اندیشه مدیریت راهبردی، سال یازدهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۶، پیاپی ۲۱، صص۲۰۱-۲۴۲

طراحی مدل هوشمند امکان‌سنجی طرح‌های صنعتی با رویکرد صنعت سبز

حسین بختیاری*

عادل آذر**

محمدرضا امین‌ناصری***

علی رجب‌زاده****

دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱

پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲

چکیده

موفقیت کامل یک پروژه، به ثمر رسیدن ایده‌ها و ابتکارات ایجاد یک کسب و کار و یا راه‌اندازی یک طرح صنعتی منوط به امکان‌سنجی صحیح و همه‌جانبه آن طرح‌ها پیش از اجراست. رویکرد سنتی به امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی متمرکز بر حوزه‌های مالی طرح و سودآوری آن و همچنین، در نظر گرفتن توجیه‌پذیری پروژه در ابعاد فنی و بازار است. طرح موضوع سبز بودن پروژه‌ها و الزام پروژه‌ها مبنی بر برخورداری از پیوستار محیط زیستی در دهۀ اخیر موجب بازنگری در رویۀ توجیه‌پذیری پروژه‌ها شده است. مدیریت سبز و به تبع آن، به کارگیری رویکرد سبز در توسعۀ پروژه‌های صنعتی از پارادایم‌های جدید مدیریت است که تضمین‌کننده تحقق شاخص‌های محیط زیستی در توسعۀ طرح‌ها و پروژه‌های صنعتی است. هدف از این پژوهش ارائۀ یک سیستم خبرۀ فازی برای امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی با رویکرد جامع بوده و شامل امکان‌سنجی پروژه‌ها در پنج بعد مالی، اقتصادی، فنی، بازار و محیط زیستی می‌شود. پس از احصای شاخص‌های امکان‌سنجی جامع پروژه‌ها و تعریف قواعد دانشی مبتنی بر روش‌شناسی سیستم‌های خبرۀ فازی با استفاده از دیدگاه خبرگان، برای اعتبارسنجی مدل توسعه‌یافته، پروژۀ ساخت تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران انتخاب و داده‌های این پروژه در سیستم مذکور تغذیه گردید و با تعیین میزان توجیه‌پذیری کل پروژه، خروجی سیستم در ابعاد پنجگانه مذکور از منظر خبرگان مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج حاصل حاکی از تأیید خروجی سیستم توسط خبرگان است.

واژگان کلیدی

امکان‌سنجی، پروژه‌های صنعتی، صنعت سبز، سیستم خبرۀ فازی

* استادیار دانشکده معارف اسلامی و مدیریت دانشگاه امام صادق(ع)

** استاد گروه مدیریت دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسئول) Azara @modares.ac.ir

*** استاد دانشکده فنی دانشگاه تربیت مدرس

**** دانشیار گروه مدیریت دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

پیش از هر اقدام تجاری یا تلاشی برای عملی کردن یک ایده یا طرح، باید یک مطالعه امکان‌سنجی جامع و کامل برای بررسی امکان‌پذیری چنین اقدامی انجام پذیرد. مطالعات امکان‌سنجی یکی از بخش‌های اصلی در چرخه عمر پروژه‌هاست؛ با اندکی توجه به کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته و سهم قابل توجه درآمدهای ناشی از تولیدات صنعتی در تولید ناخالص ملی آن‌ها، کشورهای درحال‌توسعه را مشتاقانه در آرزوی توسعه صنعتی و افزایش سهم تولید صنعتی در تولید ناخالص ملی می‌یابیم. ازاین‌رو گرایش آنان در طرح، انتخاب و اجرای پروژه‌های صنعتی افزایش یافته و بیشتر این کشورها با 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 این مقاله علاوه بر شاخص‌های سنتی امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی شامل ابعاد مالی، اقتصادی، فنی و بازار، امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی نیز در قالب شاخص‌های محیط زیستی مد نظر قرار گرفته و نهایتاً مدل مفهومی تحقیق که بیانگر امکان‌سنجی جامع پروژه‌های صنعتی است، ارائه شده است. منظور از امکان‌سنجی سبز[1] پروژه‌های صنعتی انطباق پروژه با ملاحظات محیط زیستی است که اغلب موارد به‌عنوان پیوست محیط زیستی پروژه شناخته می‌شود (Humphrey, 2012, p.24).

در این پژوهش سعی شده است با رویکردی جامع، موضوع امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی تجزیه و تحلیل گردد؛

شاخص‌های امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی با رویکرد جامع مبتنی بر شاخص‌های کلاسیک مالی و اقتصادی و فنی و بازار بر اساس منابع موجود در زمینه مطالعاتی ارزیابی اقتصادی و فنی پروژه‌های صنعتی همچون مستندات سازمان یونیدو و سایر مقالات موجود

احصاء گردید، شاخص های محیط زیستی نیز بر اساس استانداردهای موجود در این زمینه همچون استاندارد ایزو ۱٤۰۰۰ و استانداردهای داخلی احصاء گردید.

رویکرد مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها، روش‌شناسی سیستم‌های خبره فازی است که قابلیت تحلیل شاخص‌های کیفی و عبارات کلامی را در کنار شاخص‌های کمی دارد. جهت اعتبارسنجی مدل هوشمند طراحی‌شده، داده‌های پروژه ساخت تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران در شاخص‌های امکان‌سنجی به‌عنوان ورودی سیستم تعیین شده و امکان‌پذیری این پروژه در ابعاد پنج‌گانه مالی، اقتصادی، بازار، فنی و محیط زیستی به‌صورت مستقل و در قالب زیرسیستم‌هایی به‌عنوان خروجی تخمین زده می‌شوند و سپس خروجی این زیرسیستم‌ها به‌عنوان ورودی سیستم اصلی تعیین شده و امکان‌پذیری نهایی پروژه تصفیه‌خانه به‌عنوان خروجی این سیستم تخمین زده می‌شود. خروجی حاصله نیز بر اساس نظرسنجی از خبرگان به دو روش میانگین مجذورات خطا و آزمون T اعتبارسنجی شده است.

۱. بیان مسئله

فعالیت‌های مدیریت پروژه و طرح‌های صنعتی را می‌توان در دو مرحله کلی گروه‌بندی کرد. نخست به جریان انداختن وجوه سرمایه‌گذاری در مجاری پروژه‌هایی که بیش از همه سودآور و مولد است که مرحله ارزشیابی پروژه و امکان‌سنجی را تشکیل می‌دهد و مرحله دوم ایجاد سازمانی جهت اجرای مناسب پروژه است. این دو جنبه مدیریت پروژه تفکیک‌ناپذیرند و عدم بهینه‌سازی در هر یک از این دو حوزه نتایج ناگواری به بار می‌آورد که کمترین آن انجام هزینه‌های هنگفت بدون به ثمر رسیدن محصولات پروژه است (میرمطهری، ۱۳۷۱، ص۱٤). در صورتی که سازمان و سازوکارهایی هرقدر مناسب برای اجرای پروژه انتخاب شود ولی تصمیمات اولیه در مطالعات امکان‌سنجی و نحوه سرمایه‌گذاری خوب برآورد نشده باشد، زیان‌های سنگینی وارد و فرصت‌های مهمی از دست خواهد رفت؛ بنابراین انجام مطالعات امکان‌سنجی در اجرای پروژه‌های صنعتی ضرورت دارد. در پارادایم‌های جدید علاوه بر امکان‌سنجی سنتی پروژه‌های صنعتی، مفهوم

صنعت سبز، اقتصاد سبز، تولید ناخالص داخلی سبز و... از مفاهیم جدیدی است که در عرصه اقتصاد و مدیریت وارد شده است؛ لذا لازم است شاخص‌ها و عوامل مبین سبز بودن صنعت و اقتصاد، در مطالعات امکان‌سنجی نیز وارد شده و در کنار شاخص‌های مالی و اقتصادی، ملاحظات محیط زیستی نیز در قالب شاخص‌های تعریف‌شده نقش‌آفرینی کنند؛ به‌عبارت دیگر صاحبان سرمایه و کسانی که مایل به اجرای یک پروژه و یا راه‌اندازی یک کسب‌وکار هستند، پیش از اجرای طرح خود مایل‌اند بدانند علاوه بر آینده مالی طرح که در واقع پاسخگویی به سهامداران است، پروژه برنامه‌ریزی‌شده در پاسخگویی به جامعه، محیط زیست، قانون و مردم که ذینفعان عمومی هستند چه میزان موفق است؛ بنابراین مسئله تحقیق، چیستی مدل جامع امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی و شاخص‌های سنجش موفقیت پروژه در این مدل است. این مسئله سؤالات تحقیق را به‌صورت زیر تبیین می‌نماید؛

۱- مدل جامع امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی شامل چه مؤلفه‌هایی است؟

۲- شاخص‌های سنجش سبز بودن پروژه‌های صنعتی چیست؟

۳- روش‌شناسی مناسب تصمیم‌گیری در خصوص توجیه‌پذیری جامع پروژه‌های صنعتی چیست؟

۲. مبانی نظری

در این بخش ضمن ارائه پیشینه تحقیق، ادبیات مربوط به رویکرد سنتی امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی مرور گشته و همچنین ابعاد نوین این حوزه نیز بحث و بررسی خواهد شد؛

۲-۱. پیشینه تحقیق

تاریخچه مبحث ارزیابی اقتصادی طرح‌های صنعتی که به نام اقتصاد مهندسی نیز یاد می‌شود به شکل مدون آن به سال ۱۸۷۷ برمی‌گردد؛ در این سال ولینگتن در کتابی تحت عنوان «نظریه اقتصادی محل راه‌آهن‌ها» برای بررسی اقتصادی طرح راه‌آهن از روش ارزش فعلی با عمر بی‌نهایت استفاده کرد. در سال ۱۹۲۰ کتابی تحت عنوان «مهندسی مالی» به‌وسیله

گلدمن و در سال ۱۹۲۳ کتاب دیگری به نام «اقتصاد مهندسی» توسط جی. سی. ال. فیش منتشر شد. در این کتاب‌ها سعی شد تا به کمک مدل‌های ریاضی، پروژه‌ها به‌صورت مدل‌های سرمایه‌گذاری فرموله شوند. در سال ۱۹۳۰ کتابی تحت عنوان «اقتصاد مهندسی» توسط پروفسور اوژن ال. گرانت به چاپ رسید. کتاب او اولین کتابی بود که پارامترهای اقتصادی را شناسایی و فنون کمی اقتصاد مهندسی را ارائه کرد (اسکونژاد، ۱۳۷۵، ص۷).

صنعت سبز نیز که از مفاهیم جدید و نوظهور عرصه مدیریت و اقتصاد است در مقالات متعددی مورد تأکید قرار گرفته است، تقریباً از سال ۲۰۰۶ مفاهیمی همچون حسابداری محیطی و ارزش‌گذاری غیرمحیطی در کنار شاخص‌های سنتی و کلاسیک مالی و اقتصادی بروز پیدا کرده است.

در زمینه به‌کارگیری روش‌شناسی سیستم‌های خبره (دارای قواعد قطعی و یا فازی) در حوزه‌های مختلف مدیریت فعالیت‌های پژوهشی گسترده‌ای انجام شده است که در ادامه ضمن مرور آن‌ها دسته‌بندی از این فعالیت‌ها ارائه خواهد شد؛ هرچند رویکرد غالب در امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی رویکرد سنتی مبتنی بر روش‌های اقتصاد مهندسی[۲] است ولی تحقیقات معدودی نیز از رویکردهای هوش مصنوعی استفاده کرده‌اند؛ در این بخش علاوه بر این تحقیقات، مواردی را که به لحاظ روش‌شناسی و موضوعی نیز نزدیک به موضوع پژوهش حاضر بوده و کارکرد مشابهی دارند را نیز ذکر می‌نماییم.

به‌کارگیری سیستم خبره در امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی تأکید بر ارزیابی‌های مالی و اقتصادی پروژه‌ها دارد؛ برای نمونه، می‌توان به مجموعه مقالاتی که از روش‌شناسی سیستم‌های خبره برای تحلیل دلایل موفقیت و عدم موفقیت ایجاد پروژه‌ها و یا توسعه کسب‌وکارها نگاشته شده، اشاره کرد. در این حوزه مقاله گرینسمر و همکاران با طراحی سیستم خبره به دنبال پیش‌بینی شکست راه‌اندازی کسب‌وکارهای بازرگانی با تأکید بر شاخص‌های مالی و بازاریابی است (Griensmer, 1989, p.45).

چین و همکارانش نیز میزان موفقیت یک پروژه را در طول زمان با رویکرد سیستم خبره و با به‌کارگیری روش‌های استنتاج پیش رو سنجیده‌اند (Chinn et al., 1997, p.76).

سیلر نیز در کتاب خود که شامل مجموعه مقالات روش‌شناسی سیستم‌های خبره فازی[۳] است، فصلی را به کاربرد سیستم‌های خبره قطعی و فازی در مدیریت مالی شامل پیش‌بینی هزینه، موفقیت و یا عدم موفقیت پروژه و ارزیابی ریسک اختصاص داده است (Siler, 2005, p.6).

آکوکا و همکارش نیز با طراحی یک سیستم خبره به ارزیابی اقتصادی توسعه محصولات پرداخته‌اند و در آن به توجیه‌پذیری اقتصادی، بازار و محیط زیستی اشاره کرده‌اند. در این مقاله هرچند یکی از مؤلفه‌های اصلی پژوهشگران مطالعات محیط زیستی پروژه‌هاست لیکن شاخص‌های انتخابی ناظر بر فرایندهای درون‌سازمانی و ذینفعان سازمانی از قبیل کارکنان و شرکا بوده و مدیریت منابع انسانی و مباحث ایمنی و ارگونومی نیز تحلیل شده است (AKOKA et al., 1994, p.15).

آرندا و همکارانش نیز با رویکرد سیستم خبره فازی، سیستمی جهت مدیریت کسب‌وکار طراحی کردند. این سیستم که ESROM نامیده شده است، به دنبال سنجش موفقیت شرکت و میزان دستیابی به اهداف استراتژیک بوده و کلیه فرایندهای تولید و عملیات را شامل می‌شود (Aranda et al., 2010, p.15).

ضرغام و مقربان نیز با طراحی یک سیستم خبره با عنوان پُرسل[۴] به دنبال ارزیابی طرح‌های سرمایه‌گذاری بوده و پیشنهاد ایشان کاربرد سیستم فوق در تشکیل سبد سهام و انتخاب پورتفلیو است (Zargham, Mogharreban, 2005, p.6).

آستانداگ و همکارانش نیز با به‌کارگیری سیستم‌های خبره مبتنی بر قواعد فازی مدلی هوشمند جهت ارزیابی اقتصادی طرح‌های توسعه‌ای RFID ایجاد کرده‌اند. قواعد این سیستم مبتنی بر ادبیات ارزیابی اقتصادی طرح‌های صنعتی و شامل شاخص‌های مالی همچون ارزش خالص فعلی (NPV) است (Ustundag, 2010, p.21).

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 (Idrus, 2011, p.17).

هادجیمایکل و همکارانش نیز یک سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گیری مبتنی بر قواعد فازی جهت ارزیابی ریسک پروژه‌های صنعتی توسعه داده‌اند (Hadjimichael, 2009, p.13).

در زمینه استانداردهای محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیز می‌توان به مقاله آزاده و همکارانش اشاره داشت که در آن با استفاده از روش‌شناسی سیستم خبره فازی، مدلی جهت ارزیابی عملکرد شاخص‌های بهداشت، ایمنی، محیط زیست و ارگونومی طراحی و در پالایشگاه گاز اجرامی پیاده‌سازی کرده‌اند؛ نتایج اجرای مدل با وضعیت غیرفازی نیز مقایسه و مطلوبیت حالت فازی گزارش گردیده است (Azadeh et al., 2008, p.21).

در حوزه مدیریت عملکرد نیز بوبیلو و همکارانش، برای مدل کارت امتیازی متوازن یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مبتنی بر روش‌شناسی سیستم خبره طراحی کرده‌اند (Bobillo. et al, 2009, p.8).

اوترو و همکارانش نیز جهت سنجش قابلیت‌ها و عملکرد کارکنان حوزه نرم‌افزاری سیستم خبره فازی طراحی کرده که در محیط‌های مهارت‌محور و تجربی می‌تواند به سنجش عملکرد کارکنان بپردازد (Otero, 2012, p.19).

در مجموع روش‌شناسی سیستم‌های خبره کاربردهای وسیعی در موضوعات مختلف مدیریتی دارد و با توجه به قابلیت تحلیل شاخص‌های کیفی و عبارات کلامی به‌کارگیری سیستم‌های خبره قطعی و فازی در حوزه‌های مختلف مدیریت بسیار متداول است (Zimmermann, 1993, p.246).

۲-۲. امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی

مطالعات امکان‌سنجی به‌عنوان فرایند کنترل‌شده‌ای برای شناسایی مسائل و فرصت‌ها، تعیین اهداف، وضعیت موجود، تعریف نتایج موفقیت‌آمیز و ارزیابی محدوده هزینه‌ها و درآمدهاست (Denisis, 2009, p.43).

در ادامه به‌اختصار هر یک از ابعاد پنج‌گانه و معیارهای سنجش آن‌ها ذکر می‌شود؛

۲-۲-۱. ارزیابی مالی پروژه‌های صنعتی

در ارزیابی مالی توجه اصلی به تصمیم‌گیری بر مبنای مقایسه عایدی طرح‌های مختلف نسبت به هزینه‌های آن‌ها معطوف است (مهدی‌خانی و احسانی‌فر، ۱۳۸۸، ص۲۳). در ارزیابی مالی با استفاده از مجموعه‌ای از فنون ریاضی، امکان مقایسه مالی پروژه‌های صنعتی فراهم می‌شود [شیزو و ناکامورا، ۱۳۷٤، ص۱۲۳]. در کل هدف ارزیابی مالی پاسخ به این است که آیا پروژه موردنظر از حیث مالی قابلیت ماندگاری را از طریق توانایی پرداخت هزینه وام‌ها و سرمایه‌های اولیه دارد. [Saxena, Seema, Sodhi, 2005] روش‌های مختلفی برای ارزیابی مالی پروژه‌ها وجود دارد همچون روش ارزش فعلی، ارزش آتی، روش یکنواخت سالیانه، نسبت منافع به هزینه‌ها؛ در ادامه برخی شاخص‌های تجزیه و تحلیل مالی که در مدل جامع استفاده شده است، به شرح جدول زیر ارائه می‌گردد.:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره ۲. شاخص‌های ارزیابی مالی پروژه‌های صنعتی

عنوان شاخص	نحوه محاسبه	قاعده ارزیابی
ارزش حال (PV یا PW)	$P = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right]$	اگر ارزش خالص فعلی بیش از صفر باشد پروژه قابل قبول است
نرخ بازگشت (ROR)	$ROR = \sqrt[n]{\frac{F}{P}} - 1$	هر چه ROR بزرگ‌تر باشد مطلوب‌تر است
هزینه سرمایه‌شده (CC)	$CC = \frac{A}{i} = \frac{AW}{i}$	هر چه CC بزرگ‌تر باشد مطلوب‌تر است.
نسبت منافع به هزینه (B/C)	$B/C = \frac{(\text{ارزش حال فایده ها})\ PW}{(\text{ارزش حال هزینه ها})\ PW}$	اگر B/C=>1 پروژه به لحاظ مالی قابل است.

۲-۲-۲. ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی

هنگامی که پروژه‌های صنعتی توسط دولت‌ها و حکومت‌ها اجرا شود علاوه بر توجیه‌پذیری مالی، تأثیرات پروژه‌ها بر مؤلفه‌های اقتصاد کلان نیز حائز اهمیت بوده و در مطالعات امکان‌سنجی مدنظر قرار می‌گیرد. ارزیابی اقتصادی برای پروژه‌های بخش خصوصی نیز می‌تواند موضوعیت داشته و مبنای امکان‌سنجی نیز قرار گیرد لیکن در پروژه‌های دولتی همواره یکی از مؤلفه‌های اصلی، تجزیه و تحلیل اقتصادی پروژه است.

عمده شاخص‌های اقتصادی پروژه‌ها به شرح جدول زیر است.

جدول شماره ۳. شاخص‌های اقتصادی ارزیابی پروژه‌های صنعتی (کسایی، ۱۳۸۷ و اسکونژاد، ۱۳۷۵)

ردیف	عنوان شاخص
۱	میزان اشتغال‌زایی
۲	میزان ایجاد پس‌انداز ملی
۳	میزان ایجاد درآمد ارزی
٤	تعدیل توزیع درآمد و تحقق عدالت اجتماعی
٥	قابلیت صادرات محصول و ارزآوری
٦	میزان تأثیرگذاری بر تولید ناخالص داخلی کشور
۷	میزان تأثیرگذاری بر هویت ملی
۸	میزان مشارکت مردم در تأمین مالی پروژه

۲-۲-۳. ارزیابی فنی پروژه‌های صنعتی

فرایند تولید در کنار امور مالی و بازاریابی سه رکن اصلی فعالیت‌های یک شرکت را تشکیل می‌دهد. در عملیات تولید با استفاده از ماشین‌آلات، مواد اولیه و نیروی انسانی سعی بر ایجاد یک سری محصولات و خدمات تمام‌شده می‌نماید.

استیو استربوروک ارزیابی فنی را شامل بررسی این نکته که آیا اجرای پروژه با فنّاوری جاری امکان‌پذیر است؟ چه میزان ریسک فنی در اجرای پروژه وجود دارد؟ دسترس‌پذیر بودن فنّاوری به لحاظ محلی امکان‌پذیر است؛ معطوف می‌نماید (استربوروک، ۲۰۰٤). در مجموع شاخص‌های ارزیابی فنی به شرح جدول زیر است.

جدول شماره ٤. شاخص‌های ارزیابی فنی پروژه‌های صنعتی (Easterbrook, 2004)

ردیف	شاخص‌های فنی
۱	نوآوری فنّاوری و به‌روز بودن
۲	برخورداری از سیستم تولید ناب
۳	برخورداری از سیستم تولید چابک
٤	برخورداری از زنجیره تأمین ناب
٥	برخورداری از زنجیره تأمین چابک
٦	دسترس‌پذیر بودن فنّاوری در داخل کشور
۷	انطباق‌پذیری صنایع با کارایی انرژی
۸	ریسک فنی پروژه
۹	ملکیت فنّاوری
۱۰	خبرویت بهره‌برداری از فنّاوری
۱۱	توانایی توسعه مؤثر ظرفیت

۲-۲-٤. ارزیابی بازار

در اینجا شاخص‌های امکان‌سنجی طرح از حیث برخورداری از سهم بازار مناسب بیان می‌شود.

در آمارها و نوشته‌های موجود ادبیات اقتصادی، اغلب به بازار در مفهوم کلان آن به‌عنوان سازوکار تخصیص‌دهنده منابع اقتصادی نگریسته شده است. بازارهای مطلوب را بر اساس چندین معیار می‌توان شناسایی کرد که مهم‌ترین آن‌ها مقدار فروش خلق‌شده توسط بازار موردنظر است. توجیه‌پذیری بعد بازار طرح‌های صنعتی شامل فرایندهای پس از فروش نیز می‌شود؛ بنابراین نحوه ارتباط با مشتری، کانال‌های توزیع و خدمات پس از فروش نیز از جمله شاخص‌هایی هستند که در تحلیل قرار می‌گیرند.

جدول شماره ۵. شاخص‌های ارزیابی بازار پروژه‌های صنعتی (کسایی، ۱۳۸۷)

ردیف	شاخص
۱	برخورداری از سیستم ارتباط با مشتریان
۲	خدمات بعد از فروش
۳	نفوذ در بازار
٤	بخش‌بندی بازار
۵	توسعه بازار
٦	میزان پذیرش محصول از جانب مشتریان
۷	دسترسی مشتریان به کانال‌های توزیع
۸	ایجاد محبوبیت نام تجاری
۹	مهارت‌های ایجاد تمایز در کالاها
۱۰	درجه نگهداری وفاداری مشتریان
۱۱	امکان برخورداری از بازار خارجی
۱۲	ویژگی‌های محصول (نوآوری در کارکرد) و ایجاد جذابیت در مشتری

۲-۲-۵. ارزیابی محیط زیستی

امروزه ارزیابی پیامدهای محیط زیستی به‌عنوان پیش‌شرط 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 محیط زیستی اعتبار خود را از دست می‌دهد و اهمیت و حتی ضمانت اجرایی آن‌ها در برابر این مقوله نسبتاً جدید رنگ می‌بازد (Giljum et al., 2011).

چنانچه اساسی‌ترین و توجیه‌پذیرترین پروژه‌های توسعه در هر زمینه از نظر پیامدهای محیط زیستی مورد ارزیابی قرار نگیرند، موفقیت آن‌ها نه‌تنها قابل تضمین نیست بلکه ممکن است آبستن مسائل پیش‌بینی‌نشده و حادی باشند که شکست‌های آتی را به دنبال داشته باشند (Dittrich, 2011).

مفهوم مدیریت سبز، صنعت سبز، اقتصاد سبز، تولید ناخالص داخلی سبز و مقوله‌هایی ازاین‌دست، از مفاهیم جدیدی است که در عرصه اقتصاد و مدیریت وارد شده است. در دهه اخیر پروژه‌ها ملزم به برخورداری از پیوستار محیط زیستی می‌باشند، لذا لازم است شاخص‌ها و عوامل مبین سبز بودن پروژه در مطالعات امکان‌سنجی نیز وارد شده و در کنار شاخص‌های مالی و اقتصادی، ملاحظات محیط زیستی نیز در قالب شاخص‌های تعریف‌شده نقش‌آفرینی کنند.

رویکرد مدیریت سبز یک استراتژی جدید مدیریتی است برای گسترش و توسعه توانایی‌های سازمان برای کسب موفقیت در کسب‌وکار موفق در زمینه نتایج مالی، اجتماعی و محیط زیستی. این رویکرد نقشی اساسی در داشتن صنایع دوستدار محیط زیست دارد و یکی از روشهای مهم و حساس برای کاهش معضلات آینده محیط زیستی است (EAGM, 2014).

اگرچه محیط زیست مهم‌ترین مؤلفه زیست انسان‌ها محسوب می‌شود اما تاکنون ارزش واقعی آن به‌درستی مشخص نشده به‌نحوی که یکی از مهم‌ترین چالش‌های فراروی دولت‌ها در قرن بیست و یکم است (قربانی و فیروز زارع، ۱۳۸۷، ص۷)؛ محیط زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر از قبیل قدرت نظامی، سیاسی و اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل مهم‌ترین عامل و پیش‌نیاز هر فعالیت کلان، سازگاری آن با محیط زیست خواهد بود؛ در بیشتر کشورها در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌ها به محیط زیست توجه شده و در اجرای پروژه‌ها توجیه‌پذیری محیط زیستی از شروط اصلی اجرای پروژه است (حسینی و قربانی، ۱۳۸٤).

برای سنجش مؤلفه‌های محیط زیستی می‌بایست رویکرد ارزش‌گذاری و کمّی‌نگر داشت؛ ویژگی‌های محیط زیستی تنها زمانی دارای ارزش خواهند بود که حداقل در تابع مطلوبیت فردی یا تابع تولید بنگاه (واحد) وارد شوند. ویژگی‌هایی که از این معیارها تبعیت نکنند، از ارزش اقتصادی برخوردار نمی‌باشند (هانلی و اسپاش، ۱۹۹۳). رهیافت‌های گوناگونی برای ارزش‌گذاری محیط زیست و کمی‌گرایی وجود دارد که به دو دسته مستقیم

و غیرمستقیم طبقه‌بندی می‌شوند (پیرس و ترنر، ۱۹۹۰ و ترنر و همکاران ۱۹۹٤). برخی متغیرها به‌صورت مستقیم و بر اساس روابط کمی و برخی به‌صورت متغیر وابسته و غیرمستقیم سنجیده می‌شوند؛ علاوه بر موضوع نحوه سنجش، احصاء متغیرهای مؤثر در ارزیابی شاخص‌های محیط زیستی نیز حائز اهمیت است و در این پژوهش با توجه به تأکید بر پروژه‌های صنعت آب کشور، شاخص‌های محیط زیستی مؤثر در این صنعت از منابع مختلف احصاء که به شرح جدول زیر است:

جدول شماره ٦. شاخص‌های ارزیابی سبز بودن یک پروژه

عنوان شاخص کلی	عنوان زیرشاخص‌ها	مرجع ارائه‌دهنده شاخص‌ها
هوا	CO2 میزان تولید گاز	استاندارد سازمان محیط زیست
	SO2 میزان تولید گاز	استاندارد سازمان محیط زیست
	CO میزان تولید گاز	استاندارد سازمان محیط زیست
	NOx میزان تولید گاز	استاندارد سازمان محیط زیست
	میزان تولید ذرات معلق	استاندارد سازمان محیط زیست
	کیفیت هوا	استاندارد سازمان ملی استاندارد
	جریان هوا	استاندارد سازمان ملی استاندارد
زمین	کویرزایی یا کویرزدایی	استاندارد سازمان محیط زیست
	جنگل‌زایی یا جنگل‌زدایی	استاندارد سازمان محیط زیست
	کاهش ضایعات و پسماندها و استفاده از روش‌های بازیافت	ISO14000
	عدم تغییر طبیعت بکر مناطق طبیعی	استاندارد سازمان محیط زیست
	رسوبات و آلودگی شیمیایی	ISO14000
	میزان تولید و دفع زباله‌های صنعتی	استاندارد سازمان محیط زیست
	فرسایش خاک	استاندارد سازمان محیط زیست
	از بین بردن پوشش گیاهی	استاندارد سازمان محیط زیست

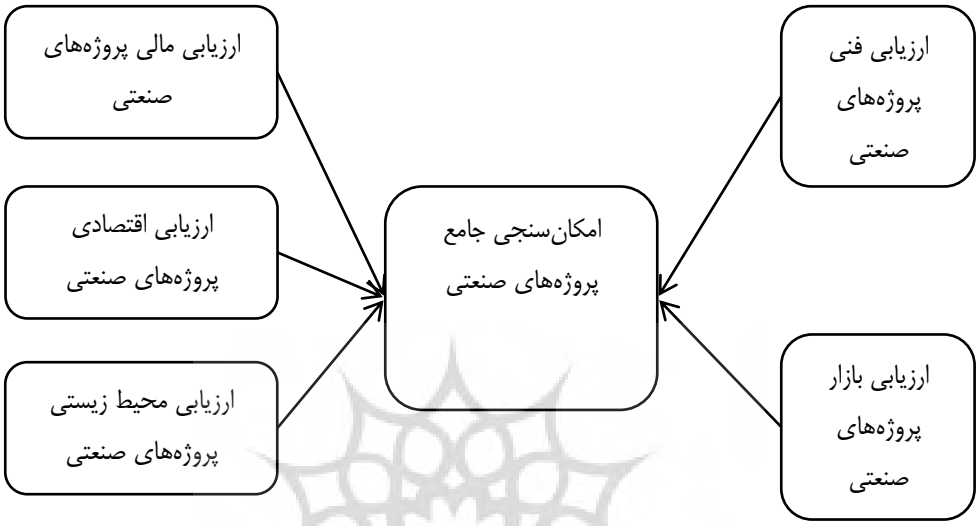
عنوان شاخص کلی	عنوان زیرشاخص‌ها	مرجع ارائه‌دهنده شاخص‌ها
	ایجاد لرزش در زمین	استاندارد سازمان محیط زیست
	ایجاد فرونشست در زمین	استاندارد سازمان محیط زیست
آب	میزان آب مصرف‌شده	مدیریت سبز
	میزان فاضلاب تصفیه‌شده	مدل مدیریت سبز
	میزان تولید COD	استاندارد سازمان محیط زیست
	میزان تولید BOD	استاندارد سازمان محیط زیست
	میزان تولید COD	استاندارد سازمان محیط زیست
	ایجاد آلودگی در آب‌های سطحی	استاندارد سازمان محیط زیست
	ایجاد آلودگی در آب‌های زیرزمینی	استاندارد سازمان محیط زیست
	تولید فاضلاب‌های صنعتی و انسانی	استاندارد سازمان محیط زیست
	فاصله از منابع تأمین‌کننده آب زیرزمینی	استاندارد سازمان محیط زیست
	فاصله از منابع تأمین‌کننده آب سطحی (سدها)	استاندارد سازمان محیط زیست
انرژی	مصرف سوخت‌های فسیلی	استاندارد سازمان محیط زیست
	مقدار انرژی الکتریکی مصرفی	استاندارد سازمان محیط زیست
	مقدار گاز مصرفی	استاندارد سازمان محیط زیست
	توان ذخیره انرژی	استاندارد سازمان محیط زیست
	کاهش مصرف منابع طبیعی و مواد اولیه	ISO14000
آلودگی صوتی	میزان شدت صدا	استاندارد سازمان ملی استاندارد
	میزان مدت صدا	استاندارد سازمان ملی استاندارد
	میزان تناوب صدا	استاندارد سازمان ملی استاندارد
	برخورداری از سیستم شکست صدا	استاندارد سازمان ملی استاندارد
	فاصله از منطقه مسکونی	استاندارد سازمان محیط زیست
اکوسیستم	میزان تولید بو	استاندارد سازمان محیط زیست
	برخورداری از سیستم کنترل بو	استاندارد سازمان ملی استاندارد

عنوان شاخص کلی	عنوان زیرشاخص‌ها	مرجع ارائه‌دهنده شاخص‌ها
	استفاده از علائم هشداردهنده ایمنی هنگام انجام کار	ISO14000
	میزان ریسک عدم استراحت کارکنان	استاندارد سازمان ملی استاندارد
	آیا وسایل ایمنی کارکنان تهیه شده است؟	استاندارد سازمان ملی استاندارد
	گازهای تولیدشده	استاندارد سازمان ملی استاندارد

این شاخص‌ها، شاخص‌های سنجش سبز بودن پروژه‌های صنعتی بوده و در واقع پاسخ به سئوال دوم تحقیق است و برآیند امتیاز این بخش درجه سبز بودن پروژه را نشان می‌دهد که در بخش طراحی سیستم خبره این اندازه‌گیری مشخص شده است.

۳. مدل جامع امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی

این مدل با رویکردی جامع و سیستماتیک ابعاد مختلف ارزیابی یک طرح سرمایه‌گذاری را در نظر گرفته است؛ ابعاد مختلف مدل در بخش‌های قبلی توضیح داده شد و شاخص‌های هرکدام معین گردید؛ برای امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی بر اساس مدل جامع توسعه‌یافته، داده‌های پروژه در شاخص‌های موصوف جمع‌آوری و بر اساس روابط منطقی بین شاخص‌ها که بر اساس روش‌شناسی سیستم‌های خبره فازی این ارتباط صورت پذیرفته است، درجه توجیه‌پذیری پروژه مشخص خواهد شد.



شکل ۱. مدل مفهومی امکان‌سنجی جامع پروژه‌های صنعتی (آذر و بختیاری، ۱۳۹۳)

٤. روش تحقیق

پژوهش حاضر از حیث جهت‌گیری، پژوهشی کاربردی است که برای حل نارسایی‌های حوزه مطالعات سنتی امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی انجام پذیرفته است؛ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و ایجاد روابط منطقی بین اجزای مدل نیز از روش‌شناسی سیستم‌های خبره استفاده شده است؛ در واقع هدف از پژوهش حاضر ارائه یک سیستم جامع اجرای امکان‌سنجی است و با توجه به اینکه لازم است رابطه‌ای بین حوزه‌های مختلف امکان‌سنجی برقرار و نتیجه واحدی از آن گرفته شود و همچنین با توجه به وجود روابط و قواعد منطقی در اجرای پروژه‌های صنعتی از روش‌شناسی سیستم‌های خبره استفاده شده است؛ برای مثال، در پروژه‌های صنعت آب در صورتی که پروژه از حیث محیط زیستی توجیه نداشته باشد سایر شاخص‌ها نیز تحت تأثیر قرار گرفته و توجیه‌پذیری کل را مخدوش می‌سازد؛ در ادامه به تشریح مشخصات تحقیق پرداخته

می‌شود؛ با توجه به کثرت مؤلفه‌ها و لزوم استفاده از برنامه‌نویسی رایانه‌ای جهت احصاء روابط بین متغیرها و تطبیق با وضعیت واقعی از روش‌شناسی سیستم‌های خبره استفاده شده است و در واقع برای هوشمندسازی موضوع امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی با توجه به تعدد متغیرها و روابط بین آن‌ها استفاده از رویکرد سیستم‌های خبره و برنامه‌نویسی رایانه‌ای منتج به تحلیل دقیق از داده‌ها خواهد شد.

٤-١. جامعه آماری و قلمرو تحقیق

در راستای نیل به اهداف پژوهش و پاسخ به سؤالات تحقیق با توجه به اینکه مورد مطالعه صنعت آب بوده و سنجش میزان توجیه‌پذیری پروژه‌های این صنعت مدنظر است، طبیعتاً خبرگان صنعت آبفای استان تهران جامعه آماری پژوهش را تشکیل می‌دهند؛ در روش‌شناسی سیستم‌های خبره اساساً تعیین جامعه و نمونه آماری و سپس مراجعه به خبرگان، برای تولید قواعد دانشی سیستم خبره است؛ لذا از نظرات خبرگان حوزه فنی و بهره‌برداری شرکت آبفای استان تهران که جامعه آماری را تشکیل می‌دهند در مراحل طراحی قواعد اگر-آنگاه و همچنین اعتبارسنجی سیستم طراحی‌شده استفاده شده است. با توجه به قرارگیری شرکت‌های ده‌گانه زیرمجموعه استان و همچنین برای بیشتر کردن شباهت نمونه و جامعه و افزایش دقت نمونه‌گیری برای برآورد پارامترهای جامعه و دخالت دادن ویژگی‌های جامعه در نمونه، از روش نمونه‌گیری گروهی استفاده شده است. قلمرو موضوعی تحقیق، مطالعات امکان‌سنجی است؛ قلمرو مکانی و زمانی نیز به ترتیب شرکت آبفای استان تهران و سال ۱۳۹۳ است؛

تعداد مدیران حوزه فنی و بهره‌برداری شرکت‌های زیرمجموعه استان که به‌عنوان خبرگان موضوع انتخاب گردیده و از ایشان در قالب مصاحبه و پرسشنامه اکتساب دانش گردیده است به شرح جدول ذیل است و تفاوت در تعداد آن‌ها ناشی از تفاوت در اندازه شرکت‌ها و اجرای پروژه‌هاست.

جدول شماره ۷. تعداد خبرگان صنعت آبفای استان تهران در حوزه فنی و بهره‌برداری به تفکیک مناطق

آبفای منطقه ۱	آبفای منطقه ۲	آبفای منطقه ۳	آبفای منطقه ٤	آبفای منطقه ٥	آبفای منطقه ٦	آبفای جنوب غرب	آبفای شهرک‌های غرب	آبفای جنوب شرق	آبفای شرق
۲	۳	۱	۳	۲	۱	٤	۳	۲	۱

٤-۲. مراحل اجرای تحقیق

مراحل انجام تحقیق به‌صورت زیر است:

۱- انجام مطالعات کتابخانه‌ای به‌منظور مرور مبانی نظری در ارتباط با موضوع امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی و همچنین مطالعه نحوه به‌کارگیری رویکرد هوشمندانه و سیستم‌های خبره در این زمینه.

۲- احصاء شاخص‌های امکان‌سنجی سبز پروژه‌های صنعتی در ابعاد پنج‌گانه شاخص‌های مالی، اقتصادی، فنی، بازار و محیط زیستی که شاخص‌های محیط زیستی خود به شش بخش اکوسیستم، انرژی، کیفیت هوا، زمین، کیفیت آب و آلودگی صوتی تقسیم می‌شود. این شاخص‌ها از طریق مطالعه استانداردهای مراجع متعبر علمی و اجرایی و مدل‌های توسعه‌یافته همچون مدل مدیریت سبز احصاء شده است.

۳- مصاحبه با خبرگان صنعت آب در حوزه پروژه‌های آبفا (ساخت تصفیه‌خانه) و توزیع پرسشنامه در بین ایشان جهت اعتباریابی شاخص‌های احصاء شده و کاربرد آن‌ها در این صنعت و اصلاح شاخص‌ها. در نظرسنجی از شاخص‌های اولیه نهایتاً ۷٦ شاخص ارزیابی جامع پروژه‌های صنعتی حاصل شد. با توجه به اینکه تعریف پروژه و امکان‌سنجی آن در

بخش فنی و بهره‌برداری انجام می‌شود و حتی برآوردهای مالی و اقتصادی نیز در همین حوزه انجام می‌شود لذا مدیران این بخش‌ها به‌عنوان بهترین افراد صاحب‌نظر انتخاب شدند.

٤- انجام آزمون آماری t استیودنت جهت بررسی تعمیم‌پذیری نظرات خبرگان در خصوص اعتبارسنجی معیارهای ارزیابی‌شده.

۵- مصاحبه با خبرگان جهت اکتساب دانش و طراحی قواعد اگر-آنگاه در زمینه امکان‌سنجی سبز پروژه‌های احداث تصفیه‌خانه‌های فاضلاب. مصاحبه با خبرگان با هدف تهیه قواعد سیستم خبره انجام شده و نتایج آن در تشکیل پایگاه دانش سیستم خبره به کار گرفته می‌شود؛ این مصاحبه‌ها با همان خبرگان صنعت آبفا که جهت روایی‌سنجی شاخص‌ها مورد نظرسنجی واقع شدند، انجام پذیرفته است. در واقع در هر دو مرحله جمع‌آوری داده در قالب پرسشنامه و مصاحبه از یک جمعیت خبرگان استفاده شده است، با توجه به روش شناسی تحقیق که همان سیستم های خبره است مرحله مصاحبه بسیار اساسی است؛ چراکه نظرات خبرگان در خصوص ارتباط بین شاخص‌ها و اینکه شاخص‌ها چه تأثیری بر درجه امکان‌پذیری کل دارند، استفاده می‌شود.

٦- تشکیل پایگاه دانش بر اساس اطلاعات اخذشده از خبرگان و تعیین توابع عضویت فازی (توابع فازی مثلثی) و تعریف قواعد اگر-آنگاه نرم‌افزار متلب.

۷- استفاده از نرم‌افزار متلب و برنامه‌نویسی سیستم خبره فازی امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی.

۸- اعتبارسنجی مدل از طریق ورود داده‌های یکی از پروژه‌های واقعی تکمیل شده (تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران) در سیستم خبره طراحی شده و دریافت درجه امکان‌سنجی سبز پروژه و مقایسه خروجی با نظرات خبرگان.

۹- تجزیه و تحلیل خروجی سیستم خبره فازی طراحی‌شده در مقایسه با نظرات خبرگان.

۵. تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش تهیه پایگاه دانش حاصل از نظرسنجی از خبرگان و تعیین توابع عضویت فازی مثلثی و تعریف قواعد اگر-آنگاه در نرم‌افزار متلب به‌صورت شماتیک نشان داده شده است، همچنین خروجی نرم‌افزار SPSS که در مرحله اول برای اعتبارسنجی شاخص‌های محیط زیستی تدوین‌یافته به کار گرفته شده و در مرحله دوم جهت محاسبات میانگین مجموع خطاها بکار رفته نشان داده شده است.

۵-۱. اعتبارسنجی شاخص‌های امکان‌سنجی پروژه‌ها

قبل از طراحی سیستم خبره فازی شاخص‌های امکان‌سنجی از خبرگان صنعت آبفا مورد نظرسنجی قرار گرفت که منجر به حذف تعداد ۷ متغیر از مجموع شاخص‌ها گردید و در نهایت، ۷۶ شاخص نهایی گردید.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره ۸ خروجی آزمون T جهت اعتبارسنجی شاخص‌ها

Test Value = 3						
95% Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	Df	T	
Upper	Lower					
1.4327	.5673	1.00000	.000	21	4.806	NPV
1.2039	.3415	.77273	.001	21	3.727	ROR
1.4506	.7313	1.09091	.000	21	6.308	CC
1.6066	.7571	1.18182	.000	21	5.786	BC
1.4757	.7061	1.09091	.000	21	5.896	Working
1.4196	.6713	1.04545	.000	21	5.811	NatinalSaving
1.3529	.5562	.95455	.000	21	4.983	Exchange
1.4196	.6713	1.04545	.000	21	5.811	Edalat
1.4883	.6026	1.04545	.000	21	4.909	Export
1.5305	.7423	1.13636	.000	21	5.997	GDP
1.6357	1.0006	1.31818	.000	21	8.632	Personality
-.6130	-1.3870	-1.00000	.000	21	-5.374	Finance
1.5059	.7668	1.13636	.000	21	6.394	Updatetechnology
1.5343	.8293	1.18182	.000	21	6.973	Leaproduction
1.6357	1.0006	1.31818	.000	21	8.632	Agileproduction
1.2808	.4465	.86364	.000	21	4.305	LeanSCM
1.5305	.7423	1.13636	.000	21	5.997	AgileSCM
1.4196	.6713	1.04545	.000	21	5.811	Avalability
1.5059	.7668	1.13636	.000	21	6.394	Adoptation
1.5875	.8670	1.22727	.000	21	7.085	Risk
1.5605	.8940	1.22727	.000	21	7.659	Ownership
1.5605	.8940	1.22727	.000	21	7.659	Expertise
-.8037	-1.5599	-1.18182	.000	21	-6.500	Improvement
1.5311	.9234	1.22727	.000	21	8.399	Capacity
-.7061	-1.4757	-1.09091	.000	21	-5.896	Innovation
.8226	-.3681	.22727	.436	21	.794	Customer
1.3937	.6972	1.04545	.000	21	6.243	CRM
-.7061	-1.4757	-1.09091	.000	21	-5.896	Flexibility

Test Value = 3						
95% Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	Df	T	
Upper	Lower					
1.4757	.7061	1.09091	.000	21	5.896	Sale
1.3937	.6972	1.04545	.000	21	6.243	Dominance
1.6281	.7356	1.18182	.000	21	5.508	Segmentation
1.4235	.7583	1.09091	.000	21	6.821	Extention
1.3287	.5804	.95455	.000	21	5.306	Satisfaction
1.4797	.7931	1.13636	.000	21	6.884	Distribution
1.6126	.8419	1.22727	.000	21	6.623	Brand
1.5875	.8670	1.22727	.000	21	7.085	Skill
1.4986	.9560	1.22727	.000	21	9.407	Loyalty
1.4797	.7931	1.13636	.000	21	6.884	Externalmarket
1.5605	.8940	1.22727	.000	21	7.659	qualifier
1.7187	1.1904	1.45455	.000	21	11.451	CO2
1.5067	.8570	1.18182	.000	21	7.566	SO2
1.4235	.7583	1.09091	.000	21	6.821	CO
1.5605	.8940	1.22727	.000	21	7.659	NOx
1.5525	.9929	1.27273	.000	21	9.459	Ingredient
-1.0414	-1.6859	-1.36364	.000	21	-8.801	Eye
-.8940	-1.5605	-1.22727	.000	21	-7.659	Airquality
-.8813	-1.6641	-1.27273	.000	21	-6.763	Airdirection
1.4105	.5895	1.00000	.000	21	5.066	Desert
1.1963	.4401	.81818	.000	21	4.500	Jungle
1.2577	.4695	.86364	.000	21	4.557	Residual
1.3941	.7877	1.09091	.000	21	7.483	Natural
1.6554	1.0719	1.36364	.000	21	9.721	Rossob
1.8281	1.1719	1.50000	.000	21	9.507	Garbage
1.6357	1.0006	1.31818	.000	21	8.632	Erosionland
1.4797	.7931	1.13636	.000	21	6.884	Vegetable
1.5605	.8940	1.22727	.000	21	7.659	Larzesh
1.5343	.8293	1.18182	.000	21	6.973	Slake
1.2069	.5203	.86364	.000	21	5.231	Wateruse
1.4196	.6713	1.04545	.000	21	5.811	Wastewater

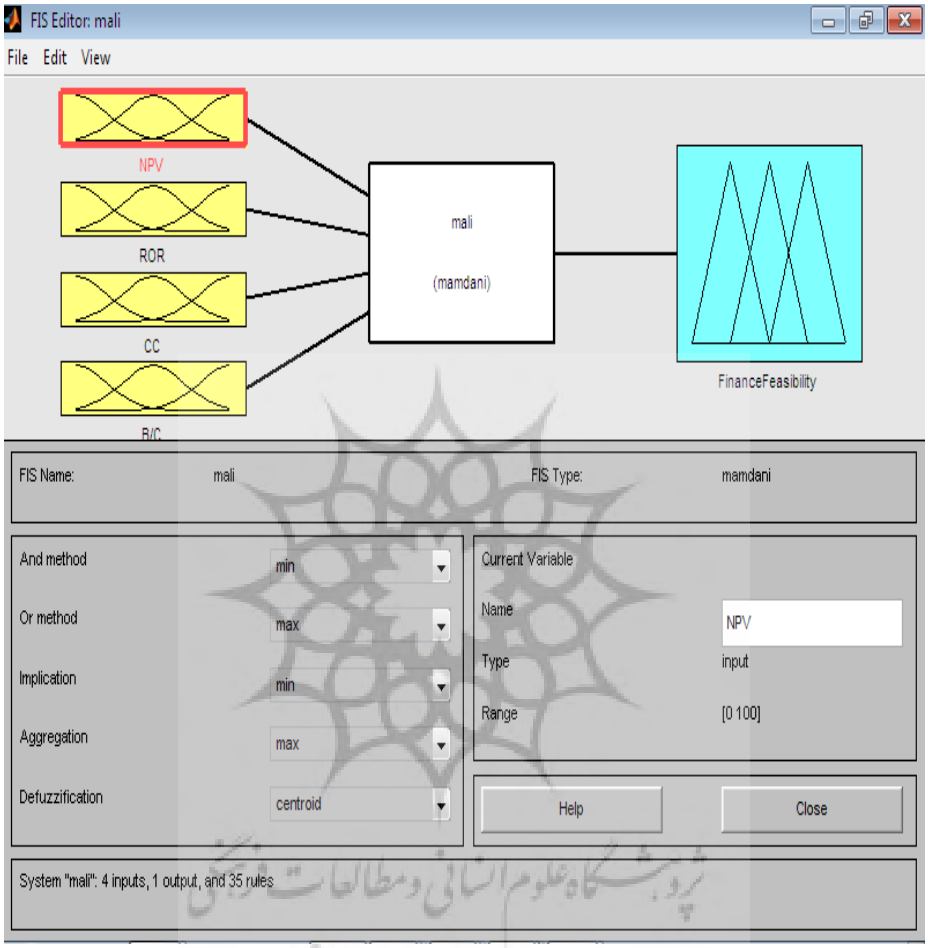
Test Value = 3						
95% Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	Df	T	
Upper	Lower					
1.4105	.5895	1.00000	.000	21	5.066	COD
1.6641	.8813	1.27273	.000	21	6.763	BOD
1.3848	.8880	1.13636	.000	21	9.514	TSS
1.6554	1.0719	1.36364	.000	21	9.721	Sathi
1.5875	.8670	1.22727	.000	21	7.085	Chah
1.6554	1.0719	1.36364	.000	21	9.721	Wasteproduction
1.6048	1.0316	1.31818	.000	21	9.566	DistanceSathi
1.8809	1.1191	1.50000	.000	21	8.189	Distancechah
1.2097	.6994	.95455	.000	21	7.780	Fosil
1.7820	1.1271	1.45455	.000	21	9.238	Electricite
1.3620	.6380	1.00000	.000	21	5.745	Gas
1.5599	.8037	1.18182	.000	21	6.500	Energysave
1.4199	.8528	1.13636	.000	21	8.333	Material
1.7650	1.2350	1.50000	.000	21	11.773	Soundforce
1.4427	.9209	1.18182	.000	21	9.419	Soundtime
1.6126	.8419	1.22727	.000	21	6.623	Soundperiod
1.4196	.6713	1.04545	.000	21	5.811	Soundbreak
1.7044	1.1137	1.40909	.000	21	9.922	Distancecity
1.4797	.7931	1.13636	.000	21	6.884	Smell
1.6901	.9463	1.31818	.000	21	7.372	Smellbreak
1.5067	.8570	1.18182	.000	21	7.566	Safty
1.6641	.8813	1.27273	.000	21	6.763	Restless
1.4986	.9560	1.22727	.000	21	9.407	Health
1.8096	1.2813	1.54545	.000	21	12.167	Gasproduction

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌گردد، از ۸۳ شاخص اولیه، در کلیه شاخص‌ها درجه معناداری کمتر از ۰/۰۵ شده و لذا فرض صفر که بیانگر برابری شاخص‌ها با مقدار نقطه برش (حد متوسط = ۳) است، رد شده و فرض یک که بیانگر مخالف بودن شاخص‌ها با عدد ۳ (حد متوسط در طیف پنج‌تایی لیکرت) است، تأیید شده است؛ اما در ۷۶ شاخص میزان تأثیرگذاری شاخص بیش از ۳ تشخیص داده شده است و در هفت شاخص میزان تأثیرگذاری کمتر از متوسط تشخیص داده شده است و لذا در طراحی سیستم خبره این ۷ شاخص (میزان تأثیرگذاری بر کیفیت هوا، جریان هوا، قابلیت دید، انعطاف‌پذیری تولید محصول، بهبود فنّاوری تولید، تأمین مالی از طریق عمومی (مردمی) و نوآوری در فرایندهای بازاریابی) حذف گردیده و سایر شاخص‌های تأییدشده مبنای طراحی سیستم خبره قرار گرفته‌اند. در واقع با اجرای این تحلیل به مدل جامع که همان شاخص‌هاست می‌رسیم و سؤال اول تحقیق پاسخ داده شده و مؤلفه‌های نهایی مدل جامع امکان‌سنجی مشخص شده است.

۵-۲. مدل‌سازی مسئله در نرم‌افزار متلب

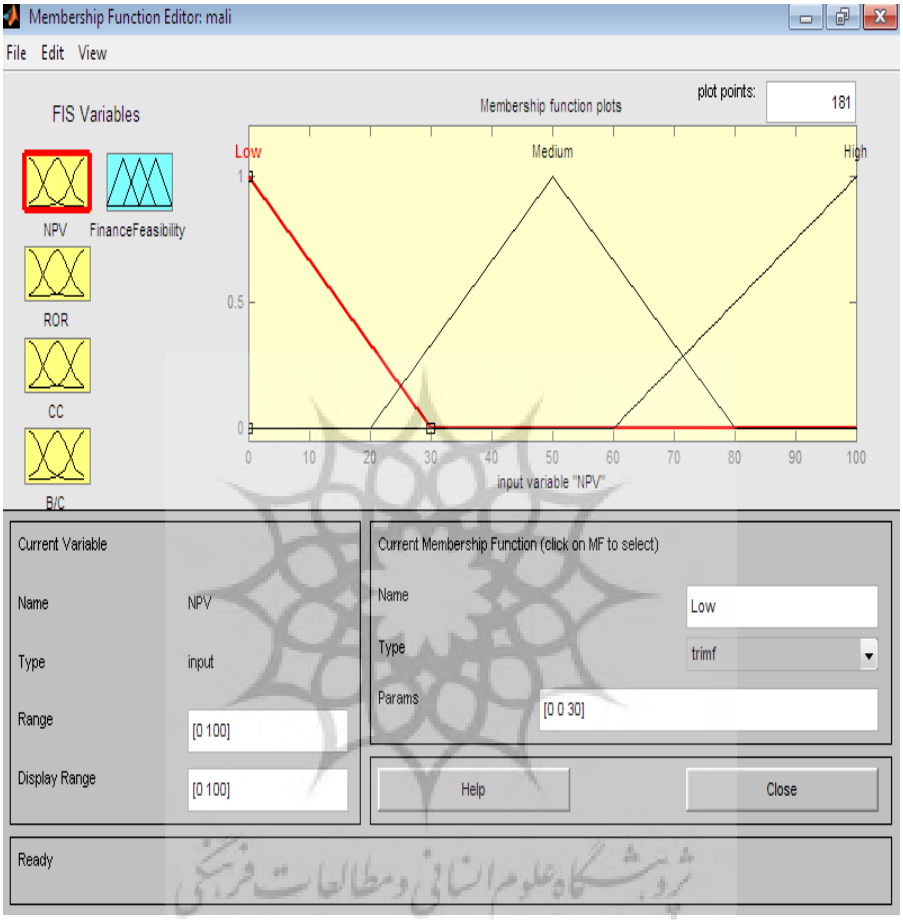
در این بخش به‌صورت شماتیک مراحلی که برای مدل‌سازی مسئله در نرم‌افزار متلب طی شده است، تشریح می‌گردد؛

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



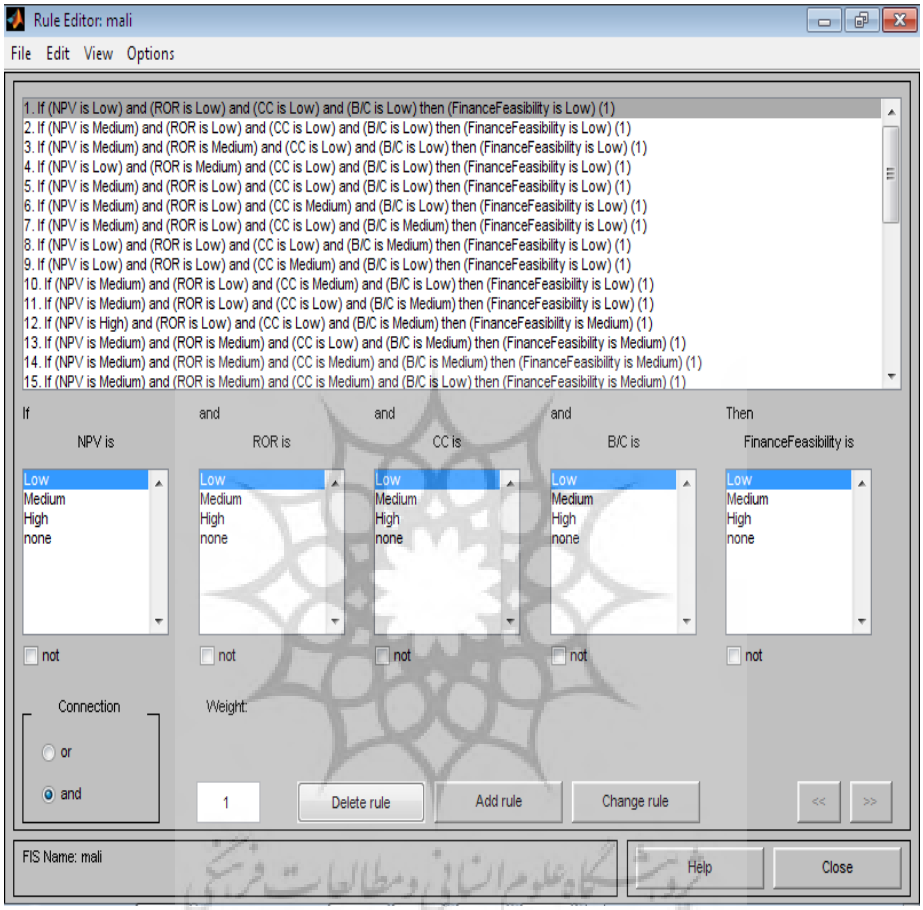
شکل شماره ۲. صفحه تعریف متغیرهای ورودی و خروجی ارزیابی مالی

شکل فوق بیانگر تعاریف متغیرهای زیرسیستم استنتاج فازی در ارزیابی مالی پروژه‌های صنعتی است؛ در این زیرسیستم ٤ متغیر که همان شاخص‌های ارزیابی مالی پروژه‌ها هستند به‌عنوان متغیرهای ورودی انتخاب و توجیه‌پذیری مالی[۵] به‌عنوان متغیر خروجی انتخاب شده است. روش غیرفازی‌سازی نیز روش مرکز ثقل انتخاب شده است.



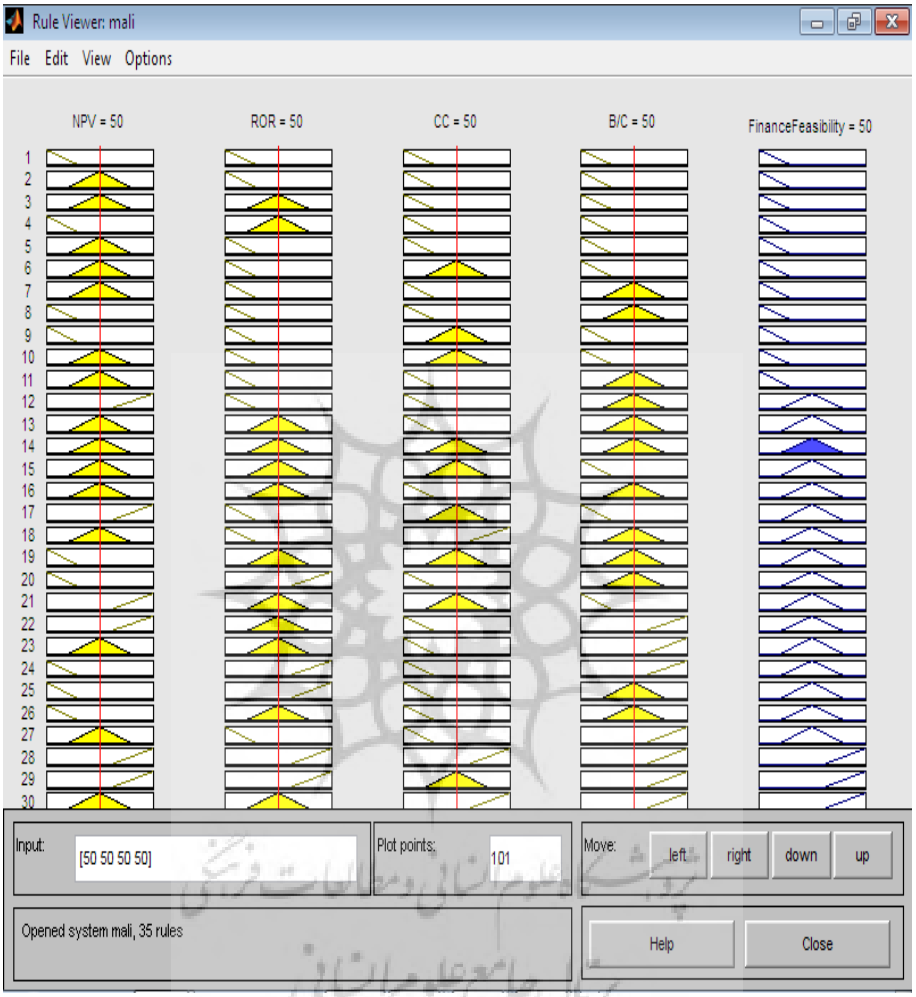
شکل شماره ۳. توابع فازی مثلثی کم، متوسط و زیاد جهت سنجش متغیرهای ورودی

در شکل فوق دامنه تعریف متغیرها و همچنین توابع عضویت آن‌ها تعیین شده است. تابع فازی انتخاب‌شده برای هر یک از سطوح متغیرها (کم، متوسط، زیاد) تابع فازی مثلثی تعیین شده است.



شکل شماره ٤. شمایی از قواعد اگر-آنگاه ارزیابی مالی پروژه‌های صنعتی

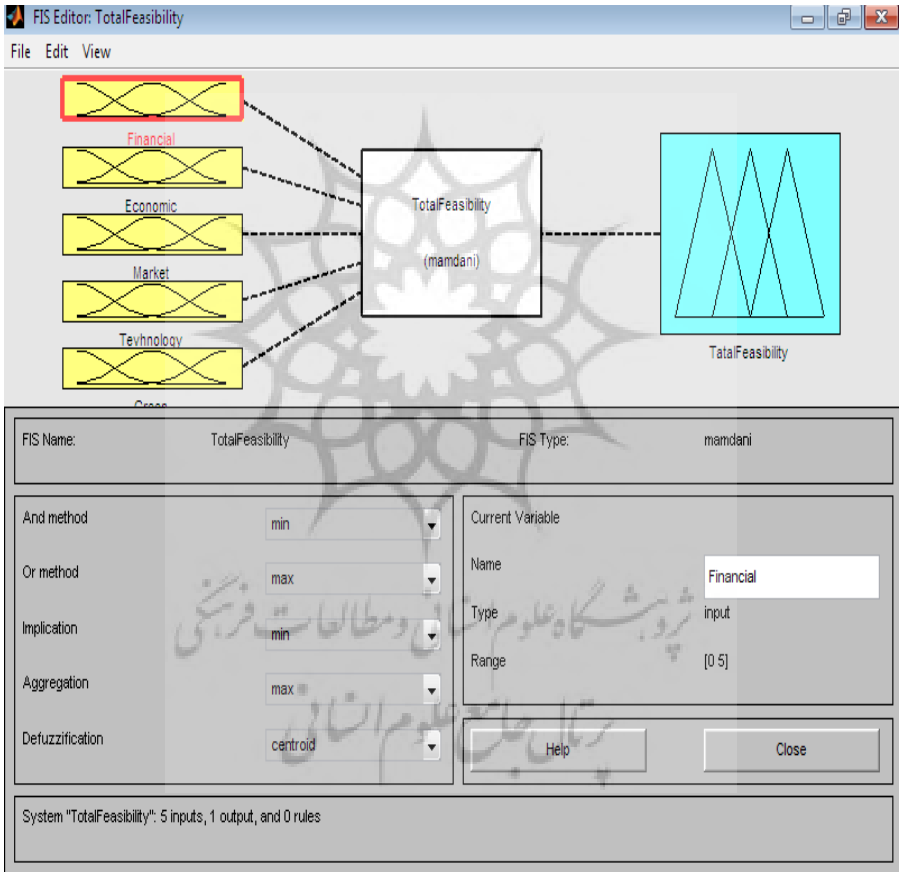
با استفاده از نظرسنجی از خبرگان پایگاه دانش سیستم خبره تشکیل می‌یابد که به‌صورت قواعد اگر-آنگاه تعریف شده که در ماژول ارزیابی مالی این قواعد در شکل فوق نمایش داده شده است.



شکل شماره ۵. صفحه نشان‌دهنده قوانین و نتایج در نرم‌افزار متلب (در حالت پیش‌فرض همه متغیرها در حد وسط قرار دارد)

در شکل فوق ترکیب قواعد در قالب اعداد پیش‌فرض نرم‌افزار متلب که حد وسط هر متغیر ورودی است، نشان داده شده است.

تعاریف فوق و نتایج حاصل از به‌کارگیری نرم‌افزار متلب برای سایر ماژول‌های سیستم یعنی ابعاد اقتصادی، فنی، بازار و محیط زیستی نیز اجرا شده است که برای رعایت اختصار از بیان آن صرف‌نظر می‌شود و در ادامه این بخش به تشریح سیستم اصلی و ورودی‌ها و خروجی‌های آن اکتفا می‌شود.



شکل شماره ٦. تعریف متغیرهای ورودی و خروجی سیستم اصلی امکان‌سنجی کل پروژه‌های صنعتی

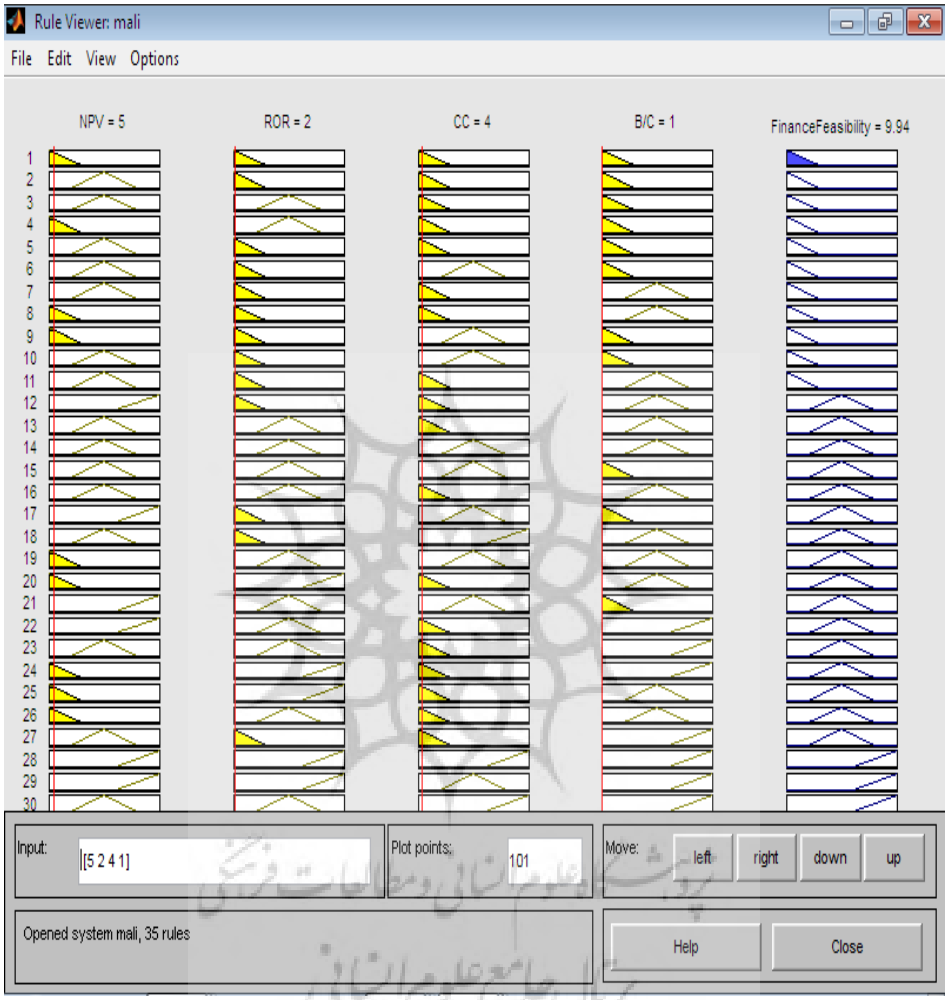
پیاده‌سازی سیستم خبره فازی

برای اعتبارسنجی سیستم طراحی‌شده، پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران که بزرگ‌ترین طرح محیط زیستی خاورمیانه بوده و شاخص‌های سبز بودن پروژه در آن کاملاً بارز و قابل سنجش است، در نظر گرفته شده است.

طرح‌های صنعت آب به‌ویژه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از آن جهت که در ابعاد مختلف امکان‌سنجی زمینه کاربردی و قابلیت سنجش دارد و لذا برای پیاده‌سازی سیستم طراحی‌شده مناسب هستند. تصفیه‌خانه‌های فاضلاب از این جهت که تولید پساب می‌کنند، سودآور هستند، طرح‌های دولتی و حاکمیتی بوده و در اشتغال و سایر مؤلفه‌های اقتصاد کلان تأثیر دارند، دارای بازار مساعدی از کشاورزان برای فروش پساب هستند، از فنّاوری‌های پیشرفته مکانیکال، الکتریکال و ساختمان بهره می‌برند و از همه مهم‌تر از جمله طرح‌های دوستدار محیط زیست هستند و ملاحظات محیط زیستی را در حد مطلوبی در نظر می‌گیرند. در ادامه وضعیت داده‌های پروژه ساخت تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران در زیرسیستم‌های مالی، اقتصادی، فنی، بازار و محیط زیستی بررسی و نهایتاً میزان توجیه‌پذیری نهایی پروژه مذکور سنجیده شده است.

زیرسیستم مالی

شکل زیر روابط بین متغیرهای ورودی شامل متغیرهای ارزش فعلی درآمدها (NPV)، نرخ بازگشت (ROR)، هزینه سرمایه شده (CC) و نسبت فایده به هزینه (B/C) و متغیر خروجی که توجیه‌پذیری مالی پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران است را نشان می‌دهد. هر یک از متغیرها دارای سه تابع عضویت فازی مثلثی «کم»، «متوسط» و «زیاد» است و مبتنی بر قواعد اگر آنگاه منتج از نظرات خبرگان، درجه توجیه‌پذیری مالی پروژه تصفیه‌خانه جنوب تعیین شده است.



شکل شماره ۷. ورود داده‌های مربوط به حوزه مالی پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران

همان‌طور که مشاهده می‌شود، طرح تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران از حیث ارزیابی مالی در سطح پایین و نامطلوبی قرار داشته و هرچند حدود ۹٪ از حیث مالی توجیه‌پذیر است ولی نسبت منافع به هزینه‌ها تقریباً برابر یک بوده و سودآوری بسیار اندکی دارد.

در ادامه تحلیل خروجی نرم‌افزار برای سایر زیرسیستم‌ها و همچنین برای سیستم اصلی امکان‌سنجی به‌صورت توصیفی ارائه شده و برای رعایت تلخیص از ترسیم اشکال و خروجی نرم‌افزارها خودداری شده است.

زیرسیستم اقتصادی

زیرسیستم اقتصادی دارای متغیرهای ورودی شامل «میزان اشتغال‌زایی»، «میزان ایجاد پس‌انداز ملی»، «میزان ایجاد درآمد ارزی»، «تعدیل توزیع درآمد و تحقق عدالت اجتماعی»، «قابلیت صادرات محصول و ارزآوری»، «میزان تأثیرگذاری بر تولید ناخالص داخلی کشور»، «میزان تأثیرگذاری بر هویت ملی»، «میزان مشارکت مردم در تأمین مالی پروژه» و متغیر خروجی شامل توجیه‌پذیری اقتصادی پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران را نشان می‌دهد. هر یک از متغیرها دارای سه تابع عضویت فازی مثلثی «کم»، «متوسط» و «زیاد» است و مبتنی بر قواعد اگر آنگاه منتج از نظرات خبرگان، درجه توجیه‌پذیری اقتصادی پروژه تصفیه‌خانه جنوب تعیین شده است.

با ورود داده‌های اقتصادی پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران، میزان خروجی سیستم که در واقع توجیه‌پذیری اقتصادی این پروژه است عدد ۵۰، حد وسط دامنه ۰ تا ۱۰۰، تعیین شده است و حاکی از وضعیت متوسط اقتصادی پروژه مذکور دارد.

زیرسیستم فنی

زیرسیستم فنی دارای متغیرهای ورودی شامل متغیرهای ارزیابی فنی پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران را که در جدول ٤ ذکر گردید با متغیر خروجی با عنوان توجیه‌پذیری فنی پروژه را نشان می‌دهد. هر یک از متغیرها دارای سه تابع عضویت فازی مثلثی «کم»، «متوسط» و «زیاد» است و مبتنی بر قواعد اگر آنگاه منتج از نظرات خبرگان، درجه توجیه‌پذیری فنی پروژه تصفیه‌خانه جنوب تعیین شده است.

میزان توجیه‌پذیری فنی پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران ۸۱/۵٪ پیش‌بینی گردیده است که حاکی از سطح بالای فنّاوری، امکان افزایش ظرفیت و انعطاف‌پذیری فنّاوری به کار گرفته‌شده است.

زیرسیستم بازار

زیرسیستم بازار، متغیرهای ارزیابی بازار پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران را که در جدول ۵ ذکر گردید با متغیر خروجی با عنوان توجیه‌پذیری بازار را در پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران نشان می‌دهد. هر یک از متغیرها دارای سه تابع عضویت فازی مثلثی «کم»، «متوسط» و «زیاد» است و مبتنی بر قواعد اگر آنگاه منتج از نظرات خبرگان، درجه توجیه‌پذیری بازار پروژه تصفیه‌خانه جنوب تعیین شده است

درجه توجیه‌پذیری بعد بازار کاملاً در حد وسط (۲/۵) در دامنه انتخابی قرار دارد که حاکی از سطح متوسط شاخص‌های مدیریت بازار و فروش محصولات (پساب‌های تولیدی) به مشتریان (کشاورزان نواحی جنوبی و جنوب شرقی استان تهران) است.

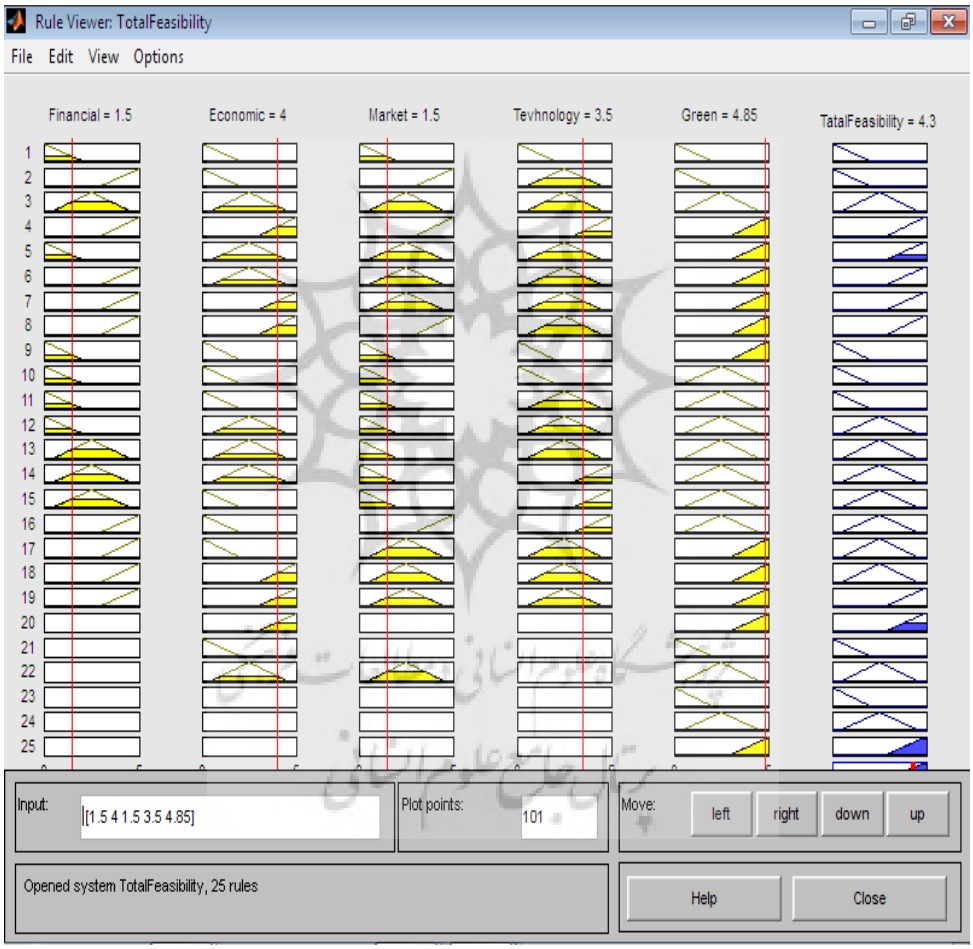
زیرسیستم محیط زیستی

زیرسیستم محیط زیستی شامل متغیرهای ارزیابی محیط زیستی پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران مندرج در جدول است و متغیر خروجی با عنوان توجیه‌پذیری بازار در پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران است. هر یک از متغیرها دارای سه تابع عضویت فازی مثلثی «کم»، «متوسط» و «زیاد» است و مبتنی بر قواعد اگر آنگاه منتج از نظرات خبرگان، درجه توجیه‌پذیری بازار پروژه تصفیه‌خانه جنوب تعیین شده است.

درجه توجیه‌پذیری محیط زیستی پروژه تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران ۰/۷٦۵ است که با توجه به وجود ٤۱ شاخص و قواعد فازی تعریف شده و تعریف رابطه فازی توسط مین (Min) عدد بسیار مطلوبی است که حاکی از سبز بودن پروژه مذکور است.

سیستم خبره فازی امکان‌سنجی کل پروژه

در این سیستم داده‌های مربوط به خروجی ۵ زیرسیستم فوق به‌عنوان ورودی سیستم خبره فـازی در نظر گرفته شده و توجیه‌پذیری کل پروژه به‌عنوان خروجی سیستم در نظر گرفته شده است.



شکل شماره ۸ داده‌های مربوط به سیستم اصلی (توجیه‌پذیری نهایی پروژه ساخت تصفیه‌خانه)

توجیه‌پذیری کل پروژه ٤/۳ در محدوده ۱ تا ۵ در نظر گرفته شده است که وضعیت خوبی بوده و حاکی از قرار گرفتن توجیه‌پذیری کل در درجه زیاد است؛ با توجه به درجه بالای توجیه‌پذیری سبز پروژه ساخت تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران، علی‌رغم پایین بودن توجیه‌پذیری مالی، ولی توجیه‌پذیری کل زیاد پیش‌بینی شده است که حاکی از اهمیت بالای شاخص‌های محیط زیستی در ارزیابی پروژه است.

اعتبارسنجی مدل

برای اعتبارسنجی سیستم خبره طراحی‌شده به دو روش مبتنی بر نظر 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 زیر خروجی آزمون تی‌استیودنت در نرم‌افزار SPSS است:

جدول شماره ۹. نتیجه آزمون T جهت اعتبارسنجی صحت خروجی‌های سیستم خبره فازی از منظر خبرگان

	Test Value = 3						
	95% Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	df	T	
	Lower	Upper					
Tatal Feasibility	1.1229	1.6135	1.36818	.000	21	11.599	

همان‌طور که در خروجی نرم‌افزار SPSS مشخص است میزان معناداری[٦] در سطح بسیار مطلوبی (کاملاً زیر پنج‌صدم) قرار داشته و لذا می‌توان گفت درجه صحت خروجی سیستم خبره از منظر خبرگان در سطح بیش از سه (متوسط) که نقطه برش[۷] تعیین شده است قرار دارد که حاکی از نظر مساعد خبرگان نسبت به خروجی سیستم خبره است.

۲- روش دوم اعتبارسنجی (تعیین خروجی مدل با نظرسنجی از خبرگان)

جدول شماره ۱۰. میانگین نظرات خبرگان در پیش‌بینی خروجی توجیه‌پذیری کل پروژه تصفیه‌خانه

ردیف خبرگان	پیش‌بینی خبرگان از متغیر خروجی	خروجی سیستم خبره	SSE
۱	٤	٤/۳	۰/۰۹
۲	۳/۵	٤/۳	۰/٦٤
۳	۵/۰۵	٤/۳	۰/٤۹
٤	٤	٤/۳	۰/۰۹
۵	۵	٤/۳	۰/٤۹
٦	٤	٤/۳	۰/۰۹
۷	٤/۵	٤/۳	۰/۰٤
۸	٤	٤/۳	۰/۰۹
۹	۵	٤/۳	۰/٤۹
۱۰	۵	٤/۳	۰/٤۹
۱۱	٤/۵	٤/۳	۰/۰٤
۱۲	۳/۵	٤/۳	۰/٦٤
۱۳	۳/٦	٤/۳	۰/٤۹
۱٤	۵	٤/۳	۰/٤۹
۱۵	٤	٤/۳	۰/۰۹
۱٦	۵	٤/۳	۰/٤۹
۱۷	٤/۵	٤/۳	۰/۰٤
۱۸	۵	٤/۳	۰/٤۹
۱۹	٤	٤/۳	۰/۰۹
۲۰	۵	٤/۳	۰/٤۹
۲۱	٤	٤/۳	۰/۰۹
۲۲	٤	٤/۳	۰/۰۹
MSE= 0.2968			

در این روش از خبرگان خواسته شد بر اساس ورودی‌های مربوط به پروژه مورد مطالعه میزان توجیه پذیری این پروژه را پیش بینی کنند و در ادامه نسبت به محاسبه میانگین مجذورات خطاها اقدام گردید که نتایج به شرح ذیل است:

جدول شماره ۱۱. مقایسه خروجی سیستم خبره با پیش‌بینی خبرگان و محاسبه خطا

Std. Error Mean	Std. Deviation	Mean	N	
.11795	.55325	4.3682	22	TatalFeasibility

درجه توجیه‌پذیری این پروژه از منظر خبرگان بیش از متوسط (عدد ۳) قرار دارد. بر اساس جدول، میانگین نظرات خبرگان در پیش بینی متغیر خروجی که عدد ٤/٣٦٨٢ است تقریباً منطبق بر خروجی سیستم خبره فازی طراحی‌شده یعنی عدد ٤/٣ است. میانگین مربعات خطا نیز در حدود ۰/۳٦ است که با توجه به دامنه اندازه‌گیری ۰ تا ۵ مطلوب است.

جمع‌بندی

مدیریت سبز از پارادایم های نوظهور عرصه سازمان و مدیریت است که مبتنی بر مفاهیم توسعه پایدار و مسئولیت‌های اجتماعی سازمان سعی در سبز کردن فرایندها، منابع و خروجی‌های سازمان دارد. ایجاد و راه‌اندازی طرح‌های کسب وکار و همچنین احداث پروژه های صنعتی نیز می‌بایست دارای پیوست محیط زیستی بوده و قبل از اجرای پروژه و یا راه‌اندازی کسب‌وکار میزان دوستدار محیط زیست بودن پروژه و به‌عبارت دیگر میزان سبز بودن آن اندازه گیری شود. با این توصیف مفهوم امکان سنجی پروژه ها علاوه بر مفاهیم کلاسیک توجیه پذیری مالی و اقتصادی دارای ابعاد و شاخص های جدیدی تحت عنوان امکان سنجی سبز خواهند بود؛ در این مقاله سعی شده است بر اساس استانداردهای مصوب سازمان های معتبر مرتبط با مسئولیت های محیط زیستی و همچنین مدل های سنجش محیط زیستی همچون سری‌های مرتبط ایزو، شاخص‌های سبز بودن یک پروژه که بیانگر انطباق پروژه با ملاحظات محیط زیستی است تدوین گشته و در کنار شاخص های کلاسیک

توجیه‌پذیری پروژه‌های صنعتی شامل شاخص‌های مالی، اقتصادی، فنی و بازار مدل جامعی جهت امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی توسعه یابد؛ بنابراین مدل جامع امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی شامل مؤلفه‌هایی است که پس از روایی‌سنجی به تعداد ۷۶ شاخص نهایی گردید و پاسخ سؤال اول در بخش روایی‌سنجی از شاخص‌ها (بخش ۱-۶) داده شده است. همچنین سؤال دوم تحقیق نیز در بخش ارائه شاخص‌های زیست‌محیطی که همان شاخص های سنجش سبز بودن پروژه است مشخص شده و پاسخ این سؤال در انتهای جدول این بخش ارائه شده است. در ادامه جهت طراحی یک سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گیری در خصوص امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی با رویکرد فراگیر، با استفاده از روش شناسی سیستم های خبره، پایگاه دانش مبتنی بر نظرسنجی از خبرگان صنعت آب جهت امکان‌سنجی پروژه‌های این صنعت طراحی گشته است، سیستم خبره طراحی‌شده هم در مرحله پیش طراحی و هم پس از طراحی جهت اجرا در طرح‌های صنعت آب توسط خبرگان این صنعت اعتبارسنجی گردیده است. با توجه به کیفی بودن اغلب شاخص ها و لزوم استفاده از عبارات کلامی در سنجش آن ها از منطق فازی کمک گرفته شده و شرط و نتیجه قواعد منطقی بر اساس سیستم استنتاج فازی طراحی شده است. نتایج حاصل از اجرای مدل تدوین‌شده در پروژه ساخت تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران حاکی از صحت مطلوب سیستم و قابلیت اطمینان جهت پشتیبانی از پروژه‌های این صنعت است.

برای تحقیقات بعدی پیشنهاد می‌گردد ضمن توسعه شاخص‌ها، در سایر زمینه‌های صنعتی همچون صنعت برق، نفت، گاز، مخابرات، ساختمان و غیره نیز سیستم های 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 کرد.

یادداشت‌ها

1. green feasibility
2. engineering economy
3. fuzzy expert system
4. PORSEL
5. financial feasibility
6. significant
7. cut point

کتابنامه

اسکونژاد، محمدمهدی (۱۳۷۵)، *اقتصاد مهندسی ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی*، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

بختیاری، حسین (۱۳۹۳)، «طراحی مدل هوشمند امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی با رویکرد سبز»، رساله دکتری به راهنمایی عادل آذر، دانشگاه تربیت مدرس.

شیزو سنجو، زنتارو ناکامورا (۱۳۷٤)، *مهندسی اقتصادی برای مدیران*، ترجمه طاهره ژیان احمدی، تهران: انتشارات سازمان بهره‌وری ایران.

حسینی، س، ص و قربانی، م (۱۳۸٤)، *اقتصاد فرسایش خاک*، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

عباس‌پور، مجید (۱۳۷۱)، *مهندسی محیط زیست*، جلد اول، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، چاپ اول.

عباس‌پور، مجید (۱۳۷۱)، *مهندسی محیط زیست*، جلد دوم، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، چاپ اول.

قربانی، محمد و فیروززارع، علی (۱۳۷٤)، *مقدمه‌ای بر ارزش‌گذاری محیط زیست*، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

کسایی، مسعود (۱۳۸۷)، *بررسی اقتصادی طرح‌های صنعتی*، انتشارات سمت.

مهدی‌خانی، علیرضا و احسانی‌فر، محمد (۱۳۸۸)، *اقتصاد مهندسی (ارزیابی طرح‌های اقتصادی) رویکرد نوین*، تهران: انتشارات نور علم، چاپ اول.

میرمطهری، سید احمد (۱۳۷۱)، *ارزیابی طرح‌های اقتصادی راهنمای تهیه و امکان‌سنجی پروژه‌های صنعتی*، انتشارات اطلس.

Akoka Jacky, Leune Bernard (1994), "An Expert System for Feasibility Assessment of Product Development", *Expert Systems With Applications*, Vol. 7, No. 2, 291-303.

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.

Bobillo Fernando, Miguel Delgado mez-Romero, Juan, Enrique Lopez (2009), "A Semantic Fuzzy Expert System for a Fuzzy Balanced Scorecard", *Expert Systems with Applications* 36.

Boyd, James (2006), *The Nonmarket Benefits of Nature: What Should Be Counted in Green GDP?*, Resources for the Future.

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.

Denisis, Athanasios (2009), "An Economic Feasibility Study of Short Sea Shipping Including the Estimation of Externalities with Fuzzy Logic", Doctor of Philosophy dissertation, University of Michigan.

Dittrich Monika, Bringezu Stefan (2011), *Resource Use and Resource Efficiency in Emerging Economies*, Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy Wuppertal, Germany.

Easterbrook Steve (2004), *The Feasibility Study*, University of Toronto, Department of Computer Science, Lecture 7.

European Assoiatioon for Green Management (EGAM) (2014), *EAST Questionnaire for Green Project*, Lausanne, Switzerland.

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*, InL. F. Pau, Expert System in Economics, Banking and Management (279-288). North-Holland: Elsevier.

Giljum Stefan, Polzin, Christine (2011), *Green Industry for a Low-Carbon Future*, Sustainable Europe Research Institute, SERI, Vienna, Austria.

Hadjimichael, Michael (2009), "A Fuzzy Expert System for Aviation Risk Assessment", *Expert Systems with Applications*, 36.

Hanley N, Spash C.L. (1993), *Cost-benefit Analysis and the Environment*, Hants: Edward Elgar Publishing.

Idrus Arazi, Nuruddin Muhd Fadhil, Rohman M. (2011), "Development of Project Cost Contingency Estimation Model Using Risk Analysis and Fuzzy Expert System", *Expert Systems with Applications*, 38.

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.

Otero Luis Daniel, Otero Carlos E. (2012), "A Fuzzy Expert System Architecture for capability assessments in skill-based environments", *Expert Systems with Applications*, 39.

Pearce D, Turner R.K. (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Saxena, Anand; Sodhi, Seema (2005), "Feasibility analysis", *Project Report and Business Plan*, Lesson 5, 64-82.

Siler William, Buckley James (2005), *Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning*, John Wiley & Sons.

Turner R.K, Pearce D, Bateman I. (1994), *Environmental Economics*, London: Harvester Wheatsheaf.

Ustundag Alp Serdar K l nc Mehmet Cevikcan, Emre (2010), "Fuzzy Rule-Based System for the Economic Analysis of RFID investments", Expert Systems with Applications, 37.

WHIPPLE, WILLIAM (1962), "Economic Feasibility of Federal Power Projects", *Land Economics*, Vol. 38, No. 3 (Aug.), 219-230

Zargham M. R., Mogharreban N. (2005), *PORSEL: an Expert Fystem Fsting in Investment Analysis and Valuation*, Soft Comput.

Zimmermann H.J. (1993), *Fuzzy Sets Decision Making & Expert Systems*, Kluwer Academic Publishers, Fourth Printing, Boston.