

مدل ریاضی انتخاب قرارداد و تعیین میزان خرید گاز طبیعی مایع با در نظر گرفتن

تخفیف کلی و نموی

امیر کرباسی یزدی

گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران Email: karbassi_amir@yahoo.com

*علیرضا رشیدی کمیجان

گروه مهندسی صنایع، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات

صدیق ریسی

گروه مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران Email: raissi@azad.ac.ir

محمود مدیری

گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران Email: modiri_mahmood@yahoo.com

چکیده هدف از این تحقیق کمک به خریداران گاز طبیعی مایع جهت انتخاب قراردادهای مختلف و سطح میزان خرید در دوره‌های زمانی مختلف می باشد. برخی از این قراردادها دارای تخفیف کلی و برخی نموی هستند. عوامل مهم در قراردادها نرخ تبخیر، کیفیت و هزینه های عملیاتی می باشند. با استفاده از تکنیک لینمپ وزن و بهترین سطح هر یک از عوامل فوق تعیین می شود. سپس با یک مدل ریاضی عدد صحیح مختلط، انتخاب قرارداد، میزان بهینه خرید از هر قرارداد و نوع تخفیف استفاده شده در هر دوره با در نظر گرفتن میزان خرید از بازار فعلی توسط خریدار، مشخص می گردد. مدل عددی بر اساس داده های واقعی بوده و مدل ریاضی بر اساس نرم افزار گمز حل شده است. نتایج نشان می دهد که از ۱۲ قرارداد پیشنهادی به خریدار، فقط ۵ قرارداد انتخاب شده است که ۲ قرارداد از تخفیف نموی و ۳ قرارداد از تخفیف کلی استفاده کرده اند.

کلمات کلیدی گاز طبیعی مایع، روش لینمپ، انتخاب قرارداد، مدل تخفیف

تغییر در بخشی یا کل قرارداد، بزرگترین تهدید برای خریداران می باشد که تاثیر زیادی بر اقتصاد آن کشورها دارد. بحران کالیفرنیا در سال ۱۹۹۰ یک مثال مناسب از چالش قراردادهای بلند مدت است که در زمان افزایش قیمت های گاز طبیعی مایع رخ داد. [۴]. بعد از این بحران، بسیاری از خریداران و فروشندگان به دنبال عقد قراردادهای خرید و انعطاف پذیری در بندها و مفاد آن بوده اند [۵] و [۶]. ضمناً در برخی از قراردادها شرایط لغو قرارداد نیز در نظر گرفته شده است که ممکن است این امر به سود یا ضرر خریدار و یا فروشنده تبدیل شود [۷] و [۸].

۱- مقدمه

نرخ مصرف گاز طبیعی مایع از سال ۱۹۹۰ به طور شگرفی در حال افزایش می باشد و این روند در آینده نیز ادامه خواهد داشت. پیش بینی های مختلف نشان می دهد که این نرخ به ۳۰ درصد از کل مصرف سوخت انرژی های جهان می رسد [۱]. این پیشرفت زیاد مصرف گاز طبیعی مایع در جهان به خاطر پیشرفت در تکنولوژی می باشد [۲]. در گذشته استخراج، تبدیل گاز طبیعی به مایع، حمل و نقل و تبدیل مجدد به گاز نیازمند تامین منابع مالی و صرف هزینه های زیادی بود. به همین دلیل بسیاری از فروشندگان، خریداران را مجبور می کردند که قراردادهای بلند مدت با آنان امضاء نمایند تا بدینوسیله با حمایت مالی خریداران، در این پروژه ها سرمایه گذاری نمایند [۳]. بلندمدت بودن قراردادها و عدم امکان ایجاد

* (Corresponding author) rashidi@azad.ac.ir

پیش بینی اینکه در آینده چه اتفاقی می افتد و یا چه مشکلاتی بروز پیدا می کند، سخت خواهد بود. همچنین خریدار به یک چارچوب علمی که در آن امکان انتخاب از بین فروشندگان مختلف وجود داشته باشد، نیاز دارد. در خصوص انتخاب قرارداد تحقیقات مختلفی صورت پذیرفته است. مبحث انعقاد قرارداد و خرید گاز طبیعی مایع نیز از این قاعده مستثنی نمی باشد. در زمینه خرید گاز طبیعی مایع تحقیقات بسیار کمی در دنیا صورت پذیرفته است. اگر چه در دیگر زمینه ها از قبیل قراردادهای زنجیره تامین، قراردادهای انرژی و غیره تحقیقاتی انجام پذیرفته است.

در زمینه نفت و گاز کالفا و گروسمن [۱۰] نشان دادند که چگونه می توان یک قرارداد را با در نظر گرفتن قیمت بهینه در محیط نامطمئن در صنعت نفت و گاز انتخاب کرد. در این تحقیق بستن قرارداد یک راه حل جهت از بین بردن نگرانی های بین خریدار و فروشنده از تجارت، عنوان شده است. قیمت یک عامل احتمالی که متاثر از عوامل محیطی است، در نظر گرفته می شود. مسئله برای دو حالت تقاضای ثابت و تقاضای خطی بررسی شده است و با در نظر گرفتن متغیرهای قیمت، تقاضا و سه حالت تخفیف (۱) تخفیف بعد از یک مقدار مشخص خرید (۲) تخفیف خرید در حجم زیاد و (۳) تخفیف در قراردادهای در زمان ثابت حل شده است. در این تحقیق از روش برنامه ریزی عدد صحیح مختلط غیرخطی دو مرحله ای برای حل این مسئله استفاده شده است. گوگوس و همکاران [۱۱] طی تحقیقی یک مدل برای مدیریت و قیمت گذاری قراردادهای گاز طبیعی مایع با در نظر گرفتن حالت های مختلف بیان نمودند. نوآوری این قراردادها اجازه می دهند تا کشتی ها محموله ها را قبل از تاریخ های معین بارگذاری کرده و گزینه لغو کردن را برای آن در نظر بگیرند. از آن جا که در قراردادهای فروش گاز طبیعی مایع، قیمت نقش عمده ای را بازی می کند و قیمت مدام در حال تغییر و نوسان بوده و احتمالی می باشد، لذا برای حل این مسئله از روش برنامه ریزی مختلط احتمالی صفر و یک استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داده است که قیمت می تواند عامل مهم و تعیین کننده ای در بستن قراردادهای گاز طبیعی مایع باشد. مکسول و ژو [۱۲] طی مطالعه ای به بررسی قیمت گاز طبیعی، هزینه های حمل و نقل و میزان واردات گاز طبیعی مایع پرداختند. آنها جهت بررسی قیمت های گاز طبیعی مایع از روش VAR استفاده نمودند. نوآوری این تحقیق تمرکز بر یک روند ۱۰ ساله در خصوص قیمت های گاز طبیعی مایع در بازارهای فروش فعلی آمریکا و هزینه های حمل و نقل آن می باشد. آنها نشان دادند که قیمت گاز طبیعی مایع می تواند نقش

یکی از محدود تحقیقات صورت گرفته در خصوص انتخاب قرارداد گاز طبیعی مایع توسط خلیل پور و کریمی [۹] صورت پذیرفته است. آنها با احتمالی در نظر گرفتن تقاضا و قیمت، یک مدل ریاضی برای انتخاب قرارداد معرفی کردند به طوری که بر اساس آن بتوان قراردادهای فروش گاز طبیعی مایع را در شرایط عدم اطمینان انتخاب کرد.

هدف از این تحقیق ارائه یک مدل ریاضی برای خریداران گاز طبیعی مایع می باشد. زمانی که یک خریدار با چندین پیشنهاد فروش در دوره های زمانی مختلف روبرو می گردد، با در نظر گرفتن عوامل کلیدی جهت انتخاب قراردادها، سطح مطلوبیت آن عوامل را بر اساس روش لینمپ به دست می آورد. همچنین با در نظر گرفتن متغیر تخفیف های نموی و کلی نهایتاً توسط یک مدل ریاضی عدد صحیح مختلط، این قراردادها را با سطوح بهینه عوامل در نظر گرفته شده، مقایسه نموده تا قراردادهایی که کمترین فاصله با سطح مطلوبیت را دارا می باشند، انتخاب نماید.

در مسئله انتخاب تامین کننده، اکثر تحقیقات متمرکز بر استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاره و رتبه بندی تامین کنندگان بر اساس نظرات خبرگان است که ادبیات غنی در این زمینه وجود دارد. اما در این تحقیق که بر اساس تحقیق کریم پور و خلیلی [۹] بنا شده، یکی از موارد انتخاب فروشنده است و در کنار آن موارد دیگری نظیر تعیین میزان خرید، تصمیم گیری و انتخاب نوع تخفیف می باشد که جنس آن با مسائل انتخاب تامین کننده فرق دارد. در مسئله انتخاب تامین کننده بدلیل استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره مقدار خرید از تامین کنندگان مشخص نمی گردد اما در این تحقیق میزان خرید از هریک از فروشندگان منتخب با استفاده از از برنامه ریزی عدد صحیح مختلط تعیین می گردد.

این تحقیق از بخش های زیر تشکیل شده است. بخش اول مربوط به مقدمه می باشد. در بخش دوم به ادبیات تحقیق مسئله پرداخته می شود. در بخش سوم روش لینمپ و مدل ریاضی انتخاب قرارداد معرفی می گردد. بخش چهارم مربوط به حل مسئله می باشد. نتیجه گیری و راهکارهای مدیریتی در بخش پنجم ارائه شده است.

۲- ادبیات تحقیق

در دنیای پیچیده امروز، فروشندگان و خریداران در هنگام تهیه قرارداد با مشکلات متعددی روبرو هستند. در زمان امضاء قرارداد

را انتخاب می نمایند. در واقع نوآوری این پژوهش شناسایی عوامل کلیدی در قراردادهای EPC، استفاده از روش TODIM با متغیرهای زبانی و پیاده سازی این مسئله در دنیای واقعی می باشد. نتایج، انتخاب قراردادهای EPC با استفاده از روش TODIM را نشان می دهد. هیو و ویسنت [۱۸] به انتخاب قراردادهایی در صنعت برق پرداختند. آنها بر اساس تحقیقات پیشین چهار بُعد رضایت، کیفیت، تحویل و هزینه را در نظر گرفته و برای این چهار بُعد ۱۶ معیار تعریف کردند. نوآوری این تحقیق ترکیب دو روش امتیاز دهی و استفاده از تکنیک برنامه ریزی آرمانی است. نتایج تحقیق پس از انجام در دنیای واقعی نشان داد که مدیران شرکت های برقی جهت انتخاب قرارداد تمرکز بیشترشان بر روی بُعد هزینه می باشد. اولیویرا و همکاران [۱۹] یک مدل برای طراحی قرارداد برای صنعت برق ارائه کردند. در این تحقیق چندین خرده فروش و تولیدکننده با توجه به ساختار آینده بازار در نظر گرفته شده است. نوآوری این تحقیق بررسی قراردادهای آزاد فروش الکتریسیته فعلی و آتی و همچنین بررسی قراردادهای دو طرفه می باشد. نتایج نشان داده است که با گسترش بازارهای آتی در صنعت برق اسپانیا، این بازار با بهبود کارایی باعث کاهش قیمت خرده فروشی ها گردیده است. همچنین ایجاد تعرفه برای قراردادهای باعث افزایش کارایی در مدیریت زنجیره تامین می شود. بونانس و همکاران [۲۰] به بررسی مدیریت قراردادهای انرژی با استفاده از برنامه ریزی احتمالی پرداختند. آنها بیان کردند که اکثر قراردادهای گاز طبیعی مایع به صورت بلند مدت بسته شده و این قراردادهای خود به قراردادهای سالیانه تقسیم می شوند که در هر یک از قراردادهای سالیانه قیمت ها در قراردادهای مشخص می گردند. از آن جا که قیمت ها نامطمئن است برای حل مسئله می بایست از برنامه ریزی پویای احتمالی استفاده کرد. نوآوری این تحقیق استفاده از روش درخت مقدار برداری زمانی که متغیرهای تصادفی از روش احتمالی گوسین تبعیت می کنند، است. سپس داده ها در دنیای واقعی توسط این روش حل شده است.

در زمینه انتخاب قراردادهای زنجیره تامین نیز تحقیقاتی صورت پذیرفته است. گائو و تیان [۲۱] یک قرارداد چند دوره ای برای کالاهای ضروری در زنجیره تامین طراحی کردند. از آن جا که دولت و شرکت ها قراردادهای بلند مدت با هم امضاء می نمایند این محققان نیز در تحقیقشان همکاری های بلند مدت را در نظر گرفتند. این مسئله با استفاده از روش تابع مطلوبیت و تابع لاگرانژین حل گردیده است. نتیجه تحقیقات نشان داده است که یک قرارداد چند دوره ای بسیار بهتر از قراردادهای یک دوره ای

بسیار مهمی در این صنعت بازی نماید. خلیل پور و کریمی [۱۳] طی تحقیقی به بررسی نحوه انتخاب قراردادهای گاز طبیعی مایع پرداختند. آنها جهت حل این مسئله مواردی چون قیمت گاز طبیعی مایع، طول قرارداد، اینکوترمز و کیفیت گاز را در نظر گرفتند. همچنین برای انتخاب قراردادهای بهینه از بین قراردادهای از روش برنامه ریزی عدد صحیح مختلط استفاده کردند. نتایج نشان داد که انتخاب قراردادهای بهینه گاز طبیعی مایع به دلیل عوامل پیچیده ای چون قیمت، انعطاف پذیری، زمان، کیفیت، تخفیف و دیگر عوامل بسیار سخت می باشد. روئستر [۱۴] طی تحقیقی به بررسی تغییر ساختار قراردادهای بین المللی گاز طبیعی مایع پرداخت. نوآوری این تحقیق این است که برای اولین بار بر روی قراردادهای بلند مدت گاز طبیعی مایع تمرکز کرده است. او به دنبال ارائه یک رویکرد جهت انتخاب قراردادهای بلند مدت با در نظر گرفتن هزینه ها بود. نتایج نشان داد با افزایش درخواست های خرید گاز طبیعی مایع، زمان قراردادهای کمتر شده است. هیرشهاسن و نیومن [۱۵] در تحقیقی به بررسی قراردادهای بلند مدت و ویژگی های دارایی های این نوع قراردادهای در صنعت گاز طبیعی مایع پرداخته اند. نوآوری این تحقیق بررسی قراردادهای گاز طبیعی مایع با در نظر گرفتن عواملی است که تا کنون ارائه نشده و همچنین با استفاده از برنامه ریزی پویا این عوامل و تاثیر آنها را بر روی قراردادهای مورد بررسی قراردادند. آنها با بررسی ۳۱۱ قرارداد به این نتیجه رسیدند که بعلت رقابتی شدن بازار، طول زمان قراردادهای گاز طبیعی مایع کاهش یافته است و قراردادهایی که اجرای آنها منوط به سرمایه گذاری می باشد به طور متوسط زمان اجرایشان سه سال افزایش داشته است.

در زمینه قراردادهای انرژی نیز تحقیقاتی صورت پذیرفته است. گارتنر و همکاران [۱۶] به بررسی نحوه طراحی قراردادهای بر اساس منابع پاسخگو به تقاضا در صنعت الکتریسیته پرداختند. آنها برای حل مسئله پس از تعیین متغیرهای مسئله سه سناریو انعطاف پذیری در بازار، ارائه پیشنهاد در بازارهای مبهم، و سناریو در دسترس بودن قرارداد برای مشتریان را در پیش گرفتند و با استفاده از روش برنامه ریزی دو سطحی مسئله را حل نمودند. نتایج نشان داده است که قراردادهای منعطف سخت تر پیاده سازی می شوند. کین و همکاران [۱۷] طی تحقیقی به بررسی عملکرد انتخاب مدل های قراردادهای انرژی با استفاده از روش های تصمیم-گیری چند معیاره پرداختند. آنها بیان کردند که چگونه با استفاده از روش TODIM و متغیرهای زبانی نظر خبرگان را در خصوص انتخاب قراردادهای انرژی جمع آوری کرده و بر اساس روش تصمیم گیری چند شاخصه این قراردادهای

فروشنده تنظیم نمود. نوآوری این تحقیق ارائه یک ترکیب کامل تر از تحقیقات انجام شده و متغیرهای مربوط به آن در زمینه انتخاب قرارداد بهینه است. ولاچس ۱۸ مورد را در معیارهای قرارداد، زنجیره تامین، محیط و رقابت دسته بندی و سپس با استفاده از روش دیماتل و فرایند تحلیل شبکه ای، معیارها و زیر معیارها را اولویت بندی نمود. نتایج نشان داد که عواملی چون سیاست ها، تکنولوژی تامین کنندگان، مسائل حساس، قدرت خریداران، اقدامات قانونی قدرت تامین کنندگان عوامل دارای اولویت می باشند. پریگنه و وونگ [۲۷] یک روش ناپارامتری برای انتخاب قرارداد خرید با در نظر گرفتن خطرات و مشکلات ارائه کردند. این تحقیق در واقع توسعه تحقیق لافونت و تیرول بوده و نوآوری آن در نظر گرفتن تقاضای احتمالی و تابع هزینه در انتخاب قراردادها می باشد. آنها در این تحقیق متغیرهای مختلفی از جمله اندازه شرکت، تقاضا و هزینه را به عنوان متغیرهای مسئله در نظر گرفتند. نتایج این تحقیق می تواند کمک به انتخاب قراردادها یا بیمه ها نماید. تالوری و لی [۲۸] نشان دادند که چگونه می توان یک قرارداد زنجیره تامین بهینه انتخاب نمود. آنها دریافتند برای مدیریت برون سپاری قرارداد باید عواملی همچون انعطاف پذیری، مدیریت ارتباط، مناقصه رقابتی، مذاکره و مدیریت کیفیت را در نظر گرفت. آنها برای انتخاب قراردادها از روش برنامه ریزی عدد صحیح مختلط استفاده کردند. نوآوری این تحقیق در نظر گرفتن سه حالت قراردادهای کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت برای انتخاب قرارداد زنجیره تامین بهینه است. نتایج تحقیق نشان داد که قراردادهای بلند مدت نمی توانند قراردادهای بهینه و مناسبی باشند اگرچه بر روی ایجاد یک رابطه بلند مدت تاکید شده است.

از دیگر تحقیقات صورت گرفته در زمینه انتخاب قرارداد می توان موارد زیر را بر شمرد. پالانسیمای و همکاران [۲۹] در خصوص عوامل کلیدی موفقیت انتخاب قرارداد در صنعت فناوری اطلاعات پرداخته اند. آنها دریافتند که عواملی همچون قراردادهای پیمانکاری، مجوز داشتن محصولات، اجازه استفاده، محرمانه ماندن اطلاعات پرداخت ها، پذیرش نرم افزار توسط کاربران از لحاظ سهولت استفاده و غیره بر روی انتخاب بهترین قرارداد تاثیر می گذارد. آنها برای انتخاب قراردادها بر اساس این عوامل از تکنیک های آماری همچون تحلیل عاملی و آزمون های ناپارامتری استفاده کردند. نوآوری این تحقیق ارائه عوامل کلیدی موفقیت جدید جهت انتخاب قراردادها در صنعت فناوری اطلاعات می باشد. مک فرسون [۳۰] تحقیقی را در خصوص معیارهای استاندارد انتخاب قرارداد بوسیله ابزارهای تحلیل

می باشد. بعلاوه هر دو طرف این قرارداد از این نوع طراحی سود لازم را بهره مند خواهند شد. ژنگ و همکاران [۲۲] مطالعه ای در خصوص قیمت، گردآوری و طراحی قرارداد برای زنجیره تامین معکوس با در نظر گرفتن اطلاعات ناقص انجام داده اند. آنها دو سناریو اطلاعات کامل و اطلاعات ناقص برای دو شرکت غیر همکار در نظر گرفتند. نوآوری این تحقیق جمع آوری و استفاده از عامل قیمت در قراردادهای، در نظر گرفتن دو سناریو اطلاعات کامل و ناقص در تحلیل اطلاعات و در نهایت جمع آوری تمام اطلاعات حتی اطلاعات خصوصی قراردادها جهت در نظر گرفتن و حل در مدل می باشد. نتایج نشان داد که اطلاعات ناقص یک تاثیر منفی بر روی قراردادهای زنجیره تامین معکوس می گذارد. کای و همکاران [۲۳] طی تحقیقی به بررسی طراحی قراردادهای انعطاف پذیر برای زنجیره تامین بر اساس حساسیت تقاضا، تقسیم درآمد و تخصیص یارانه به تامین کنندگان پرداخته است. در این تحقیق دو نوع یارانه برای محصولات و موجودی کالاهایی که به فروش نرفته در نظر گرفته شده است. برای حل این نوع مسائل از داده ها بر اساس متغیرهای ذکر شده از روش تئوری بازی ها استفاده شده است. نتایج این تحقیق کمک می کند تا طراحان این نوع از قراردادها بتوانند قراردادهایی طراحی نمایند تا بهترین قیمت، بیشترین نرخ تقسیم درآمد، کمترین میزان موجودی را داشته باشد. اسلوپس و جیوانی [۲۴] نحوه چگونگی انتخاب قرارداد در زمینه زنجیره تامین را نشان دادند. در این تحقیق سه متغیر اصلی زنجیره تامین یکپارچه، عملکرد زنجیره تامین و آشنایی با زنجیره تامین را انتخاب و برای نشان دادن روابط بین این متغیرها جهت انتخاب قرارداد از رگرسیون لجستیک استفاده کردند. ارائه یک مدل برای طراحی قراردادها جهت حد اکثر کردن سود بر اساس این سه متغیر که بر اساس شکاف تحقیقاتی و بررسی ادبیات تحقیق قبلی می-باشد نوآوری این تحقیق است. این مدل در دنیای واقعی و بین چندین شرکت اروپایی اجرا گردید تا بر اساس آن روابط بین متغیرها مشخص گردد. ساها و همکاران [۲۵] با استفاده از برنامه ریزی فازی احتمالی چند هدفه مدلی را برای انتخاب قرارداد زنجیره تامین ارائه کردند. آنها مسئله را بر اساس محدودیت های بودجه و ریسک، برای قراردادهای بلند مدت مدل سازی و حل کردند. همچنین عامل هزینه و تقاضا را به صورت فازی و تصادفی در نظر گرفتند. مسئله پس از تبدیل به یک مدل یک هدفه توسط روش های معیارهای سراسری و مجموع وزن ها بر اساس داده های فازی حل گردید. نتایج نشان داد قراردادهای بلند مدت دارای بیشترین ریسک برای تولید کننده می باشند. ولاچس [۲۶] نشان داد چگونه با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره می توان یک قرارداد زنجیره تامین بین خریدار و

که به طور کلی و فارغ از تحلیل وضعیت هر گزینه در هر شاخص، نظر کلی خود را نسبت به دو گزینه بیان نماید. در واقع تصمیم گیرنده بر اساس برآورد ذهنی خود ارجحیت یک گزینه نسبت به دیگری را مشخص می نماید. در جدول ۲، وجود عدد ۱ در سطر i و ستون j نشان می دهد که از نظر تصمیم گیرنده، گزینه i به طور کلی بهتر از گزینه j می باشد و در مکان هایی که عدد وجود ندارد بدین معنی است که تصمیم گیرنده نسبت به این دو گزینه نظری ندارد.

در این تحقیق به سه دلیل از روش لینمپ استفاده شد:

(۱) روش لینمپ از مقیاسهای امتیازدهی (نظیر مقیاس آقای ساعتی) برای مقایسه گزینه ها استفاده نمی کند بلکه از مقیاسهای رتبه ای بهره می برد. برای استفاده از مقیاسهای فاصله ای باید فرض کرد شدت فواصل با هم یکسان است که در واقعیت این امر بندرت وجود دارد [۳۲]

(۲) در روش لینمپ، مقدار بهینه هر شاخص مشخص می شود. از آن جا که تابع هدف مدل پیشنهادی انتخاب گزینه ای است که وضعیتش در هر معیار از مقدار بهینه آن معیار فاصله کمتری داشته باشد، نیاز به مقدار بهینه هر معیار داریم که این آیتم جزو خروجی های لینمپ است .

(۳) روش لینمپ بر خلاف بسیاری از تکنیکهای وزن دهی، از یک مدل ریاضی استفاده می کند و جواب بهینه را نتیجه می دهد. ضمناً این مدل از نوع برنامه ریزی خطی است که حتی در مقیاس بالا نیز امکان حل توسط نرم افزار را دارد .

۳-۲- تعاریف مسئله

در خصوص مبحث تخفیف و تخفیف های نموی و کلی فرض نمایید جدول طبقه خرید و قیمت پیشنهادی در یک قرارداد به شرح جدول ۱ باشد

جدول ۱. جدول قیمت و میزان خرید هر طبقه

میزان خرید	0-a	a-b	b-c
قیمت	α	β	γ

اگر خریدار بخواهد به اندازه K واحد ($a < k < b$) خریداری کند، در تخفیف کلی تمام K واحد با قیمت β واحد محاسبه می شود

کیفی در استرالیا انجام دادند. آنها بعد از بررسی عوامل قراردادها، ۲۸ عامل مهم و تاثیرگذار را در انتخاب قراردادهای ساختمان سازی معرفی نمودند.

۳- مدل سازی مسئله تحقیق

۳.۱- روش لینمپ

لینمپ یکی از روش های تصمیم گیری چند معیاره است که با استفاده از یک مدل برنامه ریزی خطی، علاوه بر تعیین وزن شاخصها می تواند بهترین سطح هر شاخص را نیز مشخص نماید. این روش برای اولین بار توسط سیرین واسان و شوکر [۳۱] معرفی گردید. برای استفاده از این روش، تصمیم گیرنده باید مقایسات زوجی بین گزینه ها (به صورت کلی نه به تفکیک شاخصها) انجام دهد. مدل پارامتری روش لینمپ به شرح زیر می باشد

$$\text{Min } z = \sum_{(k,l) \in S} \theta_{k,l}$$

S.T:

$$\sum_{j=1}^n w_j (r_{ij}^2 - r_{kj}^2) - 2 \sum_{j=1}^n r_j^* w_j (r_{ij} - r_{kj}) + \theta_{k,l} \geq 0 \quad \forall (k,l) \in S$$

$$\sum_{j=1}^n w_j \sum_{(k,l) \in S} (r_{ij}^2 - r_{kj}^2) - 2 \sum_{j=1}^n \sum_{(k,l) \in S} r_j^* w_j (r_{ij} - r_{kj}) = 1$$

در مدل فوق، k و l اندیس گزینه های تصمیم گیری و j اندیس شاخص است. مجموعه S مجموعه مقایسات زوجی انجام شده می باشد r_{ij} نیز معرف درایه های ماتریس تصمیم گیری است. متغیرهای اصلی مدل لینمپ، w_j و r_j^* می باشند که به ترتیب بیانگر وزن و بهترین مقدار شاخص j ام هستند. متغیر v_j برای خطی سازی مسئله جایگزین $r_j^* w_j$ می شود. همچنین $\theta_{(k,l)}$ نشاندهنده ناسازگاری در نظرات تصمیم گیرنده است که بدنبال کمینه سازی آن هستیم [۳۲]

در روش لینمپ از تصمیم گیرنده خواسته می شود گزینه ها را دو به دو با هم مقایسه نماید. در این روش تصمیم گیرنده به آنها امتیاز نمی دهد و فقط برتری هر یک نسبت به دیگری را با دادن رتبه بیان می نماید. در این روش بر خلاف ماتریس مقایسات زوجی تصمیم گیرنده نمی بایست تمام مقایسات را انجام دهد و اگر فقط برخی از آنها را نیز انجام دهد مدل توانایی تحلیل را دارد. در این روش از تصمیم گیرنده خواسته می شود

و رقم پرداختی معادل $k\beta$ خواهد بود. اما در تخفیف نموی، a واحد از کل خرید با قیمت α و مابقی $(k-a)$ واحد با قیمت β محاسبه می شود و لذا رقم پرداختی معادل $k\alpha+(k-a)\beta$ خواهد بود.

۳،۳- مدل ریاضی مسئله

در این مرحله مدل ریاضی مسئله تشریح می گردد.

اندیس ها و مجموعه ها

C = مجموعه قراردادهای

C = اندیس قرارداد

P = مجموعه تمام دوره های برنامه ریزی

p = اندیس دوره زمانی

j = اندیس طبقه قیمت پیشنهادی

J_C = مجموع طبقات قیمت پیشنهادی قرارداد C

CI = مجموع قراردادهایی که دارای تخفیف نموی هستند

CO = مجموعه قراردادهایی که دارای تخفیف کلی هستند

پارامترها

ZZ_C = آخرین طبقه قیمت پیشنهادی قرارداد C

u_{jC} = حد بالای طبقه قیمت پیشنهادی j از قرارداد C

l_{jC} = حد پایین طبقه قیمت پیشنهادی j از قرارداد C

D_p = تقاضای دوره p

$MaxInv$ = حد اکثر امکان ذخیره محصول

OC_C = هزینه عملیاتی قرارداد C

OC^* = مقدار بهینه هزینه عملیاتی

ER_C = نرخ بخار گاز قرارداد C

ER^* = مقدار بهینه نرخ بخار گاز

$quality_C$ = کیفیت گاز در قرارداد C

$quality^*$ = مقدار بهینه کیفیت گاز

$scost_p$ = هزینه خرید از بازار Spot market در دوره

زمانی P

متغیرها

q_{jC} = میزان محصول خریداری شده از طبقه پیشنهادی

J از قرارداد C

BS_p = میزان خرید به صورت قرارداد های موقت و جاری^۱

در دوره p

qt_{jC} = مقدار گاز خریداری شده در زمان t ، قرارداد C و طبقه

پیشنهادی j

inv_p = موجودی آخر دوره p

y_{jC} = اگر از طبقه قیمت پیشنهادی j از قرارداد C خرید شود برابر

۱ و در غیر این صورت صفر است.

Z_C = اگر قرارداد C انتخاب شود ۱ و در غیر این صورت برابر صفر

می باشد.

^۱ Spot Market

$$\text{Min } z = (\sum_{c=1}^C z_c \times (OC_c - OC^*) + \sum_{c=1}^C z_c (ER_c - ER^*) + \sum_{c=1}^C z_c (\text{quality}_c - \text{quality}^*)) + \sum_{c \in C} \sum_{j \in J_c} \text{cost}_{jc} \times q_{jc} + \sum_{p=1}^P BS_p \times \text{scost}_p \quad (1)$$

S.T:

$$u_{jc} y_{jc} \leq a_{jc} \leq u_{jc} \quad \forall j=1, c \in CI \quad (2)$$

$$(u_{jc} - l_{jc}) y_{jc} \leq a_{jc} \leq (u_{jc} - l_{jc}) y_{(j-1)c} \quad \forall c \in CI, j \in J_c: j \neq 1 \text{ \& } j \neq zz_c \quad (3)$$

$$a_{jc} \leq u_{jc} y_{(j-1)c} \quad \forall c \in CI, j \in J_c, j = zz_c \quad (4)$$

$$l_{jc} y_{jc} \leq a_{jc} \leq u_{jc} y_{jc} \quad \forall c \in CO, j \in J_c \quad (5)$$

$$\sum_{j \in J_c} y_{jc} \leq 1 \quad \forall c \in CO \quad (6)$$

$$a_{jc} \leq M y_{jc} \quad \forall c \in C, j \in J_c \quad (7)$$

$$\sum_{j \in J_c} y_{jc} \leq M Z_c \quad \forall c \in C \quad (8)$$

$$\sum_{c \in C_t} \sum_{j \in J_c} a_{jc} + \text{Inv}_{t-1} + BS_t \geq D_t \quad \forall t \in T \quad (9)$$

$$\text{Inv}_t \leq \text{MaxInv} \quad \forall t \in T \quad (10)$$

$$\sum_{c \in C_t} \sum_{j \in J_c} \text{quality}_c \times a_{jc} - \sum_{c \in C_t} \sum_{j \in J_c} q_{tjc} \geq LBQ \quad \forall t \in T \quad (11)$$

۳.۴- اعتبارسنجی مدل

در حوزه حل مدل، از نرم افزار گمز نسخه ۲۴ و حل کننده CPLEX استفاده شده است که روش دقیقی است و در مدل‌های خطی منجر به جواب بهینه می‌گردد. در خصوص خود مدل نیز سعی شده که با شرایط دنیای واقعی سازگار باشد. شاخص‌ها بر اساس قراردادهای واقعی گاز طبیعی مایع استخراج شده است و در خصوص مقادیر شاخص‌ها، کیفیت گاز از گزارش تحقیقاتی مورد اشاره زیر، در خصوص هزینه‌های عملیاتی و مقادیر آن از تحقیق سانگورست [۳۳]، در خصوص مقدار خرید گاز طبیعی مایع از مقاله خلیل پور و کریمی [۱۳] و در خصوص بخار گاز از تحقیق دوپروتا و همکاران [۳۴] استفاده شده است.

رابطه (۲) بیانگر تابع هدف است. سه جمله اول این رابطه بدنبال کمینه کردن فاصله شاخصهای قرارداد انتخابی از بهترین سطح شاخصهاست. دو جمله آخر تابع هدف نیز هزینه‌های خرید را نشان می‌دهد. شرط جمع پذیری این پنج جمله آن است که ضرایب هدف نرمالیزه و بی‌مقیاس شوند. روابط (۳)، (۴) و (۵) شرایط تخفیف نموی قراردادهای را بیان می‌نمایند. روابط (۶) و (۷) مربوط به تخفیف کلی می‌باشند. رابطه (۸) ارتباط بین متغیرهای تصمیم را نشان می‌دهد و بیان می‌کند اگر از طبقه ۳-ای از قرارداد خرید صورت پذیرد باید آن قرارداد انتخاب شود. رابطه (۹) مربوط به محدودیت تقاضا می‌باشد و رابطه (۱۰) محدودیت مربوط به موجودی کالا را نشان می‌دهد. رابطه (۱۱) نشان دهنده این است که جمع کیفیت خرید گاز طبیعی مایع از یک حدی پایین تر نباشد.

۴- تجزیه و تحلیل داده ها

۴.۱- داده ها و حل مسئله لینمپ

تحقیقات قبلی و همچنین قراردادهای گاز طبیعی مایع به دست آمده اند، عبارتند از: نرخ بخار گاز، هزینه های عملیاتی و کیفیت گاز (چیو و همکاران [۳۵]; هو و همکاران [۳۶]; آن شیوهی-ویلا و همکاران [۳۷]; وانگ [۳۸]; یو و همکاران [۳۹]). هزینه های عملیاتی از ۳۰۰ دلار تا ۱۲۰۰ دلار به ازای هر tpa می باشد (سانگورست [۳۳]) و نرخ بخار گاز طبیعی مایع به ازای هر روز محاسبه شده است (ووچوانگ و همکاران [۴۰]). جدول ۱ بیانگر اطلاعات مربوط به کیفیت، هزینه های عملیاتی و نرخ بخار گاز می باشد:

جدول ۱. پیشنهادات فروشندگان

قرارداد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
شاخص کیفیت	۵۱	۵۱	۵۲	۵۳	۵۱	۵۱	۵۴	۵۴	۵۴	۵۳	۵۳	۵۲
هزینه عملیاتی (دلار)	۱۰۰۰	۱۱۵۰	۱۱۷۰	۱۰۵۰	۱۲۰۰	۱۱۸۵	۱۱۶۰	۹۸۷	۱۰۵۰	۹۶۸	۱۱۰۳	۱۱۱۹
نرخ بخار گاز (روز)	۰.۰۲۱	۰.۰۱۵	۰.۰۲۰۳	۰.۰۱۷	۰.۰۲۷	۰.۰۲۹۸	۰.۰۱۳۵	۰.۰۲۱۴	۰.۰۲۳۴	۰.۰۱۵۷	۰.۰۲۳	۰.۰۲۴

یک فروشنده بر اساس ۳ متغیر کیفیت گاز، هزینه های عملیاتی و نرخ بخار گاز با یک فروشنده دیگر مقایسه می گردد. اگر از لحاظ پیشنهادات ارائه شده فروشنده اول بر فروشنده دوم ارجحیت و برتری داشت تقاطع سطر فروشنده اول و ستون فروشنده دوم عدد یک قرار می گیرد ولی اگر فروشنده دوم نسبت به فروشنده اول ارجحیت داشته باشد برعکس تقاطع سطر فروشنده دوم و ستون فروشنده اول عدد یک قرار می گیرد. جدول ۲ بیانگر این ترجیحات می باشد.

جدول ۲. ترجیحات خبرگان

	فروشنده ۱	فروشنده ۲	فروشنده ۳	فروشنده ۴	فروشنده ۵	فروشنده ۶	فروشنده ۷	فروشنده ۸	فروشنده ۹	فروشنده ۱۰	فروشنده ۱۱	فروشنده ۱۲
فروشنده ۱			۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱		۱	۱
فروشنده ۲	۱		۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
فروشنده ۳					۱	۱		۱	۱		۱	
فروشنده ۴			۱		۱	۱	۱		۱		۱	۱
فروشنده ۵												
فروشنده ۶								۱				
فروشنده ۷			۱		۱							

در این تحقیق از اطلاعات مقاله خلیل پور و کریمی (۲۰۱۱) استفاده شده است. این تحقیق بر اساس یک خریدار و ۱۲ فروشنده می باشد. ابتدا عوامل مرتبط با قراردادهای فروش گاز طبیعی مایع استخراج می گردد. این عوامل که بر اساس

ابتدا سطح بهینه و وزن شاخصها بر اساس روش لینمپ تعیین می گردد. همانگونه که ذکر گردید در روش لینمپ گزینه ها برای مشخص شدن برتری یا عدم برتری با هم مقایسه زوجی می گردند. در این حالت نظرات و پیشنهادات فروشندگان به خریدار جمع آوری می گردد و پیشنهادات هر یک از فروشندگان با فروشنده دیگر بر اساس هر معیار مقایسه و سپس برتری یا عدم برتری هر یک از آنها مشخص می شود. یعنی پیشنهادات

فروشنده ۸				۱		۱					۱	۱
فروشنده ۹						۱	۱					۱
فروشنده ۱۰	۱		۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱			۱
فروشنده ۱۱						۱	۱	۱		۱		۱
فروشنده ۱۲						۱	۱	۱				

۰/۰۴۵=سطح بهینه نرخ بخار گاز ۰/۰۷=سطح بهینه
 کیفیت گاز ۰/۰۷۷=سطح بهینه هزینه های عملیاتی

در این گام سطح بهینه هر یک از متغیرها بر اساس روش لینمپ تعیین می گردد.

سپس وزن های به دست آمده نرمالیزه می گردند که نتایج نهایی به شرح زیر می باشد

بر اساس رابطه (۱) مربوط به روش لینمپ، نتایج حل این مدل به شرح زیر می باشد:

۰/۲۴=سطح بهینه نرخ بخار گاز ۰/۳۶=سطح بهینه هزینه های
 کیفیت گاز ۰/۴=سطح بهینه هزینه های عملیاتی

۴،۲- داده های مسئله ریاضی

$$v_1 = 13/29 \quad v_2 = 11/76 \quad v_3 = 0/482$$

در این قسمت به ارائه اطلاعات مربوط به مدل ریاضی مسئله پرداخته می شود. قیمت و میزان خرید هر طبقه و هر قرارداد به شرح جدول ۳ می باشد.

وزن هر یک برابر است با:

$$w_1 = 171/43 \quad w_2 = 167/23 \quad w_3 = 10/57$$

سطح بهینه هر یک از متغیرها بدین شرح می باشد:

جدول ۳. مقادیر قیمت ها برای هر طبقه بر اساس قرارداد

قرارداد طبقه		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
		۱۰-۰	۲۰-۰	۲۵-۰	۱۰-۰	۳۰-۰	۱۵-۰	۲۰-۰	۱۰-۰	۱۵-۰	۲۵-۰	۳۰-۰	۲۰-۰
A	میزان خرید (۱۰ ^۳ تن)												

	قیمت (دلار)	۶,۸۷	۷,۲۴	۸,۶۵	۹,۱	۶,۹۷	۸,۷۶	۸,۲۴	۸,۱۲	۷,۸۹	۷,۸	۹,۱۲	۸,۸۷
B	میزان خرید (۱۰ ^۳ تن)	-۱۰ ۲۰	-۲۰ ۴۰	-۲۵ ۵۰	-۱۰ ۲۰	-۳۰ ۶۰	-۱۵ ۳۰	-۲۰ ۴۰	-۱۰ ۲۰	-۱۵ ۳۰	-۲۵ ۵۰	۶۰-۳۰	-۲۰ ۴۰
	قیمت (دلار)	۶,۵	۷,۱۹	۸,۱۴	۸,۴۷	۶,۷۵	۸,۶۹	۸	۷,۲۴	۷,۵	۷	۸,۹۷	۶,۶۶
C	میزان خرید (۱۰ ^۳ تن)	-۲۰ ۳۰	-۴۰ ۶۰	-۵۰ ۷۵	-۲۰ ۳۰	-	-۳۰ ۴۵	-۴۰ ۶۰	-۲۰ ۳۰	-۳۰ ۴۵	-۵۰ ۷۵	۹۰-۶۰	-۴۰ ۶۰
	قیمت	۶	۶,۵۸	۷,۹۸	۷,۴۸	۰	۸,۳	۷,۸۹	۶,۵	۷,۱۲	۶,۴۸	۶,۸۷	۶,۱
D	میزان خرید (۱۰ ^۳ تن)	-	-۶۰ ۸۰	-	-۳۰ ۴۰	-	-۴۵ ۶۰	-۶۰ ۸۰	-	-۴۵ ۶۰	-۷۵ ۹۰	۱۲۰-۹۰	-
	قیمت (دلار)	-	۶,۲۱	-	۷,۴	-	۸,۱۲	۶,۸۷	-	۶,۷۸	۶,۲۳	۶,۷۵	-
E	میزان خرید (۱۰ ^۳ تن)	-	-	-	-۴۰ ۵۰	-	-۶۰ ۷۵	-	-	-۶۰ ۷۵	-	-۱۲۰ ۱۵۰	-
	قیمت (دلار)	-	-	-	۷,۳۵	-	۷,۱۵	-	-	۶,۴۴	-	۶,۵۵	-
F	میزان خرید (۱۰ ^۳ تن)	-	-	-	-	-	-۷۵ ۹۰	-	-	-۷۵ ۹۰	-	-	-
	قیمت (دلار)	-	-	-	-	-	۷,۱	-	-	۶	-	-	-

اساس تن می باشد. همچنین بیشترین مقدار موجودی پنج میلیون تن می باشد. حد اقل مقدار کیفیت گاز برابر با ۲۵ است (ضریب شاخص کیفیت)

جدول ۴ رابطه بین طبقات قیمت پیشنهادی قرارداد C را نشان می دهد. جدول ۴ بیانگر این است که در هر یک از قراردادها آنها تا چه طبقه ای خریداری می نمایند.

میزان شاخص های کیفیت، هزینه های عملیاتی و نرخ بخار گاز در این تحقیق بر اساس جدول ۱ می باشد.

مقدار تقاضا برای دوره های زمانی اول تا چهارم برابر با ۲۹۲۰۰۰۰۰ ، ۱۹۵۷۰۰۰۰ ، ۳۳۰۷۰۰۰۰ ، ۱۸۹۰۰۰۰۰ است. مقدار هزینه خرید از بازار Spot Market در چهار دوره زمانی عبارتست از ۱۰۰۰ ، ۱۱۵۰ ، ۱۳۵۰ ، ۱۲۶۰. همه مقادیر فوق بر

قراردادها طبقات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
a	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
b	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
c	۱	۱	۱	۱		۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
d		۱		۱		۱	۱		۱	۱	۱	
e				۱		۱			۱		۱	
f						۱			۱			

جدول ۴. رابطه بین طبقات قیمت پیشنهادی و قراردادها

رابطه بین قراردادها و دوره های زمانی در جدول ۵ بیان شده است. جدول ۵ بیانگر دوره های زمانی این تحقیق است که به چهار دوره تقسیم شده و قراردادهای ۱،۲،۳ در دوره اول ، قراردادهای ۴،۵،۶ در دوره دوم، قراردادهای ۷،۸،۹ در دوره سوم و قراردادهای ۱۰،۱۱ و ۱۲ در دوره چهارم قرار می گیرند.

دوره زمانی قراردادها	۱	۲	۳	۴
۱	۱			
۲	۱			
۳	۱			
۴		۱		
۵		۱		
۶		۱		

۷			۱	
۸			۱	
۹			۱	
۱۰				۱
۱۱				۱
۱۲				۱

جدول ۵. رابطه بین قراردادهای و دوره های زمانی

میزان فاصله قرارداد انتخابی از بهترین قراردادها در تابع هدف برابر ۶۷۷ واحد می باشد. میزان محصول خریداری شده در هر قرارداد و هر طبقه به شرح زیر می باشد.

مقدار ER^* ، OC^* ، $quality^*$ که همان سطح بهینه هزینه عملیاتی، نرخ بخار گاز و کیفیت می باشد برابر مقادیر معادل به دست آمده آن در روش لینمپ می باشد.

۴،۳- نتایج مسئله

حال پس از تعیین سطح به انتخاب قرارداد بر اساس مدل ریاضی پرداخته می شود. مسئله با نرم افزار گمز نسخه ۲۴ اجرا شده است. پس از اجرای حل مسئله نتایج آن بدین شرح می باشد:

طبقه ۱	قرارداد ۲	قرارداد ۶	
مقدار	۲۰	۱۵	
طبقه ۲	قرارداد ۲	قرارداد ۶	قرارداد ۷
مقدار	۲۰	۱۵	۲۶/۵
طبقه ۳	قرارداد ۲	قرارداد ۶	
مقدار	۲۰	۱۵	
طبقه ۴	قرارداد ۲	قرارداد ۶	
مقدار	۶۳،۴	۱۵	
طبقه ۵	قرارداد ۶	قرارداد ۱۱	

مقدار	۱۵	۱۲۰	
طبقه ۶	قرارداد ۶	قرارداد ۹	
مقدار	۴۸,۴	۹۰	

جدول ۶. میزان محصول خریداری شده در هر طبقه و قرارداد

آمدن تخریب‌های محیط زیستی و از بین رفتن آن می‌گردد. گاز طبیعی مایع به عنوان یک جایگزین مطمئن و دوستدار محیط زیست و ماده‌ای که بیشتر از نفت در دسترس می‌باشد شناخته شده است. با این حال استحصال گاز طبیعی مایع بسیار پرهزینه می‌باشد. بنا بر این بسیاری از فروشندگان به دنبال انعقاد قراردادهای بلند مدت با خریداران هستند. با این حال فروشندگان زبان‌هایی از قبیل افزایش قیمت گاز طبیعی مایع را متحمل می‌گردند.

هدف از این تحقیق شناسایی و تعیین سطح بهینه عوامل موثر بر انتخاب قراردادهای گاز طبیعی مایع بر اساس روش لینمپ و انتخاب قرارداد و میزان خرید گاز طبیعی مایع بر اساس مدل تخفیف می‌باشد. در ابتدا با مطالعه ادبیات تحقیق پیشین و مصاحبه با خبرگان عوامل موثر بر انتخاب قراردادهای گاز طبیعی مایع استخراج می‌گردد. این عوامل موثر عبارتست از نرخ بخار گاز، کیفیت گاز و هزینه‌های عملیاتی. تفاوت عمده این تحقیق با سایر تحقیق‌های مشابه در جامعیت عوامل و در نظر گرفتن مدل‌های تخفیف جهت حل مسئله می‌باشد. در این تحقیق از روش لینمپ جهت به دست آوردن سطح بهینه عوامل استفاده شده است.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که از میان سه معیار مذکور، الویت اول نرخ بخار گاز می‌باشد. این عامل بدین معنی است که در تمامی قراردادهای جریمه‌ای برای فروشنده مبنی بر تجاوز از حد مجاز بخار شدن گاز در نظر گرفته می‌شود. حتی در مواردی خریدار می‌تواند کل محموله را برگرداند. اولویت بعدی کیفیت گاز می‌باشد. در بسیاری از قراردادهای جریمه‌ای برای کیفیت پایین گاز طبیعی مایع در نظر گرفته می‌شود و اگر کیفیت از حد توافق شده کمتر باشد محموله رد می‌گردد. هزینه‌های عملیاتی اولویت آخر می‌باشد. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های نیروی انسانی، مالیات، هزینه حمل و نقل و غیره می‌باشد. از آن جا که هزینه‌های مذکور هم برای خریدار و هم برای فروشنده دارای اهمیت زیادی می‌باشند، هر یک به دنبال انتقال این هزینه‌ها به دیگری می‌باشند. همچنین یکی دیگر از نتیجه‌های

مقدار موجودی برای دوره‌های زمانی اول تا چهارم برابر است با

$$inv_1 = 1652.41 \quad inv_2 = 3015.625 \quad inv_3 = \quad inv_4 = 0 \text{ و } 1593.088$$

مقدار فروش در Spot Market فقط در دوره اول و برابر ۲۷۷۸,۵۴ می‌باشد.

نتایج جدول فوق نشان می‌دهد که قراردادهای ۲ و ۶ از تخفیف کلی نمودی استفاده کرده و قراردادهای ۷,۹ و ۱۱ از تخفیف کلی استفاده نموده‌اند

درباره انتخاب طبقه قیمت پیشنهادی هر قرارداد طبقات و قراردادهای انتخاب شده برابر است با قرارداد دوم طبقه اول، قرارداد ششم طبقه اول، قرارداد دوم طبقه دوم، قرارداد ششم طبقه دوم، قرارداد ششم طبقه هفتم، قرارداد دوم طبقه سوم، قرارداد ششم طبقه سوم، قرارداد دوم طبقه چهارم، قرارداد ششم طبقه چهارم، قرارداد ششم طبقه پنجم، قرارداد یازدهم طبقه پنجم، قرارداد ششم طبقه ششم و قرارداد نهم طبقه ششم

در خصوص قراردادهای قراردادهای دوم، ششم، هفتم، نهم و یازدهم انتخاب می‌شوند

۵- نتیجه‌گیری

۵,۱- نتیجه‌گیری مدیریتی

در حال حاضر، انرژی به عنوان یک سلاح قوی برای کشورها می‌باشد و جنگ‌های بسیاری در طول زمان برای به دست آوردن آن رخ داده است. تمامی کشورها بدرستی اهمیت نفت و گاز را درک کرده‌اند اما متوجه نشده‌اند که این مواد باعث به وجود

- Ukraine-Russia crisis: Implications for energy markets and scholarship. *Energy Research & Social Science*, 3, 13–15.
- [6]. Honore, A. (2011). European natural gas demand, supply, and pricing: cycles, seasons, and the impact of LNG price arbitrage. *OUP Catalogue*.
- [7]. Rühl, C. (2010). Global energy after the crisis: Prospects and priorities. *Foreign Affairs*, 63–75.
- [8]. Stern, J. (2014). International gas pricing in Europe and Asia: A crisis of fundamentals. *Energy Policy*, 64, 43–48.
- [9]. Khalilpour, R., & Karimi, I. A. (2012). Contract selection under uncertainty. LNG buyers' perspective. *Proceedings of the 11th International Symposium on Process Systems Engineering*, 15-19
- [10]. Calfa, B. A., & Grossmann, I. E. (2015). Optimal procurement contract selection with price optimization under uncertainty for process networks. *Computers & Chemical Engineering*, 82, 330–343.
- [11]. Guigues, V., Sagastizábal, C., & Zubelli, J. P. (2014). Robust management and pricing of liquefied natural gas contracts with cancelation options. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 161(1), 179-198.
- [12]. Maxwell, D., & Zhu, Z. (2011). Natural gas prices, LNG transport costs, and the dynamics of LNG imports. *Energy Economics*, 33(2), 217-226.
- [13]. Khalilpour, R., & Karimi, I. A. (2011). Selection of liquefied natural gas (LNG) contracts for minimizing procurement cost. *Industrial & engineering chemistry research*, 50(17), 10298-10312.
- [14]. Ruester, S. (2009). Changing contract structures in the international liquefied natural gas market: a first empirical analysis. *Revue d'économie industrielle*, (127), 89-112.
- [15]. Von Hirschhausen, C., & Neumann, A. (2008). Long-term contracts and asset specificity revisited: An empirical analysis of producer–importer relations in the natural gas industry. *Review of Industrial Organization*, 32(2), 131-143.
- [16]. Gärtner, J., Flath, C. M., & Weinhardt, C. (2018). Portfolio and contract design for
- روش لینمپ تعیین مقدار سطح بهینه هر یک از این عوامل است.
- همچنین در این تحقیق از بین ۱۲ قراردادی که برای ۴ افق زمانی معرفی گردید، نتیجه حل مسئله نشان می‌دهد که هر ۱۲ قرارداد می‌بایست انتخاب شود. بر اساس ۶ طبقه تخفیفی برای این ۱۲ قرارداد که بر اساس تخفیف نموی قیمت های بالا و پایین هر طبقه از خرید و قیمت فروش در هر طبقه مشخص گردیده است و همچنین تخفیف کلی و سایر محدودیت ها، ۱۷ طبقه برای استفاده از آن انتخاب شده است. همچنین میزان خرید از هر طبقه و قرارداد مشخص گردیده است. در ادامه میزان موجودی در چهار دوره های زمانی مختلف و همچنین میزان Spot Market برای این دوره های زمانی معین گردیده است. در انتها کمینه کردن فاصله قرارداد انتخابی از بهترین قراردادها بر اساس محدودیت‌ها و متغیرهای ذکر شده محاسبه شده است.

۵.۲-پیشنهاد برای تحقیقات آتی

یکی از مفروضات این تحقیق قطعی بودن داده ها می باشد اما در برخی از موارد همچون قیمت، تقاضا، کیفیت و ... ممکن است داده ها قطعی در نظر گرفته نشود. برای حل مسئله در این شرایط می توان از تکنیک هایی چون بهینه سازی استوار، تئوری فازی و برنامه ریزی احتمالی استفاده کرد.

منابع

- [1]. Conti, J. J., Holtberg, P. D., Beamon, J. A., Schaal, A. M., Ayoub, J. C., & Turnure, J. T. (2014). Annual energy outlook 2014. US Energy Information Administration
- [2]. Conti, J., Holtberg, P., Doman, L. E., Smith, K. A., Sullivan, J. O., Vincent, K. R., ... Kearney, D. R. (2011). International energy outlook 2011. *US Energy Information Administration, Technical Report No. DOE/EIA-0484*.
- [3]. Songhurst, B. (2014). LNG plant cost escalation. Oxford Institute for Energy Studies. Oxford University
- [4]. Valentine, S. V. (2011). Emerging symbiosis: Renewable energy and energy security. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 4572–4578.
- [5]. Goldthau, A., & Boersma, T. (2014). The 2014

- Nonparametric identification of a contract model with adverse selection and moral hazard. *Econometrica*, 79(5), 1499–1539.
- [28]. Talluri, S., & Lee, J. Y. (2010). Optimal supply contract selection. *International Journal of Production Research*, 48(24), 7303–7320.
- [29]. Palanisamy, R., Verville, J., & Taskin, N. (2015). The critical success factors (CSFs) for Enterprise Software contract negotiations: An empirical analysis. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(1), 34–59.
- [30]. Whyte, A., & Macpherson, E. (2011). Standard Forms of Contract Selection Criteria: A Qualitative Analysis of the Western Australian Construction Industry. In *RICS Construction and Property Conference* (p. 651).
- [31]. Srinivasan, V., & Shocker, A. D. (1973). Linear programming techniques for multidimensional analysis of preferences. *Psychometrika*, 38(3), 337–369.
- [۳۲]. اصغر پور، م. ۱۳۸۷. تصمیم گیری های چند معیاره. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۲۵۳
- [33]. Songhurst, B. (2014). LNG plant cost escalation. Oxford Institute for Energy Studies. Oxford University
- [34]. Dobrota, Đ., Lalić, B., & Komar, I. (2013). Problem of boil-off in LNG supply chain. *Transactions on maritime science*, 2(02), 91-100
- [35]. Chiu, C., Choi, T., & Tang, C. S. (2011). Price, Rebate, and Returns Supply Contracts for Coordinating Supply Chains with Price-Dependent Demands. *Production and Operations Management*, 20(1), 81–91.
- [36]. Hu, K.-J., & Vincent, F. Y. (2016). An integrated approach for the electronic contract manufacturer selection problem. *Omega*, 62, 68–81.
- [37]. Unsihuay-Vila, C., Marangon-Lima, J. W., de Souza, A. C. Z., Perez-Arriaga, I. J., & Balestrassi, P. P. (2010). A model to long-term, multiarea, multistage, and integrated expansion planning of electricity and natural gas systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 25(2), 1154–1168.
- [38]. Wang, W. (2010). A model for maintenance demand response resources. *European Journal of Operational Research*, 266(1), 340-353.
- [17]. Qin, Q., Liang, F., Li, L., & Wei, Y. M. (2017). Selection of energy performance contracting business models: A behavioral decision-making approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 422-433
- [18]. Hu, K.-J., & Vincent, F. Y. (2016). An integrated approach for the electronic contract manufacturer selection problem. *Omega*, 62, 68–81.
- [19]. Oliveira, F. S., Ruiz, C., & Conejo, A. J. (2013). Contract design and supply chain coordination in the electricity industry. *European Journal of Operational Research*, 227(3), 527–537.
- [20]. Bonnans, J. F., Cen, Z., & Christel, T. (2012). Energy contracts management by stochastic programming techniques. *Annals of Operations Research*, 1–24.
- [21]. Gao, X. N., & Tian, J. (2018). Multi-period incentive contract design in the agent emergency supplies reservation strategy with asymmetric information. *Computers & Industrial Engineering*, 120, 94-102
- [22]. Zheng, B., Yang, C., Yang, J., & Zhang, M. (2017). Pricing, collecting and contract design in a reverse supply chain with incomplete information. *Computers & Industrial Engineering*, 111, 109-122
- [23]. Cai, J., Hu, X., Tadikamalla, P. R., & Shang, J. (2017). Flexible contract design for VMI supply chain with service-sensitive demand: Revenue-sharing and supplier subsidy. *European Journal of Operational Research*, 261(1), 143-153.
- [24]. Sluis, S., & De Giovanni, P. (2016). The selection of contracts in supply chains: An empirical analysis. *Journal of Operations Management*, 41, 1–11.
- [25]. Saha, A., Kar, S., & Maiti, M. (2015). Multi-item fuzzy-stochastic supply chain models for long-term contracts with a profit sharing scheme. *Applied Mathematical Modelling*, 39(10), 2815–2828.
- [26]. Vlachos, I. (2013). Designing effective contracts within the buyer-seller context: a DEMATEL and ANP study.
- [27]. Perrigne, I., & Vuong, Q. (2011).

service contract design, negotiation and optimization. *European Journal of Operational Research*, 201(1), 239–246.

[39]. Yoo, S. H., Kim, D., & Park, M.-S. (2015). Pricing and return policy under various supply contracts in a closed-loop supply chain. *International Journal of Production Research*, 53(1), 106–126

[40]. Wuchang, W., Yuxing, L., Fafeng, S., & Leilei, Z. (2010). Controlling factors of internal pressure and evaporation rate in a huge LNG storage tank [J]. *Natural Gas Industry*, 7, 033.