



مسأله انتخاب تأمین کنندگان در حالت منبع یابی چندگانه تحت محیط عدم قطعیت: مدل ها و رویکردهای حل

لیلا فضلی (نویسنده مسؤول)

دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

Email: leyla.fazli@yahoo.com

علیرضا عیدی

استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۰ * تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۸

چکیده

تمامی فعالیت های موجود در یک زنجیره تأمین در جهت تأمین تقاضای بازار با ارائه ی محصولات با حداکثر کیفیت، حداقل قیمت و در زمان مناسب به مشتریان می باشد. به خاطر نقش اساسی تأمین کنندگان بر معیارهای هزینه، کیفیت، سرویس و ... در دست یابی به اهداف زنجیره تأمین، تأمین کنندگان جزء حیاتی یک سازمان می باشند که می توانند اثرات زیادی بر عملکرد سازمان داشته باشند. به واسطه ی این اثرات گوناگون، به کارگیری تکنیکهای دقیق و کارا برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش به آنها امری ضروری به نظر می رسد. از اینرو طیف گسترده ای از تکنیک-ها برای بررسی مسأله انتخاب تأمین کنندگان توسط محققین متعددی پیشنهاد شده است. بنابراین در این تحقیق ابتدا مسأله و فرآیند انتخاب تأمین کنندگان تشریح می گردد. سپس، برخی از تکنیک ها و مطالعات انجام شده برای هر مرحله از فرآیند انتخاب تأمین کنندگان ارائه می گردد. از آنجایی که در دنیای واقعی مسأله انتخاب تأمین کنندگان در عمل اغلب با عدم قطعیت و محدودیت هایی برای خریدار و تأمین کنندگان مواجه می گردد، در آخرین مرحله از فرآیند انتخاب تأمین کنندگان تنها برخی تحقیقات انجام شده در زمینه مسأله انتخاب تأمین کنندگان در حالت منبع یابی چندگانه در محیط عدم قطعیت مطالعه می گردند. نهایتاً جمع بندی و پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده ارائه می گردد.

کلمات کلیدی: ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان، تخصیص سفارش، منبع یابی چندگانه، عدم قطعیت.

۱- مقدمه

هزینه‌ی تأمین مواد اولیه و قطعات ترکیبی از طریق تأمین‌کننده، بخش قابل‌توجهی از هزینه‌ی تمام شده‌ی کالاها را تشکیل می‌دهد. به‌طور متوسط ۷۰ درصد ارزش محصول نهایی کارخانجات را هزینه‌ی خرید مواد خام و خدمات دریافتی از بیرون تشکیل می‌دهد (Ghobadian, Stainer, & Kiss, 1993). این نسبت در شرکت‌های با فن‌آوری پیشرفته، حتی به ۸۰ درصد هم می‌رسد (Burton, 1988). بنابراین، مدیریت تأمین‌کنندگان می‌تواند نقش کلیدی در کارایی و اثربخشی یک سازمان ایفا کند؛ زیرا می‌تواند اثر مستقیمی بر کاهش هزینه، سودآوری و انعطاف‌پذیری شرکت داشته باشد. همچنین به همان مقدار که انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب در تقلیل هزینه‌ها مؤثر است و باعث افزایش قدرت رقابت شرکت‌ها می‌شود انتخاب تأمین‌کنندگان نامناسب نیز می‌تواند باعث تنزل موقعیت مالی و عملیاتی شرکت‌ها شود. به همین علت به کارگیری تکنیک‌های دقیق و کارا برای مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان امری ضروری به نظر می‌رسد.

مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان فرآیند ارزیابی، مقایسه و یافتن تأمین‌کنندگان مناسب است که این تأمین‌کنندگان قادر به تأمین نیازهای خریدار با بهترین کیفیت مورد انتظار، در مکان مناسب، در حجم مناسب و در زمان مناسب باشند. در مواجهه با مسائل انتخاب تأمین‌کنندگان، دو نوع مسأله زیر قابل تعریف می‌باشد:

الف: منبع‌یابی منفرد^۱: هرکدام از تأمین‌کنندگان به تنهایی می‌توانند تمام نیاز خریدار را برآورده سازند، که در این حالت مدیریت تنها یک تصمیم اتخاذ می‌کند و اینکه کدام تأمین‌کننده، بهترین است (Ghodsypour, & O'Brien, 1998). مفهوم منبع‌یابی منفرد در برگرفته فلسفه JIT^۲ است. مزایای عمومی منبع‌یابی منفرد شامل کیفیت بالاتر با هزینه نهایی پایین‌تر برای خریدار است و تأمین‌کنندگان با سطوح بالاتری از همکاری تأمین‌کننده - خریدار مرتبط می‌شوند (Berger, Gerstenfeld, & Zeng, 2004). اگر چه منبع‌یابی منفرد همکاری و مشارکت بهتری را می‌پروراند، اما با تکیه بر منبع‌یابی منفرد نیرومندی زنجیره تأمین کاهش می‌یابد.

ب: منبع‌یابی چندگانه^۳: هرکدام از تأمین‌کنندگان دارای محدودیت‌هایی مانند: ظرفیت تولیدی، کیفیت محصول و ... هستند، بنابراین هیچ‌کدام از تأمین‌کنندگان به تنهایی قادر نیستند که تمامی احتیاجات خریدار را برآورده سازند. در این حالت بیشتر از یک تأمین‌کننده باید انتخاب شود. در نتیجه مدیریت باید دو تصمیم اخذ کند: اول آنکه کدام تأمین‌کنندگان، بهترین هستند؟ و دوم آنکه از هر یک از تأمین‌کنندگان انتخابی چه مقدار باید خریداری کرد (Ghodsypour, & O'Brien, 1998)؟ اجتناب از ریسک تکیه بر یک تأمین‌کننده، آزادی برای انتخاب بهترین از تمامی تأمین‌کنندگان و قدرت چانه‌زنی بیشتر از مزایای منبع‌یابی چندگانه است (Wadhwa, 2008). بعلاوه، سروکار داشتن با چندین تأمین‌کننده احتمالاً مستلزم صرف زمان طولانی‌تری در مذاکره است و در عوض ممکن است برنامه‌های تولیدی را به تأخیر انداخته یا آنها را مختل کند (Berger et al., 2004).

همچنین مسائل انتخاب تأمین‌کنندگان می‌توانند به دو نوع دیگر نیز تقسیم‌بندی گردند:

۱. مسائلی که شامل مدیریت موجودی اقلام خریداری شده نمی‌باشند. در این مدل‌ها تنها یک بار سفارش‌دهی در افق برنامه‌ریزی صورت می‌گیرد. این مسائل، مسائل تک دوره‌ای^۴ نامیده می‌شوند.

۲. مسائلی که شامل مدیریت موجودی اقلام خریداری شده می‌باشند. در این مسائل در افق برنامه‌ریزی چندین بار سفارش‌دهی صورت می‌گیرد. علاوه بر تعیین میزان سفارش به تأمین‌کننده (تأمین‌کنندگان) در هر بار سفارش‌دهی، زمان‌بندی سفارشات نیز می‌تواند صورت گیرد. این مسائل، مسائل چند دوره‌ای^۵ نامیده می‌شوند (Aissaoui, Haouari, & Hassini, 2007). اگرچه حل مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان چند دوره‌ای مشکل است، اما منافع بالقوه حل چنین مسائلی بسیار است. یکی از بزرگترین مزایای در نظر گرفتن مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان چند دوره‌ای این است که خریدار می‌تواند توازن بین هزینه‌های سفارش، نگهداری و ... را بررسی کند (Wadhwa, 2008).

¹ Single Sourcing

² Just - In - Time

³ Multi - Sourcing

⁴ Single period

⁵ Multi - period

همان گونه که توسط De boer, Labro, & Morlacchi (2001) گزارش داده شده است چندین مرحله تصمیم گیری، فرآیند انتخاب تأمین کنندگان را تشکیل می دهند که این چارچوب مبنای کار، برای مرور ادبیات موضوع خواهد بود. این مراحل تصمیم گیری به شرح زیر می باشد:

مرحله ۱- تعریف مسأله: با توجه به کوتاه بودن چرخه عمر محصول، جستجو برای تأمین کنندگان جدید به عنوان یک اولویت همیشگی برای شرکت ها به منظور ارتقاء تنوع و نوع شناسی محدوددهی محصولاتشان است. بدین ترتیب، تصمیم گیرندگان با شرایط خرید مختلف که منجر به تصمیم گیری های مختلف می شوند، روبرو می گردند. در نتیجه - به منظور ایجاد انتخاب صحیح، فرآیند خرید می بایست با پیدا کردن دقیقاً چیزی که ما می خواهیم از طریق انتخاب یک تأمین کننده به دست آوریم، شروع شود. بنابراین این مرحله تعیین اینکه مسأله نهایی چیست و چرا انتخاب یک یا بیشتر تأمین کنندگان به نظر می رسد بهترین راه برای انجام آن باشد را شامل می شود (De boer et al., 2001; Aissaoui et al., 2007).

در این مرحله برای مسأله انتخاب تأمین کنندگان، در هیچ یک از پایگاه های اطلاعاتی در دسترس هیچ مقاله ای دیده نشد. مرحله ۲- تعیین معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان: هدف از انتخاب، شناسایی تأمین کنندگان با بالاترین پتانسیل برای رفع نیازهای شرکت به طور سازگار و با هزینه ی قابل قبول می باشد. به طور کلی، در تصمیمات مربوط به انتخاب تأمین کنندگان، دو موضوع از اهمیت ویژه برخوردار هستند. یکی اینکه چه معیارهایی باید استفاده شود و دیگر اینکه چه روش هایی را برای مقایسه تأمین کنندگان باید به کار رود. آنالیز این دو موضوع در انتخاب تأمین کننده، توجه بسیاری از دانشگاہیان و مدیران خرید را از دهه ۱۹۶۰ جلب کرده است. نکته مهمی که باید در نظر گرفت این است که معیارهای انتخاب تأمین کننده برای این است که دانسته شود آیا تأمین کننده، نیاز ما را به درستی تأمین می کند و با استراتژی فناوری و تأمین سازمان هماهنگ است. در دیدگاه کلاسیک که تا به حال در ارتباط با مسأله انتخاب تأمین کنندگان ارائه شده معیارها و فاکتورهایی در نظر گرفته شدند. در واقع ورودی ارزیابی تأمین کنندگان همین معیارها و فاکتورها می باشند و خروجی آن رتبه بندی تأمین کنندگان است که با استفاده از آن می توان به انتخاب تأمین کنندگان پرداخت. فاکتورهای مختلفی که تاکنون توسط نویسندگان مقالات در نظر گرفته شده است، اغلب بر اساس تجارب خریداران در ارتباط با تأمین کنندگان ارائه شده است. انتخاب معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان وابسته به نوع محصول و شرایط مسأله است (Lehman, & O Shaughnessy, 1982) و ممکن است از یک فرهنگ به فرهنگ دیگر متفاوت باشد (Cusumano, & Takeishi, 1991).

بر اساس یک تحقیق بنیادی که توسط Dickson در سال ۱۹۶۶ انجام گرفت ۲۳ معیار مهم و پر استفاده در انتخاب تأمین کنندگان از میان ۵۰ فاکتور مجزا شناسایی شد. Dickson معیارها را بر حسب اهمیت رتبه بندی کرد. این معیارها مستقل از نوع محصول می باشند. بر این اساس کیفیت کالا، تحویل به موقع، عملکرد مناسب محصول، گارانتی کالا، قیمت کالا و قابلیت های فنی آن و ظرفیت تولید فروشنده به عنوان مهم ترین عوامل شناسایی شدند. همچنین Weber, Current, & Benton (1991) در یک مرور جامع در این زمینه، ۷۴ مقاله که معیارهای گزینش تأمین کننده در محیط تولید و فروش را مورد بررسی قرار داده بودند، بر حسب معیارهای Dickson دسته بندی کردند. Weber et al. به استناد بررسی ۷۴ مقاله دریافتند که بیش از ۶۳ درصد مقالات موضوع انتخاب فروشنده را در محیط چندمعیاره مدنظر قرار داده اند. Weber et al. با مطالعه ی ۷۴ مقاله به این نتیجه رسیدند که کیفیت، تحویل و قیمت خالص در اولویت نخست و در اولویت بعدی تسهیلات و تأسیسات تولید، موقعیت جغرافیایی، وضعیت مالی و ظرفیت قرار می گیرند. جدول (۱) خلاصه ای از برخی مطالعات انجام شده در تعیین معیارهای ارزیابی تأمین کنندگان را ارائه می دهد.

جدول شماره (۱): خلاصه ای از تحقیقات انجام شده در زمینه ی تعیین معیارها

تکنیک ها	مراجع
سیستم خبره فازی ^۶	Vokurka, Choobineh, & Vadi (1996)

پرومته ^۷	Dulmin, & Mininno (2003)
یک چارچوب فازی	Lin, & Chen (2004)
شاخص چابکی فازی	Lin, Chiu, & Chu (2006)
تحلیل سلسله مراتبی ^۸	Xia, & Wu (2007)
مدل سازی ساختار تفسیری ^۹	Kannan et al. (2008)
آنالیز انتخاب گسسته ^{۱۰}	Van der Rhee, Verma, & Plaschka (2009)
بهبودسازی و تئوری دمپستر - شافر	Wu, & Barnes (2010)
آنالیز قوت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها ^{۱۱}	Chen (2011)
دلفی ^{۱۲} و گروه اسمی ^{۱۳}	Liao et al. (2012)

مرحله ۳- تعیین صلاحیت اولیه‌ی تأمین‌کنندگان: تعیین صلاحیت اولیه‌ی تأمین‌کنندگان بالقوه شامل یک روند کاهش مجموعه‌ی تمام تأمین‌کنندگان به یک مجموعه‌ی کوچکتر از تأمین‌کنندگان قابل قبول است. این فرآیند ممکن است در بیش از یک مرحله انجام شود. با این حال، اولین قدم همیشه از تعریف و تعیین مجموعه‌ای از تأمین‌کنندگان قابل قبول تشکیل شده است، در حالی که ممکن است گام‌های بعدی به منظور کاهش تعداد تأمین‌کنندگان در نظر گرفته شده به کار رود. در نتیجه اساساً، تعیین صلاحیت اولیه‌ی تأمین‌کنندگان بالقوه طبقه‌بندی فرآیند به جای رتبه‌بندی فرآیند است. با این حال، تفاوت دقیق و در عین حال مهم بین طبقه‌بندی و رتبه‌بندی اغلب در ادبیات (خرید) به صراحت ایجاد نشده است (De boer et al., 2001). طبق تحقیقات به عمل آمده یکی از اساسی‌ترین قدم‌ها در مدیریت تأمین‌کنندگان تقلیل تأمین‌کنندگان است (Monczka, Trent, & Handfield, 1998). تقلیل تأمین‌کنندگان می‌تواند از جنبه‌های زیر دارای اهمیت باشد:

۱. تقلیل هزینه کل محصول تولید شده ۲. خرید از بهترین تأمین‌کنندگان ۳. استفاده از تمامی امکانات تأمین‌کنندگان ۴. هزینه کمتر مدیریت تأمین‌کنندگان و توانایی اجرای سیاست‌های پیشرفته خرید ۵. توان ایجاد توسعه تأمین‌کنندگان (Razmi et al., 2004).

به منظور تعیین تعداد تأمین‌کنندگان، Weber, Current, & Dessai (2000) با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده-ها^{۱۴} رویکردی را ارائه نمودند. آنها ابتدا جواب‌های کارای یک مسأله برنامه‌ریزی چندهدفه را با تغییر اوزان توابع هدف آن و به ازای تعداد فروشندگان متفاوت به دست آوردند. سپس، با استفاده از مقادیر توابع هر یک از این جواب‌های کارا به عنوان ورودی مدل تحلیل پوششی داده، تعداد تأمین‌کنندگان مورد نظر را که میانگین کارایی مدل تحلیل پوششی داده‌های آنها ماکزیمم بود، تعیین نمودند. (Talluri, & Narasimhan, 2003) اظهار داشتند که روش‌های ارزیابی چند معیاره فروشنده مانند تحلیل پوششی داده در درجه‌ی اول بر ارزیابی فروشندگان بر اساس نقاط قوت و ضعف خود به منظور ترکیب ضعف‌هایشان در فرآیند انتخاب تکیه کرده‌اند. این محققین یک رویکرد مبتنی بر روش‌های حداقل - حداکثر بهره‌وری که مقادیر تغییرپذیری عملکرد فروشنده را تخمین می‌زند، پیشنهاد نمودند. سپس یک روش ناپارامتری آماری در شناسایی گروه‌های تأمین‌کننده همگن برای انتخاب مؤثر استفاده می‌گردد. همچنین Sarkar, & Mohapatra (2006) نشان دادند که کاهش فضای راه‌حل برای انتخاب شریک، لازمه‌ی ارتباط نزدیکتر با شرکا است. آنها از دو عامل عملکرد و قابلیت برای ارزیابی تأمین‌کنندگان، با هدف کاهش تعداد آنها بهره جستند. به دلیل ابهام موجود در مشخصات تأمین‌کنندگان، از یک رویکرد مجموعه‌های فازی برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان و کاهش تعداد آنها استفاده کردند. در تحقیقات Wu (2009) برای ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان، یک مدل

⁷ Promethe

⁸ Analytic Hierarchy Process

⁹ Interpretive Structural Modeling

¹⁰ Discrete Choice Analysis

¹¹ Strengths Weaknesses Opportunities Threats Analysis

¹² Delphi

¹³ Nominal Group

¹⁴ Data Envelopment Analysis

ترکیبی با استفاده از تحلیل پوششی داده، درخت تصمیم^{۱۵} و شبکه‌های عصبی پیشنهاد گردید. الگوریتم پیشنهادی او از دو ماژول تشکیل می‌شود: ماژول یک، از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای طبقه‌بندی تأمین کنندگان به گروه‌های کارا و ناکارا استفاده می‌نماید. بر مبنای درخت تصمیم و شبکه عصبی، ماژول دو یک ماژول طبقه‌بندی یا رگرسیون^{۱۶} است. به‌طور مختصر برخی تحقیقات انجام شده در این زمینه در جدول (۲) آورده شده است.

جدول شماره (۲): خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در زمینه تعیین صلاحیت اولیه‌ی تأمین کنندگان بالقوه

تکنیک‌ها	مراجع
رضایت بخشی شمول، لکسیکوگرافی	Hwang, & Yoon (1981)
مدل‌های طبقه‌بندی	Timmerman (1986)
استدلال موردگرا و شبکه عصبی مصنوعی ^{۱۷}	Choy, Lee, & Lo (2002)
تحلیل پوششی داده‌ها و مدل بازی دو به دو ^{۱۸}	Talluri, & Baker (2002)
کارایی متقاطع ^{۱۹}	Talluri, & Narasimhan (2004)
آنالیز خوشه‌بندی	Bottani, & Rizzi (2008)
سیستم خبره	Yigin et al. (2007)
تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه عصبی	Ha, & Krishnan (2008)
استدلال موردگرای فازی	Faez, Ghodspour, & O'Brien (2009)
شبکه عصبی مصنوعی بر پایه تابع اساسی شعاعی ^{۲۰}	Luo et al. (2009)
تحلیل پوششی داده‌های ارتقایافته	Wu, & Blackhurst (2009)
مدل رفتاری انتخاب منطقی ^{۲۱} ارائه شده توسط Simon (1955)	Chamodrakas, Batis, & Martakos (2010)
الگوریتم کا - مینز انجامد شبیه‌سازی شده‌ی ژنتیک ^{۲۲}	Che (2010)
تحلیل پوششی داده‌ها با در نظرگیری همزمان خروجی‌های نامطلوب و داده‌های مبهم	Saen (2010)
ال-پی-متریک ^{۲۳} ارائه شده توسط Mendoza, Santiago, & Ravindran (2008)	Fors, Harraz, & Abouali (2011)
تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی لگاریتمی دو مرحله‌ای ^{۲۴} ارائه شده توسط Wang, Yang, & Xu (2005)	Seifbarghy, Pourebrahim Gilkalayeh, & Alidoost (2011)
تحلیل سلسله مراتبی فازی، تحلیل پوششی داده‌ها و تاپسیس فازی ^{۲۵}	Zeydan, Çolpan, & Çobanog (2011)
ادامه جدول شماره (۲)	
تکنیک‌ها	مراجع
یک تکنیک جدید پیشنهادی بر پایه استدلال موردگرا	Zhao, & Yu (2011)
تحلیل سلسله مراتبی فازی، نقشه خود سازمانده ^{۲۶} (یک شبکه عصبی) و تاپسیس	Azadnia et al. (2012)
تحلیل پوششی داده‌ها با مقایسات زوجی - آنالیز اجزاء اصلی اصلاح یافته ^{۲۷} و تحلیل پوششی داده‌ها - آنالیز تشخیص تحلیل ^{۲۸}	Fazli (2013)
تکنیک شمول	Rezaei, Fahim, & Tavasszy (2014)
تحلیل سلسله مراتبی و توابع زبان تاگوچی ^{۲۹}	Azizi, Yarmohammadi, & Yasini (2015)

¹⁵ Decision Tree

¹⁶ Regression

¹⁷ Artificial Neural Network

¹⁸ Pair - Wise Efficiency Game

¹⁹ Cross - Efficiencies

²⁰ Radial Basis Function Artificial Neural Network

²¹ Behavioral Model of Rational Choice

²² Genetic Simulated Annealing K - Means Algorithm

²³ L_p - metric

²⁴ Two - Stage Logarithmic Goal Programming Method

²⁵ Fuzzy Technique for the Order Preference by Similarity to Ideal Solution

²⁶ Self - Organizing Map

²⁷ Data Envelopment Analysis with Paired Comparisons - Improved Principal Components Analysis

²⁸ Data Envelopment Analysis - Discriminant Analysis

Kuo et al. (2015)

الگوریتم رشد FP-TD^{۳۰}

Stojanov, & Ding (2015)

تحلیل سلسله مراتبی و آنالیز خوشه بندی

مرحله ۴- انتخاب نهایی تأمین کننده (تأمین کنندگان): در این مرحله، تأمین کننده (تأمین کنندگان) نهایی شناسایی و سفارشات در میان آنها با در نظرگیری محدودیت‌های سیستم و معیارهای کمی و یا کیفی اختصاص داده می‌شود.

به دلیل محدودیت‌ها و شرایط تأمین کنندگان و خریدار و از آنجا که یکی از چالش‌های پیش‌رو برای تصمیم‌گیری عدم قطعیت در پارامترها است، به همین دلیل لزوم کار بر روی مسأله انتخاب تأمین کنندگان در حالت منبع‌یابی چندگانه تحت عدم قطعیت دو چندان می‌گردد. بنابراین در ادامه تنها به چندگانه تحت شرایط عدم قطعیت پرداخته می‌شود.

در تحقیقات Degraeve, Labro, & Roodhooft (2004)، یک مدل ریاضی به منظور انتخاب تأمین کنندگان یک خدمت یا سرویس به همراه تخفیف ارائه و به طور همزمان سهم بازار هر یک از تأمین کنندگان نیز تعیین می‌گردد. روش به کار رفته در مقاله آنها بر مبنای جمع‌آوری اطلاعات مالکیت هزینه‌ی کل^{۳۱}، تمامی هزینه‌های مرتبط با فرآیند خرید را از طریق زنجیره‌ی ارزش کل، محاسبه می‌کند. کیفیت، بودجه و تقاضا به صورت متغیر فازی در مسأله به کار گرفته شده‌اند.

با در نظر گرفتن مسأله انتخاب تأمین کنندگان در محیط فازی، Chini Forooshan et al. (2007) یک مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه^{۳۲} با اهداف، حداقل‌سازی برگشتی‌ها و هزینه خرید و حداکثر سازی کیفیت محصولات خریداری شده و محدودیت‌های تقاضا و ظرفیت تأمین تقاضا ارائه نمودند. در این مقاله یک مدل به نام برنامه‌ریزی سازشی بازه‌ای^{۳۳} که ترکیبی از روش برنامه‌ریزی سازشی و برنامه‌ریزی بازه‌ای می‌باشد، پیشنهاد گردید. تمامی پارامترها در اهداف به صورت بازه‌ای در نظر گرفته شده‌اند.

در سال ۲۰۰۷، Guan, Jin, & Zou یک مدل برنامه‌ریزی احتمالی عدد صحیح مختلط چند هدفه^{۳۴} را برای مسأله انتخاب تأمین کنندگان چندین کالایی با تقاضای احتمالی ارائه نمودند. مطابق ساختار خاص این مدل پیشنهادی، یک رویکرد حل دو مرحله‌ای پیشنهاد گردید. در مرحله اول با استفاده از تکنیک مدل برنامه‌ریزی محدودیت‌شأنسی^{۳۵} مدل به صورت قطعی تبدیل گردید. سپس در مرحله دوم با استفاده از مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی فازی وزن داده شده^{۳۶} مدل معادل قطعی ارائه شده در مرحله‌ی اول حل شد.

طی تحقیقات Mehdizadeh, & Ayobi (2007) تکنیک حداقل مربعات لگاریتمی^{۳۷} و مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه‌ی فازی با محدودیت‌های حداقل و حداکثر مقدار سفارش، زمان دیرکرد تحویل، تعداد کالاهای معیوب و تعداد کمبود کالا برای تخصیص سفارش به تأمین کنندگان استفاده گردید. با استفاده از تکنیک حداقل مربعات لگاریتمی وزن معیارها به صورت عدد فازی مثلثی^{۳۸} تخمین زده شد. سپس این اوزان تخمین زده شده به عنوان ضرایب یکی از اهداف مدل برنامه‌ریزی ارائه شده به کار گرفته شدند. همچنین آنها از مدل Zimmermann (1978) و تکنیک Lai, & Hwang (1992) برای حل مدل برنامه‌ریزی پیشنهادی بهره بردند.

یک متدولوژی تصمیم‌گیری چند معیاره را Nukala, & Gupta (2007) با استفاده از توابع زبان تاگوچی، تحلیل سلسله مراتبی و برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح چندهدفه‌ی فازی برای مسأله منبع‌یابی چندگانه ارائه نمودند. Zimmermann (1978) در حل این مدل برنامه‌ریزی به کار گرفته شد.

²⁹ Taguchi Loss Function³⁰ Top - Down FP - Growth Algorithm³¹ Total Cost Ownership³² Multi - Objective Linear Programming Model³³ Interval Compromise Programming³⁴ Multi - Objective Mixed - Integer Stochastic Programming Model³⁵ Chance Constrained Programming³⁶ Weighted Fuzzy Multi - Objective Programming Model³⁷ Logarithmic Least Squares Method³⁸ Triangular Fuzzy Number

یک مسأله انتخاب تأمین کنندگان که خریدار با عملکردهای تصادفی تأمین کنندگان و تقاضای تصادفی مشتری روبرو می‌گردد توسط Yang, Yang, & Abdel - Malek (2007) به صورت برنامه‌ریزی غیرخطی^{۳۹} فرموله گردید. در این مدل فرض بر به حداقل رساندن هزینه‌های کل به عنوان هدف واحد است و این مدل از طریق ترکیب دو تکنیک جستجوی نیوتن^{۴۰} و مجموعه فعال^{۴۱} حل می‌گردد.

یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عددصحيح مختلط با تقاضای احتمالی برای مسأله منبع‌یابی چندگانه توسط Awasthi et al. (2009) پیشنهاد داده شد. سپس بر پایه ویژگی‌های مسأله مورد بحث در مقاله یک الگوریتم سریع و ساده به منظور حل مدل برنامه‌ریزی ارائه شده، پیشنهاد گردید.

یک مدل دو مرحله‌ای توسط Faez et al. (2009) ارائه گردیده است. در مرحله اول با استفاده از استدلال مبتنی بر مورد فازی تأمین کنندگان با صلاحیت انتخاب گردیدند. در مرحله دوم یک مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه‌ی عددصحيح مختلط با پارامتر فازی درصد زمان تحویل به موقع، به منظور تعیین مقدار سفارش بهینه به تأمین کنندگان با صلاحیتی که در مرحله اول تشخیص داده شده‌اند، ارائه گردید. سپس با استفاده از دی‌فازی سازی این پارامتر فازی و روش مجموع وزن‌دهی^{۴۲} این مدل برنامه‌ریزی حل می‌گردد.

توسط Díaz - Madroño, Peidro, & Vasant (2010) یک مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه فازی ارائه گردید. Díaz - Madroño et al. به منظور رفع مشکل حل این مدل از توابع عضویت S - Curve اصلاح شده و تکنیک ارائه شده توسط Hassini Torabi, & (2008) بهره گرفتند.

طی تحقیقات Maghool, & Razmi (2010)، به منظور تسهیل در فرآیند تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش به آنها یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحيح مختلط چندهدفه در محیط فازی و با در نظر گرفتن تخفیف ارائه گردید. سپس آنها این مدل را با استفاده از تکنیک میانگین وزن داده شده^{۴۳} و مدل ارائه شده توسط Lai, & Hwang (1992) به یک مدل قطعی تبدیل می‌نمایند. از آنجایی که این مدل معادل قطعی یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه می‌باشد به منظور تسهیل در حل آن از مدل ارائه شده توسط Torabi, & Hassini (2008) و هر یک از تکنیک‌های Reservation level driven tchebycheff procedure, Augmented ϵ - constraint به صورت جداگانه بهره بردند. در مقاله‌ی ارائه شده توسط Bilsel, & Ravindran (2011) یک مدل منبع‌یابی چندکالا که تقاضا، ظرفیت تأمین کنندگان، هزینه‌ی سفارش‌دهی و هزینه‌ی حمل و نقل دارای توزیع نرمال می‌باشند در نظر گرفته شد. آنها مسأله را با استفاده از برنامه‌ریزی صفر و یک مختلط خطی چند هدفه با سه تابع هدف حداکثرسازی کیفیت، حداقل‌سازی زمان تحویل و حداقل‌سازی هزینه حل نمودند. در این مقاله از برنامه‌ریزی محدودیت شانس و تکنیک مدل ارزش مورد انتظار^{۴۴} و برنامه‌ریزی آرمانی غیرمتقابل^{۴۵} به منظور آسان‌سازی حل مدل برنامه‌ریزی پیشنهادی بهره گرفته شد.

طی تحقیقات Li, & Zabinsky (2011) در مقاله‌ای با عنوان عدم‌اطمینان در یک مسأله انتخاب تأمین‌کننده به موضوع انتخاب تأمین‌کننده استوار با رویکرد برنامه‌ریزی احتمالی پرداخته شد. آن‌ها بیان می‌کنند که انتخاب تأمین‌کننده، یک تصمیم استراتژیک مهم در حوزه طراحی زنجیره تأمین می‌باشد. در این تحقیق برای تدارک یک کالا، یک مدل برنامه‌ریزی احتمالی دو مرحله‌ای و یک مدل برنامه‌ریزی محدودیت شانس ارائه شده است که هدف آن، تعیین مجموعه‌های حداقلی از تأمین‌کنندگان و تعیین مقدار سفارش با لحاظ نمودن تخفیف‌های مقداری است و هر دو مدل، به صورت برنامه‌ریزی خطی عدد صحيح مختلط فرمولبندی می‌گردند. هر دو مدل، دارای چندین هدف هستند و تلاش می‌کنند بین تعداد اندکی از تأمین‌کنندگان و ریسک عدم

³⁹ Nonlinear Programming

⁴⁰ Newton Search

⁴¹ Active Set Method

⁴² Weighted Sum Method

⁴³ Weighted Average Method

⁴⁴ Expected Value Model

⁴⁵ Non - Preemptive Goal Programming

تأمین تقاضا تعادل ایجاد کنند. تقاضا و ظرفیت تأمین کننده احتمالی در نظر گرفته شده‌اند. روش ϵ -constraint برای تولید راه‌حل‌های بهینه پارتو استفاده می‌گردد.

مدل دو مرحله‌ای که مرحله اول با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی لگاریتمی دو مرحله‌ای به تعیین تأمین‌کنندگان با صلاحیت می‌پردازد و در مرحله دوم یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه عددصحيح مختلط خطی تحت شرایط تقاضای فازی و تخفیف به‌منظور تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان صلاحیت‌دار شناسایی شده در مرحله اول فرموله می‌گردد توسط Seifbarghy et al. (2011) ارائه گردید. از مدل مجموع وزن داده شده^{۴۶} به‌منظور حل مدل ارائه شده در مرحله دوم بهره بردند.

برای مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان برای چندین کالا Xu, & Yan (2011) یک مدل برنامه‌ریزی عددصحيح خطی چندهدفه ارائه دادند، به‌طوری‌که قیمت و تقاضا یک پارامتر فازی دو سطحی^{۴۷} می‌باشند. آنها از تکنیک r -cut تعریف شده توسط Zadeh (1978) و مدل Liu, & Xu (2006) به‌منظور تبدیل عدد فازی دوسطحی به یک عدد فازی دوزنقه‌ای^{۴۸} و برنامه‌ریزی محدودیت‌شناسی و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات^{۴۹} به منظور حل مدل ارائه شده استفاده نمودند.

یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی خطی محدودیت‌شناسی با ضرایب تصادفی دوگانه^{۵۰} را Xu, & Ding (2011) برای یک مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه دادند. آنها با استفاده از تکنیک Pr - Pr Constrained Multiobjective Programming Model یک فرم معادل قطعی برای این مدل برنامه‌ریزی پیشنهاد نمودند. از آنجایی که مدل معادل قطعی یک مدل چندهدفه می‌باشد برای حل آن از تکنیک‌های برنامه‌ریزی آرمانی ترتیبی متقابل^{۵۱} و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات و الگوریتم انجماد شبیه‌سازی شده استفاده نمودند. همچنین یک الگوریتم به نام الگوریتم ژنتیک بر پایه شبیه‌سازی تصادفی دوگانه^{۵۲} را نیز برای حل این مدل معادل چند هدفه ارائه نمودند که نشان داده شد این تکنیک نتایج بهتری نسبت به دو الگوریتم ازدحام بهینه‌سازی ذرات و انجماد شبیه‌سازی به‌دست می‌آورد.

یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی صفر و یک مختلط با تقاضای احتمالی و با محدودیت‌های سطح خدمت و بودجه را (2011) Yang et al. برای مسأله منبع‌یابی چندگانه چندکالایی ارائه نمودند. آنها از الگوریتم ژنتیک به منظور به‌دست آوردن حل بهینه مدل ارائه شده استفاده نمودند.

در تحقیقات ارائه شده توسط Zhang, & Zhang (2011) یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی صفر و یک مختلط با تقاضای احتمالی برای به حداقل رساندن هزینه کل شامل هزینه‌های: انتخاب، خرید، نگهداری و کمبود توسعه داده شد. مدل آنها ریسک تأمین و تخفیف قیمت بر اساس مقدار سفارش را نادیده می‌گیرد. سپس آنها یک الگوریتم شاخه و کران برای حل این مدل به‌کار گرفتند.

یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی چندهدفه‌ی عدد صحيح مختلط فازی به همراه تخفیف توسط Wei, & Xu (2011) ارائه گردید. در این مدل رتبه هر یک از تأمین‌کنندگان به‌صورت یک پارامتر فازی احتمالی^{۵۳} در نظر گرفته شده است. همچنین به‌منظور تسهیل در حل این مدل پیشنهادی، یک مدل معادل قطعی با استفاده از تکنیک Fu - Ra DCM^{۵۴} را ارائه نمودند. سپس این مدل معادل قطعی با استفاده از الگوریتم فرا ابتکاری بهینه‌سازی ازدحام ذرات بهبود یافته بر مبنای شبیه‌سازی تصادفی فازی^{۵۵} حل می‌گردد.

⁴⁶ Weighted Additive Model

⁴⁷ Bifuzzy

⁴⁸ Trapezoidal Fuzzy Numbers

⁴⁹ Particle Swarm Optimization

⁵⁰ Birandom

⁵¹ Interactive Sequential Goal Programming Method

⁵² Genetic Algorithm Based on Birandom Simulation

⁵³ Fuzzy - Random

⁵⁴ Fuzzy Random Dependent - Chance Model

⁵⁵ Modified Particle Swarm Optimization Program Based on Fuzzy Random Simulation

یک مدل دو مرحله‌ای را Hassanzadeh Amin, & Zhang (2012) پیشنهاد نمودند. در مرحله اول، یک چارچوب برای انتخاب معیارهای تأمین‌کننده در لجستیک معکوس پیشنهاد شده است. علاوه بر این، یک روش فازی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان براساس معیارهای کیفی طراحی شده است. در مرحله دوم، برنامه‌ریزی خطی چندهدفه مختلط عددصحیح ارائه گردید. حل مدل توسط روش ال‌پی - متریک با نرم یک انجام می‌پذیرد. وزن اهداف با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی برآورد گردید.

در مقاله ارائه شده توسط Liao et al. (2012) یک مدل ترکیبی جدید با استفاده از تاپسیس و برنامه‌ریزی خطی صفر و یک مختلط چندهدفه که برخی پارامترهای توابع آن به صورت عدد فازی بازه‌ای^{۵۶} می‌باشند برای منبع‌یابی چندگانه ارائه شده است. آنگاه از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی چندبخشی^{۵۷} به منظور حل مدل برنامه‌ریزی استفاده گردید. آنها همچنین از تکنیک دلفی و تکنیک گروه اسمی به منظور تعیین معیارها بهره گرفتند.

تأمین‌کنندگان ممکن است دارای تأخیر در تحویل کالا باشند. بنابراین Mobtaker (2012) دو مدل با لحاظ دیرکرد تحویل در مسئله منبع‌یابی چندگانه تحت عدم قطعیت را ارائه نمود. در مدل اول خریدار در صورت دیرکرد تحویل جریمه‌ای برای تأمین‌کننده در نظر می‌گیرد. بدین منظور یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک مختلط احتمالی ارائه می‌گردد و به منظور حل این مدل که یک مدل NP - hard است دو الگوریتم حل هیورستیک پیشنهاد می‌گردد. در مدل دوم خریدار در صورت دیرکرد تحویل مقدار سفارش از تأمین‌کننده را کاهش می‌دهد. در این مدل نیز یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک مختلط احتمالی ارائه می‌گردد و به منظور حل این مدل که یک مدل NP - hard است یک الگوریتم حل هیورستیک پیشنهاد می‌گردد.

استراتژی قیمت‌گذاری را Yan, Ji, & Wang (2012) در منبع‌یابی چندگانه تحت محیط احتمالی با استفاده از یک برنامه‌ریزی ریاضی تک هدفه در نظر گرفتند.

در تحقیقات Yu, Goh, & Lin (2012) بادر نظر گرفتن پنجره‌ی زمانی نرم^{۵۸} در منبع‌یابی چندگانه‌ی چندکالایی یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی خطی صفر و یک مختلط با ظرفیت فازی تأمین‌کنندگان ارائه گردید. آنها از تکنیک میانگین وزن داده شده و مدل مجموع وزن داده شده به منظور تسهیل در حل مدل پیشنهادی و تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی به منظور تعیین وزن اهداف و محدودیت‌های فازی استفاده نمودند.

با در نظرگیری مسئله منبع‌یابی چندگانه، Arikan (2012) یک مدل برنامه‌ریزی خطی عددصحیح چندهدفه با تقاضای فازی را ارائه نمود. سپس به منظور حل این مدل یک تکنیک بر پایه تکنیک حداکثر - حداقل ارتقا یافته^{۵۹} ارائه شده توسط Lai, & Hwang (1993, 1996) را پیشنهاد نمود.

یک موضوع مهم در ارزیابی تأمین‌کنندگان که خریدار را درگیر می‌سازد، تعیین مقدار بهینه سفارش می‌باشد. از اینرو Esfandiari, & Seifbarghy (2013) یک مدل برنامه‌ریزی عددصحیح غیرخطی چندهدفه‌ی احتمالی در حضور تخفیف را پیشنهاد نمودند. آنها این مدل را با استفاده از تکنیک ال‌پی - متریک با نرم یک، به یک مدل تک‌هدفه تبدیل می‌نمایند، سپس به منظور حل این مدل معادل تک هدفه دو الگوریتم حل به کار گرفتند که یک الگوریتم حل الگوریتم فرا ابتکاری ژنتیک و دیگری الگوریتم فرا ابتکاری انجماد شبیه سازی شده می‌باشد.

به منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان Daneshvar Rouyendegh and Saputro (2014) از تکنیک تاپسیس فازی استفاده نمودند. آنگاه این رتبه‌های تخمین زده شده به عنوان پارامترهای یکی از اهداف در مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح چندهدفه - ای پیشنهادی در نظر گرفته می‌شوند. به منظور تسهیل در حل مدل برنامه‌ریزی ارائه شده تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی چندگزینه - ای^{۶۰} به کار گرفته می‌شود.

⁵⁶ Interval Fuzzy Number

⁵⁷ Multi - Segment Goal Programmin

⁵⁸ Soft Time - Window

⁵⁹ Augmented Max - Min Model

⁶⁰ Multi - Choice Goal Programming

در تحقیقاتشان Jin et al. (2014) علاوه بر انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش به آنها برای چندین کالا، مکان‌یابی تسهیلات را نیز در نظر گرفتند. بدین منظور آنها یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی احتمالی را پیشنهاد نمودند که به منظور ساده‌سازی حل آن از الگوریتم جستجوی ممنوعه و تکنیک تخصیص همه یا هیچ^{۶۱} بهره بردند.

در مقاله‌ای تحت عنوان "یک مدل برنامه‌ریزی احتمالی چندهدفه برای تخصیص سفارش تحت عدم قطعیت تأمین"، Liu, Li, & Li (2014) یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی احتمالی عدد صحیح مختلط چندکالایی را ارائه نمودند. آنها از مدل برنامه‌ریزی محدودیت‌شاسی و مدل برنامه‌ریزی آرمانی غیرمتقابل بهبود یافته برای رفع مشکل حل مدل برنامه‌ریزی پیشنهادی بهره بردند.

در مقاله‌ای تحت عنوان "یک سیستم پشتیبانی تصمیم برای انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش در محیط‌های احتمالی، چند سهامدار و چند معیاره" که توسط Scott et al. (2014) ارائه گردیده است با استفاده از تکنیک‌های تحلیل سلسله‌مراتبی - گسترش عملکرد کیفی و الگوریتم بهینه‌سازی محدودیت‌شاسی^{۶۲} به تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان پرداخته می‌شود. با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط، Batuhan Ayhan, & Selcuk Kilic (2015) به ارائه مدلی تحت شرایط تخفیف و چند محصول برای انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب و تخصیص سفارش به آنها می‌پردازند.

یک مدل ریاضی چند هدفه فازی را Moghaddam (2015) برای شناسایی بهترین تأمین‌کنندگان و پیدا کردن تعداد بهینه سفارش به آنها در یک شبکه لجستیک معکوس توسعه داد. او به منظور جلوگیری از وزن‌دهی ذهنی تصمیم‌گیرندگان در هنگام حل مدل چندهدفه، شبیه‌سازی مونت کارلو^{۶۳} یکپارچه شده با برنامه‌ریزی آرمانی فازی را برای تعیین کل مجموعه‌ی راه حل‌های پارتو بهینه مدل پیشنهادی توسعه نمود.

در تحقیقات صورت گرفته توسط Torabi, Baghersad, & Mansouri (2015) یک مدل برنامه‌ریزی احتمالی دو مرحله‌ای به منظور انتخاب تأمین‌کنندگان کالا و تخصیص سفارش به آنها تحت ریسک‌های عملیاتی و اختلال پیشنهاد و یک مدل پنج مرحله‌ای به منظور حل این مدل پیشنهادی ارائه می‌گردد.

در مقاله ارائه شده توسط Shikh Sajadieh (2006) یک سیستم موجودی دو منبعی با تقاضای ثابت و زمان‌های تحویل احتمالی با توابع توزیع نمایی در نظر گرفته شده است و یک مدل مقدار سفارش اقتصادی^{۶۴} ارائه می‌گردد. قیمت و میانگین زمان تحویل محصولات با توجه به مقدار سفارش تغییر می‌نماید. سفارش‌دهی به تأمین‌کنندگان به صورت همزمان و هنگامی که سطح موجودی به نقطه سفارش رسیده باشد انجام می‌گیرد. هدف پژوهش، تعیین مقادیر بهینه نقطه و حجم سفارش و نسبت تقسیم سفارش بین دو تأمین‌کننده می‌باشد به طوری که میانگین هزینه‌ی کل در واحد زمان حداقل گردد. تابع هزینه کل از چهار بخش هزینه خرید، هزینه نگهداری موجودی، هزینه سفارش‌دهی و هزینه کمبود محصولات تشکیل شده است. بررسی‌های عددی بیانگر آن است که استفاده از دو تأمین‌کننده در مقایسه با حالت تک منبعی، برای محدوده وسیعی از تغییرات پارامترها سبب صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌گردد. علاوه بر این، آنالیز انجام شده بر روی پارامترهای مدل بیانگر آن است که میزان این صرفه‌جویی‌ها و همچنین نسبت شکست سفارش بین دو تأمین‌کننده می‌تواند به قیمت، کیفیت محصولات و عدم قطعیت زمان‌های تحویل حساسیت بالایی داشته باشند و لذا در نظر نگرفتن این عامل ممکن است نتایج به دست آمده را غیر قابل استناد نماید. همچنین یافته‌های پژوهش نشان داد که استفاده از تأمین‌کننده ثانویه جهت شکست سفارش، حتی در مواقعی که این تأمین‌کننده از قیمت بالاتر، کیفیت نامناسب‌تر و زمان تحویل طولانی‌تری نسبت به تأمین‌کننده اول برخوردار است ممکن است مقرون به صرفه باشد به ویژه در شرایطی که هزینه‌های نگهداری موجودی و کمبود درصد قابل توجهی از هزینه کل را به خود اختصاص می‌دهند.

⁶¹ All - Or - Nothing Assignment Method

⁶² Chance Constrained Optimization Algorithm

⁶³ Monte Carlo Simulation

⁶⁴ Economical Order Quantity

در تحقیقاتشان Hidayat et al. (2008) یک مدل برنامه ریزی درجه دوم با تقاضای احتمالی که قیمت هر واحد کالا یک تابع خطی از مقدار سفارش می باشد را برای منبع یابی چندگانه ی چند کالایی پیشنهاد نمودند. در مقاله ی Baramichai, Zimmers, & Marangos (2008) تحت عنوان "مدل احتمالی برای انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش: رویکرد پورتفولیو با استفاده از تکنیک گسترش عملکرد کیفی، تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و یک مدل برنامه ریزی ریاضی احتمالی" به مطالعه ی منبع یابی چندگانه ی چند کالایی به همراه تخفیف پرداخته می شود. با استفاده از تکنیک گسترش عملکرد کیفی، تکنیک تحلیل سلسله مراتبی عملکرد چابکی تأمین کنندگان ارزیابی می گردد. سپس با ارائه ی یک مدل برنامه ریزی ریاضی احتمالی به طوری که تقاضا و قیمت احتمالی و هزینه کل مالکیت به عنوان تابع هدف می باشند، مقدار بهینه سفارش تعیین می گردد. هزینه کل مالکیت با استفاده از تکنیک هزینه یابی بر مبنای فعالیت محاسبه می گردد. به منظور تسهیل در حل مدل برنامه ریزی پیشنهادی از رویکرد تجزیه استفاده می گردد. همچنین به منظور اجرای رویکرد تجزیه، توسعه ی سناریوهای به منظور نمایش قیمت و تقاضای تصادفی ضروری است. بنابراین این سناریوها در فرم درخت سناریو سازمان دهی می گردند. در تحقیقاتشان Sadeghi Moghadam, Afsar, & Sohrabi (2008) از تکنیک آنالیز اجزاء اصلی به منظور کاهش تعداد متغیرهای مؤثر بر پیش بینی تقاضا بهره بردند. سپس، از شبکه عصبی فازی به منظور پیش بینی تقاضا استفاده کردند. یک مدل برنامه ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط چند کالایی برای تخصیص ارائه نمودند. آنگاه با استفاده از الگوریتم ژنتیک آنرا حل نمودند.

یک الگوریتم ترکیبی مانند الگوریتم الکترومغناطیس به منظور انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش برای چندین کالا توسط Mirabi, Fatemi Ghomi, & Jolai (2010) پیشنهاد داده شده است. آنها ابتدا یک مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح احتمالی ارائه نمودند. سپس یک الگوریتم ترکیبی مانند الگوریتم الکترو مغناطیس به منظور رفع مشکل حل مدل برنامه ریزی پیشنهادی پیشنهاد نمودند.

از آنجایی که تخصیص سفارش به تأمین کنندگان یک موضوع مهم در زنجیره تأمین است، بنابراین Haleh, & Hamidi (2011) یک مسأله منبع یابی چندگانه چند کالایی تحت محیط فازی را در تحقیقاتشان مد نظر قرار دادند. بدین منظور آنها یک مدل برنامه ریزی خطی چند هدفه فازی را ارائه نمودند. از آنجایی که این مدل یک مدل غیرقطعی است به منظور تسهیل در حل این مدل از تکنیک غیرفازی سازی و مدل مجموع وزن داده شده استفاده گردید. آنها از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی بهبود یافته با تئوری مجموعه های تقریبی برای تعیین وزن اهداف استفاده نمودند.

پژوهشی توسط Jafari Songhori et al. (2011) بر روی منبع یابی چندگانه به همراه استراتژی انتخاب گزینه ی حمل و نقل مناسب را انجام گرفت. آنها با ارائه ی یک مدل برنامه ریزی خطی مختلط عدد صحیح چند هدفه با توابع هدف مینیمم سازی هزینه کل و ماکزیمم سازی کارایی کل با زمان تحویل احتمالی به تخصیص سفارش به تأمین کنندگان پرداختند. کارایی تأمین کنندگان و استراتژی های حمل و نقل با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها با ورودی های میانگین زمان تحویل و واریانس زمان تحویل و خروجی امتیاز کیفیت تأمین کننده محاسبه گردید.

یک مسأله انتخاب تأمین کننده استوار در شرایط عدم اطمینان در زنجیره تأمین ایران خودرو توسط Rabieh et al. (2011) بررسی گردید و برای مدیریت عدم اطمینان از رویکرد برنامه ریزی استوار^{۶۵} استفاده شد. با توجه به تعداد بالای قطعات هر خودرو، قطعات ارزشمند برای بررسی انتخاب گردید و مدل تأمین این قطعات، در قالب یک مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط چند هدفه (کمینه کردن توقف خط تولید در اثر عملکرد تأمین کنندگان، کمینه کردن شکایت خط تولید از قطعات تأمین کنندگان، کمینه کردن قطعات معیوب تأمین کنندگان، بیشینه کردن تحویل به موقع و هزینه کل تأمین قطعات) طراحی شد. آنها برای مسأله مورد بررسی، یک مدل برنامه ریزی آرمانی نیز ارائه نمودند. □ با توجه به عدم اطمینان حاکم بر برخی پارامترهای مدل، پارامترهای هزینه ی حمل و نقل و ظرفیت تأمین کننده، متغیری تصادفی در نظر گرفته شدند. برای رفع نگرانی در مورد این نوع پارامترها، به کمک تکنیک های موجود، مدل برنامه ریزی آرمانی به مدلی استوار تبدیل شد تا پاسخ های آن قابل اتکاء باشد.

در پایان، برای ارزیابی صحت عملکرد مدل و بررسی کیفیت جواب‌ها از تکنیک شبیه‌سازی استفاده شد. برای تبدیل مدل به همتای استوار، از مدل Bertsimas, & Sim (2004) استفاده گردید. در این تحقیق، از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین اولویت اهداف استفاده شد.

در تحقیق Rabieh, & Esmailian (2011) در واحد آگومراسیون شرکت سهامی ذوب آهن ابتدا با استفاده از روش‌های ای بی سی^{۶۶} و مطلوب اساسی حیاتی^{۶۷} به طبقه بندی موجودی‌ها (مواد اولیه مورد نیاز) پرداخته شد. سپس با استفاده از یک مدل غیرخطی صفر و یک مختلط فازی به تعیین مقدار سفارش بهینه به تأمین کنندگان پرداختند. به منظور حل این مدل پیشنهادی فازی از مفهوم برش آلفا^{۶۸} استفاده نمودند به طوری که ابتدا اعداد فازی مثلی با استفاده از برش آلفا به یک عدد فازی بازه‌ای تبدیل می‌گردند، سپس با جایگزین نمودن همزمان حدود بالا و پایین پارامترهای تبدیل یافته در تابع هدف و محدودیت‌ها، مدل اولیه پیشنهادی به یک مدل دوهدفه قطعی تبدیل گردیده است. حال این مدل دوهدفه قطعی معادل با استفاده از مدل Zimmermann (1997) حل می‌گردد.

بر مبنای کارهای انجام شده توسط Kraljic (1983) و Razmi, & Karbasian (2005) و Razmi, & Keramati (2011) دو مدل چند محصولی جهت انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش مبتنی بر مشخصات اقلام اهرمی را ارائه می‌نمایند. اولین مدل یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک مختلط است که به محدودیت‌های زمان‌های تحویل، کیفیت، تقاضا، ظرفیت‌های محدود تأمین کنندگان و همین‌طور بودجه محدود خریداران در حالت قطعیت توجه دارد و برای حل این مدل از برنامه‌ریزی آرمانی بهره گرفته شده است. مدل دوم توجه به عدم قطعیت نموده و لذا در آن نرخ کیفیت و زمان‌های تحویل از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. در این مدل نیز یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح ارائه شد و به منظور تسهیل در حل آن از برنامه‌ریزی محدودیت شانس استفاده گردید. برای هر دو مدل مثالی عددی ارائه شد و علاوه بر حل آنها تحلیل حساسیت نیز ارائه گردید. همچنین نشان داده شد هر دو مدل یک سری برتری‌هایی بر یکدیگر دارند.

همچنین Rezaei, & Davoodi (2011) دو مدل چند هدفی مختلط عدد صحیح غیرخطی را برای مسأله منبع‌یابی چندگانه و چند کالایی ارائه نمودند. هر مدل بر اساس سه تابع هدف (اهداف: هزینه (شامل: خرید، نگهداری، سفارش‌دهی و حمل و نقل)، کیفیت و سطح خدمات) و مجموعه‌ای از محدودیت‌ها ساخته شده‌اند. هزینه‌ی سفارش‌دهی به عنوان تابع وابسته به فراوانی سفارش، در حالی که کیفیت و سطح خدمات به عنوان توابع وابسته به زمان دیده می‌شود. مدل اول برای مسأله در شرایطی که کمبود مجاز نمی‌باشد، در حالی که مدل دوم برای مسأله در شرایطی که کمبود و برگشت سفارش مجاز می‌باشد. آن‌ها یک الگوریتم ژنتیک را در یک رویکرد نوآورانه برای حل مدل‌ها به کار می‌برند.

از یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک مختلط با تقاضای احتمالی نرمال و تاپسیس فازی به منظور تدارک چندین کالا توسط Kara (2011) بهره گرفته شده است. با استفاده از تاپسیس فازی تأمین کنندگان با صلاحیت انتخاب شدند. سپس از مدل برنامه‌ریزی احتمالی دو مرحله‌ای به منظور حل مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک مختلط پیشنهادی استفاده می‌گردد. همچنین تخفیف نیز در مدل در نظر گرفته شده است.

در سال ۲۰۱۲، Kenarroudi یک روش تحلیل سلسله مراتبی فازی با در نظر گرفتن منافع، فرصت‌ها، هزینه‌ها و ریسک‌ها^{۶۹} به منظور رتبه‌بندی تأمین کنندگان ارائه داد. یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط چندهدفه به همراه تخفیف برای تخصیص سفارش چندین کالا پیشنهاد نمود. سپس از تکنیک حداکثر - حداقل ارائه شده توسط Zimmermann (1997) برای حل مدل بهره برد.

یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی که در نظر می‌گیرد سیستم‌های موجودی تک کالایی، چندین تأمین کننده را با زمان تحویل و نرخ ورود تقاضای تصادفی را Abginehchia, Zanjirani Farahanib, & Rezapour (2013) ارائه نمودند. سیاست

⁶⁶ ABC

⁶⁷ Vital Essential Desirable

⁶⁸ α - cut

⁶⁹ Benefits, Opportunities, Costs and Risk

مرور دائم موجودی (Q, r) در مدل در نظر گرفته می‌شود و برگشت سفارش در صورت کمبود مجاز می‌باشد. این مسأله تعیین می‌کند سطح سفارش مجدد و مقدار سفارش به تأمین کنندگان به طوری که هزینه کل مورد انتظار برای هر واحد زمانی که شامل هزینه تدارک، هزینه سفارش‌دهی، هزینه حمل و نقل، هزینه نگهداری موجودی و هزینه کمبود حداقل گردد. همچنین محققان مزایای مدل پیشنهادی را در مقایسه با مدل‌های مربوطه در ادبیات نشان می‌دهند. آنها از یک روال معمول جستجوی عددی بر پایه الگوریتم برنامه‌ریزی درجه دوم ترتیبی^{۷۰} برای حل مدل پیشنهادی استفاده نمودند.

در تحقیقات انجام شده توسط Assadipour, & Razmi (2013) یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک مختلط چندهدفه فازی برای انتخاب تأمین کنندگان و تخصیص سفارش به آنها برای چندین محصول در کارخانه خودروسازی ایران خودرو پیشنهاد شده است. آنها به منظور آسان‌سازی حل این مدل برنامه‌ریزی پیشنهادی یک تکنیک دو مرحله‌ای ارائه دادند. در مرحله اول با استفاده از تکنیک Lai, & Hwang (1992) و روش میانگین وزن داده شده این مدل به یک مدل قطعی تبدیل می‌گردد. از آنجایی که مدل به دست آمده در مرحله اول همچنان چندهدفه می‌باشد، بنابراین در مرحله دوم با استفاده از تکنیک ارائه شده توسط Torabi, & Hassini (2008) و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات این مدل حل می‌گردد.

در سال ۲۰۱۳، Eydi and Fazli با ارائه یک مدل برنامه‌ریزی صفر و یک مختلط غیرخطی دو هدفه به تخصیص سفارش به تأمین کنندگان می‌پردازند. آنها ارزش زمانی پول و تخفیف را در مدلسازی لحاظ نمودند. هزینه متغیر و ثابت حمل و نقل و تقاضا پارامترهای احتمالی، هزینه سفارش‌دهی و قیمت خرید به صورت فازی مثلی و در صد دیرکرد تحویل به صورت احتمالی - فازی بازه‌ای می‌باشد، در نظر گرفته شد. به منظور حل این مدل پیشنهادی دو رویکرد حل پیشنهاد گردید. در رویکرد حل اول با استفاده از تکنیک واریانس^{۷۱}، برنامه‌ریزی محدودیت‌شأنی و مدل‌های ارائه شده توسط Abbasi Molai and Khorram (2007) و Arikan (2013) مدل حل می‌گردد. در رویکرد حل دوم، با استفاده از تکنیک واریانس، برنامه‌ریزی محدودیت‌شأنی و مدل‌های ارائه شده توسط Senguptet al. (2007) و Arikan (2013) مدل حل می‌گردد. یافته‌ها بر روی یک مثال عددی نشان داد که رویکرد ۲ بیشتر از استراتژی تخفیف استفاده نموده اما رویکرد اول نتیجه بهتری در بردارد.

پژوهشی توسط Fazli (2013) بر روی مسأله انتخاب تأمین کنندگان با در نظر گرفتن همزمان منافع خریدار و تأمین کنندگان تحت شرایط عدم قطعیت صورت گرفت. این مسأله شامل سه مرحله می‌باشد: مرحله اول: تعیین صلاحیت اولیه تأمین کنندگان بالقوه و انتخاب تأمین کنندگان با صلاحیت. مرحله دوم: رتبه‌بندی تأمین کنندگان با صلاحیت. مرحله سوم: تعیین مقدار سفارش به هر یک از تأمین کنندگان با صلاحیت. در هر دو مرحله اول و دوم یک تکنیک تلفیقی بر اساس تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها ارائه می‌گردد. در این پژوهش سعی گردیده است به منظور تعیین صلاحیت اولیه تأمین کنندگان بالقوه و انتخاب تأمین کنندگان با صلاحیت از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها - آنالیز تشخیص به طوری که طبقه‌بندی اولیه آن با استفاده از تکنیک تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها با مقایسات زوجی - آنالیز اجزاء اصلی اصلاح یافته صورت می‌گیرد و برای رتبه‌بندی تأمین کنندگان با صلاحیت از مدل UTASTAR که رتبه‌بندی اولیه آن با استفاده از تکنیک تلفیقی پروفایل کارایی ورودی اصلاح یافته - آنالیز اجزاء اصلی اصلاح یافته - تحلیل پوششی داده‌ها / تاپسیس^{۷۲} انجام می‌گردد، استفاده گردد. نهایتاً یک مدل برنامه‌ریزی غیر خطی صفر و یک مختلط چندهدفه^{۷۳} تحت عدم قطعیت با در نظر گرفتن ارزش زمانی پول، تورم، حالت‌های مختلف حمل و نقل و منافع تأمین کنندگان به همراه استراتژی قیمت‌گذاری به منظور تخصیص سفارش فرموله گردید. این مدل برنامه‌ریزی به یک مدل معادل قطعی تک‌هدفه با استفاده از ترکیب تکنیک‌های ارزش مورد انتظار، مدل ارائه شده توسط Abbasi Molai, & Khorram (2007)، ارزش مورد انتظار - واریانس^{۷۴}، برنامه‌ریزی محدودیت‌شأنی و ال پی - متریک با تلفیق نرم بینهایت و یک تبدیل می‌گردد. سپس، به منظور حل این مدل معادل از سه الگوریتم حل پیشنهادی (۱. الگوریتم فرا ابتکار بهینه-

⁷⁰ Numerical Search Routine Based on the Sequential Quadratic Programming Algorithm

⁷¹ Variance Model

⁷² Improved Input Efficiency Profiling - Improved Principal Components Analysis - Data Envelopment Analysis / Technique for the Order Preference by Similarity to Ideal Solution

⁷³ Mixed Zero and One Multi - Objective NonLinear Programming

⁷⁴ Expected Value - Variance Model

سازی فاخته^{۷۵} ۲. الگوریتم فرا ابتکار رقابت استعماری^{۷۶} ۳. الگوریتم ترکیبی رقابت استعماری - بهینه‌سازی فاخته) و نرم‌افزار لینگو استفاده گردید. نهایتاً یک مسأله نمونه به همراه برخی آزمون‌های آماری و تحلیل حساسیت برای ارزیابی و بررسی مدل برنامه‌ریزی پیشنهادی بررسی شد. یافته‌های پژوهش نشان داد الگوریتم ترکیبی رقابت استعماری - فاخته نتیجه بهتری در بردارد و نرم‌افزار لینگو عملکرد ضعیف‌تری نسبت به سه الگوریتم حل دارد. همچنین ماهیت پارامترهای مدل برنامه‌ریزی به صورت قطعی، احتمالی، احتمالی - فازی بازه‌ای، فازی بازه‌ای - احتمالی و بازه‌ای فازی می‌باشند.

یک مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش در یک سیستم چند رده‌ای^{۷۷} با تقاضای احتمالی را Guo, & Li (2014) مورد مطالعه قرار می‌دهد. ظرفیت، هزینه سفارش‌دهی، قیمت خرید، هزینه نگهداری و هزینه برگشت سفارش به عنوان معیارهایی برای انتخاب تأمین‌کنندگان در نظر گرفته می‌شود. یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط برای انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان و تعیین استراتژی موجودی بهینه که هماهنگ می‌سازد سطح موجودی بین هر رده از سیستم را به طوری که سود مورد انتظار کل حداکثر گردد، پیشنهاد گردید. در این مدل یک سیستم مرور دائم موجودی (r, Q) موجودی در نظر گرفته شده است و به منظور حل مدل پیشنهادی، این مدل به دو زیر مدل تجزیه می‌گردد.

در سال ۲۰۱۵، Azizi et al. با توجه به اهمیت انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب به ارائه‌ی مدلی در این حوزه پرداختند. آنها ابتدا با استفاده از تکنیک‌های تحلیل سلسه مراتبی و تابع زیان تاگوچی به تعیین تأمین‌کنندگان صلاحیتدار پرداختند. سپس با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی چند هدفه فازی صفر و یک مختلط چند کالایی تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان صلاحیتدار صورت می‌پذیرد. به منظور حل این مدل ریاضی از تکنیک مجموع وزن داده شده و یک تکنیک دی فازی سازی (میانگین موزون) استفاده گردید.

در جدول (۳) برخی تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان در حالت منبع‌یابی چندگانه تحت عدم قطعیت با ذکر برخی شرایط مسأله مورد پژوهش به اختصار ارائه گردیده است. همچنین مقالات زیر نیز مسأله منبع‌یابی چندگانه را تحت عدم قطعیت بررسی نموده‌اند:

۲- مواد و روش‌ها

با توجه به اهمیت مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان، طیف گسترده‌ای از تکنیک‌ها توسط محققین متعددی پیشنهاد شده است. از این-رو با مرور ادبیات مسأله مورد بحث برخی تکنیک‌های ارائه شده برای هر مرحله از فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان به صورت زیر بیان می‌گردد:

مرحله ۱- تعریف مسأله: روش‌های تصمیم‌گیری در تعریف مسأله روش‌هایی هستند که به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند تا بتواند برای رسیدن به نیازهایش سؤالات دقیقی را طرح کند. سپس با این سؤالات مشخص می‌شود که تصمیم‌گیرنده نهایتاً به کجا خواهد رسید و چرا باید برای رسیدن به هدف، بهترین روش‌های انتخاب تأمین‌کننده (یا تأمین‌کنندگان) را برگزید (Chahar, Soughi, & Sahraeian, 1999) به‌طور کلی، اکثریت ابزارهای تصمیم‌گیری برای تعریف مسأله، روش‌های کیفی (شامل ابزارهایی برای مشاهده و تحلیل درک تصمیم‌گیرندگان از موقعیت یک مسأله و ابزارهایی برای طوفان ذهنی^{۷۸} درباره‌ی راه‌حل-های ممکن) هستند که به تصمیم‌گیرندگان به منظور شناسایی کردن نیاز تصمیم به صورت دقیق و گزینه‌هایی که به نظر می‌رسد در دسترس می‌باشند کمک می‌کنند (Aissaoui et al., 2007).

مرحله ۲- تعیین معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان: در ادبیات موضوع برای روش‌هایی با هدف شناسایی بهترین معیار برای انتخاب تأمین‌کنندگان، نمونه‌های نسبتاً کمی وجود دارد. برخی از تکنیک‌های تحقیق در عملیات مانند: تئوری مجموعه‌های تقریبی^{۷۹}، طوفانی ذهنی (De boer et al., 2001)، رویکردهای نوینی مانند: هزینه‌یابی بر مبنای هدف^{۸۰}، هزینه‌یابی کایزن^{۸۱}

⁷⁵ Cuckoo Optimization Algorithm

⁷⁶ Imperialist Competitive Algorithm

⁷⁷ Multi - Echelon

⁷⁸ Brainstorming

⁷⁹ Rough Sets Theory

⁸⁰ Based - Objective Costing

⁸¹ Kaizen Costing

، هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت^{۸۲}، کارت امتیازی متوازن^{۸۳} (Shahroodi, & Tadriss Hsani, 2011) و همچنین برنامه‌ریزی صفر و یک^{۸۴}، شاخص چابکی فازی^{۸۵}، تئوری دمپستر - شافر^{۸۶} (Wu, & Barnes, 2011) و ... به عنوان تکنیک‌های مناسب برای شناسایی و انتخاب معیار ارائه شده‌اند. صرف‌نظر از تکنیک استفاده شده، فرموله‌سازی معیار انتخاب تأمین‌کننده بر فعالیت‌هایی از قبیل: مدیریت موجودی، برنامه‌ریزی و کنترل تولید، الزامات جریان وجوه نقد و کیفیت محصول نیز اثر می‌گذارند (Narasimhan, 1983). بنابراین چنین تصمیمی باید تحت توافق یک گروه تصمیم‌گیرندگان از بخش‌های مختلف با نقطه نظرات مختلف انجام شود (Dyer, & Forman, 1992; Mobolurin, 1995; Benyoucef et al., 2003).

جدول شماره (۳) در قسمت پیوست در انتهای مقاله گنجانده شده است.

مرحله ۳- تعیین صلاحیت اولیه‌ی تأمین‌کنندگان: روش‌های مورد استفاده برای تعیین صلاحیت اولیه‌ی تأمین‌کنندگان بالقوه را می‌توان به شرح زیر طبقه‌بندی نمود (De boer et al., 2001; Aissaoui et al., 2007; Wu, & Barnes, 2011).

۱. مدل‌های طبقه‌بندی^{۸۷}.
۲. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها^{۸۸}.
۳. تکنیک رضایت‌بخشی شمول^{۸۹}.
۴. تکنیک لکسیکوگرافی^{۹۰}.
۵. تکنیک آنالیز خوشه‌بندی^{۹۱}.
۶. مدل‌های هوش مصنوعی^{۹۲} (مانند تکنیک‌های: شبکه عصبی^{۹۳}، استدلال مبتنی بر مورد^{۹۴}، سیستم خبره و ...).

مرحله ۴- انتخاب نهایی تأمین‌کننده (تأمین‌کنندگان): رویکردهای حل برای مرحله انتخاب نهایی تأمین‌کننده یا تأمین‌کنندگان را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد (De boer et al., 2001; Bagherzadeh Azar, & Dorri, 2010; Wu, & Barnes, 2011):

۱. مدل‌های وزنی خطی^{۹۵}: این مدل‌ها شامل روش‌هایی همچون: خانواده الکت^{۹۶}، تحلیل سلسله مراتبی، تئوری مطلوبیت چند شاخصه^{۹۷} و ... هستند.

۲. مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی: بر اساس تعداد توابع هدف می‌توانند به دو گروه تقسیم گردند: الف. برنامه‌ریزی ریاضی تک هدفه ب. برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه.

مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی شامل روش‌هایی همچون: بهینه‌سازی^{۹۸}، تحلیل پوششی داده‌ها، تئوری بازی‌ها^{۹۹}، قیمت-گذاری^{۱۰۰} و ... هستند.

همچنین تکنیک‌های حل روش بهینه‌سازی را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

الف. الگوریتم‌های دقیق^{۱۰۱}: از روش‌های حل دقیق می‌توان به روش صفحات برش^{۱۰۲}، شاخه و کران^{۱۰۳}، برنامه‌ریزی پویا^{۱۰۴} و ... اشاره کرد. همچنین می‌توان از نرم‌افزارهای تحقیق در عملیات برای حل آنها استفاده نمود.

⁸² Based - Activity Costing

⁸³ Balanced Scorecard

⁸⁴ Zero and One Programming

⁸⁵ Fuzzy Agility Index

⁸⁶ Shafer - Dempster Theory

⁸⁷ Categorical Models

⁸⁸ Data Envelopment Analysis Models

⁸⁹ Conjunctive Satisfying Method

⁹⁰ Lexicographi Method

⁹¹ Cluster Analysis

⁹² Artificial Intelligence Models

⁹³ Neural Network

⁹⁴ Case - Based Reasoning

⁹⁵ Linear Weighting Model

⁹⁶ Electre

⁹⁷ Multi - Attribute Utility Theory

⁹⁸ Optimization

⁹⁹ Game Theory

¹⁰⁰ Pricing

¹⁰¹ Exact Algorithm

¹⁰² Cutting Plans

¹⁰³ Branch and Bound

- ب. الگوریتم‌های ابتکاری^{۱۰۵}: از روش‌های اصلی ابتکاری می‌توان به روش تجزیه^{۱۰۶}، جستجوی سازنده^{۱۰۷}، جستجوی بهبودیافته^{۱۰۸} و آزادسازی^{۱۰۹} اشاره کرد.
- ج. الگوریتم‌های فرا ابتکاری^{۱۱۰}: برخی از تکنیک‌های فرا ابتکاری عبارتند از: کلونی مورچگان^{۱۱۱}، الگوریتم ژنتیک^{۱۱۲}، انجماد تدریجی^{۱۱۳}، جستجوی پراکنده^{۱۱۴}، جستجوی ممنوع^{۱۱۵} و ...
۳. مدل‌های آماری: این مدل‌ها شامل روش‌هایی همچون: داده کاوی^{۱۱۶}، آنالیز خوشه‌بندی، آنالیز تشخیص، آنالیز فاکتور^{۱۱۷}، تابع زیان، آمار چند متغیره^{۱۱۸}، شاخص قابلیت فرآیند^{۱۱۹} و ... هستند.
۴. مدل‌های هوش مصنوعی: این مدل‌ها شامل روش‌هایی همچون: شبیه‌سازی^{۱۲۰}، استدلال موردگرا، شبکه عصبی و ... هستند.
۵. مدل‌های کنترل موجودی^{۱۲۱}
۶. دیگر روش‌ها: مدل‌های کیفی (مانند: گسترش عملکرد کیفی^{۱۲۲} و ...)، مدل‌های تفسیری (مانند: مدل‌سازی ساختار تفسیری و ...) و ...

۷. مدل‌های مبتنی بر منطق فازی

۸. مدل‌های ترکیبی: این مدل‌ها ترکیبی از مدل‌های ۷ دسته قبلی هستند.

فنون حوزه‌ی برنامه‌ریزی ریاضی مانند: برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عدد صحیح و برنامه‌ریزی آرمانی به فنون سخت معروفند. هر چه در فنون برنامه‌ریزی درجه‌ی اتکا به دستگاه‌های پیچیده ریاضی و داده‌های عینی بیشتر باشد، درجه سخت بودن فن بیشتر خواهد شد. از طرفی فنونی نظیر: تاپسیس، الکتور و تخصیص خطی^{۱۲۳} فنون نرم تصمیم‌گیری محسوب می‌شوند. در این دسته از فنون درجه اتکا به داده‌های قطعی و عینی کمتر است. ورودی این دسته از فنون به‌طور عمده قضاوت‌های ذهنی تصمیم‌گیرندگان را تشکیل می‌دهد. بعلاوه، مرحله پردازش در این فنون کمتر به معادلات و دستگاه‌های ریاضی متکی است (Azar, 2000). برای منبع‌یابی چندگانه به دلیل داشتن محدودیت باید از مدل‌های سخت^{۱۲۴} و برای منبع‌یابی منفرد به دلیل نداشتن محدودیت باید از مدل‌های نرم^{۱۲۵} استفاده کرد (Esmailian, & Rabieh, 2007).

۳- بحث و نتایج

در دنیای رقابتی امروز، ارائه‌ی محصولات و خدمات با کیفیت برتر، قیمت پایین‌تر و در موعد مقرر به مشتریان، لازمه حیات بنگاه‌های تولیدی و اقتصادی به‌شمار می‌آید. منشأ این معیارهای ارزیابی در مورد محصولات و خدمات را باید در نهادهای ورودی جستجو کرد که توسط تأمین‌کنندگان یک بنگاه، مهیا می‌گردند. این نوع نگرش به فرآیند تأمین و تدارک، ارزش به-

104 Dynamic Programming
 105 Heuristics Algorithm
 106 Decomposition
 107 Constructive Search
 108 Improving Search
 109 Relaxation
 110 Meta - Heuristics Algorithm
 111 Ant Colony Optimization
 112 Genetic Algorithm
 113 Simulated Annealing
 114 Scater Search
 115 Tabu Search
 116 Data Mining
 117 Factor Analysis
 118 Multivariate Satatistics
 119 Process Capability Index
 120 Simulation
 121 Inventory Control Models
 122 Quality Function Development
 123 Linear Assignment
 124 Hard Models
 125 Soft Models

کارگیری تکنیک‌های دقیق و کارا را برای مسأله انتخاب تأمین کنندگان روشن می‌نماید. مسأله انتخاب تأمین کنندگان فرآیند سنجش، مقایسه و یافتن تأمین کنندگان مناسبی است که از توانایی لازم برای تأمین نیازهای خریدار با بهترین کیفیت مورد انتظار، در مکان، حجم و زمان مناسب برخوردار می‌باشند.

از اینرو در این پژوهش ابتدا مسأله انتخاب تأمین کنندگان و فرآیند آن معرفی گردید. سپس مرور ادبیات مسأله انتخاب تأمین کنندگان بر اساس چارچوب استفاده شده توسط De boer et al. صورت گرفت. البته شایان ذکر است در مرحله انتخاب نهایی تأمین کننده یا تأمین کنندگان مورد نظر به علت اهمیت مسأله منبع‌یابی چندگانه تحت عدم قطعیت تنها تحقیقات در زمینه این مسأله مورد بررسی قرار گرفت و باتوجه به مطالعات بررسی شده مشاهده گردید:

۱. طبق تحقیقات به عمل آمده یکی از اساسی‌ترین قدم‌ها در مدیریت تأمین کنندگان تقلیل تأمین کنندگان است. اما در تحقیقات مطالعه شده به ندرت به این موضوع توجه شده است.

۲. در تحقیقات بررسی شده تنها تأمین کنندگان سطح اول در نظر گرفته شده‌اند. به طوری که تاکنون در نظریه تأمین کنندگان سطح دوم و

طراحی یک شبکه تأمین به منظور مدیریت خرید ارائه نگردیده است.

۳. تحقیقات صورت گرفته اغلب از فرضیات ساده‌ای در تعریف مسأله مورد بحث و حل آن استفاده نموده‌اند که می‌تواند منجر به جواب‌هایی متفاوت از دنیای واقعی گردد و به ندرت به موضوعاتی مانند: منافع تأمین کنندگان، استراتژی قیمت‌گذاری، تورم، ارزش زمانی پول، حمل و نقل، سفارش چندین کالا، تخفیف، مدیریت موجودی و ... توجه نموده‌اند.

بنابراین به منظور تطابق بیشتر مسأله منبع‌یابی چندگانه تحت شرایط عدم قطعیت با کاربردهای واقعی، ارائه یک چارچوب ارزیابی جامع و منسجم با در نظرگیری مطالب بیان شده در بالا می‌تواند مسأله را تا آنجا که می‌تواند به دنیای واقعی نزدیک‌تر نموده تا قابلیت اتکاء به جواب‌های به دست آمده در مسائل افزایش یابد. همچنین کاربردی نمودن تحقیقات انجام شده، توسعه تحقیقات بررسی شده و نزدیک‌تر نمودن آنها به دنیای واقعی، بهبود و توسعه روش‌های حل و استفاده از تکنیک‌های دیگر در مطالعات صورت گرفته و در نهایت مقایسه نتایج حاصله با نتایج این تحقیقات از دیگر پیشنهادها برای تحقیقات آینده می‌باشد.

۴- منابع

1. Billhardt, H., Lujak, M., Sánchez-Brunete, V., Fernández, A., & Ossowski, S. (2014). Dynamic coordination of ambulances for emergency medical assistance services. *Knowledge-Based Systems*, 70, 268-280.
2. Toro-Diaz, H., Mayorga, M. E., Chant, S., & Mclay, L.A. (2013). Joint location dispatching decisions for Emergency Medical Services. *Computers & Industrial Engineering*, 64(4), 917-928.
3. Aboueljinnane, L., Sahin, E., & Jemai, Z. (2013). A review on simulation models applied to emergency medical service operations. *Computers & Industrial Engineering*, 66(4), 734-750.
4. Rahmati ghaleh alikhani, E., & Shokuhi, S. (1393). The Ranking of the effective factors on the selection medical devices brand from the perspective of medical centers. *Twelfth Management International Conference*, 12.
5. Salimifard, kh., SHahbandarzadeh, H., & Seayavashi, R. (1390). A model to identify effective factors on the police station location. *journal Bushehr Police Knowledge*, 5(2), 1-20.
6. Moradian, M.J., Pearavi, M.R., Etehad, R., & Mohammadi, K. (1392). Examine responding time in to the emergency and the reasons for the delay in 115 Shiraz emergency center missions. *Journal of Rescue*, 2(5), 30-39.
7. Forman, E. H., & Gass, S. I. (2001) *The Analytic Hierarchy Process – An Exposition*, *Operations Research*, 49(4), 469–486.
8. Poormoalem, N., Kamrani, M., & Mohammadi, A. (1390). The optimal location of fire stations. *Eleventh traffic Transportation Engineering International Conference*, 11.

9. Meshkini, A., Elyaszadeh, S.N., & Zabetiyan, E. (1391). Assessment the location of seal housing projects with a physical-environmental approach, using an AHP hierarchical model (Case Yazd). *Journal of Urban Studies*, 2, 70-75.
10. Ghodsipoor, S.H. (1392). *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, Publishing Center, Amirkabir Technology of University (Polytechnic Tehran).
11. Yang Huei Lee, J. (1997). An AHP decision model for facility location selection. *Facilities*, 15(10), 241-254.
12. Publication of manager pars research-scientific base (Management Research Paper), www.Parsmodir.com.

پیوست

جدول شماره (۳): خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی منبع‌یابی چندگانه تحت عدم قطعیت

مرجع	چند کالایی	تخفیف	تک دوره- ای	تکنیک‌ها
Chaudhry, Lei, & He (2006)	-	-	●	مدل برنامه‌ریزی خطی احتمالی، مدل برنامه‌ریزی محدودیت شانس و الگوریتم ژنتیک
Erdem, Fadiloğlu, & Özekici (2006)	-	-	-	مدل مقدار سفارش اقتصادی احتمالی
Torres, & Mahmood (2006)	-	●	●	درخت تصمیم‌گیری
Burke, Carrillo, & Vakharia (2007)	-	-	●	مدل برنامه‌ریزی غیرخطی صفر و یک مختلط احتمالی
Liao, & Rittscher (2007)	-	-	●	مدل برنامه‌ریزی چندهدفه غیرخطی عددصحيح مختلط احتمالی، الگوریتم ژنتیک
Hong, & Zhuangpin (2008)	●	-	●	مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه‌ی عدد صحيح فازی و مدل Zimmermann (1997)
Wu, & Olson (2008)	-	-	●	مدل برنامه‌ریزی محدودیت شانس، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی خطی صفر و یک مختلط احتمالی، رویکرد مجموع محدب موزون ^{۱۲۶} و شبیه‌سازی مونت کارلو
Amid, Ghodsypour, & O'Brien (2009)	-	●	●	مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه‌ی عددصحيح مختلط فازی و مدل مجموع وزن داده شده
Liu (2010b)	-	-	-	مدل برنامه‌ریزی غیرخطی احتمالی، تکنیک ارزش مورد انتظار، مدل حداکثر شانس ^{۱۲۷} ، مدل آلفا - حداکثر هزینه ^{۱۲۸} ، تکنیک ارائه شده توسط Liu (2010a)، الگوریتم هوشمند ترکیبی که الگوریتم ژنتیک را با شبیه‌سازی غیرقطعی ترکیب می‌کند.
Jolai et al. (2011)	●	-	-	تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس فازی اصلاح‌یافته، مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی خطی عددصحيح مختلط و برنامه‌ریزی آرمانی
Sawik (2011)	●	-	●	مدل برنامه‌ریزی عدد صحيح مختلط تک هدفه، مدل برنامه‌ریزی عدد صحيح مختلط دو هدفه و تکنیک مجموع وزن داده شده
Shaw et al. (2012)	-	-	●	تکنیک تحلیل سلسله مراتبی با تکنیک آنالیز توسعه ^{۱۲۹} ارائه شده توسط Chang (1996)، مدل برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی خطی عدد صحيح فازی و مدل مجموع وزن داده شده
Senyigit (2013)	●	-	●	مدل برنامه‌ریزی خطی عددصحيح مختلط احتمالی، الگوریتم هیورستیک
Sharafi Masouleh (2013)	-	-	●	تاپسیس فازی، مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه و مدل مجموع وزن داده شده
Yin, & Tatsushi (2014)	●	-	●	مدل برنامه‌ریزی خطی احتمالی و بازی استکلبرگ ^{۱۳۰}

¹²⁶ Weighted Convex Sum¹²⁷ Chance Maximization Model¹²⁸ α - Cost Minimization Model¹²⁹ Extent Analysis Method¹³⁰ Stackelberg Game

