



نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات

ارزیابی تأمین کنندگان خدمات لجستیکی با رویکرد یکپارچه فرایند تحلیل سلسله مراتبی

گروهی و تصمیم‌گیری گروهی بردا

سیداسماعیل نجفی^۱، رضا بهنود^{*}، مجتبی امید ریکاوندی^۱

۱- گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده:

انتخاب بهترین تأمین‌کننده برای برون‌سپاری خدمات لجستیک در سازمان‌های بزرگ همواره از مهمترین تصمیم‌گیری‌های مدیریتی است که با بهره‌وری سازمان در ارتباط مستقیم است. پژوهش‌های بسیاری برای کمک به تصمیم‌گیرندگان در این زمینه انجام گرفته است. در این پژوهش با توسعه روشی تلفیقی از دو تکنیک شناخته شده فرایند تحلیل سلسله مراتبی گروهی و تصمیم‌گیری گروهی بردا برای ارزیابی تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک، تصمیم‌سازی می‌گردد. در ابتدا برای سهولت و دقت بیشتر در اخذ نظرسنجی کیفی، نظرات ۵ تصمیم‌گیرنده اصلی با اهمیت یکسان به صورت مقایسات زوجی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در سازمان مورد مطالعه، اخذ گردیده و با روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی گروهی اوزان هر یک به تفکیک محاسبه شده است. سپس از اوزان حاصل برای رتبه بندی های گزینه‌های مورد نظر بر اساس معیارهای اصلی سطح یک در روش تصمیم‌گیری گروهی بردا بهره گرفته شده است. در پایان مدل برنامه ریزی خطی تخصیص تشکیل گردیده و از حل آن رتبه بندی نهایی سه گزینه مورد نظر انجام شده است.

واژه‌های کلیدی: برون‌سپاری خدمات لجستیک، انتخاب تأمین‌کنندگان، فرایند تحلیل سلسله مراتبی گروهی، روش تصمیم‌گیری گروهی بردا.

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۲۱۰۳۳۰۵۱

۱- مقدمه

امروزه برونسپاری فعالیت‌های لجستیک به تأمین‌کنندگان خدمات ثالث، عمومی و فراگیر شده است. نیاز سازمان‌ها برای تمرکز روی سر رشته اصلی رقابت، کاهش هزینه، توسعه شراکت‌های زنجیره عرضه‌ای، بازسازی ساختار شرکت، موفقیت شرکت‌هایی که از قراردادهای لجستیک استفاده می‌کنند، جهانی‌سازی، بهبود خدمات و فعالیت‌های کارا و... از شناخته‌شده‌ترین محرک‌های هر سازمان برای برونسپاری می‌باشد (رزاق و شنگ، ۱۹۹۸)، هرزتز و آلفردسون (۲۰۰۳)، باتناگار و همکاران (۱۹۹۹)، اسجوئت-لارسن (۲۰۰۰)). یکی از مهمترین دلایل برونسپاری، توانایی‌های تأمین‌کنندگان در حمایت کارفرمایان در زمینه مهارت و تجربه ای می‌باشد که استحصال داخلی سازمانی آن می‌تواند دشوار و هزینه بر باشد (رزاق و شنگ، ۱۹۹۸). بر اساس بررسی لنگلی و همکارانش (۲۰۰۳)، عمومی‌ترین فعالیت‌های برونسپاری شده شامل: انبارش، حمل و نقل خارج شونده، حقوق گمرکی، و حمل و نقل وارد شونده می‌باشد. با در نظر گرفتن رشد روزافزون برونسپاری در سازمان‌های مختلف، تأمین‌کنندگان نیز خدمات متفاوتی را ارائه می‌نمایند. این خدمات بیشتر شامل روابط تجاری ای می‌باشد که نه تنها برای سازمان برونسپار دارای یک سهم کلیدی است، بلکه برای مشتریان که مستقیماً با کیفیت خدمات تأمین‌کنندگان مواجه هستند نیز اهمیت ویژه ای پیدا می‌کند (اندرسون و نورمن، ۲۰۰۲). لذا سازمان برونسپار بایست دقیقاً مشخص کند که از تأمین‌کننده خود چه درخواستی دارد. در خصوص برونسپاری لجستیک و معیارهای انتخاب تأمین‌کننده پژوهش‌های متعددی انجام شده است. اما انتخاب تأمین‌کننده مناسب که تمام نیازهای برونسپاری سازمان را ارضاء نماید، کار ساده‌ای نیست. پیچیدگی این فعالیت زمانی افزایش می‌یابد که تعداد معیارهای انتخاب نیز زیاد شود (مید و سرکیس، ۱۹۹۸).

فرایند تحلیلی سلسله مراتبی (AHP) (ساعتی، ۱۹۸۰) یکی از عمومی‌ترین رویکردهای حل چنین مسائلی تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. اما محدودیت این رویکرد، وجود فرض استقلال میان معیارهای مختلف تصمیم‌گیری است. در صورتی که رویکرد فرایند شبکه سلسله مراتبی (ANP)، وابستگی‌های میان معیارها را در نظر گرفته و تحلیل اصولی تری را ارائه می‌نماید. همچنین این روش شامل کلیه معیارها (ملموس و غیر ملموس، عینی و ذهنی، و...) می‌شود تا تحلیلگر را به بهترین تصمیم برساند. هدف این مقاله معرفی یک روش جامع جهت انتخاب تأمین‌کننده می‌باشد به گونه ای که مدیران لجستیک و تصمیم‌گیرندگان سازمان بتوانند از آن برای سازمان خویش بهره‌گیرند (جاخاریا و شانکار، ۲۰۰۷).

یک رویکرد چند معیاره دیگر در رتبه‌بندی گزینه‌های مختلف استفاده از روش تخصیص خطی بردا می‌باشد که بر مبنای تصمیمات گروهی پایه ریزی شده است. در این روش از k تصمیم‌گیرنده برای اولویت‌بندی گزینه‌های موجود با استفاده از مقیاس رتبه‌ای نظرسنجی شده و پس از جمع‌بندی نظرات همه تصمیم‌گیرندگان

با حل یک مدل برنامه ریزی تخصیص خطی نهایی به اولویت بندی نهایی گزینه ها دست می یابیم (بردا، ۱۷۸۴؛ بلک، ۱۹۵۸؛ بلک، ۱۹۷۶).

روش شناسی پیشنهادی ارزیابی گزینه های تأمین کنندگان را در سه مرحله انجام می دهد: ۱- آزمایشات اولیه تأمین کنندگان، ۲- رتبه بندی گزینه ها و معیارها با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی گروهی، ۳- استفاده از رتبه بندی های بدست آمده به عنوان ورودی مدل تصمیم گیری گروهی بردا و رتبه بندی نهایی گزینه ها. مدل برای یک مطالعه موردی در یک سازمان مشخص توسعه و تشریح گردیده است.

۲- آزمایشات اولیه و انتخاب معیار ارزیابی مناسب

در اینجا به مسائلی می پردازیم که معمولاً بهره‌برداران و یا کارفرمایان در انتخاب یک تأمین کننده با آن مواجه هستند. در ادبیات مطالعات زیادی به نگرانی ها، موانع و مشکلات برونسپاری پرداخته اند. بر این اساس مسائلی که متوجه فرایند انتخاب یک تأمین کننده است عبارتند از: (الف) شرکتی که به دنبال برونسپاری می باشد ممکن است نفرت کافی دارای دانش مربوط به پیامد های برونسپاری را در اختیار نداشته باشد. بنابراین تشکیل گروه متخصصین کار دشواری است. (ب) برای مقایسه، بهره بردار باید اطلاعات کامل و قابل باوری از تأمین کنندگان بالقوه داشته باشد، که ممکن است همیشه صحیح نباشد. (ج) در مقایسه تأمین کنندگان بالقوه ممکن است پیشنهاد های ارائه شده از جانب ایشان مستقیماً قابل مقایسه نباشند، زیرا ممکن است تنوع راه حل های ارائه شده از جانب ایشان زیاد باشد. (د) انتظارات بهره بردار (کارفرما) و تعهدات انجام شده توسط تأمین کنندگان اغلب غیرواقعی است. برخی از کارفرمایان واقعاً در جایگاهی نیستند که بتوانند نیازمندی های لجستیک واقعی خود را مشخص و تعریف کنند. (ه) معیارهای ذهنی بسیاری برای مقایسه تأمین کنندگان از قبیل: اعتبار، سطح رضایت کارفرمایان، و... وجود دارد که مقایسه را دشوار میسازد. بعلاوه نحوه مقایسه نیز مشکلی دیگر است چرا که بعضی از معیارها ممکن است مهمتر از بقیه باشند. (و) بعد از در نظر گرفتن تمام نقاط مرتبط، فرایند انتخاب ممکن است ماه ها به طول بیانجامد (اندرسون و نورمن، ۲۰۰۲).

جهت رفع مشکلات مذکور باید تأمین کنندگان را طی دو مرحله اولیه و نهایی مورد ارزیابی قرار دهیم. در مرحله اولیه فهرست محدودی از میان تمامی تأمین کنندگان بالقوه ارائه می شود که شاخص های قابل قبول تری نسبت به بقیه دارند. در مرحله نهایی با استفاده از رویکردهای ارائه شده در این پژوهش تأمین کنندگان از بین فهرست مذکور رتبه بندی می شوند. برای مرحله اولیه نیز چارچوبی پیشنهاد می شود، چرا که کیفیت گزینه های خروجی این مرحله تأثیر مستقیمی در کیفیت انتخاب نهایی خواهد داشت. طبق این چارچوب: (۱) اول تیمی از مدیران دانشمند در زمینه مذکور تشکیل می دهیم. این تیم میتواند از قسمتهای عملیاتی سازمان چون فروش، بازاریابی، تولید، مالی و لجستیک تشکیل شود. (۲) سپس اهداف خدمات و توزیع مورد نظر توسط تیم مذکور تعریف و

مشخص می‌شود. شامل انتظاراتی که سازمان دقیقاً از یک تأمین‌کننده لجستیک دارد. (۳) در ادامه جزئیات و مشخصات عملیاتی و فنی به طور دقیق توسط تیم مشخص می‌گردد، از قبیل: مشخصات محصول، حجم و مقدار، روش دریافت خدمات حمل و نقل درون مرزی، و... (۴) شناسایی تأمین‌کنندگان بالقوه. (۵) بر اساس اطلاعات اولیه جمع‌آوری شده از خود تأمین‌کنندگان به ارزیابی میزان توانایی و اشتیاق ایشان برای ورود به یک قرارداد برونسپاری می‌پردازیم، به برخی منابع و مراجع رجوع می‌کنیم، در صورت لزوم به بازدید میدانی و بازرسی از امکانات و شرایط تأمین‌کنندگان می‌پردازیم و بر این اساس به کمک تیم مذکور از میان تأمین‌کنندگان بالقوه به یک فهرست محدود دست پیدا می‌کنیم. (۶) حال از بین فهرست مورد نظر به کمک روش‌های ارائه شده در این پژوهش به ارزیابی نهایی تأمین‌کنندگان می‌پردازیم.

اما برای ارزیابی نهایی در ابتدا به شناسایی مهمترین معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان بر اساس آنچه در ادبیات موجود است می‌پردازیم. معیارهای متعددی در ادبیات برونسپاری مورد مطالعه قرار گرفته است که ما در این پژوهش مطابق جدول ۱ عمومی‌ترین و پرکاربردترین معیارهای موجود در ادبیات را انتخاب نموده ایم.

جدول ۱. معیارهای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک

معیارها	زیرمعیارها
روابط بلند مدت (LTR)	<ul style="list-style-type: none"> • سنجش کارایی (PM) • علاقه به استفاده از نیروی انسانی لجستیک (WIL) • انعطاف پذیری در دریافت (FBP) • کیفیت مدیریت (QM) • تسهیم اطلاعات (IFS)
کارایی عملیاتی (OP)	<ul style="list-style-type: none"> • توان IT (IT) • حجم و کیفیت داراییهای ثابت (FA) • تجربه محصولات مشابه (ESP) • کارایی تحویل (DP) • سطح رضایت کارمند (ESL)
کارایی مالی (FP)	<ul style="list-style-type: none"> • سهم بازار (MS) • محدوده خدمات (RS) • پراکندگی جغرافیایی و دسترسی به خرده فروشها (GS)

شاخص موزون
کل (OWI)

نمودار درخت فرایند تحلیل سلسله مراتبی معیارهای فوق در شکل ۱ در بخش مربوط به فرایند مذکور ارائه گردیده است. همچنین در جدول ۲ نیز پژوهشهای انجام شده در تعیین معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک ارائه شده است.

جدول ۲. پیشینه پژوهش در مورد معیارهای انتخاب تأمین کنندگان خدمات لجستیک

معیار انتخاب	ارتباط با پروتسپاری خدمات لجستیک	منابع
روابط بلند مدت (LTR)	تعامل میان تأمین کننده و کارفرما را تضمین میکند.	لینچ (۲۰۰۰)، بویسون و همکاران (۱۹۹۹)، مالتز (۱۹۹۸)، استنک و داقرتی (۱۹۹۷)
کارایی عملیاتی (OP)	کارایی عملیاتی تأمین کننده با شاخص هایی چون کارایی تحویل، توانایی پایش کارایی، گزارش آماری به کارفرما و... سنجیده میشود.	لنگلی و همکاران (۲۰۰۲)، تم و تومالا (۲۰۰۱)
کارایی مالی (FP)	کارایی مالی خوب تأمین کننده، پیوستگی خدمات و به روزرسانی پیوسته تجهیزات و خدمات ر تضمین می کند.	اندرسون و نورمن (۲۰۰۲)، بویسون و همکاران (۱۹۹۹)، گاتورنا و والترز (۱۹۹۶)
مدیریت ریسک (RM)	نوانایی تأمین کننده در تشخیص مشکلات پیش بینی نشده است و پیوستگی خدمات را تضمین میکند.	بویسون و همکاران (۱۹۹۹)
سنجش کارایی (PM)	ارزیابی دوره ای کارایی تأمین کننده خلأ های موجود در خدمات را مشخص می کند. حمل و نقل به موقع، دقت موجودی، خطاهای حمل و نقل، و... شاخصهای مناسبی برای ارزیابی کارایی تأمین کننده هستند.	باتناگار و همکاران (۱۹۹۹)، لینچ (۲۰۰۰)، لنگلی و همکاران (۲۰۰۲)
علاقه به استفاده از نیروی انسانی لجستیک (WIL)	علاقه تأمین کننده به حفظ کارمندان لجستیک، (که ممکن است پس از اتمام قرارداد اخراج شوند) موجب جلوگیری از کارشکنی در آینده خواهد شد و در عین حال باعث رضایت مابین تأمین کننده و کارفرما میشود	رزاق و شنگ (۱۹۹۸)، اکرم (۱۹۹۶)
انعطاف پذیری در دریافت (FBP)	انعطاف پذیری در شرایط صورت وضعیت و پرداختها می تواند موجب ایجاد رضایت طرفین گردد.	بردلی (۱۹۹۴)
کیفیت مدیریت (QM)	توان مدیریتی تأمین کننده علاوه بر اینکه موجب ارائه خدمات خوب به کارفرما می شود، روابط بلند مدت بین طرفین ایجاد میکند.	اندرسون و نورمن (۲۰۰۲)، لینچ (۲۰۰۰)، بویسون و همکاران (۱۹۹۹)
تسهیم اطلاعات	تبادل اطلاعات مشترک بین تأمین کننده و	لینچ (۲۰۰۰)، استاک (۱۹۹۰)، باغچی و

جدول ۲. پیشینه پژوهش در مورد معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک

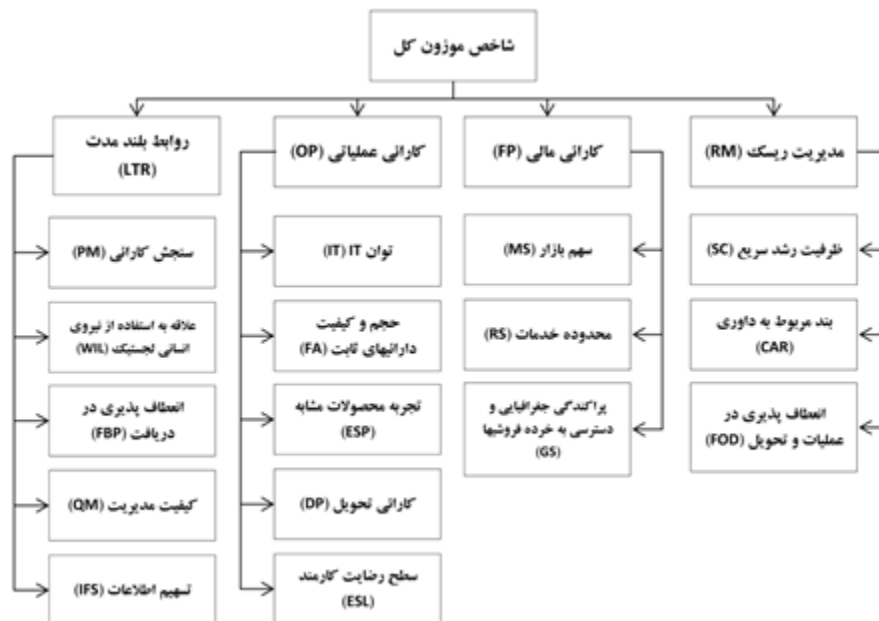
معیار انتخاب	ارتباط با پروتسپاری خدمات لجستیک	منابع
(IFS)	کارفرما موجب رضایت پیوسته کارفرما و بهبود پیوسته خدمات خواهد شد.	ویروم (۱۹۹۸)
توان IT (IT)	توان بالای فناوری اطلاعات تأمین‌کننده به کاهش عدم قطعیت و سطح موجودی کمک میکند.	اندرسون و نورمن (۲۰۰۲)، لینچ (۲۰۰۰)، لنگلی و همکاران (۱۹۹۹)، بویسون و همکاران (۱۹۹۹)، لنگلی و همکاران (۲۰۰۲)، رابینوویچ و همکاران (۱۹۹۹)، کلوس و همکاران (۱۹۹۷)، بابار و همکاران (۱۹۹۸)
حجم و کیفیت دارائیهای ثابت (FA)	به کارائی عملیاتی تأمین‌کننده کمک میکند. مثلا انبار دارای سیستم تهویه که نیازهای تأمین‌کننده را برآورده کند، نکته مثبتی محسوب میشود.	بویسون و همکاران (۱۹۹۹)، هام (۲۰۰۰)
تجربه محصولات مشابه (ESP)	تجربه قبلی تأمین‌کننده در خط تولید مورد نظر، مزیت بیشتری برای تأمین‌کننده است.	رزاق و شنگ (۱۹۹۸)، اکرم (۱۹۹۶)، ریچاردسون (۱۹۹۳)، هرینگتون (۱۹۹۴)
کارائی تحویل (DP)	دو بعد این شاخص شامل سرعت و قابلیت اطمینان برای رضایت کارفرما اهمیت دارد. نارضایتی کارکنان تأمین‌کننده می‌تواند به	استاک و همکاران (۱۹۹۸)، گاتورنا و والترز (۱۹۹۶)
سطح رضایت کارمند (ESL)	معضلاتی چون کارشکنی، اعتصاب، تحریم و... منجر شود که تأثیر مستقیم بر عملیات لجستیک کارفرما دارد.	لینچ (۲۰۰۰)، بویسون و همکاران (۱۹۹۹)، لنگلی و همکاران (۲۰۰۲)
سهم بازار (MS)	سهم بازار تأمین‌کننده می‌تواند کارائی مالی، رضایت مشتری و اعتماد را منعکس نماید.	تامپسون (۱۹۹۶)
محدوده خدمات (RS) و پراکندگی جغرافیایی و دسترسی به خرده‌فروشیها (GS)	پراکندگی جغرافیایی و محدوده خدمات، دسترسی به بازار و کارفرما را تضمین میکند و موجب کاهش هزینه‌های توزیع و بازاریابی کارفرما می‌شود.	بویسون و همکاران (۱۹۹۹)، مالتز (۱۹۹۵)، بردلی (۱۹۹۴)
ظرفیت رشد سریع (SC)	زمانی اهمیت پیدا می‌کند که با افزایش ناگهانی نیاز لجستیک کارفرما مواجه شویم.	ناشناس (۱۹۹۹)

جدول ۲. پیشینه پژوهش در مورد معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک

معیار انتخاب	ارتباط با پروتسپاری خدمات لجستیک	منابع
بند مربوط به داوری (CAR)	در بلند مدت بروز مشاخره میان تأمین‌کننده و کارفرما اجتناب ناپذیر است. لذا افزودن بندی در قرارداد برای حل این مشکل که مورد تأیید دوطرف باشد مهم است.	ریچاردسون (۱۹۹۳)
انعطاف‌پذیری در عملیات و تحویل (FOD)	انعطاف‌پذیری در عملیات و تحویل، کارفرما را قادر می‌سازد که خدمات سفارشی به مشتریان ارائه دهد.	استنک و داقرتی (۱۹۹۷)

۳- فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چند منظوره است که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. این روش در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبرو است می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌توانند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله‌مراتب تصمیم، آغاز می‌کند. درخت سلسله‌مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مشخص می‌سازد. در نهایت منطبق فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به گونه‌ای ماتریسهای حاصل از مقایسات زوجی را با همدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم‌بینه حاصل آید. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در آغاز برای تصمیم‌گیریهای انفرادی در یک محیط متلاطم و فازی ارائه شد. سپس در دهه هشتاد به چگونگی استفاده از آن در تصمیم‌گیری‌های گروهی پرداخته شد. استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در تصمیم‌گیریهای گروهی باعث خواهد شد که نه تنها مزایای فنون تصمیم‌گیری گروهی حفظ شود بلکه معایب آنها (همانند سرعت، هزینه و تک‌روی) برطرف شود (ساعتی، ۱۹۸۰؛ آذر و معماریانی، ۱۳۷۴).



شکل ۱. مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب تأمین کننده خدمات لجستیک

پس از تشکیل و تشخیص درخت تصمیم به مقایسات زوجی بین شاخص‌ها و گزینه‌ها بر اساس نظر تک تک اعضای گروه ی پردازیم. از امتیاز بندی شناخته شده ۹ تا ۱/۹ برای این مقایسات استفاده می‌کنیم. سپس برای تلفیق جدول‌های مقایسه‌ای اعضای گروه از روش میانگین هندسی استفاده می‌کنیم تا به یک ماتریس واحد دست یابیم. ضمن اینکه ارائه داده‌هایی به صورت نسبت و همچنین معکوس بودن ماتریس مقایسه استفاده از این روش برای ترکیب آراء را توجیه پذیر می‌سازد. همچنین در ادبیات نیز نشان داده شده است (اکزل و ساعتی، ۱۹۸۳) که میانگین هندسی مناسبترین روش ریاضی برای تلفیق نظرات اعضای گروه است زیرا خاصیت معکوس بودن را در ماتریس مقایسات زوجی محفوظ می‌دارد.

در ادامه مانند روش معمولی با یک تصمیم گیرنده اقدام می‌کنیم. بدین ترتیب که ماتریس مقایسات زوجی حاصل را به صورت ستونی نرمالایز کرده و جواب بدست آمده را در اوزان هر یک از شاخص‌ها ضرب می‌کنیم تا اولویت هر یک از گزینه‌ها بر اساس اوزان بدست آمده برای آنها مشخص شده و گزینه نهایی انتخاب گردد. محاسبه نرخ سازگاری نیز از الزامات روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد به گونه‌ای که چنانچه نرخ بیش از ۰/۱ به ازاء هر کدام از ماتریس‌های مقایسات زوجی گردد بایست در مقادیر ماتریس تجدید نظر گردد.

۴- تخصیص خطی گروهی (بردا)

تخصیص خطی گروهی از نوع تصمیمات گروهی است که برای الویت بندی m گزینه در مقابل n شاخص با وجود k تصمیم گیرنده (خبیره) و با استفاده از مقیاس رتبه ای انجام میشود. در روش بردا از هر خبره خواسته میشود تا m گزینه را به ازای هر یک از شاخصها رتبه بندی کند. به ازای k خبره، k ماتریس $m \times n$ به دست می‌آید. گام های مربوطه به شرح زیر است :

گام اول: رتبه بندی m گزینه به ازای n شاخص به وسیله هر یک از خبرگان که ماتریس نامیده می شود.

گام دوم: تشکیل ماتریس : رتبه بندی گزینهها بر حسب شاخص j ام که در مجموع n ماتریس $m \times k$ حاصل به دست می آید (هر سطر یک مهارت و هر خبره یک ستون).

گام سوم: تشکیل ماتریس یا ماتریس بردا: برای تشکیل این ماتریس در هر ستون، گزینه در رتبه یکم آن ستون دارای ارزش نسبی $m-1$ ، گزینه در رتبه دوم دارای ارزش نسبی $m-2$ و گزینه در رتبه m ام دارای ارزش نسبی صفر خواهد بود (تبدیل مقیاس رتبه‌ای به مقیاس نسبی).

گام چهارم: رتبه بندی گزینه ها و تشکیل ماتریس توافق گروهی : هر سطر ماتریس را با هم جمع کرده، m عدد یک بردار به دست می‌آید. به بیشترین آنها رتبه یک و به صورت نزولی رتبه‌های بعدی داده می‌شود. تمامی رتبه‌بندی‌ها در یک ماتریس به نام وارد می‌شوند.

گام پنجم: تشکیل ماتریس وزن توافق گروهی : این ماتریس با توجه به وزن شاخصها (که با روش تحلیل سلسله مراتب گروهی به دست آمده است) تشکیل می شود. در هر سطر یک گزینه و در هر ستون یک رتبه (از یک تا m) قرار می گیرد. برای پر کردن عناصر داخل ماتریس باید دید که گزینه i ام در رتبه t شاخص های یک تا j ام کجا قرار دارد. وزن شاخص های هر کدام با هم جمع و به عنوان عنصر ماتریس آورده می شود.

گام ششم: حل مسئله تخصیص خطی به صورت زیر:

$$\text{Max} \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^m q_{it} h_{it}$$

s. t:

$$\sum_{i=1}^m h_{it} = 1;$$

$$\sum_{t=1}^m q_{it} = 1;$$

$$h_{it} = \begin{cases} 1; & \text{if } i \text{ is assigned to } j \\ 0; & \text{if } i \text{ isn't assigned to } j \end{cases}$$

گام هفتم: حل مسئله و الویت بندی گزینه ها (اصغرپور، ۱۳۸۲).

۵- حل مساله

مدل یکپارچه در این مقاله از دو بخش تشکیل شده است که در بخش اول وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها و رتبه‌بندی هر یک از گزینه‌ها به ازای هر یک از تصمیم‌گیرنده‌ها به عنوان ورودی‌های مدل بردا و در بخش دوم رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها بر اساس مدل بردا می‌باشد.

برای وزن دهی به معیارها و زیرمعیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها با نگاه جداگانه تصمیم‌گیرنده‌ها، از نظر پنج تصمیم‌گیرنده (جدول ۳) در سازمان مورد مطالعه استفاده شده است.

جدول ۳. اوزان مربوط به نظرات هر تصمیم‌گیرنده در سازمان

ردیف	پست سازمانی	وزن
۱	مدیرعامل	۰.۲
۲	مدیر مالی	۰.۲
۳	مدیر فنی	۰.۲
۴	مدیر تولید	۰.۲
۵	مدیر لجستیک	۰.۲

همانطور که در شکل ۱ ارایه شده است از ۴ معیار و مجموعاً ۱۶ زیر معیار برای رتبه‌بندی ۳ گزینه (۳ شرکت تأمین‌کننده جهت برونسپاری خدمات لجستیک) بهره گرفته شده است. با در نظر گرفتن ۵ تصمیم‌گیرنده که نظرات هر یک در قالب ماتریس مقایسات زوجی گرفته شده، در مجموع ۱۰۰ ماتریس مقایسه زوجی (5×16) تشکیل گردیده و محاسبات آن با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice 11 انجام شده است.

ناسازگاری برای کل مجموعه برابر با ۰/۰۷ توسط نرم‌افزار محاسبه شده که نشان از سازگاری مناسب ماتریس‌ها دارد. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی به ازای هر تصمیم‌گیرنده مطابق جدول ۴ ارایه گردیده است.

جدول ۴. نرخ ناسازگاری کل ماتریس‌های مقایسات زوجی برای هر یک از تصمیم‌گیرنده‌ها

تصمیم‌گیرنده	مدیرعامل	مدیرمالی	مدیرفنی	مدیرتولید	مدیرلجستیک	کل
نرخ ناسازگاری	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۰۹	۰.۰۷	۰.۰۷

در ادامه به تشریح حل مساله مطابق گام‌های مدل بردا می‌پردازیم.

۵-۱- گام اول- رتبه‌بندی گزینه‌ها به ازای هر یک از تصمیم‌گیرندگان: در این گام مطابق فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی، هر یک از تصمیم‌گیرنده‌ها ($m=5$) بطور جداگانه، بر اساس ۴ معیار و ۱۶ زیر معیار ماتریس مقایسات زوجی را تشکیل دادند و اوزان هر یک از گزینه‌ها محاسبه گردید. بر اساس

اوزان بدست آمده برای هر یک از گزینه‌ها، رتبه‌بندی آنها تعیین و به عنوان ورودی گام اول روش بردا استفاده گردید. به عنوان نمونه، رتبه‌بندی گزینه‌ها مطابق نظر مدیر عامل در جدول ۵ ارایه می‌گردد.

جدول ۵. ماتریس رتبه‌بندی حاصل از مقایسات زوجی گزینه‌ها مبتنی بر نظر مدیرعامل سازمان

مدیریت ریسک	کارایی مالی	کارایی عملیاتی	روابط بلند مدت	مدیر عامل
۳	۱	۱	۲	A
۲	۲	۳	۳	B
۱	۳	۲	۱	C

۲-۵- گام دوم- تشکیل ماتریس R_j : در ماتریس جمع‌بندی نتایج هر یک از ۵ تصمیم‌گیرنده برای رتبه‌بندی گزینه‌ها به ازای هر معیار آورده می‌شود. با توجه به اینکه ۴ معیار داریم در نتیجه ۴ ماتریس بدست می‌آید که برای نمونه ماتریس (رتبه‌بندی گزینه‌ها به ازای معیار روابط بلند مدت (LTR)) به صورت جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶. ماتریس رتبه‌بندی حاصل از مقایسات زوجی گزینه‌ها به ازای معیار روابط بلند مدت، بر اساس نظرات هر ۵

تصمیم‌گیرنده سازمان

مدیر عامل	مدیر تولید	مدیر لجستیک	مدیر فنی	مدیر مالی	R_1 (LTR)
۲	۳	۱	۲	۲	A
۳	۲	۳	۳	۱	B
۱	۱	۲	۱	۳	C

۳-۵- گام سوم- تشکیل ماتریس B_j یا ماتریس بردا: در این گام هر ماتریس R_j به ماتریس بردا تبدیل می‌گردد. به هر یک از گزینه‌ها بر اساس رتبه آنها در ماتریس قبل یک عدد بردا تخصیص می‌یابد؛ که بطور نمونه در جدول ۷ ماتریس بردا B_1 بر اساس ماتریس R_1 (رتبه‌بندی گزینه‌ها به ازای معیار روابط بلند مدت (LTR)) آورده شده است.

جدول ۷. ماتریس اعداد بردا برای همه گزینه‌ها بر اساس رتبه آنها در معیار روابط بلند مدت

مدیر عامل	مدیر تولید	مدیر لجستیک	مدیر فنی	مدیر مالی	B_1 (LTR)
۱	۰	۲	۱	۱	A
۰	۱	۰	۰	۲	B
۲	۲	۱	۲	۰	C

۴-۵- گام چهارم- رتبه‌بندی گزینه‌ها و تشکیل ماتریس توافق گروهی R_G : برای تشکیل ماتریس R_G ، ابتدا مجموع سطری هر یک از ماتریس‌های B_j را محاسبه و رتبه هر گزینه را به ازای هر معیار تعیین می‌کنیم، بدین صورت که ردیف با بیشترین مجموع را رتبه یک و ردیف با کمترین مجموع دارای رتبه آخر خواهد بود. در نهایت با تجمیع این رتبه‌ها به ازای هر معیار، ماتریس R_G تشکیل می‌گردد. برای نمونه در جدول ۸ به ازای ماتریس B_1 خواهیم داشت:

جدول ۸. ماتریس توافق گروهی حاصل از تجمیع اعداد بردای هر گزینه برای معیار روابط بلند مدت

R_G (LTR)	مدیر مالی	مدیر فنی	مدیر لجستیک	مدیر تولید	مدیر عامل	مجموع	
						سطری	رتبه گزینه
A	۱	۱	۲	۰	۱	۵	۲
B	۲	۰	۰	۱	۰	۳	۳
C	۰	۲	۱	۲	۲	۷	۱

بطور مشابه رتبه هر گزینه به ازای هر معیار بدست می‌آید. بنابراین ماتریس R_G مطابق جدول ۹ خواهد بود:

جدول ۹. ماتریس توافق گروهی برای هر چهار معیار اصلی

R_G	مدیریت ریسک	کارایی مالی	کارایی عملیاتی	روابط بلند مدت
A	۲	۱	۱	۲
B	۳	۳	۳	۳
C	۱	۲	۲	۱

۵-۵- گام پنجم- تشکیل ماتریس وزن توافق گروهی Q_G : در این گام مطابق گام اول، بر اساس فرایند سلسله مراتبی گروهی و ترکیب ماتریس مقایسات زوجی نظرات ۵ تصمیم‌گیرنده در نرم‌افزار Expert Choice 11، وزن هر معیار مطابق جدول ۱۰ محاسبه و به عنوان ورودی این گام استفاده گردید.

جدول ۱۰. اوزان هر معیار بر اساس نظرات هر پنج تصمیم‌گیرنده

Q_G	مدیریت ریسک	کارایی مالی	کارایی عملیاتی	روابط بلند مدت
W	۰.۰۵۳	۰.۱۷۵	۰.۴۶۸	۰.۳۰۴

با توجه به وزن معیارها در جدول فوق و رتبه‌های هر گزینه در ماتریس R_G ، ماتریس وزن توافق گروهی به صورت جدول ۱۱ تشکیل می‌شود:

جدول ۱۱. ماتریس وزن توافق گروهی

Q _G	رتبه ۱	رتبه ۲	رتبه ۳
A	۰.۶۴۳	۰.۳۵۷	۰
B	۰	۰	۱
C	۰.۳۵۷	۰.۶۴۳	۰

۵-۶- گام ششم- حل مسئله تخصیص خطی: بر اساس ماتریس Q_G مدل برنامه‌ریزی ریاضی تخصیص خطی ذیل را با متغیرهای صفر و یک تشکیل داده و با حل آن توسط نرم‌افزار Lingo 9.0 رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها را بدست می‌آوریم (جدول ۱۲).

$$Max \quad 0.643x_{A1} + 0.357x_{A2} + x_{B3} + 0.357x_{C1} + 0.643x_{C2}$$

$$x_{A1} + x_{A2} + x_{A3} = 1$$

$$x_{B1} + x_{B2} + x_{B3} = 1$$

$$x_{C1} + x_{C2} + x_{C3} = 1$$

$$x_{A1} + x_{B1} + x_{C1} = 1$$

$$x_{A2} + x_{B2} + x_{C2} = 1$$

$$x_{A3} + x_{B3} + x_{C3} = 1$$

$$x \in \{0,1\}$$

جدول ۱۲. اولویت بندی و انتخاب نهایی تأمین کنندگان خدمات لجستیک

اولویت	گزینه
رتبه اول	شرکت A
رتبه سوم	شرکت B
رتبه دوم	شرکت C

بنابراین در نهایت با استفاده از روش مذکور و نظرسنجی از پنج تصمیم‌گیرنده در سازمان، شرکت A به عنوان بهترین تأمین‌کننده جهت برون‌سپاری خدمات لجستیک با در نظر گرفتن ۴ معیار اصلی و ۱۶ زیر معیار انتخاب می‌گردد.

۶- نتیجه‌گیری

انتخاب تأمین‌کننده مناسب برای خدمات لجستیک سازمان همواره از مهمترین چالش‌های مدیریتی هر سازمان بزرگ است. روش بردا یکی از روش‌های تصمیم‌گیری گروهی است که می‌توان بدین منظور از آن بهره برد. لذا پس از آزمایشات اولیه بایست به رتبه بندی نهایی تأمین‌کنندگان پردازیم. اما رتبه‌بندی اولیه گزینه‌ها در روش بردا برای تصمیم‌گیرنده نیازمند مقایسه همزمان همه گزینه‌ها بر اساس هر معیار می‌باشد که این امر علاوه بر دشواری و زمانبر بودن می‌تواند موجب کاهش دقت نظرات کیفی اخذ شده برای رتبه بندی شود. در این پژوهش به کمک ماتریس‌های مقایسات زوجی، اوزان هر یک از معیارها و گزینه‌ها محاسبه گردیده و رتبه بدست آمده برای آنها به عنوان ورودی روش تصمیم‌گیری گروهی بردا در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب هم اوزان معیارها که از دیگر ورودی‌های روش بردا است حاصل می‌شود، و هم رتبه بندی اولیه گزینه‌ها با دقت و سهولت بیشتری انجام می‌گردد. در نهایت می‌توان با استفاده از این تلفیق هدفمند دو روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی و تصمیم‌گیری گروهی بردا به تصمیم‌گیری چند شاخصه انتخاب بهترین تأمین‌کننده خدمات لجستیک برای سازمان پرداخت.

برای پژوهش‌های آتی می‌توان از تلفیق روش‌های وزن دهی دیگر مانند ANP گروهی با روش بردا، و یا به طور کلی روش‌های تصمیم‌گیری گروهی دیگری چون DEMATEL برای انتخاب تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک بهره گرفت و نتایج حاصل را با روش موجود از لحاظ آماری مقایسه نمود.

۷- مراجع

۱-۷- مراجع فارسی

- ✓ آذر، ع.، معماریانی، ع.، (۱۳۷۴). AHP تکنیکی نوین برای تصمیم‌گیری گروهی. فصلنامه دانش مدیریت، شماره ۲۷ و ۲۸، ۲۲-۳۲.
- ✓ اصغرپور، م. ج.، (۱۳۸۲). تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازیها با نگرش تحقیق در عملیات. دانشگاه تهران.
- ✓ فاروقی، ه.، بدریان، م.، منصورپور، س.، (۱۳۹۱). ارائه مدل تلفیقی QFD، FMEA و AHP فازی برای بهبود تصمیم‌گیری در برون‌سپاری لجستیک. فصلنامه علمی-ترویجی مدیریت زنجیره تأمین، سال چهاردهم، شماره ۳۸، ۱۱-۴.
- ✓ موسی‌خانی، م.، حمیدی، ن.، نجفی، ز.، (۱۳۸۹). اولویت بندی عوامل مؤثر بر عملکرد مدیران آموزش و پرورش با استفاده از فنون تصمیم‌گیری چندگانه (تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی و تخصیص خطی بردا). فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، شماره ۳۴، سال نهم، ۱۵۶-۱۲۷.

۷-۲- مراجع لاتین:

- ✓ Ackerman, K. B. (1996). "Pitfalls in logistics partnerships". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 26, No. 3, pp. 35-37.
- ✓ Aczel, J., and T. L., Saaty, (1983). "Procedures for synthesizing ratio judgements". *J. Math. Psychol.*, Vol. 27, pp. 93-102.
- ✓ Andersson, D., Norrman, A., (2002). "Procurement of logistics services—a minutes work or a multi-year project?", *European Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 8, pp. 3-14.
- ✓ Anonymous, (1999). Service levels in the third party logistics market. Report prepared for the department of National Defense, Canada, Convenco Limited, Toronto, Ont., Canada.
- ✓ Babbar, S., Prasad, S., (1998). "International purchasing inventory management and logistics research". *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 18, No. 1, pp. 6-36.
- ✓ Bagchi, P. K., Virum, H., (1998). "Logistical alliances: trends and prospects in integrated Europe". *Journal of Business Logistics*, Vol. 19, No. 1, pp. 191-213.
- ✓ Bhatnagar, R. and Sohal A.S. (1999). "Millen R. Third party logistics services: a Singapore perspective". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 29, No. 9, pp. 569-587.
- ✓ Black, D., (1958). *The Theory of Committees and Elections*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- ✓ Black, D., (1976). Partial justification of the Borda count. *Public Choice*, 28, pp. 1-16.
- ✓ Borda, J. C., (1784). *Mémoire sur les élections au scrutin*. Histoire de l'Académie Royale des Sciences, Paris. Available in McLean – Urken [26, pp. 81-89].
- ✓ Boyson, S., Corsi, T., Dresner, M., Rabinovich, E., (1999). "Managing third party logistics relationships: what does it take". *Journal of Business Logistics*, Vol. 20, No. 1, pp. 73-100.
- ✓ Bradley, P. (1994). What really matters?. *Purchasing*; 14th July: 66-71.
- ✓ Closs, J.C., Goldsby, T. J. and Clinton, SR. (1997). "Information technology influences on world-class logistics capability". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 27, No. 1, pp. 4-17.
- ✓ Gattorna, J. L. and Walters, D.W. (1996). *Managing the supply chain: a strategic perspective*. London: Macmillan.
- ✓ Harrington, L., (1994). Van Lines change their stripes. *Transportation and Distribution*; December: 29.
- ✓ Hertz, S. and Alfredsson, M., (2003). "Strategic development of third party logistics providers". *Industrial Marketing Management*, Vol. 32, No. 2, pp. 139-149.
- ✓ Hum, S.H. (2000). "A Hayes-Wheelwright framework for strategic management of third party logistics services". *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 11, No. 2, pp. 132-137.

-
- ✓ Jharkharia, S. and Shankar, R. (2007). "Selection of Logistics Service Provider: An Analytic Network (ANP) Approach". *The International Journal of Management Science*, Vol. 35, pp. 274-289.
 - ✓ Langley, C. J., Allen, G.R. and Tyndall, G.R. (2002). Third-party logistics study 2002: results and findings of the seventh annual study. Illinois, USA: Council of Logistics Management.
 - ✓ Langley, C.J., Allen, G.R., Tyndall, G.R., (2003). Third-party logistics study 2003: results and findings of the eighth annual study.
 - ✓ Langley, C.J., Newton, B.F., Tyndall, G.R., (1999). Has the future of third party logistics already arrived?. *Supply Chain Management Review*; fall: 85-94.
 - ✓ Lynch, C. F., (2000). Logistics outsourcing: a management guide. Illinois, USA: Council of Logistics Management Publications.
 - ✓ Maltz, A. B., (1995). Why you outsource dictates how. *Transportation and Distribution*; March: 73-80.
 - ✓ Meade, L. M., Sarkis, J. (1998). "Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytic network process". *Logistics and Transportation Review*, Vol. 34, No. 2, pp. 201-215.
 - ✓ Rabinovich, E., Windle, R., Dresner, M. and Corsi, T., (1999). "Outsourcing of integrated logistics functions: an examination of industry practices". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 29, No. 6, pp. 353-373.
 - ✓ Razzaque, M.A. and Sheng, C.C. (1998). "Outsourcing of logistics functions: a literature survey". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 28, No. 2, pp. 89-107.
 - ✓ Richardson, H. L., (1993). Contracts build relationships. *Transportation and Distribution*; November: 53-55.
 - ✓ Saaty, T. L., (1980). The analytic hierarchy process. New York, NY: McGraw-Hill.
 - ✓ Skjoett-Larsen, T., (2000). "Third party logistics-from an interorganizational point of view". *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 30, No. 2, pp. 112-127.
 - ✓ Stank, T.P. and Daugherty, P.J., (1997). "The impact of operating environment on the formation of cooperative logistics relationships". *Transportation Research-E (Logistics and Transportation Review)*, Vol. 33, No. 1, pp. 53-65.
 - ✓ Stock, G.N., Greis, N.P. and Kasarda, J.D. (1998). "Logistics strategy and structure—a conceptual framework". *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 18, No. 1, pp. 37-52.
 - ✓ Stock, J.R., (1990). "Managing computer, communication, and information technology strategically: opportunities and challenges for warehousing". *Logistics and Transportation Review*, Vol. 26, No. 2, pp. 133-148.
 - ✓ Tam, M.C.Y. and Tummala, V.M.R. (2001). "An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system". *Omega: International Journal of Management Science*, Vol. 29, No. 2, pp. 171-182.

-
- ✓ Thompson, T.J. (1996). An analysis of third party logistics and implications for USAF logistics. Unpublished Masters Thesis, Air Force Institute of Technology/GTM/LAL/96S-15, September, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.