دو فصلنامه علمی
فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران

سال پانزدهم، شماره ۵۵ و۵۶ ، بهار و تابستان ۱۴۰۲
صفحات:۲۷۷ الی ۲۹۹

Identify and analyze decision points and key players in procurement process in the EPC companies

Seyedeh Motahareh Hosseini*, Mohammad Aghdasi**

*Ph.D. Student, Faculty of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

**Professor, Faculty of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Abstract

Correct and timely decisions have a significant impact on the performance and achievement of the company's goals. In other words, business process management depends on making and implementing rational decisions. By increasing the integration of information systems in organizations and using tools such as process mining, a platform is provided for the use of data analysis approaches and better analysis of decisions, and managers can act in agile decision making. Selecting a supplier in the process of purchasing in complex projects is one of the basic and key decisions that affect the quality, cost and performance of the project. In this article, with a process perspective, the decision points in the purchasing process in a complex construction project in an EPC company have been discovered and the key players in the implementation of the process have been identified and analyzed through social network analysis. The results of this research have led to the investigation of decision points in the process, the performance of decision points and the identification of key people in decision making, which can be used to improve the company's future performance.

Keywords: Decision analysis, Business Process Management (BPM), Social Network Analysis (SNA), Procurement process, EPC Companies.

شناسایی و تحلیل نقاط تصمیم و بازیگران کلیدی درفرایند تامین شرکت‌های EPC

سیده مطهره حسینی*[*]، محمد اقدسی**

*دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

** استاد، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۱

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

تصمیمات درست و به‌موقع تاثیر بسزایی در عملکرد و دستیابی شرکت به اهداف خود دارد. به‌بیانی‌دیگر مدیریت فرایندهای کسب وکار، به اتخاذ و اجرای تصمیمات منطقی وابسته است. با افزایش یکپارچه‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی در سازمان‌ها و با استفاده از ابزارهایی مانند فرایندکاوی، بستری جهت استفاده از رویکردهای جدید تحلیل داده و تحلیل بهتر تصمیمات فراهم شده و مدیران می‌توانند در تصمیم‌گیری‌ها به صورت چالاک عمل نمایند. انتخاب تامین‌کننده در فرایند خرید در پروژه‌های پیچیده، یکی از تصمیمات اثرگذار در کیفیت، هزینه و عملکرد پروژه است. در این مقاله با دیدگاه فرایندی، نقاط تصمیم در فرایند خرید در یک پروژه ساخت پیچیده در یک شرکت EPC کشف و با تحلیل شبکه اجتماعی بازیگران کلیدی در اجرای فرایند شناسایی و بررسی شده است. نتایج حاصل از این تحقیق به بررسی جایگاه نقاط تصمیم در جریان فرایندی، عملکرد نقاط تصمیم و نیز شناسایی افراد کلیدی در اتخاذ تصمیمات منجر شده که می‌تواند در بهبود عملکرد آتی شرکت مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: فرایندکاوی، تحلیل تصمیم، مدیریت فرایندهای کسب وکار، تجزیه و تحلیل شبکه اجتماعی، فرایند تامین، شرکت‌های EPC.

* نویسنده مسئول: سیده مطهره حسینی mo.hosseini@modares.ac.ir

۱. مقدمه

فرایندهای کسب وکار مجموعه‌ای از فعالیت‌های به هم وابسته هستند که تعدادی ورودی را با صرف یک یا چند منبع به خروجی با ارزش افزوده (شامل تولید یا خدمات) تبدیل می‌کنند که رضایت مشتریان و صنعت را در پی داشته باشد. این فعالیت‌های به هم متصل نمایانگر جریان فرایندی است و از طریق دروازه‌های فرایندی کنترل می‌شوند که چندین الگوی رفتاری را می‌سازند [۱].

در هر فرایند و فعالیتی ناگزیر به اتخاذ تصمیماتی در سطوح مختلف و با شدت اثرگذاری متفاوت هستیم. در تصمیم‌گیری وجود دو یا چند گزینه مطرح است که انتخاب هریک از گزینه‌ها تبعاتی مثبت یا منفی در پی خواهد داشت. این تبعات در فرایندهای کسب وکار بسته به سطح تصمیمات و اثرگذاری در کل فرایند حائز اهمیت است[۲]. شناسایی تصمیمات و تصمیم‌گیران، دید بهتری نسبت به جریان فرایندی ایجاد می‌نماید.

با توجه به اهمیت شناسایی و تحلیل تصمیمات فرایندی، در بسیاری از تحقیقات با استفاده از استاندارد DMN[1] تصمیمات و فرایند مدل‌سازی شده و یا از روش‌هایی مانند درخت تصمیم استفاده شده است. اما در تمامی این پژوهش‌ها، فرایندهای مورد بررسی شامل فرایندهای بسیار ساده و تحت قوانین مشخص بوده که ورودی‌ها، خروجی‌ها، پارامترهای اثرگذار و منطق تصمیم‌گیری کاملا معین و قابلیت مدل‌سازی داشته باشند. در بسیاری از این تحقیقات سعی شده با استفاده از فرموله کردن متغیرها، قوانین فرایندی کشف شود.

اما در شرایط حقیقی و در فرایندهای واقعی که ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌توانند متغیر بوده و تصمیمات تحت تاثیر شرایط هستند، این روش‌ها تا حدی کارایی خود را از دست می‌دهند. در این شرایط کارآمدترین گزینه، استفاده از نگاره‌های رویداد واقعی و اطلاعات حقیقی است که بتوان با استفاده از تحلیل آن‌ها عملکرد سازمان را در نقاط تصمیم و انجام فعالیت‌های فرایند مورد سنجش و تحلیل قرار داد.

در این مقاله، با استفاده از اطلاعات، مستندات و نگاره‌های رویداد حاصل از اجرای فرایند خرید و عقد قرارداد و با کمک ابزارهای فرایند کاوی[2] و تحلیل شبکه اجتماعی، سعی شده است دید بهتر و نزدیک به واقعیتی درخصوص فرایند ایجاد شده و عملکرد نقاط تصمیم و افراد کلیدی مورد تحلیل قرار گیرد. با استفاده از تجزیه و تحلیل شبکه اجتماعی[3] نیز با هدف کشف روابط بین منابع و افراد بر روی اطلاعات مربوط به مجریان فرایند مانند افراد، سیستم‌ها، نقش‌ها و یا دپارتمان‌ها و ارتباط آن‌ها با یکدیگر تمرکز می‌شود. از این روش می‌توان برای غنی سازی تجزیه و تحلیل فرآیند، مطالعه تیم‌ها و تخصیص منابع و نیز تجزیه و تحلیل الگوهای سازمانی استفاده نمود [۳, ۴].

فرایند انتخاب تامین‌کننده و خرید یکی از پیچیده‌ترین و مهم‌ترین فرایندها در یک شرکت پروژه محور است که به صورت EPC[4] فعالیت می‌کند. در این شرکت‌ها، انتخاب تامین‌کننده تاثیر بسزایی در پیشرفت پروژه، هزینه‌ها و حتی اعتبار شرکت دارد و تصمیم اشتباه می‌تواند منجر به آسیب‌های قابل توجهی شود. علی‌رغم اهمیت بالا ولی به دلیل پیچیدگی بسیار زیاد این فرایند در شرکت‌ها، در تحقیقات اندکی این موضوع مورد بررسی قرار گرفته است.

در ادامه در بخش۲ پیشینه پژوهش و تشریح مفاهیم، در بخش ۳ متدولوژی انجام کار و در بخش۴ نتیجه گیری ارایه شده است.

۲- پیشینه پژوهش و تشریح مفاهیم

۲-۱- پیشینه پژوهش

تجزیه و تحلیل فرآیندهای کسب و کار یک مسئله چند وجهی است که شامل تجزیه و تحلیل جریان فعالیت‌ها و نیز تصمیماتی است که در حین اجرای فعالیت‌ها گرفته می‌شود. در فرآیندکاوی، از طریق کشف خودکار مدل‌های فرآیند از نگاره‌های رویداد، می‌توان به کشف جریان فرایند و همچنین تأثیر داده‌ها بر گردش کار، یعنی تجزیه و تحلیل نقاط تصمیم دست یافت. البته بایستی خاطر نشان کرد که داده‌هایی که مربوط به فعالیت‌های گردش کار هستند، لزوماً با جریان کنترل ارتباط ندارند. تصمیماتی که بر متغیرهایی که توسط فعالیت‌ها استفاده می‌شوند تأثیر گذار هستند، می‌توانند سایر متغیرهایی را که بعداً در گردش کار استفاده می‌شوند را بدون تداخل در ترتیب اجرای فعالیت‌ها، نیز تحت تأثیر قرار دهند. البته در پژوهش‌های انجام شده، تاکنون تمرکز قابل توجهی بر این مساله صورت نگرفته است، زیرا تکنیک‌های فعلی شناسایی و تحلیل تصمیم هنوز به جریان کنترل متکی هستند [۵].

یکی از اولین تلاش‌ها در حوزه شناسایی و تحلیل تصمیم، پژوهشی است که توسط رزینات و آلست در سال۲۰۰۶ ارایه شده است. موضوع شناسایی و تحلیل تصمیم در این مقاله به عنوان روشی که هدف آن شناسایی وابستگی‌های داده‌ای است که بر روی مسیر پرونده اثرگذار است، تعریف شده است. در این پژوهش پس از تشریح فرایندکاوی و به‌منظور پشتیبانی از تحلیل داده‌ها در فرایندهای کسب وکار، افزونه‌ای[5] که در نرم افزار ProM جهت کاوش تصمیمات اضافه شده، تشریح شده است. در این مقاله، یک الگوریتم

[1] Decision Model and Notation (DMN)
[2] Process Mining
[3] Social Network Analysis (SNA)
[4] Engineering, Procurement, and Construction (EPC)
[5] Plug in

فرایندکاوی برای کاوش تصمیمات از دروازه‌های منفرد در مدل‌های فرایندی ارایه شده و از مفهوم درخت تصمیم برای تحلیل نقاط تصمیم‌گیری استفاده شده است[۶].

در پژوهشی که توسط پتروسل[1] و همکارش در سال۲۰۱۰ در خصوص استخراج نگاره‌های رویداد مربوط به تصمیمات اتخاذ شده توسط کاربران در یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS[2]) انجام شد، بیان شده است که می‌توان با استخراج این نگاره‌ها، بینشی بهتر در مورد روند تصمیم‌گیری بدست آورد. در مقاله مذکور بیان شده است که اگر این سیستم از تمام داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز تصمیم‌گیرنده پشتیبانی کند، نحوه تعامل کاربر با نرم افزار می‌تواند دیدگاه جدیدی درباره دانش ضمنی و صریح به کار رفته در فرآیند تصمیم‌گیری، همچنین الگوهای تصمیم‌گیری و استراتژی‌های مورد استفاده برای آن وضعیت تصمیم‌گیری را ارایه دهد. این محققین معتقدند که اطلاعات ارزشمندی که به عنوان گزارش فعالیت ذخیره می‌شوند، جهت ایجاد نمایش گرافیکی از روند تصمیم‌گیری، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد[۷].

در پژوهشی که توسط فریرا[3] و همکارش انجام شد، با استفاده از درخت تصمیم علت وقوع تاخیر در انجام فرایندها براساس نگاره‌های رویداد فرایند ثبت شده، از طریق بازیابی علل احتمالی تاخیر کشف و شناسایی شد. در روش پیشنهادی، نگاره رویداد به نمایش منطقی ترجمه شده و سپس از درخت تصمیم برای طبقه بندی نمونه‌های فرایند با توجه به مدت زمان استفاده می‌شود. در تقسیم نمونه‌ها به چندین زیر مجموعه، هر مسیر در درخت، بیانگر این قانون است که چرا یک زیرمجموعه داده دارای متوسط مدت زمان بیشتر یا کمتر از زمان سایر مجموعه‌ها است[۸]. رویکرد پیشنهادی در پژوهش مذکور دارای دو لایه پیش بینی است: لایه اول شامل مجموعه کوچکی از پیش‌بینی‌های پایه است که برای ایجاد بازنمایی منطقی از وقایع به کار گرفته می‌شوند، همانطورکه در گزارش وقایع ثبت شده اند. لایه دوم شامل مجموعه‌ای از قوانین است که پیش‌بینی‌های جدید را براساس پیش‌بینی‌های پایه تعریف می‌کند. این پیش‌بینی‌های جدید به معنای نمایش مفاهیم سطح بالا مانند جریان بین کارها یا تحویل کار بین کاربران است و می‌توان آن‌ها را به طور خودکار از نمایش منطقی گزارش رویداد استنباط کرد. فریرا و همکارش در این پژوهش به دنبال تحقق دو هدف اصلی بودند، هدف اول اینکه نشان دهند استفاده از درختان تصمیم منطقی می‌تواند در کشف علل تاخیر موثر باشد و هدف دوم اینکه نشان دهند چگونه ممکن است تحلیلگر از پیش فرض‌های مرسوم برای تحلیل علل خاص تاخیر استفاده نماید[۸].

در پژوهشی که در سال۲۰۱۶ توسط تیم تحقیقاتی انجام شد بیان شد که مدیریت فرایند کسب وکار به طور مستقیم تحت تاثیر نحوه طراحی و هماهنگی تصمیم‌گیری قرار دارد. از اینرو جهت اطمینان از اجرای بهینه فرایند، مدیریت تصمیم بایستی مستندات منطقی تصمیم‌گیری و اجرای آن را در برگیرد. روش پیشنهادی ارایه شده در این پژوهش ترکیب مدل تصمیم‌گیری و علامت‌گذاری (DMN) در ترکیب با مدل فرایند کسب وکار و علامت‌گذاری(BPMN[4]) است. روش استخراج نیمه اتوماتیک از مدل‌های تصمیم‌گیری DMN از نگاره‌های فرایند با کمک طبقه بندی درخت تصمیم در فرایند درخواست وام از بانک ارائه شده است. البته این محققین معتقدند در عمل منطق تصمیم‌گیری یا به صراحت از طریق ساختارهای جریان کنترل در مدل‌های فرایند کدگذاری می‌شود یا به طور ضمنی در نگاره‌های رویداد مربوط به اجرای فرایند وجود دارد[۹].

در جمع‌بندی بررسی پژوهش‌های انجام شده در حوزه تحلیل تصمیمات فرایندی، بایستی خاطر نشان کرد که در این تحقیقات تنها به بررسی ارتباط بین جریان فرایند و تصمیمات فرایندی اکتفا شده است. همچنین در هیچ یک از این تحقیقات از اطلاعات واقعی که حجم و پیچیدگی بیشتری دارد، استفاده نشده است.

۲-۲- تصمیم‌گیری در فرایند انتخاب و تعیین تامین-کننده

انتخاب تأمین‌کننده همیشه یک تصمیم مهم استراتژیک برای بسیاری از صنایع بوده است. در برخی از تحقیقات، انتخاب تامین-کننده به عنوان یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره با درنظرگیری عوامل کیفی و کمی تعریف شده است. با توسعه فرایند خرید به خصوص در صنعت ساخت، محققین سعی داشته‌اند روش‌های پیچیده خرید را به طور سیستماتیک و با شفافیت کامل انجام داده و به معیارهایی به غیر از قیمت نیز توجه کرده و با تعیین و وزن دهی به سایر معیارها، به خریدهایی بهتر و موفق‌تر دست یابند[۱۰].

پروژه‌های تامین با توجه به وضعیت رقابت و هزینه‌های تامین تجهیزات همواره یکی از حوزه‌هایی است که همواره با چالش‌های زیادی روبرو است. به عنوان مثال در سال ۲۰۰۶، نزدیک به ۲۰٪ از ۴۱۷ پروژه تامین تجهیزات دولت مالزی به دلیل عملکرد ضعیف پیمانکاران، ناسالم ارزیابی شده است. بنابراین اطمینان از پاسخگویی و شفافیت تصمیمات اتخاذ شده در اعطای قرارداد به بهترین پیمانکار، بسیار حائز اهمیت است[۱۰].

در پژوهشی که در سال ۲۰۱۰ انجام شد، در تحقیقات آکادمیک در ۷۸ مقاله در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ مجموعه‌ای از معیارهایی که

[1] Razvan Petrusel
[2] Decision Support System
[3] Ferreira
[4] Business Process Model and Notation (BPMN)

در انتخاب تامین‌کننده موثر هستند مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در ۶۸ مقاله یا ۸۷.۱۸٪ از مقالات، کیفیت به عنوان مهم‌ترین عامل شناخته شده است. در ۶۴ یا ۸۲.۰۵٪ از مقالات تحویل[1] به عنوان دومین و قیمت یا هزینه به عنوان سومین معیار معرفی شده است. در سایر تحقیقات موضوعاتی مانند سایز سفارش یا سایر مسایل مرتبط نیز مطرح شده است. در فرایند ارزیابی منابع، کارایی و اثربخشی کلی فرایند مورد بررسی قرار می‌گیرد[۱۱].

پوینت[2] انتخاب تأمین‌کننده را فرآیندی تعریف می‌کند که شرکت‌ها از طریق آن تأمین کننده را شناسایی و ارزیابی کرده و با آن‌ها قرارداد می‌بندند[۱۲]. انتخاب تأمین‌کننده طی سال‌ها شامل معیارهای قیمت و کیفیت بود. با ظهور پدیده‌های صنعتی شدن و جهانی شدن، معیارهای جدیدی برای انتخاب تامین کننده بهینه وجود دارد. در حال حاضر معیارهایی مانند نوآوری، انعطاف پذیری و حتی موضوعات زیست محیطی نیز در دستیابی به یک زنجیره تأمین پایدار نقش مهمی دارد [۱۳].

در پژوهشی که توسط تیمی تحقیقاتی با عنوان "ارایه چارچوبی مفهومی برای مدل تصمیم‌گیری تدارکات جهت بهینه‌سازی انتخاب تامین‌کننده در صنعت ساخت در مالزی" انجام شده است، در ابتدا وضعیت فعلی سیستم خرید در مالزی به ویژه در صنعت ساخت و ساز از نظر انتخاب تامین‌کننده درک و بررسی شده است. در ادامه یک مطالعه جامع در مورد معیارهای انتخاب تامین‌کننده برای ایجاد زیرساخت و اهمیت هر معیار تعیین شده و رابطه بین معیارها در بین اقدام کنندگان[3]، تصمیم‌گیرندگان، خریداران و کاربران تعریف شده است[۱۰].

از بررسی پژوهش‌های انجام شده در این حوزه، می‌توان دریافت که تحلیل تصمیمات به‌نحوی که منجر به بهینه شدن یا تسهیل تصمیمات شود، از موضوعات کلیدی و مهم در این حوزه است و نیاز است از ابزارهای مختلف و متنوعی در این راستا استفاده گردد. در این پژوهش سعی شده است با استفاده از ابزار فرایندکاوی و تحلیل شبکه اجتماعی، تصمیمات اتخاذ شده در فرایند خرید و انتخاب تامین‌کننده از دیدگاهی دیگر مورد بررسی قرار گیرند.

۲-۳- تحلیل تصمیمات

تجزیه و تحلیل فرآیندهای کسب و کار یک مسئله چند وجهی است که شامل تجزیه و تحلیل جریان فعالیت‌ها و نیز تصمیماتی است که درحین اجرای فعالیت‌ها اتخاذ می‌شود. در فرآیندکاوی، از طریق کشف خودکار مدل‌های فرآیند از نگاره‌های رویداد، می‌توان به کشف گردش کار و همچنین تحلیل بهتر فرایند دست یافت.

در مدل‌های فرایندی و در حین اجرای فعالیت‌های اصلی، همزمان با اجرای فعالیت‌ها باید بین گزینه‌ها و فعالیت‌های موجود تصمیم‌گیری شود و در واقع در بسیاری از موارد، اجرای فرآیند مستلزم تصمیم-گیری بین گزینه‌های متعدد است[۱۴]. نگاره‌های رویداد مورد استفاده در تحلیل تصمیم بایستی شامل داده‌های اطلاعاتی در خصوص اجرای فعالیت باشند، تا بتوان در تحلیل تصمیمات استفاده نمود[۱۴].

تحلیل تصمیمات فرایندی از ترکیب فرایندکاوی با نگاره‌های رویداد ثبت شده در سیستم‌های اطلاعاتی آگاه به فرایند[4] و یادگیری ماشین جهت کشف قواعد تشکیل شده و به دنبال یافتن ارتباط میان مقادیر ویژگی‌ها[5] و پیشبرد فعالیت‌ها در فرایندهای کسب وکار است[۱۵].

۲-۴- نقاط تصمیم

به‌منظور تحلیل انتخاب‌ها در فرایند کسب و کار به شناسایی بخش-هایی از مدل نیاز است که فرایند به شاخه‌های متعددی تقسیم می-شود، که نقاط تصمیم نام دارند[۶].

نقاط انشعاب و یا اتصال در فرایند دروازه[6] نام دارد. دروازه‌های فرایندی را می‌توان در چند دسته اصلی تقسیم بندی نمود، دروازه "And" که دروازه موازی نیز نامیده می‌شود، در بخش‌هایی کاربرد دارد که تمامی فعالیت‌ها در چندین ترتیب ممکن اجرا می‌شوند. دروازه"Or" که دروازه فراگیر نامیده می‌شود به این معنی است که یک یا همه فعالیت‌های خروجی براساس برخی از ویژگی‌ها قابلیت انتخاب دارند. دروازه "XOR" که دروازه اختصاصی نیز نامیده می-شود، به این معنی است که فقط یکی از فعالیت‌های بعدی براساس برخی از ویژگی‌ها قابلیت انتخاب دارد[۱].

فقط دروازه‌های XOR، در شبکه‌های پتری[7](شبکه پتری یکی از زبان‌های مدل‌سازی فرایندهای کسب وکار است)که بیش از یک خروجی دارد به عنوان نقطه تصمیم شناخته می‌شود و سایر دروازه‌ها، مانند دروازه AND، که بیانگر انتخاب همه خروجی‌ها است، نمی-توانند به عنوان نقطه تصمیم در نظر گرفته شوند[۱۵].

در تحلیل تصمیمات فرایندی، نقاط تصمیم از طریق مسیریابی مشروط در مدل شبکه پتری شناسایی می‌شوند. بنابراین ساخت مدل فرایندی پیش از تحلیل تصمیمات الزامی است. اگر مدل، مسیریابی

[1] Delivery
[2] Puente
[3] Initiators
[4] Process Aware Information System's
[5] Attribute
[6] Gateway
[7] Petri net

مشروط را که مورد نیاز است نشان ندهد، نتایج تحلیل ممکن است مطلوب نباشد[۱۵].

۲-۵- فرایندکاوی

با ترکیب یادگیری ماشین و سیستم‌های اطلاعاتی امروزی[1] رویکرد جدیدی با نام فرایندکاوی ایجاد شده است[۱۶]. فرایندکاوی رشته علمی جدیدی است که از اتصال علم فرایند و علم داده تشکیل شده است و به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا فرایندهای واقعی خود را کشف کنند، مشکلات فرایندی را تشخیص دهند و اقدامات اصلاحی را برنامه‌ریزی نمایند. از طریق تکنیک‌های فرایندکاوی، بسیاری از شرکت‌ها در جهان توانسته‌اند به اهدافی مانند بهبود کیفیت، انطباق بیشتر و بهینه سازی فرایند دست یابند[۱۷].

فرایندکاوی بر تحلیل فرایندهایی تمرکز دارد که به اجرای مکرر فعالیت‌ها برای ارایه محصولات یا خدمات می‌پردازند و به عنوان فرایندهای عملیاتی[2] نامیده می‌شوند[۱۶, ۱۸]. این روش با استفاده از نگاره‌های رویداد[3] که در بانک‌های اطلاعاتی ذخیره شده، مدل‌های فرایندی و جزییات اجرای فرایندها را نمایش می‌دهد[۱۹]. حداقل اطلاعات ذخیره شده در نگاره‌های رویداد شامل شناسه، عنوان فعالیت و زمان انجام است[۱۹]. با استفاده از این اطلاعات می‌توان فعالیت انجام شده، مورد[4]، مجری و زمان انجام فرایند را مورد تحلیل قرار داد[۲۰].

خروجی‌های فرایندکاوی می‌تواند در قالب مناظر سه‌گانه شامل مناظر فرایند[5]، مورد[6] و سازمان[7] ارایه شود.

در منظر فرایند با استفاده از نگاره‌های رویداد ثبت شده، روابط علّی فعالیت‌ها در زمان اجرا و ابزارهای مدل سازی، مدل فرآیند به تصویر کشیده می‌شود. در این منظر، بخش‌هایی از مسیر فرایند که بیشترین تکرار را داشته و یا حلقه تشکیل داده‌اند و نیز نقص‌ها یا تناقضاتی که در اجرای فرایند رخ داده است، مورد تحلیل قرار می‌گیرد. همچنین با استفاده از معیار زمان، می‌توان فعالیت‌هایی که بیشترین صرف زمان را در اجرا داشته‌اند، شناسایی نمود[۲۱, ۱۷].

هدف در منظر مورد، تمرکز بر روی ورودی‌های فرایند مانند انواع نمونه‌ها، واحدها و افراد، منابع متفاوت و زمان‌های پردازش مختلف و میزان اثرگذاری هریک از این متغیرها است[۱۷, ۲۲].

منظر سازمان به بررسی ارتباطات بین افراد، واحدها و بخش‌های سازمانی می‌پردازد، که با استفاده از تجزیه و تحلیل شبکه اجتماعی به نتایج کامل‌تری می‌توان دست یافت. در بخش بعدی این منظر در قالب تجزیه و تحلیل شبکه اجتماعی تشریح شده است[۱۷, ۲۲].

۲-۶- تجزیه و تحلیل شبکه اجتماعی

مفهوم تحلیل شبکه اجتماعی، نخستین بار توسط مورنو[8] در سال ۱۹۶۰ به‌منظور مطالعه تعاملات اجتماعی مطرح شد[۲۳] [۲۴]. هر شبکه اجتماعی با گرافی نمایش داده می‌شود که در آن گره‌ها بیانگر افراد و اتصال بین دو گره نشانه ارتباط آن دو گره با یکدیگر است. در SNA هدف بهبود جریان ارتباطی درون سازمان و نیز دستیابی مدیران ارشد سازمان به نحوه انجام کار و ارتقاء آن است. ایجاد یک فرایند ارتباطی شفاف و تامین ابزارهای مناسب جهت بهتر شدن تعاملات، از اهداف اصلی SNA است [۲۵].

یک پروژه پیچیده از لحاظ پیچیدگی ساختاری از یک پروژه سنتی متمایز می‌شود، بدین معنی که بخش‌های مختلف و متعددی با یکدیگر مرتبط بوده و در پروژه دخیل هستند[۲۶]. در یک پروژه پیچیده، شبکه‌ای از افراد و شرکت‌های متعدد در سطوح ارتباطی مختلفی با یکدیگر مشارکت دارند و در حال تبادل حجم وسیعی از اطلاعات در مورد فعالیت‌ها، فرایندها و تصمیمات هستند، تا به اهداف پروژه دست یابند. این بخش‌ها به یکدیگر وابسته‌اند و بر روی یکدیگر تاثیر می‌گذارند[۲۷]،[۲۸]. از اینرو در سازمان‌های پروژه محور، ارتباطات نقشی کلیدی در موفقیت پروژه دارند. اهمیت این موضوع تا حدی است که می‌توان ارتباطات و هماهنگی در پروژه را به عنوان یک دارایی غیرمادی ارزشمند برای سازمان در نظر گرفت.

اغلب روش‌های تحلیل شبکه که در صنعت جهت بررسی و تحلیل پیچیدگی شبکه پروژه‌های ساخت استفاده می‌شوند، محدودیت‌هایی دارند. به عنوان مثال مدل‌های سیستمی مانند فلوچارت و نمودارهای گردش کار در شرکت‌هایی کاربرد دارند که فرایندها و فعالیت‌های آن‌ها به صورت کاملا خطی در حال انجام است. تکنیک‌هایی از این جنس، جهت مدل‌سازی فرایندهای پیچیده و تعاملی در شبکه‌ای که ارتباطات چندگانه و تکرار شونده دارد، کارایی مورد نظر را ندارند[۲۹]. با استفاده از SNA به عنوان یک رویکرد تحلیلی کمی و کیفی، می‌توان روابط تعاملی موجود در شبکه‌های ارتباطی در پروژه‌های پیچیده را به صورت کارآمدتری تحلیل نمود[۲۹]. این رویکرد به دلیل اینکه قابلیت شناسایی و تحلیل انواع روابط و عملکرد مشارکت کنندگان و سازمان‌ها در پروژه‌های ساخت و نیز پروژه‌های پیچیده را دارد، مورد توجه محققین این حوزه قرار گرفته است[۳۰, ۳۱].

۲-۷- معیارهای تجزیه و تحلیل شبکه اجتماعی

[1] Information Systems (ISs)
[2] Operational process
[3] Event logs
[4] Case
[5] Process Perspective
[6] Case Perspective
[7] Organizational Perspective
[8] Moreno

از روش‌های متعددی جهت تحلیل شبکه و عملکرد در مدیریت پروژه‌های پیچیده استفاده شده است، که هرکدام قابلیت‌ها و محدودیت‌هایی داشته‌اند. معیارها و مفاهیم SNA استفاده شده در تحلیل‌ها را می‌توان در چهار دسته طبقه‌بندی نمود: مکانیسم‌های شکل‌گیری شبکه[1]، مرکزیت[2]، اتصال شبکه[3] و گونه شناسی شبکه[4][۲۹]. در این پژوهش هدف بررسی معیارهای مرکزیت شبکه جهت شناسایی نقش افراد کلیدی در اتخاذ تصمیمات است.

مرکزیت یکی از معیارهای مهم در شبکه بوده و بیانگر این است که چه گره‌ای دارای موقعیت کلیدی در کل شبکه است[۳۲]. موقعیت-های کلیدی در شبکه اغلب با رهبری قابل توجه، محبوبیت و یا شهرت خوب همراه هستند. متداول‌ترین معیارهای سنجش مرکزیت در شبکه عبارتند از مرکزیت درجه[5]، مرکزیت بینابینی[6] و مرکزیت نزدیکی[7] که نخستین بار توسط فریمن در سال ۱۹۷۹ مطرح شدند[۳۳]. با توجه به اهمیت کلیدی این سه معیار، در ادامه این معیارها به صورت تفصیلی تشریح شده‌اند.

مرکزیت درجه، بیانگر ارتباطات و لینک‌های بین افراد در شبکه است. مرکزیت درجه جهت تعیین اهمیت گره‌ها و نمایش موقعیت ساختاری بازیگران در یک شبکه استفاده می‌شود، بازیگران مرکزی از اعتبار یا مرکزیت بالاتری نسبت به سایر بازیگران برخوردار هستند[۳۴].

به طور کلی در گراف شبکه، معیار مرکزیت درجه از محاسبه تعداد کل پیوندهای مستقیم با سایر گره‌ها حاصل می‌شود. Cd به معنی تعداد پیوندهایی است که مستقیماً با گره N متصل هستند و n به معنی تعداد کل گره‌های شبکه محلی است که در فرمول۱ نمایش داده شده است. استاندارد شده معیار مرکزیت درجه در فرمول ۲ بیان شده است[۳۳].

$$Cd(Ni) = \sum_{j=1}^{n} Xij \qquad (i \neq j) \qquad (۱)$$

$$C'd(Ni) = \frac{\sum_{j=1}^{n} Xij}{(n-1)(n-2)} \qquad (i \neq j) \qquad (۲)$$

در صورتی که یک گره تنها نقطه اتصال در مسیر عبور سایرگره‌ها باشد، این گره از اهمیت بالایی برخوردار بوده و دارای **مرکزیت بینابینی** بالایی است[۳۳]. یک بازیگر با ارزش مرکزیت بینابینی بالا بر روی شبکه کنترل دارد و نقش واسطه‌گری در شبکه دارد، زیرا سایر بازیگران برای ارتباط با یکدیگر به این بازیگر وابسته هستند[۳۵]. به‌عنوان مثال، در یک سازمان کارکنانی که ارتباط بین بخش‌های مختلف را برقرار می‌نمایند، به دلیل نقشی که در اثربخشی جریان ارتباطی و اطلاعاتی بین گروه‌های کاری دارند، بسیار اثرگذار هستند[۳۶]

فرمول اصلی محاسبه مرکزیت بینابینی، در فرمول ۳ و در فرمول استاندارد شده ۴ با تقسیم فرمول ۳ بر $(n-1)(n-2)$ نمایش داده شده است. در این معادلات $\sum_{j<k} \frac{Gjk(Ni)}{Gjk}$ به معنای تعداد دفعاتی است که گره N در مسیر دو گره دیگر در شبکه قرار گرفته است[۳۳].

$$Cb(Ni) = \sum_{j<k} \frac{Gjk(Ni)}{Gjk} \qquad (۳)$$

$$b(Ni) = \frac{2\sum_{j<k} \frac{Gjk(Ni)}{Gjk}}{(n-1)(n-2)} \qquad (۴)$$

مرکزیت نزدیکی طول مسیر را از یک گره به سایر گره‌ها اندازه‌گیری می‌کند. اگر مسیر گره A با سایر گره‌های شبکه کوتاه‌ترین مسیر باشد، گره A از مرکزیت نزدیکی بالایی برخوردار است. به‌عبارتی دیگر مرکزیت نزدیکی مخفف راحتی و سهولت اتصال بین یک گره و گره‌های دیگر است[۳۳]. بازیگران با مرکزیت نزدیکی بالاتر، افرادی هستند که به صورت مستقیم با بازیگران زیادی در شبکه ارتباط دارند. هرچه مسیر بین دو گره کوتاهتر می‌شود، کارایی انتقال اطلاعات افزایش می‌یابد. بنابراین، میانگین طول مسیر شاخصی از کارایی شبکه است[۲۹]. روابط مستقیم زیاد در شبکه می‌تواند به اثربخشی بیشتر فعالیت‌های کاری و هماهنگی و اتحاد بین عناصر و یا بخش‌های حاضر در شبکه منجر شود[۳۶]. در این حالت در صورت قطع ارتباط با یک عنصر، به دلیل ارتباطات مستقیم زیاد، شبکه می‌تواند از سایر عناصر به منابع اطلاعاتی مورد نظر خود دست یابد. مرکزیت نزدیکی در فرمول ۵ نمایش داده شده است، $\sum_{j=a}^{n} d(Ni,Nj)$ نشانگر مجموع تعدادگام‌ها از گره N به سایر گره‌ها است. فرمول ۶ حالت استاندارد، معیار مرکزیت نزدیکی است[۳۳].

$$Cc(Ni) = \frac{1}{[\sum_{j=a}^{n} d(Ni,Nj)]} \qquad i \neq j \qquad (۵)$$

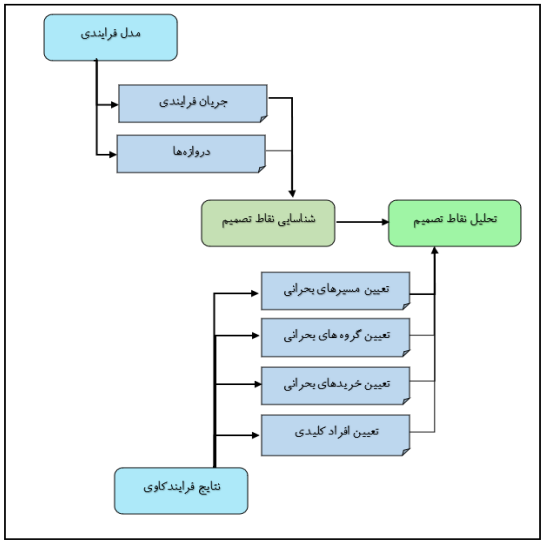
$$C'c(Ni) = \frac{n-1}{[\sum_{j=a}^{n} d(Ni,Nj)]} \qquad i \neq j \qquad (۶)$$

معیارهای مرکزیت به شناخت بهتر نقش و اثرگذاری عناصر موجود در شبکه کمک می‌نمایند.

[1] Formation mechanisms
[2] Centrality
[3] Connectedness
[4] Topology
[5] Degree Centrality
[6] Betweenness Centrality
[7] Closeness Centrality

۳- متدولوژی انجام کار

براساس یافته‌های حاصل از پژوهش‌های پیشین، مراحل انجام کار در این گزارش به‌منظور دستیابی به چارچوبی برای کاوش و تحلیل نقاط تصمیم در شکل۱ تصویر شده است. براساس این متدولوژی، با استفاده از مدل فرایندی جریان فرایندی و دروازه‌های فرایند مورد بررسی، شناسایی می‌شوند. در ادامه با استفاده از نتایج حاصل از فرایندکاوی نقاط، گروه‌ها و خریدهای بحرانی و همچنین افراد مهم و کلیدی شناسایی می‌شوند. با استفاده از ترکیب این نتایج، می‌توان نقاط تصمیم را بصورت کامل‌تر تحلیل نمود.



شکل۱- متدولوژی انجام کار

در این بخش براساس نکات مطرح شده در ادبیات و پژوهش‌های انجام شده با استفاده از نگاره‌های رویداد به کشف و تحلیل نقاط تصمیم در فرایند خرید و عقد قرارداد در یک شرکت EPC در پروژه احداث پالایشگاه پرداخته شده است. نیاز به تاکید است که برخی از نگاره‌های رویداد در جریان استخراج و پاکسازی اطلاعات از بین رفته و در حال حاضر در دسترس نیستند. البته در دسترس نبودن و مخدوش بودن بخشی از نگاره‌های رویداد در حوزه‌هایی مانند داده کاوی، فرایند کاوی و ... موضوعی رایج و ناگزیر است.

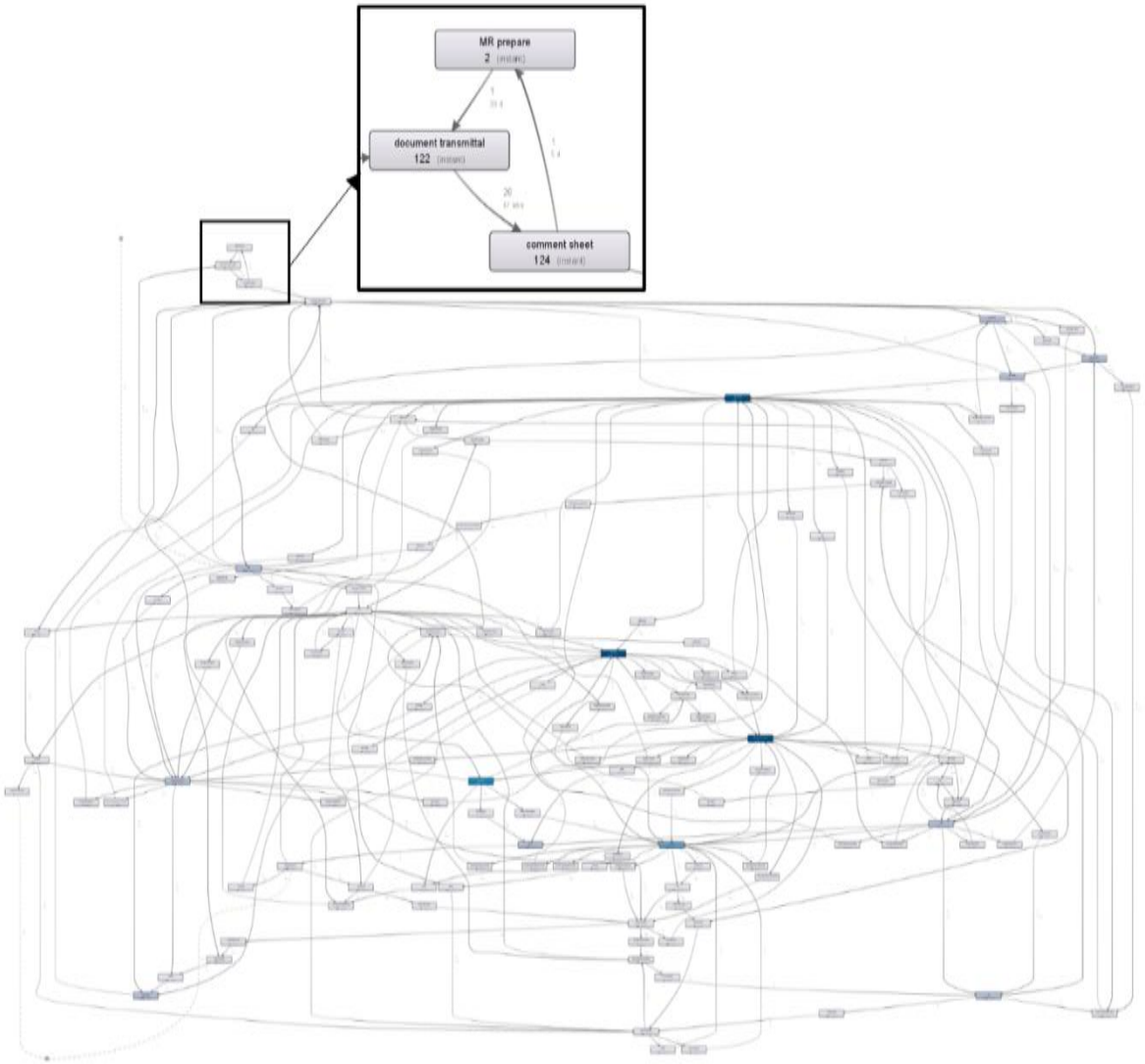
جهت بررسی این فرایند از داده‌های ثبت شده در بانک‌های اطلاعاتی مختلف شامل سامانه اتوماسیون، سامانه تحت وب، مستندات ذخیره شده در شبکه استفاده شده است. هر عنوان خرید به عنوان یک مورد و اقدامات انجام شده در هر تراکنش به عنوان فعالیت در نظر گرفته شده است.

فرایند مورد بررسی به صورت خلاصه از مراحل مختلفی مانند ارسال درخواست خرید، بررسی درخواست توسط بخش‌های مختلف، تهیه و تایید مدارک فنی مرتبط، مراحل پیش از برگزاری مناقصه، بررسی مدارک تامین‌کنندگان، برگزاری مناقصه و اعلام نتایج و عقد قرارداد تشکیل شده است. جهت انجام این فرایند، بخش‌های مختلفی مانند سایت پروژه، معاونت تامین، معاونت مهندسی، معاونت طرح و برنامه، مشاور، کارفرما و تامین کنندگان با یکدیگر تعامل دارند. داده‌های جمع آوری شده مربوط به فعالیت‌های کارفرما، سه شرکت مشاور، ۲۷۰ تامین کننده به عنوان بازیگران خارج از شرکت و ۱۲ مدیر و ۶۳ کارمند به عنوان بازیگران داخل شرکت است. این داده‌ها مربوط به مراحل اعلام نیاز در خصوص تجهیزات توسط مدیر پروژه تا زمان تعیین برنده مناقصه و انتخاب تامین‌کننده، مربوط به ۱۳۱ مورد خرید و بالغ بر ۵۵۰۰۰ نگاره رویداد است. بازه زمانی ثبت شده برای انجام رویدادهای مورد بررسی بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ و تعداد فعالیت‌های مورد بررسی ۱۲۹ عنوان، شناسایی شده است.

فعالیت‌های انجام شده در نه گروه خرید طبقه بندی شده‌اند و نقاط تصمیم در هریک از این گروه‌ها نیز به صورت جداگانه بررسی و مقایسه شده است. این گروه‌ها عبارتند از تجهیزات برق[۱]، تجهیزات فلزی[۲]، ابزار دقیق[۳]، تجهیزات مکانیکی[۴]، ایمنی[۵]، فرایند[۶]، سیستم تهویه مطبوع[۷]، تجهیزات ثابت[۸] و تجهیزات لوله کشی[۹]. نگاره‌های رویداد مورد استفاده شامل شماره خرید، عنوان فعالیت، تاریخ، فرستنده، گیرنده و گروه خرید است. نمونه‌ای از اطلاعات استخراج شده در جدول۱ نمایش داده شده است.

یکی از نرم افزارهای اصلی مورد استفاده در این پژوهش، نرم افزار دیسکو(Fluxicon’s Disco) با نسخه 2.5.0 است. دیسکو یک نرم‌افزار تخصصی فرایندکاوی است که تحت مجوز آموزشی/ دانشگاهی به صورت رایگان در دسترس است. این نرم‌افزار جهت نمایش مدل فرایند مذکور از ابتدا تا انتها استفاده شده است.

[1] Electrical
[2] Steel structure
[3] Instrumentation
[4] Mechanical equipment
[5] Safety
[6] Process
[7] HVAC
[8] Fix equipment
[9] Piping layout



شکل۲- وضعیت واقعی فرایند خرید[۱۷]

جدول۱- نمونه اطلاعات استخراج شده

گروه	گیرنده	فرستنده	تاریخ	فعالیت	شماره
برق	مدیر۶	کارمند۱	۲۰۱/۰۷/۰۸ ۷	ثبت شماره	مورد۱
ابزاردقیق	مدیر۵	مشاور۳	۲۰۱/۰۹/۰۱ ۹	نمودار	مورد۱ ۷
مکانیک	کارمند ۲	کارمند۹	۲۰۱/۰۲/۲۵ ۸	فهرست تامین-کنندگان	مورد۸ ۹

دیگر نرم افزار اصلی مورد استفاده، نرم افزار گفی(Gephi) نسخه 0.9.2 جهت تحلیل شبکه مورد استفاده قرار گرفته است. به‌منظور تحلیل فرایند، نگاره‌های رویداد پاکسازی و مرتب شده در فایل اکسل به صورت ورودی به نرم افزار دیسکو و گفی انتقال یافته و مورد پردازش قرار گرفته‌اند. نقشه فرایند حاصل از این داده‌ها توسط نرم‌افزار دیسکو در شکل۲ ترسیم شده است.

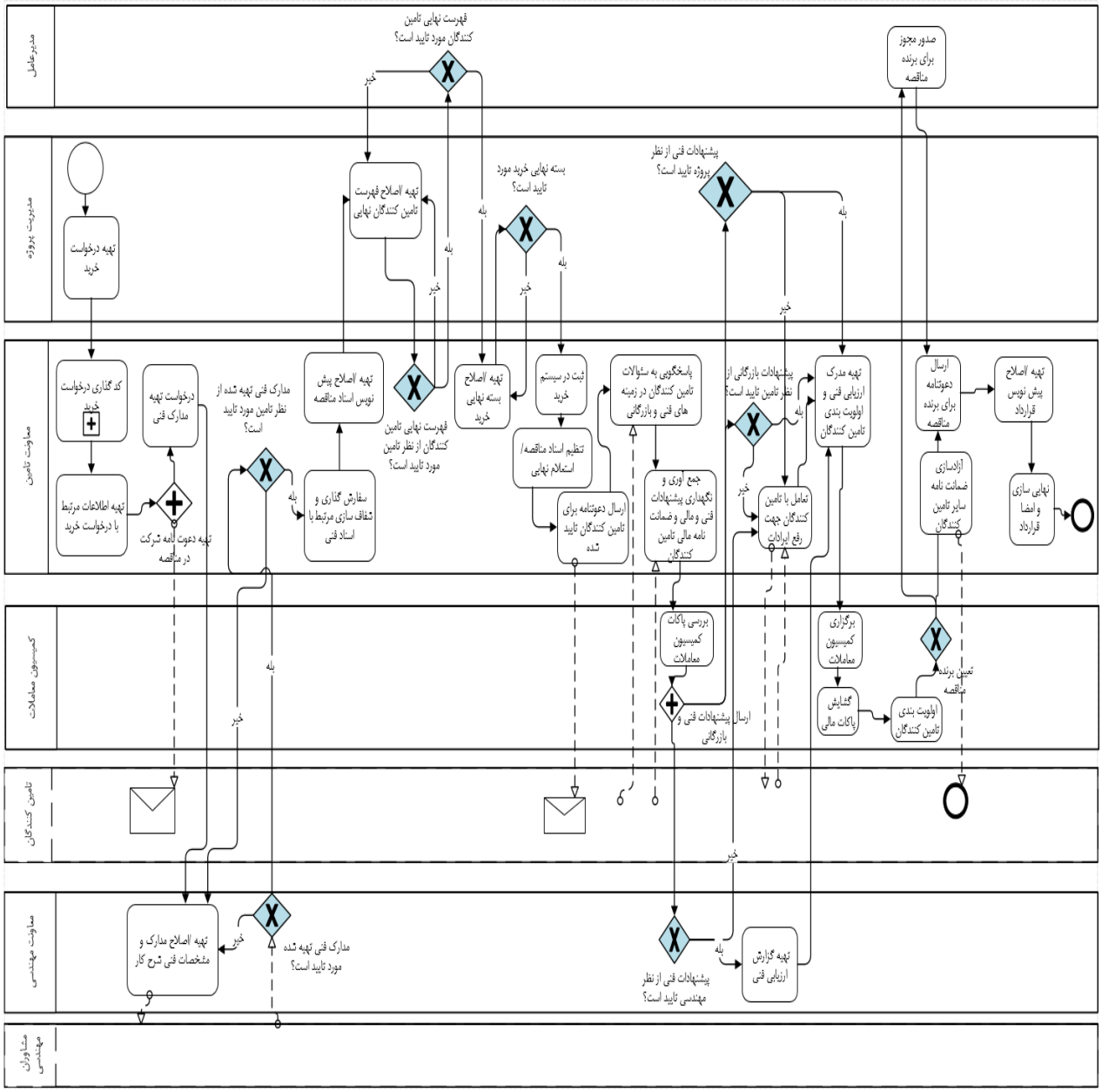
در شکل۲، فعالیت‌ها در مستطیل‌ها ثبت شده و خطوط بین آن‌ها بیانگر جریان فرایند از فعالیتی به فعالیتی دیگر است. مستطیل-هایی که با رنگ تیره مشخص شده‌اند، نمایانگر فعالیت‌هایی است که تعداد تکرار آن‌ها بیش از سایر فعالیت‌ها بوده است. به دلیل گستردگی و تعداد زیاد فعالیت‌ها، جزییات تصویر مشخص نیست.

۱-۳- کشف نقاط تصمیم فرایند

براساس شرح فرایند موجود درخصوص اجرای فرایند خرید و عقد قرارداد با تامین‌کنندگان، نقشه فرایند مذکور در شکل۳ ترسیم شده است. با توجه به توضیحات ارایه شده در پژوهش‌های انجام شده جهت یافتن نقاط تصمیم در فرایند، فقط دروازه‌های XOR

که در آن‌ها فقط یکی از مسیرهای خروجی‌ها امکان انتخاب شدن دارند، به عنوان نقطه تصمیم در نظر گرفته می‌شوند. از اینرو در شکل۳ نیز، این نقاط با رنگ آبی مشخص شده‌اند. شایان ذکر است که یکی از موضوعات رایج و متداول در شناسایی تصمیمات، وجود اختلافات در فرایند طراحی شده و اجرای فرایند در شرایط واقعی است. از اینرو برخی از نقاط مدل حاصل از نگاره‌های رویداد در شرایط واقعی متفاوت است. به عنوان نمونه نقطه تصمیم ۴ (تایید لیست تامین‌کنندگان توسط مدیرعامل) در این پروژه به معاونت تامین تفویض شده و فقط به تایید فهرست تامین‌کنندگان توسط معاونت تامین اکتفا می‌شود، از اینرو این نقطه از نقاط تصمیم حذف شده است.

در نتیجه کشف و تحلیل نقاط تصمیم مستخرج از نگاره‌های رویداد به هشت نقطه تصمیم معطوف شده و در جدول۲ با عنوان شناسایی نقاط تصمیم ارایه شده است.



شکل۳- نقشه فرایند خرید و عقد قرارداد

جدول۲- شناسایی نقاط تصمیم

شماره	نقطه تصمیم	عنوان مدرک	تصمیم گیرنده
۱	تایید مدارک فنی۱	درخواست کالا	معاونت مهندسی
۲	تایید مدارک فنی۲	انتقال درخواست کالا	معاونت تامین
۳	تایید فهرست تامین-کنندگان۱	فهرست تامین کنندگان مورد تایید/ فهرست تامین‌کنندگان فرعی	معاونت تامین
۴	تایید بسته نهایی خرید	فهرست موارد مورد نیاز برای ساخت	مدیریت پروژه
۵	تایید پیشنهادات فنی از دید مهندسی	انتقال نامه شفاف‌سازی فنی	معاونت مهندسی
۶	تایید پیشنهادات فنی از دید پروژه	مشخصات فنی پیوست قرارداد تامین‌کنندگان	مدیریت پروژه
۷	تایید پیشنهادات بازرگانی از دید تامین	ارزیابی پیشنهادات فنی ارایه شده توسط تامین کنندگان	معاونت تامین
۸	برگزاری مناقصه و انتخاب تامین کننده	تعیین برنده مناقصه	کمیسیون معاملات

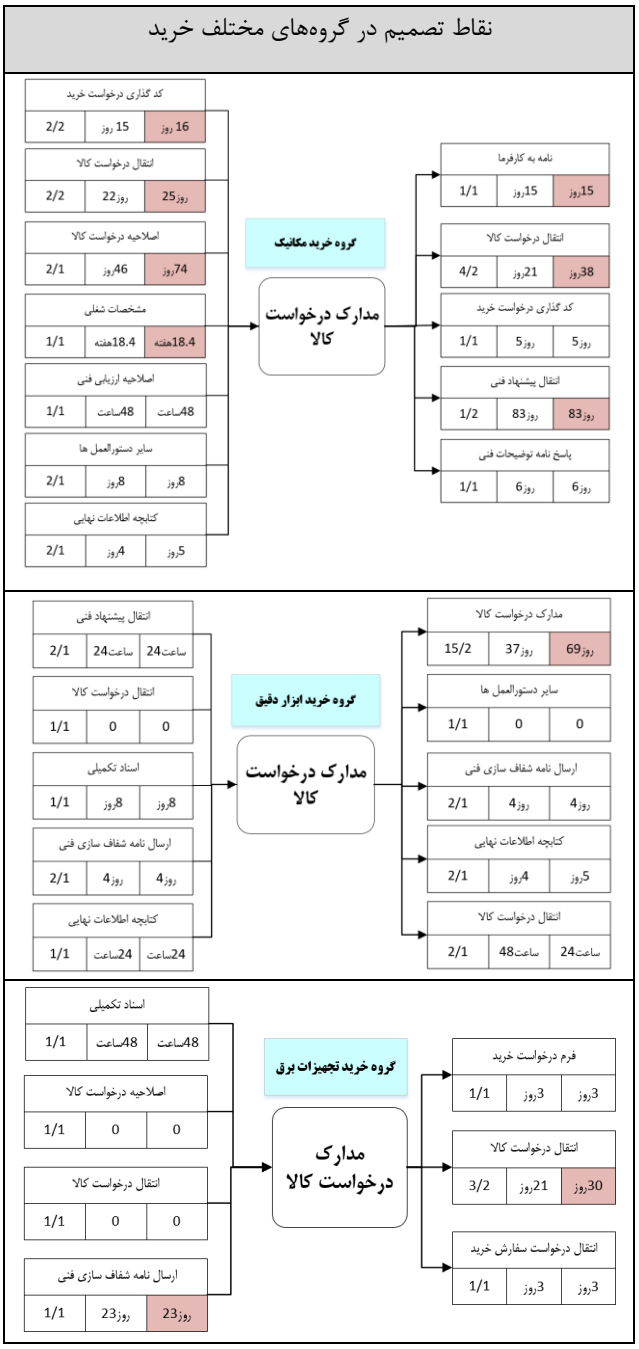
اطلاعات مرتبط با هر ورودی و خروجی شامل مجموع زمان صرف شده، بیشترین زمان صرف شده، تکرار مورد[1] و فرکانس مطلق[2] حاصل از نگاره‌های رویداد در هریک از نقاط تصمیم در قالب جدولی نمایش داده شده است که در جدول۳ ارایه شده است.

جدول۳- نحوه نمایش اطلاعات مرتبط با ورودی‌ها و خروجی‌ها در نقاط تصمیم

نگاره رویداد(عنوان مدرک)		
مجموع زمان صرف شده	بیشترین زمان صرف شده	تکرار مورد/ فرکانس مطلق

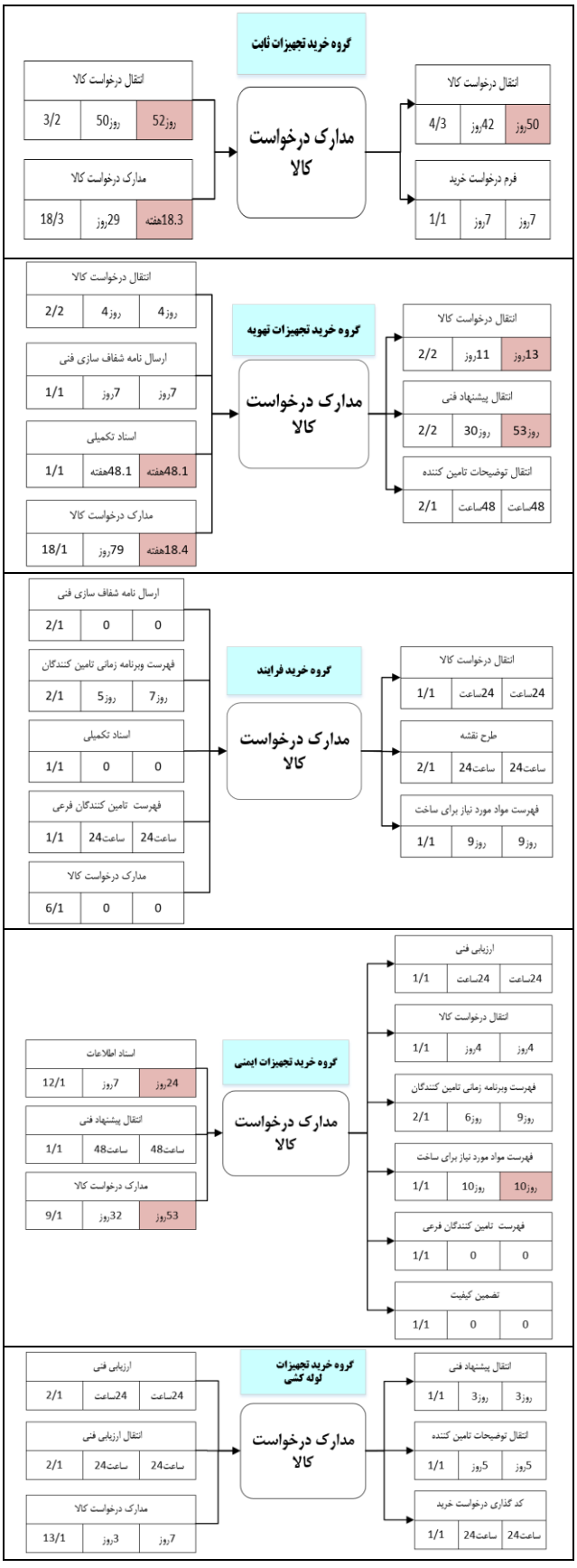
جهت تحلیل بهتر ورودی‌ها و خروجی‌ها در نقاط تصمیم، در جدول مجموع زمان صرف شده بین ۱۵ تا ۳۰ روز با رنگ قرمز و بیش از ۳۰ روز با رنگ بنفش مشخص شده است. نمایش نقاط تصمیم به تفکیک گروه‌های خرید در جدول۴ مربوط به نقطه تصمیم۱ نمایش داده شده است.

جدول۴- شناسایی و تحلیل نقطه تصمیم ۱ (بررسی و تایید مدارک فنی۱)



[1] Case frequency

[2] Absolute frequency



درخواست کالا پس از بررسی درخواست ارسال شده توسط پروژه به معاونت مهندسی ارسال می‌شود. معاونت مهندسی این درخواست را همراه با نقطه نظرات سایر بخش‌ها مانند کنترل کیفیت و HSE[1] برای مشاوران ارسال نموده و مشاوران مدارک، محدوده، مشخصات فنی و شرح کار مورد نظر را با اعمال نظرات دریافت شده تهیه می‌نمایند. در این نقطه تصمیم، معاونت مهندسی مدارک درخواست کالا را بررسی نموده و در صورت تایید محتوا به معاونت تامین ارسال می‌نماید. درصورت وجود نقص در مستندات نیز، به مشاوران عودت داده می‌شود.

با تحلیل نتایج فرایندکاوی و مشاهده زمان قابل توجهی که در این قسمت صرف شده است، می‌توان نتیجه گرفت که تهیه و تایید درخواست کالا یکی از گلوگاه‌های اصلی در اجرای فرایند است. با بررسی این نقطه تصمیم می‌توان نتیجه گرفت این موضوع از دخیل بودن بخش‌های متعددی از شرکت و مشاوران در تهیه و بررسی مدارک و نیز اهمیت این مدارک در انتخاب و عقد قرارداد با تامین‌کنندگان و تهیه کالا توسط تامین‌کنندگان ناشی می‌شود. همچنین گاهی نیز به دلیل ضعف یا نقص در درخواست کالا و یا تغییر برخی از شرایط، در مراحل بعدی فرایند نیاز به بازنگری در این مدارک و تکرار مجدد این بخش از فرایند است که منجر به اتلاف زمان و هزینه قابل توجهی می‌شود.

جهت مقایسه بهتر نقاط تصمیم با یکدیگر، ورودی وخروجی‌های مربوط به نقاط تصمیم در جداول ۱۱-۵ نمایش داده شده است.

جدول۵- شناسایی و تحلیل نقطه تصمیم ۲ (بررسی و تایید مدارک فنی۲)

گروه	ورودی	خروجی
مکانیک	درخواست کالا۴۱روز- انتقال درخواست کالا۱۶ روز- مشخصات شغلی۲ روز- اصلاحیه ارزیابی فنی۲۱ روز	مشخصات شغلی۱۲ روز- انتقال ارزیابی فنی۱۳ روز- درخواست کالا ۳ روز- اصلاحیه درخواست کالا۴۱ روز
ابزاردقیق	درخواست کالا۱روز- انتقال درخواست سفارش خرید۱ روز	درخواست کالا۰-جداول۵ روز- اسناد فنی۶ روز
برق	درخواست کالا۳۰ روز-انتقال درخواست سفارش خرید۰- انتقال درخواست کالا۱۵ روز- نمودار۱روز- برنامه زمانی۰- ارسال نامه شفاف سازی فنی۱ روز	اصلاحیه درخواست کالا۵ روز- اسناد تکمیلی۰- فهرست تامین‌کنندگان فرعی۰- درخواست کالا۰

[1] Health, Safety, Environment (HSE)

گروه	ورودی	خروجی
تهویه	فهرست و برنامه زمانی تامین‌کنندگان۳ روز- انتقال درخواست کالا۴ روز- طرحریزی۱۴ هفته- درخواست کالا۱۳ روز- ارسال نامه شفاف سازی فنی۲ روز	فهرست قطعات یدکی۶ روز- درخواست کالا۰- ارزیابی فنی۱۶ روز
ثابت	درخواست کالا۵۰ روز	درخواست کالا۵۲ روز- نمودار۱۶روز
تهویه	فهرست و برنامه زمانی تامین کنندگان۳ روز- انتقال درخواست کالا۴ روز- طرحریزی۱۴ هفته- درخواست کالا۱۳ روز- ارسال نامه شفاف سازی فنی۲ روز	فهرست قطعات یدکی۶ روز- درخواست کالا۰- ارزیابی فنی۱۶ روز
فرایند	انتقال درخواست کالا۱۷ روز- درخواست کالا۱ روز- انتقال نامه شفاف سازی فنی۴ روز	انتقال توضیحات تامین کننده۱۲روز- انتقال پیشنهاد فنی۴ روز- نمودار۰- فرم درخواست خرید۳ روز
ایمنی	درخواست کالا۴ روز	فهرست و برنامه زمانی تامین‌کنندگان۷ روز
لوله کشی	فهرست وبرنامه زمانی تامین کنندگان۱ روز- جداول۱ روز- انتقال درخواست کالا۰	فرم درخواست خرید۱ روز- کاتالوگ۰- نامه به کارفرما۷۳ روز

در نقطه تصمیم ۲ معاونت تامین درخواست کالا که توسط معاونت مهندسی تهیه شده است را بررسی نموده و در حالت تایید جهت انجام مراحل بعدی به سایر قسمت‌ها ارسال می‌نماید و در صورت نیاز به اصلاح و تجدید نظر به معاونت مهندسی عودت داده می‌شود. درخواست کالا حاصل از نقطه تصمیم۱، بخش قابل توجهی از زمان در این نقطه تصمیم را به خود اختصاص داده است.

جدول۶- شناسایی و تحلیل نقطه تصمیم۳ - فهرست تامین کنندگان

گروه	ورودی	خروجی
مکانیک	اسناد فنی۲۴ روز- محاسبات۲ روز- نمودار۲۵ روز- فهرست و برنامه زمانی تامین کنندگان۱ روز	اسناد اطلاعات۲ روز- نمودار۱ روز- برنامه زمانی۰- جداول۱ روز

گروه	ورودی	خروجی
ابزار دقیق	نقشه فنی۰- دستورالعمل نصب۲ روز- فهرست و برنامه زمانی تامین کنندگان۱۸ روز- کاتالوگ۲۴ روز- اسناد اطلاعات۳ روز	فهرست تامین کنندگان فرعی۲۲ روز- دستورالعمل تست۱۰ روز- فهرست قطعات یدکی۴ روز- بازرسی فنی۲۰ روز
ثابت	جداول۷ روز- محاسبات۰	انتقال پیشنهاد فنی۲۱.۹هفته- بازرسی فنی۰- فهرست تامین کنندگان فرعی۹ روز
برق	کاتالوگ۰- کتابچه راهنما۱۵ روز- ابزارهای خاص۱ روز- فهرست مواد مورد نیاز برای ساخت۲ روز- بازرسی فنی۰- انتقال درخواست کالا۰	فهرست تامین‌کنندگان فرعی۳ روز- دستورالعمل تست ۳ روز
تهویه	برنامه زمانی۰- اسناد اطلاعات۴ روز- بازرسی فنی۰- فهرست مواد مورد نیاز برای ساخت۰- فهرست تامین کنندگان فرعی۳۲ روز- درخواست سفارش خرید۰- فهرست قطعات یدکی۰	فهرست و برنامه زمانی تامین‌کنندگان۲ روز- دستورالعمل محافظت۶ روز- نمودار۰- جداول۱ روز- نقشه فنی۱ روز
فرایند	اسناد فنی۰	محاسبات۰
ایمنی	کاتالوگ(۰)-درخواست کالا(۰)	دستورالعمل محافظت۰- کتابچه راهنما۴ روز
لوله کشی	دستورالعمل معاینه غیرمخرب۱۴ روز- فهرست و برنامه زمانی تامین‌کنندگان۴ روز- نقشه فنی۲۰ روز- جداول۶ روز-دستورالعمل تست۴ روز- محاسبات۰- کتابچه اطلاعات نهایی۳ روز	ارزیابی فنی۱۴ روز- دستورالعمل تست۴ روز- بازرسی فنی۰روز- فهرست تامین‌کنندگان فرعی۳ روز

در این مرحله از فرایند با توجه به وجود فهرست تامین‌کنندگان تایید صلاحیت شده، نیاز است اسامی تامین‌کنندگان فرعی نیز توسط تامین‌کنندگان اصلی ارسال شده و در بخش معاونت تامین مورد تایید قرار گیرد. در صورت تایید فهرست‌های ارسالی، اقدامات

مورد نیاز جهت تهیه بسته نهایی خرید انجام می‌گیرد. در این نقطه تصمیم تعاملات اصلی مابین وندورها و معاونت تامین در خصوص نهایی‌سازی اسامی تامین‌کنندگان فرعی صورت می‌گیرد.

جدول۷- شناسایی و تحلیل نقطه تصمیم۴ - تایید بسته نهایی خرید

گروه	ورودی	خروجی
مکانیک	جداول۲روز	نقشه فنی۰
ابزاردقیق	طرح ریزی۰- مشخصات شغلی۱۲.۹ هفته- گواهینامه۴ روز- کتابچه راهنما۱ روز	نقشه فنی۴روز
برق	ارسال نامه شفاف سازی فنی۱۰ روز	فهرست تامین‌کنندگان فرعی۲ روز
تهویه	طرح ریزی۴۸ روز- لیست قطعات۰روز	نمودار۸ روز
فرایند	کتابچه اطلاعات نهایی۲ روز	جداول۲۹ روز
ایمنی	درخواست کالا۱۰ روز	اسناد فنی۱۱ روز
لوله کشی	ارسال نامه شفاف سازی فنی۱۸ روز	انتقال پیشنهاد فنی۱۰ روز

بسته نهایی خرید پس از دریافت مدارک مورد نیاز از تامین کنندگان در قالب بسته موارد مورد نیاز برای ساخت دریافت شده و توسط معاونت تامین مورد بررسی قرار گرفته و در صورت تایید در این معاونت برای سایر بخش‌ها ارسال می‌شود.

جدول۸- شناسایی و تحلیل نقطه تصمیم۵ - تایید پیشنهادات فنی از دید مهندسی

گروه	ورودی	خروجی
مکانیک	ارسال نامه شفاف سازی فنی۱۵.۶ هفته	اسناد تکمیلی۲۵ روز- انتقال پیشنهاد فنی۱۹.۱ هفته
ابزاردقیق	پاسخ نامه توضیحات فنی۶۷ روز- انتقال نامه شفاف سازی فنی۵۸ روز	لیست ابزار۲۸ روز- اسناد اطلاعات۲۱.۹ هفته- ارزیابی فنی۱۳.۳ هفته- مواد فله ۲ روز-انتقال پیشنهاد فنی۱۷.۶ هفته
برق	انتقال نامه شفاف سازی فنی۵ روز- پاسخ نامه توضیحات فنی۱۳.۷ هفته	طرح ریزی۶ روز- انتقال پیشنهاد فنی۲۱ هفته- انتقال توضیحات تامین کننده۳۴.۳ هفته
ثابت	انتقال نامه شفاف سازی فنی ۰روز-ارسال نامه شفاف سازی فنی۲۲ روز	انتقال توضیحات تامین کننده۷۴ روز- انتقال پیشنهاد فنی۴۹ روز-اسناد تکمیلی۴ روز
تهویه	پاسخ نامه توضیحات فنی۴۸.۹ هفته-ارزیابی فنی۷۲ روز- ارسال نامه شفاف سازی فنی۲۵ روز	ارسال توضیحات تکمیلی۶۴ روز-انتقال پیشنهاد فنی۱۸.۶ هفته- انتقال توضیحیات تامین کنندگان۱۶.۶ هفته
فرایند	پاسخ نامه توضیحات فنی۱۵ هفته- دستورالعمل نصب۴ روز- ارسال توضیحات تکمیلی۲ روز- ارسال نامه شفاف سازی فنی۰	ارسال نامه شفاف سازی فنی۲۴ روز- مشخصات ۳ روز- جداول۰- اسناد فنی۴ روز
ایمنی	ارسال نامه شفاف سازی فنی۲۷ روز-پاسخ نامه توضیحات فنی۳۰ روز	انتقال پیشنهاد فنی۵۲ روز- گواهینامه۳ روز- انتقال توضیحات تامین‌کننده۵۷ روز- اسناد تکمیلی۳۲ روز
لوله کشی	پاسخ نامه توضیحات فنی۴۳ روز- اسناد تکمیلی۳ روز	انتقال پیشنهاد فنی۷۰ روز

در صورت وجود برخی از ابهامات در مدارک ارسالی توسط تامین-کنندگان، با تهیه نامه شفاف سازی فنی توسط معاونت مهندسی و ارسال آن برای معاونت تامین این ابهامات مرتفع می‌شود. تهیه و تایید این نامه یکی از نقاط مهم تصمیم در جریان فرایند است که در ادامه فرایند توسط معاونت تامین برای تامین‌کنندگان مورد نظر ارسال می‌شود.

جدول۹- شناسایی و تحلیل نقطه تصمیم۶ - تایید پیشنهادات فنی از دید پروژه

گروه	ورودی	خروجی
مکانیک	انتقال درخواست سفارش خرید(۰)- ارزیابی فنی(۱۵.۶ هفته	انتقال درخواست سفارش خرید(۰)
ابزاردقیق	ثبت سفارش خرید(۹ روز)- انتقال ارزیابی فنی(۱)- لیست ابزار(۸ روز)	انتقال درخواست سفارش خرید۶ روز
برق	انتقال درخواست سفارش خرید(۲ روز)- انتقال ارزیابی فنی۲۳.۳ هفته	انتقال درخواست سفارش خرید(۴ روز)-فهرست و برنامه زمانی تامین کنندگان(۹۱ روز)- شماره سفارش خرید(۳۵ روز)

گروه	ورودی	خروجی
ثابت	انتقال ارزیابی فنی۵ روز	انتقال درخواست سفارش خرید۸ روز
ایمنی	انتقال ارزیابی فنی(۷۴ روز)- کمیسیون معاملات۲۸ روز	ثبت شماره سفارش خرید۱۳ روز- کتابچه اطلاعات نهایی۴۴.۱ هفته-انتقال درخواست سفارش خرید۳ روز
تهویه	ارزیابی فنی(۲۸ روز)	انتقال درخواست سفارش خرید(۰ روز)
فرایند	انتقال درخواست سفارش خرید۰ روز	انتقال درخواست سفارش خرید۱۹ روز
لوله کشی	ارزیابی فنی۴۲.۱ هفته	درخواست کالا ۸۵ روز

در این نقطه تصمیم، مشخصات فنی پیوست قرارداد تامین-کنندگان، توسط مشاوران مورد بررسی قرار گرفته و در صورت تایید برای معاونت مهندسی ارسال می‌گردد.

جدول۱۰- شناسایی و تحلیل نقطه تصمیم۷ - تایید پیشنهادات بازرگانی از دید تامین

گروه	ورودی	خروجی
مکانیک	پاسخ نامه توضیحات فنی۶۷ روز- حجم کار ۰	فهرست و برنامه زمانی تامین کنندگان۷۸ روز- انتقال ارزیابی فنی۴۳ روز- درخواست سفارش خرید۱۴ هفته- دستورالعمل عملکرد۱۱ روز
ابزاردقیق	انتقال درخواست سفارش خرید۲۹.۴ هفته- انتقال نامه شفاف سازی فنی۱۳.۳ هفته- اسناد اطلاعات۲۸.۹ هفته	انتقال ارزیابی فنی۱۴ روز- اسناد تکمیلی۲ روز- اسناد فنی۴۲ روز
برق	برگه نظرات۵ روز- ارسال نامه شفاف سازی فنی۳۵.۹ هفته	لیست قطعات۴ روز- اسناد تکمیلی۴۵ روز- انتقال ارزیابی فنی۲۳ روز- کمیسیون معاملات۲ روز
ثابت	ارسال نامه شفاف سازی فنی۴۵ روز- انتقال درخواست سفارش خرید۱۳ روز	مشخصات فرایند۸روز- انتقال ارزیابی فنی۶۷ روز

گروه	ورودی	خروجی
تهویه	انتقال درخواست سفارش خرید۲۶ روز-برگه نظرات۰- پاسخ نامه توضیحات فنی۵۶ روز	انتقال ارزیابی فنی۵ روز- درخواست سفارش خرید۲۸ روز- انتقال نامه شفاف سازی فنی۷۲ روز
فرایند	پاسخ نامه توضیحات فنی۲۰ روز	انتقال ارزیابی فنی۰روز
ایمنی	ارسال نامه شفاف سازی فنی۴۵ روز	نقشه فنی۴ روز- کمیسیون معاملات۷ روز- انتقال ارزیابی فنی۱ روز
لوله کشی	فهرست تامین‌کنندگان فرعی۱۴ روز- ارسال نامه شفاف سازی فنی۴۵ روز	درخواست سفارش خرید۴۲.۱ هفته

پس از دریافت اسناد بازرگانی و فنی تامین کنندگان، این اسناد با دریافت نظرات سایر بخش‌ها توسط مشاوران مورد بررسی قرار گرفته و نتیجه بررسی در قالب گزارش ارزیابی پیشنهادات فنی تامین‌کنندگان به کمیسیون معاملات ارایه می‌شود. در این نقطه تصمیم ارسال نامه شفاف‌سازی فنی، به‌منظور رفع ابهامات فنی مابین بخش‌های مهندسی، تامین و تامین‌کنندگان از اهمیت به سزایی برخوردار است و به عنوان منبع اطلاعاتی مهمی جهت تصمیم‌گیری در ارزیابی فنی و نیز کمیسیون اثرگذار است.

جدول۱۱- شناسایی و تحلیل نقطه تصمیم ۸ - برگزاری مناقصه و انتخاب تامین کننده

گروه	ورودی	خروجی
مکانیک	اسناد اطلاعات ۳۰ روز	فهرست و برنامه زمانی تامین‌کنندگان ۸۰ روز
ابزاردقیق	ارزیابی فنی ۲۹ ماه	فهرست و برنامه زمانی تامین‌کنندگان۱۵ هفته
برق	ارزیابی فنی ۲۶ روز	فهرست وبرنامه زمانی تامین‌کنندگان۶۶ روز
ثابت	اسناد فنی۱۸ روز	ارزیابی فنی ۳ روز
تهویه	اسناد فنی۱۸ روز	ارزیابی فنی۳
فرایند	ارزیابی فنی ۲۱.۸ هفته	اسناد اطلاعات ۱۵ هفته
ایمنی	ارزیابی فنی ۷ روز	کتابچه اطلاعات نهایی ۵ روز
لوله کشی	درخواست سفارش خرید۶۰ روز	فهرست و برنامه زمانی تامین‌کنندگان۲۲.۷ هفته

پس از دریافت گزارشات ارزیابی فنی و سایر گزارشات، در کمیسیون معاملات درخصوص عقد قرارداد با تامین‌کننده برتر براساس معیارهای فنی و مالی تصمیم‌گیری صورت گرفته و نتیجه به بخش‌های مربوطه اعلام می‌شود. در این نقطه تصمیم دریافت اطلاعات مربوط به ارزیابی فنی تامین‌کنندگان به عنوان یکی از ورودی‌های اصلی، زمان زیادی را به خود اختصاص داده است.

۳-۲- تحلیل نتایج فرایندکاوی

در این بخش نتایج حاصل از فرایندکاوی، با هدف دستیابی به اطلاعات کامل‌تر در بررسی نقاط تصمیم، تحلیل و بررسی می‌شود.

۳-۳-۱- منظر فرآیند (شناسایی فعالیت‌ها و مسیرهای بحرانی)

مختصری از نتایج منظر فرایند در جدول۱۲ درج شده است. براساس این جدول، بزرگترین مشکل در تکمیل مدارک درخواست خرید و تایید مدارک فنی است. در این مرحله رفت و برگشت‌های زیادی انجام شده است که با نقطه تصمیم ۱ متناظر است. پاسخ و ارسال نامه شفاف‌سازی فنی، از دیگر فعالیت‌هایی است که تکرار زیادی داشته است و متناظر با نقطه تصمیم ۵ است.

جدول۱۲- بخش‌هایی از فرایند با بیشترین تکرار در مجموعه کامل نگاره‌های رویداد

مسیر	فرکانس تکرار	فرکانس موارد	حداکثر تکرار
درخواست کالا- درخواست کالا	۱۰۰۲	۱۱۸	۳۳
ارسال نامه شفاف سازی فنی- پاسخ به نامه شفاف سازی فنی	۴۵۸	۱۰۱	۱۶
ارسال پیشنهاد فنی- ارسال نامه شفاف‌سازی فنی	۴۵۲	۹۳	۱۳
ارسال نامه شفاف‌سازی فنی- ارسال نامه شفاف سازی تامین کننده	۲۱۳	۹۳	۷
ارسال نامه شفاف‌سازی فنی- دریافت نامه شفاف سازی فنی از تامین‌کنندگان	۱۹۲	۸۸	۷

براساس جدول۱۲ بخش‌هایی از فرایند که از نظر تعداد تکرار حائز بالاترین مقدار بوده‌اند، با نقاط تصمیمی که از نظر زمان بحرانی‌ترین نقاط شناسایی شده‌اند، متناظر هستند و یا ارتباط نزدیک دارند. با بررسی دقیق‌تر در منظر فرایند، می‌توان برخی از تناقضات و یا مشکلات در اجرای فرایند را شناسایی نمود که به‌عنوان مثال برخی از این موضوعات در ادامه ذکر شده است.

به‌عنوان نمونه‌ای از شناسایی تناقضات و نواقص در اجرا، در فرایند طراحی شده، انجام فعالیت‌های درخواست کالا، بررسی فنی و درخواست سفارش کالا به ترتیب ۱- درخواست کالا ، ۲- بررسی فنی[1] و ۳- درخواست سفارش کالا[2] تعریف شده است و همچنین ارسال آن‌ها نیز ترتیب مذکور مورد انتظار است. در حالیکه در نقشه فرایند حاصله، این ترتیب در همه موارد رعایت نشده است. همچنین با بررسی مسیرها و بخش‌هایی از فرایند که طولانی‌ترین زمان را دارند، مشخص است بخش تهیه درخواست کالا در اغلب گروه‌های خرید مشترک است و جزء مسیرهایی است که زمان زیادی را به خود اختصاص داده است.

همچنین با بررسی حلقه‌هایی که در اجرای فرایند وجود دارند، مشاهده می‌شود بسیاری از حلقه‌های ایجاد شده در اغلب گروه‌های نه‌گانه خرید مشترک هستند. این موضوع نشانگر این است که بخش‌های پرچالش فرایند در اغلب گروه‌های خرید یکسان هستند. همچنین بخش قابل توجهی از دوباره‌کاری‌ها و تناقضات از ضعف در تصمیم‌گیری‌ها نشات گرفته است.

۳-۳-۲- نتایج منظر مورد (شناسایی گروه‌ها و موارد بحرانی)

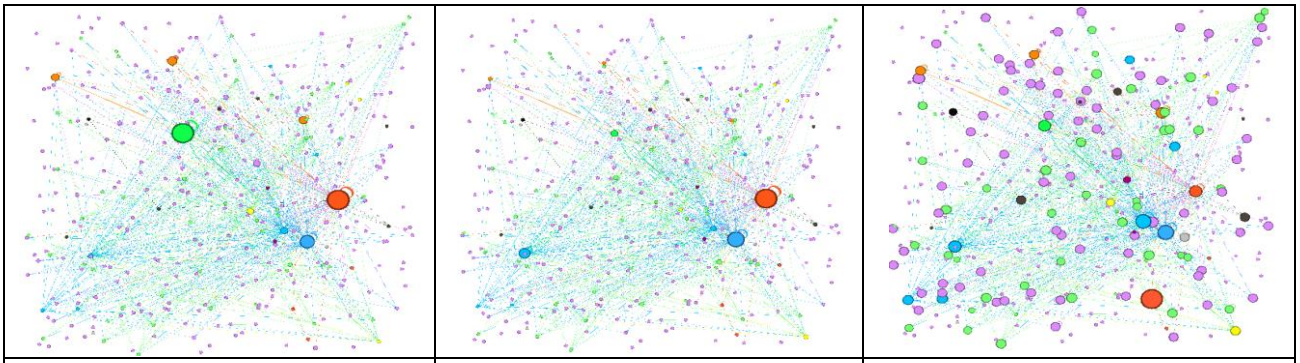
یکی از متغیرهای اساسی در تحلیل نگاره‌های رویداد مربوط به فرایند مذکور، تحلیل عملکرد براساس گروه‌های مختلف خرید است.گروه‌ها یا خریدهای مختلف یا عواملی که در اجرای فرایند ممکن است اثرگذار باشند با یکدیگر مقایسه می‌شوند. براساس نتایج حاصل از این مقایسه، مشخص گردید که گروه خرید تجهیزات مکانیکی براساس معیار زمان طولانی‌ترین و براساس در نسبت تعداد رویداد به تعداد موارد خرید بیشترین میزان را دارد. همچنین عملکرد این گروه در نقاط تصمیم نیز نشان می‌دهد که در نقاط تصمیم نیز، طولانی‌ترین زمان را دارد. همچنین با نگاهی دقیق‌تر در گروه خرید تجهیزات مکانیک موارد خرید با شماره‌های ۲۹ و ۸۹ طولانی‌ترین زمان را داشته‌اند که در بررسی نقاط تصمیم نیز این موارد خرید حایز بیشترین زمان در تمامی نقاط تصمیم بوده‌اند.

[1] Technical Bid Evaluation (TBE)

[2] Purchase Order Request (POR)

۳-۳-۲- نتایج منظر سازمان (شناسایی افراد کلیدی در شبکه)

گراف شبکه اجتماعی حاصل از ارتباطات موجود بین بازیگران فعال در جریان فرایند با استفاده از نگاره‌های رویداد براساس معیارهای سه‌گانه مرکزیت در شکل۴ ترسیم شده است. با توجه به شکل ۴ بازیگران فعال در شبکه براساس معیارهای مرکزیت در جدول۱۳، ثبت شده است. براساس فرایند طراحی شده، نتایج حاصل از جدول ۱۳ تا حد زیادی مورد انتظار بوده است. زیرا افرادی مانند معاونین مهندسی و تامین (با وظیفه تایید و هدایت فرایند)، مشاوران (با وظیفه کنترل و ارایه مشاوره در فرایند) و کارشناسان کنترل اسناد (با وظیفه ثبت و توزیع اطلاعات)، از تاثیرگذارترین افراد در شبکه هستند. فردی مانند مدیر سفارش و عقد قرارداد که وظیفه بررسی نهایی، تخصیص کد و ارسال درخواست خرید به سایر بخش‌ها را دارد، نیز به عنوان فردی که کانال‌های ارتباطی متعددی دارد، در شبکه حضور دارد. برخی از کارشناسان نیز با توجه به ویژگی‌های هر گروه خرید، با داشتن کانال‌های ارتباطی متعدد در پیشبرد بهتر فرایند مشارکت دارند. با توجه به اینکه اسناد و اطلاعات پس از تایید معاونین مهندسی و تامین بین کارشناسان توزیع می‌گردد، مشخص است که این افراد نقش بسیار مهمی در توزیع اطلاعات دارند. کارشناسان کنترل اسناد و مشاور کنترل اسناد نیز به دلیل اینکه وظیفه توزیع بخشی دیگر از اسناد را بر عهده دارند، نیز در این معیار حائز رتبه بالا شده‌اند.



شکل۴- الف- گراف شبکه اجتماعی براساس معیار مرکزیت درجه

شکل۴-ب- گراف شبکه اجتماعی براساس معیار مرکزیت بینابینی

شکل۴-ج- گراف شبکه اجتماعی براساس معیار مرکزیت نزدیکی

راهنمای رنگ‌ها: وندور- بنفش، مهندسی: سبز- کنترل اسناد:آبی- مدیریت پروژه: مشکی- مشاور: نارنجی- تامین: قرمز- کنترل کیفیت: زرد- سایت: زرشکی، کارفرما: مشکی- سایر بخش‌ها: خاکستری

جدول۱۳- مقایسه معیارهای سه گانه مرکزیت در کل نگاره‌های رویداد

مرکزیت درجه		مرکزیت نزدیکی		مرکزیت بینابینی	
بازیگر	امتیاز	بازیگر	امتیاز	بازیگر	امتیاز
معاون تامین	۱۹۵۸۵	مدیر سفارش و عقد قرارداد	۱	معاون تامین	۶۳۴۰
معاون مهندسی	۱۹۴۳۰	مشاور۲ کنترل اسناد	۰.۷۲۹	مشاور۲ کنترل اسناد	۴۱۳۷
مشاور۲ کنترل اسناد	۹۳۳۷	کارمند۲	۰.۶۶۹	معاون مهندسی	۱۱۴۵
مشاور۳	۶۲۱۴	معاون تامین	۰.۵۷۷	مدیر پروژه۸	۲۹۶
مشاور۲	۵۲۴۲	معاون مهندسی	۰.۵۳۶	مشاور۲	۲۶۶
مشاور۱	۴۸۶۴	مشاور۲	۰.۵۰۸	کارمند۲	۲۱۴
تامین کننده۳۷	۳۴۵۱	کارمند۷	۰.۵۰۵	مشاور۱	۱۴۴
کارمند۲	۲۲۸۷	تامین کننده۲۳۹	۰.۴۸۳	کارفرما	۸۶
تامین کننده۱۹	۱۶۲۷	تامین کننده۲۵۹	۰.۴۶۸	مشاور۳	۶۸
تامین کننده۱۶۱	۱۳۷۸	مشاور۳	۰.۳۹۰	مدیر پروژه۷	۴۷

البته حضور کم‌رنگ مدیران پروژه و مدیران قرارداد از نکات مبهم در تحلیل شبکه ارتباطی است. همچنین وجود ارتباطات کم میان کارشناسان مهندسی و مشاوران، ارتباطات ضعیف بین معاون مهندسی و تامین با کارشناسان این دو حوزه و .... نیز از جمله

مسایل قابل بهبود جهت ارتقاء عملکرد شبکه ارتباطی بین بازیگران حاضر در شبکه است. افرادی که در اجرای فرایند نقش موثری دارند، افرادی هستند که براساس معیارهای سه گانه مرکزیت در شبکه اجتماعی شامل مرکزیت درجه، مرکزیت نزدیکی و مرکزیت بینابینی حائز بالاترین رتبه هستند و هریک از این پارامترها بیانگر نقش مهمی در اجرای فرایند است.

۳-۴- ترکیب نتایج فرایندکاوی و نقاط تصمیم

الگوریتم و مراحل پیشنهادی برای تحلیل تصمیمات براساس متدولوژی و روش ارایه شده در این مقاله در شکل۵، تشریح شده است.

۱- شناسایی نقاط تصمیم:

بررسی مدل فرایندی طراحی شده و دروازه‌های فرایندی با هدف شناسایی نقاط تصمیم

۲- فرایند کاوی:

منظر فرایند:

شناسایی مسیرهای بحرانی: براساس خروجی‌های دریافتی در این منظر، مشخص می‌شود که چه بخشی از مسیر به دلیل تکرار بیش از حد، ایجاد حلقه و یا صرف زمان زیاد، بحرانی شناخته می‌شود.

منظر مورد:

شناسایی گروه‌ها و خریدهای بحرانی: در این مرحله، گروه‌ها و موارد خریدی که بیش از سایرین تکرار یا اتلاف زمان داشته‌اند، شناسایی می‌شوند.

منظر سازمان:

شناسایی افراد کلیدی و ارتباطات بین بازیگران فرایند: از بررسی نتایج حاصل از تحلیل شبکه اجتماعی، مشخص می‌شود که ارتباطات بازیگران فرایند به چه صورت است.

۳- تحلیل نقاط تصمیم:

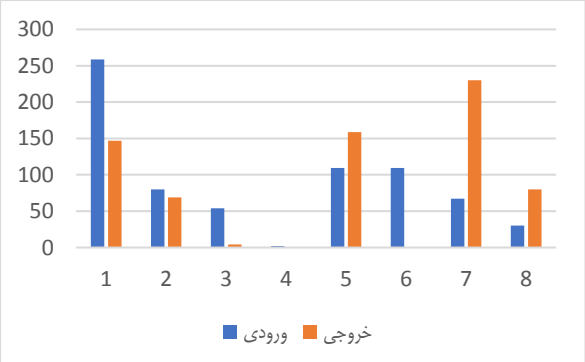
در این بخش با ترکیب اطلاعات حاصل از نقاط تصمیم و نتایج فرایندکاوی، نقاط تصمیم تحلیل می‌شوند.

شکل۵- الگوریتم پیشنهادی برای تحلیل نقاط تصمیم

با هدف درک بهتر این الگوریتم، یکی از نقاط تصمیم و ارتباط بین مناظر فرایندکاوی با این نقطه تصمیم به صورت اختصاصی بررسی می‌شود. به عنوان مثال "نقطه تصمیم ۱- درخواست خرید"، اولین و یکی از مهم‌ترین نقاط تصمیم در فرایند مورد بررسی است. این نقطه تصمیم از جایگاه ویژه‌ای در ادامه مسیر فرایند برخوردار است، زیرا مشخصات فنی درخواست که خرید براساس آن انجام می‌شود و حتی ارزیابی تامین‌کنندگان بر مبنای تصمیماتی است که در این مرحله اتخاذ و نهایی شده است. در این نقطه تصمیم براساس عنوان خرید دریافتی از پروژه، مشخصات فنی کالا یا تجهیز براساس نظر مشاوران مهندسی و کارشناسان مهندسی تعیین و توسط معاون مهندسی تصویب می‌شود. این نقطه تصمیم در کل فرایند اثرگذار است و در صورتی که به دلیل هر گونه تغییر در شرایط یا موضوعات مختلف، نیاز به تغییر مشخصات فنی باشد، به این نقطه برگشت داده شده و در تصمیم تجدید نظر صورت می‌گیرد. همچنین بسیاری از دوباره‌کاری‌ها و نیز حلقه‌های تکراری که در جریان فرایند ایجاد شده است، ناشی از نقص و یا در نظر نگرفتن همه عوامل و موضوعات اثر گذار در این مرحله است. (خروجی گام۱).

مسیر "درخواست کالا- درخواست کالا" بیانگر وجود حلقه و تکرار و عدم رعایت توالی و ترتیب در مسیر ۱- درخواست کالا ، ۲- بررسی فنی و ۳- درخواست سفارش کالا نشانگر وجود تناقض در جریان فرایند است که "نقطه تصمیم ۱- درخواست کالا" در این مسیرها قرار دارد و مرتبط است (خروجی منظر فرایند).

در فرایند مورد بررسی، گروه خرید تجهیزات مکانیکی براساس پارامتر زمان و نسبت تعداد رویداد به موارد به‌عنوان بحرانی‌ترین گروه و خریدهای ۲۹ و ۸۹ به‌عنوان بحرانی‌ترین موارد خرید شناسایی‌اند. در این گروه خرید نیز نقطه تصمیم ۱، در مقایسه با سایر نقاط تصمیم زمان بیشتری را به خود اختصاص داده است. همچنین با بررسی ورودی‌های این نقطه تصمیم مشخص می‌شود که مقدار قابل توجهی از این ورودی‌ها مربوط به فعالیت‌هایی است که در ادامه مسیر فرایند انجام می‌شود و به دلیل دوباره کاری و اصلاح به این نقطه تصمیم بازگردانده شده‌اند. در نمودار۱، ورودی‌ها و خروجی‌ها در نقاط تصمیم در گروه خرید تجهیزات مکانیکی نمایش داده شده است.



نمودار۱- مقایسه نقاط تصمیم در گروه خرید تجهیزات مکانیکی

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد ضعیف در نقاط تصمیم منجر به صرف زمان و تکرار فعالیت‌ها در کل مجموع فرایند می‌شود. از اینرو با بهینه‌سازی و تسهیل عملکرد در نقاط تصمیم می‌توان به بهینه نمودن عملکرد در جریان فرایند نیز دست یافت (خروجی منظر مورد).

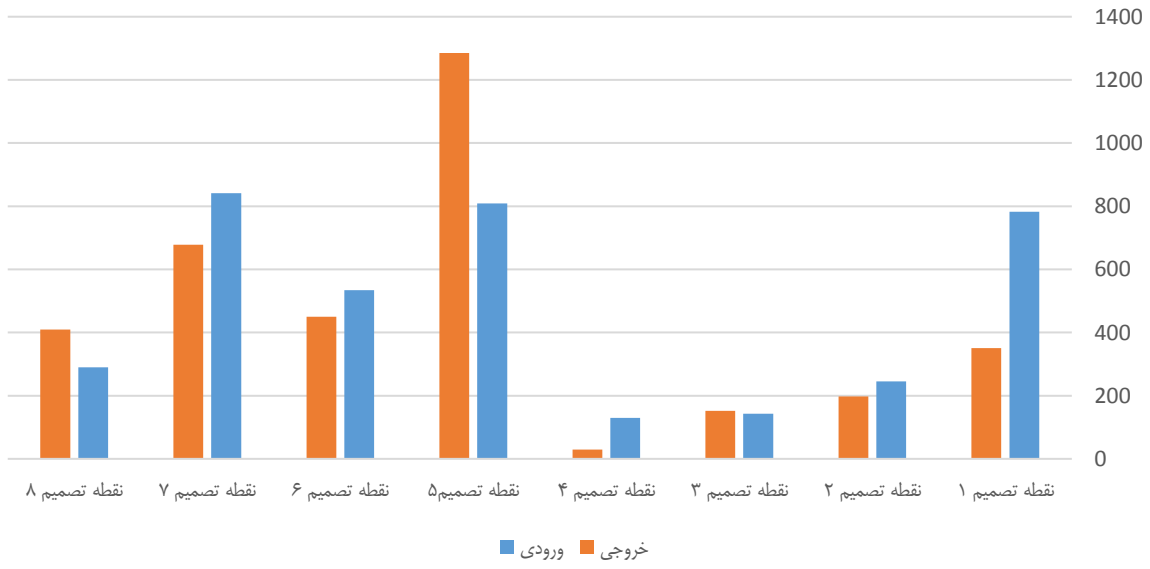
در فرایند مذکور علی‌رغم اینکه معاون مهندسی در رتبه دوم از نظر معیار درجه است و قدرت بالایی دارد ولی در معیار نزدیکی

رتبه پنج را دارد و همچنین در معیار بینابینی با اختلاف زیادی از نظر مقداری با رتبه یک و دو در رتبه سه قرار دارد و همچنین سایر بازیگران مهندسی نیز در معیارهای ذکر شده در رتبه بالایی قرار ندارند. همچنین با بررسی ارتباطات بین بازیگران متوجه می‌شویم که ارتباطات در بخش مهندسی با حضور معاون، کارشناسان و مشاوران مهندسی نیاز به بازنگری و تقویت دارد، تا ارتباطات بین افراد تسهیل شده و گردش اطلاعات نیز تسریع شود تا بتوان تصمیمات بهتر و کارآمدتری در نقطه تصمیم ۱، اتخاذ نمود (خروجی منظر سازمان).

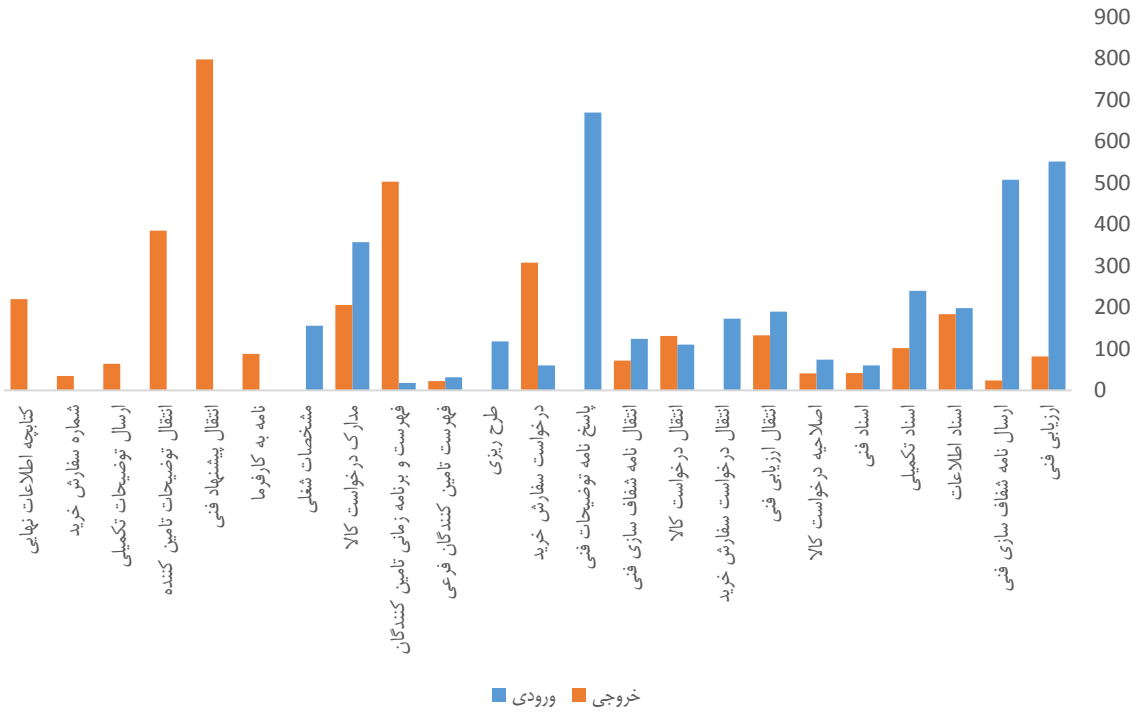
در نهایت می‌توان مشاهده نمود که ترکیب این اطلاعات با یکدیگر منجر می‌شود که چالش‌های فرایند بهتر شناخته شده و ایده‌های بهتری برای اصلاح ارایه شود که منجر به بهبودهای اثرگذارتری خواهد شد.

در ادامه سایر نقاط تصمیم به‌صورت اجمالی بررسی شده‌اند. براساس جداول ۱۱-۴ و تحلیل نقاط تصمیم با بررسی ورودی‌ها و خروجی‌هایی که زمان انجام آن‌ها بیش از ۱۵ روز بوده است، نمودارهای ۱ و ۲ ترسیم شده است. در نمودار۲ نقاط تصمیم برمبنای ورودی و خروجی‌ها با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نقاط تصمیم۷، ۵ و۱ به ترتیب بیش‌ترین زمان در ورودی‌ها و نقاط تصمیم ۵، ۷ و ۸ بیش‌ترین زمان در خروجی‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. در نمودار ۳ اسناد و مدارک وارد و خارج شده به نقاط تصمیم با یکدیگر مقایسه شده‌اند. پاسخ نامه توضیحات فنی، ارزیابی فنی و ارسال نامه شفاف‌سازی فنی بیش‌ترین زمان در ورودی‌ها و انتقال پیشنهاد فنی در خروجی‌ها حائز بیش‌ترین زمان بوده‌اند.

با بررسی ارتباط بخش‌ها و مسیرهایی از فرایند که بحرانی هستند با نقاط تصمیم، می‌توان دریافت اکثر مسیرهای بحرانی در ارتباط نزدیک با نقاط تصمیم هستند و از نظر جریان فرایندی پس از یک نقطه تصمیم قرار دارند.



نمودار۲- مقایسه نقاط تصمیم در تمامی گروه‌های خرید



نمودار۳- اسناد ورودی و خروجی در نقاط تصمیم

نقطه تصمیم ۷، با عنوان "تایید پیشنهادات بازرگانی از دید تامین" و نقطه تصمیم۶، با عنوان "تایید پیشنهادات فنی از دید پروژه"پس از نقطه تصمیم۱، مقام دوم و سوم را از نظر زمان انجام در مقایسه با سایر نقاط تصمیم دارند. این نقاط در منظر فرایند نیز از جمله نقاط بحرانی هستند، که باعث شده است تکرار فعالیت‌ها و حلقه نیز در این نقاط ایجاد شود. در نتیجه می‌توان گفت عملکرد ضعیف در این نقاط، به بحرانی شدن فرایند در این بخش‌ها منجر شده است.

از بررسی پارامترهای مرکزیت و مقایسه آن با متولیان تصمیم‌گیری در فرایند در جدول۲ می‌توان نتیجه گرفت همانطور که از تعریف این پارامترها نیز استنباط می‌شود، پارامتر مرکزیت درجه بهترین مقیاس جهت تعیین افراد تصمیم‌گیر در فرایند است. به بیانی دیگر این پارامتر نشانگر افرادی است که از قدرت و نفوذ بالا در شبکه و فرایند برخوردار بوده و به عنوان مرجع تصمیمات شناخته می‌شوند. همچنین می‌توان دریافت بخش بزرگی از تصمیمات توسط افرادی کلیدی در شرکت و براساس اطلاعات دریافتی از سایر بخش‌ها و لایه‌های کارشناسی اتخاذ می‌گردد. سایر افراد در شبکه بخصوص افرادی که براساس پارامترهای مرکزیت نزدیکی و مرکزیت بینابینی در رتبه‌های بالا هستند، نقش‌های دیگری مانند ایجاد کانال‌های ارتباطی، واسطه‌گری، تولید و انتقال اطلاعات را ایفا می‌نمایند.

جهت اثبات این ادعا می‌توان بیان نمود که براساس پارامتر درجه، افرادی که حائز بالاترین رتبه بودند به ترتیب عبارتند از معاون تامین، معاون مهندسی و مشاوران، این در حالی است که در اغلب نقاط تصمیم نیز این افراد حضور دارند و تصمیمات با تایید ایشان اتخاذ می‌شود.

در تحلیل پارامتر مرکزیت نزدیکی نیز افرادی مانند مدیر سفارش و عقد قرارداد، مشاور کنترل اسناد، یکی از کارمندان کنترل اسناد شرکت سه رتبه بالا را کسب نموده‌اند که نقشی در اتخاذ تصمیمات مهم ندارند ولی به منابع اطلاعاتی متعددی دسترسی داشته و از موضوعات مربوط به اجرای فرایند و انتخاب تامین کنندگان مطلع هستند. افرادی مانند معاون تامین، معاون مهندسی و یکی از مشاوران مهندسی رتبه‌های بعدی را با اختلاف قابل توجهی کسب نموده‌اند.

در پارامتر مرکزیت بینابینی، افرادی که حائز بیشترین امتیاز هستند عبارتند از معاون تامین و مشاور۲ کنترل اسناد. شایان ذکر است که با اختلاف زیادی معاون مهندسی و سایر افراد و بخش‌ها قرار دارند. در توضیح این موضوع می‌توان بیان نمود که معاون تامین، مالک اصلی فرایند بوده و انتقال اطلاعات اصلی و ایجاد ارتباط درون بخش تامین و بخش‌های مختلف شرکت از کانال ارتباطی ایشان و افراد شاغل در واحد تامین انجام می‌شود. همچنین مشاور کنترل اسناد وظیفه ثبت و بارگذاری اسناد در سامانه را داشته، و پس از ثبت اطلاعات، سایر بخش‌ها به اطلاعات مورد نیاز خود دسترسی پیدا می‌کنند. از اینرو معاون تامین و مشاور کنترل اسناد بالاترین امتیازهای پارامتر مرکزیت بینابینی را کسب نموده‌اند و این در شرایطی است که به عنوان مثال مشاور کنترل اسناد نقشی در اخذ تصمیمات ندارد.

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از نگاره‌های رویداد در سامانه‌های اطلاعاتی در یک شرکت EPC، فرایند خرید و عقد قرارداد در یک پروژه ساخت پیچیده مورد بررسی قرار گرفته و نقاط تصمیم با دیدگاه فرایندی شناسایی و تحلیل شد. همچنین با رویکرد تجزیه و تحلیل شبکه اجتماعی، بازیگران کلیدی براساس معیارهای مرکزیت شناسایی شده و با تصمیم‌گیران در نقاط تصمیم مقایسه شدند. برخی از نتایج این تحلیل در ادامه تشریح شده است.

با مقایسه شکل فرایند با ورودی‌ها و خروجی‌ها در حالت واقعی در نقاط تصمیم، مشاهده می‌شود که در بسیاری از ورودی‌های نقاط تصمیم، فعالیت‌هایی هستند که در مراحل بعدی انجام شده و به دلیل وجود نقص و یا نیاز به اصلاح مدارک در مراحل قبلی، مجدد به این نقاط تصمیم برگشته‌اند. به عنوان نمونه در گروه خرید ابزار-دقیق در نقطه تصمیم ۱، نسبت این ورودی‌ها به ورودی‌های متداول به ۸۰٪ رسیده و حداقل این نسبت در نقطه تصمیم مذکور در سایر گروه‌های خرید ۳۰٪ است. از این موضوع استنباط می‌شود که این تکرارها به دلیل وجود نقص در انجام در مراحل گذشته و یا ناشی از تصمیمات اشتباه و اتخاذ تصمیم بدون درنظر گرفتن عوامل و شرایطی است که در ادامه مسیر فرایند وجود دارد و منجر به دوباره کاری و اتلاف زمان قابل توجه شده است.

همچنین از نمودار۲ می‌توان دریافت نقاط تصمیمی که در مجموع از نظر زمان، حائز بالاترین مقدار هستند، نقاط تصمیم ۵، ۷ و ۱ هستند. در این نقاط موضوع تصمیم تایید مدارک از مناظر مهندسی و تامین است. از سویی دیگر در نمودار۳ نیز مدارکی که بیشترین زمان را به خود اختصاص داده‌اند، مدارک مربوط به این فعالیت‌ها هستند. متولیان تصمیم در این نقاط نیز معاون مهندسی و معاون تامین هستند که در تحلیل شبکه اجتماعی در معیار مرکزیت درجه به عنوان شاخص‌ترین افراد شناسایی شده‌اند.

با بررسی دقیق‌تر شکل۴ و جدول ۱۳ مشاهده می‌شود افرادی که در معیارهای مرکزیت رتبه یک تا سه را دارا هستند به افراد کمی محدود شده اند. همچنین در میان ۱۰ نفری که در جدول ۱۳ به عنوان دارندگان بیشترین مقادیر مرکزیت شناسایی شده‌اند نیز اختلاف در این مقادیر بسیار چشمگیر است، می‌توان نتیجه گرفت که تفویض اختیار به خوبی انجام نشده و اتخاذ تصمیمات اصلی تنها بر عهده افراد به خصوصی است. از سویی دیگر ارتباطات درون شبکه مانند میزان نزدیکی افراد با یکدیگر و تعداد واسطه گران در شبکه نیز از دیگر نکاتی است که نیاز به بهبود دارد. پیش‌بینی می‌شود با تقویت ارتباطات بازیگران با یکدیگر از دوباره‌کاری و انجام چندین باره فعالیت‌ها جلوگیری شده و در نهایت منجر به کاهش زمان و بهبود فرایند شود.

به‌صورت کلی می‌توان بیان نمود که با استفاده از ترکیب نتایج حاصل از فرایندکاوی و تحلیل شبکه اجتماعی با نقاط تصمیم، می‌توان دید بهتر و کامل‌تری نسبت به عملکرد سازمان داشته باشیم، تاثیرات تصمیمات اشتباه یا نقص در تصمیمات را بر روی فعالیت‌های آتی و جریان فرایند بررسی کنیم و علل ضعف در عملکرد یا طولانی شدن فرایند را به صورت ریشه‌ای و دقیق‌تر، تحلیل کنیم. سازمان‌ها نیز با استفاده از این ابزار، می‌توانند اصلاحات و بهبودهایی را در فرایند ایجاد کنند.

این نگاه جامع و ترکیبی در هیچ یک از پژوهش‌های انجام شده در این زمینه وجود نداشته است. در این پژوهش‌ها، تنها به منظر فرایند و تاثیر آن بر نقاط تصمیم توجه شده و به عملکرد تصمیم‌گیرندگان یا بررسی گروه‌های مختلف اشاره‌ای نشده است. همچنین در پژوهش‌های پیشین از داده‌های واقعی و با پیچیدگی بالا نیز استفاده نشده و تنها به شرایط آزمایشگاهی و تحت تاثیر عوامل محدود اکتفا شده است.

مراجع

[1] Es-Soufi, W., E. Yahia, and L. Roucoules. A process mining based approach to support decision making. in IFIP International Conference on Product Lifecycle Management. 2017. Springer.

[2] Schmidt, G. and W.E. Wilhelm, Strategic, tactical and operational decisions in multi-national logistics networks: a review and discussion of modelling issues. International Journal of Production Research, 2000. 38(7): p. 1501-1523.

[3] van der Aalst, W., et al. Process Mining Manifesto. 2012. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

[4] Alvarez, C., et al., Discovering role interaction models in the Emergency Room using Process Mining. Journal of Biomedical Informatics, 2017. 78.

[5] De Smedt, J., et al., Holistic discovery of decision models from process execution data. Knowledge-Based Systems, 2019. 183: p. 104866.

[6] Rozinat, A. and W.M. van der Aalst. Decision mining in ProM. in International Conference on Business Process Management. 2006. Springer.

[7] Petrusel, R. and D. Mican. Mining decision activity logs .in International Conference on Business Information Systems. 2010. Springer.

[8] Ferreira, D.R. and E. Vasilyev,Using logical decision trees to discover the cause of process delays from event logs. Computers in Industry, 2015. 70: p. 194-207.

[9] Bazhenova ,E., S. Bülow, and M. Weske. Discovering decision models from event logs. in International Conference on Business Information Systems. 2016. Springer.

[10] Chuan, N.M., et al. A conceptual framework for procurement decision making model to optimize supplier selection: the case of Malaysian construction industry. in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016. IOP Publishing.

[11] Ho, W., X. Xu, and P.K. Dey, Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. European Journal of operational research, 2010. 202(1): p. 16-24.

[12] García, N., et al., Supplier selection model for commodities procurement. Optimised assessment using a fuzzy decision support system. Applied Soft Computing, 2013. 1 :(٤)٣p. 1939-1951.

[13] Park, J., et al., An integrative framework for supplier relationship management. Industrial Management & Data Systems, 2010.

[14] Mannhardt, F., et al. Decision mining revisited-discovering overlapping rules. in International Conference on Advanced Information Systems Engineering. 2016. Springer.

[15] Sarno, R., et al. Decision mining for multi choice workflow patterns. in 2013 International conference on computer, control, informatics and its applications (IC3INA). 2013. IEEE.

[16] van der Aalst, W.M., Process Mining: A 360 Degree Overview, in Process Mining Handbook. 2022, Springer. p. 3-34.

[17] Hosseini, S.M., et al., Implementing Process Mining Techniques to Analyze Performance in EPC Companies. itrc, 2022. 14 (2): p. 66-54.

[18] Mamudu, A., et al. A Process Mining Success Factors Model. in The 20th Business Process Management Conference (International Conference on Business Process Management). 2022. Springer.

[19] van der Aalst, W.M. and J. Carmona, Process Mining Handbook. 2022 , Springer Nature.

[20] Zhang, L., et al., Artificial intelligence in construction engineering and management. 2021: Springer.

[21] Zerbino, P., A. Stefanini, and D. Aloini, Process science in action: A literature review on process mining in business management. Technological Forecasting and Social Change, 2021. 172: p. 121021.

[22] Van Der Aalst, W., et al. Process mining manifesto. in International conference on business process management. 2012. Springer.

[23] Park, H., et al., Social Network Analysis of Collaborative Ventures for Overseas Construction Projects. Journal of Construction Engineering and Management, 2011. 137: p. 344-355.

[24] Chinowsky, P. and J. Taylor, Networks in engineering: An emerging approach to project organization studies. Engineering Project Organization Journal, 2012. 2: p. 15-26.

[25] Raitubu, N., et al., Detection of Bottleneck and Social Network in Business Process of Agile Development. 2019. 208-213.

[26] Baccarini, D., The concept of project complexity—a review. International journal of project management, 1996. 14(4): p. 201-2٠٤

[27] Dietrich, P., et al., The dynamics of collaboration in multipartner projects. Project management journal, 2010. 41(4): p. 59-78.
[28] Butt, A., M. Naaranoja, and J. Savolainen, Project change stakeholder communication. International Journal of Project Management, 2016. 34(8): p. 1579-1595.
[29] Lee, C.Y., et al., Critical Review of Social Network Analysis Applications in Complex Project Management. Journal of Management in Engineering, 2018. 34.
[30] Jafari, P., et al., Social network analysis of change management processes for communication assessment. Automation in Construction, 2020. 118: p. 103292.