



Design Fuzzy Expert System for Feasibility of Industrial Projects Case Study: Oil Industry

Adel Azar¹, Hossein Bakhtiari²✉

1- Professor, Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Faculty of Islamic Studies and Management, Imam Sadiq University, Tehran, Iran.

Abstract:

Green management and its application of green approach in developing industrial projects is new paradigm of management that guaranty desirable level of environmental of criteria in developing plans and projects. Green feasibility study of industrial projects survey environmental criteria in project and is a road to achieve resistance development. Purpose of this article is development of decision support system in subject of adaption of industrial projects to environmental criteria that warranty the resistance development. The decision support system based on expert system methodology and with fuzzy approach developed. Knowledge base that is important section of this system is shaped based on if-then rules and ideas of experts. After designing this system, we verify the system in two stage based on opinion of experts. First with T student statistical criteria inference the ideas of expert and appoint the final criteria and in the second stage give the data of oil store construction to the expert and they predict the output of feasibility and compare this result with the output the developed system by MSE criteria. The result expressive that the designed system has a good performance.

Keywords: *Green Feasibility of Project, Expert System, Fuzzy Logic.*

1. azara@modares.ac.ir

2. ✉ Corresponding author: bakhtiari14@gmail.com

نشریه علمی - پژوهشی بهبود مدیریت
سال دهم، شماره ۲، پیاپی ۲۲، تابستان ۱۳۹۵
صفحات ۳۲ - ۵

طراحی سیستم خبره فازی برای امکان سنجی سبز پروژه‌های صنعتی

(مورد مطالعه: صنعت نفت)

(تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۱۵)

عادل آذر^۱، حسین بختیاری^{۲*}

چکیده

مدیریت سبز و به تبع آن به کارگیری رویکرد سبز در توسعه پروژه‌های صنعتی از پارادایم‌های جدید مدیریت است که تضمین کننده تحقق سطح مطلوب شاخص‌های زیست محیطی در توسعه طرح‌ها و پروژه‌های صنعتی است. امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی، بررسی شاخص‌های زیست محیطی در پروژه‌ها است و مسیری برای نیل به توسعه پایدار است. هدف از این مقاله توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری در موضوع انطباق پروژه‌های صنعتی با ملاحظات زیست محیطی است که تضمین‌کننده توسعه پایدار است. سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیر، مبتنی بر روش‌شناسی سیستم‌های خبره و با رویکرد فازی توسعه یافته است. پایگاه دانش سیستم که مهم‌ترین بخش آن است به صورت قواعد اگر-آن‌گاه و مبتنی بر نظرات خبرگان صنعت نفت و متمرکز در پروژه‌های احداث انبار نفت تشکیل شده است. پس از طراحی سیستم مذکور، برای اعتبار سنجی آن در دو مرحله مبتنی بر نظر سنجی از خبرگان درجه صحت سیستم سنجیده شده است. در ابتدا درجه اهمیت شاخص‌های احصاء شده در قالب طیف لیکرت از خبرگان پرسیده شده و استنباط آماری با آزمون آماري T انجام و شاخص‌های نهایی مشخص شده است. در مرحله بعدی، اعتبار سنجی داده‌های پروژه ساخت انبار نفت تهران به خبرگان صنعت نفت واگذار شده و از ایشان خواسته شده است که بر اساس این ورودی‌ها، خروجی سیستم یعنی شاخص امکان سنجی سبز پروژه را پیش‌بینی نمایند و سپس نظرات خبرگان با خروجی حاصل از سیستم پشتیبان تصمیم مقایسه شده و بر اساس معیار میانگین مجزورات خطا (MSE) تصمیم‌گیری شده است که مقایسات انجام شده نتایج حاکی از اعتبار و روایی مطلوب سیستم طراحی شده است.

واژگان کلیدی:

امکان‌سنجی سبز پروژه، سیستم خبره، منطق فازی

۱ - استاد گروه مدیریت دانشگاه تربیت مدرس Azara@Modares.ac.ir

۲* - استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه امام صادق (ع) (نویسنده مسئول): Bakhtiari14@gmail.com

۱- مقدمه

امروزه "ارزیابی پیامدهای زیست محیطی" به‌عنوان پیش شرط دستیابی به اهداف حفاظت و توسعه پایدار محسوب می‌شود که گریزی از پذیرش آن نیست. اهمیت این موضوع تا آن‌جا پیش رفته است که در بسیاری از کشورها، حتی طرح‌های کلیدی و حیاتی توسعه بدون برخورداری از پشتوانه "ارزیابی پیامدهای زیست محیطی"، اعتبار خود را از دست می‌دهد و اهمیت و حتی ضمانت اجرایی آن‌ها در برابر این مقوله نسبتاً تازه تولد یافته، رنگ می‌بازد [۸].

چنان‌چه اساسی‌ترین و توجیه‌پذیرترین پروژه‌های توسعه در هر زمینه از نظر "پیامدهای زیست محیطی"، مورد ارزیابی قرار نگیرند، موفقیت آن‌ها نه تنها قابل تضمین نیست بلکه ممکن است زمینه بروز مسائل پیش‌بینی نشده و حادی باشند که شکست‌های آتی را به‌دنبال داشته باشند. [۵].

مفهوم مدیریت سبز، صنعت سبز، اقتصاد سبز، تولید ناخالص داخلی سبز و ... از مفاهیم جدیدی است که در عرصه اقتصاد و مدیریت وارد شده و در دهه اخیر پروژه‌ها ملزم به برخورداری از پیوستار زیست محیطی هستند، بر این اساس، لازم است شاخص‌ها و عوامل مبین سبز بودن پروژه در مطالعات امکان‌سنجی نیز وارد شده و در کنار شاخص‌های مالی و اقتصادی، ملاحظات زیست محیطی نیز در قالب شاخص‌های تعریف شده نقش‌آفرینی کنند.

در پروژه‌های مختلف صنعت نفت از جمله پروژه‌های ساخت پالایشگاه نفت، پالایشگاه گاز، احداث خطوط انتقال نفت و گاز، حفر چاه‌های نفت و احداث انبار نفت، تبعات زیست محیطی فراوانی متصور بوده و در صورت عدم توجه به ملاحظات زیست محیطی در مرحله امکان‌سنجی این پروژه‌ها و اجرای آن‌ها بدون در نظر گرفتن این ملاحظات، نتایج ناگواری محیط زیستی به‌وجود خواهد آمد. با توجه به لزوم مسئولیت‌پذیری پروژه‌های این صنعت در قبال جامعه و محیط زیست لازم است سنجش دقیقی از میزان سبز بودن پروژه‌های این صنعت به‌عمل آید. شناسایی دقیق مخاطرات زیست محیطی صنعت نفت به‌عنوان بخشی از یک تحلیل امکان‌پذیری جامع این پروژه‌ها مورد تاکید سازمان‌های ناظر رسمی است؛ یکی از پیامدهای بروز حوادث در صنایع نفت و گاز که از جمله صنایع فرآیندی هستند و با طیف وسیعی از مواد شیمیایی آلاینده خطرناک سروکار دارند تخریب غیر قابل جبران محیط زیست است این موضوع در کنار دیگر نگرانی‌های زیست محیطی مانند گرم شدن زمین، تخریب لایه ازن، آلودگی آب‌ها، انقراض نسل برخی موجودات زنده و ... به یکی از مهم‌ترین مسائل و دغدغه‌های جهانی تبدیل شده است. بنابراین، اتخاذ رویکرد جامع در امکان‌سنجی پروژه‌های نفتی به‌ویژه پروژه‌های احداث انبار نفت و خطوط انتقال نفت و گاز نیز به‌دلیل ذخیره‌سازی و انتقال حجم بالایی از فرآورده‌های نفتی که دارای ریسک بالایی از خطرات زیست محیطی‌اند، بسیار ضروری است. سرمایه‌گذاران و سازمان‌های تأمین‌کننده مالی پروژه‌ها و طرح‌های صنعتی نیز پیش از سرمایه‌گذاری می‌بایست علاوه بر سنجش شاخص‌های مالی و عوائد آتی هزینه‌ها و فواید پروژه، میزان مسئولیت‌پذیری پروژه در قبال محیط زیست را محاسبه نموده و آن را به صورت ملموس در اختیار داشته باشند. بنابراین سرمایه‌گذاران پروژه‌های صنعتی همواره با این مسأله مواجه هستند که آیا مطالعات امکان‌سنجی انجام

پذیرفته دیدگاهی فراگیر داشته و همه عوامل و متغیرهای ممکن را در نظر گرفته و مهمتر آنکه آیا این مطالعات به واقعیت نزدیک بوده و می‌تواند مبنای حمایت مالی از پروژه شود؟ برای سنجش موفقیت مالی و اقتصادی پروژه مدل‌های کلاسیک فراوانی در بحث ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی توسعه یافته است اما سنجش انطباق پروژه با مسئولیت‌های زیست محیطی مسأله پیچیده‌ای است که علی‌رغم تلاش‌هایی جهت فائق آمدن بر آن، کماکان محل پژوهش و توسعه قرار دارد. بنابراین چگونگی سنجش سبز بودن پروژه مسأله‌ای است که بررسی آن نیازمند برخورداری از روش‌شناسی مناسب تحلیلی بوده و در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ از این مسأله می‌توان به سه سوال اصلی تحقیق رسید:

- ۱- شاخص‌های سنجش سبز بودن پروژه‌های صنعتی چیست؟
- ۲- روش‌شناسی مناسب تحلیل سبز بودن پروژه‌های صنعتی چیست؟
- ۳- سیستم خبره فازی طراحی شده در پروژه‌های ساخت انبار نفت چه کارکردی دارد؟

۲- مبانی نظری تحقیق

در این بخش ادبیات موضوعات مرتبط با سبز بودن پروژه‌ها همچون صنعت سبز و توسعه پایدار مرور گشته و موضوع امکان سنجی پروژه‌ها نیز مطرح می‌شود؛ همچنین، پیشینه تحقیقات مرتبط با تاکید بر استفاده از روش‌شناسی سیستم‌های خبره و به‌ویژه سیستم‌های خبره فازی طرح خواهد شد.

۲-۱- صنعت سبز

صنعت سبز^۱ انطباق‌پذیری صنایع با کارایی انرژی و تولیدات تمیزتر در راستای بهبود بهره‌وری و رقابت‌پذیری است و لازمه آن کاهش مضرات بوم‌شناختی است. صنعت سبز گذرگاهی برای حمایت از جوامع، اکوسیستم‌های حیاتی و آب و هوای جهانی از رشد فزاینده ریسک‌های محیطی و بروز کمبود شدید منابع طبیعی است [۱۸]. صنعت سبز بخش‌های صنعتی و تولیدی را به‌گونه‌ای تغییر شکل می‌دهد که به‌صورت اثربخش در توسعه صنعتی پایدار مشارکت داشته باشند. صنعت سبز یک استراتژی بخشی، برای تحقق اقتصاد سبز و رشد سبز در بخش صنعت است [۱۹].

اقتصاد سبز^۲، صنعت سبز و رشد سبز^۳ انعکاس نیاز به استراتژی‌ها و نقشه راه‌هایی برای نیل به توسعه پایدار و انتقال الگوهای تولید و مصرف فعلی به مسیرهایی است که پایداری بیشتری در بلندمدت دارد [۲۲]. رویکرد مدیریت سبز یک استراتژی جدید مدیریتی است برای گسترش و توسعه توانایی‌های سازمان برای کسب موفقیت در کسب و کار موفق در زمینه نتایج مالی، اجتماعی و محیط زیستی. این رویکرد نقشی

۱- Green Industry

۲- Green Economy

۳- Green growth

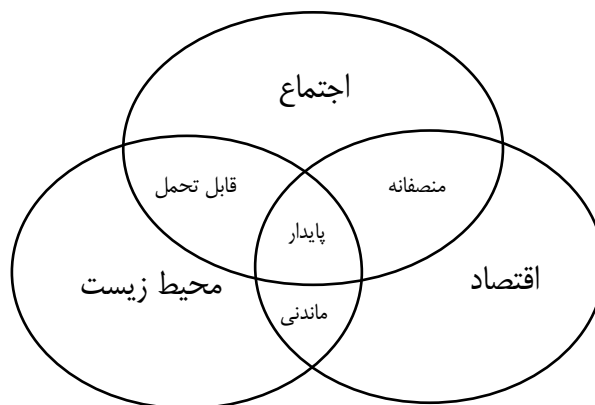
اساسی در داشتن صنایع دوستدار محیط زیست دارد و یکی از روش‌های مهم و حساس برای کاهش معضلات آینده زیست محیطی است.

امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی لازمه نیل به صنعت سبز است. هرگاه شاخص‌های زیست محیطی لازم در مکان‌یابی، مشخصات فنی و سایر بخش‌های یک پروژه به‌خوبی رعایت شود، سبز بودن پروژه در مرحله بهره‌برداری تضمین می‌یابد. بنابراین، می‌توان قبل از اجرای پروژه و در مرحله مطالعات امکان‌سنجی شاخص‌های زیست محیطی را در تحلیل وارد و در تصمیم‌گیری پذیرش و یا عدم پذیرش از آن استفاده نمود [۵].

۲-۲- توسعه پایدار

توسعه پایدار^۱، الگویی از توسعه است که نیازهای نسل حاضر را برآورده سازد، بدون این‌که توانایی نسل آینده را در تامین نیازهایشان به مخاطره اندازد. توسعه پایدار همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است شامل ابعاد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی است.

توسعه پایدار که از دهه نود بر آن تأکید شد جنبه‌ای از توسعه انسانی و در ارتباط با محیط زیست و نسل‌های آینده است. هدف اصلی توسعه پایدار پرورش قابلیت‌های انسانی همراه با استفاده مناسب از منابع طبیعی و زیست محیطی است. توسعه پایدار موتور محرکه پیشرفت متعادل، متناسب و هماهنگ اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی تمامی جوامع و به‌ویژه کشورهای در حال توسعه است [۲۵].



شکل ۱- توسعه پایدار

توسعه پایدار سعی دارد به پنج نیاز اساسی زیر پاسخ گوید:

- ✓ تلفیق حفاظت محیط زیست و توسعه اقتصادی
- ✓ تامین نیازهای اولیه زیستی انسان
- ✓ دستیابی به عدالت اجتماعی
- ✓ ارتقای فرهنگی در تمامی جوامع
- ✓ حفظ پیوستگی مستمر اکولوژیکی

۲-۳- امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی

با اندکی توجه به کشورهای صنعتی و توسعه یافته و سهم کلان درآمدهای ناشی از تولیدات صنعتی در تولید ناخالص ملی آن‌ها، کشورهای در حال توسعه را مشتاقانه در آرزوی توسعه صنعتی و افزایش سهم تولید صنعتی در تولید ناخالص ملی می‌یابیم. از این‌رو گرایش آنان در طرح، انتخاب و اجرای پروژه‌های صنعتی افزایش یافته و اکثر این کشورها با این چنین طرح‌هایی سروکار دارند. از سوی دیگر انتخاب طرح‌های سرمایه‌گذاری و اجرای آن‌ها ظرافت خاصی را می‌طلبد که اگر با دقت علمی همراه نباشد، همواره منابع داخلی ملت‌ها در معرض تضییع قرار خواهد گرفت.

در معنای کلاسیک امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی، محصول و یا خدمت ارایه شده می‌بایست از سهم قابل ملاحظه‌ای از بازار برخوردار باشد، در این مدل بررسی می‌شود که نیازهای مالی و سرمایه‌ای آن چیست، تأمین مالی از چه محلی صورت می‌پذیرد، چه نیازمندی فنی و تکنولوژیکی برای تبدیل ایده به محصول ملموس نیاز است؛ با این اوصاف امکان‌سنجی یک مفهوم چند متغیره است، به این معنا که یک پروژه نه تنها باید از جنبه فنی توجیه و با دوام باشد بلکه باید در زمینه‌های اقتصادی و بازرگانی نیز توجیه پذیر باشد. بنابراین، در مواردی ممکن است یک پروژه در یک بعد همچون بعد فنی امکان‌پذیر باشد ولی از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نبوده و لذا قابلیت اجرا نداشته باشد. بنابراین، نیاز است همه ابعاد امکان‌سنجی پروژه‌ها از قبیل بازاریابی، فنی، مالی، اقتصادی و حقوقی مورد توجه قرار گیرد. با توسعه مفاهیم مسئولیت‌های اجتماعی و مسئولیت‌های زیست محیطی و توسعه استانداردهای زیست محیطی، توجه به شاخص‌های زیست محیطی و سبز نمودن فرآیندهای سازمانی، منابع و همچنین سبز شدن پروژه‌های صنعتی ضرورت یافته است. امروزه پروژه‌های صنعتی از پیوستار زیست محیطی برخوردارند و در آن‌ها شاخص‌های زیست محیطی مرتبط و میزان تحقق آن‌ها در پروژه در حال مطالعه مشخص می‌گردد.

منظور از امکان‌سنجی سبز^۱ پروژه‌های صنعتی انطباق پروژه با ملاحظات زیست محیطی است که در اغلب موارد به‌عنوان پیوست زیست محیطی پروژه شناخته می‌شود [۱۱].

با مرور ادبیات تحقیق و مراجعه به مراکز معتبر ارایه دهند استانداردهای زیست محیطی از قبیل استاندارد ایزو ۱۴۰۰۰، سازمان ملی استاندارد، سازمان بهداشت جهانی، سازمان ملی محیط زیست، ۴۴ شاخص احصا گردید

^۱ - Green Feasibility

که پس از اعتبارسنجی شاخص‌های توسط خبرگان که در بخش تجزیه و تحلیل داده‌ها توضیح داده خواهد شد نهایتاً ۴۱ شاخص به شرح ذیل معین گردید.

جدول ۱- شاخص‌های نهایی امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی

ردیف	عنوان شاخص کلی	عنوان زیرشاخص‌ها	مرکز ارائه دهنده شاخص
۱	هوا	میزان تولید گاز CO2	استاندارد سازمان محیط زیست
۲		میزان تولید گاز SO2	استاندارد سازمان محیط زیست
۳		میزان تولید گاز CO	استاندارد سازمان محیط زیست
۴		میزان تولید گاز NOx	استاندارد سازمان محیط زیست
۵		میزان تولید ذرات معلق	استاندارد سازمان محیط زیست
۶	زمین	کویرزایی یا کویرزدایی	استاندارد سازمان محیط زیست
۷		جنگل‌زایی یا جنگل‌زدایی	استاندارد سازمان محیط زیست
۸		کاهش ضایعات و پسماندها و استفاده از روش‌های بازیافت	ISO14000
۹		عدم تغییر طبیعت بکر مناطق طبیعی	استاندارد سازمان محیط زیست
۱۰		رسوبات و آلودگی شیمیایی	استاندارد سازمان محیط زیست
۱۱		میزان تولید و دفع زباله‌های صنعتی	استاندارد سازمان محیط زیست
۱۲		فرسایش خاک	استاندارد سازمان محیط زیست
۱۳		از بین بردن پوشش گیاهی	استاندارد سازمان محیط زیست
۱۴		ایجاد لرزش در زمین	استاندارد سازمان محیط زیست
۱۵		ایجاد فرونشست در زمین	استاندارد سازمان محیط زیست
۱۶		میزان آب مصرف شده	استاندارد سازمان محیط زیست
۱۷		میزان فاضلاب تصفیه شده	WHO
۱۸		میزان تولید COD	WHO
۱۹		میزان تولید BOD	WHO
۲۰		میزان تولید TSS	WHO
۲۱	ایجاد آلودگی در آب‌های سطحی	WHO	
۲۲	ایجاد آلودگی در آب‌های زیرزمینی	WHO	
۲۳	تولید فاضلاب‌های صنعتی و انسانی	WHO	
۲۴	فاصله از منابع تأمین‌کننده آب زیرزمینی	WHO	
۲۵	فاصله از منابع تأمین‌کننده آب سطحی (سدها)	WHO	
۲۶	انرژی	مصرف سوخت‌های فسیلی	ISO14000
۲۷		مقدار انرژی الکتریکی مصرفی	ISO14000
۲۸		مقدار گاز مصرفی	ISO14000
۲۹		توان ذخیره انرژی	مدیریت سبز
۳۰		کاهش مصرف منابع طبیعی و مواد اولیه	ISO14000

استاندارد سازمان ملی استاندارد	میزان شدت صدا	آلودگی صوتی	۳۱
استاندارد سازمان ملی استاندارد	میزان مدت صدا		۳۲
استاندارد سازمان ملی استاندارد	میزان تناوب صدا		۳۳
استاندارد سازمان ملی استاندارد	برخورداری از سیستم شکست صدا		۳۴
استاندارد سازمان محیط زیست	فاصله از منطقه مسکونی		۳۵
استاندارد سازمان محیط زیست	میزان تولید بو	اکوسیستم	۳۶
استاندارد سازمان محیط زیست	برخورداری از سیستم کنترل بو		۳۷
ISO14000	استفاده از علائم هشدار دهنده ایمنی هنگام انجام کار		۳۸
ISO14000	میزان ریسک عدم استراحت کارکنان		۳۹
ISO14000	آیا وسایل ایمنی کارکنان تهیه شده است؟		۴۰
استاندارد سازمان محیط زیست	گازهای تولید شده		۴۱

همان‌طور که در جدول بالا مشخص است کلیه شاخص‌هایی که می‌تواند در پروژه‌های احداث انبار نفت موضوعیت داشته باشد مبتنی بر استانداردهای رسمی تدوین یافته است.

۲-۴- پروژه‌های احداث انبار نفت و خطوط انتقال نفت و گاز

با توجه به چرخه تامین مصارف گوناگون فرآورده‌های نفتی اعم از بنزین، نفت سفید، نفت گاز و نفت کوره در شهرها و کارخانجات، لازم است انبارهای نفت به‌منظور ذخیره‌سازی این فرآورده‌ها در نزدیکی مقاصد مصرف تأسیس گردد. انبار نفت غرب تهران که واقع در شمال شرق تهران است نیز به‌منظور تامین فرآورده‌های مذکور برای بخشی از شهر تهران و شهرک‌های صنعتی اطراف، احداث شده است. فرآورده‌های نفتی از پالایشگاه‌ها وارد انبارهای نفت شده و طی برنامه زمان‌بندی توسط تانکرهای نفت‌کش، به مقاصد مصرف حمل می‌شوند. در پروژه‌های احداث انبارهای نفت، شاخص‌های مختلفی پیش از اجرای پروژه و همچنین هنگام بهره‌برداری از پروژه می‌بایست مد نظر قرار گرفته و در امکان‌سنجی زیست محیطی پروژه، سنجیده گردد. مکان‌یابی انبار، فاصله از اماکن شهری، آلودگی‌های زیست محیطی (آب، هوا، زمین) و آلودگی‌های صوتی و اکوسیستمی و سایر ملاحظات زیست محیطی پیش از اجرای پروژه اندازه‌گیری می‌گردد که در این پژوهش سیستم طراحی شده به آن می‌پردازد. مشخصات انبار نفت غرب تهران که مورد مطالعه سیستم طراحی شده است، به شرح جدول زیر است:

جدول ۲- مشخصات انبار نفت غرب تهران (منبع: شرکت ملی نفت ایران)

فرآورده	تعداد مخازن	جمع ظرفیت مخازن (میلیون لیتر)	نوع سقف	قدرت تخلیه (مترمکعب بر ساعت)			قدرت بارگیری (مترمکعب بر ساعت)		
				خط لوله	نفتکش	مخزن دار	خط لوله	نفتکش	مخزن دار
بنزین	۸	۲۶۰	شناور	۱۷۰۰	۴۵۰	-	۱۷۰۰	۹۰۰	-
نفت گاز	۷	۲۲۰	ثابت	۱۷۰۰	۵۵۰	۴۵۰	۱۸۰۰	۱۱۰۰	-
نفت سفید	۳	۱۰۰	شناور	۸۵۰	۱۰۰	-	۸۵۰	۳۵۰	-
نفت کوره	۱۳	۵۰	ثابت	۶۰۰	۱۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۴۵۰	۴۵۰
سوخت چت	۴	۷۰	شناور	۸۵۰	۶۰۰	-	۸۵۰	۶۰۰	-
جمع	۳۵	۱۱۵۰	-	۵۷۰۰	۶۰۰	-	۸۵۰	۶۰۰	-

در انبار نفت غرب تهران به دلیل نزدیکی به مراکز شهری ضرورت توجه به ویژگی‌های زیست محیطی مضاعف می‌گردد؛ سیستم خبره طراحی شده به دنبال سنجش میزان تحقق شاخص‌های زیست محیطی در این انبار است.

۲-۵- پیشینه تحقیق

هرچند رویکرد غالب در امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی رویکرد سنتی مبتنی بر روش‌های اقتصاد مهندسی^۱ است ولی تحقیقات معدودی نیز از رویکردهای هوش مصنوعی استفاده نموده‌اند؛ در این بخش علاوه بر این تحقیقات، مواردی را که به لحاظ روش شناسی و موضوعی نیز نزدیک به موضوع پژوهش حاضر بوده و کارکرد مشابهی دارند نیز ذکر می‌نماییم.

بکارگیری سیستم خبره در امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی تأکید بر ارزیابی‌های مالی و اقتصادی پروژه‌ها دارد. به‌عنوان نمونه، می‌توان به مجموعه مقالاتی که از روش‌شناسی سیستم‌های خبره برای تحلیل دلایل موفقیت و عدم موفقیت ایجاد پروژه‌ها و یا توسعه کسب و کارها وجود دارد، اشاره نمود؛ در این حوزه، مقاله گرینسمر و همکاران با طراحی سیستم خبره، به‌دنبال پیش‌بینی شکست راه‌اندازی کسب و کارهای بازرگانی با تأکید بر شاخص‌های مالی و بازاریابی است [۹].

چین و همکارانش نیز میزان موفقیت یک پروژه را در طول زمان با رویکرد سیستم خبره و با به‌کارگیری روش‌های استنتاج پیش‌رو، سنجیده است [۴].

^۱ - Engineering Economy

سیلر نیز در کتاب خود که شامل مجموعه مقالات روش‌شناسی سیستم‌های خبره فازی^۱ است فصلی را به کاربردهای مدیریت مالی سیستم‌های خبره قطعی و فازی شامل پیش‌بینی هزینه، موفقیت و یا عدم موفقیت پروژه و ارزیابی ریسک می‌پردازد [۱۷].

آکوکا و همکارش نیز، با طراحی یک سیستم خبره، به دنبال ارزیابی اقتصادی توسعه محصولات جدید هستند و در آن به توجیه‌پذیری اقتصادی، بازار و زیست محیطی، پرداخته است. در این مقاله، هر چند یکی از مولفه‌های اصلی پژوهش‌گران، مطالعات زیست محیطی پروژه‌هاست، لیکن شاخص‌های انتخابی ناظر بر فرآیندهای درون سازمانی و ذی‌نفعان سازمانی، از قبیل کارکنان و شرکا بوده و مدیریت منابع انسانی و مباحث ایمنی و ارگونومی نیز تحلیل شده است [۱].

آرندا و همکارانش، نیز با رویکرد سیستم خبره فازی، سیستمی جهت مدیریت کسب و کار طراحی نمودند، این سیستم که ESROM نامیده شده است به دنبال سنجش موفقیت شرکت و میزان دستیابی به اهداف استراتژیک بوده و در سطح کلیه فرآیندهای تولید و عملیات را شامل می‌شود [۱۵].

زرقام و همکارش نیز، با طراحی یک سیستم خبره با عنوان PORSEL، به دنبال ارزیابی طرح‌های سرمایه‌گذاری بوده است و پیشنهاد وی برای کاربرد سیستم فوق در تشکیل سبد سهام و انتخاب پورتفلیو است [۲۳].

آسترادانگ و همکارانش نیز، با به‌کارگیری سیستم‌های خبره مبتنی بر قواعد فازی مدلی هوشمند، برای ارزیابی اقتصادی طرح‌های توسعه‌ای RFID ایجاد کرده‌اند. قواعد این سیستم مبتنی بر ادبیات ارزیابی اقتصادی طرح‌های صنعتی و شامل شاخص‌های مالی همچون NPV، است [۲۰].

ایدروس و همکارانش نیز، با رویکرد سیستم خبره فازی، هزینه‌های یک پروژه را پیش‌بینی می‌کنند و سیستم خبره پیشنهادی خود را جایگزین رویکرد کلاسیک تخمین هزینه‌های پروژه می‌دانند [۱۲].

در زمینه استانداردهای محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیز می‌توان به مقاله آزاده و همکارانش در سال ۲۰۰۸ اشاره داشت که در آن با استفاده از روش‌شناسی سیستم خبره فازی، مدلی برای ارزیابی عملکرد شاخص‌های بهداشت، ایمنی، محیط زیست و ارگونومی طراحی و در پالایشگاه گاز اجرا می‌گردد؛ نتایج اجرای مدل با وضعیت غیرفازی نیز مقایسه و مطلوبیت حالت فازی گزارش شده است [۲].

در حوزه مدیریت عملکرد نیز بوبیلو و همکارانش در سال ۲۰۰۹، برای مدل کارت امتیازی متوازن یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مبتنی بر روش‌شناسی سیستم خبره، طراحی می‌نمایند [۳].

اوترو و همکارانش نیز، برای سنجش قابلیت‌ها و عملکرد کارکنان حوزه نرم‌افزاری، سیستم خبره فازی طراحی نموده‌اند که در محیط‌های مهارت محور و تجربی می‌تواند به سنجش عملکرد کارکنان بپردازد [۱۶].

در مجموع، روش‌شناسی سیستم‌های خبره کاربردهای وسیعی در موضوعات مختلف مدیریتی دارد و با توجه به قابلیت شاخص‌های کیفی و عبارات کلامی به‌کارگیری سیستم‌های خبره قطعی و فازی در حوزه‌های مختلف مدیریت، بسیار متداول است [۲۴].

^۱ Fuzzy Expert System

مقالاتی نیز به بررسی تأثیرات زیست محیطی پروژه‌ها پرداخته ولی در آنها روش‌شناسی جامعی برای سنجش میزان سبز بودن یک پروژه و انطباق با شاخص‌های زیست محیطی ارائه نشده است. در گزارش توجیه‌پذیری زیست محیطی پروژه ساخت تونل تأثیرات زیست محیطی یکی از اهداف اصلی توسعه پروژه قلمداد شده است و صرفاً برخی شاخص‌های زیست محیطی پروژه همچون آلودگی صوتی، تأثیرات بر منابع آبی و خاکی، امینی و ... ذکر شده است [۶].

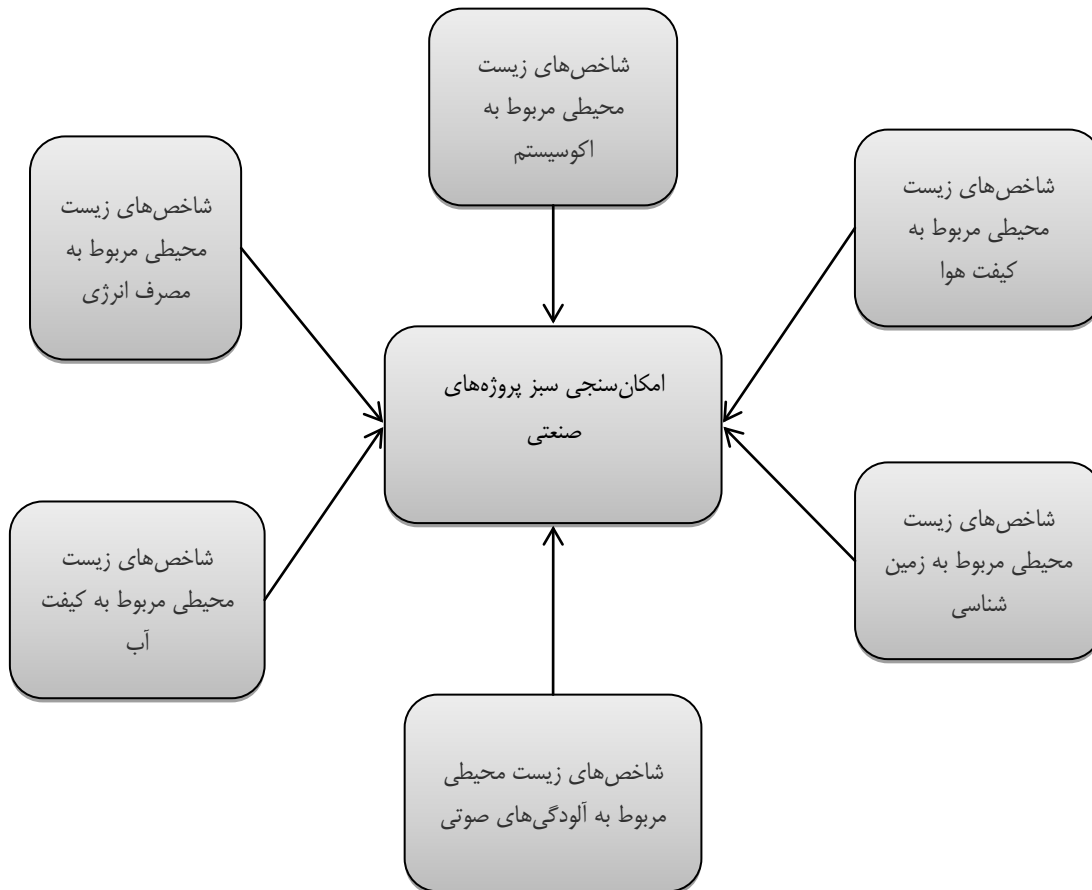
ونگ و همکارانش، در مقاله‌ای مروری کاربردهای سیستم‌های خبره در حوزه‌های مختلف مدیریت را طی یک دوره ۸ ساله بررسی کردند و دسته‌بندی زیر را ارائه داده‌اند: [۲۱]

جدول ۳- تعداد مقالات سیستم‌های خبره در حوزه‌های مختلف مدیریت (ونگ ۱۹۹۵)

ردیف	حوزه تحقیقاتی	تعداد مقالات
۱	حسابداری و حسابداری	۹ مقاله
۲	مالی	۴۰ مقاله
۳	منابع انسانی	۷ مقاله
۴	سیستم‌های اطلاعاتی	۳۲ مقاله
۵	بازاریابی و توزیع	۱۴ مقاله
۶	تولید و عملیات	۱۰۶ مقاله
۷	مدیریت استراتژیک	۶ مقاله

۳- مدل مفهومی پژوهش

با بررسی جامع ادبیات تحقیق و استانداردهای زیست محیطی شاخص‌های امکان‌سنجی سبز پروژه‌ها احصاء که در جدول شماره ذکر گردیده بود و با تقسیم‌بندی این شاخص‌ها مدل مفهومی پژوهش، شکل می‌گیرد که پس از اعتبارسنجی از طریق نظر سنجی از خبرگان صنعت مورد مطالعه مبنای طراحی سیستم خبره فازی قرار گرفته است. مدل مفهومی توسعه یافته در پژوهش، به‌صورت زیر است:



شکل ۲- مدل مفهومی توسعه یافته امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی

۴- روش تحقیق

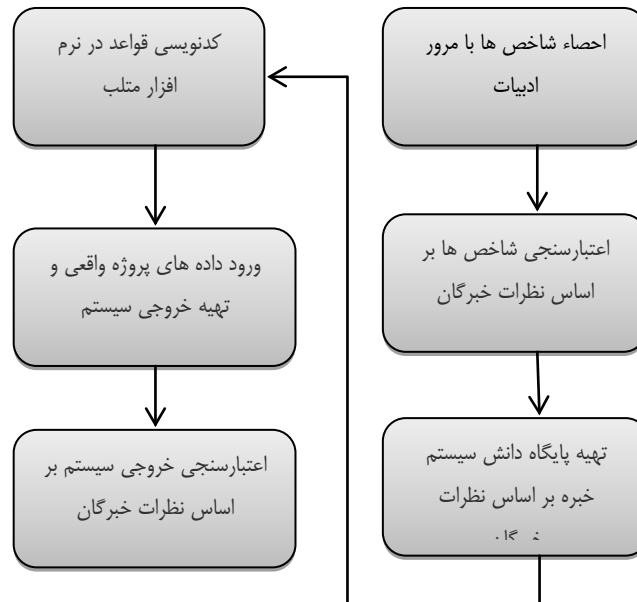
- مقاله حاضر از حیث جهت‌گیری مقاله‌ای کاربردی است که از طریق مدل‌سازی از نوع توصیفی- تجربی سعی در تحلیل مسأله امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی دارد؛ از حیث قلمرو به شرح ذیل است:
- قلمرو زمانی: پژوهش حاضر در بازه زمانی فروردین ۹۳ تا اسفند ۹۳ اجرایی گشته است.
 - قلمرو مکانی: این پژوهش در شرکت پخش فرآورده‌های نفتی تهران و انبارهای نفت زیرمجموعه آن اجرا شده است.
 - قلمرو موضوعی: موضوع این پژوهش امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی با استفاده از سیستم خبره فازی است.

جامعه آماری خبرگان صنعت نفت در حوزه احداث و بهره برداری از پروژه های انبار نفت است که در شهر تهران ۱۲ خبره در این حوزه شناسایی گردید و برای تهیه پایگاه دانش سیستم خبره با ایشان مصاحبه های عمیق صورت پذیرفت. همچنین در مراحل اعتبار سنجی شاخص ها و همچنین اعتبارسنجی سیستم خبره فازی طراحی شده از نظرات این خبرگان استفاده گردید.

۴-۱- مراحل اجرای پژوهش

مراحل اجرای پژوهش به شرح ذیل است:

- ۱- انجام مطالعات کتابخانه ای به منظور مرور مبانی نظری در ارتباط با موضوع امکان سنجی سبز پروژه های صنعتی و همچنین مطالعه به کارگیری رویکرد هوشمندانه و سیستم های خبره در این زمینه.
- ۲- احصاء شاخص های امکان سنجی سبز پروژه های صنعتی در ابعاد شش گانه اکوسیستم، انرژی، کیفیت هوا، زمین، کیفیت آب و آلودگی صوتی از طریق مطالعه استانداردهای مراجع معتبر علمی و اجرایی و مدل های توسعه یافته همچون مدل مدیریت سبز
- ۳- مصاحبه با خبرگان صنعت نفت در حوزه پروژه های احداث انبار نفت و توزیع پرسشنامه در بین ایشان به منظور اعتباریابی شاخص های احصاء شده و کاربرد آنها در صنعت نفت و اصلاح شاخص ها.
- ۴- انجام آزمون آماری t استیودنت، به منظور اعتبار سنجی شاخص ها و بررسی تعمیم پذیری نظرات خبرگان.
- ۵- مصاحبه با خبرگان به منظور اکتساب دانش و طراحی قواعد اگر-آن گاه در زمینه امکان سنجی سبز پروژه های احداث انبارهای نفت.
- ۶- تشکیل پایگاه دانش بر اساس اطلاعات اخذ شده از خبرگان و تعیین توابع عضویت فازی (توابع فازی مثلثی) و تعریف قواعد اگر-آن گاه برای نرم افزار متلب
- ۷- استفاده از نرم افزار متلب و برنامه نویسی سیستم خبره فازی
- ۸- اعتبار سنجی مدل از طریق ورود داده های یکی از انبارهای نفت احداث شده (انبار نفت غرب تهران) در سیستم خبره طراحی شده و دریافت درجه امکان سنجی سبز پروژه و مقایسه خروجی با نظرات خبرگان



شکل ۳- خلاصه مراحل اجرای پژوهش به صورت شماتیک

در پژوهش حاضر، ابتدا با مرور ادبیات صنعت سبز، امکان‌سنجی پروژه‌ها، مدیریت سبز و استانداردهای زیست محیطی مراکز معتبر علمی و اجرایی، شاخص‌های ارزیابی سبز پروژه‌های صنعتی، احصاء و تدوین شد و در ادامه به منظور اعتبارسنجی شاخص‌ها و اضافه نمودن شاخص‌های جدید در صنعت نفت، از ۱۲ نفر از خبرگان صنعت نفت که در پروژه‌های احداث و بهره‌برداری انبارهای نفت صاحب‌نظر بودند و هم‌اکنون در همین حوزه مشغول به کار هستند، نظر سنجی گردید. این ۱۲ نفر، از میان مدیران صنعت نفتی انتخاب شدند که دارای بیش از ۲۰ سال سابقه در حوزه انبارهای نفت باشند. لازم به ذکر است که این تعداد از مدیران، در استان تهران مشغول به فعالیت هستند.

مبنای آماری سنجش انحرافات سیستم خبره از نظرات خبرگان نیز میانگین مجموع مربعات خطا است که در ادامه فرمول آماری آن ارایه شده است.

$$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad \text{شاخص مجموع مربعات خطاها}$$

مربعات خطاها

$$MSE = SSE/n \quad \text{شاخص میانگین مجموع مربعات خطاها}$$

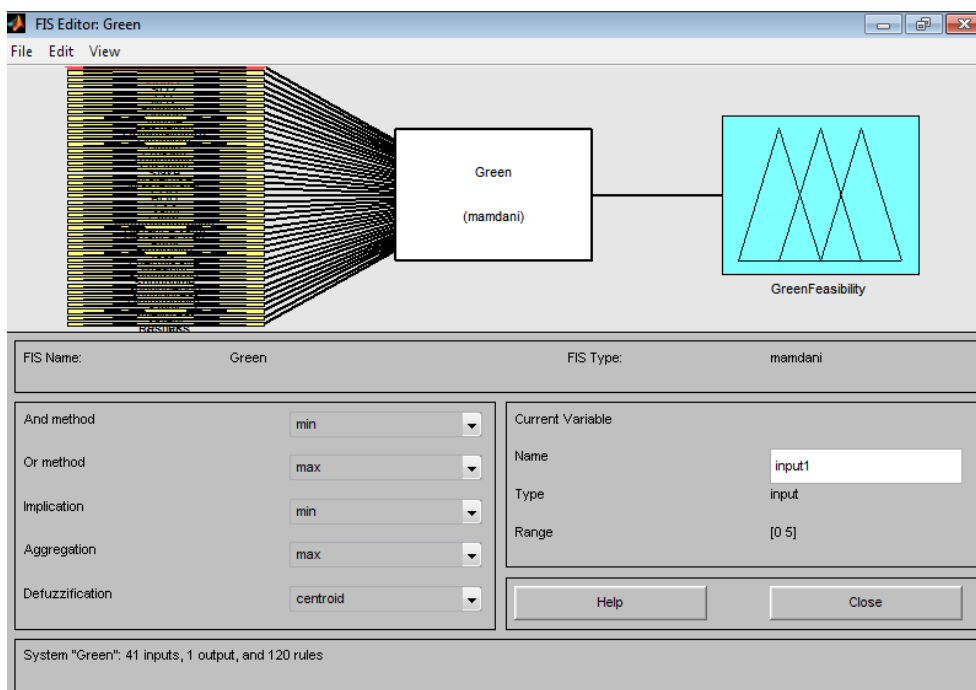
مربعات خطاها

۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش، روش تهیه پایگاه دانش حاصل از نظرسنجی از خبرگان و تعیین توابع عضویت فازی مثلثی و تعریف قواعد اگر-آن‌گاه در نرم‌افزار متلب، به صورت شماتیک، نشان داده شده است. همچنین خروجی نرم‌افزار SPSS نشان داده می‌شود که این خروجی در مرحله اول برای اعتبارسنجی شاخص‌های زیست محیطی تدوین شده، به کار گرفته شده است و در مرحله دوم، به منظور محاسبه میانگین مجموع خطاها، به کار رفته است.

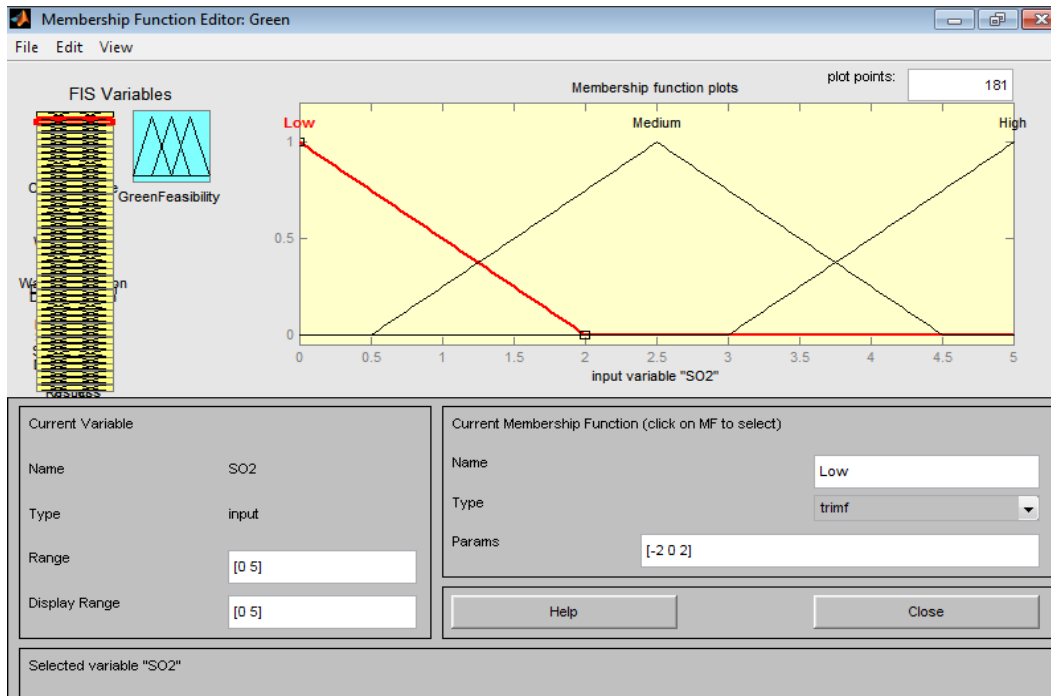
۵-۱- مدل‌سازی مساله در نرم‌افزار متلب

در این بخش به صورت شماتیک مراحل که برای مدل‌سازی مساله در نرم‌افزار متلب طی شده است، تشریح می‌شود:



شکل ۴- رابطه متغیرهای فازی ورودی و متغیر خروجی (امکان سنجی سبز) در نرم‌افزار متلب

همان‌طور که در صفحه ویرایش متغیرهای نرم‌افزار متلب، در شکل ۴، نشان داده شده است، متغیرهای ورودی، شاخص‌های زیست محیطی که در جدول (۱)، توضیح داده شده‌اند، بوده و متغیر خروجی، امکان-سنجی سبز و یا توجه‌پذیری سبز است. سیستم استنتاج نیز سیستم ممدانی انتخاب شده است که مبتنی بر قاعده پیشینه کمینه اشتراکات منطق فازی، عمل می‌کند.

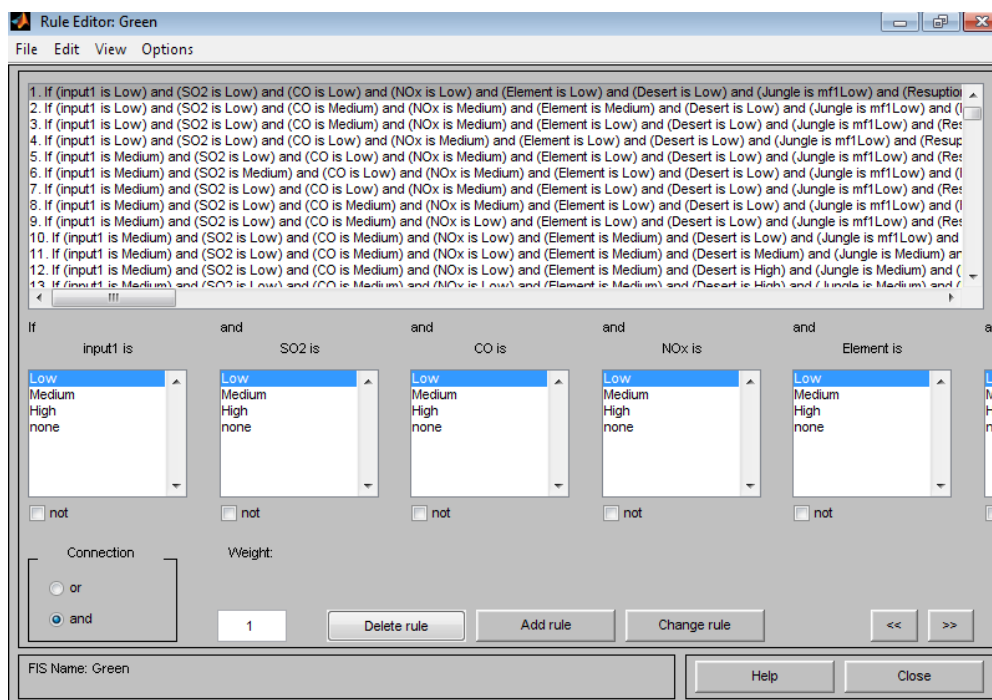


شکل ۵- توابع عضویت مثلثی کم، متوسط و زیاد، برای ورودی‌ها و خروجی سیستم خبره فازی در نرم‌افزار متلب

شکل ۵، شمایی از تعریف محدوده متغیرها که در بازه ۰ تا ۵ تعیین شده، می‌باشد که به سه سطح کم، متوسط و زیاد، تقسیم شده است. برای هر کدام از سطوح فوق، یک تابع فازی مثلثی تعریف شده است که هرگاه بر اساس ورودی‌ها اعداد بین ۰ تا ۵ وارد شود، سیستم استنتاج فازی مبتنی بر قواعد اگر-آن‌گاه تعریف شده، سطح خروجی را تعیین می‌کند.

با توجه به این‌که اغلب شاخص‌های زیست محیطی، کیفی بوده و می‌بایست با استفاده از طیف‌ها و نظرسنجی از خبرگان، وضعیت انبار نفت غرب تهران در این شاخص‌ها سنجیده شود، توابعی فازی مثلثی، از کم تا زیاد، تعریف شده اند تا پس از اخذ اطلاعات از خبرگان، در طیف کم تا زیاد، مندرج گردند. سه تابع فازی مثلثی کم، شامل اعداد بین ۲- تا ۲، تابع فازی مثلثی متوسط، شامل اعداد ۰/۵ تا ۴/۵، تابع فازی مثلثی زیاد، شامل اعداد بین ۳ تا ۸ نیز برای دامنه اعداد ۰ تا ۵، تعیین شده است. این توابع فازی مثلثی، برای تمامی متغیرهای ورودی و همچنین برای متغیر خروجی که توجیه‌پذیری سبز پروژه احداث انبار نفت غرب تهران است، به صورت مشابه تعیین شده است. دلیل استفاده از توابع فازی مثلثی به جای سایر توابع فازی، همچون دوزنقه‌ای و نرمال هم، سادگی این توابع است که چون تعداد قواعد منطقی سیستم زیاد است تحلیل داده‌ها با سرعت بیشتری انجام شود و هم انطباق آن با طیف استفاده شده در نظرسنجی از خبرگان است که

در سه سطح کم، متوسط و زیاد، سوالها پرسیده شده و برای هر کدام از این سه سطح یک نقطه به عنوان تابع عضویت کامل در نظر گرفته شده است.



شکل ۶- نمونه ای از قواعد اگر-آنگاه سیستم خبره فازی در نرم افزار متلب

در شکل ۶ شمایی از قواعد اگر-آنگاه که در مرحله اکتساب دانش از خبرگان اخذ گردیده است، وارد نرم-افزار متلب شده است که مبنای استنتاج فازی سیستم خبره قرار گرفته و با توجه به سطح ورودیها (کم تا زیاد)، که بر اساس تابع فازی مثلثی تعریف شده است، سطح خروجی که بیانگر درجه امکان سنجی سبز پروژه است، تعیین می شود.

در این مرحله، با مراجعه به خبرگان صنعت نفت در پروژه های احداث انبارهای نفت، از ایشان در خصوص تاثیرگذاری شاخص های زیست محیطی بر توجیه پذیری این پروژه، در قالب سوال های باز، نظرسنجی شده است و از ایشان خواسته شده که به صورت قواعد اگر-آنگاه، درجه تاثیرات شاخص های زیست محیطی را به عنوان ورودی در سه سطح کم، متوسط و زیاد، بر توجیه پذیری سبز احداث انبارهای نفت، بیان نمایند. برخی از قواعدی که از خبرگان احصاء شده است، به شرح ذیل است:

- اگر از بین بردن پوشش گیاهی زیاد باشد، آنگاه توجیه پذیری سبز پروژه کم خواهد بود.
- اگر از بین بردن پوشش گیاهی زیاد، فرسایش خاک زیاد، آلودگی آب های سطحی زیاد باشد، آنگاه توجیه پذیری سبز پروژه کم خواهد بود.

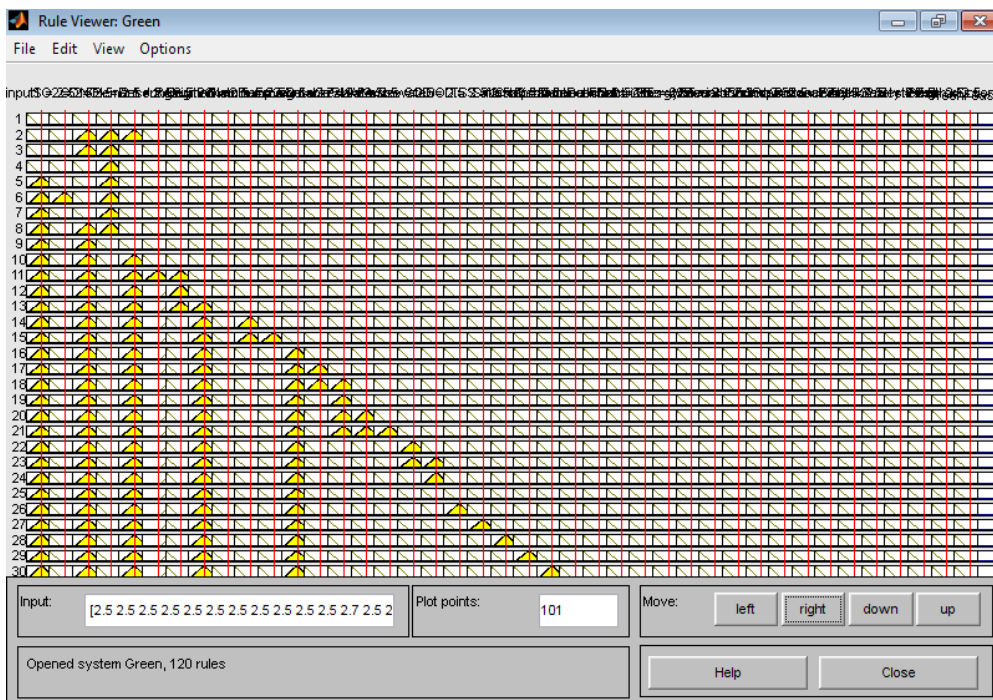
- اگر میزان تولید بو زیاد باشد، فاصله تا مراکز مسکونی کم باشد، سیستم رفع بو کم باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه کم خواهد بود.
- اگر میزان تولید ذرات معلق در هوا زیاد باشد، تولید گازهای مضر زیاد باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه، کم خواهد بود.
- اگر شاخص‌های آلودگی زیست محیطی زمین کم، هوا کم، اکوسیستم کم باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه، زیاد خواهد بود.
- اگر شاخص‌های آلودگی زیست محیطی زمین متوسط، هوا متوسط، اکوسیستم متوسط باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه متوسط خواهد بود.
- اگر شاخص‌های آلودگی زیست محیطی زمین کم، هوا کم، اکوسیستم کم و مصرف انرژی زیاد باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه زیاد خواهد بود.
- اگر شاخص‌های آلودگی زیست محیطی زمین کم، هوا کم، اکوسیستم کم و مصرف انرژی متوسط باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه زیاد خواهد بود.

در مجموع ۱۲۰ شاخص از نظرات همه‌ی خبرگان هم به‌صورت قواعد اگر-آن‌گاه، به‌صورت صریح و هم به-صورت ضمنی به این معنا که خبره درجه تاثیرپذیری آلودگی آب بر توجیه‌پذیری را زیاد تشخیص داده است و در مرحله بازنمایی دانش این تاثیرگذاری به‌صورت قاعده اگر-آن‌گاه در آمده است، تدوین شده است. در مرحله اکتساب دانش، به یک نمونه از نظرسنجی انجام شده از خبرگان صنعت نفت در پروژه‌های احداث انبارهای نفت در حوزه تاثیرگذاری مخازن نفتی بر میزان آلودگی آب-های سطحی و زیرزمینی، اشاره می-شود. با توجه به تهدید شدید مخازن نفت بر منابع آبی زیرزمینی اطراف آن و رسوب مواد نفتی به خاک و رسیدن به سفره‌های زیرزمینی تامین آب چاه‌ها این موضوع مد نظر همه خبرگان مصاحبه شده قرار گرفته است. این موضوع وقتی اهمیت مضاعف می‌یابد که منابع آلوده شده آب چاه‌ها جهت مصرف شرب آب تهران استفاده می‌شود، بنابراین نظرات سخت‌گیرانه‌ای در این خصوص از جانب خبرگان ایراد شده است. به‌گونه‌ای-که میزان آلودگی کم در منابع آبی را منجر به کاهش شدید توجیه‌پذیری سبز پروژه‌های انبار نفت، قلمداد کرده‌اند.

اکتساب دانش: نظر خبره: آلودگی آب تاثیر بسیار زیادی بر امکان‌سنجی زیست محیطی پروژه‌های انبار نفت دارد.

اکتساب دانش: نظر خبره: به هیچ وجه ایجاد آلودگی آب حتی در اندازه کم نیز پذیرفته نیست. بازنمایی دانش: اگر آلودگی آب زیاد باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه‌های انبار نفت کم خواهد بود. بازنمایی دانش: اگر آلودگی آب کم باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه‌های انبار نفت کم خواهد بود. بازنمایی دانش: اگر آلودگی آب متوسط باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه‌های انبار نفت کم خواهد بود. اگر میزان BOD (شاخص سنجش آلودگی آب در وجود باکتری‌ها)، زیاد باشد، آن‌گاه توجیه‌پذیری سبز پروژه‌های انبار نفت کم خواهد بود.

بر اساس نظرسنجی از خبرگان در مرحله اکتساب دانش و تعیین ترکیبات مختلف ورودی‌ها و تاثیر آن بر خروجی، مجموعاً ۱۲۰ قاعده اگر-آن‌گاه، تعیین شد.



شکل ۷- نمایش گر قواعد اگر-آن‌گاه تدوین شده در نرم‌افزار متلب

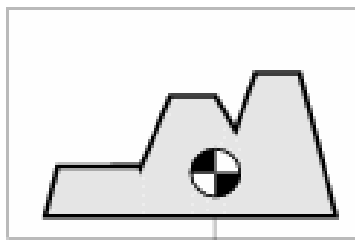
شکل (۷)، نمایش گر قواعد فازی با توابع عضویت مثلثی است که تمامی ورودی‌ها و خروجی مدل را بر اساس قواعد تعریف شده، نشان می‌دهد.

تمامی دانش مکتبسه از خبرگان در قالب قواعد اگر-آن‌گاه تعیین و سپس در نرم‌افزار متلب وارد شده است که مبنای استنتاج فازی قرار خواهد گرفت. در این پژوهش، در استنتاج فازی نیز از روش ممدانی، استفاده می‌شود. برای غیرفازی‌سازی نیز از روش مرکز جرم استفاده شده است.

ورودی فرآیند فازی، یک مجموعه فازی است و خروجی آن یک عدد است. منطق فازی در طی مراحل میانی به ارزیابی قواعد کمک می‌کند اما خروجی مطلوب به ازای هر متغیر عموماً یک عدد است. این در حالی است که حاصل تجمیع مجموعه‌های فازی حاوی محدوده‌ای از مقادیر خروجی بوده و نیاز به غیر فازی‌سازی در راستای ایجاد یک مقدار خروجی دارد و بر این اساس، باید غیرفازی‌سازی انجام پذیرد. یکی از پرکاربردترین روش‌های غیر فازی‌سازی، محاسبه مرکز جرم است. این روش، مرکز ناحیه زیر منحنی را محاسبه می‌کند. به طور کلی، پنج روش در راستای غیر فازی کردن مجموعه‌های فازی وجود دارد:

- مرکز جرم

- نیم‌ساز
 - میانه ماکزیمم (میانگین مقادیر ماکسیمم از مجموعه خروجی)
 - بزرگ‌ترین ماکسیمم
 - کوچک‌ترین ماکسیمم
- در پژوهش حاضر، برای مدل تخمین میزان امکان‌سنجی سبز پروژه صنعتی انبار نفت از روش محاسبه مرکز جرم استفاده شده است. چنان‌که در شکل ۸، نشان داده شده است، خروجی سیستم برابر است با مرکز جرمی محدوده زیر نمودار .



شکل ۸- نمایی از غیر فازی سازی

۵-۲- اعتباریابی مدل

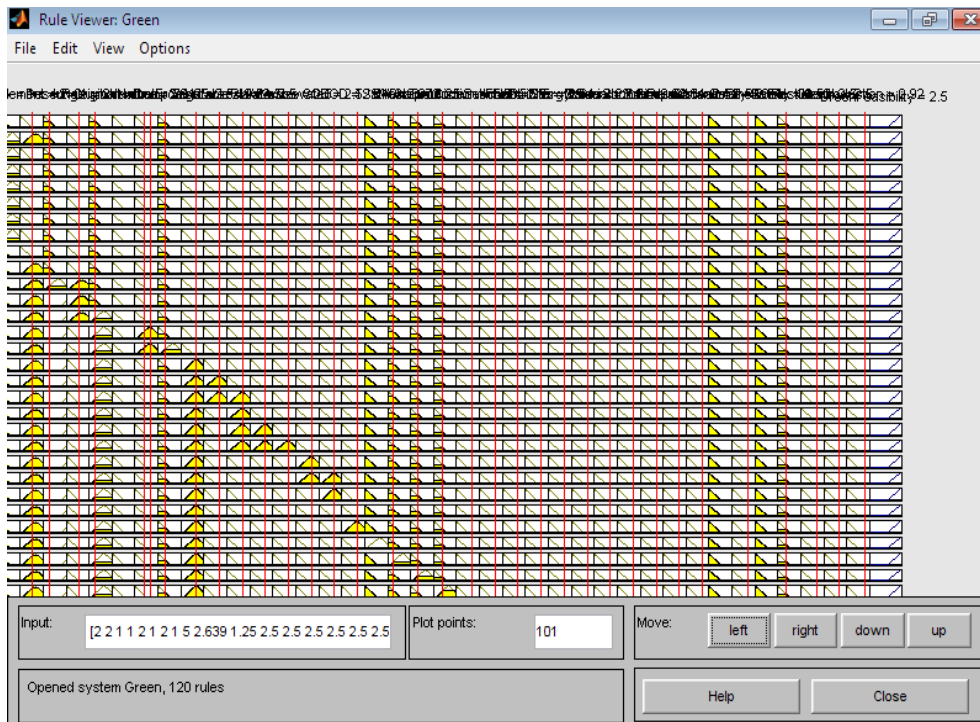
انبارهای نفت ذخایر استراتژیک مصارف روزانه نفت، نفت سفید، نفت کوره و سایر فرآورده‌های نفتی هستند که از طرفی با توجه به لزوم حمل فرآورده‌ها از این انبارها به مقاصد مصرف در جایگاه‌های سوخت، مجتمع‌های بزرگ مسکونی و تجاری و ... از نظر اقتصادی، باید به شهرها نزدیک باشند. از طرف دیگر، با توجه به تبعات زیست محیطی فراوانی که از احداث این انبارها به وجود می‌آید، لازم است پیش از تصمیم‌گیری درباره احداث و بهره‌برداری از این قبیل پروژه‌ها، مطالعات امکان‌سنجی آن‌ها با تمرکز بر ملاحظات زیست محیطی، انجام پذیرد. امکان‌سنجی سبز بودن انبارهای نفت، امری مهم و ضروری است و پیش از اجرای پروژه‌های ساخت انبارهای نفت، همواره یکی از مسایل مهم پیش رو، تطابق پروژه تعریف شده با ملاحظات زیست محیطی است. انبار نفت غرب واقع در شمال غرب تهران، از جمله پروژه‌های صنعتی بزرگ است که در حال بهره‌برداری است و با توجه به دسترسی به داده‌های این پروژه، شاخص‌های زیست محیطی تدوین شده در این پروژه، اندازه‌گیری شده‌اند و مبنای اعتبار‌سنجی سیستم خبره فازی طراحی شده، قرار گرفته‌اند. با ورود داده‌های کمی موجود در شاخص‌های زیست محیطی مندرج در جدول (۱) و اجرای سیستم استنتاج فازی متلب خروجی‌های زیر حاصل شده است:

جدول ۴- میزان سنجش شاخص های سبز پروژه در پروژه احداث و بهره برداری نفت غرب تهران

عنوان شاخص ها	میزان شاخص در انبار نفت غرب تهران
میزان تولید گاز CO ₂	کم
میزان تولید گاز SO ₂	کم
میزان تولید گاز CO	کم
میزان تولید گاز NO _x	کم
میزان تولید ذرات معلق	متوسط
کوبرزایی یا کویرزدایی	کم
جنگل زایی یا جنگل زدایی	کم
کاهش ضایعات و پسماندها و استفاده از روش های بازیافت	متوسط
عدم تغییر طبیعت بکر مناطق طبیعی	کم
رسوبات و آلودگی شیمیایی	زیاد
میزان تولید و دفع زباله های صنعتی	متوسط
فرسایش خاک	زیاد
از بین بردن پوشش گیاهی	متوسط
ایجاد لرزش در زمین	کم
ایجاد فرونشست در زمین	متوسط
میزان آب مصرف شده	کم
میزان فاضلاب تصفیه شده	کم
میزان تولید COD	متوسط
میزان تولید BOD	متوسط
میزان تولید COD	متوسط
ایجاد آلودگی در آب های سطحی	کم
ایجاد آلودگی در آب های زیرزمینی	متوسط
تولید فاضلاب های صنعتی و انسانی	متوسط
فاصله از منابع تأمین کننده آب زیرزمینی	زیاد
فاصله از منابع تأمین کننده آب سطحی (سدها)	زیاد
مصرف سوخت های فسیلی	زیاد
مقدار انرژی الکتریکی مصرفی	متوسط
مقدار گاز مصرفی	کم
توان ذخیره انرژی	کم
کاهش مصرف منابع طبیعی و مواد اولیه	کم
میزان شدت صدا	کم
میزان مدت صدا	کم
میزان تناوب صدا	کم
برخورداری از سیستم شکست صدا	کم

کم	فاصله از منطقه مسکونی
متوسط	میزان تولید بو
کم	برخورداری از سیستم کنترل بو
زیاد	استفاده از علائم هشدار دهنده ایمنی هنگام انجام کار
زیاد	میزان ریسک عدم استراحت کارکنان
زیاد	آیا وسایل ایمنی کارکنان تهیه شده است؟
کم	گازهای تولید شده

در ادامه میزان شاخص های فوق وارد نرم افزار متلب شده که نتیجه آن به شرح ذیل است:



شکل ۹- شمایی از ورود داده های پروژه انبار نفت غرب تهران در سیستم خبره طراحی شده

با توجه به این که متغیر خروجی امکان پذیری سبز^۱ است، مشاهده می گردد بر اساس داده های انبار نفت غرب تهران، درجه امکان پذیری سبز پروژه، در سطح متوسط (۲/۵)، قرار گرفته است که در دامنه کم تا زیاد (۰ تا ۵)، کاملاً در واسط قرار گرفته است. با توجه به قواعد اگر-آن گاه سخت گیرانه ای که برای توجیه پذیری سبز انبار نفت تدوین یافته است، به نحوی که در صورت بروز آلودگی های زمین، هوا، اکوسیستم، آلودگی صوتی

^۱ - Green Feasibility

توجیه‌پذیری به شدت کاهش یافته است و در صورت بروز شدت مصرف بالای انرژی نیز، توجیه‌پذیری کاهش نسبی می‌یابد.

از مجموع ورودی‌ها و پایگاه دانش طراحی شده، می‌توان به دلایل ضعف در برخی شاخص‌های زیست محیطی و تاثیر آن‌ها در کاهش درجه توجیه‌پذیری سبز انبار نفت غرب تهران پی برد. با توجه به ایجاد متوسط آلودگی آب‌های زیرزمینی و نفوذ تدریجی مواد نفتی و ترکیبات آن به خاک و سپس سفره‌های زیرزمینی، طبق قواعد دانشی تعریف شده، حداکثر درجه خروجی سیستم در محدوده متوسط خواهد بود. همچنین فرسایش خاک نیز در حد زیاد نیز منجر به حداکثر حد متوسط برای خروجی سیستم شده است. شاخص‌های مربوط به آلودگی هوا را انبار نفت داشته است و این شاخص‌ها به تنهایی حاکی از سبز بودن احداث انبار نفت در این حوزه است. در شاخص‌های مربوط به آلودگی صوتی نیز علی‌رغم نزدیکی انبار نفت به مراکز مسکونی، ولی با توجه به عدم تولید آلودگی صدا، وضعیت سبز بودن مورد تایید است.

جهت اعتبارسنجی سیستم خبره طراحی شده به دو روش مبتنی بر نظرات خبرگان عمل شده است:

۱- در روش اول، میزان صحت خروجی‌های سیستم از خبرگان نظرسنجی شده است و بر روی نظرات ایشان آزمون t اجرا شده است. جدول ۵، خروجی آزمون تی استیودنت در نرم‌افزار SPSS است:

جدول ۵- خروجی نرم افزار SPSS در نظرسنجی از خبرگان در خصوص صحت خروجی سیستم خبره

	Test Value = 3					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Greenfeasibility	۵,۳۲۵	۱۱	,۰۰۰	,۹۲۵۰۰	,۵۴۲۷	۱,۳۰۷۳

همان‌طور که در خروجی نرم‌افزار SPSS مشخص است میزان معناداری^۱ در سطح بسیار مطلوبی (کاملاً زیر پنج صدم) قرار داشته و بر این اساس، می‌توان گفت درجه صحت خروجی سیستم خبره از منظر خبرگان در سطح بیش از سه (متوسط) که نقطه برش^۲ تعیین شده است قرار دارد که حاکی از نظر مساعد خبرگان نسبت به خروجی سیستم خبره است.

۲- روش دوم اعتبارسنجی:

در این روش، از خبرگان خواسته شد بر اساس ورودی‌های مربوط به انبار نفت غرب تهران میزان توجیه‌پذیری سبز این پروژه را پیش‌بینی کنند و در ادامه نسبت به محاسبه میانگین مجذورات خطاها اقدام گردید که نتایج به شرح ذیل است:

^۱ - Significant

^۲- Cutpoint

جدول ۶- خروجی نرم افزار SPSS در سنجش درجه صحت متغیر خروجی توسط خبرگان

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Greenfeasibility	۱۲	۲,۷۵۵۰	, ۶۰۱۷۰	, ۱۷۳۷۰

جدول ۷- مقایسه خروجی سیستم خبره با پیش بینی خبرگان و محاسبه خطا

شماره خبره	پیش بینی خبره از متغیر خروجی	خروجی سیستم خبره	SSE
۱	۲.۷	۲/۵	۰/۰۱
۲	۳.۶	۲/۵	۱/۲۱
۳	۳.۱	۲/۵	۰/۳۶
۴	۳.۴	۲/۵	۰/۸۱
۵	۲.۱	۲/۵	۰/۱۶
۶	۲.۴	۲/۵	۰/۰۱
۷	۳.۶	۲/۵	۱/۲۱
۸	۲.۴	۲/۵	۰/۰۱
۹	۲.۶	۲/۵	۰/۰۱
۱۰	۲.۹	۲/۵	۰/۱۶
۱۱	۱.۹	۲/۵	۰/۳۶
۱۲	۲.۳	۲/۵	۰/۰۴
MSE= 0.3625			

درجه توجیه پذیر سبز پروژه احداث انبار نفت از منظر خبرگان نیز در حد متوسط (۲/۷۵) قرار دارد که در جدول (۶) نیز نشان داده شده است و این عدد بسیار نزدیک به پیش بینی خروجی سیستم خبره فازی یعنی عدد ۲/۵ است که با اجرای روش اندازه‌گیری انحرافات خبرگان از خروجی سیستم، میانگین مربعات خطا نیز در حدود ۰/۳۶ است که با توجه به دامنه اندازه‌گیری ۰ تا ۵ مطلوب است. بنابراین، در هر دو روش اعتبارسنجی می‌توان نسبت به کارکرد سیستم خبره فازی طراحی شده در ارزیابی زیست محیطی پروژه‌های انبار نفت اطمینان یافت.

۵-۳- اعتبارسنجی شاخص‌های تدوین یافته برای امکان سنجی سبز پروژه‌های صنعتی

پیش از طراحی و اجرای سیستم خبره، کلیه شاخص‌های احصاء شده از خبرگان حوزه صنعت نفت در احداث پروژه‌های انبارهای نفتی نظر سنجی گردید که نتیجه آن به شرح جدول زیر است:

جدول ۸- خروجی نرم افزار SPSS در اجرای آزمون t جهت اعتبارسنجی شاخص های سبز بودن پروژه

	Test Value = 3					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
CO2	۱۰,۶۵۲	۱۱	,۰۰۰	۱,۵۸۳۳۳	۱,۲۵۶۲	۱,۹۱۰۵
SO2	۴,۰۰۵	۱۱	,۰۰۲	,۹۱۶۶۷	,۴۱۲۸	۱,۴۲۰۵
CO	۴,۰۰۵	۱۱	,۰۰۲	,۹۱۶۶۷	,۴۱۲۸	۱,۴۲۰۵
NOx	۵,۷۴۵	۱۱	,۰۰۰	۱,۲۵۰۰۰	,۷۷۱۱	۱,۷۲۸۹
Ingredient	۵,۶۱۳	۱۱	,۰۰۰	۱,۰۸۳۳۳	,۶۵۸۶	۱,۵۰۸۱
Eye	-۵,۹۳۳	۱۱	,۰۰۰	-۱,۳۳۳۳۳	-۱,۸۲۸۰	-۰,۸۳۸۷
Airquality	-۵,۹۳۳	۱۱	,۰۰۰	-۱,۳۳۳۳۳	-۱,۸۲۸۰	-۰,۸۳۸۷
Airdirection	-۷,۷۰۷	۱۱	,۰۰۰	-۱,۵۰۰۰۰	-۱,۹۲۸۴	-۱,۰۷۱۶
Desert	۲,۴۶۲	۱۱	,۰۳۲	,۷۵۰۰۰	,۰۷۹۵	۱,۴۲۰۵
Jungle	۲,۳۴۵	۱۱	,۰۳۹	,۶۶۶۶۷	,۰۴۱۰	۱,۲۹۲۳
Residual	۲,۲۴۴	۱۱	,۰۴۶	,۵۸۳۳۳	,۰۱۱۳	۱,۱۵۵۴
Natural	۴,۷۵۰	۱۱	,۰۰۱	,۹۱۶۶۷	,۴۹۱۹	۱,۳۴۱۴
Rossob	۵,۷۴۵	۱۱	,۰۰۰	۱,۲۵۰۰۰	,۷۷۱۱	۱,۷۲۸۹
Garbage	۵,۴۵۱	۱۱	,۰۰۰	۱,۴۱۶۶۷	,۸۴۴۶	۱,۹۸۸۷
Erosionland	۴,۷۳۳	۱۱	,۰۰۱	۱,۰۸۳۳۳	,۵۷۹۵	۱,۵۸۷۲
Vegetable	۴,۰۶۲	۱۱	,۰۰۲	۱,۰۰۰۰۰	,۴۵۸۲	۱,۵۴۱۸
Larzesh	۵,۹۳۳	۱۱	,۰۰۰	۱,۳۳۳۳۳	,۸۳۸۷	۱,۸۲۸۰
Slake	۴,۱۶۸	۱۱	,۰۰۲	۱,۰۸۳۳۳	,۵۱۱۳	۱,۶۵۵۴
Wateruse	۲,۹۶۶	۱۱	,۰۱۳	,۶۶۶۶۷	,۱۷۲۰	۱,۱۶۱۳
Wastewater	۳,۶۳۳	۱۱	,۰۰۴	۱,۰۰۰۰۰	,۳۹۴۲	۱,۶۰۵۸
COD	۳,۵۲۷	۱۱	,۰۰۵	,۹۱۶۶۷	,۳۴۴۶	۱,۴۸۸۷
BOD	۳,۰۰۰	۱۱	,۰۱۲	,۷۵۰۰۰	,۱۹۹۸	۱,۳۰۰۲
TSS	۳,۵۲۷	۱۱	,۰۰۵	,۹۱۶۶۷	,۳۴۴۶	۱,۴۸۸۷
Sathi	۳,۴۵۸	۱۱	,۰۰۵	,۸۳۳۳۳	,۳۰۲۹	۱,۳۶۳۸

Chah	۵,۷۴۵	۱۱	,۰۰۰	۱,۲۵۰۰۰	,۷۷۱۱	۱,۷۲۸۹
Waste production	۵,۶۳۱	۱۱	,۰۰۰	۱,۱۶۶۶۷	,۷۱۰۶	۱,۶۲۲۷
Distance Sathi	۵,۷۴۵	۱۱	,۰۰۰	۱,۲۵۰۰۰	,۷۷۱۱	۱,۷۲۸۹
Distance chah	۴,۹۲۶	۱۱	,۰۰۰	۱,۴۱۶۶۷	,۷۸۳۷	۲,۰۴۹۶
Fosil	۵,۰۰۰	۱۱	,۰۰۰	,۸۳۳۳۳	,۴۶۶۵	۱,۲۰۰۲
Electricite	۴,۸۴۱	۱۱	,۰۰۱	۱,۱۶۶۶۷	,۶۳۶۲	۱,۶۹۷۱
Gas	۲,۸۰۳	۱۱	,۰۱۷	,۸۳۳۳۳	,۱۷۹۰	۱,۴۸۷۷
Energysave	۳,۵۲۷	۱۱	,۰۰۵	,۹۱۶۶۷	,۳۴۴۶	۱,۴۸۸۷
Material	۴,۶۹۰	۱۱	,۰۰۱	۱,۰۰۰۰۰	,۵۳۰۷	۱,۴۶۹۳
Soundforce	۷,۰۹۱	۱۱	,۰۰۰	۱,۳۳۳۳۳	,۹۱۹۵	۱,۷۴۷۲
Soundtime	۵,۶۱۳	۱۱	,۰۰۰	۱,۰۸۳۳۳	,۶۵۸۶	۱,۵۰۸۱
Soundperiod	۳,۰۷۹	۱۱	,۰۱۰	,۸۳۳۳۳	,۲۳۷۷	۱,۴۲۹۰
Soundbreak	۲,۸۰۳	۱۱	,۰۱۷	,۸۳۳۳۳	,۱۷۹۰	۱,۴۸۷۷
Distance city	۵,۶۳۱	۱۱	,۰۰۰	۱,۱۶۶۶۷	,۷۱۰۶	۱,۶۲۲۷
Smell	۳,۶۳۳	۱۱	,۰۰۴	۱,۰۰۰۰۰	,۳۹۴۲	۱,۶۰۵۸
Smellbreak	۳,۶۳۳	۱۱	,۰۰۴	۱,۰۰۰۰۰	,۳۹۴۲	۱,۶۰۵۸
Safty	۴,۱۶۸	۱۱	,۰۰۲	۱,۰۸۳۳۳	,۵۱۱۳	۱,۶۵۵۴
Restless	۳,۱۸۸	۱۱	,۰۰۹	,۹۱۶۶۷	,۲۸۳۷	۱,۵۴۹۶
Health	۵,۶۳۱	۱۱	,۰۰۰	۱,۱۶۶۶۷	,۷۱۰۶	۱,۶۲۲۷
Gas production	۷,۳۴۰	۱۱	,۰۰۰	۱,۴۱۶۶۷	,۹۹۱۹	۱,۸۴۱۴

همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان اعتبار ۴۳ شاخص امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی از منظر خبرگان مورد ارزیابی قرار گرفته است که در سه شاخص "تاثیرگذاری در دید افراد"، "تاثیرگذاری بر جریان هوا" و "تاثیرگذاری بر کیفیت هوا"، میزان تاثیرگذاری شاخص‌ها، کم‌تر از متوسط ارزیابی شده است و در ۴۱ شاخص دیگر درجه معناداری مطلوب بوده و همگی بیش از حد متوسط تاثیرگذار تشخیص داده شده‌اند. به عبارت دیگر و با توجه به فواصل اطمینان که همگی مثبت هستند میانگین در هر ۴۱ شاخص بیش از سه است و بنابراین، بر اساس طیف لیکرت (خیلی کم: ۱؛ کم: ۲؛ متوسط: ۳؛ زیاد: ۴؛ خیلی زیاد: ۵) که مبنای نظرسنجی از خبرگان بوده است این ۴۱ شاخص دارای درجه صحت زیاد و یا خیلی زیاد، هستند.

بنابراین، این ۴۱ شاخص مبنای طراحی سیستم خبره فازی قرار گرفته است. میزان صحت خروجی‌های سیستم خبره فازی با فرض صفر (میانگین مساوی سه) و با فرض یک (میانگین مخالف سه) از منظر ۱۲ نفر از خبرگان صنعت نفت و متخصص در حوزه پروژه‌های احداث انبار نفت نظر سنجی شده است که در ۴۴ شاخص بررسی شده فرض صفر رد و فرض یک که بیانگر میانگین مخالف سه است، تایید شده است.

۶- نتیجه‌گیری و آرایه پیشنهادات

تقاضای روزافزون مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش‌های مختلف، مستلزم افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی است. انبارهای نفت اطراف مراکز مصرف حلقه اتصال تولید و مصرف فرآورده‌های نفتی هستند و احداث آن‌ها مستلزم مطالعات دقیق مالی، اقتصادی، فنی و زیست محیطی است. در میان ابعاد امکان‌سنجی پروژه احداث انبارهای نفت، شاخص‌های زیست محیطی اهمیت به‌سزایی دارد، به گونه‌ای که در صورت ضعف در شاخص‌های مالی امکان اجرای پروژه با توجه به مصالح کشور وجود دارد. لیکن در امکان‌سنجی سبز این پروژه‌ها در صورت عدم توجیه‌پذیری کل پروژه تحت الشعاع قرار می‌گیرد و حتی در صورت وضعیت مساعد سایر شاخص‌ها، امکان اجرای پروژه وجود ندارد. از این‌رو، این مقاله متمرکز بر امکان‌سنجی زیست محیطی پروژه احداث انبار نفت بوده است.

مدیریت سبز، از پارادایم‌های نوظهور عرصه سازمان و مدیریت است که مبتنی بر مفاهیم توسعه پایدار و مسئولیت‌های اجتماعی سازمان سعی در سبز نمودن فرآیندها، منابع و خروجی‌های سازمان دارد. ایجاد و راه‌اندازی طرح‌های کسب و کار و همچنین احداث پروژه‌های صنعتی نیز باید دارای پیوست زیست محیطی بوده و قبل از اجرای پروژه و یا راه‌اندازی کسب و کار میزان دوست‌دار محیط زیست بودن پروژه و به‌عبارت دیگر میزان سبز بودن بودن پروژه، اندازه‌گیری شود. با این توصیف، مفهوم امکان‌سنجی پروژه‌ها علاوه بر مفاهیم کلاسیک توجیه‌پذیری مالی و اقتصادی، دارای ابعاد و شاخص‌های جدیدی تحت عنوان امکان‌سنجی سبز خواهند بود؛ در این مقاله، سعی شده است بر اساس استانداردهای مصوب سازمان‌های معتبر مرتبط با مسئولیت‌های زیست محیطی و همچنین مدل‌های سنجش زیست محیطی، همچون سری‌های مرتبط ایزو، شاخص‌های سبز بودن یک پروژه که بیان‌گر انطباق پروژه با ملاحظات زیست محیطی است تدوین گردد و با رویکرد سیستم‌های خبره مبنای طراحی یک سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های اجرا و یا عدم اجرای پروژه‌ها قرار گیرد. مورد مطالعه تحقیق صنعت نفت و پروژه‌های احداث انبار نفت است و سیستم خبره طراحی شده هم در مرحله پیش طراحی و هم پس از طراحی جهت اجرا در پروژه‌های صنعت نفت توسط خبرگان این صنعت اعتبارسنجی گردیده است. پس از نهایی‌سازی شاخص‌ها از طریق نظرسنجی از خبرگان این صنعت پایگاه دانشی شامل قواعد اگر-آن‌گاه از شاخص‌ها جهت تصمیم‌گیری در خصوص توجیه‌پذیری پروژه‌ها از حیث زیست محیطی مبتنی بر روش شناسی سیستم‌های خبره توسعه یافته است. با توجه به کیفی بودن اغلب شاخص‌ها و لزوم استفاده از عبارات کلامی در سنجش آن‌ها از منطق فازی کمک گرفته شده و شرط و نتیجه قواعد منطقی بر اساس سیستم استنتاج فازی طراحی گشته است. با توجه به نبود هیچ سابقه‌ای

از ترکیب حوزه‌های مختلف زیست محیطی و تحلیل داده‌های این حوزه که منتج به یک نتیجه واحد شود از رویکرد سیستم‌های خبره فازی استفاده شده است. در مساله حاضر، استفاده از سیستم خبره فازی اثربخشی مطلوبی داشته و به پیش‌بینی خبرگان نزدیک است. نتایج حاصل از اجرای سیستم در پروژه احداث انبار نفت حاکی از توجیه‌پذیری متوسط پروژه انبار نفت غرب تهران است که با توجه به کثرت قواعد اگر-آن‌گاه-سنگش توجیه‌پذیری این پروژه و وجود قواعد سخت‌گیرانه زیست محیطی از منظر خبرگان، در دامنه ۰ تا ۵، دارای مطلوبیت نسبی است. درجه صحت سیستم و قابلیت اطمینان به سیستم، به‌منظور پشتیبانی از پروژه-های این صنعت نیز مورد اعتبارسنجی قرار گرفته است. با توجه به حساسیت تصمیم‌گیری در خصوص میزان رعایت ملاحظات زیست محیطی در پروژه‌های انبار نفت و لزوم دقت در اندازه‌گیری و تخمین درجه سبز بودن پروژه، از دو روش مختلف مبتنی بر نظرسنجی از خبرگان کارکرد سیستم خبره فازی طراحی شده مورد اعتبارسنجی قرار گرفته است. در هر دو روش، نتایج اعتبارسنجی بسیار مطلوب است. پیش‌بینی ذهنی خبرگان از توجیه‌پذیری سبز، بسیار نزدیک به پیش‌بینی سیستم خبره فازی بر اساس داده‌های ورودی انبار نفت غرب تهران است. همچنین، درجه صحت خروجی‌های سیستم خبره فازی نیز از منظر خبرگان دارای درجه صحت بالا (در حد زیاد) سنجیده شده است. بنابراین، این سیستم کارکرد مناسبی داشته است و قابلیت اجرا در انواع پروژه‌های احداث انبار نفت را دارا است.

برای تحقیقات بعدی، پیشنهاد می‌گردد ضمن توسعه شاخص‌ها، در سایر زمینه‌های صنعتی همچون صنعت آب، برق و گاز نیز سیستم‌های خبره فازی طراحی و مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، می‌توان در صورت برخورداری از شاخص‌های قطعی از سیستم خبره قطعی و سایر نرم‌افزارها و پوسته‌های سیستم‌های خبره نیز استفاده نمود. همچنین، با توجه به سلسله‌مراتبی بودن سنجش میزان امکان‌سنجی سبز پروژه‌های انبار نفت، امکان توسعه چند زیر سیستم به‌منظور ارزیابی بخشی از شاخص‌های زیست محیطی و سپس استفاده از خروجی‌های این زیر سیستم‌ها به‌عنوان ورودی سیستم اصلی که امکان‌سنجی جامع سبز پروژه انبارهای نفت است نیز قابلیت طراحی و اجرا در تحقیقات آتی دارد.

References:

منابع :

1. Akoka J., Leune B., (1994). "An Expert System for Feasibility Assessment of Product Development", *Expert Systems With Applications*, Vol. 7, No. 2, pp. 291-303.
2. Azadeh A., Fam I.M., Khoshnoud M., Nikafrouz M., (2008). "Design and implementation of a fuzzy expert system for performance assessment of an integrated health, safety, environment (HSE) and ergonomics system: The case of a gas refinery", *Information Sciences*, 178 .
3. Bobillo F., Miguel D., mez-Romero, J. , Enrique L. (2009). "A semantic fuzzy expert system for a fuzzy balanced scorecard", *Expert Systems with Applications*, 36.
4. Chinn, S. J., & Mady, G. R. (1997), "A framework for developing and evaluating expert systems for temporal business applications". *Expert System with Applications*, 12(3), 393-404.
5. Dittrich M., Bringezu S., (2011). "Resource use and resource efficiency in emerging economies", Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy Wuppertal, Germany.
6. Estonia, (2005). "Feasibility Study, Environmental Impact Assessment, Reconstruction of Bypass in Corridor I", Draft Environmental Impact Assessment Program.
7. European Association for green management (EAST). (2014). "questionnaire for Green Project", Lausanne, Switzerland.
8. Giljum St., Polzin, Christine, (2011), "Green Industry for a Low-Carbon Future", Sustainable Europe Research Institute.
9. Griensmer Apte, C., Hong, J., Karnaugh, S. J., Kastner, M., Laker, J., Mays, E. (1989). "Utilizing knowledge intensive techniques in an automated consultant for financial marketing. In L. F. Pau, *Expert System in economics*", banking and management. pp. 279-288. North-Holland: Elsevier.
10. Hadjimichael, Michael, (2009). "A fuzzy expert system for aviation risk assessment", *Expert Systems with Applications*, 36.
11. Humphrey S., Gordon Ch., (2012). "Terminal Evaluation of the UNDP-UNEP GEF Project", United Nations Environment Programme, UNIDO publication.
12. Idrus A., Nuruddin M. F., Rohman M., (2011). "Development of project cost contingency estimation model using risk analysis and fuzzy expert system", *Expert Systems with Applications* 38.
13. ISO 14001, (2013). environmental, management systems, www.iso.org.
14. ISO 14001, (2010). environmental , checklist for small business ISO 14000, ISO Central Secretariat, Switzerland.
15. Navarro , M. , Castro J.L., Aranda D. Arias J.M. Sanchez , Zurita J.M. (2010). "A fuzzy expert system for business management", *Expert Systems with Applications*, 37.
16. Otero L.D., Otero C. E., (2012). "A fuzzy expert system architecture for capability assessments in skill-based environments", *Expert Systems with Applications*, 39.
17. Siler William, Buckley J. (2005). "Fuzzy Expert systems and Fuzzy Reasoning", John Wiley & Sons.
18. UNIDO, (2011). "The new industrial revolution making it sustainable", General Conference Fourteenth Session 28. Vienna, Austria
19. UNIDO, (2012), Green Industry Initiative for Sustainable Industrial Development.
20. Ustundag Alp Serdar Kilinc Mehmet Cevikcan, Emre, (2010), "Fuzzy rule-based system for the economic analysis of RFID investments", *Expert Systems with Applications* 37.
21. Wong Bo K. Monaco, J. (1995). "A bibliography of expert system applications for business (1984-1992)", *European Journal of Operational Research* 85.
22. Yumkella Kandeh K., Barbut M., (2011). "A partnership for green energy and the environment", UNIDO Publication.
23. Zargham M. R., Mogharreban N. (2005). "PORSEL: an expert system for assisting in investment analysis and valuation", *Soft Comput.*
24. Zimmermann H.J. , (1993), *Fuzzy Sets Decision Making & Expert Systems*, Kluwer Academic Publishers, Fourth Printing, Boston
25. Zohrabi, Masoud, Green IT, (2015). 9th Green Management International conference 20 January.