأثیر رفتار و استراتژی‌های عوامل انسانی را، بر موفقیت مدیریت کیفیت زنجیره تأمین مورد بررسی قرار داده و براساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، فاکتور مهارت‌های شناختی یکپارچه بازیکنان (عوامل انسانی) از ساختار زنجیره تأمین، تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد بازی داشته است[۱۶].

زامپاریا[2] و همکاران مسئله بهینه‌سازی چندهدفه در زنجیره تأمین را، برای به‌دست آوردن معیارهای بهینه متعدد، با استفاده از روش محدودیت‌ها در فضای حل پارتو گسترش داده و از نظریه بازی‌ها برای اخذ تصمیمات پشتیبان برای مقابله با شرایط عدم اطمینان استفاده نمودند[۱۷]. لئو و وانگ[3] با استفاده از تعادل نش در تئوری بازی‌ها کنترل کیفیت در تدارک خدمات زنجیره تأمین را بررسی نموده و ریسک‌های موجود و سطح نظارت بر کنترل کیفیت را در این زنجیره تعیین کردند[۱۸]. کیو[4] و همکاران از تئوری بازی‌ها در زنجیره تأمین محصولات در شرایطی که دو خرده‌فروش از یک تولیدکننده خرید می‌کنند، در جستجوی بازار مشتریان برای خرید محصولات، بهره برده و رفتار مشتریان را در مقابله با تغییر سیاست‌های خرده‌فروشان بررسی نمودند[۱۹].

تحقیقات زیادی در زمینه زنجیره تأمین بیمارستان‌ها و مواد دارویی صورت گرفته است، چن[5] و همکاران فاکتورهای مؤثر بر زنجیره تأمین بیمارستان‌ها را تعیین و اهمیت یکپارچه‌سازی اطلاعات در این زنجیره تأمین را بیان نمودند[۲۰]. در رابطه با زنجیره تأمین مواد مصرفی بیمارستان‌ها، غلامیان و همکاران با ارائه رویکردی جدید به ردیابی دارو در زنجیره تأمین مواد دارویی پرداختند[۹]. آریا[6] و همکاران برای کاهش هزینه‌ها در زنجیره تأمین محصولات بهداشت و درمان از جمله ایمپلنت‌های دندانی که نیازمند تکنولوژی بالا می‌باشند به بررسی مشکلات موجود در زمینه همکاری در زنجیره تأمین این تجهیزات پرداختند[۲۱]. گوپتا و رامش[7] با نگاه به زنجیره تأمین به عنوان یک سیستم پویا از رویکرد مدل‌سازی سیستم‌های

1- Stiller
2- Zamarripa
3- Liu & Wang
4- Qi
5- Chen
6- Arya
7- Gupta & Ramesh

تفسیری[1] (ISM) برای تعامل عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین مراقبت‌های بهداشتی در هند استفاده کردند[۲۲].

موسی‌زاده[2] و همکاران با استفاده از برنامه‌ریزی چند هدفه، برای به حداقل رساندن هم‌زمان هزینه‌ها و سفارشات برآوردنشده زنجیره تأمین مواد دارویی استفاده کرده و از رویکرد برنامه‌ریزی قوی احتمالی برای بررسی عدم قطعیت عوامل متغیر نامشخص برای طراحی زنجیره تأمین مواد دارویی بهره بردند[۲۳]. جبل عاملی و همکاران نیز با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان و فرمول‌بندی سناریویی به طراحی شبکه تأمین دارو برای جلوگیری از هزینه‌های ناشی از در نظر گرفتن عدم اطمینان پرداختند[۲۴].

محیط رقابتی قرن بیست و یکم نیازمند ارائه محصولات با کارایی هزینه‌ای، سطوح بالای سرویس و کیفیت است. مدیریت اثربخش تکنولوژی و کیفیت، کلید دستیابی به بهبود کیفیت و تقویت جایگاه رقابتی جهانی محسوب می‌شود[۲۵]. طی سال‌های اخیر بیمارستان‌ها خود را با تغییرات محیطی وقف داده و در این راستا، سیاست‌های جدیدی جهت ارزیابی عملکرد ارائه خدمات زنجیره تأمین بیمارستان‌ها توسعه یافته است[۲۶]. اما همواره این سؤال مطرح می‌شود که چگونه می‌توان کیفیت ارائه خدمات در این واحدها را مورد سنجش قرار داد[۲۷]. ارزیابی کیفیت خدمات بهداشتی و درمانی با توجه به ابعاد و جنبه‌های مختلف آن و پیچیده بودن فرآیندهای خدماتی، کار ساده‌ای نبوده و نیازمند ابزارهای دقیق و معتبری است. بررسی ورودی یک سازمان که همان تولیدکنندگان زنجیره تأمین را تشکیل می‌دهد، مهم‌ترین بخش برای ارتقای کیفی خدمات یک سازمان به‌شمار می‌رود. درحالی‌که استفاده از مدیریت کیفیت زنجیره تأمین منافع متعددی را درپی دارد، اجرای آن کار چندان ساده‌ای نیست. با توجه به نیاز و اهمیت بیمارستان‌ها به تجهیزات پزشکی با کیفیت بالا و وجود تأمین‌کنندگان با قابلیت‌ها و استراتژی‌های مختلف تأمین تجهیزات پزشکی، در این پژوهش ابتدا به بررسی رفتار تأمین‌کنندگان و انتخاب استراتژی‌های آنها در رقابت با یکدیگر با استفاده از تئوری بازی‌ها پرداخته می‌شود و سپس با ارائه الگوریتمی که از طریق آن تأمین‌کنندگان بی‌کیفیت با یادگیری از سایر تأمین‌کنندگان برای افزایش درآمدهای خود و تلاشی که آنها جهت تبدیل شدن به تأمین‌کننده مطلوب می‌کنند، نسبت به شبیه‌سازی زنجیره تأمین اقدام می‌کنند. با اعمال شرایطی از طریق بیمارستان‌ها که در ادامه مقاله به بیان آن پرداخته می‌شود و انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان از طریق مدیران اجرایی بیمارستان‌ها، کیفیت ارائه خدمات در بیمارستان بیشتر شده و این امر حتی به افزایش درآمدهای بیمارستان نیز منجر می‌گردد. حائز اهمیت است که، شیوه‌ای که بیان شد تاکنون در مطالعات داخلی ایران مورد استفاده قرار نگرفته است.

۳- مدل

پیشرفت تکنولوژی، توان مدیریت زنجیره تأمین، برای بیمارستان‌ها و سازمان‌های بهداشت و درمان را ارائه کرده است. حدود ۶ میلیارد دلار فرصت پس‌انداز هزینه‌ها با مدیریت صحیح هزینه‌های بهداشت و درمان در قسمت زنجیره تأمین تخمین زده شده است[۲۸]. مدیریت کارآمد زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان‌ها علاوه‌بر افزایش مراقبت‌های بهداشتی بیمار باعث پس‌انداز پول در این عرصه نیز می‌گردد.

هر بیمارستان می‌تواند در کمتر از ۲۴ ساعت یک تأمین‌کننده تجهیزات پزشکی را برای تأمین نیاز مصرفی خود بیابد. اما مسئله قابل بحث این است که، سیستم زنجیره‌تأمین بیمارستان در بردارنده اجزای مختلفی از تأمین‌کننده مواد اولیه تا مشتری نهایی که بیماران هستند، می‌باشد که هریک از اجزای این سیستم جامع، خود دارای زیرسیستم‌هایی با ابعاد مختلف هستند. پس انتخاب بهترین تأمین‌کننده تجهیزات پزشکی از میان تعداد زیادی تأمین‌کننده، مسئله مهمی تلقی می‌شود. در زنجیره تأمین بیمارستان، تأمین‌کنندگان بی‌شماری برای عقد قرارداد با بیمارستان‌ها با هم به رقابت می‌پردازند. براساس قوانین موجود در اداره کل تجهیزات پزشکی، فرض می‌شود که بنگاه‌های تجهیزات پزشکی از حق انتخاب سه نوع استراتژی با کیفیت پائین، با کیفیت بالا و بی‌طرفانه برخوردارند. براساس هر استراتژی که اولین بنگاه انتخاب می‌کند، بنگاه دوم نیز به انتخاب یک استراتژی مقابله مبادرت می‌ورزد و ممکن است تصمیم‌های مشابهی را در رقابت با بنگاه اول و تبدیل شدن به بنگاه مطلوب به عنوان تأمین‌کننده نیز اتخاذ کند.در این‌مقاله بنگاه‌ها $i = 1,2,...,n$ می‌توانند استراتژی‌های خود را از بین سه نوع استراتژی $j=1,2,3$ انتخاب کنند. در اینجا فضای استراتژی برای انتخاب استراتژی‌های مختلف از

1- The Interpretative System Modelling
2- Mosazadeh

سوی بنگاه‌ها مجموعه Sj است. پیشنهاد می‌شود که به سبب سهولت تحلیل از S_2 برای اشاره به استراتژی کیفیت پائین، از S_1 برای اشاره به استراتژی کیفیت بالا و از S_3 برای اشاره به استراتژی بی‌طرفانه استفاده شود. نکته بسیار مهم این است که تصمیم هر دو بنگاه بر نتیجه حاصله یا نتیجه رقابت که «درآمد» نامیده می‌شود تأثیر خواهد داشت.

انتخاب استراتژی‌های مختلف در شرایط اعمال مکانیزم تشویق و تنبیه در رقابت جهت عقد قرارداد از سوی بیمارستان که متقاضی تجهیزات می‌باشد، سبب کسب درآمدهای مختلفی از سوی بنگاه‌های تجهیزات پزشکی خواهد شد. بنگاه با گزینش یک استراتژی، تصمیم‌هایی را برای کسب درآمدهای مختلف می‌گیرد که متشکل از اعداد صحیح و مثبت می‌باشد و طبق معادله ۱ و با تابع درآمد Yi محاسبه می‌شود [۲۹]:

$$Y(i) = Y^{i}(S_1, S_2, .., S_i, ..., S_n) \qquad (۱)$$

توجه به این نکته ضروری است که درآمد بنگاه i نه فقط به استراتژی خود بنگاه (S_i)، بلکه به استراتژی گزینشی دیگر بنگاه‌هایی که در زمینه تأمین تجهیزات پزشکی فعالیت می‌کنند نیز بستگی دارد. با توجه به وابستگی اخذ تصمیمات در رقابت بنگاه‌ها با یکدیگر، استفاده از روشی جهت پیش‌بینی رفتار بنگاه‌های شرکت‌کننده در رقابت ضروری به نظر می‌رسد. تئوری بازی‌ها با هدف کمک به درک موقعیت رفتار متقابل تصمیم‌گیرندگان به‌وجود آمده است. یک بازی به فعالیتی اطلاق می‌شود که در آن بازیکنان به‌وسیله مجموعه‌ای از قوانین به رقابت می‌پردازند، اما در عمل یک بازی مجموعه‌ای فراتر از این مفهوم است[۳۰].

در این مقاله با استفاده از مفروضات تئوری بازی‌ها این‌طور فرض شده که بازیکنان، از بنگاه‌های اقتصادی زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان انتخاب شده‌اند. در این صورت تغییر رفتار بنگاه‌های تجهیزات پزشکی را با توجه به تغییر استراتژی‌های سایر رقبایشان برای تأمین تجهیزات، با استفاده از قوانین تئوری بازی‌ها مورد بررسی قرار می‌دهند. نکته مهم در تئوری بازی‌ها این است که هر بازیکن باید عکس‌العمل دیگران را نسبت به انتخاب خود تجزیه و تحلیل کند آنگاه تصمیمی را اتخاذ کند که برایش بهترین است. به منظور تسهیل در تحلیل،V_i به بنگاه‌های تجهیزات پزشکی، $i=1,2,3,\ldots,N$، Sj به نوع بنگاه‌های تجهیزات پزشکی که در آن $j=1,2,3$ عبارتند از انواع استراتژی بنگاه‌ها، اختصاص داده شده است. محیطی که در آن چنین تصمیم و واکنش متقابل میان تصمیمات افراد وجود دارد، محیط استراتژیکی است که هر یک از تصمیم‌گیرندگان نیز بازیکنان هستند. فرض اساسی بر این است که هر بازیکن با توجه به نوع استراتژی بازیکن مقابل برای به‌دست آوردن بیشترین منفعت، عاقلانه رفتار می‌کند. در تحلیل انتخاب استراتژی‌ها در رابطه با بنگاه‌های تأمین تجهیزات پزشکی S_1 به تأمین تجهیزات پزشکی با کیفیت و S_2 به تأمین تجهیزات پزشکی کم کیفیت اشتغال دارند و در بازی نخست به ترتیب استراتژی کیفیت بالا و کیفیت پایین را در به‌کار می‌بندد. S_3 استراتژی بی‌طرفانه را پی می‌گیرد و این بدان معناست که در هیچ یک از بازی‌ها با هیچ یک از بنگاه‌های تجهیزات پزشکی بازی نخواهد داشت.

در این مقاله فرض بر این است که انواع مختلف بنگاه‌های تجهیزات پزشکی به‌صورت تصادفی در فضایی متشکل از M سلول پراکنده شده‌اند و R به این فضا اشاره دارد. هر سلول از سوی یک بنگاه تجهیزات پزشکی اشغال می‌شود و سلول خالی به این معناست که سلول مزبور از سوی هیچ بنگاه تجهیزات پزشکی اشغال نشده است. در این صورت چگالی توزیع بنگاه‌های تجهیزات پزشکی در فضای مربوطه برابر با p بوده و بنابراین سهم هر یک از سه نوع بنگاه در انتخاب استراتژی‌های مختلف تأمین برابر با p_1, p_2,p_3 و از این رو جمع احتمال‌ها برابر $p_1+p_2+p_3=1$ خواهد بود و هر یک از بنگاه‌ها می‌توانند در هر لحظه با سایر بنگاه‌های آن سلول بازی داشته باشند.

در مدل پیشنهادی، و در نظریه تئوری بازی‌ها با انتخاب استراتژی از سوی بنگاه‌های مختلف درآمدهای مختلفی حاصل می‌شود. درآمد حاصل از انتخاب استراتژی‌های مختلف از سوی بنگاه تجهیزات پزشکی در رقابت با یکدیگر را می‌توان با استفاده جدول (۱) نمایش داد. مثلاً اگر بنگاه الف، استراتژی با کیفیت را در بازی مقابل بنگاه ب انتخاب کند درآمدهای دریافتی بنگاه ب در این بازی بدون در نظر گرفتن احتمال انتخاب از سوی بازیکنان عبارتند از: ۴+۱+۵.

جدول (۱): ماتریس درآمد بنگاه‌های تجهیزات پزشکی

استراتژی هر بنگاه		استراتژی بنگاه ب		
		کیفیت بالا	کیفیت پائین	بی‌طرفانه
استراتژی بنگاه الف	کیفیت بالا	(u,u)	(w,x)	(z,z)
	کیفیت پائین	(x,w)	(y,y)	(z,z)
	بی‌طرفانه	(z,z)	(z,z)	(z,z)

هرچه استراتژی انتخابی از کیفیت بالاتری برخوردار باشد، درآمد حاصله نیز برای بنگاه بیشتر خواهد شد که از لحاظ منطقی رابطه $Y(S_1)>Y(S_3)>Y(S_2)$ برقرار خواهد شد که در آن، $Y(S_1)$ به درآمد بنگاه تجهیزات پزشکی با استراتژی کیفیت بالا، $Y(S_3)$ به درآمد حاصله بنگاه به‌کارگیرنده استراتژی بی‌طرفانه و $Y(S_2)$ به درآمد بنگاه با استراتژی کیفیت پائین در زنجیره تأمین اشاره دارد.

(a,a) به درآمد حاصل از اتخاذ استراتژی‌های مختلف اشاره دارد. به عنوان مثال، (x,w) به این معناست که درآمد حاصل از اتخاذ استراتژی کیفیت پائین برابر با w بوده و درآمد عایدی از اتخاذ استراتژی کیفیت بالا نیز برابر با x می‌باشد. براساس نظریه کلاسیک بازی‌ها، اگر ۱) $x>u>y>w$ باشد و ۲) $2u>x+w$ باشد، یک معادله نش[1] منحصربه‌فرد حاصل خواهد شد[۳۱]. معادله نش حالتی از انتخاب استراتژی‌ها است که اگر هرکدام از بازیکنان استراتژی دیگری به غیر از استراتژی‌های معادله نش را انتخاب کنند متحمل ضرر بیشتری خواهند شد. در مدل فوق، فرض بر این بوده است که $z=۵$، $w=۱$، $y=۳$، $u=۴$، $x=۷$ که z به مقدار درآمدی اشاره دارد که عاید بنگاه به‌کارگیرنده استراتژی بی‌طرفانه می‌شود.

۴- الگوریتم مدل

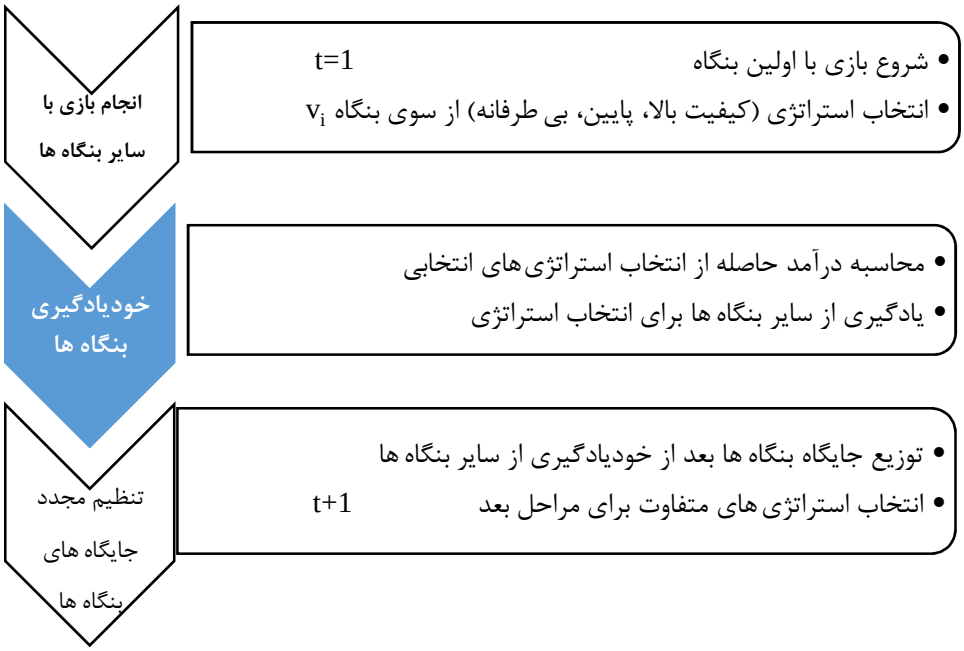
در الگوریتم پیشنهادی بنگاه‌های تجهیزات پزشکی از طریق {نام، نوع، موقعیت مکانی، سوابق، سودآوری} تعریف می‌شوند. براین اساس، نام به نام بنگاه اشاره دارد (در مدل پیشنهادی از Vi برای اشاره به بنگاه i که $i=1,2,3,\ldots,k$، استفاده شده است). بخش نوع، به نوع بنگاه تجهیزات پزشکی اشاره دارد (در مدل ما از Sj برای اشاره به نوع بنگاه تجهیزات پزشکی استفاده شده و $j=1,2,3$ می‌باشد. موقعیت مکانی به موقعیت مکانی بنگاه تجهیزات پزشکی در R اشاره داشته و می‌تواند عضو $\{1,2,3,\ldots,N\}$ باشد. M در اینجا کل تعداد سلول‌ها، سوابق به داده‌های قبلی بازی بنگاه‌های تجهیزات پزشکی (یعنی استراتژی‌های انتخابی قبلی در بازی) و سودآوری به ارزش درآمدی بنگاه‌های تجهیرات پزشکی اشاره دارد.

پس از معرفی بنگاه‌ها در مرحله بعد به طراحی الگوریتمی جهت مدل‌سازی بررسی رفتار تأمین‌کنندگان براساس استراتژی تشویق و تنبیه در طولانی مدت در زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان پرداخته می‌شود. در این مدل، از الگوریتم یادگیری تقویتی که راهی اثربخش برای حل مسائل تصادفی و تصمیم‌گیری زنجیره‌وار مارکوف به شمار می‌رود[۳۲]، استفاده می‌شود. به‌کارگیری این الگوریتم می‌تواند به بنگاه‌های تجهیرات پزشکی در تعیین بهترین تصمیمات در طی بازی کمک کند. برای درک مدل، الگوریتم بازی بنگاه‌های تجهیزات پزشکی به سه گام مجزا تقسیم‌بندی می‌شود: تبادل بازی، خودیادگیری بنگاه‌ها و تعدیل موقعیت‌یابی مجدد بنگاه‌های تجهیزات پزشکی. شکل (۲) مراحل گام به گام الگوریتم مدل‌سازی زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان را نشان می‌دهد. (پیاده‌سازی الگوریتم از مرحله $t=1$ با اولین بنگاه (شروع الگوریتم یا شروع بازی) تا $t=k$ (پایان بازی یا پایان الگوریتم) بازی آخرین بنگاه، بر اساس الگوریتم شکل (۳) ادامه دارد).

۱) بازی داد و ستد

با شروع بازی از سوی V_1 به‌صورت تصادفی، V_1 به بازی با سایر بنگاه‌های تجهیرات پزشکی در فضای مربوطه می‌پردازد. درآمد بازی را می‌توان از طریق ماتریس استراتژی و درآمد دو بازیکن (جدول ۱) محاسبه نموده و سپس با افزودن درآمد جاری، سوابق و پیشینه تاریخی داده‌های مربوط به بازی را تا زمان تکمیل بازی بین V_1 و سایر بنگاه‌های تجهیرات پزشکی در فضای R ادامه داد. بازی بعدی بین V_2 و سایر بنگاه‌های تجهیرات پزشکی به جز V_1 صورت می‌گیرد و همین روند در خصوص V_3 نیز تکرار می‌شود. این کار تا زمانی ادامه می‌یابد که تمام بنگاه‌های تجهیرات پزشکی نیز این بازی را به انجام برسانند.

1- Nash



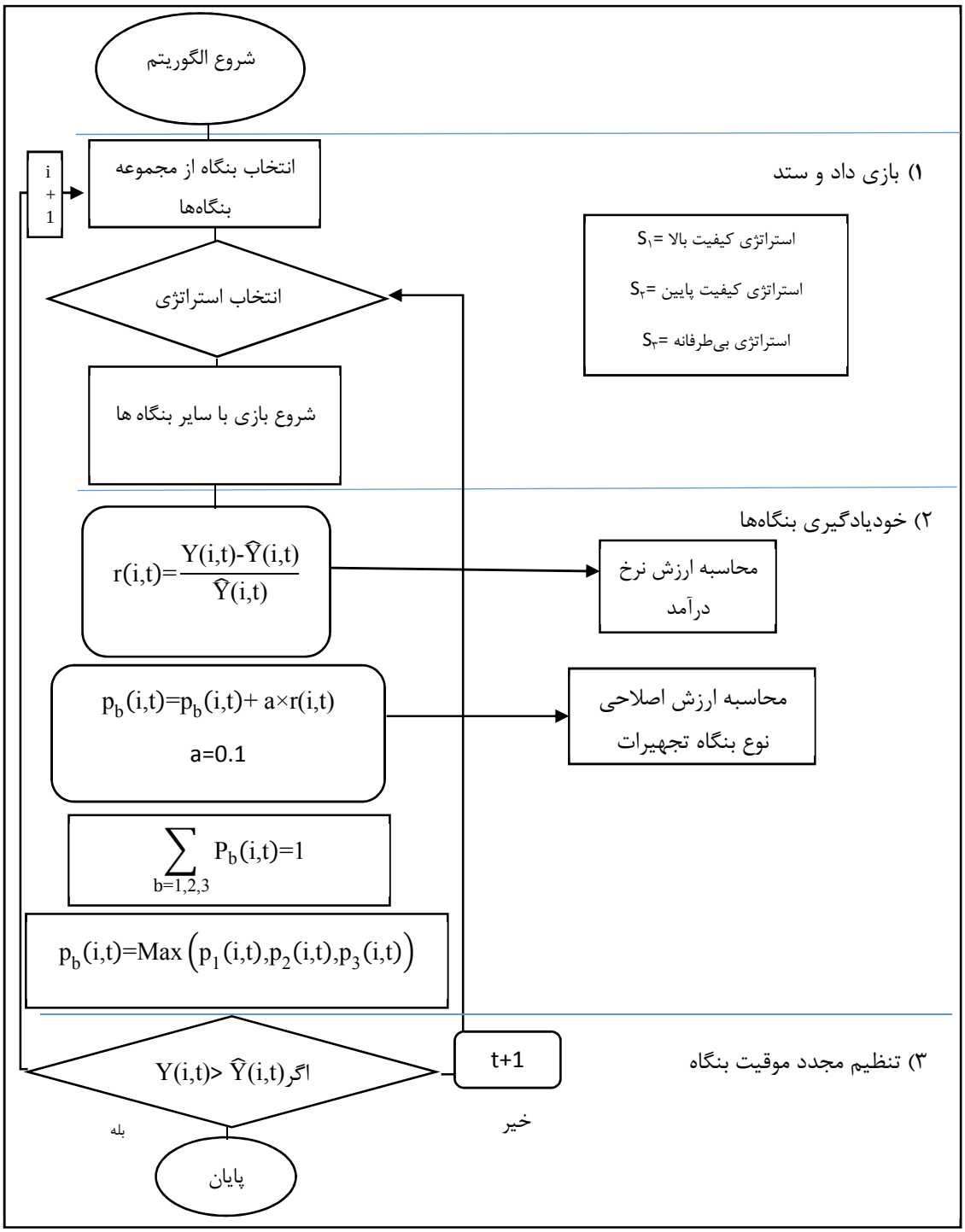
شکل (۲): طراحی الگوریتم مدل‌سازی زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان

۲) خودیادگیری بنگاه‌ها

همان‌طور که در الگوریتم مدل‌سازی زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان (شکل ۳) مشخص است، گونه‌های مختلف بنگاه‌های تجهیرات پزشکی درآمدهای مختلفی در بازی کسب می‌کنند. برای در نظر گرفتن نظام تشویق و تنبیه از سوی بنگاه‌های تأمین تجهیزات پزشکی فرض می‌شود، انتخاب استراتژی‌ها از سوی بنگاه‌ها که عبارتنداز S_1,S_2,S_3 دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی مستقل و هم توزیع باشند و تابع چگالی احتمالی درآمد S_jها Y_j باشد. به‌منظور افزایش انتظار عایدی، بنگاه‌های برخوردار از سطح درآمدی پایین‌تر به یادگیری انتخاب استراتژی از دیگر گونه‌های بنگاه‌ها براساس گام‌های زیر می‌پردازند.

گام ۱: به تعیین نوع بنگاه تجهیرات پزشکی مورد نظر می‌پردازد. در این‌صورت فرض می‌شود، p_1, p_2, p_3 نشان‌دهنده احتمال S_1, S_2, S_3 منتخب از سوی V_i باشد و $P_1+P_2+P_3=1$، همچنین $p_j=\{p_1+p_2+p_3\}$ نشان‌دهنده احتمال انتخاب استراتژی منتخب از سوی V_i باشد. در هنگام $t=0$، $p_1=\{1,0,0\}$، $p_2=\{0,1,0\}$ و $p_3=\{0,0,1\}$، احتمال انتخاب S_j اولیه از سوی بنگاه تجهیرات پزشکی برابر با ۱۰۰٪ است.

در مرحله t بازی، بعد از مشاهدات $Y_1,Y_2,..,Y_t$، یعنی کسب درآمدهای مختلف از انتخاب استراتژی‌های مختلف از سوی بنگاه انتخابی اول (V_i)، در رقابت با سایر بنگاه‌ها در تأمین تجهیزات، اگر $Y(i,t)>\hat{Y}(i,t)$ باشد، سیاست انتخاب استراتژی بهینه متوقف می‌شود و بنگاه درآمد $Y(i,t)$ که نشان‌دهنده ارزش درآمد بنگاه V_iدر پایان بازی مرحله t بوده است را انتخاب می‌کند، یا ممکن است بنگاه برای کسب درآمد بیشتر در بازی به محاسبه$\hat{Y}(i,t+1)$، که به مقدار ارزش مورد انتظار عایدی در مرحله t+1 اشاره دارد بپردازد و به مرحله بعد رفته و Y_{t+1} را مشاهده کند، اگر مشاهده شوند و انتخاب صورت گیرد، آنگاه اگر: انتخاب استراتژی از سوی بنگاه‌ها درست باشد، $\lambda\hat{Y}(i,t)$ عبارتند از درآمد مورد انتظار در مرحله t+1 و اگر انتخاب استراتژی غلط باشد $(1-\lambda)\times Y(i,t)$ عبارتند از درآمد عایدی در مرحله t+1. در گام‌های بعدی توضیح داده خواهد شد که تحت چه شرایطی بنگاه فعلی نوع استراتژی انتخابی در شروع بازی را حفظ نموده و یا آن را بهبود می‌بخشد. شرح جزئیات به ترتیب زیر است:



شکل (۳): الگوریتم مدل‌سازی زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستان

گام ۲: به محاسبه ارزش درآمد مورد انتظار در بازی مرحله ۱ می‌پردازد. $\hat{Y}(i,t)$ نشان‌دهنده ارزش درآمد مورد انتظار در بازی مرحله‌ی t بوده و رابطه آن به شرح زیر است:

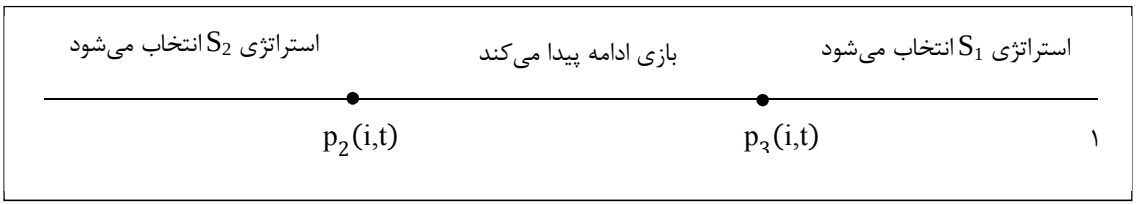
$$\hat{Y}(i,t)=\lambda\hat{Y}(i,t-1)+(1-\lambda)\times Y(i,t-1) \qquad (۲)$$

در شرایطی که $0<\lambda<1$، λ مقداری ثابت بوده و به سنجش تأثیر متوسط درآمد پیشین بر درآمد فعلی می‌پردازد. در $t=1$، $Y(i,t-1)=0$ است و این بدان معناست که بنگاه تجهیرات پزشکی مزبور قبل از آغاز بازی نخست هیچ درآمدی نداشته است.

گام ۳: به محاسبه ارزش نرخ درآمد می‌پردازد. با فرض اینکه $r(i,t)$ نشان‌دهنده ارزش نرخ درآمد در هنگام انتخاب استراتژی i در مرحله t، باشد در این صورت رابطه آن به قرار زیر خواهد بود:

$$r(i,t)=\frac{Y(i,t)-\hat{Y}(i,t)}{\hat{Y}(i,t)} \qquad (۳)$$

گام ۴: به محاسبه ارزش اصلاحی نوع بنگاه تجهیرات پزشکی می‌پردازد. با فرض اینکه $p_b(i,t)$ نشان‌دهنده ارزش اصلاحی نوع بنگاه تجهیرات پزشکی در مرحله t بازی باشد، براساس قضیه‌ای در فرآیندهای تصمیم مارکوف احتمال‌های $p_1(i,t)$، $p_2(i,t)$، $p_3(i,t)$ $p_2(i,t)>p_3(i,t)$ براساس انتخاب استراتژی‌های مختلف j وجود دارند به قسمی که اگر رابطه $p_1(i,t)>p_3(i,t)$ برقرار باشد یعنی چگالی انتخاب استراتژی اول بیشتر از بی‌طرفانه باشد، سیاست بهینه، در انتخاب استراتژی‌ها متوقف می‌شود و بنگاه V_i استراتژی S_1 را برای رقابت در زنجیره تأمین و اتمام بازی انتخاب می‌کند و اگر $p_1(i,t)>p_2(i,t)$ باشد، در این صورت الگوریتم برای ادامه بازی توسط بنگاه اول استراتژی S2 را انتخاب خواهد کرد و اگر احتمال خارج از دو حالت بیان شده در بالا بود مطابق شکل (۴)، الگوریتم ادامه پیدا خواهد کرد[۳۳].



شکل (۴): ترکیب سیاست‌های بهینه در انتخاب استراتژی‌ها

برای محاسبه ارزش اصلاحی نوع بنگاه تجهیرات پزشکی از معادله ۴ استفاده شده است:

$$p_b(i,t)=p_b(i,t)+a\times r(i,t) \qquad (۴)$$

که در آن، a ثابتی مثبت است که به تعیین سرعت یادگیری می‌پردازد و مقدار آن برابر ۰.۱ = a در نظر گرفته شده است، در این‌صورت ارزش نرخ درآمد در انجام گام‌های بعد از یادگیری از سایر بنگاه‌ها بی‌نهایت نخواهد شد.

گام ۵: به تعیین مقدار اصلاحی گونه مختلف بنگاه‌ها در طی مراحل مختلف بازی با سایر بنگاه‌ها می‌پردازد و می‌توان آن را طبق شکل (۳) و با استفاده از معادله ۴ محاسبه نمود:

$$\sum_{b=1,2,3} P_b(i,t)=1 \qquad (۵)$$

گام ۶: به انتخاب نوع بنگاه تجهیرات پزشکی بر اساس $p_b(i,t)$ می‌پردازد.

اگر $p_b(i,t)=\mathrm{Max}\left(p_1(i,t),p_2(i,t),p_3(i,t)\right)$، نوع بنگاه تجهیرات پزشکی را بر اساس $p_b(i,t)$ انتخاب می‌شود. در مرحله‌ی t+1 بازی، V_i بازی را مجدداً از گام ۲ و بر اساس تغییر سیاست به‌دست آمده براساس ماکزیمم مقدار، در این گام آغاز می‌کند یا در صورتی که ماکزیمم مقدار متعلق به استراتژی $p_1(i,t)$ باشد، الگوریتم برای بازی بنگاه انتخابی اول متوقف شده و بنگاه بعدی را برای شروع مجدد بازی انتخاب خواهد کرد.

۳) تنظیم مجدد موقعیت بنگاه تجهیرات پزشکی

تمامی بنگاه‌های تجهیرات پزشکی پس از به پایان رساندن خودیادگیری، مجدداً به‌صورت تصادفی در فضای مربوطه توزیع می‌شوند و برای مرحله بعدی آماده می‌شوند.

۵- مدل شبیه‌سازی

هدف از مدل‌سازی زنجیره تأمین، شناسایی اجزاء مختلف زنجیره تأمین و نحوه ساختار میان آنها به‌گونه‌ای است که عملکردی مطلوب در سطح کل زنجیره حاصل شود. در این ارتباط نوع و سطح مدل‌سازی بستگی کامل به شرایط حاکم بر سیستم دارد. مدل‌های بهینه‌سازی- شبیه‌سازی، سعی دارند قدرت پیش‌بینی و دقت شبیه‌سازی را با توان کاربردی روش‌های ریاضی ترکیب کنند. در این روش ابتدا سیستم، با یک نرم‌افزار شبیه‌سازی، مدل‌سازی می‌شود و برای حل آن از یک الگوریتم بهینه‌سازی استفاده می‌گردد. از مزایای این مدل می‌توان از دقت و توانمندی آنها در بهینه‌سازی نام برد[۳۴].

در این بخش برای ملموس شدن نتایج الگوریتم پیشنهادی به ارائه یک مثال به صورت فرضی پرداخته می‌شود. فرض می‌شود بیمارستان خاتم از پنج بنگاه متقاضی برای تأمین تجهیزات پزشکی درخواست‌هایی را جهت عقد قرارداد تأمین تجهیزات دریافت نموده است. درصورت ارائه کالای باکیفیت توسط تأمین‌کنندگان و رضایت از آنها این بیمارستان قراردادی دو ساله را جهت تشویق تأمین‌کنندگان با آنها منعقد می‌سازد و در صورت عدم رضایت و ارائه محصولات بی‌کیفیت توسط تأمین‌کنندگان، در زمان عقد قراردادهای بعدی از بنگاه‌هایی که نتوانسته‌اند در تأمین تجهیزات، رضایت بیمارستان را جلب کنند استفاده نخواهد شد. تعداد بنگاه‌ها در اینجا $i=۵$ در نظر گرفته شده است که عبارتند از بنگاه‌های الف، ب، ج، د، ه. در مرحله اول الگوریتم از بنگاه الف = V_1 به عنوان بنگاه شروع‌کننده بازی استفاده می‌شود. برای حل این مثال از طریق زنجیره مارکوف، طول دوره برنامه‌ریزی را بی‌نهایت در نظر گرفته و فضای تعداد وضعیت‌هایی که ممکن است بنگاه الف به عنوان شروع‌کننده بازی، در مقابل بنگاه ب، در آن وضعیت‌ها قرار بگیرد ۲ و ۱ =i در نظر گرفته شده است. (یعنی بازی برای دو مرحله $t=2$، حل می‌شود). در ارتباط با هر وضعیت i یک مجموعه محدود از اقدام یا متغیرهای تصمیم‌گیری D_i وجود دارد. یعنی بنگاه الف در بازی اول (وضعیت $i=1$) انتخاب استراتژی از بین سه استراتژی $j=۳$ (کیفیت بالا، کیفیت پایین، بی‌طرفانه) می‌پردازد. تابع انتقال وضعیت توسط بردار [۳۳]:

$$P_{ij}(k)=P(X_{n+1}=j|X_n=i,d_i=k\in D_i) \qquad (۶)$$

X_n نشان‌دهنده وضعیت بنگاه در مرحله n است و همان‌طور که بیان شد، مجموع $P_{ij}(k)$ برابر یک است. درآمد حاصل از اقدام j در وضعیت i توسط $r(i,t)$ نمایش داده می‌شود. انتخاب هر یک از استراتژی‌ها توسط بنگاه الف با احتمال $P_1+P_2+P_3=1$، صورت می‌گیرد و در هنگام $t=0$، $p_1=\{1,0,0\}$، $p_2=\{0,1,0\}$ و $p_3=\{0,0,1\}$، یعنی بنگاه الف از بین استراتژی‌های موجود حتماً باید یکی را انتخاب نماید. بنگاه‌های ب، ج، د، ه نیز یکی از سه نوع استراتژی را برای بازی با بنگاه الف انتخاب می‌نمایند. جدول مفروضات برای انتخاب استراتژی‌های مختلف در جدول (۲) نشان داده شده است. وضعیت t عبارتند از مرحله i بازی که در آن بنگاه الف می‌تواند یکی از سه نوع استراتژی را برای شروع بازی انتخاب کند، اقدام‌ها در مرحله ۱ عبارتند از انتخاب سه نوع استراتژی برای ادامه بازی، در مرحله ۲ این اقدامات برای انتخاب استراتژی‌ها به ۲ کاهش یافته‌اند، یعنی در مرحله دوم بنگاه الف فقط قادر به انتخاب استراتژی کیفیت بالا یا کیفیت پایین می‌باشد چون در صورت انتخاب استراتژی بی‌طرفانه با سایر بنگاه‌ها بازی نخواهد کرد.$P_{ij}(k)$ عبارتند از احتمال انتخاب استراتژی‌ها در مراحل بعد بازی و$\hat{Y}(i,t)$ عبارتند از درآمد عایدی حاصل از اقدام k در وضعیت i می‌باشد. برای حل عددی مثال به صورت تصادفی فرض شده در بازی اول بنگاه الف استراتژی باکیفیت را در بازی با بنگاه ب انتخاب کرده است. این یک رویه اختیاری برای آغاز الگوریتم است، در هر مرحله، الگوریتم یک رویه بهتر به‌دست می‌آورد و این عمل را آن‌قدر ادامه می‌دهد تا به رویه بهینه دست یابد.

برای هر وضعیت i، درآمد به‌دست آمده در مرحله قبل، جهت انجام اقدام k را طوری انتخاب می‌شود که، ماکزیمم مقدار$p_b(i,t)$ جهت اقدام بعدی انتخاب شود. واضح است که اگر اقدام k همان اقدام مطلوب در بیشینه‌سازی درآمدها نباشد، در آن صورت k جدید جایگزین آن اقدام قبلی خواهد شد. اگر استراتژی به‌دست آمده در این مرحله برابر با استراتژی قبلی باشد، درآمد به‌دست آمده مربوط به حالت‌بهینه‌انتخاب‌استراتژی(باکیفیت) بوده در غیراین‌صورت الگوریتم به گام ۲ برمی‌گردد.

حال با استفاده از مراحل گفته شده رویه $r=\begin{Bmatrix}۲\\۱\end{Bmatrix}$را در نظر گرفته می‌شود (منظور از رویه این است که در دوره n

وقتی سیستم در وضعیت i قرار گیرد چه اقدامی باید صورت گیرد در این صورت رویه پایدار حالتی است که مستقل از دوره n است). رویه در نظر گرفته شده یعنی اینکه وقتی بنگاه در وضعیت ۱ است اقدام ۲ رویان انجام گیرد و یا وقتی در وضعیت ۲ است اقدام ۱ باید روی آن انجام پذیرد.

جدول (۲): فرضیات انتخاب استراتژی‌ها توسط بنگاه الف در شروع بازی

وضعیت i	اقدام k	$P_{ij}(k)$		$\hat{Y}(i,t)$	$Y(i,t)$
		۱	۲		
۱	۱	۱	۰	۸	۱۶
	۲	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	۴.۵	۹
	۳	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{۳}{۴}$	۷.۵	۱۵
۲	۱	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	۸	۱۶
	۲	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{۳}{۴}$	۴.۵	۹

$$r=\begin{Bmatrix}۲\\۱\end{Bmatrix} P_{ij}(k)=\begin{bmatrix}\frac{۱}{۲} & \frac{۱}{۲}\\ \frac{۱}{۲} & \frac{۱}{۲}\end{bmatrix} r(i,t)=\begin{bmatrix}۱۲.۵\\ ۱۲.۵\end{bmatrix}$$

برای رویه $r=\begin{Bmatrix}۲\\۱\end{Bmatrix}$، مقدار $r(i,t)$ محاسبه می‌شود. سپس برای رویه اختیاری r، هر دو اقدام، j=1,2 با در نظر گرفتن a=0.1 در معادله (۴) امتحان شده تا ماکزیمم مقدار $p_b(i,t)$ انتخاب شود:

$$p_b(i,t)=p_b(i,t)+a\times r(i,t)$$

اقدام اول = $p_۱(i,t)=\frac{۱}{۲}+۰.۱\times ۱۲.۵=۰.۷۵$

اقدام دوم = $p_۲(i,t)=\frac{۱}{۲}+۰.۱\times ۱۲.۵=۰.۷۵$

$$p_b(i,t)=Max\left(p_1(i,t),p_2(i,t),p_3(i,t)\right)=\{۰.۷۵\ ۰.۷۵\ و\}$$

$\hat{Y}(i,t)=$ ۴.۵ $Y(i,t)=$ ۱۶

$\hat{Y}(i,t)>Y(i,t)$ رابطه برقرار نیست← پایان الگوریتم برای بنگاه الف و انتخاب دومین بنگاه برای شروع مجدد بازی.

همان‌طور که از نتایج پیداست، بنگاه الف در شروع بازی با انتخاب استراتژی ۱، و کسب ارزش‌های اصلاحی یکسان در گام ۶، برای ادامه بازی به گام ۲ نخواهد رفت چون استراتژی بهینه ۱ (استراتژی کیفیت بالا) به‌دست آمده است و الگوریتم متوقف خواهد شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در فضای شبیه‌سازی شده رفتار بنگاه الف، در بازی با سایر رقبا، منطقی است که نتیجه شود بیمارستان برای تأمین تجهیزات قرار داد دو ساله‌ای را با این بنگاه منعقد خواهد کرد. قابل ذکر است که استراتژی انتخابی اول برای بنگاه‌ها در شروع بازی بر نتیجه نهایی در تغییر یا حفظ استراتژی مطلوب، در تأمین رضایت و یا عدم رضایت بیمارستان نقش به‌سزایی خواهد داشت.

به منظور بررسی و تأیید صحت مدل برای استفاده از نتایج بررسی انتخاب استراتژی‌های مختلف از سوی بنگاه‌ها در بازی با سایر بنگاه‌ها و مراحل خودیادگیری تقویتی برای انتخاب استراتژی بهینه و با در نظر گرفتن تغییر استراتژی‌ها در ادامه گام‌های الگوریتم باید از محیط شبیه‌سازی قابل استفاده مجدد، استفاده شود که زبان شی‌گرا جاوا برای بررسی تحقق خواسته فوق انتخاب گردیده است. پنج بنگاه تجهیزات پزشکی در نظر گرفته شده، یک بازی ۱۲۰=!۵ مرحله‌ای به همراه خودیادگیری و جایابی مجدد را آغاز می‌کنند. داده‌های تجربی نشان می‌دهد که چگالی توزیع (احتمال‌های مختلف انتخاب استراتژی‌ها) و تعداد عملیات بیشتر قادر به شبیه‌سازی بهتر رفتار بنگاه‌های تجهیزات پزشکی در زنجیره تأمین تجهیزات بیمارستان خواهد بود.

ب. تحلیل شبیه‌سازی

به‌منظور بررسی نتایج و کمی‌سازی رفتار بنگاه‌های تجهیزات پزشکی در رقابت و بازی با سایر بنگاه‌ها، عوامل احتمال استراتژی‌های انتخابی از سوی بنگاه‌ها در گام ۱ را به صورت متغیر در نظر گرفته و ارزش متوسط درآمد بنگاه تجهیزات پزشکی، در توزیع‌های مختلف احتمال در نظر گرفته شده، محاسبه می‌شود و از این طریق به بررسی رفتار بنگاه‌ها در رقابت با سایر بنگاه‌ها می‌شود.

فرض می‌شود نسبت انتخاب هر یک از سه نوع بنگاه تجهیزات پزشکی (کیفیت بالا، کیفیت پایین، بی‌طرفانه) به صورت p_1، p_2 و p_3 باشد. همان‌طور که پیشتر عنوان شد

حاصل جمع احتمال هر سه احتمال باید برابر با یک باشد. بهتر است زیرمجموعه‌ای از مجموعه تمام سیاست‌ها را برای احتمال انتخاب استراتژی‌ها مشخص شود، چون در الگوریتم به‌صورت کلی در گام ۱ احتمال انتخاب هر نوع از استراتژی ۱ در نظر گرفته شده است. در این بخش به منظور ارائه توزیع بنگاه‌های مختلف تجهیزات پزشکی در انتخاب استراتژی اولیه در شروع بازی، ۴ نوع توزیع احتمالی زیر برای شروع الگوریتم بر اساس زنجیره مارکوف در نظر گرفته شده است:

{۰.۸ و ۰.۱ و ۰.۱}و{۰.۱ و ۰.۸ و ۰.۱}و{۰.۱ و ۰.۱ و ۰.۸}و{P_{S1} و P_{S2} و P_{S3}}={۰.۳ و ۰.۳ و ۰.۳}

از زبان برنامه نویسی جاوا برای تغییر احتمال انتخاب نوع اولین استراتژی توسط بنگاه‌های تجهیزات پزشکی و درامد آنها، بر اساس الگوریتم شکل (۳) استفاده شده، که نتایج به قرار زیر است:

در صورت وجود اختلاف اساسی در نسبت توزیع گونه‌های بنگاه‌های تجهیزات پزشکی (احتمال‌های اولیه)، پس از یک سری تکرار بازی و خودیادگیری بنگاه‌ها، ارزش اصلاحی بنگاه‌ها به عدد یک نزدیک‌تر شده در نتیجه، تعداد S_1 (بنگاه‌ها با استراتژی کیفیت بالا) بیشتر و بیشتر خواهد شد و این بدان معناست که تعداد S_1 از S_3 بیشتر بوده و تعداد S_2 نیز از تعداد S_1 کمتر است. همچنین نوسان مشخصی در تعداد هر یک از سه‌گونه بنگاه تجهیرات پزشکی در ابتدای عملیات صورت خواهد گرفت. از این امر می‌توان نتیجه گرفت که رفتار بنگاه تجهیرات پزشکی بر اساس زنجیره مارکوف پس از چند دوره یادگیری آزمایشی منطقی شده و به این ترتیب نوع بنگاه تجهیزات پزشکی در نهایت از مقدار پایداری برخوردار خواهد شد[۳۵]. در استراتژی برمبنای کیفیت زنجیره تأمین، برای بقا در صحنه رقابت و حیات اقتصادی، سازمان‌ها باید استراتژی‌های کیفیت را به‌کارگیرند. ولیکن استراتژی مشترک در کل زنجیره تأمین بر محوریت ارزش مشتری و کیفیت محصول می‌باشد. معمولاً این استراتژی طوری عمل می‌شود که چنانچه گزارشی از عملکرد با کیفیت نامناسب وجود داشته باشد. عکس‌العمل سریع و مناسب نسبت به رفتار مشتری صورت گیرد[۴].

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مقاله به مدل‌سازی رفتار تأمین‌کننده‌های تجهیزات پزشکی با سه استراتژی کیفیت بالا، پایین و بی‌طرفانه در زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی پرداخته شد. براساس نتایج به‌دست آمده از تحلیل الگوریتم پیشنهادی مکانیزم تشویق و تنبیه بیمارستان‌ها در رفتار با استراتژی‌های انتخابی تأمین‌کنندگان تجهیزات پزشکی نقش مهمی در رفتار مدیریت کیفیت بنگاه‌های تجهیزات پزشکی ایفا می‌کند. براساس تحلیل فوق، بنگاه‌های تجهیزات پزشکی در صورت برخورداری از پاداش در قبال ارائه تجهیزات پزشکی با کیفیت و تنبیه در صورت ارائه تجهیزات پزشکی بی‌کیفیت، به انتخاب استراتژی کیفیت بالا تمایل پیدا خواهند کرد.

با این حال مدل فوق برمبنای فرض $Y(S_1)>Y(S_3)>Y(S_2)$ بنا شده است، به این معنا که هر چه کیفیت بالاتر رود، درآمد حاصله نیز بیشتر خواهد شد. با استفاده از قوانین زنجیره مارکوف، در صورت وجود اختلافی قابل توجه در نسبت توزیع (احتمال) گونه‌های بنگاه تجهیرات پزشکی، با افزایش تعداد بازی‌ها ($n \to \infty$) درآمد بنگاه‌های تجهیرات پزشکی از روندی مثبت برخوردار شده و در نهایت به میزان ثابتی میل خواهد کرد. درآمد S_1 بزرگ‌تر از درآمد S_3 بوده و درامد S_2 نیز کمتر از درآمد S_1 و S_3 خواهد بود.

در شرایط بازارهای واقعی، به سبب وجود اطلاعات نامتقارن در کل زنجیره تأمین بیمارستان‌ها و فقدان نظارت مناسب، بنگاه‌های تجهیزات پزشکی بدون مجوز اغلب به تولید تجهیزات بی‌کیفیت اشتغال دارند. به عنوان نمونه، "شکستن پلاتین در پای بیمار" و "استنت‌های تقلبی قلبی" و هزاران نمونه دیگر از تقلبات در حوزه تجهیزات پزشکی بسیار جدی بوده است. نمونه‌های مختلفی از تولید و فروش تجهیزات پزشکی بی‌کیفیت قاچاق در بیمارستان‌ها مشاهده شده است. برخی فروشندگان بی‌کیفیت تجهیزات مصرفی بیمارستان‌ها، با سندسازی‌های جعلی، جنس فروخته شده را به صورت جنس غیرقاچاق جا می‌زنند و به بیمارستان‌های دولتی می‌فروشند. با این توضیح، پیشنهاد این است که دولت باید به اعمال مکانیزم دقیق و کامل تشویق تولیدات و تجهیزات با کیفیت داخلی و جریمه و جمع‌آوری تجهیزات بی‌کیفیت قاچاق روی بیاورد.

بنگاه‌های تجهیزات پزشکی در مقایسه با دولت‌ها و مصرف‌کنندگان به دانش و مهارت‌هایی حرفه‌ای در ارتباط با تجهیزات پزشکی دست یافته‌اند و از این رو بهتر قادر به آزمایش و قضاوت در خصوص کیفیت تجهیزات هستند. اعمال مکانیزم تشویق و تنبیه می‌تواند سبب کاهش اطلاعات نامتقارن موجود در بازار تجهیزات پزشکی در ایران شده و همچنین سبب فراهم ساختن امکان ردیابی و پیگیری از مبدأ تولید و استفاده از مواد اولیه مرغوب جهت تولید تجهیزات تا رسیدن به دست مشتری (بیماران) در زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی شود و در نهایت منجر به حل و فصل موضوعات مرتبط با کیفیت تجهیزات پزشکی خواهد شد.

۷- منابع

[1] Rivard-Royer, H., Landry, S., Beaulieu, M., "***Hybrid stockless: a case study: lessons for health-care supply chain integration***". International Journal of Operations & Production Management, Vol. 22 No. 4, pp. 412-24. 2002.

[2] Schneller, E. and Smeltzer, L. ***"Strategic Management of the Health Care Supply Chain "***.Jossey-Bass, San Francisco, CA. 2006.

[3] Shih, S., Rivers, P. and Sonya Hsu, H., "***Strategic information technology alliances for effective health-care supply chain management***". Health Care Management Research,Vol. 22 No. 3, pp. 140-50. 2009.

[٤] ابراهیمی باران، جلیل. بابایی، عبداله. ***"مدیریت کیفیت زنجیره تأمین و عوامل مؤثر و مرتبط با آن (SCQM)"***. دومین کنفرانس لجستیک و زنجیره تأمین. ۱۳۹۰.

[5] Haddad S., Potvin, L., Roberge, D., PineautlT, R. & Remondin, M. Patient "***perception of quality following a visit to a doctor in a primary care unit***". Family practice, 17. pp. 21-29. 2000.

[6] Dobrzykowski, D., Saboori-Deilami, V., Hong, P., Kim, S., A ***"structured analysis of operations and supply chain management research in healthcare (1982–011)"***. International Journal of Production Economics. 2013.

[7] Hook, B., "***The healthcare industry dilemma***". World Trade 100, pp. 44-5. 2009.

[8] Burt, T., ***"Seeing the future: innovative supply chain management strategies"***. Healthcare Executive 21, pp. 17–21, 2006.

[۹] غلامیان، محمدرضا. مؤمنی شهرکی، مرتضی. سکاکی، سید ارشاد. ***"ارائه رویکرد مبتنی بر انتگرال چوکوئت در زنجیره تأمین داروئی"***. فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج. سال هشتم. شماره ۲۴، ۱۳۹۲.

[10] Kowalski, J.C., ***"Needed: a strategic approach to supply chain management"***. Healthcare Financial Management 63, pp. 90–98. 2009.

[11] DeJohn, P., ***"Moving up to the c-suite"***. Materials Management in Health Care 18, pp. 18–22. 2009.

[12] Barlow, R.D., ***"Navigating the c-scape in supply chain management"***. Healthcare Purchasing News 34, pp. 8–12. 2010.

[13] Beckman, S., Sinha, K.K., ***"Conducting academic research with an industry focus: production and operations management in the high tech industry"***. Production & Operations Management 14, pp. 115–124. 2005.

[14] Baltacioglu, T., Ada, E., Kaplan, M.D., Yurt, O., Kaplan, Y.C., ***"A new framework for service supply chains"***. Service Industries Journal 27, 105–124. 2007.

[15] Johnston, R,. ***"Service operations management: from the roots up"***. International Journal of Operations & Production Management 25, pp. 298–1308..2005.

[16] Stillera,S. Falka,B. Philipsenb,B. Braunerb,PH. Schmitta,B. Ziefleb, M. ***"A Game-based Approach to Understand Human Factors in Supply Chains and Quality Management"***. Procedia CIRP, Vol. 20, pp. 67-73. 2014.

[17] Zamarripa,. A. M. Aguirre,. A. M. Méndez, A. C. Espuña, A. ***"Mathematical programming and game theory optimization-based tool for supply chain planning in cooperative/competitive environments"***. Chemical Engineering Research and Design. Pages 1588–1600. 2013.

[18] Liu, W. Wang, Y. ***"Quality control game model in logistics service supply chain based on different combinations of risk attitude"***. International Journal of Production Economics. Pages 181–191. 2015.

[19] Qi, Y. Ni, W. Shi, K. ***"Game theoretic analysis of one manufacturer two retailer supply chain with customer market search"***. International Journal of Production Economics. Volume 164, Pages 57–64. 2015.

[20] Chen, Q. D. Prestona, S. D. Xia,W. ***"Enhancing hospital supply chain performance: A relational view and empirical***

[27] Hussein M.Al-Borie , Amal M.Sheikh Damanhouri. ***"patiens' satisfiction of service quality in Saudi hospitals: a SERVQUAL analysis"***. International Journal of Health care Quality assurabce,VOL.26, pp.20-30. 2013.

[28] Priyan, S., Uthayakumar, R. ***"Optimal inventory management strategies for pharmaceutical company and hospital supply chain in a fuzzy-stochastic environment"***. Operations Research for Health Care. 2014.

[۲۹] فیشر، سی. جی. تیموتی. واشیک، جی. رابرت. ***"اقتصاد مدیریت با رویکرد تئوری بازی‌ها"***. برومند، شهرزاد. تهران: انتشارات پژوهشکده اقتصادی، ۱۳۸۸.

[30] Osborne. M. J. ***"An introduction to game theory"***. Osborne@chass.utoronto.ca; www.economics.utoronto.ca/osborne. 1995-2000.

[31] Dingpi-Hou,. ***"Introduction to Game Theory"***. China University of Science and Technology Publishing House. 2004.

[32] Wang, X., "***Dynamic multi-robot formation of the reinforcement learning algorithm"***. Computer researched development. Pp. 1444-1450. 2003.

[۳۳] اس. ام. رأس. ***"کاربرد الگوهای احتمال"***. بزرگ‌نیا، ابوالقاسم. معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی، ۱۳۶۷.

[34] Rajan, S. ***"Quick response manufacturing, a companywide approach to reducing lead time"***. Productivity Press. 1998.

[۳۵] ایروانی، سید محمدرضا. ***"سیستم‌های صف"***. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت، چاپ سوم، ۱۳۹۲.

test". Journal of Operations Management 31: 391–408. 2013.

[21] Arya, V. Deshmukh, S.G. Bhatnagar,N. ***"High Technology Health Care Supply Chains: Issues in Collaboration. Procedia – Social and Behavioral Sciences"***. Volume 189. Pages 40–47. 2015.

[22] Gupta, U. Ramesh, A. ***"Analyzing the Barriers of Health Care Supply Chain in India: The Contribution and Interaction of Factors"***. Procedia – Social and Behavioral Sciences. Vol. 189, pp. 217–228. 2015.

[23] Mousazadeh. M. Torabi, S.A. Zahiri, B. "***A robust possibilistic programming approach for pharmaceutical supply chain network design"***. Computers & Chemical Engineering. Pp. 115–128. 2015.

[۲٤] جبل عاملی، محمد سعید. یعقوبی، سعید. محمد علی زاده، جواد. ***"طراحی شبکه زنجیره تأمین دارو با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان"***. یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، ۱۳۹۳.

[25] Kuei, C.-H., Madu, C. N. & Lin, C. "***The relationship between supply chain quality management practices and organizational performance"***. International Journal of Quality & Reliability Management, 18, pp. 864-872. 2001.

[26] Grondahl, V. A., Hall-Lord, M. L., Karlsson, I., Appelgren, J., Wilde-Larsson, B. ***"Exploring patient satisfaction predictors in relation to a theoretical model"***. International Journal of Health Care Quality Assurance, 26, pp. 37-54. 2013.