مدیریت پروژه
برای صنایع نفت و گاز

مؤلف:
ADEDEJI B. BADIRU
SAMUEL O. OSISANYA

مترجم:
مهندس حامد مهرابی
مهندس صدرا رستمی
دکتر مهدی غضنفری

سرشناسه:
عنوان وپدیدآور:
مشخصات نشر:
مشخصات ظاهری:
شابک:
فهرست نویسی:
موضوع:
شناسه افزوده:
رده بندی کنگره:
رده بندی دیویی:
شماره کتابخانه ملی:

•مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران-تهران-نارمک صندوق پستی ۱۶۸۴۶۱۳۱۱۴
تلفن: ۷۷۲۴۰۴۲۵- دورنویس: ۷۷۲۴۰۲۲۵
• فروشگاه : میدان رسالت- خیابان هنگام – خیابان دانشگاه– دانشگاه علم وصنعت
• پست الکترونیک: Publication@sun.iust.ac.ir

نام کتاب:
تالیف:
ترجمه:
صفحه‌آرایی: زهرا عزیزی
طراح جلد:
چاپ اول: ۱۳۹۶
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
قیمت:
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

شابک: --۹۶۴-۹۷۸
ISBN: 978-964-

فهرست مطالب

فصل اول: چارچوب سیستم‌های جهانی برای صنعت نفت و گاز ۱۳

دیدگاه سیستمی چند لایه ۱۴

برخی نمونه‌های موردی ۲۰

هزینه‌های انرژی ۲۴

مسائل آموزش و توسعه نیروی کار ۲۶

چارچوب منظومه سیستم‌ها ۲۷

یک سیستم چیست؟ ۲۷

منظومه سیستم‌ها چیست؟ ۲۷

یک سیستم پروژه چیست؟ ۲۹

مهندسی سیستم‌ها چیست؟ ۳۰

پذیرش مدیریت پروژه ۳۱

سیستم‌های پمپ بنزین ۳۳

مدل سازی سیستم‌های کمی ۳۳

محدودیت‌های هزینه، زمان‌بندی، کیفیت ۳۴

مدل‌سازی ارزش منظومه سیستمی ۳۶

نمونه‌ای مدل سازی ارزش سیستم ۳۸

مدیریت پروژه مهندسی ۴۰

نقش کشورهای در حال توسعه ۴۲

منابع ۴۳

فصل دوم: مشخصات پروژه‌های نفت و گاز ۴۵

دخالت دولت ۴۸

سرنوشت پالایشگاه‌ها ۴۹

پروژه ماسه‌های نفتی ۴۹

انتقاد از ایجاد ترک ۵۲

قاعده، قانون، قوانین واستانداردها ۵۴

خط لوله نفت کیستون ۵۶

پروژه‌های جدید، فرصت‌های جدید مدیریت پروژه ۵۷

مدیریت پروژه صادرات گاز ۵۸

درود بر مدیریت پروژه ۶۰
مدیریت پروژه در بهبود عملیات ۶۰
مدیریت پروژه فناوری ۶۱
مدیریت پروژه و بهبود رویدادهای کنترلی چاه ۶۱
مدیریت تیم ۶۳
محدوده پروژه ۶۴
ساختارهای سازمانی ۶۷
برنامه زمانی ۶۹
مدل‌های پیگیری ۶۹
روش مسیر بحرانی ۷۰
درخت‌ها تصمیم‌گیری ۷۱
انباشت نفت در کشورهای در حال توسعه ۷۲
منابع ۷۲
فصل سوم: پیکره دانش مدیریت پروژه ۷۵
حوزه‌های دانش مدیریت پروژه ۷۶
تعاریف پروژه ۷۸
پروژه ۷۸
مدیریت پروژه ۷۹
روش شناسی مدیریت پروژه ۷۹
سیستم اطلاعات مدیریت پروژه ۸۱
سیستم مدیریت پروژه ۸۱
ترکیب یک برنامه ۸۱
شناسایی ذینفعان ۸۲
فرآیندهای مدیریت پروژه ۸۲
عوامل موفقیت یا شکست مرحله‌ای پروژه ۸۶
ساختار شکست کار (WBS) ۸۷
ساختارهای سازمانی پروژه ۸۹
ساختارهای سازمانی رسمی سنتی ۹۰
سازمان با ساختار وظیفه‌ای ۹۱
سازمان با ساختار پروژه ای ۹۳

ساختار سازمانی ماتریسی ۹۵
مولفه‌های یک طرح پروژه ۹۸
رویکرد سیستم‌های یکپارچه نسبت به پروژه‌های گام به گام ۹۹
الزامات مدیریت پروژه ۱۰۰
یکپارچگی پروژه ۱۰۱
یکپارچگی گام به گام پروژه ۱۰۲
تعریف ورودی‌ها به مرحله ۱ ۱۱۰
تعریف ورودی‌ها به مرحله ۲ ۱۱۳
تعریف ورودی‌ها به گام سوم ۱۱۵
فصل چهارم: ارتباطات پروژه نفت و گاز ۱۲۹
مدیریت ارتباطات: اجرای گام به گام ۱۲۹
پیچیدگی ارتباطات چندمنظوره ۱۳۰
استفاده از مدل سه گانه C ۱۳۳
سؤالات متداول C سه گانه ۱۳۷
چگونه ارتباطات C سه گانه محقق می‌گردد؟ ۱۳۸
ارتباط SMART ۱۴۳
چگونگی رسیدن به همکاری ۱۴۵
اجرای هماهنگی ۱۴۸
حل تعارض با استفاده از روش C سه‌گانه ۱۴۹
منابع ۱۵۳
فصل پنجم: روش مسیر بحرانی برای پروژه‌های نفت و گاز ۱۵۵
شبکه‌های فعالیت ۱۵۶
روش مسیر بحرانی ۱۵۷
روند رو به جلو ۱۶۵
گذر رو به عقب ۱۶۶
مسیر بحرانی ۱۶۷
گانت چارت ۱۷۱
فشرده‌سازی برنامه زمانی ۱۷۳
ارزیابی برنامه و روش بررسی ۱۷۹
فرمول‌های PERT ۱۸۰

روش نمودار بندی پیشین (PMD) ۱۸۴
آنالیز نرخ کاری ۱۹۴
مثال نرخ مصرف سوخت ۱۹۹
آنالیز نرخ کار تیمی ۱۹۹
آنالیز منحنی یادگیری ۲۰۲
فصل ششم: کشش کارآمد: مفهوم گمشده زمان در مسیر بحرانی ۲۰۷
مقدمه ۲۰۷
کشش و هزینه کشش ۲۰۷
تاثیر مسیر بحرانی بر سرمایه‌گذاری پروژه ۲۰۸
شکاف‌ها در داده‌های مسیر بحرانی سنتی ۲۰۹
محاسبه هزینه کشش یک فعالیت ۲۱۳
محاسبه هزینه‌های واقعی یک فعالیت ۲۱۴
حکایت پایانی ۲۱۶
هزینه کشش در زندگی انسان‌ها ۲۱۷
یک مثال تاریخی از هزینه‌ی کشش در زندگی انسان‌ها ۲۱۷
کشتی مانیتور USS: یک داستان شاد از محدود کردن هزینه کشش ۲۱۸
استفاده از کشش برای تسریع برنامه زمانی یک آیتم نزدیک به تحویل ۲۱۹
منابع ۲۲۰
فصل هفتم: ابزار تصمیم‌گیری برای مدیریت پروژه در صنعت نفت و گاز ۲۲۱
تعریف عملیاتی فرآیند ۲۲۱
نقشه برداری فرآیند ۲۲۵
شاخص قابلیت و پیشرفت فرآیند Cpk ۲۲۷
توانای فرآیند (Cp) ۲۲۸
شاخص قابلیت (Cpk) ۲۲۹
اصول ناب ۲۳۲
کایزن ۲۳۵
DEJI ۲۳۷
مرحله طراحی DEJI ۲۳۹
دگرگونی طراحی به دلیل تغییرات تکنولوژی ۲۴۱
مرحله ارزیابی DEJI ۲۴۳

آنالیز نیمه عمر ۲۴۴
مرحله توجیه DEJI ۲۴۶
مرحله یکپارچه سازی DEJI ۲۴۸
مثال محاسباتی ۲۵۱
DMAIC ۲۵۳
SIPOC ۲۵۶
DRIVE ۲۵۸
ICOR ۲۵۸
۵s /۶s ۲۶۰
نمودار PICK ۲۶۲
کمی‌سازی نمودار PICK ۲۶۳
کانبان ۲۶۵
دایره کیفیت ۲۶۶
پوکا یوک ۲۶۷
فرهنگ و رفتار ۲۶۸
کمی سازی بازدهی عملیاتی ۲۶۸
آنالیز تصمیم‌گیری پروژه ۲۷۱
تصمیم‌گیری گروهی ۲۷۴
طوفان فکری ۲۷۶
روش دلفی ۲۷۷
تکنیک گروهی اسمی ۲۷۹
مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و پرسشنامه‌ها ۲۸۱
چند رایی ۲۸۲
تصمیم‌گیری انتخاب تامین کننده ۲۸۳
تکنیک انتخاب تامین کننده وادها-راویندران ۲۸۴
روش وزن دهی به هدف ۲۸۸
برنامه‌ریزی آرمانی ۲۸۸
برنامه ریزی توافقی ۲۹۰
منابع ۲۹۲

فصل هشتم: پیش‌بینی و کنترل برنامه زمانی پروژه ۲۹۳
مقدمه ۲۹۳
هدف ۲۹۶
محدودیت‌ها ۲۹۶
توصیفات پروژه مطالعه موردی ۲۹۷
سوالات و روش‌های تحقیق ۲۹۹
آنالیز و نتایج ۳۰۰
پیشنهادات ۳۰۶
نتیجه‌گیری ۳۱۰
فصل نهم: انتخاب سیستم حفاری چند معیاره ۳۱۵
مقدمه ۳۱۵
مطالعه موردی دریاچه گرین برای مسائل انتخاب سیستم ۳۱۷
تعریف زیرسیستم‌ها، زیر مجموعه‌ها، و تکنولوژی‌های در دسترس اصلی در هر زیر مجموعه ۳۱۸
تعریف معیارها و مقیاس‌های معیار ۳۱۹
امتیاز دهی به تمام تکنولوژی‌ها با استفاده از مقیاس‌های معیار ۳۲۴
محاسبه امتیاز معیار کلی برای هر معیار ۳۲۵
ایجاد یک تابع مطلوبیت برای هر معیار ۳۲۷
با توجه به فاکتور وزنی هر معیار تصمیم گیری کنید ۳۲۹
بهترین سیستم را بیابید ۳۳۱
آنالیز حساسیت برای فاکتورهای وزنی هر معیار ۳۳۲
آنالیز حساسیت برای عدم قطعیت امتیازات معیار کلی ۳۴۰
تصمیمگیری ۳۴۷
مدل بهینه سازی کوله پشتی ۳۴۹
نتیجه ۳۴۹
منابع ۳۵۰
فصل دهم: مدیریت پروژه‌های ساخت و ساز در نفت و گاز ۳۵۳
مقدمه ۳۵۳
تعریف پروژه ۳۵۴
پروژه‌های ساخت و ساز ۳۵۵
ساخت و تولید ۳۶۱

هزینه کیفیت ۳۶۳
دسته‌بندی‌های هزینه‌ها ۳۶۴
دلایلی برای کیفیت کم ۳۶۷
هزینه کیفیت در ساخت و ساز ۳۷۰
سیستم مدیریت عملکرد کیفی ۳۷۳
مهندسی سیستم‌ها ۳۷۴
تعریف سیستم ۳۷۶
مهندسی سیستم‌ها ۳۷۷
چرخه حیات پروژه ساخت و ساز ۳۷۹
کیفیت در پروژه‌های ساخت و ساز ۳۸۶
طراحی/ مزایده/ ساخت ۳۹۸
طراحی/ساخت ۴۰۰
مدیر پروژه ۴۰۰
مدیر ساخت و ساز ۴۰۱
بیشینه قیمت تضمین شده ۴۰۲
ساخت/ مالکیت/ اجرا/ انتقال ۴۰۴
قرارداد کلید چرخان ۴۰۴
طراحی مفهومی ۴۰۵
شناسایی نیاز ۴۰۸
امکان سنجی ۴۱۰
شناسایی تیم پروژه ۴۱۲
شناسایی جایگزین‌ها ۴۱۵
منابع/پیامدهای مالی ۴۱۸
برنامه زمانی ۴۱۹
توسعه طراحی مفهومی ۴۲۰
طراحی اولیه ۴۲۴
حیطه کلی طراحی پایه ای/ کاری ۴۲۵
تصویب قانونی ۴۲۷
برنامه زمانی ۴۲۷
شرایط و موارد قرارداد ۴۲۸

مطالعه مهندسی ارزش ۴۲۸
طراحی دقیق و جز به جز ۴۲۹
طراحی جز به جز کارها ۴۲۹
تصویب قوانین/ اختیارات ۴۵۴
اسناد و ویژگی‌های قرارداد ۴۵۵
ارائه مدارک لازم برای نقشه کارگاهی و مصالح ۴۵۹
A-نقشه‌های کارگاهی ۴۵۹
طرح کنترل کیفیت پیمانکار ۴۶۲
برنامه ریزی دقیق ۴۶۴
بودجه ۴۶۴
جریان نقدینگی ۴۶۶
مناقصه ۴۶۶
ساخت و ساز ۴۷۲
تجهیز ۴۷۵
اجرای کار ۴۷۷
برنامه ریزی و برنامه زمانی ۴۸۰
مراجع ۴۹۴
فصل یازدهم: اقتصاد مهندسی برای نفت و گاز ۴۹۵
مدیریت هزینه: پیاده سازی گام به گام ۴۹۶
مدیریت سبد پروژه (پورت فولیو) ۴۹۷
عناصر هزینه پروژه ۵۰۰
تجزیه و تحلیل جریان نقدی پایه ای ۵۰۴
ارزش زمانی محاسبات مالی ۵۰۴
محاسبات با فاکتور مبلغ مرکب ۵۰۵
محاسبات با فاکتور ارزش فعلی ۵۰۵
محاسبات با فاکتور ارزش فعلی سری‌های یکنواخت ۵۰۶
محاسبات با ضریب بازگشت سرمایه سری‌های یکنواخت ۵۰۷
محاسبات با ضریب مقدار مرکب سری یکنواخت ۵۰۸
محاسبات با فاکتور اقساطی سالواره سری‌های یکنواخت ۵۰۹
محاسبات با فرمول هزینه سرمایه گذاری شده ۵۰۹

سری‌های گرادیان حسابی ۵۱۰
نرخ بازده داخلی ۵۱۲
تجزیه و تحلیل نسبت سود به هزینه ۵۱۳
دوره بازگشت سرمایه ساده ۵۱۴
دوره بازپرداخت تخفیفی ۵۱۵
زمان مورد نیاز برای سرمایه گذاری دو برابر ۵۱۶
اثر تورم بر هزینه یابی پروژه ۵۱۷
تورم خفیف ۵۲۲
تورم متوسط ۵۲۳
ابر تورم ۵۲۳
تجزیه و تحلیل نقطه سر به سر ۵۲۴
تجزیه و تحلیل نسبت سود ۵۲۷
برآورد هزینه پروژه ۵۳۱
برآوردهای هزینه خوش بینانه و بدبینانه ۵۳۲
تخصیص بودجه پروژه ۵۳۳
بودجه بندی بالا به پایین ۵۳۳
بودجه بندی از پایین به بالا ۵۳۳
بودجه بندی و تخصیص ریسک برای انواع قرارداد ۵۳۶
نظارت بر هزینه ۵۳۶
تکنیک تعادل پروژه ۵۳۸
عناصر کنترل هزینه ۵۴۴
تکنیک ارزش کسب شده هم زمانی ۵۴۴
هزینه‌یابی مبتنی بر فعالیت ۵۴۸
سهمیه بندی راهبردی سرمایه ۵۵۱
مراجع ۵۵۶
فصل دوازدهم: تجزیه و تحلیل ریسک پروژه ۵۵۷
تعریف ریسک ۵۵۷
منابع عدم قطعیت پروژه ۵۵۸
تأثیر مقررات دولت ۵۵۹
تجزیه و تحلیل ریسک با استفاده از روش مقدار مورد انتظار ۵۶۵

تجزیه و تحلیل ریسک ۵۷۱
روش مقدار مورد انتظار برای ارزیابی ریسک پروژه ۵۷۴
تجزیه و تحلیل شدت ریسک با استفاده از مفهوم CLF و CIF ۵۷۷
استفاده از شبیه سازی مونت کارلو ۵۷۹
تحقیقات موردی تجزیه و تحلیل ریسک فضایی پالایشگاه‌های نفت در ایالات متحده ۵۸۴
چکیده ۵۸۴
مقدمه ۵۸۴
زمینه ۵۸۶
روش‌های تجزیه و تحلیل ریسک ۵۸۷
ابزارهای فضایی سیستم اطلاعات جغرافیایی ۵۸۸
روش شناسی ۵۸۸
نتیجه ۵۹۰
مراجع ۵۹۱

۱

چارچوب سیستم‌های جهانی برای صنعت نفت و گاز

دیدگاه سیستمی جهانی این است که چه چیزی به منظور حفظ صنعت چاه‌های نفت ضروری است.

انرژی برای موفقیت و پیشرفت هر جامعه حیاتی است. تامین انرژی به منظور گرمایش، سرمایش و روشنایی خانه‌ها، کسب و کار و صنعت ما مورد نیاز است. امکانات ارتباطی مدرن در جامعه تنها زمانی عمل می‌کنند که تامین انرژی پایداری تضمین شده باشد. از آنجایی که همه فعالیت‌های تجاری مدرن ما به شدت به هم پیوسته‌اند، ما باید به همه به عنوان یک منظومه سیستم‌های[1] فعالیت‌های اقتصادی بنگریم. لوریچ (۲۰۰۸)، به ما یادآوری می‌کند که " تشنگی برای نفت و گاز به این زودی‌ها ارضا نخواهد شد. " این یک احساس است که توسط بسیاری از افراد داخل و خارج از صنعت نفت و گاز مشترک است. پیش‌بینی می‌شود که نیاز برای تامین جایگزین منابع نفت و گاز مطابق با تقاضای جهانی برای انرژی به منظور تشویق سرمایه‌های عظیم در صنعت در سراسر جهان ادامه خواهد داشت. بخش عمده‌ای از این گونه سرمایه گذاری‌ها در اجرای پروژه‌های چند ملیتی سوق داده خواهد شد. بر اساس رشد سریع اقتصادی چین و هند، چشم‌انداز بلند مدت برای صنعت نفت و گاز کاملا مثبت می‌باشد. ما می‌بایست اطمینان حاصل کنیم که پروژه‌ها توسط اتحادیه جهانی بطور سازنده‌ای برنامه ریزی، سازماندهی، کنترل و اجرای شوند. قیمت بازارهای بین المللی نفت خام، مهم‌ترین عامل برای تعیین قیمت خرید مصرف کنندگان محصولات بر پایه نفت است. این بدین معنی است که قیمت بنزین در پمپ بنزین عمدتا توسط عرضه و تقاضای نفت خام در سراسر جهان تعیین می‌شود. بر اساس برآوردهایی از آژانس بین المللی انرژی IEA[2]، انتظار می‌رود که نیازهای اولیه

[1] System of systems- SOS
[2] http://www.iea.org/stats/index.asp; accessed April 30, 2012.

انرژی جهانی در میان سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۳۰، ۵۵٪ رشد داشته باشد و این به معنی رسیدن به تقاضایی معادل با ۱۷/۷ میلیارد تن نفت در مقیاسه با ۱۱/۴ میلیارد تن نفت در سال ۲۰۰۵ است. بازار فعلی ۲۰۱۲-۲۰۱۳ به سرعت در حال تجربه منحنی تقاضا می‌باشد. چالش‌هایی که پروژه‌های نفت و گاز با آن مواجه خواهند شد به شرح زیر دسته بندی می‌شوند:

- چالش‌های فنی
- چالش‌های مدیریتی
- چالش‌های منابع انسانی

بکارگیری دقیق و منظم ابزارها و تکنیک‌های مدیریت پروژه می‌تواند به کاهش این چالش‌ها کمک کند.

[صفحه ۱]

دیدگاه سیستمی چند لایه

این یک سیستم جهانی است. برای موفقیت تمامی صنایع می‌بایست کلیه چشم‌اندازهای گزینه‌هایشان را در نظر بگیرند. این امر به ویژه برای صنعت نفت وگاز حائز اهمیت می‌باشد چرا که بسیاری از فاکتورها و عوامل چندوجهی در ارتباط نزدیک با یکدیگر هستند. اگر شما فکر نمی‌کنید که هر چیزی در جهان با دیگری در ارتباط است، این واقعیت را در نظر بگیرید: یک بویینگ ۴۰۰-۷۴۷ دارای شش میلیون قطعه (که نیمی از آنها را اتصالات تشکیل داده است) می‌باشد که در ۳۳ کشور جهان ساخته شده است.

این نشان می‌دهد که سرنوشت صنایع در ارتباط تناتنگی با یکدیگر از نقطه نظر تولید و مصرف و سایر فعالیت‌ها، به خصوص در بخش نفت و گاز در سراسر جهان است (بادیرو ۲۰۰۹). این باعث می‌شود به اجبار در مواجهه با پروژه‌های نفتی و گازی ما با نگرش سیستمی جهانی برخورد کنیم. در حدود یک-سوم از انرژی الکتریکی تولید شده در زمین صرف روشنایی لامپ‌ها می‌شود که می‌بایست با همکاری یکدیگر به دنبال روش‌های کارآمدتری باشیم. در سه ماهه اول سال ۲۰۱۲ شاهد افزایش قابل توجهی در قیمت نفت خام جهانی بودیم. بعد از بسته شدن قیمت ۱۰۸$ در

سال ۲۰۱۱ برای هر بشکه، قیمت نقطه برنت تا ۱۲۵ دلار برای هر بشکه تا اوایل ماه مارس افزایش یافت و از آن زمان تا کنون و ماه‌های باقی مانده در همان بازه معامله می‌شد. این افزایش قیمت بازتابی از تغییرات ذخایر جهانی نفت بود که بخش قابل توجهی از آن به دلیل اختلال و عدم برنامه‌ریزی صحیح تولیدات کشورهای غیر عضو در سازمان صادر کننده نفت اوپک[1] در مقابله با بازیافت نفت در تولیدات لیبی، به وجود آمد. مدیریت پروژه باید اینگونه از انواع تحولات در عملیات روز به روز صنعت نفت و گاز را پیگیری کند. بر طبق ارزیابی‌های انجام شده توسط سازمان زمین شناسی ایالات متحده آمریکا[2]، به استثنای ایالات متحده، در جهان به صورت تخمینی ۵۶۵ میلیارد بشکه (bbo) نفت خام قابل بازیافت کشف نشده؛ ۵۶۰۵ ترلیون فوت مکعب گاز طبیعی مرسوم (tcf) قابل بازیافت کشف نشده؛ و همچنین ۱۶۷ میلیارد بشکه (bbo) گاز طبیعی مایع[3] قابل بازیافت کشف نشده وجود دارد. این گزارش شامل تخمینی از منابع قابل بازیافت و کشف نشده نفت و گاز مرسوم در ۱۷۱ منطقه زمین شناسی جهان است. این تخمین‌ها شامل منابع موجود در زیر مناطق خشکی و دریایی می‌باشد. تمامی این ارقام بیانگر منابع نفت و گازی است که از لحاظ فنی قابل بازیافت می‌باشند که مقادیر نفت و گازی هستند که علی رغم ملاحظات اقتصادی یا در دسترس بودن، با استفاده از فن‌آوری صنعتی روز قابل تولیداند. این ارزیابی شامل ذخایر نفت و گاز تجمیع شده و کشف شده که به خوبی تعریف و به لحاظ اقتصادی ارزیابی شده‌اند، نمی‌شود. به زعم وجود ذخایر نفت و گاز قطعی و تخمینی، بسیاری از کشورها به منظور هم افزایی اتحاد ملی در قالب سیستمی باید گرد هم آیند. پس در نتیجه، نگرش سیستمی جهان انرژی مورد نیاز است.

این کتاب از یک چارچوب کلی از رشته مهندسی صنایع و سیستم‌ها استفاده کرده است که هماهنگ با اصول و مبانی رشته مهندسی نفت نیز می‌باشد. مهندسی صنایع *به طراحی و توسعه سیستم‌های مدیریت یکپارچه مردم، ماشین آلات و منابع اطلاعاتی برای تولید محصولات و خدمات می‌پردازد*. این دقیقا همان چیزی است که در صنعت نفت و گاز به دلیل الزامات چند وجهی اش اتفاق می‌افتد. به غیر از پروژه‌های هسته ای، هیچ پروژه دیگری مانند پروژه‌های نفت و گازی نمی‌تواند محیط زیست را به مخاطره بیاندازد. بنابراین مدیریت پروژه به

[1] OPEC
[2] USGS- http://www.doi.gov/news/pressreleases/USGS; released April 18, 2012.
[3] NGL

صورت رسمی باید بخشی از برنامه ریزی، سازماندهی، طرح ریزی و همچنین کنترل پروژه‌ها در صنعت باشد. کسانی که از پروژه‌های نفتی و گازی حمایت و یا با آن مخالفت می‌کنند اغلب در مورد محاسن و معایب آن بی‌اطلاعند. تکنیک‌های مدیریت پروژه می‌تواند به کاهش مشکلاتی از قبیل عدم آگاهی کمک کند. ما بین کاربرد مدیریت پروژه و عملکرد بهتر کسب وکار همبستگی وجود دارد. به همین دلیل وجود یک چارچوب بر مبنای مدل SOS برای صنعت نفت و گاز بسیار ضروری است. سه چالش جهانی نزدیک و به هم مرتبط وجود دارد:

۱. افزایش تقاضای انرژی
۲. تغییرات محیط زیستی و آب و هوایی
۳. امنیت ملی و جهانی

همراه با این چالش‌ها نگرانی‌هایی در رابطه با تحولات علوم و فناوری، مدیریت تحقیق و توسعه و همچنین پیشرفت اقتصاد جهانی وجود دارد. عمده فعالیت‌های شرکت‌های نفت و گاز حول عناصر زیر می‌چرخد:

- اکتشاف
- حفاری و تولید
- حمل و نقل
- پالایش
- بازاریابی و فروش

هرکدام از این‌ها نیاز به کاربردهای رسمی و دقیق مدیریت پروژه دارد. برای مثال حفاری اکتشافی به شرح زیر می‌باشد:

- تایید وجود هیدروکربن‌ها
- تعیین کیفیت، نسبت نفت و گاز
- تعیین میزان و حدود مخازن
- هدایت ارزش اقتصادی منبع
- طراحی یک برنامه توسعه؛ چگونگی توسعه مخزن به منظور بیشترین میزان بازیافت.

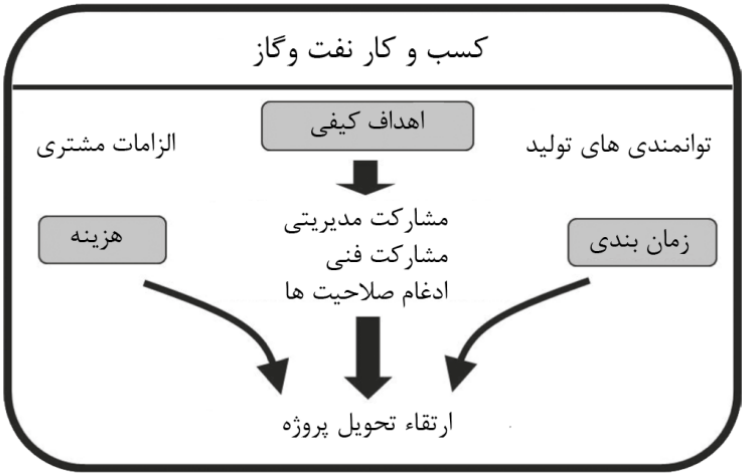
حفاری و تولید نیاز به مدیریت پروژه برای اهداف زیر دارند:

- طراحی سکو
- زیربنا، امکانات بالادستی
- ساخت
- نصب و راه‌اندازی
- حفاری -تولید اولیه
- مسائل زیست محیطی
- تولید(جدا کردن نفت، آب و گاز)
- حمل و نقل
- خط لوله
- بارگیری مستقیم بر روی تانکرها

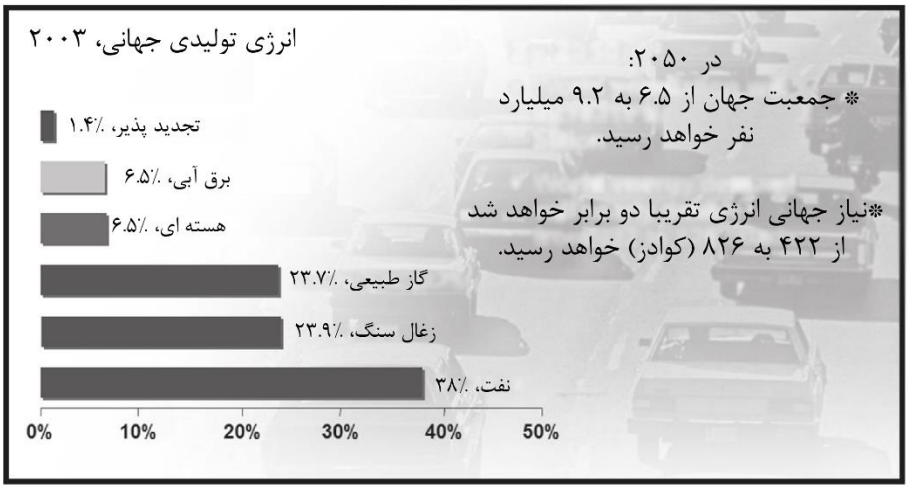
اقتصاد حفاری متمرکز بر موارد زیر است:

- شیوه‌های حفاری بهینه
- هزینه در هر فوت
- منحنی نقطه سر به سر

در پروژه‌های چند ملیتی چالش‌های ویژه و منحصر به فردی مطرح می‌شود از جمله چالش‌های مربوط به منبع قابل اعتماد قدرت، سیستم‌های ارتباطی کارآمد، پشتیبانی معتبر دولت، فرآیندهای تدارکات مطمئن، دسترسی مداوم به فناوری، اقلیم صنعتی رو به جلو و پیشرونده، زیر ساخت کاهش ریسک قابل اعتماد، عرضه‌ی منظم نیروی کار ماهر، تمرکز یکنواخت بر کیفیت کار، آگاهی جهانی، پروسه‌های اداری بدون دردسر، سیستم‌های ایمنی و امنیتی منسجم، قانون و سفارشات ثابت، تمرکز پایدار بر زضایت مشتری و روابط عادلانه کار. ارزیابی و حل و فصل نگرانی‌ها در مورد این مسائل در یک روند گام به گام موفقیت در یک پروژه بزرگتر را پایه گذاری و خلق خواهد کرد. در حالی که هیچ سیستمی نمی‌تواند از تمام جوانب عالی و بدون نقص باشد و تمام الزامات ما را برطرف کند اما تجارب قابل قبول بر روی این عوامل برای موفقیت یک پروژه ضروری می‌باشد.



شکل ۱,۱ فرآیند کسب و کار نفت و گاز

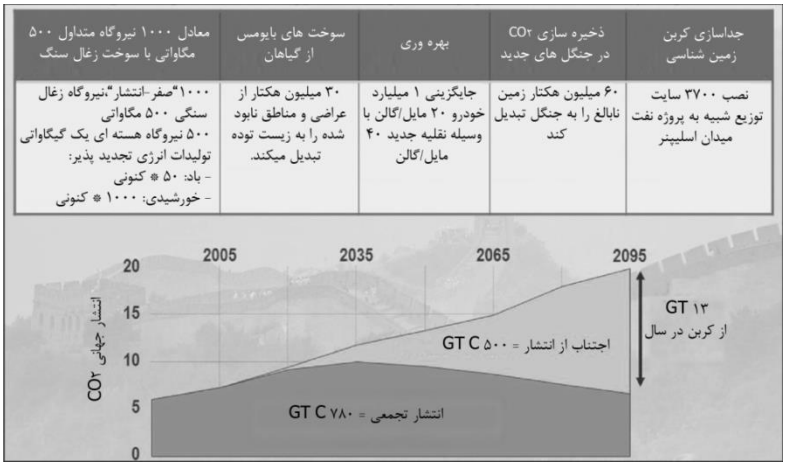


شکل ۱,۲ تولید جهانی انرژی و پیش‌بینی تقاضا

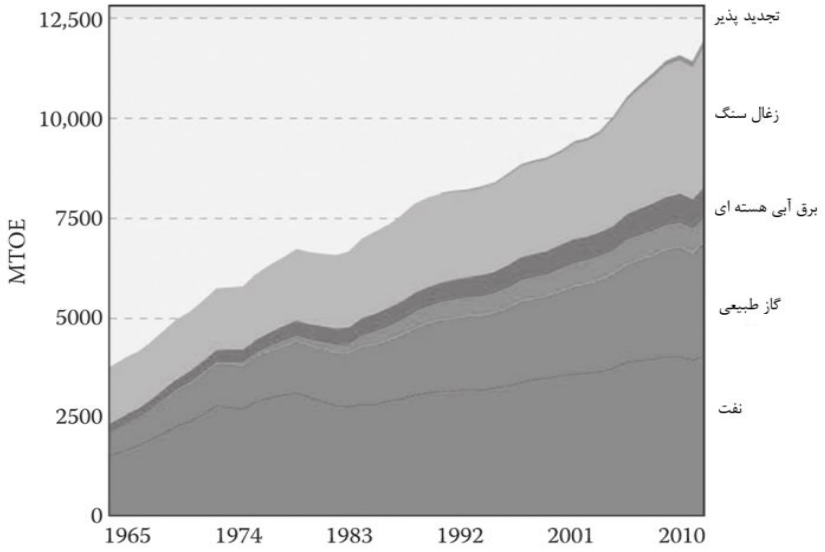
شکل ۱,۱ یک تصویر از محیط کسب و کار نفت و گاز و عوامل معمول در برخورد با این صنعت را نشان می‌دهد.

شکل ۱,۲ طرح افزایش تقاضای انرژی با توجه به افزایش جمعیت را نشان می‌دهد. آمار نشان می‌دهد که نفت وگاز بخش عمده‌ای از تولیدات انرژی جهان را تشکیل می‌دهند. افزایش تقاضا برای انرژی به جستجوی رقابتی و تنش زا برای منابع جایگزین و همچنین تشدید

استثمار منابع موجود ختم شده است. شکل ۱,۳ استفاده از تکنولوژی‌های فعلی را به منظور کاهش مشکلات تغییرات اقلیمی نشان می‌دهد. خوشبختانه وضعیت وخیم انرژی اغلب باعث ایجاد نوآوری‌های جدید و خلاقیت‌هایی می‌شود که می‌تواند همگرایی سریع فرآیندهای فناوری، سیاسی، اقتصادی و مدیریتی را تسهیل کند.



شکل ۱,۳ استفاده از تکنولوژی فعلی برای کاهش تغییرات آب و هوایی به دلیل انتشار کربن



شکل ۱,٤ مصرف جهانی انرژی در سال ۲۰۱۰، معادل میلیون‌ها تن از نفت، بر اساس داده‌های بررسی آماری انرژی جهانی BP در سال ۲۰۱۱.

شکل ۱,۴ نیز توزیع مصرف انرژی جهانی توسط منابع را تا سال ۲۰۱۰ معادل میلیون‌ها تن نفت خام نشان می‌دهد. همانطور در مورد تولید داده‌ها نشان می‌دهد که صنایع نفت و گاز پاسخ گوی عمده نیاز انرژی جهان به شمار می‌آید.

برخی نمونه‌های موردی

برخی از نمونه‌های موردی از سیستم جهانی صنعت نفت وگاز در اینجا آورده شده است. شکل ۱,۵ یک نمونه از چاه نفت در مقیاس کوچک و سلسله مراتب آن را بر روی یکی از زمین‌های اوکلاهاما نشان می‌دهد.

از آنجایی که ذخایر شناخته شده نفت و گاز در حال اتمام شدن است، شکار برای تصاحب هرچه بیشتر آن به نقاط دوردست زمین نیز کشیده شده است. یکی از این مناطق دریای برنتز که یکی از شمالی‌ترین نقاط کشور نروژ و در همسایگی روسیه است، می‌باشد. مقامات نروژی و روسی هر دو بر این باورند که پتانسیل تولید انرژی فسیلی از این منطقه برای آینده بسیار عظیم است. اما در همین حال محیط زیست بانان از خطر شکننده بودن و آسیب پذیر بودن قطب شمال هشدار می‌دهند. نوروی استوتیل‌هایدرو[1] حق پیوستن برای استفاده وسیع از میدان گازی اشتوکمن[2] را بدست آورده بود. این عدم قطعیت‌های بسیاری بر روی یکی از ذخایر بزرگ دست نخورده نفت و گاز جهان را به پایان رساند. چالش‌های فنی فراوانی در زمینه اکتشاف به دلیل تنوع در خواص توپوگرافی، جغرافیایی، زمین شناسی، زیست محیطی و تاثیرات و پیامدهای فراگیر اجتماعی وجود دارد. به همین خاطر هیچ پروژه‌ی نفت وگازی را نمی‌بایست در انزوا و به تنهایی انجام داد. ملاحظات سیستم جهانی می‌بایست تمامی پروژه‌ها را با استفاده از رویکرد SOS در نظر بگیرد. درس آموخته‌های عملیات قطب شمال و عملیات زیر قطبی می‌تواند به عنوان قالب ابتدایی برای انواع پروژهای دیگر در سراسر جهان باشد و از تجارب آن برای شروع بهره ببرند.

[1] Norway’s StatoilHydro
[2] Shtokman

شکل ۱,۵ چاه نفت خصوصی در مقیاس کوچک در یک زمین خصوصی در اوکلاهاما

گودال بزرگی که در جنوب منطقه نفت وگاز تگزاس در سال ۲۰۰۸ پدید آمد، نمونه‌ای از روابط متقابل فاکتورها و عوامل متعدد در رابطه با مشکلات انسانی، در دسترس بودن تکنولوژی و توسعه اقتصادی است. این واقعه سوالاتی را در درباره اثرات حجم عظیمی از بشکه‌های آب نمک که از محصولات حفاری نفت و گاز محسوب می‌شود و هر ساله درون زمین تزریق می‌شود را ذهن تداعی می‌کند. قیمت بالای انرژی منجر به افزایش حفاری در سراسر تگزاس و سایر مناطق شده است که بیشتر آنها در میادین نفتی قدیمی‌ترند و حجم تولیدات آب نمک همراه با نفت آنها بسیار زیاد است. در همین حال فن آوری‌های جدید به منظور تولید گاز طبیعی به میلیون‌ها گالن آب برای شکستن صخره‌ها و سنگ‌های فسیلی حاوی گاز روی آورده‌اند و در نهایت آب‌های آلوده می‌بایست پس از آن به دور ریخته شوند که معمولا آنها را در درون زمین تخلیه می‌کنند. این فرآیند که ایجاد ترک نام دارد (شکستن هیدرولیکی)، نگرانی‌ها و بحث‌هایی در بسیاری از جوامع ایجاد کرده است. اخیرا قابل توجه‌ترین مورد ایجاد ترک در اوهایو است. شکستن هیدرولیکی که به طور خلاصه به آن ایجاد ترک می‌گویند، شامل

تزریق آب، شن و ماسه و مواد شیمیایی به عمق زمین در فشار بالا به منظور شکست شیل و جاری کردن نفت و یا گاز می‌باشد. برخی از مخالفین این گونه ایجاد ترک، مدعی به وجود آمدن زمین لرزه‌های متداول در این مناطق هستند. به عنوان بخشی از توسعه کلی پروژه، می‌بایست اثرات کامل انسانی و زیست محیطی ایجاد ترک مورد بررسی قرار گیرد. اما در همین زمان اثرات توسعه اقتصادی بایستی شناخته شود و عوامل و ویژگی‌های چند گانه آنها مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به این ضربه ناگهانی به حقوق لیزینگ شرکت‌های انرژی در اوهایو، برخی ساکنان خوشبین اما برخی فعالان محیط زیست نگران هستند. تنها با بررسی و تجزیه و تحلیل کامل می‌توان، این ترس و نگرانی را در رابطه با ذینفعان کاهش داد.

در سال ۲۰۰۶ صنایع نفت و گاز تگزاس ۶,۷ bbo مایع که بیشترین مقادیرش را آب تشکیل می‌داد در زیر زمین تزریق کردند و متخصصان بر این باورند که این مقدار بسبب ایجاد حلقه‌های چاه جدید و چند برابر شدن آنها و همچنین احیای چاه‌های قدیمی افزایش یافته است. قانون گذاران فدرال، فعالان محیط زیست و گروه‌های اجتماعی نگران این هستند که نظارت سهل انگارانه باعث خروج آب با ۱۰ برابر شوری بیشتر که حاوی فلزات سنگین و نفت و حتی مواد رادیواکتیو هستند، از درون مخازن زیرزمینی می‌شود. که از طرفی می‌تواند باعث از بین بردن منابع آب آشامیدنی زیرزمینی و آلوده کردن خاک‌ها و آب‌های سطحی و همچنین فساد و خرابی در بدنه بیشتر گودال‌های زیرزمینی بشود. منتقدان بر این باورند که نظارت‌ها بر روی پروژه سهل انگارانه است و یا اصلا وجود ندارد. یک رویکرد جامع مدیریت پروژه سیستم که بر محور برقراری ارتباط، هماهنگی و همکاری هستند می‌توانند سبب خنثی سازی بسیاری از مسائل پیش رو شوند. شکل ۱,۶چالش‌های مرتبط با تولید انرژی، انتقال، توزیع و مصرف آن را به نمایش گذاشته است. شکل ۱,۷ یک مثال از سوزاندن گاز طبیعی را نشان می‌دهد که روشی معمول در برخی از قسمت‌های کشورهای تولید کننده گاز در حال توسعه است. شکل ۱,۸ سرمایه گذاری مرتبط واندازه ساختارها در مقیاس مگا در بخش انرژی را نشان می‌دهد.

شکل ۱,٦ ارتباط میان تولید، انتقال، توزیع و مصرف انرژی

شکل ۱,۷ زبانه کشیدن گاز طبیعی در یک کشور در حال توسعه

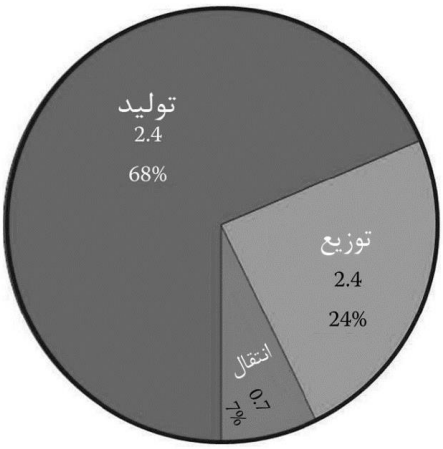
شکل ۱٫۸ مگا ساختمان‌های سرمایه گذاری‌های نفت و گاز

هزینه‌های انرژی

بر طبق گزارش پاوند (۲۰۱۰) در ایالات متحده، مدل و کیفیت انرژی ایالت می‌تواند نقش مهمی در تعیین قیمت برق ایفا کند. شکل ۱,۹ سه عامل کلیدی در تعیین قیمت انرژی را نشان می‌دهد. این میانگین در ایالات متحده بسته به سن زیر ساختها و مخلوط سوخت متفاوت است. مقداری از ارزان‌ترین برق توسط نیروگاه‌های ذغال سنگ‌های موجود و نیروگاه‌های هسته‌ای تولید شده است. با این حال، هزینه برق نیروگاه‌های جدید از هر نوعی به طور قابل توجهی بالاتر از هزینه‌های بازگشت سرمایه است. هنگامی که یک ایالت نیروگاه‌های جدید می‌سازد، افزایشی در نرخ بهره بدون در نظر گرفتن تکنولوژی رخ می‌دهد.

قیمت‌های بالا، شرکت‌های گاز طبیعی را به تمرکز بر استخراج نفت تشویق می‌کند. با افزایش قیمت نفت بالاتر از ۱۰۰ دلار، حتی متمرکزترین شرکت‌های گاز طبیعی برای تنوع به دنبال افزایش استخراج و حفاری نفت در ایالات متحده هستند. در سال‌های اخیر شرکت‌های

انرژی آمریکایی تمرکز و تلاش خود را بر تولید گاز طبیعی بـه عنـوان بزرگتـرین منـابع ذخـایر نفت خام داخلی گذاشته‌اند. برخی از شرکت‌ها در کلرادو و تگزاس استخراج نفت خود را تشدید کرده‌اند، از جمله در بارنت شیل که از ذخیره بـالای هیـدروکربن برخـوردار بـود و در ابتـدا بـه منظور استخراج گاز و نه برای استخراج نفت شناخته می‌شد. قیمت هر دو کالا از آغاز سـال بـه شدت افزایش یافته است. با این وجود، در سال‌های اخیر افـزایش قیمـت در نفـت دارای ثبـات بیشتری از گاز بوده است و این به خاطر ایـن اسـت کـه انتقـال و ذخیـره سـازی گـاز طبیعـی مشکلتر است. همچنین بیشتر در معرض نوسانات فصلی می‌باشد. گزارشات نشان مـی‌دهـد کـه بیش از ۸۰ درصد از حدود ۱۸۰۰ سکوی حفاری مشغول به کار در ایالات متحده در آغاز سـال ۲۰۱۲ مربوط به حفاری‌های گاز بود.



شکل ۱,۹ اجزای اصلی قیمت برق ایالات متحده(سنت برای هر کیلووات ساعت و سهم مجموع. بر اساس داده‌های اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده، چشم‌انداز سالانه انرژی ۲۰۱۰.

گزارش‌ها همچنین حاکی از این است که رشد تعداد سکوهای حفـاری نفتـی ۲۸ درصـد از سال ۲۰۱۱-۲۰۱۲ بوده است و این در حالی است که سکوهای حفاری متمرکز گـازی در مـدت مشابه تنها ۱,۴ درصد رشد داشته است. مارسلوس شیل یک لایـه سـنگی اسـت کـه از شـمال ایالت نیویورک به شرق اوهایو و تا جنوب غرب ویرجینیا امتداد دارد و ممکـن اسـت کـه منبـع عمده‌ای از گاز طبیعی آینده را تشکیل دهد. مارسلوس شیل بـیش از یـک قـرن اسـت کـه بـه عنوان منبع گازی شناخته شده است اما به دلایل اقتصادی بهره برداری از آن مقرون بـه صـرفه

نیست. پیشرفت‌های اخیر در فن آوری‌های بازیافت، افزایش بسیار زیاد قیمت گاز و نتایج قوی حفاری‌ها در سازند شیل مشابه در شمال تگزاس در حال تغییر زمین بازی در اکتشاف نفت و گاز است. این تایید شده است که در بخش‌هایی از کشور که در آن به مدت طولانی تصور می‌شده منابع انرژی تا حد زیادی تخلیه شده‌اند، به طور ناگهانی راه‌هایی برای عقد قرارداد جدید در چرخه اکتشاف یافته شد. صنعت نفت و گاز در حال حاضر به شدت پیگیر برای خرید حق مواد معدنی در پنسیلوانیا است که در آنجا مارسلوس شیل ضخیم به نظر می‌رسد. تخمین زده شده است که در سال ۲۰۱۲ بالغ بر ۲۰ کمپانی نفت و گاز حدود ۷۰۰ میلیون دلار برای توسعه مارسلوس شیل سرمایه گذاری خواهند کرد. این نشانه خوبی برای استفاده از سیستم‌های مبتنی بر ابزارها و تکنیک‌های مدیریت پروژه‌ای است. تاییدی دیگر بر ارتباط متقابل بازار گزارش سال ۲۰۱۲ است که ارتباطی بین افزایش فروش وانت باربری به دلیل افزایش فعالیت‌ها و کارهای اکتشافی در صنعت نفت و گاز را نشان می‌دهد. ظاهرا افرادی که در صنعت نفت وگاز اشتغال دارند و یا به دنبال کار در آنجا هستند بیشتر کسانی‌اند که وانت باربری می‌رانند. بیشترین انواع خودرو در پارکینگ‌های بیشتر شرکت‌های نفت و گاز وانت بارها هستند که با ضایقه سخت و خشن این صنعت هم همسو است.

مسائل آموزش و توسعه نیروی کار

هیچ صنعت دیگری مانند صنعت نفت و گاز اینگونه پیگیرانه به دنبال برنامه‌های آموزشی و توسعه نیروی کار خود نیست. خود این صنعت با شاخه‌های عملیاتی اش که به تمام نقاط جهان رسیده است، بزرگ می‌باشد. بیشتر کشورهایی که اینگونه پیگیر آموزش و توسعه نیروی کار خود هستند، کشورهای در حال توسعه‌ای هستند که ذخایر جدیدی کشف کرده‌اند. کشورهایی با منابع غنی که در حال توسعه هستند فارغ التحصیلان نفت و گاز بیشتری نسبت به آمریکا و اروپا دارند. این منبع بزرگ و ثابت از فارغ التحصیلان نفت از کشورهای در حال توسعه در کاهش کمبود نیروی کار فنی در این صنعت کمک می‌کنند. در نتیجه، کشورها اغلب از آموزش‌هایی که توسط کشورهای غربی برگزار می‌شود دور می‌مانند. معمولا، دانشگاه‌های

نمونه ایالات متحده همچون دانشگاه اوکلاهاما و تگزاس A&M بیشترین فارغ التحصیلان نفت در جهان را داشته‌اند. اما در سال‌های اخیر برزیل، آرژانتین، نیجریه و دیگر کشورها رقابت تنگاتنگی برای آموزش فارغ التحصیلان نفت داشته‌اند. در حالی که بسیاری از فارغ التحصیلان به استخدام شرکت‌های نفتی و گازی غربی در آمده‌اند، اما بسیاری دیگر در حال پیوستن به شرکت‌های ملی کشورشان هستند. بخش مهمی از آموزش و مهارت‌های آموزشی این ملل خارجی باید آموزش‌هایی در زمینه مدیریت، به ویژه مدیریت پروژه برای تقویت و حفاظت از دارایی‌های فنی شان باشد. زیر ساخت‌های آموزشی باید به عنوان بخشی از سیستم کلی جهانی در صنعت نفت و گاز مشاهده و مدیریت شود.

چارچوب منظومه سیستم‌ها

این کتاب حامی استفاده از یک چارچوب SOS می‌باشد که شامل همه عوامل مهم و تاثیر گذار در طراحی کلی و اجرای در پروژه‌های نفتی و گازی است.

یک سیستم چیست؟

سیستم به مجموعه‌ای از عناصر مرتبط که در کنار یکدیگر برای رسیدن به مجموعه‌ای از اهداف به کار گرفته شده‌اند، می‌گویند. خروجی ترکیبی از یک سیستم بزرگتر از مجموع خروجی‌های تک تک عناصر آن می‌باشد. دید سیستمی به یک فرآیند مطالعه جامع و کامل تمام عناصر و عوامل کششیر در فرآیند را تسهیل می‌کند.

منظومه سیستم‌ها چیست؟

مهندسی SOS یک رویکرد میان رشته‌ای با تمرکز بر هم افزایی و یکپارچه سازی عناصر، به منظور ساخت یک سیستم مرکب و پیچیده است که از سایر سیستم‌ها ساخته شده است. هر یک از زیر سیستم‌های یک سیستم SOS به نوبه‌ی خود یک سیستم کامل است. برخی از عناصر یک SOS مشتمل بر موارد زیر است:

- خود تنظیمی
- انطباق خود با محیط
- تفکیک پذیری
- حساسیت‌های زیست محیطی (به عنوان مثال؛ تعامل با عوامل غالب بر شرایط)
- تثبیت توانایی‌ها
- هماهنگ کننده روابط ورودی، فرآیندها و خروجی
- روابط ساختاری میان سیستم‌هایی در SOS
- تعادل ترکیبی از سیستم‌هایی که SOS را می‌سازند
- ارزش تجاری و انتقال‌های میان سیستم‌ها در SOS کلی

SOS درک هر آنچه که سیستم در جدول ارزیابی کلی که به وسیله SOS ارزش گذاری شده است را تسهیل می‌کند. صنعت نفت و گاز، به عنوان یک SOS، عناصری از جمله سیستم بازار، سیستم اجتماعی، سیستم‌های زیست محیطی، سیستم توسعه ملی، سیستم امنیت ملی، سیستم اقتصادی، سیستم نظامی، سیستم قانون گذاری، سیستم خدمات مالی و ... را در بر می‌گیرد. هرکدام از این نمونه‌ها به خودی خود متشکل از سیستم‌های کوچکتر هستند. توجه به دیدگاه سیستم‌های جهانی در صنعت نفت و گاز این تضمین را می‌دهد که ما درکی درست از تمامی اجزا و عواملی داشته باشیم که در موفقیت و یا شکست در این صنعت نقش دارند. یک رویکرد SOS مبنی بر تبدیل توانایی‌های جداگانه هر سیستم به یک قابلیت جمعی برای پاسخگویی به الزامات خاص به شرح زیر خلاصه می‌شود:

- سیستم‌هایی که یک به یک عملگری را به عنوان اجزای خودمختار یک یا چند SoS توسعه می‌دهند، مدیریت می‌کنند و آن را اجرایی میکنند.
- تمام سیستم‌های درون یک SOS قابلیت‌های عملکردی مناسبی را به هر یک از اجزا دیگر درون SOS ارائه می‌کنند.
- توسعه و مدیریت SOS به صراحت ویژگی‌های سیاسی، مالی، حقوقی، فنی، اجتماعی، سازمانی و عملیاتی هر یک از اجزای درون SOS را در نظر می‌گیرد.

- SOS تعداد زیاد ذینفعان که از نتیجه گردهمایی چندین سیستم مختلف حاصل شده‌اند را به رسمیت می‌شناسند و پذیرای آنان است.
- SOS می‌تواند تغییرات مفهومی، عملکردی، فیزیکی و مرز عملیاتی فضایی را بدون اثرات منفی در فرآیندهای مدیریتی در خود جا دهد.
- SOS یک رفتار جمعی به نمایندگی از تعاملی پویا با محیط عملیاتی نشان می‌دهد به طوری که آن می‌تواند منطبق و به الزاماتش پاسخ داده شود.

یک سیستم پروژه چیست؟

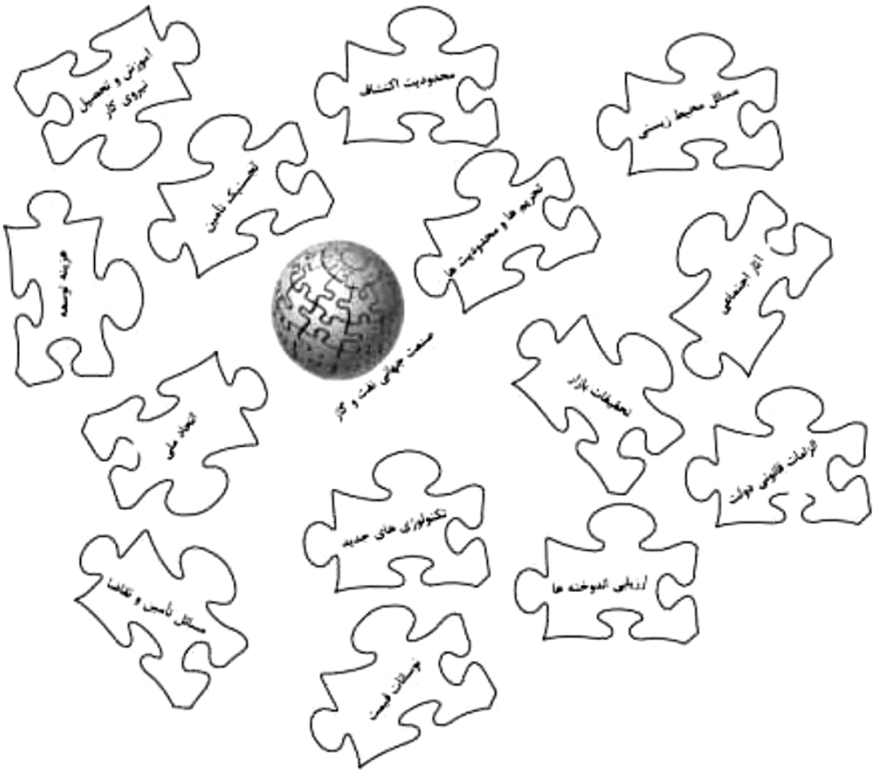
هر پروژه در اصل مجموعه‌ای از فعالیت‌های مرتبط، مردم، فن آوری، منابع، فرآیندهای کاری و دیگر دارایی‌هایی است که برای دستیابی به یک هدف مشترک گرد هم آمده‌اند. هدف ممکن است یکی از موارد زیر را در بر داشته باشد:

۱. محصول فیزیکی (به عنوان مثال: تولید آچار نگهدارنده و یا مته حفاری برای نفت و گاز)
۲. خدمات (به عنوان مثال: ایجاد الگوهای حسابداری برای کسب و کار در حوزه نفت و گاز)
۳. نتیجه (به عنوان مثال: رسیدن به حاشیه سود مد نظر یا دست یابی به زمان بندی تولید نفت و گاز)

بنابرین مدیریت پروژه سیستم‌ها را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

مدیریت پروژه سیستم‌ها برای صنایع نفت و گاز فرآیندی است که با استفاده از رویکردی سیستمی قصد در مدیریت، اختصاص دادن و زمان بندی منابع برای دستیابی و رسیدن به اهداف گسترده به شیوه کارآمد و سریع با توجه به در نظر گرفتن تمام اثرات جهانی دارد.

شکل ۱،۱۰ عوامل و تاثیرات متعددی که در صنعت نفت و گاز اثر می‌گذارند را در یک سیستم جهانی نشان می‌دهد. شایع‌ترین اساس پیاده سازی یک SOS، کاربردی از مهندسی سیستم‌هاست.



شکل ۱,۱۰ دیدگاه سیستم جهانی صنعت نفت و گاز

مهندسی سیستم‌ها چیست؟

مهندسی سیستم‌ها، بکارگیری مهندسی برای رفع یک مشکل چند وجهی از طریق یک مجموعه منظم و یکپارچه سازی بخش‌هایی از مشکل با توجه به چرخه حیات مشکل می‌باشد. این شاخه‌ای از مهندسی است که با توسعه، پیاده سازی و استفاده از سیستم‌های بزرگ و پیچیده در ارتباط است. مهندسی سیستم بر روی اهداف خاص یک سیستم با در نظر گرفتن مشخصات، محدودیت‌های غالب، خدمات مورد انتظار، رفتار غالب و ساختار سیستم متمرکز است. این همچنین شامل درنظر گرفتن فعالیت‌های لازم به منظور اطمینان حاصل کردن از عملکرد سیستم در انطباق با اهداف اعلام شده می‌باشد. مهندسی سیستم ادغام ابزار، مردم و فرآیندهای مورد نیاز را جهت دستیابی عملیات مالی و زمانی مناسب در سیستم را اجرایی می‌کند.

پذیرش مدیریت پروژه

پیشرفت سریع تکنولوژی و حساسیت‌های محیطی در بازار پویای جهانی موجب ایجاد افزایش پالش در میان کسانی شد که پروژه‌های نفت و گاز را طرح ریزی و اجرا می‌کنند. بنابراین ابزارهای و تکنیک‌های مدیریت پروژه در طرح کلی کسب و کار حوزه نفت و گاز ضروری است. یک برنامه هماهنگ از مهندسی سیستم و مدیریت پروژه می‌تواند به افزایش خط پایین صنعت نفت و گاز کمک کند. مهندسی سیستم به شناسایی چارچوبی کلی که تحت آن تمام اجزا با هم کار می‌کنند کمک می‌کند. مدیریت پروژه مکانیزم‌هایی را ارائه می‌دهد که از طریق آن کار و اهداف خاص یک چارچوب انجام می‌پذیرد. تعاریف پروژه زیر ضروری است:

پروژه: یک پروژه به صورت سنتی به عنوان یک نوع از تلاش با هدفی مشخص تعریف می‌شود که دارای شروع و پایانی مشخص و قطعی است. پیکره دانش مدیریت پروژه PMBOK یک پروژه را به عنوان انجام تلاشی موقتی به منظور دستیابی به محصول، خدمات و یا نتایجی منحصر به فرد می‌داند. موقتی به معنای این است که دارای شروع و پایان قطعی و تعریف شده است. عبارت منحصر به فرد نشان می‌دهد که پروژه‌ها از نقطه نظر ویژگی‌ها با یکدیگر متفاوت هستند.

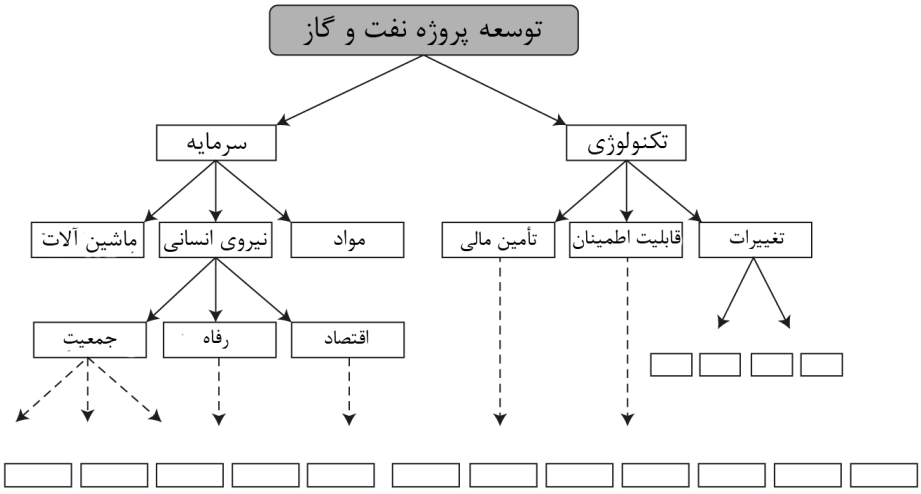
مدیریت پروژه: بادیرو ۲۰۱۲ مدیریت پروژه را به عنوان فرآیند مدیریت، تخصیص و زمان بندی منابع برای دستیابی سریع و کارآمد به اهداف تعیین شده تعریف می‌کند. PMBOK، مدیریت پروژه را به عنوان استفاده از دانش، مهارت‌ها، ابزارها و تکنیک‌ها در فعالیت‌های پروژه برای دستیابی به اهداف پروژه تعریف می‌کند.

شناسایی ذینفعان: ذینفعان افراد یا سازمان‌هایی هستند که منافع آنها به صورت مثبت و یا منفی پروژه تحت تاثیر قرار می‌گیرد. ذینفعان پروژه باید توسط تیم پروژه برای هر پروژه مشخص شوند. یکی از نقص‌های رایج در این الزامات این است که اغلب به کارمندان سازمانی پروژه در طول پروژه به عنوان ذینفعان نادیده گرفته می‌شوند و یا به آنها بی‌توجهی می‌شود. تعریف ذینفعان به وضوح نشان می‌دهد که اگر منافع کارمندان می‌تواند تحت تاثیر مثبت و یا منفی پروژه باشد، می‌بایست آنها را به عنوان ذینفع در نظر گرفت. به ویژه برای صنعت نفت و گاز جامعه محلی که می‌توانند از یک طریق و یا طرق دیگر تحت تاثیر باشند می‌بایست در

لیست ذینفعان پروژه گنجانده شود. شکست در انجام این کار به‌اندازه کافی، منبع ایجاد احساس وحشت و نگرانی در میان صنایع مرتبط با انرژی و جوامع محلی در سراسر جهان است. برای دستیابی به نتیجه کلی و موفقیت آمیز یک پروژه، جامعه محلی باید به‌اندازه کارکنان دست‌اندر کار در تولیدات صنایع نفت و گاز مهم در نظر گرفته شوند. لیستی از ذینعان در یک پروژه نفت و گاز ممکن است شامل همه موارد زیر باشد.

- مشتریان
- مالک پروژه
- اسپانسر پروژه
- اپراتور پروژه
- سرمایه گذار پروژه
- پیمانکاران و پیمانکاران فرعی
- شرکت‌های مرتبط
- جوامع محلی
- مدیر پروژه
- تیم‌های پروژه
- سهامداران صنعت

شکل ۱,۱۱ یک ساختار سلسله مراتبی و روابط متقابل برخی از عوامل دخیل در توسعه یک پروژه نفت و گاز را نشان می‌دهد. با تخمینی در حدود ۲۲ تریلیون دلار سرمایه گذاری در زیر ساخت‌های تامین در سال‌های آینده، فرصت‌های مجددی برای اجرا و اعمال ابزار و تکنیک‌های مدیریت پروژه وجود خواهد داشت.



شکل ۱,۱۱ ساختار سلسله مراتبی عوامل توسعه در پروژه نفت و گاز

سیستم‌های پمپ بنزین

از آنجا که مدیریت پروژه در همه جا یافت می‌شود، تمام شرکت کنندگان پروژه رویکرد سیستمی را بسیار مفید می‌یابند. یک نمونه بسیار خوب از طرح یک سیستم که همه با آن آشنایی داریم، پمپ گاز است. آیا تا به حال تمام عوامل و الزامات مورد نیاز که برای بهره برداری از یک پمپ گاز مورد نیاز است را در نظر گرفته‌اید؟ پمپ باید از سطح بالایز از قابلیت اطمینان و همچنین دوام برخوردار باشد به طوری که بتواند در شرایط عملیاتی گسترده‌ای از جمله سرمای شدید زمستان و دمای بالای تابستان عمل کند. برای اینکه پمپ به خوبی کار کند تمام عوامل مربوط باید در رابطه با یکدیگر در بهترین سطح مورد انتظارمان کار بکنند. بهره برداری از آن پمپ همانطور که همه‌ی ما انتظار آن را داریم، شبیه به این است که یک پروژه خوب چگونه قرار است کار بکند.

مدل سازی سیستم‌های کمی

سیستم‌های کنترل کلاسیک تمرکزشان بر کنترل دینامیکی اجسام مکانیکی مانند پمپ، موتور الکتریکی، توربین، چرخش چرخ و غیره است. پایه‌ی ریاضی برای کنترل سیستم‌ها می‌تواند در

سیستم‌های مدیریت سازمانی از جمله مدیریت پروژه (البته بصورت نمادین) انطباق داده شود. این به این دلیل است که سیستم‌های فنی و مدیریتی توسط ورودی‌ها، متغیرها، پردازش، کنترل، بازخورد و خروجی مشخص می‌شود. این بصورت روابط دیاگرام‌های بلوک ورودی-پردازش-خروجی نمایش داده شده است. به صورت ریاضی می‌توان آن را به این شکل نشان داد:

$$z = f(x) + \varepsilon, \qquad (۱،۱)$$

z = خروجی

$f(.)$= رابطه تابعی

ε = خطای اجزا (نویز، اختلال و غیره)

برای موارد سیستم‌های مبتنی بر چند متغیر، بیان ریاضی به صورت توابع برداری، ماتریسی به صورت زیر نشان داده می‌شود.

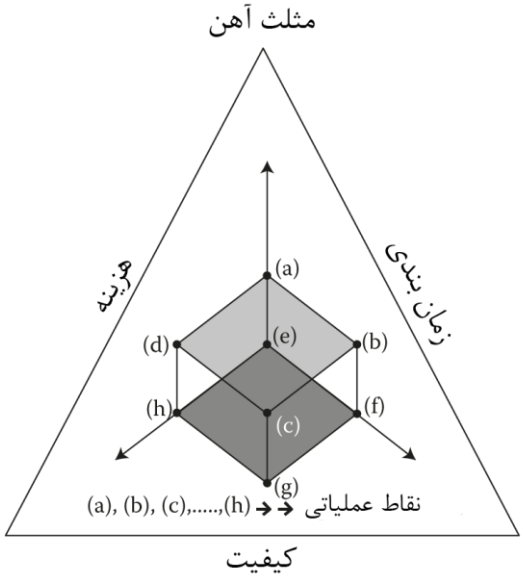
$$\mathbf{Z} = \mathbf{f}(\mathbf{x}) + \mathbf{E}, \qquad (۱،۲)$$

که در آن هر رابطه یک ماتریس است. $\mathbf{Z}$ بردار خروجی، $f(.)$ بردار ورودی و $\mathbf{E}$ بردار خطاست. صرف نظر از سطح و شکل ریاضیات به کار رفته، همه سیستم‌ها دارای ویژگی‌های مشابهی همچون ورودی، پردازش، خروجی هم به لحاظ کمی و هم کیفی هستند. فرض و نطق این کتاب بر این است که باید یک جفت منسجم از رویکردهای کمی و کیفی در مدیریت یک سیستم پروژه وجود داشته باشد. در حقیقت این ترکیب منحصر به فرد رویکردهاست که باعث می‌شود کاربرد سیستم برای مدیریت پروژه قوی‌تر از آنچه هست که در سیستم‌های کنترل مکانیکی که در درجه اول تمرکز آنها بر روی بازنمایی‌های کمی است، مشاهده می‌شود.

محدودیت‌های هزینه، زمان‌بندی، کیفیت

مدیریت سیستم‌ها به دنبال دستیابی به اهداف سازمانی در درون محدودیت‌های زمان، هزینه و کیفیت است. مدل مثلث آهنی نشان داده شده در شکل ۱،۱۲، بیان می‌کند که دستاوردهای پروژه با مرزهای کیفیت، زمان بندی و هزینه محدود شده است. در این مورد کیفیت نمایانگر مجموعه‌ای مرکب از الزامات پروژه است. در وضعیتی که در آن بهینه سازی دقیق ممکن نیست، نیاز به موازنه میان این سه عامل از موفقیت به وجود خواهد آمد. مفهوم مثلث آهن، یک مثلث سفت و سخت از

محدودیت‌های درون پروژه است. همه چیز باید در محدوده زمان بندی (زمـان)، هزینـه(بودجـه)، و کیفیت (الزامات عملکردی) انجام پذیرد. اگر کیفیت بیشتر مورد انتظار باشـد یـک توافـق در امتـداد محور زمان، هزینه باید انجام شود، که در نتیجه آن تغییر شکل مثلث را در پی خواهد داشت. روابـط موازنه‌ای خطی نیست و باید در یک بستر چند بعدی مشاهده گردد. این بـه وسـیله نمـای 3D سـه بعدی از محدودیت‌های سیستم که در جعبه نشان داده شده بهتر بیان شده است. الزامـات محـدوده مرزهای پروژه و موازنه‌ای که باید در مرزها انجام شود را تعیین می‌کند.



شکل ۱,۱۲ محدودیت‌های هزینه، زمان بندی و کیفیت سیستم پروژه

اگر ما هشت گوشه از جعبه را به عنوان مثال (a)، (b)، (c)، ...، (h) برچسب گذاری کنیم، مـا می‌توانیم بهترین نقطه کار برای پروژه را با تکرار ارزیابی‌هایمان بدست بیاوریم. به عنـوان مثـال ما می‌توانیم پاسخ گوی دو سوال عملیاتی زیر باشیم:

۱. از نقطه نظر حامی پروژه، کدام گوشه بهترین نقطه عملیاتی به لحاظ ترکیبی از الزامـات، زمان و هزینه است؟
۲. از نقطه نظر مجری پروژه کدام گوشه بهترین نقطه عملیاتی به لحاظ ترکیبی از الزامـات، زمان و هزینه است؟

توجه داشته باشید که تمام گوشه‌ها نشان دهنده نقاط شدید عملیاتی است. ما متوجهیم که نقطه e منطقه‌ای است که در آن کاری انجام نگرفته است و نقطه‌ای است که هیچ گونه الزامات و تخصیص زمان و تامین هزینه‌ای در آن انجام نگرفته است. این نمی‌تواند ناحیه‌ی مد نظر هر سازمانی باشد که به دنبال ماندگاری موثر است. نقطه a نشان دهنده حالتی افراطی از گردهمایی الزامات بدون هیچ گونه سرمایه گذاری در زمان و یا تخصیص هزینه است. این نقطه‌ای افراطی و غیر واقعی در محیط اجرایی است. این نشان دهنده نمونه‌ای برای بدست آوردن هیچ چیز است. با این حال این نقطه مورد نظر بیشترین عامل ضمانت پروژه است. با یک مقایسه، نقطه c بیشترین امکان برای فراهم کردن الزامات زمان و هزینه است. به عبارت دیگر، بالاترین سطح از الزامات زمانی پدیدار می‌شود که بیشترین زمان ممکن و در دسترس به کار گرفته شود و بیشترین و بالاترین سطح از بودجه به پروژه اختصاص داده شود. این یک انتظار غیرواقعی از سازماندهی آگاهانه منابع است. شما نمی‌توانید هرآنچه که برای اجرای پروژه می‌خواهید بدست آورید. با این حال این بیشترین نقطه مد نظر مجریان پروژه است. با در نظرگیری دو نقطه افراطی a و c واضح است که پروژه باید در برخی از نواحی مورد توافق در بین مرزهای محدوده انجام پذیرد.

مدلسازی ارزش منظومه سیستمی

تکنیکی که برای ارزیابی کلی اجزایی با ارزش افزوده در یک برنامه بهبود فرایند به کار گرفته می‌شود (SVM)[1] یا همان مدل ارزش سیستم‌ها می‌باشد، که اقتباسی از مدل ارزش سیستم تولید (MSV)[2] ارائه شده توسط تروکسلر و بلنک در سال ۱۹۸۹ است. این مدل یک تصمیم تحلیلی ارائه می‌دهد که به مقایسه فرایندهای جایگزین کمک می‌کند.

ارزش به عنوان یک بردار p بعدی نمایش داده شده است:

$$V = f(A_1, A_2, \dots, A_p) \qquad (۱,۳)$$

[1] systems value model
[2] manufacturing system value

که در آن $A = (A_1, A_2, \dots, A_n)$ برداری از ویژگی‌های کمی محسوس و نا محسوس است. نمونه‌هایی از *ویژگی‌های* یک فرایند کیفیت، توان و قابلیت عملیاتی، بهره وری، هزینه و برنامه است. ویژگی‌ها به عنوان یک تابع ترکیبی از عوامل x_1 نظر گرفته شده که به صورت زیر بیان شده است:

$$A_k(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{mk}) = \sum_{i=1}^{mk} f_i\,(x_i) \qquad (۱,۴)$$

که در آن $\{x_i\}$ مجموعه‌ای از عوامل m به همراه ویژگی‌های $A_k(k = 1,2, \dots, p)$ و f_i یک تابع مشارکتی از ویژگی‌های x_i نسبت به ویژگی‌های A_k است. نمونه‌هایی از عوامل عبارتند از قابلیت اطمینان، انعطاف پذیری، پذیرش کاربر، استفاده از ظرفیت، ایمنی و قابلیت طراحی. عوامل خود به عنوان شاخصه‌های متشکل از v_i در نظر گرفته می‌شود که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$x_i(v_1.\, v_2.\, v_3 \dots v_n) = \sum_{j=1}^{n} z_j(v_j) \qquad (۱,۵)$$

که در آن $\{v_i\}$ مجموعه‌ای از n شاخصه مرتبط با عوامل $x_i(i = 1,2,3, \dots, m)$است و z_j یک تابع مقیاس گذاری برای هر شاخص متغیر v_j است. نمونه‌هایی از این شاخص‌ها، پاسخ دهی پروژه، زمان رهبری، منحنی یادگیری و امتناع از کار می‌باشد. با ترکیب تعاریف بالا اندازه‌گیری ترکیبی از ارزش‌های یک فرایند می‌تواند به صورت زیر مدل شود:

$$V = f(A_1.\, A_2.\, A_3 \dots A_p)$$
$$= f\left\{\left[\sum_{i=1}^{m_1} f_i\left(\sum_{j=1}^{n} z_j\,(v_j)\right)\right]_1 .\left[\sum_{i=1}^{m_2} f_i\left(\sum_{j=1}^{n} z_j\,(v_j)\right)\right]_2 \dots .\left[\sum_{i=1}^{m_k} f_i\left(\sum_{j=1}^{n} z_j\,(v_j)\right)\right]_p\right\} \qquad (۱,۶)$$

که در آن m و n را می‌توان مقادیر مختلف برای هر ویژگی فرض کنیم.اندازه گیری ذهنی برای نشان دادن ابزار تصمیم گیرنده ممکن است در مدل با استفاده از عامل ویژگی وزنی w_p برای محاسبه و بدست آوردن وزن PV نشان داده شود.

$$PV_w = f(w_1A_1.\, w_2A_2.\, w_3A_3. \dots .\, w_pA_p) \qquad (۱,۷)$$

که،

$$\sum_{k=1}^{p} w_k = 1 \quad (0 \le w_k \le 1) \tag{۱,۸}$$

با این رویکرد مدل سازی، مجموعه‌ای از گزینه‌های فرآیند می‌توانند بر اساس ویژگی‌ها و عواملی با یکدیگر مقایسه شوند. این رویکرد کمی کاملا با رویکرد SOS متناسب است.

نمونه‌ای مدل سازی ارزش سیستم

برای نشان دادن رویکرد مدل سازی بالا، سه گزینه فناوری اطلاعات را فرض کنید که آنها بر اساس چهار ویژگی توانایی، سازگاری، عملکردی و بهره وری مورد ارزیابی قرار می‌گیرند همان طور که در جدول ۱,۱ نشان داده شده است.

برای این مثال بردار ارزش بر اساس معادلات ۱,۱ و ۱,۴ تعریف می‌شود

$$V = f(\text{توانایی و قابلیت تناسب، و سازگاری عملکردی، بهره، وری}) \tag{۱,۹}$$

توانایی: "توانایی" اشاره به توانایی یک تکنولوژی خاص IT در برآورده سازی الزامات متعدد دارد. به عنوان مثال تجهیزات خاص IT ممکن است تنها خدمات محاسباتی را فراهم آورد. یک قطعه متفاوت از تجهیزات ممکن است علاوه بر تجزیه و تحلیل محاسباتی قادر به تولید گزارش باشد، در نتیجه افزایش انواع خدمات می‌تواند بدست آید. سطح افزایش تنوع در خدمات در سه نوع از تجهیزات رقابتی به ترتیب ۳۸ و ۴۰و ۳۳ درصد است.

سازگاری: "سازگاری" اشاره به مناسب بودن در تجهیزات IT برای عملیات جاری را دارد. به عنوان مثال درصد مربوط به محدوده عملیاتی که برای آن هر سه گزینه مناسب هستند ۱۲ و ۳۰ و ۵۳ درصد می‌باشند.

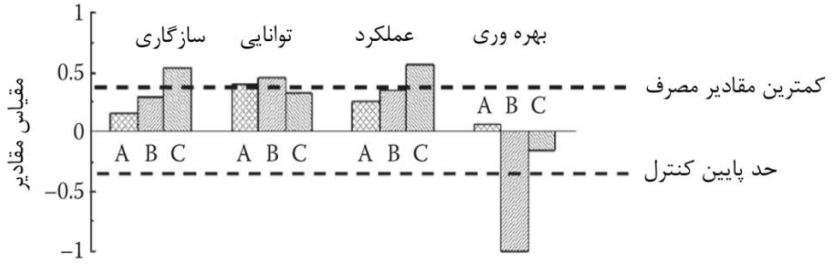
عملکرد: "عملکرد" در این زمینه اشاره به توانایی تجهیزات IT در برآورده سازی الزامات زمان بندی و هزینه دارد. در این مثال سه گزینه در برآورده سازی الزامات به ترتیب ۱۸ و ۲۸ و ۵۲ از مجموعه‌ای معمولی از مشاغل هستند.

بهره‌وری: "بهره وری" را می‌توان با ارزیابی عملکرد تجهیزات IT پیشنهاد شده برای برآورد الزامات حجم کار در رابطه با تجهیزات موجوداندازه گیری کرد. برای مثال، سه گزینه ۰,۰۲ و ۱,۰- و ۱,۱- در مقیاس یکسان‌اندازه گیری بهره وری را به ترتیب نشان می‌دهد. نمودار

هیستوگرام‌های مربوط به "ارزش"های سه گزینه در شکل ۱,۱۳ نشان داده شده است. گزینه C بهترین ارزش به لحاظ مناسب بودن و عملکرد است. گزینه B بهترین‌اندازه گیری قابلیت را نشان می‌دهد اما میزان بهره وری آن برای توجیه سرمایه گذاری مورد نیاز بسیار کم است. گزینه A بهترین بهره وری را نشان می‌دهد اما معیار سازگاری آن کم است. فرایند تحلیلی می‌تواند حد کنترل کمتر وارد شده به ارزیابی کمی را ترکیب کند، به طوری که هر گزینه‌ای که یک مقدار در زیر آن نقطه ایجاد کند قابل قبول نخواهد بود.

جدول ۱,۱ مقایسه مقادیر گزینه‌های فناوری اطلاعات

گزینه‌های IT	سازگاری (K=1)	توانایی (K=2)	عملکرد (K=3)	بهره وری (K=4)
Option A	۰/۱۲	۰/۳۸	۰/۱	۰/۰۲
Option B	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۲	-۱/۰۰
Option C	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۵	-۱/۰۰



شکل ۱,۱۳ وزن نسبی مقادیر سیستم سه گزینه فناوری اطلاعات

اوزان نسبی مورد استفاده در بسیاری از روش‌های توجیهی بر مبنای گزارهای ذهنی تصمیم‌گیرندگان است. برخی از این وزن‌های ذهنی را می‌توان با ترکیب مدل‌های کاربردی افزایش داد. برای مثال وزن‌های نشان داده شده در جدول ۱,۱ می‌تواند از توابع سودمندی به دست آمده باشد. خطر صرف بیش از حد زمان در به حداکثر رساندن ورودی در سطوح " نقطه فروش" به همراه زمان تعریفی کم و پالایش خروجی در سطح سیستم "عمده فروشی" وجود دارد. بدون دیدگاه سیستمی نمی‌توانیم مطمئن باشیم که آیا ما به دنبال خروجی درست هستیم.

مدیریت پروژه مهندسی

استفاده از یک ساختار پروژه به گروه‌ها این اجازه را می‌دهد تا به دنبال نوآوری هماهنگ مهندسی در صنعت نفت و گاز باشند. بسیاری از چالش‌های بزرگ مهندسی که توسط آکادمی ملی مهندسی ایالات متحده (NEA)[1] در سال ۲۰۰۸ گردآوری شده است، پیامدهایی را برای صنعت انرژی به همراه داشته است. چکیده‌ای از سند NAE در چهارده چاش بزرگ آمده است: " درمجموع موانع دولتی و نهادی، سیاسی و اقتصادی و اجتماعی و شخصی بارها و بارها به وجود می‌آیند و مانع از دست یابی به راه حل مشکلات خواهند شد. به عنوان بخشی از تاریخ، مهندسین باید با ادغام روش‌ها و راه حل‌های خود به اهداف و خواسته‌های همه اعضای جامعه دست یابند."

اظهارات فوق بر ارتباط تفکر سیستم کلی نگر در حل مسئله برای راه حل‌های پایدار تاکید دارد. چهارده چالش بزرگ در لیست زیر آمده است:

۱. *مقرون به صرفه کردن انرژی خورشیدی*: انرژی خورشیدی کمتر از یک درصد انرژی کل جهان را فراهم می‌کند، اما پتانسیل ارائه خیلی خیلی بیشتر از این را دارد.
۲. *تامین انرژی از همجوشی*: همجوشی مهندسی انسانی در مقیاس کوچک نشان داده شده است. چالش در این مورد بزرگ کردن مقیاس در حد تجاری و ارائه یک روش کارآمد، مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست است.
۳. *توسعه روش‌های تسویه و جداسازی کربن*: مهندسان در حال کار بر روی روش‌هایی برای جذب و ذخیره سازی دی اکسید کربن مازاد به منظور جلو گیری از گرمایش جهانی هستند.
۴. *مدیریت چرخه نیتروژن*: مهندسین می‌توانند با تکنولوژی‌های بهتر و ذخیره و بازیافت پسماندها به بازگردانی تعادل چرخه نیتروژن کمک کنند.
۵. *فراهم‌آوری دسترسی به آب پاک*: منابع آب در جهان با مشکلات جدیدی مواجه هستند. تکنولوژی‌های پیشرفته و مقرون به صرفه برای میلیون‌ها نفر در سراسر جهان می‌تواند تفاوت ایجاد کند.

[1] U.S. National Academy of Engineering

۶. *بازیافت و بهبود زیر ساخت‌های شهری*: طراحی خوب و مواد پیشرفته می‌توانند سیستم‌های حمل و نقل، انرژی، آب، پسماند را بهبود بخشند و همچنین محیط‌های پایدارتر شهری را ایجاد کنند.

۷. *پیشبرد انفورماتیک سلامت*: سیستم‌های اطلاعات سلامت قوی تر، نه تنها بازدیدهای روزانه پزشکی را بهبود می‌بخشند، بلکه برای مبارزه با بیماری‌های همه گیر، حملات بایولوژیکی و شیمیایی ضروری می‌باشند.

۸. *مهندسی داروهای بهتر*: مهندسان در حال توسعه سیستم‌های جدید برای استفاده از اطلاعات ژنتیکی، احساس تغییرات کوچک در بدن، ارزیابی داروهای جدید و رساندن واکسن در اختیار عموم هستند.

۹. *مهندسی معکوس مغز*: تقاطع‌های مهندسی و علوم اعصاب با یکدیگر نوید پیشرفت‌های بزرگ در حوزه مراقبت‌های سلامت، تولید و ارتباطات را می‌دهند.

۱۰. *جلوگیری از ترور هسته ای*: نیاز به فناوری‌ها برای جلوگیری و پاسخ به حملات هسته‌ای رو به رشد است.

۱۱. *فضای مجازی امن*: این بیش از جلوگیری از سرقت هویت است. سیستم‌های حیاتی در بانکداری، امنیت ملی و زیر ساخت‌های فیزیکی ممکن است در خطر باشند.

۱۲. *افزایش واقعیت مجازی*: واقعیت مجازی واقعی، توهم بودن در یک فضای متفاوت را ایجاد می‌کند و می‌تواند برای آموزش، درمان و ارتباطات مورد استفاده قرار گیرد.

۱۳. *پیشبرد یادگیری شخصی*: آموزش می‌تواند به صورت فردی بر مبنای سبک یادگیری، سرعت و علایق به ایجاد یادگیری قابل اطمینان تری بیانجامد.

۱۴. *مهندسی ابزار کشفیات علمی*: در قرن آینده، مهندسین همراه با دانشمندان در تلاشی بزرگ برای درک بسیاری از پرسش‌های بی‌پاسخ طبیعت خواهند بود.

ما هیچ صنعتی را نمی‌شناسیم که این چالش‌های بزرگ جهانی را لمس نکرده باشد. صنعت نفت و گاز نقش مستقیمی در تمام مناطق ذکر شده بازی می‌کند زیرا انرژی پایه و اساس دستیابی به اهداف بیان شده در چالش‌های بزرگ است. این امر مستلزم استفاده از ابزارها و تکنیک‌های مدیریت پروژه برای به ارمغان آوردن محصولات جدید، خدمات و نتایج موثر در

محدودیت‌های هزینه‌ای و برنامه‌ریزی موجود است. جامعه در دهه‌های آتی با این چالش‌های بزرگ مبارزه خواهد کرد و مدیریت پروژه یکی از راه‌هایی است که از طریق آن می‌توان اطمینان یافت که محصولات، خدمات و نتایج مورد نظر را می‌توان به دست آورد. با نتایج مثبت به دست آمده از این پروژه‌ها ما می‌توانیم کیفیت جهانی زندگی را بهبود بخشیم. برخی از مسائل مهمی که می‌توان به آنها پرداخت به شرح زیراند:

- طرح‌های اجرایی استراتژیک
- ارتباط استراتژیک
- مدیریت دانش
- سیر تکاملی محیط عملیاتی مجازی
- تجزیه و تحلیل ساختاری پروژه‌ها
- تجزیه و تحلیل زمینه‌های کاربردی یکپارچه
- نقشه مفهومی پروژه
- برنامه محطاتانه در استفاده از فناوری
- کنترل علمی
- تحقیق و توسعه مهندسی

نقش کشورهای در حال توسعه

لادسیلا ۲۰۱۱ گزارشی مبنی بر نقش کشورهای به سرعت در حال توسعه در روندهای توسعه انرژی در سراسر جهان ارائه داده است.یکی از روندهایی که کمتر فهمیده شده اما به طور بلقوه در زمینه انرژی این روند مهم است این است که چگونه اولویت‌های توسعه اقتصادی نو ظهور در حال شکل دادن بازارهای انرژی در سراسر جهان هستند. انتظار می‌رود اقتصادهای در حال ظهور بخش عمده‌ای از رشد تقاضا برای انرژی در دهه‌های آینده را تصاحب کنند. تخمین زده می‌شود که کشورهایی خارج از سازمان همکاری اقتصادی و توسعه OECD بیش از ۸۰ درصد رشد تقاضای بازار را بین سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۳۵ به خود اختصاص خواهند داد. اقتصادهای نوظهور به عنوان تمرکزهای جهانی گسترش انرژی به رسمیت شناخته شده، به طور فزاینده‌ای توسعه و عملکرد

بازارهای جدید انرژی را تحت تاثیر قرار خواهند داد. چارچوب مرتبط تجاری، توسعه فناوری و به اشتراک گذاری نظارت تحولات بین المللی، اولویت‌های سوخت جایگزین نشان خواهند داد که سیستم جهانی چگونه عمل خواهد کرد. این بر روی چگونگی رقابت شرکت‌های انرژی تاثیر خواهند گذاشت. بهره وری پروژه یک جز کلیدی از پویایی بازار انرژی خواهد بود. بسیاری از شرکت‌های جهانی انرژی در حال توسعه استراتژی‌های اکتشافی و بازاریابی جدید با توجه به ویژگی‌های محلی عملیاتی خود هستند. این رویکرد پاسخ گو به باز کردن بازارهای جدید انرژی در کشورهای در حال توسعه کمک خواهد کرد. رویکرد و محتوا و مطالب این کتاب یک مبنای سیستم‌های پروژه برای افزایش موفقیت و رقابت در بازار صنعت نفت و گاز در سراسر جهان را فراهم آورده است.

منابع

1. Badiru, A. B. 2009, Twin fates: Partnerships will keep manufacturers' doors open, *Industrial Engineer*, March, 40–44.
2. Badiru, A. B. 2012, *Project Management: Systems, Principles, and Applications*, Taylor & Francis/CRC Press, Boca Raton, FL.
3. Ladislaw, S. O. 2011, *Energy and Development Trends: The Role of Rapidly Emerging*
4. *Countries*, A Report of the Center for Strategic & International Studies, Washington, DC.
5. Lorincz, J. 2008, Oil powers global industry, *Manufacturing Engineering*, February,55–57.
6. Troxler, J. W. and Blank, L. 1989, A comprehensive methodology for manufacturing system evaluation and comparison, *Journal of Manufacturing Systems*, 8(3),176–183.
7. William, T. P. and William, T. 2010, *Meeting the Energy Challenges of the Future: A Guide for Policymakers*, Report of the National Conference of State Legislators (http://www.ncsl.org), Denver, Colorado.

۲

مشخصات پروژه‌های نفت و گاز

"شما باید حدس بزنید تا بتوانید برداشتی داشته باشد" (یک جمله قدیمی غربی برای اکتشاف مواد معدنی در غرب ایالت متحده آمریکا) (دوج ۱۹۴۱)

اساساً هیچ کسب و کاری مانند کسب و کار نفت و گاز وجود ندارد. این صنعت تقریباً بر هر چیز دیگر در بازار مصرفی کلی تاثیر می‌گذارد. نیاز به توسعه عملی، موثر و کارآمد و مقرون به صرفه زیر ساخت‌های انرژی هیچ گاه به میزان حال ضروری نبوده است. تحولات در فن آوری‌های انرژی خورشیدی، بادی، انرژی هسته ای، سوخت‌های زیستی و جدید و نفت و گاز استفاده از شیوه‌های مدیریت پروژه استراتژیک را ضروری کرده است. حوزه‌ی نفوذ نفت و گاز در طول سال‌ها به طرز چشمگیری افزایش یافته است. افت شدید در هزینه‌های توزیع نفت و گاز به طور مستقیم بخش بزرگی از قیمت عمده فروشی را کاهش داده است. بنابراین مدیریت پروژه‌های نفت و گاز برای کاهش هزینه‌های تولید و گسترش مثبت بازار مصرف کنندگان باید مورد توجه عموم مردم باشد. به عنوان نشان دادن میزان نفوذ این صنعت، در سال ۲۰۱۲، خطوط هوایی دلتا ایرلاینز[1] (رویترز ۲۰۱۲) کلیشه‌ای همیشگی را دنبال کردند: "اگر نمی‌توانید آنها را با شکست دهید، به آنها بپیوندید". با توجه به اینکه نتایج مالی و هزینه‌های عملیاتی آن با قیمت سوخت بشدت گره خورده است و این هواپیمایی تصمیم به خرید یک پالایشگاه نفت کرد. با این رویکرد مصون سازی قیمت انتظار می‌رود تا دیگر شرکت‌های بزرگ که مبتنی بر نفت نیستند نیز در سال‌های آینده این روش را دنبال کنند. ریسک نیز همچنین بخش ذاتی از صنعت نفت و گاز است. مدیریت ریسک باید به عنوان یکی از اجزاء اصلی شرکت‌های پورتفلیو مدیریت پروژه‌های در صنعت نفت و گاز باشد. ریسک

[1] Delta Airlines

را می‌توان کاهش داد، اما نمی‌توان آن را حذف کرد. در واقع ریسک جوهره هر شرکت است. علی رغم وجود قوانین دولتی طراحی شده برای کاهش خطرات ناشی از حوادث در صنعت انرژی، حوادث معمولا اتفاق خواهند افتاد. قانون گذاران دولت می‌توانند با تولید کنندگان نفت و گاز به منظور نظارت بر داده‌ها و عملیات همکاری کنند. این تنها پیش گفتاری از خطرات بالقوه حوادث است. به همین دلیل، تنظیم کنندگان باید با اپراتورها همکاری کنند تا اطمینان حاصل کنند از اینکه تمام مراحل عملیاتی با احتیاط کافی انجام می‌گیرند. دولت و صنعت برای کاهش ریسک باید با یکدیگر رابطه‌ای مبنتی بر همکاری داشته باشند و نه رابطه‌ای خصمانه و با نگاهی از بالا به پایین. هیچ فعالیتی در صنعت نفت و گاز بدون ریسک نیست. به عنوان مثال، بسیاری از حوادث اخیر صنعت نفت در برگیرنده عناصری از جمله خطاهای انسانی، بی‌کفایتی، غفلت و غیره است. چگونه شما از سهل انگاری جلو گیری می‌کنید؟ شما می‌توانید عملیات بدون سهل انگاری و یا بهترین عملکرد را تشویق کنید، اما انسان هنگامی که چیزهای بد اتفاق می‌افتد هنوز هم انسان و دارای خطا خواهد بود. اپراتورها و تنظیم کننده‌ها باید نقشه راهی از تجارب خود برای کاستن خطرات و ریسک‌های ناشی از عملیات طراحی کنند.

تعداد بسیار کمی از صنایع روابط و تجربه‌های درهم مرتبط با صنایع نفت و گاز را درک می‌کنند. یک روز، اکسون مبیل به عنوان رهبر ۵۰۰ شرکت در سال ۲۰۱۲ به واسطه درآمدشان در سه ماه اول مورد ستایش قرار گرفت (مانی، ۲۰۱۲). سه روز بعد، شرکت نفت مکزیکی، پترولیوس، برای پروژه حفاری در اعماق خلیج مکزیک با مخالفت گسترده‌ای مواجه شد (بیزینس ویک ۲۰۱۲). در عین حال یک روز دیگر، بریتیش پترولیوم (BP)، در روزهای آغازین بعد از نشت که در حادثه‌ای در ماه آوریل در خلیج مکزیک رخ داده بود، نفت بخاطر عملکرد ضعیفش و نحوه مدیریت آن قضیه مورد انتقاد قرار گرفت. (BBC، ۲۰۱۲). ترکیب همه‌ی احساسات، عواطف و واکنش‌ها تاثیری مستقیم بر مدیریت پروژه‌های نفتی و گازی دارد.

پروژه‌ها در صنایع نفت و گاز به وسیله سرمایه گذاری‌های عظیم، روابط گسترده و تلاش مهندسی پیچیده مشخص می‌شوند.اندازه و پیچیدگی‌های این پروژه‌ها نیازمند توجه ویژه در فرآیند مدیریت پروژه است. ریسک و خطرات بخش بزرگی از پروژه‌های نفتی و گازی هستند. نقل قول‌ها آغازین در این فصل و عبارت لاتین "بدبینانه‌ترین (چیز) امید به بهبود است".

"امید به بهتر شدن ولی آمادگی برای بدترین‌ها". یک پلت فرم مناسب برای نزدیک شدن به پروژه‌های نفت و گاز را ارائه داده است. از آنجایی که شما هرگز نمی‌دانید چه چیزی ممکن است در پروژه‌های نفت و گاز رخ دهد (یا رخ ندهد)، پس بنابراین بیشتر توجه شما باید به برنامه ریزی، سازماندهی، کنترل و احتمالات پروژه باشد. بسیاری از جنبه‌های کسب و کار در حوزه نفت و گاز می‌توانند از شیوه‌های بهتر مدیریت پروژه بهره مند شود. گستردگی پروژه‌های مورد علاقه در صنعت نفت و گاز شامل انتخاب نمونه زیر است:

عملیات عمومی

- اقتصاد و بازار
- تأمین مالی
- بازاریابی محصولات
- روابط دولت
- مقررات
- بازرسی
- نظارت منظم
- ارزیابی کیفیت
- ارزیابی انطباق
- اتحاد شرکت
- منابع انسانی
- زیرساخت‌های نرم افزای و سخت افزاری

اکتشاف و توسعه

- پیش بینی
- تحقیقات زمین شناسی
- اکتشافات
- ذخایر
- حفاری منطقه

حفاری و تولید

- عملیات حفاری
- عملیات تولید
- اقدامات و تجهیزات شروع میدان
- منابع غیر متعارف

پردازش

- پالایش
- عملیات
- ساخت و ساز
- قابلیت و توانایی
- پتروشیمی
- فرآوری گاز
- احداث نیروگاه‌های جدید
- ظرفیت‌ها
- بازار گاز مایع (LPG)

انتقال

- تانکرها
- گاز طبیعی مایع (LNG)
- خط لوله

برای تنظیم یک پس زمینه برای سناریوهای بالقوه مدیریت پروژه در صنعت نفت و گاز، مجموعه مختصری از آن صنعت در بخش‌های زیر ارائه شده است.

دخالت دولت

یکی از عوامل محدود کننده صنایع نفت و گاز به طور معمول دخالت دولت‌های کشورهای در حال توسعه می‌باشد. بر طبق موافقت نامه‌های سرمایه‌گذاری مشترک ملی، دولت در یک کشور

در حال توسعه ممکن است خود به تنهایی ۴۰٪ از یک شرکت نفتی را در اختیار و یا در آن نقش داشته باشد. در برخی موارد، یک دولت ممکن است به دنبال اکثریت مالکیت باشد. در سال ۲۰۱۲ در یک حرکت جسورانه ملی، دولت آرژانتین به دنبال بدست آوردن کنترل صنایع نفت و گار از طریق خرید اکثریت سهام (به عنوان مثال ٪۵۰<) شرکت‌های نفتی داخلی و خارجی که در این کشور در حال فعالیت بودند، کرد. (فاکس نیوز [۱] ۲۰۱۲)

سرنوشت پالایشگاه‌ها

واقعیت کلیدی در رابطه با کسب و کار در صنعت نفت این است که صنعت نفت ظرفیت پالایش دارد، که بیشتر دلایل قیمت‌های بسیار بالا به خاطر آن است و به دلیل کمبود عرضه نفت خام نیست. سیاست‌های زیست محیطی با الزامات شدید قانونی هر گونه ساخت و ساز جدید پالایشگاه‌ها را متوقف کرده است. شرکت‌های نفتی هیچ انگیزه‌ای برای احداث و ساخت پالایشگاه جدید را ندارند زیرا این یک مشکل ملی (امنیت، اقتصاد و غیره) را حل می‌کند اما به لحاظ دیدگاه اقتصادی برای آنها مناسب نمی‌باشد. آنها در حال کسب درآمد با زیر ساخت‌های فعلی هستند و هیچ گونه دلیلی برای گسترش آن نمی‌بینند. تحقیقات بیشتری باید در راستای کاهش ریسک‌های کلی سیستم نفت و گاز جهان، با توجه به روابط میان عوامل مختلفی که دخیل هستند، انجام پذیرد.

پروژه ماسه‌های نفتی

در اوایل سال ۲۰۱۲ در هیوستون [۲] گزارش شده است که عملیات ماسه‌های نفتی کوخ [۳] UCL به صورت مشروط تصویبی را دریافت کرده است تا پروژه‌ی ماسه‌های نفتی حرارتی "جیمینی [۴]" را در نزدیکی "بیوردام [۵]" در منطقه "کلد لیک [۶]" از "آلبرتا [۷]" ساخت و راه‌اندازی

[1] Fox news
[2] Houston
[3] Koch Oil Sands Operating
[4] Gemini
[5] Beaverdam
[6] Cold Lake
[7] Alberta

کند (OGJ ۲۰۱۲). هیأت حفاظت از منابع انرژی این ایالت، یک طرح دو مرحله‌ای بازیافت بر اساس تخلیه به روش ریزش ثقلی به کمک بخار را برای تولید قیر به‌اندازه ۱۰۰۰۰ B/D (بشکه/روز) تصویب کردند. مرحله اول شامل حفاری یک جفت چاه ریزش ثقلی به کمک بخار (SAGD) و دو حلقه چاه مشاهده‌ای و ساخت تجهیزات فرآوری و خط لوله مربوط با آن بود و در نهایت منجر به تولید ۱۲۰۰ b/d شد. مرحله دوم شامل حفاری ۲۳ جفت چاه اضافی از پنج چاه و ساخت خط لوله و تاسیسات فرآوری مربوط به مرحله دوم و همچنین حفاری حداقل ۱۵ حلقه چاه مشاهده‌ای می‌شود. شرایط الزامات خاصی را تعیین کرد که نظارت بر آب‌های زیرزمینی را بیشتر و برنامه‌ای برای کاهش اثرات بالقوه بر روی آب‌های سطحی که در نزدیکی دو چاه حفاری بود را ایجاد می‌کرد.

سرمایه گذاری ٤ میلیارد دلاری BP در خلیج مکزیک در سال ۲۰۱۲

در سال ۲۰۱۲ در کنفرانس فن آوری‌های دریایی در هیوستون تگزاس اعلام شد که BP به تنهایی ۴ میلیارد دلار می‌خواهد در خلیج مکزیک سرمایه گذاری کند (۲۰۱۲، OTC). این یک تعهد کاری عظیم است که نیازمند عملیات گسترده مدیریت پروژه می‌باشد. BP PLC دارای پنج دکل حفاری دریایی فعال در خلیج مکزیک است که به همان تعداد می‌باشد که در قبل از آپریل ۲۰۱۰ در آب‌های عمیق ماکوندو چاه‌های نفتش فوران کردند. تا پایان سال BP انتظار دارد که سه سکوی دیگر با تمرکز بر اکتشاف، مشاهده و توسعه اضافه کند. BP در سال جاری در حال سرمایه گذاری ۴ میلیارد دلاری در این خلیج است و امیدوار است که حداقل بتواند تا دهه‌ی آینده هر ساله حداقل همین مقدار سرمایه گذاری کند و باعث ایجاد فرصت برای ادامه‌ی برنامه‌های بسیار بزرگ ابزارها و تکنیک‌های مدیریت پروژه شود.

حادثه ماکوندو باعث آتش سوزی و انفجار در دکل حفاری نیمه شناور آبهای عمیق در ترنس اوشن[1] و یک نشت گسترده نفت لوئیزیادا[2] در خلیج مکزیک شد. پس از حادثه ماکوندو[3]، BP عزم خود را برای اکتشاف و توسعه در خلیج و در عین حال تقویت مقوله مدیریت ریسک

[1] Transocean
[2] Louisiana
[3] Macondo

جزم کرده است. BP در حال حاضر دارای دو سکوی حفاری در حال بهره برداری در "تندر هورس[1]" دو عدد در "آتلانتیس[2]" و یکی در "کاسکیدا[3]" است. یکی از سه سکوی حفاری BP که انتظار می‌رود تا پایان سال جاری به خلیج اضافه شود تجهیزات برگشت به خلیج از غرب آفریقا را به ارمغان می‌آورد. بازی بزرگ جدید پالئوژن[4] (دوران اول زمین شناسی) و یا دوره سوم (دوره پس از دایناسورها) است. در خلیج مکزیک این شامل اکتشافات BP در "کاسکیدا" در سال ۲۰۰۶ و "تیبر[5]" در سال ۲۰۰۹ می‌شود. هر یک از این میادین امروزه دارای هیدروکربن قابل دسترسی هستند اما هر یک از این منابع از حد توانایی ۲۷۵F و ۱۵۰۰۰psi صنعت ما به دور هستند. BP در حال حاضر در حال کار کردن بر افزایش قابلیت‌های اکتشافات و تولیدات دریایی خود است. این تلاش‌ها شامل سیستم‌های سنجش و نظارت بر زمان واقعی مدیریت یکپارچگی زیر دریا است. BP نیز با همکاری دیگران در حال توسعه دستگاه‌ها و تجهیزات زیر دریا است، که بتواند با وزن ۲۰ تن قادر به بستن جریان هیدروکربنی در ثانیه باشد. حقیقی کردن این رویا نیازمند همکاری بی‌سابقه در سراسر و خارج از صنعت، شامل نه تنها اپراتورها، فروشندگان و پیمانکاران بلکه دانشگاهیان و تنظیم کنندگان خواهد بود. نیاز به تعریف آیین نامه‌ها و استانداردها برای طراحی، اجرا و قابلیت اطمینان بودن فن آوری‌های جدید خواهد بود. BP همچنین در حال تلاش و کار بر روی ارائه استاندارد بالاتری در فعالیت‌ها و کارهای خود است و خواهد توانست اعتماد و اطمینان مردم و قانون گذاران را به دست آورد. BP قصد دارد تا استانداردهای بالاتر پروژه را بر عملیاتش اعمال کند، آنچه را یاد می‌گیرد با دیگران به اشتراک بگذارد، و با همکاری خود مردم با مهارت‌های گوناگون در صنایع نفت و گاز را جذب کند. این شرکت قصد دارد تا به عمیق‌ترین مناطق خلیج مکزیک و دیگر حوزه‌های بزرگ جهان دست یابد. این‌ها پروژه‌هایی است که ما برای تکنیک‌های جدید مدیریت و کنترل از آنها استفاده می‌کنیم.

[1] Thunder Horse
[2] Atlantis
[3] Kaskida
[4] Palaeogene
[5] Tiber

انتقاد از ایجاد ترک

نقض‌هایی در پذیرش تکنولوژی استخراج صنایع نفت و گاز وجود دارد. ایجاد ترک اصطلاح صنعتی برای شکستن هیدرولیکی است. به فرآیند تزریق آب، ماسه و مواد شیمیایی به اعماق زمین در فشار بالا برای شکستن شیل نفتی به طوری که نفت و گاز قابل برداشت باشند و به بیرون حرکت کنند شکستن هیدرولیکی می‌گویند. توانایی استخراج ارزان گاز از سنگ شیل دیدگاه جهانی را دگرگون کرده است، اما این روش ارزان استخراج به طور کلی توسط همه پذیرفته شده نیست. شکست هیدرولیکی، که توسط‌هالی برتون در سال ۱۹۴۷ (هالی برتون[1]، ۲۰۱۱) ابداع شد، عبارت است از گسترش شکستگی در یک لایه سنگ در نتیجه‌ی تزریق فشار قوی مواد شیمیایی با آب). در عملیات شکست هیدرولیکی، "مایعات شکننده" یا "مایعات پمپاژ" که عمدتاً شامل تزریق تحت فشار بالای آب و ماسه به داخل سازند تولیدی است به منابع اجازه می‌دهد که بتوانند آزادانه از میان منافذ سنگ‌ها که در میان آنها به دام افتاده‌اند حرکت بپکنند. به طور معمول، لوله‌های فولادی که به عنوان لوله جداری سطحی شناخته می‌شود، در قسمت بالایی یک چاه آشکارا به هدف حفاظت از آبهای زیرمینی نصب می‌شود. عمق لوله جداری سطحی معمولاً بر اساس حفاظت از آب‌های زیر زمینی، در میان عوامل دیگر تعیین می‌شود. از آنجا که چاه‌های عمیق تری حفاری شده‌اند، لوله‌های جداری‌هایی اضافه برای ایزوله کردن سازندی که از آن نفت و گاز تولید می‌شوند نصب می‌شود که آب‌های زیر زمینی را سازند نفت و گاز در درون چاه حفاظت کند. لوله جداری و سیمان کاری بخش‌های حیاتی از ساخت چاه‌ها هستند چرا که نه تنها از مناطق دارای آب محافظت می‌کند بلکه به لحاظ موفقیت تولید نفت و گاز طبیعی ازمناطق حاوی هیدروکربن بسیار حائر اهمیت می‌باشند. شیوه‌های طراحی صنعتی چاه از منابع آب آشامیدنی در برابر سایر مناطق زمین شناسی حاوی چاه‌های نفت و گاز طبیعی با سنگ‌های غیرقابل نفوذ چند لایه حفاظت می‌کند. در حالی که ۹۹,۵ درصد از مایعات استفاده شده شامل آب و ماسه هستند، برخی از مواد شیمیایی برای بهبود جریان به آن اضافه می‌شود. ترکیبات شیمیایی ترکیبی از هر چاه تا چاه دیگر متفاوت است.

[1] Halliburton

همان طور که در سنگ‌ها رگه و یا ترک شکست هیدرولیکی به صورت طبیعی پدید می‌آید، با شکست‌های صنعتی و با ایجاد شکست هدف سرعت بخشیدن به انتقال گاز و نفت از سنگ منشأ به سنگ مخزن می‌باشد. فرآیند مورد استفاده برای آزاد سازی نفت و گاز طبیعی از جمله گاز شیلی، گاز با فشار و گاز زغال سنگ و یا سایر موارد، استخراج از طریق یک تکنیک به نام "شکست هیدرولیکی" و که اغلب به "ایجاد شکاف" شناخته می‌شود، می‌باشد. این نوع از ایجاد شکاف در محاوره به "کار شکست" شناخته می‌شود، شکاف‌هایی از دهانه چاه حفر شده به سازندهای سنگ‌های مخزن ایجاد می‌کند.

باید تفاوتی بین شکست هیدرولیکی کم حجم استفاده شده برای تحریک مخازن با نفوذ پذیری بالا، که به طور معمول ممکن است ۲۰۰۰۰-۸۰۰۰۰ U.S گالن (۷۶۰۰۰-۳۰۰۰۰۰ L؛ ۱۷۰۰۰-۶۷۰۰۰ mL) از مایع برای هر چاه استفاده کنند، با شکست هیدرولیکی حجم بالا، که برای تکمیل گاز شیلی و گاز پر فشار استفاده می‌شود، که در آن برای هر چاه به‌اندازه ۳-۲ میلیون گالن U.S (۷,۶-۱۱ مگالیتر) استفاده می‌شود. روش دوم تحت مو شکافی دقیق بین المللی است و در برخی از کشورها به حالت تعلیق و یا حتی منع استفاده در آمده است. کار ایجاد شکاف برای اولین بار در سال ۱۹۴۷ انجام شد، هر چند که روش ایجاد شکاف فعلی برای اولین بار در اواخر ۱۹۹۰ در "بارنیت شمیل" در تگزاس استفاده شد. انرژی حاصل از تزریق تحت فشار بالای مایع شکست موجب تشکیل کانال‌های جدید در سنگ می‌شود، که می‌تواند نرخ استخراج را افزایش دهد و در نهایت اجازه به بازیافت سوخت‌های فسیلی دهد.

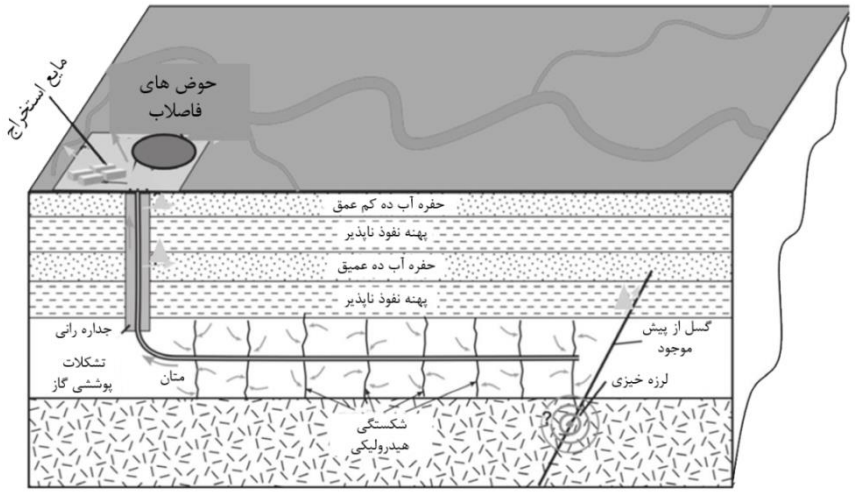
بر طبق گزارش آژانس‌های بین المللی انرژی، استفاده از گاز طبیعی در مقایسه با سطوح مصرف سال ۲۰۱۰ در سال ۲۰۳۵ بیش از ۵۰٪ افزایش خواهد داشت و بیش از ۲۵٪ تقاضای انرژی جهانی خواهد بود. طرفداران ایجاد شکاف به مقادیر زیاد هیدروکربن که قبلاً غیر قابل دسترس بودند و با این فرآیند می‌توان آنها را استخراج کرد اشاره دارند. با این حال عدم قطعیت‌های زیادی در میزان ذخایر گازی که با این روش قابل دستیابی است، باقی می‌ماند. مخالفان نیز به اثرات بالقوه زیست محیطی آن از جمله آلودگی آب‌های زیر زمینی، خطرات کیفیت هوا، انتقال گازها و مواد شیمیایی شکست هیدرولیکی به سطح، آلودگی سطحی از نشت و جریان برگشتی و اثرات بهداشتی آن اشاره دارند.

قاعده، قانون، قوانین واستانداردها

تعداد کمی از صنایع هستند که به‌اندازه صنایع نفت و گاز تحت قواعد و مقررات و قوانین و استانداردهای می‌باشند. استانداردها یک مبنای مشترک برای تجارت جهانی را فراهم می‌کنند. بدون استانداردها، سازگاری محصول، رضایت مشتری و بهره وری تولید نمی‌تواند حاصل شود. درست همانطور که کیفیت یک شبه حاصل نمی‌شود، انطباق با استانداردها هم بلافاصله انجام‌پذیر نیست. این فرآیند باید توسعه یافته و با روش‌های عملیاتی منظم در یک دوره زمانی تلفیق شود. استاندارد مولفه‌های مهمی را تعریف می‌کند که برای تولید یک محصول با کیفیت بالا باید در نظر گرفته شوند تا محصول همانگونه که مشتری انتظارش را دارد باشد. سپس هر سازمان باید توسعه بهترین استراتژی را برای رسیدگی به این اجزاء یا بخش‌ها اتخاذ کند. هر دوی استانداردهای نظارتی و مورد توافق، باید به هنگام اجرای پروژه‌های نفت و گاز به کار گرفته شوند. *استانداردهای نظارتی* به استانداردهایی می‌گویند که توسط بدنه حاکم مانند یک سازمان دولتی اعمال می‌شود. تمام شرکت‌های در حوزه صلاحیت آژانس ملزم به پیروی از استاندرادهای نظارتی حاکم هستند. *استانداردهای مورد توافق* به یک توافق نامه عمومی و متقابل در میان گروهی از شرکت‌ها گفته می‌شود که خود را ملزم به رعایت مجموعه‌ای از استانداردهایی که خود تعریف کرده‌اند می‌کند. متحدان صنعتی، از جمله اوپک، استانداردهای مورد توافق و قوانین خود را بر خودشان اعمال می‌کند. همچنین ممکن است *استانداردهای قراردادی* که توسط مشتری تحمیل می‌شود براساس نیازهای مورد به مورد و یا سفارش به سفارش وجود داشته یاشد. بیشتر استانداردهای بین المللی، در دسته مورد توافق قرار می‌گیرد. کمبود توافقات بین المللی اغلب منجر به موانع تجاری بوسیله ملت‌ها، صنایع و گروه‌هایی با منافع خاص می‌شود.

برای پاسخ به ابراز گسترده نگرانی‌های مربوط به ایجاد شکاف، دولت آمریکا، سازمان حفاظت از محیط زیست (EPA)، در آپریل ۲۰۱۲ قوانین جدیدی برای اداره ایجاد شکاف صادر کرد (۲۰۱۲ و EPA).

استانداردها برای کنترل آلودگی هوای چاه‌های گاز هستند که با استفاده از روش ایجاد شکاف حفر شده‌اند. دولت حفاری گاز طبیعی را به عنوان منبع پاک انرژی قویاً حمایت می‌کند و می‌خواهد از هماهنگی برای کاهش مشکلات تولید در صنعت نفت و گاز اطمینان حاصل کند. EPA معتقد است که مقررات جدید اطمینان می‌دهد که آلودگی کنترل می‌شود بدون اینکه تولید گاز طبیعی کند شود. بیشتر آلودگی هوا از چاه‌های گاز شکاف خورده هنگام گذر از حفاری به تولید واقعی بیرون می‌آید. این یک فرآیند ۳ تا ۱۰ روز است که به عنوان "تکمیل چاه" شناخته می‌شود. نسخه قدیمی‌تر از قانون محدودیت آلودگی هوا از چاه‌های گاز مستلزم این بود که شرکت‌ها بلافاصله تجهیزات کاهش آلودگی را نصب نمایند. بر اساس قوانین جدید، در حال حاضر به حفارها بیش از ۲ سال برای اجرای فن‌آوری برای کاهش انتشار آلاینده‌های مه و دودی و تشکیل شده از دود در آن مرحله مهلت داده خواهد شد. EPA در این میان حفارهای را ملزم به سوزاندن گاز می‌کند. این یک جایگزین است که می‌تواند اکسیدهای نیتروژن دودی شکل را آزاد کند اما انتشار کلی آلاینده‌ها را کاهش دهد. این مثال خوبی است که در آن دیدگاه سیستم ابزاری است چرا که به عنوان سوراخی است که انتهایش به دیگری متصل شده است و برخی دیگر از مشکلات ممکن است در انتهای دیگری توسعه یابد. صنعت نفت و گاز باید این قوانین جدید و همچنین دیگر ملاحظات تولیدی و اقتصادی را در استراتژی‌های کلی مدیریت پروژه خود در نظر بگیرد.



شکل ۲,۱ طرحی از ساختار گسل مرسوم-حوض‌های پساب

در ایالت متحده آمریکا در حدود ۲۵۰۰۰ چاه سالانه تحت فرآیند ایجاد شکاف قرار می‌گیرد. شکل ۱-۲ طراحی شماتیکی از ساختار ایجاد شکاف را نشان می‌دهد.

خط لوله نفت کیستون

سیستم خط لوله کیستون یک سیستم خط لوله به طول ۱۷۰۰ مایل و به ارزش ۷ میلیارد دلار است که برای انتقال سینتیک نفت خام و قیر رقیق ("دیل بیت[1]") از ماسه‌های نفتی آتاباسکا[2] در شمال شرقی آلبرتا در کانادا به سمت مقاصد مختلفی در ایالات متحده از جمله پالایشگاهی در ایلینوی[3]، شاهراه توزیع نفت کوشینگ[4] در اوکلاهما[5] و اتصال به پالایشگاه‌ها و پایانه‌های صادراتی نفت در امتداد سواحل خلیج مکزیک کشیده شده است. (گاردین[6] و ۲۰۱۲) این خط لوله از خط لوله عملیاتی کیستون[7] (فاز ۱) و گسترش کیستون کوشینگ (فاز ۲) و دو بخش توسعه خط لوله کیستون XL تشکیل داده است. بعد از اینکه بخش‌های خط لوله کیستون XL به اتمام رسید، نفت خام آمریکا باید در باکر[8]، مونتانا[9] و کوشینگ اوکلاهما وارد خط لوله XL شود. کیستون XL با پرونده‌های حقوقی از پالایشگاه‌های نفت و انتقاد از سوی طرفداران محیط زیست و برخی از اعضای کنگره ایالات متحده مواجه شده است. وزارت امور خارجه در سال ۲۰۱۰، مهلت تصمیم‌گیری برای سازمان‌های فدرال را در صورتی که خط لوله در جهت منافع ملی است تمدید کرد و در نوامبر ۲۰۱۱ رییس جمهور اوباما این تصمیم را تا ۲۰۱۳ به تعویق‌انداخت. در اوایل سال ۲۰۱۲ دولت آمریکا با استناد به عدم قطعیت‌هایی در طول مسیر "نبراسکا[10]" که در آن خط لوله از بالای یک آبخوان عبور می‌کرد که آب ۸ ایالت را تامین

[1] dilbit
[2] Athabasca
[3] Illinois
[4] Cushing
[5] Oklahoma
[6] Guardian
[7] Keystone
[8] Baker
[9] Montana
[10] Nebraska

می‌کرد، خطوط لوله را مسدود کـرد. در آپریـل ۲۰۱۲، کلگـری-بـیس تـرنس کانـادا[1]، شـرکت برنامه‌ریزی خط لوله نفتی کیستون XL، یک مسیر جدید در نبراسکا را پیشنهاد داد که از نقاط حساس زیست محیطی مناطق "سندهیل[2]" دور باشد.. عـلاوه بـر EPA ایـالات متحـده، وزارت امور خارجه نیز کششیر می‌شد چرا که خط لوله از یک مرز ایالات متحده عبور می‌کرد. در پـیچ و خم و دخالت‌های گوناگون در پرژه‌های نفت و گاز نیاز فوق العاده‌ای به سیستم‌های مبتنی بـر تکنیک‌های مدیریت پروژه‌های احساس می‌شود.

پروژه‌های جدید، فرصت‌های جدید مدیریت پروژه

در آپریل ۲۰۱۲، اعلام شد (آکر سلوشن[3]، ۲۰۱۲) که شرکت استات اویل[4] قراردادی برای اجاره یک دکل حفاری از دسته B با آکرسلوشن بسته است، که نوع جدیدی از دکل می‌باشد که برای افزایش بازیافت میدان‌های عملیاتی شرکت فلات قاره نروژی طراحی شده است (NCS). استات اویل این نوع جدید از دکل و سیستم کنترل چاه را در همکاری با صنعت تامین کننـده توسـعه داده است. دکل دسته B، که بین دسته سبک A و دکل‌های مرسوم دسته C قرار دارد، به طـور مخصوصی تطبیق داده شده است تا بتواند تداخل چاه‌ها و عملیات حفاری را در چاه‌های موجود در زیر دریا انجام دهد. استات اویـل گـزارش داد، انتظـار مـی‌رود ایـن دکـل جدیـد و خـدمات یکپارچه‌ای مرتباط با آن هزینه‌های عملیاتی مداخله در چاه را به‌اندازه ۴۰٪ کاهش پیـدا دهـد. طراحی دکل، گزینه‌ای برای تعدادی از انواع متفاوت چاه با استفاده از خطوط سیمی و عملیـات حفاری سیار فراهم می‌کند. این نوع از دکل، برای خدمات سالانه چاه برای فعالیت‌های عملیاتی استات اویل طراحی شده است. همچنین این نوع دکل برای انجام حفاری جهت دار از لوله‌هـای تولیدی از طریق حفاری با لوله بگونه‌ای طراحی شده است که بـه طـور همزمـان هـم بـه لولـه جهت‌دار جدید و هم لوله موجود اجازه تولید شدن بطور هم زمان را می‌دهد.

[1] Calgary-based TransCanada
[2] Sandhills
[3] Akers Solutions
[4] Statoil

خدمات چاه از طریق شبکه‌های موجود در زیر دریا انجام می‌شود. کلیدی برای حفظ سطح تولید کنونی در NCS افزایش بازیافت از چاه‌های موجود همراه با توسعه چاه‌های جدید می‌باشد. افزایش فعالیت‌های حفاری در میادین بالغ برای دستیابی به پتانسیل کامل NCS مهم است. در سال ۲۰۱۱ استات اویل در حدود ۵۰۰ حلقه چاه در زیر دریا را اداره می‌کرد. استات اویل و دارندگان پروانه به یک قرارداد ۸ ساله به همراه گزینه‌هایی برای ارائه خدمات دسته B به صورت ۳ بار در دو سال وارد عمل خواهند شد. ارزش تقریبی قرارداد ۱,۹۴ میلیارد دلار است. علاوه بر اجاره دکل، قرارداد همچنین شامل اجاره تجهیزات و خدمات لازم برای انجام مداخله در چاه، حفاری جهت دار، تجهیزات کنترل از راه دور عملیاتی، تست و آنالیز چاه، سیمانکاری چاه نیز می‌شود. اگر مدیریت پروژه خوب پیش برود، دکل در سال ۲۰۱۵ آماده انجام عملیات خواهد بود. [صفحه ۳۶]

مدیریت پروژه صادرات گاز

در فوریه ۲۰۱۲، شرکت نفت خلیج کویت یک قرارداد با گروه پنسپن[1] (پنسپن ۲۰۱۲) برای مدیریت پروژه و طراحی و ساخت و ساز دقیق یک سیستم صادرات گاز طبیعی و میعانات گازی (GCES) از "الخفجی[2]" در عربسات سعودی که در مرز عربستان و کویت است به سوی کویت امضا کرد. "پنسپن" خواهد توانست مهندسی، تدارکات و ساخت و ساز (EPC) پیمانکار "تکنیپ[3]" را مدیریت کند. سیستم جدید صادرات، ۴۰ میلیون فوت مکعب گاز را از طریق ۱۱۰ کیلومتر خط لوله صادرات ۱۲ اینچی که در حدود ۴۷ کیلومتر دور از ساحل خواهد بود، انتقال خواهد داد. "پنسپن" بر کارهای جزئیات طراحی "تکنیپ"، فعالیت‌های تدارکاتی و ساخت و ساز انجام شده توسط تکنیپ و پیمانکاران فرعی، نظارت خواهد کرد. "پنسپن" همچنین به راه‌اندازی طرح نهایی کمک خواهد کرد. GCES میعانات و محصولات گازی را از عربستان سعودی به کویت تحویل خواهد داد و سوزاندن گاز در این فرآیند را کاهش خواهد

[1] Penspen
[2] Khafji
[3] Technip

داد. مرکز عملیاتی تکنیپ در ابوظبی پروژه‌ای را که برنامه‌ریزی شده تا در نیمه دوم سال ۲۰۱۴ به اتمام برسد، انجام خواهد داد. DLB کومانچی که با کسب صنایع جهانی وارد ناوگان تکنیپ شده است، عملیات دریایی را به اتمام خواهد رساند.

مثال موردی استفاده‌ی شل[1] از PMBOK

در می۲۰۰۱، شرکت بین المللی اکتشاف و تولید شل استفاده موفقت آمیز از مدیریت پروژه ساخت یافته در پروژه "بروتسن[2]" که مربوط به یک پلت فرم پایه کششی آب‌های عمیق بود را گزارش داد. (شل ۲۰۱۲). این شرکت از تاکتیک‌های جدید مدیریت پروژه مبتنی بر محتویات PMBOK، انستیتیو مدیریت پروژه (PMI)، استفاده کرد که یک راهنمای استاندارد سازی ایجاد شده توسط PMI است. استاندارد سازی نیاز هست همانگونه که سایر عوامل مختلف صنعت انرژی دریایی به یک زبان مشترک و روش‌های عملیاتی مشترک نیاز دارند تا بتوانند در پروژه‌های آب‌های عمیق پیچیده با یکدیگر بهتر تعامل کنند. روش‌های توسعه یافته برای پروژه بروتسن در تطابق با PMBOK، گروه بندی و تراز شده بود. یک ساختار شکست استاندارد سازی شده و یک سیستم نرم افزاری مالی جدید تنها دو نمونه از تاکتیک‌های مدیریت پروژه استفاده شده در این پروژه می‌باشند. این رویکرد بینش‌های جدیدی برای دستیابی به اهداف و تقویت اصول اساسی مدیریت پروژه به اعضای تیم داد. انتظارات مشتری برطرف شده بود و راندمان بهبود یافته بود. تیم‌های پروژه‌ی آینده می‌تواند با سازماندهی فرآیندهای مدیریت پروژه اش به مزایای مشابهی دست یابد. شل اظهار کرد که پروژه‌ها باید بتوانند به لحاظ مالی به خود تکیه کنند و قادر به پرداخت صورت حساب‌های خویش باشند. جریان نقد در تامین مالی پروژه ضروری است. مردم همانگونه که به آنها پاداش می‌دهید رفتار می‌کنند. در نتیجه پیشنهاد می‌شود که سازمان‌ها جریان نقدیشان را به عملکرد مورد نظرشان گره بزنند و اینگونه مردم پاسخ مثبت خواهند داد. پروژه‌های آب‌های عمیق بطور بخصوصی پر هزینه و با ریسک بالا هستند. شرکت شل به این نتیجه رسید که تاکتیک‌های مدیریت پروژه به ارزیابی دقت

[1] Shell
[2] Brutus

پیش‌بینی‌های زمانی و هزینه‌ای پروژه‌های شرکت‌ها کمک خواهند کرد. ریسک پروژه‌ها اغلب دچار سوء مدیریت است. اگر پروژه‌ها بر اساس پیش‌بینی بازگشت سرمایه (ROI) با حداقل تحلیل ریسک تایید شوند، در واقع پروژه به شکست خواهد انجامید. تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات ناقص در طول اجرای پروژه اشتباه خواهد بود.

درود بر مدیریت پروژه

در سال ۲۰۰۳ در یک مطالعه صنایع، صاحبان شرکت‌های صنایع پایین دستی نفت و مواد شیمیایی قابلیت مدیریت پروژه را به عنوان شاخصه اصلی انتخاب پیمانکاران مهندسی در نظر گرفتند. صاحبان صنایع در مورد اعتبار شرکت‌های مورد قرارداد و تامین منابع مهندسی قابل اعتماد نگران بودند. اینها برخی از نتایج یک نظر سنجی ۲ ساله از صنایع EPC پایین دست جهانی توسط مجموعه شرکت‌های مشاوره‌ای "ترنزمار" واقع در هیوستون در سال ۲۰۰۳ بودند. این مطالعه ۷ پیمانکار مهندسی را به عنوان شرکت‌های پیشرو در اجرای پروژه‌ها انتخاب کرده است: شرکت بکتل، شرکت فلور، گروه مهندسی جاکوبز، شرکت JGC، KBR و Snamprogetti SPA و تکنیپ-کافلکسیپ[1].

مدیریت پروژه در بهبود عملیات

در سال ۲۰۰۰، شرکت ترنس اوشن سکو فارکس[2] که کاشف دریاهای عمیق است از تکنیک‌های مدرن مدیریت پروژه برای کوتاه کردن چرخه زمان و بهبود روش جریان کار در فعالیتهای دو منظور عملیات حفاری استفاده کرد. "کاشف دریاهای عمیق" کار خود را در سه ماهه چهارم از سال ۲۰۰۰ در خلیج مکزیک آغاز کرد و یک قرارداد ۵ ساله با شرکت شورن با نرخ روزانه برآورده شده ۲۰۵۰۰۰ دلار منعقد کرد. بعد از این کشتی تنها یک کشتی حفاری در عمر ۳ ساله از چرخه ساخت و ساز یک کشتی حفاری باقی می‌ماند. این کشتی آبهای بسیار

[1] Technip-Coflexip
[2] Transocean Sedco Forex Inc.'s

عمیق، که از یک طراحی دو منظور پیشگام توسط شرکت کاشف بهره برده بود در ۳ ماهه چهارم سال ۲۰۰۰ تحویل داده شد.

مدیریت پروژه فناوری

بر اساس ارائه شرکت بکرهاسکی اویل اوپریشن[1] در کلگری در کانادا (بکر ۱۹۹۵)، مدیریت پروژه فناوری بنا به گزارشات در توسعه چندین چاه کم عمق گاز در سال ۱۹۹۵ بهبود ایجاد کرده است. بنا بر محدودیت‌های اقتصادی و زمانی، پروژه توسعه گازی چاه‌های کم عمق چند گانه در جنوب شرقی آلبرتا به پیش برنامه دقیق و طرح اختصاصی حفاری، سیمانکاری و تکمیل چاه نیاز پیدا کرده بود. این پروژه در طول دوره اوج فعالیت صنعتی، با قرار دادن چالش‌های اضافی به خدمات و تدارکات انجام گرفت. پروژه در طول دوره‌ی اوج فعالیت صنعتی انجام گرفت و باعث ایجاد چالش‌هایی در بخش تدارکات و خدمات شد. پروژه گاز کم عمق مدیسین هت که به وسیله شرکت‌هاسکی اویل در اواسط ۱۹۹۴ انجام گرفت یک برنامه با حجم بالا، چهارچوب زمانی کوتاه و از لحاظ اقتصادی استوار بود. اما با استفاده از تکنیک‌های فن‌آوری مدیریت پروژه، پروژه به موقع و با همان بودجه پیش‌بینی شده انجام شد.

مدیریت پروژه و بهبود رویدادهای کنترلی چاه

گزارشی در ۱۹۹۵ که توسط گارلود اوبرلندر[2] (اوکلاهاما استیت یونیورستی، ستیل واتر، اوکلاهاما[3]) و ویلیام ابل[4] (وایلد ول کنترل، بهار، تگزاس[5]) ارائه شده بود در اینجا بازگو شده است تا نشان دهد که چگونه مدیریت پروژه موجب بهبود رویدادهای کنترلی چاه نفت شود (اوبرلندر و آبل و ۱۹۹۵). در طول عملیات کنترلی یک چاه، استفاده موثر از پرسنل و تجهیزات از طریق تکنیک‌های خوب مدیریت پروژه، منجر به افزایش ایمنی و اطمینان از با کیفیت بودن

[1] Becker Husky Oil Operations Ltd.
[2] Garold D. Oberlender
[3] Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma
[4] L. William Abel
[5] Wild Well Control Inc., Spring,Texas

پروژه می‌شود. کلید موفقیت یک پروژه کنترل فوران یک چاه نفت، استفاده از تمام منابع در کار آمدترین و موثرترین روش می‌باشد. استفاده بیش از حد از منابع منجر به هزینه‌های غیر ضروری و تاخیر در تحت کنترل در آوردن پروژه می‌شود.

تکنیک‌های موثر مدیریت پروژه برای پروژه‌های کنترل چاه پیچیده و از لحاظ برنامه زمانی طولانی، حیاتی و ضروری می‌باشد. در یک وضعیت کنترل چاه، اطلاعات باید شیوه‌ای نظام مند جمع‌آوری و سازمان دهی شوند به طوری که بتوان تصمیمات خوبی را در زمان مناسب گرفت. تیم پروژه باید سازمان یافته باشد و تمام تلاشش باید در جهت تمرکز بر هدف مشترک یعنی اتمام موثر پروژه باشد. مدیریت پروژه فرآیند مدیریت منظم وظایف متعددی است که باید به طور همزمان انجام شوند. مدیریت پروژه به عنوان هنر و علم هماهنگی مردم، تجهیزات، مواد، پول و برنامه زمانی برای اتمام به موقع پروژه‌ی مشخص با هزینه‌های تایید شده، تعریف می‌شود. تکنیک‌های مدیریت پروژه در طول ۴۰ سال گذشته به طور پیوسته بهبود یافته است. در دهه ۱۹۵۰ تکنیک‌های رسمی، مانند روش مسیر بحرانی (CPM) برای مدیریت پروژه‌های پیچیده بزرگ مهندسی و پروژه‌های ساخت و ساز در صنعت پتروشیمی توسعه داده شدند. در دهه ۱۹۶۰، اتوماسیون کامپیوتر بسیاری از تکنیک‌های مدیریت پروژه امکان‌پذیر همراه با و مدل‌های ردیابی پیچیده برای کنترل پیشرفت توسعه داده شد. در دهه ۱۹۸۰، معرفی رایانه‌های شخصی، حتی اجازه بیشتر دسترسی به تکنیک‌های مدیریت پروژه خودکار در فرآیند برنامه، برنامه زمانی، نظارت و کنترل کار در محیط واقعی کار را فراهم کرد.

درس آموخته شده در نمونه‌های خوب مدیریت پروژه را می‌توان در پروژه‌های چاه اکتشافی اعمال کرد. در این موقعیت‌های اضطراری، برنامه برنامه زمانی پروژه معمولاً بیش از سایر ملاحظات در اولویت می‌باشد. بنابراین توانایی برای نظارت دقیق بر پیشرفت در یک محیط با زمان واقعی برای کنترل پروژه بسیار مهم است. اطلاعات باید جمع آوری، سازمان یافته و به افراد مناسب در زمان مناسب داده شود تا در شرایط نامطلوب هم بتوان تصمیم‌های خوبی گرفت. کنترل پروژه چاه سطوح مختلفی از پیچیدگی را دارند و با افزایش پیچیدگی، نیاز به رویکرد مدیریت پروژه بیشتر اهمیت می‌یابد.

چندین پروژه پیچیده و دشوار کنترل چاه در دهه ۱۹۸۰ اتفاق افتاده است و هزینه‌ی کنترل هر کدام از این چاه‌ها بالغ بر ۲۰۰ میلیون دلار بود. بسیاری از افراد با تجربه در هر کسب و کاری، به راحتی توافق خواهند کرد که ۲۰۰ میلیون دلار برای استفاده از تکنیک‌های مدیریت پروژه پیشرفته برای کنترل و هدایت تلاش‌های همه احزاب به منظور اطمینان از نتیجه‌ای موفقیت آمیز قابل توجیه است.

با این حال، بسیاری از این پروژه‌های چندین میلیون دلاری، بدون برنامه‌ریزی قبلی و استفاده کم و یا عدم استفاده از برنامه سیستم رسمی مدیریت پروژه اجرا شدند. فقدان اصول مدیریت پروژه باعث ناکامی، تاخیر و هزینه‌های بالاتر در پروژه می‌شود.

کنترل پروژه چاه در کویت، که شامل بیش از ۷۰۰ فوران چاه‌های نفت بود، در یک زمان بسیار کوتاه (۸ ماه) نسبت به تخمین اولیه (۵ سال) انجام شد. این بهبود تا حدودی ناشی از استفاده از تکنیک‌های جامع مدیریت پروژه است. این پروژه‌ها نمونه نخست از نیاز به رویکرد رسمی مدیریت پروژه برای در دست گرفتن پروژه‌های چاه اکتشافی بودند. نمونه‌های زیادی از پروژه‌هایی وجود دارد که در کنترل چاه‌ها موفق بودند، اما به لحاظ اقتصادی فاجعه به شمار می‌آمدند. تنها از طریق برنامه موثر مدیریت پروژه است که می‌توان کنترل پروژه چاه‌های پیچیده را در قالب زمانی معقول با هزینه‌ای معقول به پایان رساند.

مدیریت تیم

یک تیم پروژه برای کارآمد بودن باید قادر به انجام کاری باشد و زمانی رخ می‌دهد که نگرش "می توان انجام داد" به بهترین شکل و با همکاری با یکدیگر به عنوان تیمی یکپارچه حفظ شود.کار گروهی موثر برای تحت کنترل درآوردن هر چاه غیر قابل مهاری الزامی است.

اولین گام در سازمان‌دهی تیم انتخاب مدیر پروژه است که همه‌ی مسئولیت‌ها در تمام جنبه‌های پروژه به او اختصاص داده شده است. این فرد باید دانش و تجربه کافی در برخورد با کنترل پروژه‌های چاه را داشته باشد. مهم‌تر از همه، به او باید قدرت تصمیم گری و ابتکار عمل به عنوان تنها هماهنگ کننده تمام فعالیت‌ها داده شود.

از آنجا که مدیر پروژه باید توجه کاملش بر روی چاه اکتشافی باشد، او نباید در هر کار دیگری که ممکن است توجه و تمرکزش را از کار دیگری منحرف کند کششیر باشد.

اولین وظیفه مدیر پروژه ارزیابی شرایط چاه برای محاسبه گزینه‌های معتبر برای تحت کنترل درآوردن آن چاه است. این کار به بهترین نحو انجام می‌شود اگر از قبل یک برنامه احتمالی مناسب برای ارائه سریع برنامه‌های از پیش تعیین شده در محل حاضر باشد. همچنین مدیر پروژه باید کانال‌های ارتباطی مناسبی با تمام مقامات مناسب برقرار کند. او باید هم دانش کامل کنترل پروژه چاه و هم مهارت‌های مدیریتی موثر را در خود داشته باشد.

از آنجا که هر چاه فورانی رویدادی منحصر به فرد است، تیم پروژه باید برای مدیریت شرایط خاص در محل چاه تجمیع، سازمان یافته و مدیریت شود. مدیر پروژه باید تیمی از مردمی که تخصص فنی درستی در رسیرگی کردن به کارها دارند گرد هم آورد. او باید رهبر تیمی از افراد با پیشه‌های گوناگون و تخصص‌های ویژه برای رسیدگی به مشکلات به وجود می‌آید، باشد. اگر چه یک سیستم رسمی برای رسیدگی کردن به پروژه مورد نیاز است، اما این افراد هستند که این اتفاقات را به وجود می‌آورند و این افراد باید توانایی تشخیص مشکلات را داشته باشند، و سیستم را تنظیم بکنند و تصمیمات مناسب را در زمانی مناسب بگیرند.

محدوده پروژه

اگرچه هر پروژه کنترل چاه اکتشافی منحصر به فرد می‌باشد، اما یک پروژه بخوبی مدیریت شده به کلی به صورت زیر دنبال می‌شود:

- تیم باید محدوده آنچه باید انجام شود را تعریف کند، از جمله اولویت دادن به وظایف، شناسایی تجهیزات و متخصصان ویژه و تنظیم سطح مورد انتظار کیفیت، الزامات ایمنی و قابل اطمینان بودن عملیات.
- اگرچه بودجه غالباً یک عامل کنترلی در پروژه‌های کنترل چاه نیست، اما در نهایت تخصیص و مسئولیت هزینه مصارف از جمله بودجه بندی هر وظیفه‌ای که در تعریف محدوده می‌گنجد، باید در نظر گرفته شود.
- یک استراتژی باید برای انجام وظایف تعیین شده باشد. پیش‌بینی تمام حوادث و ساخت برنامه‌های محتمل در درون پروژه برای مواجهه با انحرافات غیرمنتظره‌ای که اغلب در پروژه رخ می‌دهد، بسیار مهم است.

- برای اطمینان از توالی یکپارچگی تمامی کارها باید جدول برنامه زمانی برای کارهای برنامه‌ریزی شده ایجاد کرد.
- یک سیستم ردیابی برای اطمینان از پیشرفت‌های پروژه همانگونه که برنامه‌ریزی شده بود توسطاندازه گیری کار واقعی انجام شده در مقابل برنامه زمانی باید توسعه یابد.
- پروژه باید مختومه شودکه شامل تایید همه کارهای مورد نیاز تکمیل شده برای اطمینان از این است که پروژه در شرایط پایدار و سطح کیفی قابل قبولی به پایان رسید.

این گام‌ها مدیریت پروژه به ساده‌ترین شکلش را نشان می‌دهد. در عمل همپوشانی قابل توجهی در توالی کارها وجود دارد چرا که تعداد زیادی گروه در آن وجود دارد و کار یکی ممکن است بر کار دیگری اثر بگذارد. بنابراین هماهنگی گسترده‌ای مورد نیاز است. بیشتر ادبیات مدیریت پروژه موجود با طراحی مهندسی، ساخت و ساز و یا کار تولید سر و کار دارد، نه با کنترل پروژه چاه‌های اکتشافی. بیشتر مسائلی که بطور کلی در آنها بحث می‌شود تمرکز بر تسریع کارها در حالت فشرده برنامه زمانبندی است، شبیه به پروژه‌های ساخت و ساز سریع. بنابراین، اصول اساسی مدیریت پروژه به پروژه‌های اجرای کنترل چاه اکتشافی بر مبنای زمانبندی اعمال می‌شود. مهم‌ترین وظیفه در هر پروژه تعریف محدوده‌ی کار است. اصول اساسی مدیریت پروژه این است که هر پروژه باید صرف نظر ازاندازه و یا نوع آن شامل سه جزء: محدود، بودجه، برنامه زمانی باشد. هر یک از این اجزا باید با جزئیات شرح داده و به یکدیگر ارتباط داده شوند. به عنوان مثال، وقتی محدوده کار افزایش می‌یابد، هزینه و زمان برای انجام آن کار نیز افزایش خواهند یافت. تعریف محدوده پروژه باید قبل از تعریف بودجه و یا برنامه زمانی باشد.

در یک پروژه چاه اکتشافی، هدف کلی خاموش کردن آتش و تحت کنترل در آوردن چاه است. اهداف دیگر، با این وجود، ممکن است از اهمیت بسیاری برخوردار باشد. برای مثال، اهداف ممکن است شامل کنترل چاه از راهی باشد که اجازه دهد عملیات حفاری از سر گرفته شود و به این ترتیب چاه می‌تواند تولید داشته باشد در عوض اینکه رها شود. در پروژه‌های ساخت و ساز، اغلب به اشتباه تاکیدی بر بودجه و برنامه زمانی و نه بر محدوده و کیفیت کار

قرار داده شده است. در پروژه‌های کنترل چاه، ممکن است تاکید بیش از حد بر برنامه زمانی و کنترل چاه با بیشترین سرعت ممکن و بدون توجه به تاثیر آن بر بودجه، محدوده و کیفیت باشد. بعلت ماهیت پروژه‌های کنترل چاه و فشار برای دستیابی به یک راه حل سریع، مدیریت پروژه موثر اغلب مشکل است. برنامه‌ریزی دقیق قبلی یک راه حل عملی و عقلانی برای گروه عملیات فراهم خواهد کرد.

شرکت کنترل چاه بهترین تناسب را برای طراحی و اجرای عملیات کنترل به گونه‌ای باید انجام دهد که انجام وظایف مدیریت پروژه توسط پرسنل دارای مهارت و با قابلیت ارائه می‌شود. اگر شرکت کنترل چاه دارای متخصص مهندسی باشد که با زمینه‌های عملیاتی خود هماهنگ شده است، آنها برای هماهنگی و مدیریت پروژه مناسب‌ترین خواهند بود. صرف نظر از نوع پروژه کنترل چاه، تنها باید یک مدیر پروژه مسئول همانگی تمام جنبه‌های پروژه باشد.

مدیر پروژه مسئول ارائه گزارش به اپراتور یا تیم به همراه مسئولیت کامل و اختیارات تصمیم‌گیری است. موفق‌ترین پروژه‌های کنترل چاه، توسط یک مدیر پروژه با کفایت اجرا شده است که مهارت‌های فنی و مهارت‌های مدیریتی لازم برای اطمنیان از اینکه کار در زمان مورد نیازش انجام شود را داشته باشد. کمیته‌ها، با یک گروهی که مانند یک مدیر پروژه رفتار می‌کنند، به کندی تصمیم‌گیری می‌کنند و تمایل به بوروکراسی دارند.

در مدیریت پروژه کنترل چاه، چهار پرسش بنیادی باید مورد رسیدگی قرار بگیرد: چه کسی می‌خواهد آن را انجام دهد؟ آنها چه کاری می‌خواهد انجام دهند؟ آنها چه زمانی می‌خواهند آن را انجام دهند؟ و آن چه میزان هزینه در بر خواهد داشت؟ عدم پاسخ به هر یک از این سؤالات در طول پروژه اغلب به مشکلات اضافی منجر خواهد شد. مهم‌ترین مهارتی که یک مدیر پروژه باید دارا باشد توانایی در ارتباطات موثر است. صرف نظر از توانایی‌هایش به عنوان مهندس یا مدیر، اگر او فاقد مهارت‌های ارتباطی باشد، بی‌اثر و بیهوده خواهد بود. مدیر پروژه باید دانش فنی آنچه برای اجرا مورد نیاز است و توانایی اشتراک آن دانش با دیگران را داشته باشد. برای تحت کنترل درآوردن یک فوران چاه نفت، انواع بسیاری از تجربه و تخصص‌های مختلف مورد نیاز است. مدیر پروژه باید توانایی تفویض اختیارات و مسئولیت‌ها به متخصصان را داشته باشد تا بتواند بر روی اهداف کلی پروژه تمرکز کند. اصل مرکزی برای مدیریت پروژه سازمان‌دهی

پروژه در اطراف کاری است که باید انجام شود نه تلاش برای وادار کردن رخ دادن اتفاقات در برنامه‌ای از پیش تعیین شده.

ساختارهای سازمانی

صرف نظر از نوع سازمان مدیریتی منتخب برای یک رویداد کنترل چاه، توجه اصلی باید متمایل به اقدام باشد. گروه مدیریت باید بر پنج عملکرد اصلی تمرکز داشته باشد: برنامه ریزی، سازماندهی منابع، انتخاب کارکنان، هماهنگی کار و کنترل عملیات. هر پروژه کنترل چاه منحصر به فرد است و به یک ساختار و سازمانی مناسب نیاز دارد که شایع‌ترین نوع آن سازمان‌های نظام مند، عملکردی و ماتریسی می‌باشد. در یک سازمان نظام مند، افرادی که تخصص‌های فنی مشترکی دارند در بخش‌های مشترکی قرار داده شده‌اند. برای مثال تمام متخصصین مهندسی عمران در گروه مهندسی عمران قرار گرفته‌اند و ... . یک سازمان عملکردی افراد را در گروه‌هایی قرار می‌دهد که بر فرآیندهای خاص از جمله، مهندسی مخزن، مهندسی تولید و یا حفاری تمرکز تمرکز دارند.

سازمان ماتریسی، مسئولیت‌های مدیریتی کلی را در یک گروه مدیریتی جای داده است. گروه مدیریتی متخصصان فنی را از دپارتمان‌های مختلف شرکت، و در صورت لزوم از منابع خارج از شرکت تامین می‌کنند. مطلوب‌ترین ساختار سازمانی برای رویداد کنترلی یک چاه به عوامل متعددی بستگی دارد از جمله شدت و پیچیدگی اتفاق و در دسترس بودن تخصص‌های فنی. برای پروژه‌های معمولی، هم رویکرد نظم گرا و هم عملکردی ممکن است مناسب باشد. برای یک پروژه‌ی پیچیده و فنی دشوار، سازمان ماتریسی ترجیح داده شده است. دو ساختار برای رویدادها و حوادث کنترلی چاه توصیه می‌شود که ساختار سازمان عملکردی و ماتریسی می‌باشند. سازمان عملکردی، نظم در میان گروه‌ها در یک شرکت را توزیع می‌کند. تیم‌های پروژه در داخل گروه‌های دپارتمانی تشکیل شده است. مدیریت معمولاً به وسیله رهبر تیم و یا مدیر پروژه که همچنین عضوی از دپارتمان هست، انجام می‌شود.

در مواردی، از یک دپارتمان حفاری خواسته می‌شود تا در نقش مدیر پروژه بر رویداد کنترلی فوران چاه نظارت داشته باشد. این ترتیب ممکن است برای پروژههای کوچکتر و معمول‌تر قابل قبول باشد، اما می‌تواند برخی مشکلات را در برخورد موثر با رویدادهای بزرگ به

وجود آورد. یک خطای رایج در مدیریت پروژه‌های کنترل چاه این است که بکوشیم کارها را از درون گروه دپارتمان هدایت کنیم که تمام مسئولیت‌های موجود با آن را حفظ می‌کند.

این روش تلاش‌های مدیر پروژه را بیهوده می‌کند و یک یا چند تا از پروژه‌هایش به مشکل بر خواهند خورد. رویدادهای کنترل چاه باید توسط یک فرد مدیریت شود که هیچ اولویت‌های دیگر و یا مسئولیت دیگری نداشته باشد، کسی که بتواند به طور انحصاری توجه خود را بر فرآیند پیچیده کنترل چاه متمرکز کند.

سازمان ماتریسی اهمیت مدیریت هزینه و برنامه زمانی و حفظ تعادل عمومی در میان تمام اجزاء پروژه را افزایش می‌دهد. یک سازمان مدیریت پروژه جداگانه، کارها را تحت حمایت متخصص فنی از دپارتمان نظم گرا هدایت می‌کند. هدف این است که نظم در محیط شان بگونه‌ای حفظ شود که در آن بهترین عملکرد را دارا داشند، در حالی که ساخت مخصص‌ها را برای پاسخ گویی به نیازهای این پروژه در دسترس می‌گذارند. سازمان ماتریسی به دو خط ارتباطی نیاز دارد: یکی به سازمان نظم گرا و دیگری به سازمان پروژه. یک مدیر نظم گرا به هر گونه سؤال خاصی پاسخ می‌دهد. مسائل مربوط به پروژه توسط مدیر پروژه رسیدگی می‌شود. در سازمان ماتریسی، مدیر پروژه تمام جنبه‌های پروژه کنترل چاه را هماهنگ می‌کند. هر نظم و ترتیبی مسئول بخش خود در پروژه است مانند، کیفیت، هزینه و یا برنامه زمانی.

سازمان‌های ماتریسی می‌توانند قوی یا ضعیف باشد. در ماتریس قوی، مدیر پروژه صلاحیت و اختیار این را دارد تا تصمیم بگیرد که چه چیزی برای پروژه به طور کلی بهتر است. در یک ساختار ماتریس ضعیف، گروه نظم گرا صلاحیت و اختیار تصمیم‌گیری برای پروژه را دارد. موفقیت سازمان ماتریسی به شدت به فلسفه شرکت و یا حتی بیشتر از آن به نگرش و طرز برخورد کارکنان کششیر در پروژه وابسته است. اگر مدیران نظک گرا بیش از اینکه نگران پروژه باشند نگران نظم و انضباطشان باشند، پروژه می‌تواند تاخیر داشته باشد و ناکارآمد باشد. کلید موفقیت یک پروژه تعادل میان متخصص فنی دپارتمان‌های نظم گرا و گروه مدیریت پروژه است. پرسنل فنی به طور کلی بیشتر بر تولید بهترین محصول ممکن تمرکز دارند و اغلب به هزینه و برنامه زمانی بی‌توجه‌اند. در یک پروژه کنترل چاه، کیفیت و برنامه زمانی به طور کلی در اولویت قرار دارند، اگرچه که هزینه همیشه از اهمیت بسیاری برخوردار است.

برنامه زمانی

برنامه ریزی،اندازه گیری، ارزیابی، پیش‌بینی و کنترل، مسئولیت‌های کلیدی تیم مدیریت پروژه می‌باشند. تمامی جوانب پروژه برای اطمینان از موثر بودن کنترل پروژه باید پیگیری و مدیریت شوند. ردیابی صورت نمی‌گیرد مگر اینکه برنامه خوب کاری، بودجه و برنامه زمانی توسعه یافته باشند. برنامه‌ریزی باید قبل از بر نامه برنامه زمانی انجام گیرد. برای کل پروژه کنترل چاه، باید طرح‌های عملیاتی صریح وجود داشته باشد که محدوده، بودجه و برنامه زمانی را مشخص کند . یک خطای رایج برنامه‌ریزی تمرکز بر برنامه برنامه زمانی و نادیده گرفتن اهمیت محدوده و بودجه می‌باشد. در زیر اصول کلیدی برنامه‌ریزی آمده است:

- شروه برنامه‌ریزی قبل از شروع کار، نه پس از آن.
- افرادی که در واقع کار را انجام خواهند داد، باید در برنامه‌ریزی و برنامه برنامه زمانی از همان ابندا کششیر باشند.
- برنامه باید تمام جوانب محدوده، بودجه، برنامه زمانی، و کیفیت را بصورت متعادل در نظر داشته باشد.
- طرح باشد انعطاف پذیر باشد، از جمله شامل کمک هزینه برای پاسخ به تغییرات غیر منتظره و زمان اختصاص داده شده برای بررسی و مصوبات باشد.
- برنامه باید ساده و بدون جزئیات بی‌ربطی باشد که از خوانا بودن آن جلوگیری می‌کند.
- طرح باید در تمام احزاب پخش و توسط تمام آنان فهمیده شود.

مدل‌های پیگیری

برنامه‌ریزی اولین گام برنامه زمانی پروژه است، اما پیگیری نیز به همان‌اندازه ضروری است. پیگیری نمی‌تواند انحرافات را شناسایی کند مگر این که یک برنامه جامع یا برنامه‌ای برای مقایسه با پیشرفت واقعی وجود داشته باشد.اندازه، پیچیدگی، مدت زمان و اهمیت پروژه‌های کنترلی چاه، تکنیک مورد استفاده برای برنامه زمانی پروژه را دیکته می‌کند. مدل ردیابی باید برای استفاده کاربردی و آسان باشد. دو روش برای نشان دادن این معیارها وجود دارد: نمودارهای میله لی (برخی اوقات به نام نمودار گانت چارت خوانده می‌شود) و CPM. از آنجا که نمودارهای میله‌ای برای تفسیر ساده و آسان هستند، آنها توسط همه‌ی شرکت کنندگان در

یک پروژه قابل استفاده می‌باشند. نمودار میله‌ای دارای سه اشکال است: آنها وابستگی متقابل فعالیت‌ها را نشان نمی‌دهند؛ به زمان قابل توجهی برای به روز رسانی نیاز دارند؛ و آنها هزینه‌ها و یا منابع را ادغام نمی‌کنند. یک شکایت شایع درباره‌ی گانت چارت این است که تلاش زیادی برای به روز نگه داشتن نمودار نیاز است. مقدار قابل توجهی از نیروی کار و زمان باید صرف نگه داشتن و حفظ نمودار بصورت بروز شود، به دلیل اینکه شرایط دائماً در حال تغییر است، مانند نیازهای ساعتی مردم.

روش مسیر بحرانی

هر دو روش CPM و ارزیابی برنامه و تکنیک بازبینی (PERT) اغلب به عنوان سیستم تجزیه و تحلیل شبکه شناخته می‌شوند. CPM یک رویکرد قطعی را استفاده می‌کند که برای هر فعالیت درون شبکه تنها یک دوره زمانی تعیین می‌کند، در حالی که PERT یک رویکردی احتمالی است که با سه زمان ممکن برای هر فعالیت سر و کار دارد. (خوشبینانه، بدبینانه، و طبیعی). تجربه پروژه‌های با پیگیری سریع از جمله فوران چاه نشان داده است که CPM روشی ارجح است. روش CPM تیم پروژه را مجبور می‌کند که همه‌ی تلاش‌ها را در راستای یک تاریخ شروع برای شروع یک پروژه و یک تاریخ خاتمه برای تحت کنترل در آوردن پروژه، هدایت کند. هر دوی نمودارهای گانت و CPM برای پروژه‌های کنترل چاه مناسب هستند. نمودار گانت برای موقعیت‌هایی بسیار مناسب است که شامل فعالیت‌هایی هستند که وابستگی قابل توجهی با سایر فعالیت‌ها ندارند (مانند، کار طراحی و روابط عمومی).

روش CPM یک رویکرد ارجح برای برنامه‌ریزی و برنامه زمانی پروژه‌های کنترل چاه بسیار پیچیده است، موقعیت‌هایی که فعالیت‌ها وابستگی زیادی به هم دارند و یا که در آن پروژه نیاز به پیگری منابع اختصاص یافته به پروژه دارد. CPM از نمودار شبکه‌ای برای مدل کردن وابستگی فعالیت‌ها استفاده می‌کند. CPM تیم پروژه را وادار می‌کند که کار را به واحدهای تعریف پذیر تقسیم کنند و چگونگی روابط موارد کاری با یکدیگر را نیز تعیین می‌کند. یک ساختار شکسته شده بخوبی تعریف شده (که مسئولیت‌های اولیه و ثانویه برای هر یک از اعضای تیم کنترل چاه را نشان می‌دهد) تا حد زیادی کار تولید نمودار شبکه‌ای CPM را ساده خواهد کرد.

بسیاری از مدیران پروژه از نمودارهای پیش نیازی برای کنترل چاه استفاده می‌کنند که فقط رویدادهای مهم را نشان می‌دهد؛ سیستم برنامه نویسی عددی، مدت زمان فعالیت و منابع برای ساده نشان دادن حذف شده‌اند. این نمودارها به فعالیت‌های کمتری برای توصیف پروژه نیاز دارند و انعطاف پذیری زیادی در تعیین توالی فعالیت‌ها و نشان دادن روابط میان آنها دارند. CPM از تکنیک‌هایی بر مبنای کامپیوتر برای محاسبه‌های برنامه زمانی و گرفتن خروجی گرافیکی از دیاگرام شبکه‌ای کمک گرفته است. استفاده از کامپیوترها در CPM اجازه می‌دهد که ساعت‌های حضور هر فرد، هزینه‌ها، و مدت زمان برای پایش دقیق پیشرفت کار را مدل سازی کنیم و گزارشات متنوعی از مدیریت پروژه ایجاد کنیم.

درخت‌ها تصمیم‌گیری

رویدادهای کنترل چاه پروژه‌های منحصر به فرد هستند که نیاز به تصمیم‌گیری سریع برای مشکلات بحرانی دارند تا در اسرع وقت حل شوند. مدیر پروژه باید "در فکر کردن مستقل باشد" و قادر به واکنش در شرایط اضطراری نامطلوب کاری باشد، به خصوص در طول عملیات کشتن چاهی که فوران کرده است. برنامه‌ریزی احتمالی برای سناریوهای مشابه برای افزایش احتمال موفقیت در پروژه ضروری است. درخت‌های تصمیم‌گیری برای مدیر پروژه به منظور اجرای کار مفید هستند.

موارد ارائه شده در بالا فقط یک نمونه از هزاران رویداد مرتبط با پروژه، مسائل و تحولات در صنعت نفت و گاز است. همانطور که دیده می‌شود، حیطه‌های زیادی نیاز به مدیریت پروژه در این صنعت دارند. فصل‌های آینده ابزارهای خاص، تکنیک‌ها و مفاهیم مدیریت پروژه مربوط به برنامه‌های کاربردی در صنعت نفت و گاز را بررسی خواهد کرد. چارچوب مورد استفاده در این محتویات آینده حول حوزه‌های دانش‌های زیر مرکزیت دارد:

- فرآیندهای مدیریتی
- سیستم‌های فنی
- روابط انسانی
- مهندسی سیستم‌ها

هر دو جنبه کمی و کیفی مدیریت پروژه پوشش داده شده تا حدی که محققان، مربیان، دانشجویان و دست‌اندرکاران بتوانند از آن به عنوان یک مرجع استفاده کنند.

انباشت نفت در کشورهای در حال توسعه

اصطلاح انباشت نفت زمانی رخ می‌دهد که دزدها به یک خط لوله دسترسی پیدا کنند. مجرمان نفت و یا فرآورده‌های نفتی که به طور ناچیز تصفیه شده‌اند و دارای کیفیت پایین هستند هم تولید می‌کنند و هم به بازار سیاه می‌فروشند. این عمل در مجامع فقیر کشورهای در حال توسعه بسیار معمول است و این اثرات نامطلوب زیادی در صنعت نفت کشورها دارد. خطر انفجار ناشی از فعالیت‌های غیر قانونی مشکلاتی در اجرای پروژه‌ها خط لوله ایجاد می‌کند. پیامدهای هزینه و زمان در برخورد با مسائل پس از انباشت نفت منجر به مزاحمت‌های برنامه زمانی و همچنین اختلالی در اجرای پروژه می‌شود.

منابع

1. Becker, D. L. 1995. Technology Project Management Improved Multiwell Shallow Gas
2. Development, http://www.ogj.com/articles/print/volume-93/issue-42/in-this
3. issue/drilling/technology-project-management-improved-multiwell-shallow
4. gas-development.html, October 16, 1995.
5. Businessweek. 2012. http://www.businessweek.com/stories/, accessed May 1, 2012.
6. Dodge, D. 1941. Death and Taxes, 1st Edition, MacMillan, New York, NY.
7. EPA. 2012. http://www.epa.gov/hydraulicfracture/, accessed April 25, 2012.
8. Fox News. 2012. http://www.foxnews.com/.../04/.../venezuela-rejects-threats
9. against-argentina..., accessed April 17, 2012.
10. Guardian. 2012. http://www.guardian.co.uk/environment/2012/jan/18/, accessed
11. Febuary 1, 2012.
12. Halliburton. 2011. http://www.halliburton.com/public/projects/pubsdata/.../frac
13. turing_101. htm..., accessed December 5, 2011.
14. Money. 2012. http://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune500/2011/full_

15. list/, accessed March 2, 2012.
16. Oberlender, G. D. and Abel, L. W. 1995. Project Management Improves Well Control
17. Events, http://www.ogj.com/articles/print/volume-93/issue-28.html, July 10,
18. 1995.
19. OGJ (Oil and Gas Journal). 2012. www.ogj.com/articles/.../ercb-approves-gemini-oil
20. sands-project.html, accessed May 6, 2012.
21. OTC (Offshore Technology Conference). 2012. ttp://www.otcnet.org/2012/,
22. accessed March 10, 2012.
23. Penspen. 2012. http://www.penspen.com/News/Pages/PenspenawardedProject
24. Management Services by Kuwait Gulf Oil Company for Gasand Condensate Export
25. System.aspx, accessed March 18, 2012.
26. Reuters. 2012. http://www.reuters.com/article/2012/04/04/delta-refnery-idUSL...,
27. accessed April 12, 2012.
28. Shell. 2012. http://www.shell.us/home/content/usa/aboutshell/projects_locations/
29. gulf_of_mexico/brutus_0308/, accessed January 7, 2012.

۳

پیکره دانش مدیریت پروژه

رشد سریع تکنولوژی در محل کار چالش‌های جدیدی را برای افرادی که برنامه‌ریزی، سازماندهی، کنترل و اجرای پروژه‌های پیچیده را انجام می‌دهند، ایجاد کرده است. با تنوع بازارها در سطوح جهانی، یکپارچگی پروژه یکی از نگرانی‌های بزرگ است. استفاده از یک پیکره دانش استوار می‌تواند مشکلات بالقوه پدید آمده در هر محیط پروژه را کاهش داد. پروژه‌ها به ویژه در صنعت نفت و گاز پیچیده و پویا هستند، بنابراین مستلزم به استفاده از یک رویکرد سازگار و محکم هستند. استفاده از مدیریت پروژه به سرعت در حال رشد است. نیاز به توسعه موثر ابزارهای مدیریت با افزایش پیچیدگی فن آوری‌های جدید و فرآیندها، افزایش می‌یابد. چرخه حیات یک محصول جدید برای اینکه به بازار رقابتی معرفی شود، نمونه‌ای خوب از یک فرآیند پیچیده است که باید با رویکردهای یکپارچه‌ی مدیریت پروژه مدیریت شود. محصول هنگام عبور از یک مرحله به مرحله دیگر با عملکردهای مدیریتی رو به رو خواهد شد. مدیریت پروژه در سراسر مراحل طراحی و تولید محصول نیاز خواهد شد. مدیریت پروژه در بازارهای در حال توسعه، حمل و نقل و استراتژی‌های تحویل برای محصول نیاز خواهد شد. هنگامی که در نهایت محصول تحویل مشتری داده شود، مدیریت پروژه برای یکپارچه کردن استفاده آن محصولات با سایر محصولات در حیطه مشتریان نیاز خواهد شد. نیاز به رویکرد مدیریت پروژه با این حقیقت ایجاد شده است که یک پروژه همیشه تمایل به افزایش دراندازه دارد حتی اگر محدوده‌ی آن در حال باریک شدن باشد. ۴ قانون شفاهی که در هر محیط پروژه قابل اجرا است در زیر آمده است:

قانون پارکینسون: کار گسترش می‌یابد تا زمان و یا فضای در دسترس را پر کند.

اصل پیتر: مردم سطح بی‌کفایتی خود را افزایش می‌دهند.

قانون مورفی: هر چیزی که بتواند به مسیر اشتباه برود خواهد رفت.

قانون بادیرو: چمن همیشه زمانی که بسیار نیازمند این هستید که مرده باشید، سبزتر است.

رویکرد یکپارچه سیستم‌های مدیریت پروژه می‌تواند به کاهش اثرات نامطلوب این قوانین از طریق یک برنامه‌ریزی خوب، سازماندهی، برنامه زمانی و کنترل کمک کند. موسسه مدیریت پروژه به عنوان یک راه برای ترویج و تمرین زبانی مشترک در مدیریت پروژه، مدیریت پروژه پیکره‌ی دانش (PMBOK) را توسعه داد که به طرز گسترده‌ای در سراسر جهان پذیرفته شده است.

حوزه‌های دانش مدیریت پروژه

۹ حوزه‌ی دانش که در PMBOK آورده شده است به صورت زیر می‌باشد:

۱- یکپارچگی

- منشور یکپارچه پروژه
- بیانیه‌ی محدوده یپروژه
- برنامه مدیریت پروژه
- مدیریت اجرایی پروژه
- کنترل تغییر

۲- مدیریت محدوده

- بیانیه متمرکز محدوده
- تجزیه و تحلیل سود/ هزینه
- محدودیت‌های پروژه
- ساختار شکست کار
- ساختار شکست مسئولیت
- کنترل تغییر

۳- مدیریت زمان

- برنامه ریزی زمان بندی و کنترل
- نمودار PERT و گانت
- روش مسیر بحرانی

- مدل‌های شبکه
- بارگذاری منابع
- گزارش

۴- مدیریت هزینه

- آنالیز مالی
- تخمین هزینه
- پیش‌بینی
- کنترل هزینه
- گزارش هزینه

۵- مدیریت کیفیت

- مدیریت کیفیت جامع
- تضمین کیفیت
- کنترل کیفیت
- هزینه کیفیت
- انطباق کیفیت

۶- مدیریت منابع انسانی

- توسعه مهارت‌های رهبری
- تیم سازی
- انگیزه
- مدیریت تعارض
- جبران
- ساختارهای سازمانی

۷- ارتباطات

- ماتریس ارتباطات
- وسایل نقلیه ارتباطات

- مهارت‌های گوش دادن و ارائه
- موانع و تسهیل کننده‌های ارتباطات

۸- مدیریت ریسک

- شناسایی ریسک
- تحلیل ریسک
- کاهش ریسک
- برنامه ریزی احتمالی

۹- تدارکات و قراردادهای فرعی

- انتخاب مصالح
- پیش صلاحیت فروشنده
- انواع قرارداد
- ارزیابی ریسک قرارداد
- مذاکرات قرارداد
- تغییر سفارشات قرارداد

بخش فوق از پیکره دانش مدیریت پروژه طیف وسیعی از توابع مرتبط با هر پروژه به ویژه آنهایی که پیچیده‌اند را پوشش می‌دهد.

تعاریف پروژه

پروژه

پروژه به طور سنتی به عنوان یک نوع از تلاش‌های منحصر به فرد برای یک هدف مشخص تعریف می‌شود که یک آغاز و یک پایان مشخص دارد. PMBOK یک پروژه را به عنوان یک انجام تلاش موقت برای ایجاد یک محصول، خدمت و یا نتیجه‌ای یکتا تعریف می‌کند. موقت یعنی شروع تعریف شده و پایانی قطعی داشته باشد. اصطلاح "منحصر به فرد" دلالت بر این دارد که پروژه‌ها به لحاظ ویژگی‌ها از پروژه‌های دیگر متمایزند.

مدیریت پروژه

نویسنده مدیریت پروژه را به عنوان فرآیند مدیریت، تخصیص و زمانبندی منابع برای دستیابی به هدفی داده شده به شیوه‌ای کارآمد و سریع تعریف می‌کند. PMBOK مدیریت پروژه را به عنوان کاربرد دانش، مهارت‌ها، ابزارها و تکنیک‌ها برای فعالیت‌های پروژه برای دستیابی به اهداف پروژه تعریف می‌کند.

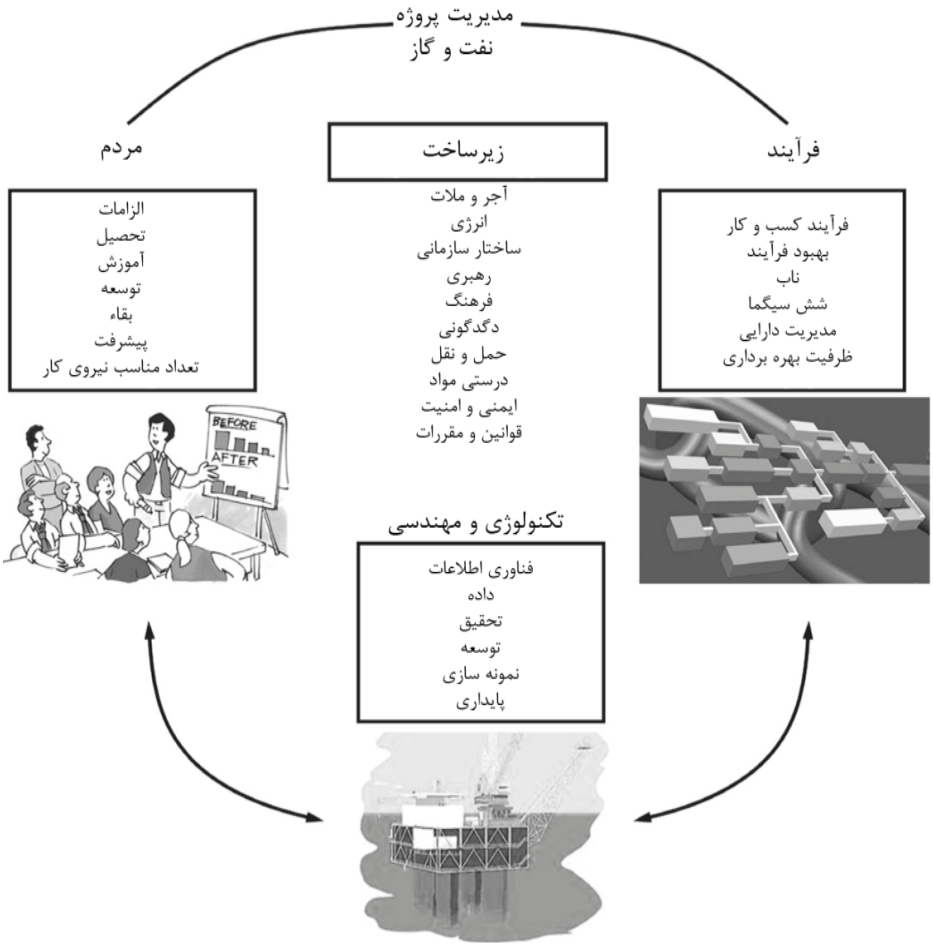
منابع دیگر پروژه را به عنوان مجموعه‌ای از مهارت‌ها، ابزار و فرآیندهای مدیریتی لازم برای اجرای موفقیت آمیز یک پروژه تعریف می‌کنند.

روش شناسی مدیریت پروژه

روش شناسی مدیریت پروژه را به عنوان فرآیندی که تیم پروژه با برنامه‌ریزی از طریق فازبندی در اجرای پروژه از آن استفاده می‌کنند، تعریف می‌کند. شکل ۳,۱ چارچوبی کلی را برای برنامه متقابل کارکردی روش شناسی مدیریت پروژه نشان می‌دهد. مردم، فرآیند و دارایی‌های فن‌آوری (علوم و مهندسی) اساس تطبیق اهداف سازمانی را تشکیل می‌دهند. منابع انسانی سرمایه حیاتی را تشکیل می‌دهند که باید به خدمت در آید، توسعه یابد و حفظ شود. روند کار سازمانی باید از آخرین ابزار و تکنیک‌ها از جمله مهندسی مجدد فرآیند کسب و کار (BPR)، فرآیند بهبود مستمر (CPI)، لین، شش سیگما و تفکر سیستمی بهره مند شوند. زیرساخت منظم نشان دهنده مجموعه عملیات‌ها می‌باشد و شامل ساختارهای فیزیکی، رهبری، انرژی، فرهنگ اجرایی و حرکت مواد می‌شود. توانایی یک سازمان برای اهرم کردن علوم و فناوری برای به حرکت درآوردن زنجیره ارزش جهانی علاوه بر مدیریت پروژه مستلزم تکنیک‌های فنی نیز می‌باشد. یکی دیگر از مزایای کلیدی استفاده و بکار بردن مدیریت پروژه برای مراکز پروژه‌های نفت و گاز پیرامون ایمنی سیستم‌هاست. علم، فن‌آوری و تعهدات مهندسی می‌توانند متغیر باشند و ایمنی را از طریق یکی از اقدامات زیر نقض کنند:

۱. سیستم‌ها و یا افرادی که به عمد، آگاهانه، خودسرانه و یا سهل انگارانه الزامات ایمنی در پروژه‌های علمی، فن‌آوری و مهندسی را نقض می‌کنند.
۲. سیستم‌ها و یا افرادی که سهواً، به طور تصادفی، و یا با بی‌دقتی، الزامات ایمنی در پروژه‌های علمی، فن‌آوری و مهندسی را سازش می‌کنند.

راه‌های بالقوه‌ی بالا برای نقض ایمنی تمرین ایمنی، آموزش، نظارت بر ایمنی و اخلاق است که بسیار ضروری می‌باشد. رویکرد یکپارچه به مدیریت پروژه کمک می‌کند تا همه‌ی راه‌ها برای مصالح و سازش در ایمنی پوشش داده شود.



شکل ۳,۱ چارچوبی برای کاربرد عملکرد متقابل مدیریت پروژه

سیستم اطلاعات مدیریت پروژه

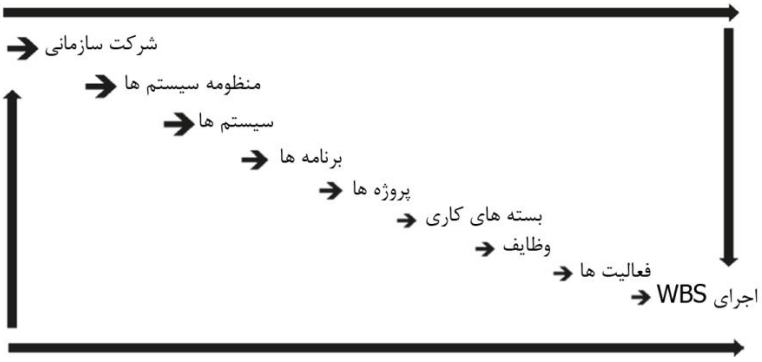
سیستم اطلاعات مدیریت پروژه (PMIS) به یک سیستم خودکار و یا نرم افزار کامپیوتری گفته می‌شود که توسط تیم پروژه به عنوان یک ابزار برای اجرای فعالیت‌های موجود در برنامه مدیریت پروژه استفاده می‌شود.

سیستم مدیریت پروژه

یک سیستم مدیریت پروژه (PMS) مجموعه‌ای از اجزاء به هم مرتبط پروژه است که خروجی جمعی آن از طریق همکاری، از مجموع خروجی‌های عناصر و اجزاء آن بیشتر است.

ترکیب یک برنامه

یک برنامه به عنوان یک گروه تکرار شونده در محدوده زمانی معین از پروژه‌های مرتبط مدیریت شده به شیوه‌ای هماهنگ و هم افزا برای بدست آوردن نتایج یکپارچه تعریف می‌شود و از آنچه که ممکن است پروژه به صورت جداگانه مدیریت شود بهتر است.



شکل ۳,۲ سلسله مراتب پروژه

برنامه‌ها اغلب شامل اجزاء کارهای موازی خارج از محدوده پروژه‌های جداگانه می‌باشد. بنابراین یک برنامه شبیه به داشتن سیستمی از سیستم‌های پروژه است که به موجب آن تمام شرکت ممکن است تحت تاثیر قرار بگیرد. در حالی که پروژه‌ها دارای نقطه پایانی مشخص هستند، برنامه‌ها اغلب دارای طول عمری نامحدود هستند. شکل ۳,۲ سلسله مراتب سیستم‌های پروژه را، از شرکت‌های سازمانی گرفته تا عناصر ساختار شکست کار (WBS) نشان می‌دهد.

شناسایی ذینفعان

ذینفعان، افراد یا سازمان‌هایی هستند که ممکن است منافع آنها بطور مثبت و یا منفی از یک پروژه اثر پذیرفته باشد. ذینفعان باید برای هر پروژه توسط تیم پروژه مشخص شوند. یک کمبود شایع در این الزام این است که کارکنان سازمان اغلب نادیده گرفته می‌شوند، به آنها بی‌توجهی می‌شود و ارزش آنها را به عنوان ذینفعان پروژه‌های در حال انجام در سازمان دست کم می‌گیرند. تعریف ذینفعان به وضوح نشان می‌دهد که اگر منافع کارکنان بتواند بطور مثبت یا منفی از پروژه اثری پذیرفته باشد پس کارکنان هم باید به عنوان ذینفعان در نظر گرفته شوند. همه‌ی کسانی که منافع مشخص در پروژه دارند، ذینفعان پروژه هستند و ممکن است شامل موارد زیر باشند:

- مشتریان
- اسپانسر پروژه
- کاربران
- شرکت‌های مرتبط
- جامعه
- مدیر پروژه
- صاحبان پروژه
- اعضای تیم پروژه
- سهام داران

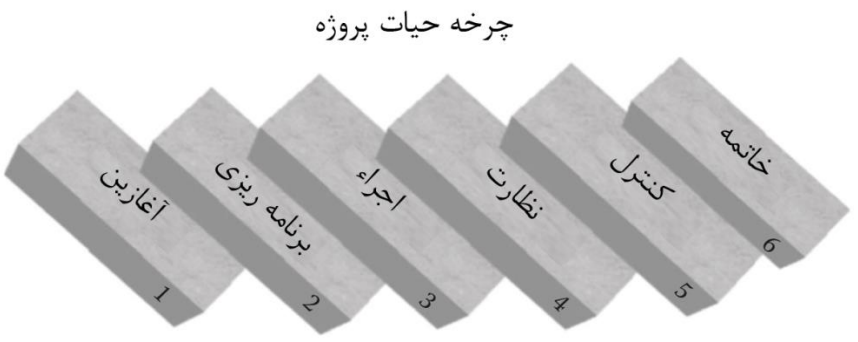
فرآیندهای مدیریت پروژه

حوزه‌های دانش اصلی و عمده‌ی مدیریت پروژه در یک طرح کلی با ساختاری در شش دسته پایه همانطور که در شکل ۳,۳ نشان داده شده است اداره می‌شوند. دسته‌های اجرایی شامل ۵ گروه فرآیندی می‌شودکه در طول چرخه حیات پروژه به دنبال پروژه هستند. هر دسته خود متشکل از چندین تابع و مراحل عملیاتی است. هنگامی که دسته‌ها بر ۹ حوزه دانش گسترده می‌شوند، ما ماتریسی دو بعدی را بدست می‌آوریم که شامل ۴۴ مرحله فرآیند بزرگ می‌شود.

جدول ۳,۱ پوشش حوزه‌های دانش مدیریت پروژه و پیاده سازی دسته‌ها را نشان می‌دهد. نظارت و کنترل دسته‌ها معمولاً به عنوان یک گروه فرآیندی فشرده اداره می‌شود (نظارت و کنترل). در برخی موارد، جدا کردن آنها برای برجسته کردن ویژگی‌های هر دسته عملکردها در طول چرخه عمر پروژه ممکن است مفید باشد. در عمل فرآیندها و دسته‌ها با همدیگر هم پوشانی دارند. پس بنابراین هیچ تمایزی در زمان و مکانی که فرآیند به پایان می‌رسد و جایی که یکی دیگر شروعی پس از چرخه حیات پروژه دارد وجود ندارد. به طور کلی، چرخه حیات پروژه به صورت زیر تعریف می‌شود:

۱. منابعی که در هر مرحله از چرخه حیات پروژه نیاز خواهند شد.
۲. کار خاصی که در هر مرحله از چرخه حیات پروژه انجام می‌شود.

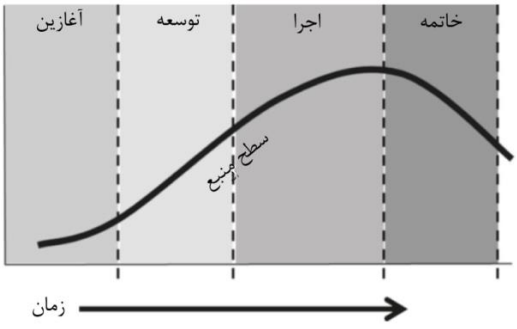
شکل ۳,۴ مراحل بزرگ چرخه حیات پروژه از طریق فاز مفهومی به فاز نهایی پروژه را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که توجه شود که چرخه‌ی حیات پروژه از چرخه حیات محصول متمایز شده است. چرخه حیات پروژه به صراحت به مشکلات عملیاتی رسیدگی نمی‌کند در حالی که چرخه حیات محصول عمدتاً در مورد مسائل عملیاتی از شروع تحویل کالا تا پایان عمر مفید آنها است. توجه داشته باشید که برای پروژه‌های نفت و گازی، شکل منحنی چرخه حیات ممکن است با توجه به تحولات سریع که اغلب در فن‌آوری رخ می‌دهد، شیبش زیاد شود. برای مثال برای یک پروژه فن‌آوری اکتشاف، کل چرخه حیات ممکن است با یک فاز سریع اولیه کوتاه شده باشد، اگرچه که مرحله مفهوم سازی ممکن است بسیار طولانی باشد.



شکل ۳,۳ خوشه‌های پیاده سازی برای چرخه حیات پروژه

جدول ۳,۱ پوشش دادن زمینه‌های مدیریت پروژه و خوشه‌های پیاده سازی

	← خوشه‌های فرآیند مدیریت پروژه →				
حوزه‌های دانش	**آغازین**	**برنامه ریزی**	**اجرا**	**نظارت و کنترل**	**خاتمه**
یکپارچگی پروژه	توسعه منشور پروژه توسعه اولیه محدوده پروژه	توسعه برنامه مدیریت پروژه	هدایت و مدیریت کردن اجرای پروژه	نظارت و کنترل پروژه کار کنترل تغییر یکپارچه شده	
محدوده		برنامه ریزی محدوده تعریف محدوده ایجاد WBS		بررسی محدوده کنترل محدوده	
زمان		تعریف فعالیت توالی فعالیت‌ها تخمین منابع فعالیت توسعه زمان بندی		کنترل زمان بندی	
هزینه		تخمین هزینه هزینه بودجه بندی		کنترل هزینه	
کیفیت		برنامه ریزی کیفیت	تضمین اجرای با کیفیت	اجرای کنترل کیفیت	
منابع انسانی		برنامه ریزی منابع انسانی	به دست آوردن تیم پروژه توسعه تیم پروژه	مدیریت تیم پروژه	
ارتباطات		برنامه ریزی ارتباطات	توزیع اطلاعات	گزارش عملکرد مدیریت ذینفعان	
ریسک	برنامه ریزی یسک شناسایی ریسک تجزیه و تحلیل کیفی ریسک تجزیه و تحلیل کمی ریسک برنامه ریزی پاسخ ریسک			نظارت و کنترل بر ریسک	
تدارکات		برنامه خرید و اکتساب برنامه قرارداد	پاسخ به درخواست فروشنده انتخاب فروشندگان	اجرا قرارداد	خاتمه قرارداد



شکل ۳,٤ فازهای چرخه حیات پروژه

ویژگی‌های معمول چرخه حیات پروژه شامل موارد زیر است:

۱. هزینه و نیروی انسانی مورد نیاز پروژه در زمان آغاز پروژه در کمترین میزان خود هستند و در طی مراحل اولیه و توسعه شیب صعودی و رو به بالا دارد.
۲. احتمال موفقیت تکمیل پروژه در ابتدا کمترین و در انتها بیشترین است. این به خاطر این هست که بسیاری از ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها در آغاز پروژه است و در زمان نزدیک شدن پروژه به انتهایش شانس کمتری برای ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها وجود دارد.
۳. ریسک‌های سازمان پروژه (صاحب پروژه) در آغاز پروژه کمترین و در پایان بیشترین است. این به این دلیل است که سرمایه گذاری چندانی در آغاز پروژه صرف نشده است در حالی که در انتهای پروژه میزان زیادی برای آن صرف شده است. هزینه‌های بی‌دلیل صرف شده در انتهای پروژه ظاهر می‌شوند.
۴. توانایی ذینفعان برای نفوذ و تاثیر در نتیجه نهایی پروژه (هزینه، کیفیت، برنامه) در ابتدا بالاترین است و به تدریج در انتهای پروژه کمتر می‌شود. این شهودی است چرا که تاثیر درآغاز یک تلاش به بهترین شکل اعمال می‌شود.
۵. مقدار تغییرات محدوده در طول زمان چرخه حیات کاهش می‌یابد در حالی که هزینه تغییرات محدوده در طول زمان افزایش می‌یابد. پیشنهاد می‌شود که تصمیم‌گیری و نهایی کردن محدوده هرجه سریع‌تر انجام گیرد. اگر تغییراتی باید در محدوده به وجود آید، هر چه سریع‌تر آنها را انجام دهید.

زمینه کاربرد خاص اجزاء و عناصر ضروری موجود در چرخه حیات یک تلاش را محاسبه خواهد کرد. چرخه‌های حیات نهادهای کسب و کار، محصولات و پروژه‌های تفاوت‌های ظریفی در خود دارند که باید در غالب برنامه‌ریزی استراتژیک سازمانی درک و مدیریت شوند. اجزای چرخه حیات شرکت، محصول و پروژه به صورت زیر خلاصه شده‌اند:

چرخه حیات شرکت (کسب و کار):

برنامه ریزی ⟵ الزامات ⟵ مفهوم سازی کسب وکار

تحقق بخشیدن ⟵ مدیریت پورتفولیو(سبد پروژه)

چرخه حیات محصول:

مطالعات امکان سنجی ← توسعه ← عملیات ← کهنگی محصول

چرخه حیات پروژه:

شروع ← برنامه‌ریزی ← اجرا ← کنترل و نظارت ← اتمام

این کتاب حوزه‌های دانش را به ترتیب در فصول ۲ تا ۱۰ مطابق با دستور بالا پوشش می‌دهد. هیچ الزامی برای توالی برای اعمال حوزه‌های دانش به پروژه‌ای خاص وجود ندارد. حوزه‌ها نمایانگر یک کیسه مخلوط از فرآیندهایی هستند که برای دستیابی به موفقیت در پروژه باید دنبال شوند. بنابراین، برخی از جنبه‌های یکپارچه سازی ممکن است تحت حوزه دانش برای ارتباطات پایه ریزی شوند. به روشی مشابه، یک پروژه ممکن است با فرآیند مدیریت ریسک قبل از ورود به روند فرآیند یکپارچه سازی شروع شود. حوزه‌های دانش راهنمای کلی را ارائه می‌کند. هر پروژه باید تکنیک‌های توصیه شده برای نیازهای خاص و شرایط منحصر به فرد پروژه را انتخاب و اجرا کند. PMBOK درصدد استاندارد سازی شرایط و تعاریف مدیریت پروژه با ارائه واژگان مشترک برای فعالیت‌های مدیریت پروژه است.

اهداف استراتژیک، عملیاتی و تاکتیکی خاص و در هر مرحله در حلقه تعبیه شده‌اند. برای مثال، "آغاز کردن" ممکن است متشکل از تفهیم کردن و شرح پروژه باشد. "نظارت" شامل پیگیری پروژه، جمع‌آوری داده‌ها واندازه گیری پارامترها می‌شود. "کنترل" اشاره بر اقدام اصلاحی بر اساس آیتم‌هایی دارد که تحت نظارت و بررسی قرار گرفته‌اند. "بستن" شامل بستن تدریجی و یا فسخ یک پروژه است. بستن لزوماً حکم مرگ برای یک پروژه را ندارد و در پایان یک پروژه ممکن است به عنوان سنگ تکیه گاهی برای سری بعدی تلاش‌ها باشد.

عوامل موفقیت یا شکست مرحله‌ای پروژه

عوامل متعددی در موفقیت و یا شکست یک پروژه دخیل هستند. در پروژه‌های نفت و گاز عواملی که موفقیت پروژه را افزایش می‌دهند شامل موارد زیر است:

- محدوده به خوبی تعریف شده
- ارتباطات میان اعضای تیم پروژه

- همکاری تیم‌های پروژه
- هماهنگی تلاش‌های پروژه
- پشتیبانی مدیریت پیشگیرانه
- معیارهای قابل‌اندازه گیری عملکرد پروژه
- نقاط قابل شناسایی پاسخگویی
- زمان، هزینه و الزامات واقعی

هنگامی که پروژه شکست می‌خورد، اغلب به علت ترکیبی از عوامل زیر که مرتبط با الزامات پروژه است می‌باشد:

- الزامات تکمیل نشده و ناقص هستند
- تعریف ضعیف اهداف پروژه
- تعریف ضعیف محدوده و پذیرش زودهنگام
- الزامات غیر واقعی هستند
- الزامات مبهم هستند
- الزامات ناسازگار هستند.
- برای تغییرات در الزامات بودجه‌ای پیش‌بینی نشده باشد.
- پشتیبانی مدیریت ضعیف
- عدم هم ترازی اهداف پروژه با اهداف سازمانی
- ارتباطات ضعیف
- عدم همکاری
- کمبود هماهنگی تلاش‌های پروژه

ساختار شکست کار (WBS)

WBS[1] پایه و اساسی است که بر روی آن یک پروژه توسعه یابد و مدیریت شود. WBS به فهرست بندی پروژه برای اهداف برنامه ریزی، برنامه زمانی و کنترل اشاره دارد. در قالب اجرای

[1] Work Breakdown Structure

پروژه، WBS در محدوده‌ی حوزه‌ی دانش در گروه برنامه‌ریزی توسعه یافته است. نمودار WBS، اجزای ذاتی یک پروژه را در یک نمودار بلوکی ساخت یافته و یا فلوچارت روابط متقابل نشان می‌دهد. WBS سلسله مراتب‌های نسبی از بخش‌های (فازها، بخش‌ها، مایلستون، و غیره) پروژه را نشان می‌دهد. هدف از ساختن یک WBS تجزیه و تحلیل اجزای اساسی یک پروژه با جزئیات است. اگر یک پروژه به درستی از طریق استفاده از WBS در مرحله برنامه‌ریزی پروژه طراحی شده باشد، تخمین هزینه و زمان مورد نیاز پروژه برای آن آسان‌تر می‌شود. همچنین کنترل پروژه به وسیله توانایی شناخت چگونگی ارتباط اجزای پروژه ارتقا می‌یابد. وظایفی است که در WBS می‌باشد اهداف کلی پروژه را توصیف می‌کند. برنامه‌ریزی کلی پروژه و کنترل پروژه می‌تواند با استفاده از WBS بهبود یابد. یک پروژه بزرگ ممکن است به پروژه‌های کوچک‌تر شکسته شود که ممکن است به نوبه خود به طور سیستماتیک به گروه‌های کاری شکسته شود. بنابراین، WBS اجازه اجرای مفهوم "تفرقه بینداز و حکومت کن" را برای کنترل پروژه می‌دهد.

به هر جزء موجود در یک WBS، مولفه‌های WBS می‌گویند و سلسله مراتب هر یک، توسط یک شناسه سطح تعیین شده است. مولفه‌های موجود در سطحی مشخص از زیر بخش‌ها، در سطحی یکسانی از WBS هستند. سطوح بررسی تعریف دقیقی از وظایف پروژه را ارائه می‌کند. پیچیدگی یک پروژه و درجه‌ای از کنترل مورد نظر توسط سطوح WBS محاسبه و تعیین می‌شود. هر جزء به طور متوالی به جزئیات کوچکتر در سطوح پایینتر شکسته می‌شود. این پروژه ممکن است تا رسیدن به فعالیت خاصی از پروژه ادامه یابد. (مولفه‌های WBS). در واقع ساختار WBS بسیار شبیه به یک چارت سازمانی به نظر می‌رسد و اما باید تاکید کرد که WBS یک چارت سازمانی نیست. رویکرد پایه‌ای برای تهیه یک WBS به شرح زیر است:

سطح اول WBS: این تنها شامل هدف نهایی این پروژه است. این آیتم باید به طور مستقیم به عنوان یک آیتم بودجه سازمانی قابل شناسایی باشد.

سطح دوم WBS: این سطح شامل زیر بخش‌های بزرگ پروژه است. این زیر بخش‌ها معمولاً توسط محل مجاورشان و یا اهداف مربوط به آنها شناخته می‌شوند.

سطح سوم WBS: این سطح شامل اجزای قابل تعریف زیر بخش‌های سطح ۲ می‌باشد. در اصطلاحات فنی، این ممکن است به عنوان سطح اجزاء محدود پروژه شناخته شده باشد.

سطوح بعدی WBS، با جزئیات خاص بیشتر و بسته به میزان کنترل مورد نظر ساخته شده است. اگر یک WBS کامل بیش از حد شلوغ شده باشد، طرح‌های جداگانه WBS ممکن است برای اجزای سطح دو کشیده شده باشند. بیانیه کار (SOW[1]) یا خلاصه‌ای از WBS باید ضمیمه WBS باشد. SOW شرحی از کاری است که باید انجام شود. این باید شامل اهداف کار، محدوده اش، منابع مورد نیاز، تاریخ آزمایشی، اظهارات امکان سنجی و غیره باشد. یک تجزیه و تحلیل خوب از ساختار WBS، اجرای نظارت بر محدوده، تحقیق محدوده و کنترل پروژه کارهای بعدی در پروژه را آسان‌تر خوهد کرد. شکل ۳,۵ یک مثال از ساختار WBS برای یک پروژه طراحی فرضی را نشان می‌دهد.

ساختارهای سازمانی پروژه

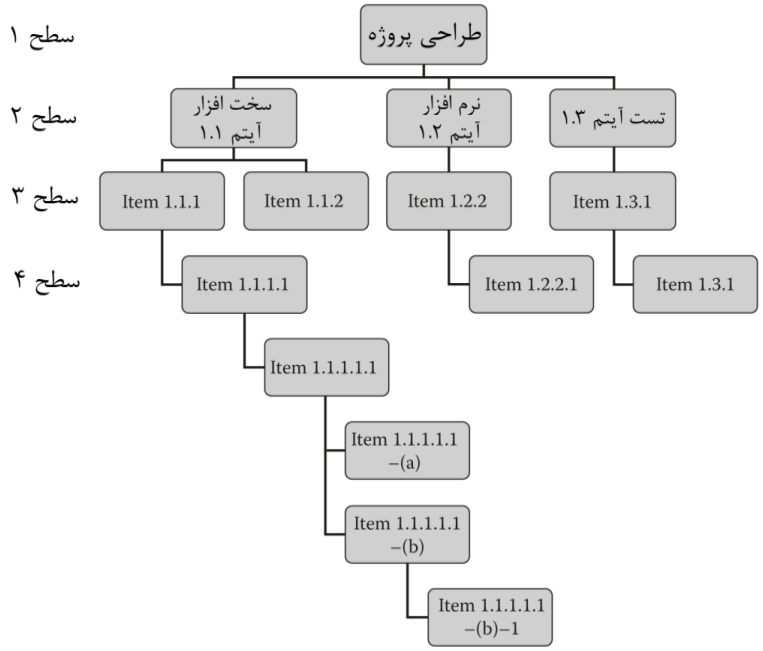
ساختار سازمانی پروژه چارچوبی را برای اجرای پروژه در سراسر واحدهای عملیاتی یک سازمان فراهم می‌کند. ساختار سازمانی پروژه، ترکیب عملگرها را از طریق همکاری و تعامل تسهیل می‌کند. ساختارهای سازمانی پروژه برای دستیابی به تلاش‌های هماهنگ وکارکردی برای انجام وظایف سازمانی استفاده می‌شود.

در اینجا سه نوع پایه از ساختار سازمانی برای پروژه‌ها آورده شده است.

۱. ساختار و سازمانی وظیفه ای
۲. ساختار سازمانی پروژه محور
۳. ساختار سازمانی ماتریسی

با این حال، برخی از سازگارهای تخصصی یا سفارشی این سه ساختار در عمل برای پروژه‌هایی با موقعیت ویژه استفاده می‌شوند. قبل از انتخاب یک ساختار سازمانی، تیم پروژه باید یک ارزیابی از ماهیت کاری که باید انجام شود و الزاماتی که مورد نیاز است، همان طور که در WBS موجود است، داشته باشد. ساختار ممکن است به لحاظ

[1] Statement of work



شکل ۳,۵ مثال ساختار WBS برای طراحی یک پروژه

تخصص‌های کاربردی، نزدیکی دپارتمان، مرزهای مدیریت استاندارد، روابط عملیاتی و یا الزامات محصول تعریف شود.

ساختارهای سازمانی رسمی سنتی

بسیاری از سازمان‌ها از ساختارهای سازمانی سنتی رسمی یا کلاسیک، که روابط سلسله مراتبی بین افراد یا تیم‌ها را جداگانه نشان می‌دهد، استفاده می‌کنند. ساختارهای سازمانی رسمی سنتی در خدمات رسانی به شرکت‌ها موثرند زیرا گروه‌ها با مسئولیت‌های کاربردی مشابه در یک سطح از ساختار دسته بندی شده‌اند. ساختار سازمانی رسمی، ساختار متعارف و رسمی یک ناحیه وظیفه‌ای را نشان می‌دهد. ساختار سازمانی غیررسمی، از سویی دیگر، زمانی توسعه می‌یابد که مردم خودشان را از راهی غیررسمی برای دست یابی به هدف یک پروژه سازمان‌دهی کنند. ساختار سازمانی غیررسمی، اغلب بسیار ظریف بوده و هر کسی از وجود آن در سازمان آگاه نیست. هر دو سازمان رسمی و غیررسمی در هر پروژه وجود دارد و ویژگی‌های مثبت ساختارهای رسمی سازمانی سنتی شامل موارد زیر است:

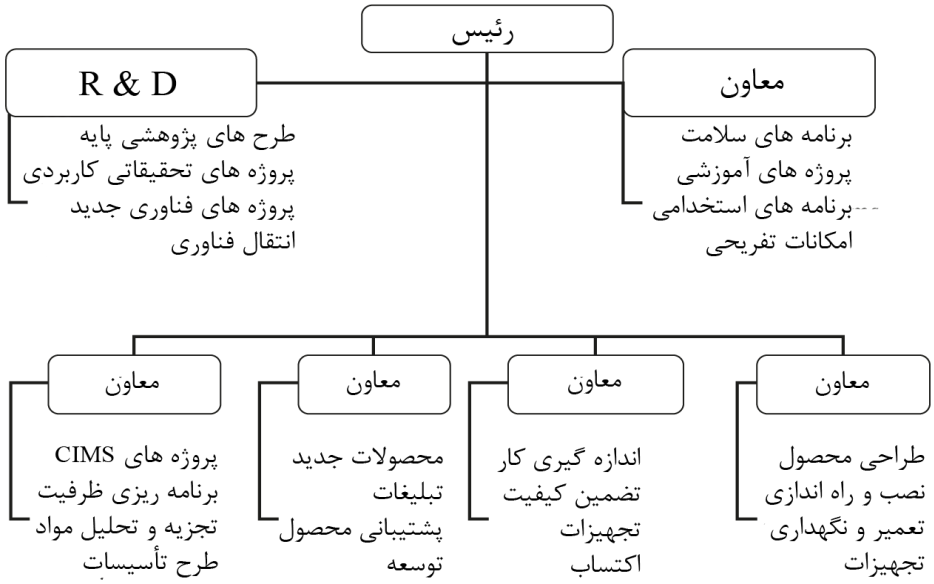
- در دسترس بودن نیروی انسانی گسترده
- خط فنی قابل شناسایی کنترل
- گروه بندی متخصصین برای به اشتراک گذاری دانش فنی
- خط جمعی مسئولیت
- امکان اختصاص پرسنل به انواع پروژه‌های متعدد
- سلسله مراتب روشن برای نظارت
- تداوم و ثبات نظم کاری
- امکان برای ایجاد سیاست دپارتمان، روش‌ها و مأموریت‌ها

با این حال ساختار رسمی سنتی دارای برخی از کاستی‌هایی است که به شرح زیر می‌باشد:

- هیچ فردی به طور مستقیم مسئول کل پروژه نیست
- سر راه برنامه‌ریزی پروژه محور ممکن است مانع قرار گیرد
- ممکن است خط روشنی برای گزارش از سطوح پایین به بالا وجود نداشته باشد
- هماهنگی پیچیده است
- سطح بالاتری از همکاری بین سطوح مجاور مورد نیاز است.
- قوی‌ترین گروه اجرایی ممکن است به اشتباه ادعای ریاست پروژه را بکند.

سازمان با ساختار وظیفه‌ای

رایج‌ترین توع از سازمان رسمی به عنوان سازمان وظیفه‌ای شناخته می‌شود که در آن مردم در گروه‌هایی با وظایف خاص سازمان دهی شده‌اند. این ساختار نیاز برای زمینه‌های تخصصی مسئولیت‌ها را از جمله بازاریابی، امور مالی، حسابداری، مهندسی، تولید، طراحی و اداری برجسته می‌کند. در یک سازمان وظیفه ای، پرسنل به وسیله وظایف کاری گروه بندی شده‌اند. در حالی که ادغامات سازمان معمولاً مورد خواست شرکت‌ها می‌باشد، هنوز هم نیاز به تمایز در خدمات وجود دارد و این به تمایز بین واحدهای کسب و کار و مسئولیت‌های وظیفه‌ای کمک می‌کند. بسته به توع واندازه فعالیت‌های کمکی کششیر، چندین واحد وظیفه‌ای حمایتی می‌تواند برای یک پروژه توسعه یابد.



شکل ۳,٦ ساختار وظیفه‌ای سازمانی

پروژه‌هایی که در امتداد خطوط وظیفه‌ای سازمان یافته‌اند که به طور معمول در یک دپارتمان خاص یا ناحیه تخصصی مستقر هستند. دفتر اصلی پروژه یا دفتر مرکزی در دپارتمان وظیفه‌ای سازمان یافته‌اند. شکل ۳,۶ مثال‌هایی از پروژه را نشان داد که در ساختار وظیفه‌ای سازمان یافته‌اند. مزایای ساختار سازمانی وظیفه‌ای در زیر آورده شده است:

- بهبود پاسخگویی
- پرسنل در یک ساختار زنجیره مشخص فرماندهی را دارند. (نظارت)
- خطوط کنترل عینی
- پرسنل پروژه‌ها را تنها در مرزها و حدود اختیارات مشخص وظیفه انجام می‌دهند.
- انعطاف پذیری در استفاده از نیروی انسانی
- ارتقاء و همکاری نیروهای فنی
- بهبود بهره وری پرسنل با مهارت ویژه
- پتانسیل ترقی و پیشرفت کارکنان در طول مسیر
- قابلیت دفتر مرکزی برای خدمت رسانی به عنوان پناهگاهی برای حل مشکلات پروژه

معایب یک ساختار سازمانی کاربردی نیز شامل موارد زیر می‌شود:

- تقسیم بالقوه توجه بین اهداف پروژه و عملکردهای معمول
- تعارض و تضاد در میان اهداف پروژه و عملکردهای معمول
- هماهنگی ضعیف مسئولیت‌ها در پروژه‌های مشابه
- نگرش‌های غیرقابل پذیرش در دپارتمان قائم مقام
- لایه‌های متعدد مدیریت
- عدم تلاش متمرکز

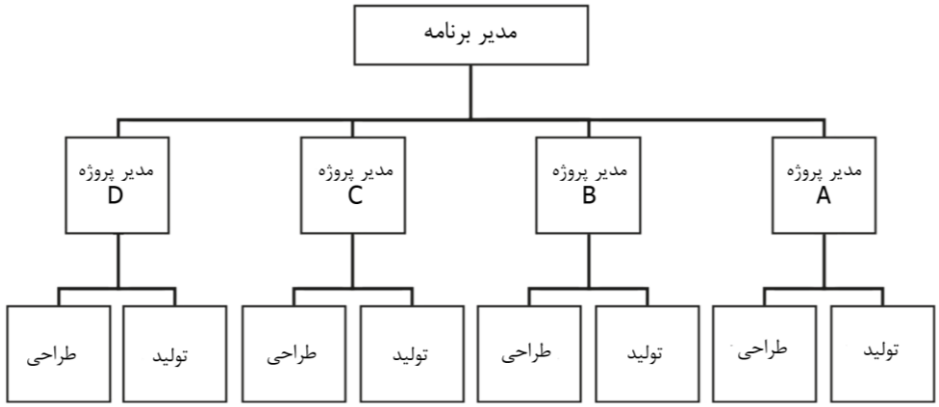
سازمان با ساختار پروژه ای

یکی دیگر از رویکردهای سازمان دهی یک پروژه استفاده از محصول نهایی و یا هدف پروژه به عنوان عامل تعیین کننده برای ساختار پرسنل است. این به عنوان ساختار پروژه‌ای شناخته شده است، اما اغلب به عنوان سازمان پروژه‌ای یا سازمان کالایی از آن یاد می‌شود که به موجب آن پروژه حول یک محصول خاص سازمان دهی می‌شود (به عنوان مثال: قابل تحویل بودن پروژه، هدف). پروژه به عنوان یک نهاد منحصر به فرد در سازمان مادر تعیین شده است. آن به خودی خود دارای کارکنان فنی و اداره اختصاصی می‌باشد. آن به بقیه سیستم از طریق گزارش پیشرفت، سیاست‌های سازمانی، روش‌ها و بودجه مرتبط می‌شود. روابط میان پروژه‌های محصول سازمان یافته و سایر عناصر سازمان ممکن است بسته به سازمان سخت یا و آزاد باشد. نمونه‌ای از سازمان پروژه‌ای خالص در شکل ۳,۷ نشان داده شده است. پروژه‌های A و B و C و D در شکل به طور مستقیم محصولات نوع A و B و C و D را نشان می‌دهد. ساختار سازمانی پروژه محور برای دو دسته از شرکت‌ها مناسب می‌باشد:

۱. شرکت‌هایی که از مدیریت پروژه به عنوان فلسفه عملیاتشان استفاده می‌کنند.
۲. شرکت‌هایی که بیشتر درآمدشان ناشی از انجام پروژه‌ها برای گرفتن دستمزد است.

چنین سازمان‌هایی به طور معمول سیستم‌های وظیفه‌ای در محل برای نظارت، پیگیری و کنترل پروژه‌ها دارند. برای این شرکت‌ها، کارکنان اغلب مشخص شده‌اند. سازمان پروژه محور در صنایعی که خطوط تولید مختلفی دارند رایج است. بر خلاف سازمان وظیفه ای، سازمان پروژه محور معتقد به عدم تمرکز در وظایف است که باعث ایجاد مهارت‌های ویژه در اطراف و

پیرامون پروژه داده شده یا محصول می‌گردد. گاهی اوقات به عنوان یک تیم، نیروی کار و گروه کالا یک سازمان پروژه محور در سازمان‌های عمومی، تحقیقی و تولیدی مشترک‌اند به ویژه که در آنها گروه‌هایی معین و سازمان یافته برای انجام وظایف خاص اختصاص داده شده‌اند. مزیت اصلی سازمان محصول (پروژه) این است که به افراد پروژه احساس تعهد و شناسایی (تشخیص) با یک هدف خاص را می‌دهد.



شکل ۳,۷ ساختار سازمانی پروژه ای

نقطه ضعف‌های ممکن سازمان‌های پروژه محور الزامی است که در آن گروه‌های کالا باید میزان کافی بودجه برای اجرا به صورت مستقل را داشته باشند.گروه کالا ممکن است به عنوان واحدی تک کاره نیز دیده شود که از یک محصول خاص تشکیل شده است. پرسنل کشیر در پروژه به مأموریت‌های خاص در دست اختصاص یافته می‌شوند. در پایان مأموریت (به عنوان مثال، فاز خروجی محصول)، پرسنل ممکن است به پروژه‌های دیگر اختصاص داده شوند. سازمان مبتنی بر محصول می‌تواند بیشترین تنوع و انعطاف پذیری در گروه بندی افراد شرکت کننده در پروژه را تسهیل کند. برخی از مزایا به شرح زیر آمده است:

- سادگی ساختار
- وحدت هدف پروژه
- مشخص نمودن محل شکست پروژه
- خطوط ارتباطی متمرکز و متراکم

- اقتدار کامل مدیر پروژه
- تصمیم گیری‌های سریع به دلیل وجود قدرت مرکزی
- توسعه مهارت با توجه به تخصص پروژه
- انگیزه، تعهد، تمرکز بهبود یافته
- انعطاف پذیر در تعیین زمان، هزینه، انجام مبادلات
- اعضای تیم پروژه به صورت مستقیم تنها به یک مدیر یا رئیس پروژه گزارش می‌دهند.
- توانایی افراد برای دست یابی و حفظ تخصص در پروژه داده شده.

معایب سازمان مبتنی بر محصول عبارت‌اند از:

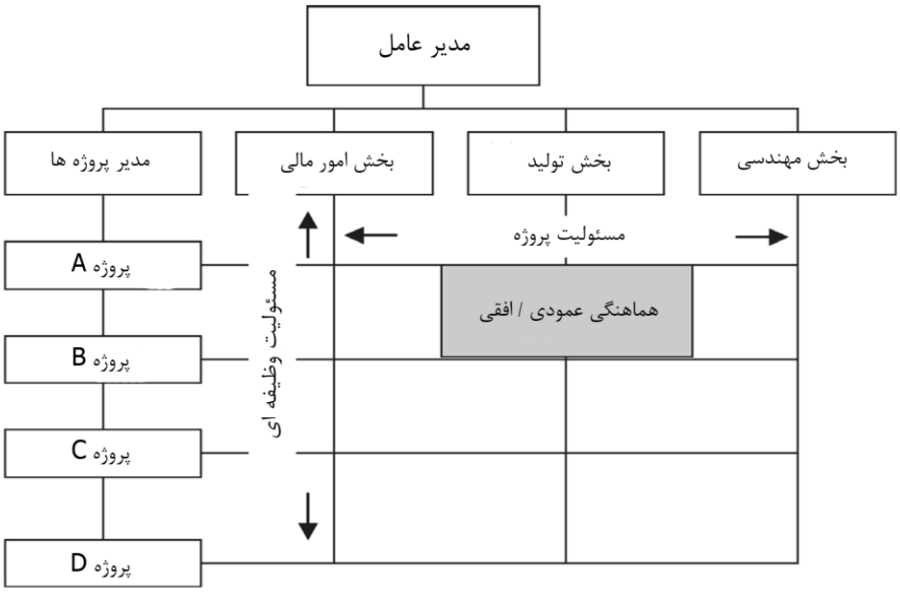
- دید محدود بر روی قسمتی از پرسنل پروژه (مغایر با دید سازمانی جهانی)
- تخصص کاربردی مشترک در پروژه‌های چند گانه تکرار شده است (یا کپی شده است)
- تخصیص انحصاری مشترک منابع (یک کارگر برای یک پروژه)
- تکرار تلاش‌ها بر روی پروژه‌های متفاوت اما مشترک
- انحصار منابع سازمانی
- اعضای تیم پروژه ممکن است درباره‌ی حیات بعد از پروژه نگرانی داشته باشند
- کاهش تنوع مهارتی

دیگر عیب سازمان مبتنی بر محصول سختگیری سرپرست‌ها در ارزیابی رقابت تکنیکی اعضای یک تیم خاص است. از آنجایی که مدیران ممکن است پرسنل عملیاتی را در میادینی که برای آنها نا آشناست سرپرستی کنند، توانایی تکنیکی در ارزیابی برای آنها مشکل است. برای مثال، یک مدیر پروژه در یک ساختار پروژه محور ممکن است پرسنل را در حسابداری، مهندسی، طراحی، ساخت و ساز، فروش، بازاریابی و ... سرپرستی کند. بسیاری از سازمان‌های عمده دچار این مشکل‌اند.

ساختار سازمانی ماتریسی

ساختار سازمانی ماتریسی مخلوطی از سازمان‌های پروژه محور و عملیاتی است. مرسوم است که از این نوع ساختار سازمانی در تجارت و صنعت استفاده کنند. این زمانی استفاده می‌شود که مسئولیت پذیری و پاسخ گویی مدیریتی چندگانه برای یک پروژه موجود باشد. این ساختار

مزایای ساختار سنتی و ساختار سازمانی مبتنی بر محصول را در خود دارد. آرایش ترکیبی ساختار ماتریسی باعث تسریع در استفاده حداکثری منابع و عملکرد افزایشی با محدودیت‌های زمان، هزینه و عملکرد می‌شود. معمولاً دو زنجیره دستوری شامل خطوط گزارشی عمودی و افقی می‌شود. خط افقی مربوط به خط عملیاتی مسئولیت می‌شود در صورتی که خط عمودی با خط پروژه‌ای مسئولیت در ارتباط است. یک مثال از ساختار ماتریسی در شکل ۳,۸ نشان داده شده است.



شکل ۳,۸ ساختار سازمانی ماتریسی

پرسنل در طول خطوط عمودی گزارش‌گیری بصورت افقی برای کار کردن در پروژه‌ی ماتریسی همدیگر را قطع می‌کنند. ساختار ماتریسی قوی به ساختاری گفته می‌شود که به صورت نزدیک با ساختار سازمانی پروژه محور همتراز باشد، ساختار ماتریسی ضعیف است اگر به طور نزدیکی به ساختار عملیاتی نزدیک باشد. یک ساختار ماتریسی متوازن ساختارهای پروژه محور و عملیاتی را بطور برابر با یکدیگر ترکیب می‌کند.

مزایای سازمان ماتریسی شامل موارد زیر می‌شود:

- تقابل تیمی مطلوب

- تحکیم اهداف
- جریان چند جانبه اطلاعات
- حرکت جانبی برای پیشرفت کار
- اشخاص فرصتی برای کار کردن در گستره‌ی وسیعی از پروژه‌ها دارند
- به اشتراک گذاری و استفاده‌ی بهینه از منابع
- هزینه کاهش یافته پروژه به دلیل به اشتراک گذاری پرسنل
- پیوستگی عملکردها بعد از تکمیل پروژه
- تحریک تقابلات با تیم‌های عملیاتی دیگر
- مسابقه خطوط عملیاتی برای حمایت از تلاش‌های پروژه
- هر شخص یک دفتر کار مخصوص بخود بعد از تکمیل پروژه دارد
- پایه اطلاعات شرکت به طور مساوی برای تمام پروژه‌ها در دسترس است.

بعضی از معایب سازمان ماتریسی در زیر خلاصه شده است:

- زمان پاسخگویی ماتریسی ممکن است برای پروژه‌های با آهنگ سریع، آهسته باشد.
- هر سازمان پروژه به صورت مستقل عمل می‌کند
- هزینه بیش از حد به دلیل خطوط دستوری اضافی
- تضاد بالقوه اولویت‌های پروژه
- مشکلات موجود در مورد داشتن روسای چند گانه
- پیچیدگی ساختار

به طور سنتی پروژه‌های صنعتی بصورت اجرای عملیاتی پیوسته مانند R&D مهندسی، ساخت و ساز و بازاریابی اجرا می‌شوند. در هر مرحله، مشخصات یکتا و الگوهای کاری ممکن است بدون در نظر گرفتن فازهای پیشین و پسین استفاده شود. نتیجه این است که محصول نهایی ممکن است خصوصیت در نظر گرفته شده اصلی را در بر نداشته باشد. برای مثال، اولین پروژه در یک مجموعه ممکن است شامل تولید یک مؤلفه باشد در صورتی که پروژه‌های بعدی ممکن است شامل سایر مؤلفه‌ها نیز شود. محصول ترکیبی ممکن است عملکرد مطلوب را در بر نگیرد زیرا مؤلفه‌ها از یک نقطه نظر واحد تولید و طراحی نشده‌اند. درخواست اصلی

سازمان ماتریسی این است که تلاش دارد که همکاری میان گروهی در سازمان را فراهم آورد. جدول ۳,۲ سطوح مسئولیت‌ها و ویژگی‌های پروژه را تحت ساختارهای سازمانی متفاوت خلاصه کرده است. در یک ساختار پروژه محور مدیر پروژه از داشتن قدرتی زیاد تا تقریباً مطلق برای اختیارات پروژه و دسترسی منابع لذت می‌برد. در حالی که او (مدیر) قدرت کمی در اختیارات پروژه و دسترسی به منابع در ساختار عملیاتی دارد.

جدول ۳,۲ سطوح ویژگی‌های پروژه تحت ساختارهای سازمانی متفاوت

ویژگی‌های پروژه	ساختارهای سازمانی				
	وظیفه ای	**ماتریسی ضعیف**	**ماتریسی متعادل**	**ماتریسی قوی**	**پروژه ای**
اختیارات مدیر پروژه	کم	محدود شده	کم تا متوسط	متوسط تا زیاد	زیاد
دسترسی به منابع	کم	محدود شده	کم تا متوسط	متوسط تا زیاد	زیاد
کنترل بودجه پروژه	مدیر عملیاتی	مدیر عملیاتی	ترکیبی	مدیر پروژه	مدیر پروژه
نقش مدیر پروژه	پاره وقت	پاره وقت	پاره وقت	تمام وقت	تمام وقت
کارکنان مدیریت پروژه	پاره وقت	پاره وقت	پاره وقت	تمام وقت	تمام وقت

مولفه‌های یک طرح پروژه

یک برنامه پروژه ارائه دهنده یک نقشه راه برای اجرا کردن یک پروژه است و این شامل طرح کلی اقدامات مجموعه می‌شود که برای تکمیل اهداف پروژه مورد نیاز هستند. برنامه‌ریزی پروژه چگونگی شروع یک پروژه و انجام اهدافش را مشخص می‌کند. این ممکن است یک بیان ساده از هدف پروژه باشد یا ممکن است یک مجموعه‌ای جزئی از فرآیندهایی باشد که باید در طی چرخه حیات پروژه دنبال شوند. در یک برنامه پروژه تمام نقش‌ها و مسئولیت‌ها باید به طور واضحی تعریف شده باشد. یک برنامه پروژه نمودار میله‌ای یا نمودار گانت نیست. مدیر پروژه باید آنقدر خبره باشد که دانش تمام مؤلفه‌های یک برنامه پروژه را داشته باشد. مؤلفه‌های معمول یک برنامه پروژه دقیق شامل موارد زیر است:

- برنامه ریزی محدوده
- تعریف محدوده
- WBS
- تعریف فعالیت
- توالی فعالیت
- تخمین منبع فعالیت
- تخمین مدت فعالیت
- توسعه برنامه زمانی
- تخمین هزینه
- بودجه بندی هزینه
- برنامه کیفیت
- برنامه نیروی انسانی
- برنامه ارتباطات
- برنامه مدیریت ریسک
- شناسایی ریسک
- آنالیز کمی و کیفی ریسک
- برنامه ریزی پاسخ گویی به ریسک
- احتمالات
- برنامه خرید
- برنامه اکتساب
- برنامه قرارداد

رویکرد سیستم‌های یکپارچه نسبت به پروژه‌های گام به گام

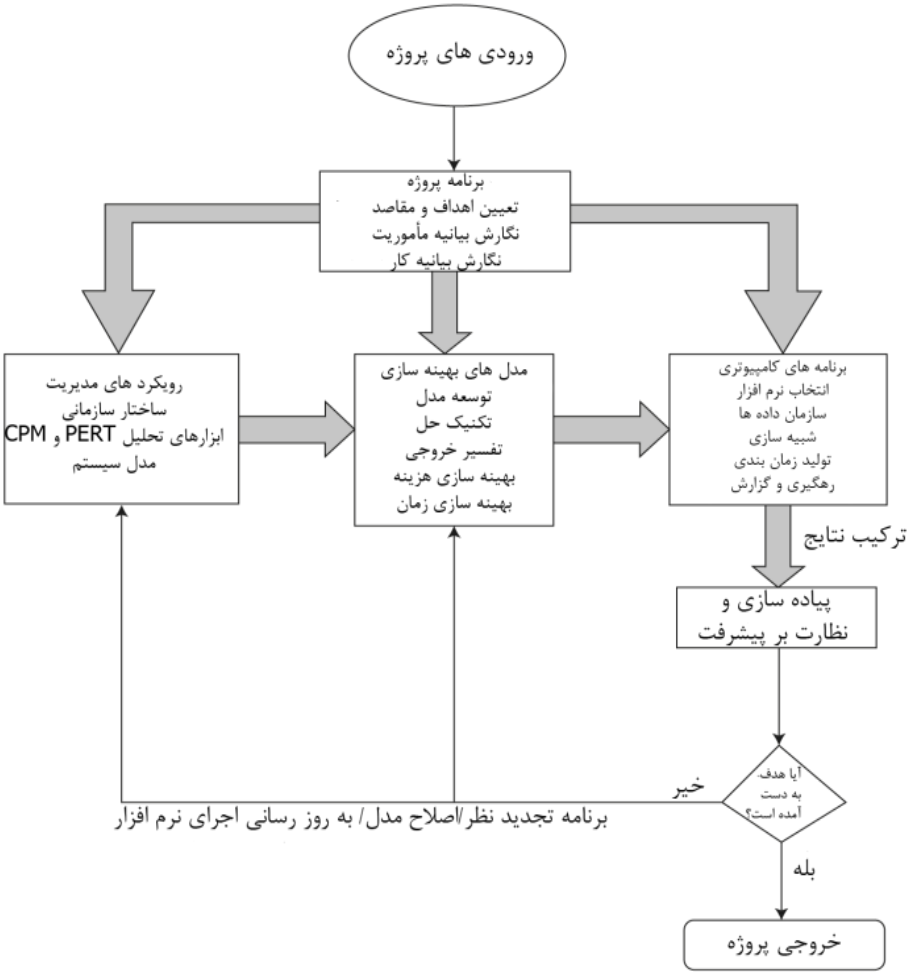
ابزار مدیریت پروژه برای پروژه‌های گام به گام می‌تواند در سه شاخه‌ای که بصورت زیر توصیف شده است، طبقه بندی شود:

۱. *ابزار کیفی*: اینها ابزار مدیریتی هستند که در فرآیندهای سازمانی و فردی که برای مدیریت پروژه الزامی هستند، کمک می‌کنند.
۲. *ابزار کمی*: اینها تکنیک‌های تحلیلی هستند که در جنبه‌های محاسباتی مدیریت پروژه کمک می‌کنند.
۳. *ابزار رایانه ای*: اینها ابزار سخت افزاری و نرم افزاری رایانه‌ای‌اند که فرآیند برنامه ریزی، سازماندهی، برنامه زمانی و کنترل کردن یک پروژه را تسهیل می‌کنند. ابزار نرم افزاری می‌توانند هم در آنالیزهای کمی و هم کیفی مورد نیاز برای مدیریت پروژه کمک کنند.

الزامات مدیریت پروژه

اغلب گفته می‌شود که "هنری فورد[1]" اتوموبیل مدل T خود را به مشتریان با انتخاب یک گزینه پیشنهاد کرد: "هر رنگی که می‌خواهند می‌توانند بخرند تا آنجایی که این رنگ مشکی باشد". اما حقیقت این است که فورد در ابتدا سه رنگ را در سال‌های ۱۹۰۸ تا ۱۹۱۴ ارائه کرد: سبز، قرمز روشن، خاکستری. اما زمانی که تکنولوژی تولیدش به مرحله تولید انبوه در خط منتاژ رسید، فرآیند جدیدی برای رنگ آمیزی خشک شونده سریع لازم بود و فقط یک رنگ نقاشی مشکی خاص دارای این الزامات بود. بنابراین در نتیجه‌ی ظهور خطوط تولید انبوه با سرعت زیاد، فورد محدود به انتخاب رنگ مشکی شد. این باعث گفتن جمله‌ی مشهور او شد. دوره‌ی تنها رنگ مشکی شامل دوره‌ای از ۱۹۱۴ تا ۱۹۲۵ بود تا زمانی که پیشرفت‌های رنگ آمیزی بعدی این را ممکن کرد که انتخاب‌های رنگ بیشتری داشته باشند. این نمایانگر یک مثال کلاسیک از چگونگی اعمال محدودیت‌های تکنولوژی بر روی اجرای الزامات پروژه بود.در مدیریت پروژه نفت و گاز یک سازمان باید با انتخاب‌های عملیاتی همانگونه که در فلوچارت شکل ۳,۹ نشان داده شده است انعطاف پذیر باشد.

[1] Henry Ford



شکل ۳,۹ فلوچارت گام‌های یکپارچه شده مدیریت پروژه

یکپارچگی پروژه

مدیریت یکپارچگی پروژه مشخص می‌کند که چگونه قسمت‌های مختلف یک پروژه برای درست کردن یک پروژه‌ی کامل به یکدیگر متصل می‌شوند. این ناحیه دانش اهمیت اتصال جنبه‌های متعدد یک پروژه در یک مجموعه‌ی یکپارچه را شناسایی می‌کند. این قسمت به اهمیت "با هم بودن" در هر محیط پروژه تاکید می‌کند. ناحیه‌ی مدیریت یکپارچه پروژه شامل فرآیندها و

فعالیت‌های مورد نیاز برای شناسایی، تعریف، ترکیب کردن، واحد کردن و هماهنگ کردن فرآیندهای متفاوت و فعالیت‌های پروژه می‌شود. مفاهیم سنتی آنالیز سیستم‌ها برای فرآیندهای پروژه اجرایی است. تعریف یک سیستم پروژه و مؤلفه‌هایش به مجموعه‌ای از عناصر یکپارچه سازمان یافته به منظور رسیدن به یک هدف معمول گفته می‌شود. عناصر به منظور همکاری با یکدیگر برای تولید یک نتیجه واحد که بزرگتر از مجموعه جداگانه مؤلفه‌های هر کدام از آن‌هاست، سازمان یافته می‌شوند. آهنگ یکپارچگی پروژه در یک نماد ویژگی مشخص است که این کتاب به منظور مشخص کردن این ناحیه از دانش مدیریت پروژه از آن استفاده کرده است.

در صورتی که نواحی دانش مدیریت پروژه، همانگونه که در قسمت‌های قبلی بحث شد، با هم همپوشانی دارند و می‌توانند در نوبت‌های جایگزین اجرا شوند، این هنوز واضح است که مدیریت یکپارچه پروژه اولین گام از تلاش پروژه است. این به طور خاص مبتنی بر این حقیقت است که بیانیه منشور و محدوده پروژه تحت فرآیند یکپاچگی پروژه توسعه یافته است. به منظور رسیدن به یک اجرای کامل و واحد از یک پروژه هر دوی مهارت‌های کمی و کیفی باید در بازی نقش داشته باشند.

یکپارچگی گام به گام پروژه

مؤلفه‌ی یکپارچگی پیکره‌ی دانش شامل عناصری به شرح زیر است:

گام اول: توسعه منشور پروژه

گام دوم: توسعه مقدماتی محدوده پروژه

گام شوم: توسعه برنامه مدیریت پروژه

گام چهارم: جهت دهی و مدیریت اجرایی پروژه

گام پنجم: نظارت و کنترل بر کار پروژه

گام شش: اجرای کنترل تغییر یکپارچه

گام هفت: اتمام پروژه

هفت عنصر در این دیاگرام بلوکی شکل در مقابل گروه‌های فرآیندی که زودتر ارائه شده بودند اجرا می‌شوند. روی هم قرار دادن عناصر و گروه‌های فرآیندی در جدول ۳,۳ نشان داده شده است.

به علت ورودی‌ها، ابزار، تکنیک‌ها و خروجی‌های PMBOK استاندارد، تیم پروژه آیتم‌های درونی مورد نظر برای گام‌های ارائه شده در این قسمت را ارائه خواهد کرد. این آیتم‌های درونی (درون سازمانی) در زیر خلاصه شده‌اند.

ورودی‌ها: سایر فاکتورهای درونی (عرف) مرتبط و مورد نظر

ابزار و تکنیک‌ها: سایر ابزارها و تکنیک‌های درونی (عرفی)

خروجی‌ها: سایر خروجی‌ها، گزارشات و ارجاعات درونی داده‌های مورد نظر به سازمان

جدول ۳,۳ اجرای یکپارچگی عناصر پروژه در گروه‌های فرآیندی

	آغازین	برنامه ریزی	اجرا	نظارت و کنترل	خاتمه
یکپارچگی پروژه	۱. توسعه منشور پروژه ۲. توسعه مقدماتی محدوده پروژه	۳. توسعه برنامه مدیریت پروژه	۴. هدایت و مدیریت اجرای پروژه	۵. نظارت و کنترل کار پروژه ۶. کنترل تغییر یکپارچه	۷. خاتمه پروژه

جدول ۳,۴، آیتم‌های ورودی به خروجی برای توسعه منشور پروژه را نشان می‌دهد. این فرمت (جدول مانند) برای شناسایی اینکه تحلیلگر پروژه چه چیزی را برای انجام یا استفاده برای هر گام از فرآیندهای مدیریت پروژه نیاز دارد، پرکاربرد است. جداول ۳,۵ تا ۳,۱۰ نمایانگر راه‌های ورودی به خروجی برای سایر گام‌ها تحت مدیریت یکپارچه است.

گام اول: توسعه منشور پروژه

منشور پروزه به طور معمول یک پروژه را تصویب می‌کند. این سندی است که قدرت مدیر پروژه را فراهم می‌کند و معمولاً به وسیله آغازگر و اسپانسر خارجی سازمان پروژه مشخص می‌شود. هدف یک منشور تعریف سطح بالایی از این است که پروژه می‌خواهد به چه هدفی برسد، چه منابعی مورد نیاز است، چه منابعی در دسترس است و چگونه پروژه توجیه شده است. این منشور همچنین ارائه دهنده یک تعهد سازمانی برای مشخص کردن زمان و منابع لازم برای پروژه است. منشور باید بین تمام ذینفعان به عنوان قسمتی از الزام ارتباط برای پروژه به اشتراک گذاشته شود. همکاری ذینفعان نه تنها در پروژه ثبت می‌شود بلکه همچنین ضمانتی فردی برای حمایت از پروژه را به همراه دارد.

جدول ۳,٤ ابزارها و تکنیک‌ها برای توسعه منشور پروژه در یکپارچه سازی مدیریت

گام ۱: توسعه منشور پروژه		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
قرارداد پروژه در صورت وجود بیانیه پروژه کار عوامل محیطی شرکت دارایی‌های فرآیندی سازمان دیگر عوامل درونی سازمان مرتبط و مورد علاقه سازمان	روش‌های انتخاب پروژه فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) متدولوژی مدیریت پروژه سیستم اطلاعات مدیریت پروژه نظر خبرگان کارت امتیاز به توازن نمودارهای کنترل فرآیند سایر ابزارها و تکنیک‌ها	منشور پروژه دیگر خروجی‌ها، گزارش‌ها و استنتاج داده‌های مورد علاقه برای سازمان

شکل ۳,۵ ابزارها و تکنیک‌ها برای توسعه مقدماتی بیانیه محدوده پروژه در یکپارچه سازی مدیریت

گام ۲: توسعه مقدماتی بیانیه محدوده پروژه		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
قرارداد پروژه در صورت وجود بیانیه پروژه کار عوامل محیطی شرکت دارایی‌های فرآیندی سازمان دیگر عوامل درونی سازمان مرتبط و مورد علاقه سازمان	روش‌های انتخاب پروژه سیستم اطلاعات مدیریت پروژه نظر خبرگان قابلیت ادغام مدل بلوغ CMMJ زنجیره بحرانی نمودارهای کنترل فرآیند سایر ابزارها و تکنیک‌ها	بیانیه مقدماتی محدوده پروژه دیگر خروجی‌ها، گزارش‌ها و استنتاج داده‌های مورد علاقه برای سازمان

جدول ۳,٦ ابزارها و تکنیک‌ها برای توسعه برنامه مدیریت پروژه در یکپارچه سازی مدیریت

گام ۳: توسعه برنامه مدیریت پروژه		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
بیانیه مقدماتی محدوده پروژه فرآیندهای مدیریت پروژه عوامل محیطی شرکت دارایی‌های فرآیندی سازمان دیگر عوامل درونی سازمان مرتبط و مورد علاقه سازمان	متدولوژی مدیریت پروژه سیستم اطلاعاتی مدیریت پروژه نظر خبرگان	برنامه مدیریت پروژه

جدول ۳,۷ ابزارها و تکنیک‌های مدیریت اجرای پروژه در یکپارچه سازی مدیریت

گام ۴: هدایت و مدیریت اجرای پروژه		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
برنامه مدیریت پروژه اقدامات اصلاحی مورد تایید اقدامات پیشگیرانه مورد تایید درخواست تغییر مورد تایید ترمیم نقص مورد تایید ترمیم نقص معتبر روند خاتمه اجرایی دیگر عوامل درونی سازمان مرتبط و مورد علاقه سازمان	متدولوژی مدیریت پروژه سیستم اطلاعاتی مدیریت پروژه نمودار جریان فرآیند سایر ابزارها و تکنیک‌ها	تحویل شدنی‌ها پروژه تغییرات درخواست شده درخواست تغییرات اجرا شده اقدامات اصلاحی اجرا شده اقدامات پیشگیرانه اجرا شده ترمیم نقص اجرا شده اطلاعات عملکرد کار دیگر خروجی‌ها و گزارش‌ها و استنتاج داده‌های مورد علاقه برای سازمان

جدول ۳,۸ ابزارها و تکنیک‌ها برای نظارت و کنترل کار پروژه در یکپارچه سازی مدیریت

گام ۵: نظارت و کنترل کار پروژه		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
برنامه مدیریت پروژه اطلاعات وظیفه‌ای کار درخواست‌های تغییر رد شده دیگر عوامل درونی سازمان مرتبط و مورد علاقه سازمان	متدولوژی مدیریت پروژه سیستم اطلاعاتی مدیریت پروژه مدیریت ارزش کسب شده نظر خبرگان سایر ابزارها و تکنیک‌ها	اقدامات اصلاحی توصیه شده اقدامات پیشگیرانه توصیه شده تخمین‌ها ترمیم نقص توصیه شده تغییرات درخواست شده دیگر خروجی‌ها و گزارش‌ها و استنتاج داده‌های مورد علاقه برای سازمان

جدول ۳,۹ ابزارها و تکنیک‌ها برای کنترل تغییر یکپارچه در مدیریت یکپارچگی

گام ۶: انجام کنترل تغییر یکپارچه		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
برنامه مدیریت پروژه تغییرات درخواست شده اطلاعات وظیفه‌ای کار اقدامات پیشگیرانه توصیه شده اقدامات اصلاحی توصیه شده تحویل شدنی‌ها دیگر عوامل درونی سازمان	متدولوژی مدیریت پروژه سیستم اطلاعاتی مدیریت پروژه نظر خبرگان سایر ابزارها و تکنیک‌ها	درخواست‌های تغییر رد شده درخواست‌های تغییر تایید شده به روز رسانی برنامه مدیریت پروژه به روز رسانی بیانیه محدوده پروژه اقدامات اصلاحی تایید شده اقدامات پیشگیرانه تایید شده ترمیم نقص تایید شده ترمیم نقص معتبر تحویل شدنی‌ها دیگر خروجی‌ها و گزارش‌ها و استنتاج داده‌های مورد علاقه برای سازمان

جدول ۳,۱۰ ابزارها و تکنیک‌ها برای خاتمه پروژه در یکپارچه سازی مدیریت

گام ۷: بستن پروژه		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
برنامه مدیریت پروژه	متدولوژی مدیریت پروژه	روند اجرایی خاتمه
اسناد و مدارک قرارداد	سیستم اطلاعاتی مدیریت پروژه	روند خاتمه قرارداد
اطلاعات وظیفه‌ای کار	نظر خبرگان	محصول نهایی/ خدمات و یا نتیجه
عوامل محیطی شرکت	سایر ابزارها و تکنبک‌ها	به روز رسانی در دارایی‌های فرآیند سازمانی
دارایی‌های فرآیندی سازمانی		دیگر خروجی‌ها و گزارش‌ها و استنتاج
تحویل شدنی‌ها		داده‌های مورد علاقه برای سازمان
دیگر عوامل درونی سازمان		

پروژه‌ها اغلب به وسیله یک تشکیلات اقتصادی، آژانس دولتی، شرکت، سازمان برنامه، یا یک سازمان پورتفلیو در قبال یک یا چند تا از فرصت‌های شغلی یا مسائل سازمانی به صورت منشور در می‌آیند:

- تقاضای بازار
- پاسخ به توسعه منظم
- درخواست مشتری
- نیاز کسب و کار
- بهره برداری از پیشرفت تکنولوژی
- الزامات قانونی
- نیاز اجتماعی

نیروی محرک برای یک منشور پروژه، نیاز یک سازمان برای تصمیم گرفتن درباره این است که کدام یک از پروژه‌ها به منظور پاسخ به فرصت‌ها و تهدیدهای عملیاتی تصویب می‌شوند. مطلوب است که یک منشور خلاصه باشد. با توجه به‌اندازه و پیچیدگی یک پروژه، منشور نباید بیش از ۲ یا ۳ صفحه باشد. جایی که جزئیات اضافی نیاز می‌باشد، جزئیات مفصلی می‌تواند به عنوان ضمیمه برای سند پایه‌ای ارائه شوند. هرچه منشور پایه‌ای طولانی‌تر باشد احتمال اینکه هر کس آن را بخواند و جذب محتویاتش شود کمتر می‌شود. بنابراین اختصار و کوتاه بودن ابعاد

برای منشورهای پروژه‌ای خوب مطلوب می‌باشد. منشور باید بـه صـورت خلاصـه هـدف پـروژه، شرکت کنندگان و دید کلی برای پروژه را بنا کند.

منشور پروژه به عنوان پایه‌ای برای توسعه برنامه‌های پروژه استفاده می‌شود. در صـورتی کـه یک منشور در آغاز یک پروژه توسعه می‌یابد ولی باید همیشه منعطف باشد و درون حیـات یـک پروژه بازبینی و به روز رسانی شود. مؤلفه‌های منشور پروژه به شرح زیر است:

- دید کلی پروژه
- تنفیذ مدیر پروژه و سطح قدرت
- الزامات پروژه
- نیازهای کسب و کار
- مقصود، توجیح و اهداف پروژه
- بیانیه موثر
- محدودیت‌ها (زمان، هزینه، عملکرد)
- فرضیات
- محدوده پروژه
- شفاف سازی مالی
- رویکرد پروژه (قوانین و فرآیندها)
- سازمان پروژه
- سازمان‌های شرکت کننده و نقش‌های تناسب و سطح مشارکتشان
- خلاصه برنامه زمانی مایلستون
- اثرات ذینفعان
- فرضیات و محدودیت‌ها (سازمانی، محیطی، جانبی)
- برنامه کسب و کار و بازگشت مورد انتظار به نقطه سرمایه گذاری ROR، اگر قابـل اجـرا باشد.
- خلاصه‌ی بودجه

منشور پروژه شامل برنامه پروژه نمی‌شود، اسناد برنامه‌ریزی که ممکن است شامل برنامه زمانی پروژه، برنامه کیفی، برنامه کارکنان، سلسله مراتب ارتباطی، برنامه مالی، و برنامه ریسکی شود باید به صورت جداگانه از منشور آماده و توزیع شود.

- دید کلی پروژه

- دید کلی پروژه یک خلاصه مختصر از کل منشور پروژه فراهم می‌آورد. این ممکن است یک تاریخچه خلاصه از وقایع باشد که به پروژه ختم می‌شود، توضیح اینکه چرا پروژه آغاز شده، توصیف مقصد پروژه و شناسایی صاحب اصلی پروژه.

- اهداف پروژه

- اهداف پروژه اساسی‌ترین دلایل برای اجرای یک پروژه را شناسایی می‌کند. اهداف باید پیشرفت‌هایی را که از پروژه انتظار می‌رود به آن دست یابد و کسانی که از این پیشرفت‌ها نفع خواهد برد را توصیف کند. این قسمت باید توضیح دهد که چه عوامل سودمند متعددی در راستای پروژه به انجام خواهد رسید. قابل ذکر است که رویکرد C سه گانه، به این جزئیات به عنوان یک گام الزامی برای تضمین همکاری نیاز دارد.

- بیانیه موثر

- بیانیه موثر، تاثیری که پروژه ممکن است بر روی کسب و کار، عملیات، برنامه زمانی، سایر پروژه‌ها، تکنولوژی کنونی و کاربردهای موجود داشته باشد را شناسایی می‌کند. در صورتی که این موضوعات فراتر از این پروژه هستند، هر کدام از این آیتم‌ها باید برای عمل بالقوه توسعه یابند.

- محدودیت‌های و فرضیات

- محدودیت‌ها و فرضیات هر مانع اعمال شده بر روی پروژه را همراه با تمام محیط‌های فعلی و آتی که پروژه باید با آن تطبیق داده شود شناسایی می‌کند. این فاکتورها بر روی بسیاری از تصمیمات و استراتژی‌های پروژ] تاثیر خواهد گذاشت. تاثیر بالقوه هر محدودیت یا فرضیه باید مشخص شود.

- محدوده پروژه:
  - محدوده پروژه مرزهای عملیاتی برای پروژه را تعریف می‌کند. مؤلفه‌های محدوده خاص، نواحی یا عملگرهایی هستند که به وسیله پروژه و کاری که انجام خواهد شد تحت تاثیر قرار می‌گیرند. محدوده پروژه باید اینکه چه چیزی در حیطه محدوده پروژه و چه چیزی خارج از این حیطه است را شناسایی کند.
- اهداف پروژه
  - اهداف پروژه مقصود مورد انتظار پروژه و معیاری که باید قبل از اتمام پروژه کامل شود را شناسایی می‌کند.
- خلاصه‌ی مالی
  - خلاصه مالی یک پوششی از هزینه‌ها و سودهای مورد انتظار در راستای اجرای پروژه را فراهم می‌کند. این فاکتورها باید به صورت کامل تری در آنالیز هزینه-فایده پروژه تعریف شود. مسائل مالی پروژه باید در طی حیات پروژه، دوباره پیش‌بینی شود.
- رویکرد پروژه
  - رویکرد پروژه استراتژی کلی برای تکمیل پروژه را تعیین می‌کند و تمام روش‌ها و روندها، مخصوصاً قوانین و فرآیندهایی که در طی پروژه استفاده خواهند شد را توضیح می‌دهند.
- سازمان پروژه
  - سازمان پروژه، نقش‌ها و مسئولیت‌های مورد نیاز برای ایجاد یک ساختار پر معنی و پاسخ گو را شناسایی می‌کند که پروژه را به سمت موفقیت سوق می‌دهد. سازمان پروژه باید مشخص کند چه کسانی نقش‌های تعیین شده را ایفا می‌کنند. حداقل این قسمت باید مشخص کند که چه کسانی نقش صاحب پروژه، مدیر پروژه و تیم هسته‌ای پروژه را ایفا می‌کنند.
- یک صاحب پروژه برای هر پروژه الزامی است
  - این نقش باید به وسیله یک یا چند نفر که متولیان مالی پروژه نسبت به سازمان‌های بزرگتر هستند پر شود. این شخص تاثیر جهانی پروژه را مد نظر

می‌گیرد و به نظر می‌رسد که این پروژه ارزش هزینه ملزم مالی و زمانی را دارد. صاحب پروژه دیدی را برای مشخص کردن منشور و برنامه‌ی ابتدایی پروژه به اشتراک می‌گذارد. چه تغییراتی لازم است، صاحب پروژه این تغییرات و تاثیر آن بر روی منشور و برنامه پروژه را تایید می‌کند. وقتی که تصمیمات پروژه نمی‌تواند در سطح تیمی گرفته شود، صاحب پروژه باید این مسائل را حل کند. صاحب پروژه باید یک نقش فعال در حین پروژه ایفا کن، مخصوصاً این که تضمین کند که منابع مورد نیاز به پروژه رسیده‌اند و در دسترس هستند.

- مدیر پروژه برای هر پروژه الزامی است.

- مدیر پروژه برای شروع، برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل کل تلاش‌های پروژه مسئول است. اعضای تیم پروژه، به مدیر پروژه برای وظایف مربوط به پروژه گزارش می‌دهند و به مدیر پروژه برای تکمیل کار مشخص شده شان جوابگو هستند.

تعریف ورودی‌ها به مرحله ۱:

قرارداد: یک قرارداد توافقی پیمانی بین سازمان اجرا کننده پروژه و سازمان درخواست دهنده پروژه می‌باشد. این به عنوان یک ورودی تلقی می‌شود اگر پروژه برای یک مشتری خارجی انجام شود.

حکم *پروژه کاری* (SOW): این یک توصیف گویا از محصولات یا سرویس‌هایی است که به وسیله پروژه تامین می‌شوند. برای پروژه‌های داخلی این به وسیله اسپانسر یا آغازگر پروژه تامین می‌شود. برای پروژه‌های خارجی، این به وسیله مشتری به عنوان قسمتی از سند پیشنهادی ارائه می‌شود. برای مثال درخواست برای پروپوزال، درخواست برای اطلاعات، درخواست برای پیشنهاد، یا احکام قرارداد ممکن است شامل کاری خاص برای انجام شده باشد. SOW نشان می‌دهد که:

- نیاز کسب و کار مبتنی بر تمرین لازمه، درخواست بازار، پیشرفت تکنولوژی، الزام قانون، احکام و قوانین دولتی، استانداردهای صنعتی، توافقات عمومی و تجاری می‌باشد.
- توصیف محدوده محصول، که الزامات پروژه و ویژگی‌های پروژه یا سرویسی که پروژه دریافت خواهد کرد را مستند سازی می‌کند.

- برنامه استراتژیک، که تضمین می‌کند که پروژه اهداف استراتژیک سازمانی و اعمال تاکتیکی کسب و کار را پشتیبانی می‌کند.

فاکتورهای محیطی بنگاه: این‌ها فاکتورهایی هستند که از محیط کسب و کار سازمان تخطی می‌کند. آنها شامل ساختار سازمان، فرهنگ کسب و کار، استانداردهای دولتی، الزامات صنعتی، استانداردهای کیفی، توافقات تجاری، زیر ساخت‌های فیزیکی، دارایی‌های تکنیکی، اطلاعات اختصاصی، منابع انسانی موجود، مدیریت پرسنل، سیستم قدرت کاری داخلی، پروفایل محیط تجاری، رقابت، الزامات ذینفعان، سطوح تحمل ریسک ذینفع، اجبارات تجاری، دستیابی به داده‌های تخمین زده شده‌ی هزینه‌ی استاندارد شده، ریسک صنعت، انحراف معیارهای تکنولوژی، چرخه‌ی حیات محصول و PMIS می‌شود.

دارایی‌های فرآیندی سازمانی: اینها مربوط به فرآیندهای کسب و کار استفاده شده در یک سازمان می‌باشد. آنها شامل فرآیندهای استاندارد، راهنماها، قوانین، دستورالعمل‌ها، قالب‌های عملیاتی، معیارها برای سفارشی سازی استانداردها برای یک پروژه خاص، ماتریس ارتباطات سازمانی، ماتریس مسئولیت‌پذیری راهنماهای خاتمه یافتن پروژه (به طور مثال: شرط غروب خورشید.) به دستور العمل کنترل‌های مالی، دستورالعمل‌های مدیریت نقص، دستورالعمل‌های کنترل تغییر، دستورالعمل‌های کنترل ریسک، فرآیند برای مشخص کردن اختیارات کاری، فرآیندها برای تأیید اختیارات کاری، مدیریت پایه‌ی دانش همکاری و غیره می‌شود.

تعریف ابزارها و تکنیک‌ها برای مرحله ۱:

روش‌های انتخاب پروژه: این روش‌ها برای مشخص کردن اینکه کدام یک از پروژه‌ها و سازمان‌ها برای اجرا مشخص می‌شوند استفاده می‌شود. روش‌ها می‌توانند از ابتکارات پایه‌ای تا تکنیک‌های تحلیلی بسیار پیچیده، گسترده باشند. بعضی از مسائل روش‌های‌اندازه گیری سود،اندازه گیری رقابتی آنالیز ارزش، ارزیابی مدل‌ها، توزیع سود، رویکردهای سهمیه‌ای سرمایه داری، روش‌های تخصیص بودجه و ابزارهای آنالیز گرافیکی هستند. تکنیک‌های تحلیلی مدل‌های ریاضی هستند که از برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی غیر خطی، برنامه‌ریزی پویا، برنامه‌ریزی عدد صحیح، بهینه سازی چند رفتار و سایر ابزارهای دارای الگوریتم استفاده می‌کند.

روش شناسی مدیریت پروژه: این مجموعه‌ای از گروه‌های فرآیندی مدیریت پروژه، فرآیندهای جانبی و توابع کنترلی وابسته شان را تعریف می‌کند که برای اجرای یک پروژه خاص با یکدیگر ترکیب می‌شوند. روش شناسی هم ممکن است یک استاندارد مدیریتی پروژه را دنبال کند و هم ممکن است دنبال نکند. ممکن است این پذیرش یک قالب اجرایی از پروژه در حال اجرا باشد. این همچنین می‌تواند یک فرآیند بالغ رسمی یا تکنیکی غیر رسمی باشد که هدفش توسعه یک منشور پروژه به صورت موثر است.

PMIS: این یک مجموعه استاندارد شده از ابزارهای مکانیزه شده در دسترس در بین سازمان است و در یک سیستم به هدف حمایت از ایجاد یک منشور پروژه، تسهیل بازخورد هنگامی که منشور اصلاح می‌شود، کنترل تغییرات نسبت به منشور پروژه، یا آزاد سازی سند تصویب شده، گنجانده می‌شود.

نظر خبره: این اغلب به منظور ارزیابی ورودی‌های مورد نیاز برای توسعه‌ی منشور پروژه استفاده می‌شود. نظر خبره از منابعی مانند، پایگاه داده‌های تجربی سازمان، مخزن انبار دانش، تمرینات مدیریت دانش، پروتکل انتقال دانش، واحدهای کسب و کار داخل سازمان، مشاوران، ذینفعان، مشتریان، اسپانسرها، سازمان‌های حرفه ای، مجموعه‌های تکنیکی و گروه‌های صنعتی از اینها به دست می‌آید.

تعریف خروجی مرحله ۱:

منشور پروژه: همانگونه که قبلاً در این فصل تعریف شد، منشور پروژه یک سند رسمی است که به یک پروژه قدرت می‌دهد و این اختیار را برای مدیر پروژه تنفیذ می‌کند و معمولاً به وسیله آغازگر پروژه یا اسپانسر خارج از سازمان پروژه تعیین می‌شود. این به تیم پروژه قدرت می‌دهد اعمال مورد نیاز برای دست یابی به هدف نهایی پروژه را انجام دهند.

مرحله ۲: توسعه بیانیه محدوده اولیه پروژه

محدوده پروژه اینکه چه چیزی لازم به اجراست را تعیین می‌کند. این ویژگی‌ها و مرزهای پروژه و محصولات و سرویس‌های مرتبطش و همچنین روش‌های پذیرش و کنترل محدوده را مشخص می‌کند و محدوده بر اساس اطلاعات بدست آمده بوسیله آغازگر یا اسپانسر پروژه فراهم می‌شود.

بیانیه محدوده شامل موارد زیر است:

- اهداف کوتاه مدت محصول و پروژه
- ویژگی‌های محصول
- الزامات خدمت رسانی
- معیارهای پذیرش پروژه
- محدودیت‌های پروژه
- فرضیات پروژه
- سازمان ابتدایی پروژه
- خطرات ابتدایی تعریف شده
- زمانبندی مایلستون‌ها
- WBS ابتدایی
- ۱۱-تخمین درجه بزرگی هزینه
- ۱۲-الزامات مدیریت تنظیمات پروژه
- ۱۳-الزامات تصویبیه

تعریف ورودی‌ها به مرحله ۲:

ورودی‌ها برای مرحله ۲ مشابه آن چیزی هستند که برای مرحله ۱ تعریف شد که شامل منشور پروژه، SOW، فاکتورهای محیطی و دارایی‌های فرآیند سازمانی می‌باشد.

تعریف ابزار و تکنیک‌ها برای مرحله ۲:

ابزار و تکنیک‌ها برای مرحله ۲ همانند مرحله ۱ است و شامل روش شناسی مدیریت، PMIS و نظر خبره می‌شود.

تعریف خروجی گام ۲: خروجی مرحله ۲، بیانیه محدوده ابتدایی پروژه است که قبلاً تعریف و توضیح داده شد.

گام ۳: توسعه برنامه مدیریت پروژه

یک برنامه مدیریت پروژه شامل تمام اعمال لازم برای تعریف، یکپارچه سازی و مشخص کردن تمام برنامه‌های مکمل و فرعی در داخل یک برنامه سنجیده مدیریت پروژه می‌شود. این تعریف می‌کند که پروژه چگونه انجام، نظارت و کنترل می‌شود و خاتمه می‌یابد.

برنامه مدیریت پروژه از طریق فرآیند کنترل تغییر یکپارچه به روز رسانی و تجدید نظر می‌شود. به علاوه، فرآیند برنامه مدیریت پروژه در حال توسعه مجموعه خروجی‌های فرآیندهای برنامه‌ریزی را مستند سازی کرده و شامل موارد زیر می‌شود:

- فرآیندهای مدیریت پروژه انتخاب شده به وسیله تیم مدیریت پروژه
- سطح اجرای هر فرآیند منتخب
- توصیفات ابزار و تکنیک‌های استفاده شده برای محقق کردن آن فرآیندها
- چگونه فرآیندهای منتخب برای مدیریت پروژه خاص استفاده خواهد شد.
- چگونه کار برای رسیدن به اهداف کوتاه مدت پروژه انجام خواهد شد.
- چگونه تغییرات کنترل و نظارت خواهد شد.
- چگونه مدیریت پروژه اجرا خواهد شد.
- چگونه یکپارچگی خطوط بر مبنای‌اندازه گیری عملکرد بدست خواهد آمد و استفاده خواهد شد
- الزامات و تکنیک‌ها برای ارتباط با ذینفعان
- چرخه حیات پروژه منتخب و برای پروژه‌های چند فازی، فازهای پروژه به کار رفته
- مرورهای مدیریت کلیدی برای محتوا، گستره و برنامه زمانی.

برنامه مدیریت پروژه می‌تواند یک خلاصه یا تابعی یکپارچه از برنامه‌های پروژه فرعی، کمکی و تابعی مرتبط باشد. تمام تلاش‌هایی که انتظار می‌رود به هدف پروژه مرتبط باشند می‌توانند به برنامه پروژه کلی مرتبط شوند، هر کدام با سطح مطلوبی از جزئیات. مثال‌های برنامه‌های تابعی به صورت زیر هستند:

- برنامه مدیریت محدود پروژه
- برنامه مدیریت برنامه زمانی
- برنامه مدیریت هزینه
- برنامه مدیریت کیفیت
- برنامه پیشرفت فرآیند
- برنامه مدیریت کارکنان

- برنامه مدیریت ارتباطات
- برنامه مدیریت ریسک
- برنامه مدیریت تدارکات
- لیست مایلستون
- تقویم منابع
- خط مبنا هزینه
- خط مبنای کیفیت
- ثبت ریسک

تعریف ورودی‌ها به گام سوم:

ورودی‌ها به گام سوم همانند آنچیزی که قبلاً تعریف شده و شامل برنامه محدود اولیه پروژه، فرآیندهای مدیریت پروژه، فاکتورهای محیطی بنگاه و دارایی‌های فرآیندی می‌شود.

تعریف ابزارها و تکنیک‌ها برای مرحله ۳:

ابزارها و تکنیک‌ها برای مرحله ۳، روش شناسی مدیریت پروژه، سیستم اطلاعات پروژه و نظر خبره هستند.

روش شناسی مدیریت پروژه به عنوان فرآیندی تعریف می‌شود که به یک تیم مدیریت پروژه در توسعه کنترل و تغییرات نسبت به برنامه پروژه کمک می‌کند. PMIS در این مرحله شامل موارد زیر است:

۱) سیستم مکانیزه شده که به وسیله تیم پروژه برای انجام موارد زیر استفاده می‌شود:
   - پشتیبانی از تولید برنامه مدیریت پروژه
   - تسهیل بازخورد هنگامی که سند توسعه یافته است.
   - تغییرات کنترلی نسبت به برنامه مدیریت پروژه
   - عرضه سند تصویب شده

۲) سیستم مدیریت تنظیم که یک زیر سیستم است شامل زیر فرآیندهایی برای رسیدن به مراحل زیر است:
   - ارائه تغییرات پیشنهادی

- ردیابی سیستم‌ها برای مرور کردن و مشخص کردن تغییرات
- ارائه یک روش برای ارزیابی تغییرات تصویب شده
- اجرای سیستم مدیریت تغییر

۳) سیستم مدیریت تغییر که مجموعه‌ای از دستور العمل‌های رسمی مورد استفاده برای پذیرش اشتباهات تکنیکی و اداری می‌باشد به شرح زیر است:

- شناسایی و سند سازی ویژگی‌های فیزیکی و عملیاتی یک محصول یا مؤلفه
- کنترل کردن هر تغییر برای چنین ویژگی‌هایی
- ضبط و گزارش گیری هر تغییر و موقعیت اجرای آن
- پشتیبانی از حسابرسی محصولات یا مؤلفه‌ها برای بررسی کردن انطباق با الزامات

۴) سیستم کنترل تغییر جزئی از PMIS است که فراهم کننده مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های رسمی است که تعریف می‌کند چگونه اجزای قابل تحویل پروژه و مستندات کنترل می‌شود.

نظر خبره: سومین ابزار برای گام سوم برای توسعه جزئیات تکنیکی و مدیریتی به کار گرفته می‌شود که در برنامه مدیریت پروژه جای دارد.

تعریف خروجی گام سوم

خروجی گام سوم برنامه مدیریت پروژه است.

گام ۴: جهت دهی و مدیریت اجرای پروژه:

گام چهارم مستلزم مدیر چروژه و تیم پروژه برای اجرای اعمال چندگانه به منظور انجام دادن برنامه پروژه به طور موفقیت آمیز است، بعضی از فعالیت‌های لازم برای اجرای پروژه در زیر آورده شده است:

- اجرای فعالیت‌ها برای رسیدن به اهداف کوتاه مدت پروژه
- تلاش و هزینه کردن
- انتخاب، تمرین دادن و مدیریت اعضای تیم پروژه
- بدست آوردن پروپوزال‌ها، پیشنهادات، درخواست‌ها، نقل قول‌ها به طور مناسب.
- اجرای روش‌ها و استانداردهای برنامه‌ریزی شده

- ایجاد، کنترل، بررسی کردن و تصحیح کردن اجزای قابل تحویل پروژه
- مدیریت کردن ریسک‌ها و اجرای فعالیت‌های پاسخ ریسک
- مدیریت فروشندگان
- پذیرش تغییرات تصویب شده در داخل محدوده برنامه‌ها و محیط
- بنا نهادن و مدیریت کانال‌های ارتباطی داخلی و خارجی
- جمع‌آوری داده‌های پروژه و گزارش گیری از هزینه، برنامه زمانی، پیشرفت‌های کیفی و تکنیکی
- اطلاعات موقعیت برای تسهیل پیش‌بینی
- جمع‌آوری و مستند سازی درس آموخته‌ها و اجرای فعالیت‌های توسعه پروسه تصویب شده

فرآیند جهت دهی و مدیریت اجرای پروژه همچنین نیاز به اجرای موارد زیر دارد:

- فعالیت‌های تصحیح شده تصویبی که اجرای پروژه پیش‌بینی شده را به مرحله پذیرش با برنامه خواهند آورد.
- اعمال بازدارنده تصویبی برای کاهش عوامل عواقب منفی ممکن
- درخواست‌های رفع نقص تصویبی برای تصحیح نقص‌های محصول در طی فرآیندهای کیفی.

تعریف ورودی‌ها به گام چهارم

ورودی‌ها به گام چهارم به صورت زیر خلاصه می‌شود:

- برنامه مدیریت پروژه
- اعمال اصلاحی تصویب شده: اینها جهت‌دهی‌های ثبت شده و منتخب لازم برای اجرای پروژه آتی مورد انتظار به مرحله تطبیق با برنامه مدیریت پروژه هستند.
- درخواست‌های تغییر تصویب شده: اینها شامل تغییرات مستند و اعمال شده برای گسترش یا تقابل محدوده پروژه می‌باشد. می‌توان همچنین قوانین، برنامه‌های مدیریت پروژه، دستورالعمل‌ها، هزینه‌ها، بودجه‌ها و یا برنامه‌های زمانی تجدید نظر شده را تصحیح نمود. درخواست‌های تغییر به وسیله تیم پروژه اعمال می‌شود.

- رفع نقص تصویب شده: این یک درخواست مستند و اعمال شده برای تصحیح نقص محصول یافت شده در حین بازرسی یا فرآیند حسابرسی می‌باشد.
- رفع نقص ارزیابی شده: این تذکری است که آیتم‌های تعمیر شده‌ای که قبول یا رد شده‌اند را دوباره بازرسی می‌کند.
- فرآیند مختوم کردن اداری: این فعالیت‌ها، تقابلات، نقش‌ها و مسئولیت‌های مرتبط مورد نیاز در اجرای فرآیند مختوم کردن اداری برای پروژه را مستند سازی می‌کند.

تعریف ابزار و تکنیک‌ها برای گام ۴: ابزار و تکنیک‌ها برای گام ۴، PMIS و روش شناسی مدیریت پروژه هستند که قبلاً تعریف شده‌اند.

تعریف خروجی‌های گام ۴:

- اجزا قابل تحویل
- تغییرات لازمه
- درخواست‌های تغییر اعمال شده
- اعمال اصلاحی اعمال شده
- اعمال بازدارنده اعمال شده
- رفع نقص اعمال شده
- اطلاعات عملکرد کاری

گام ۵: نظارت و کنترل کار پروژه:

هیچ سازمانی نمی‌تواند بدون اینکه کمی باشد، استراتژیک نیز باشد. این از طریق‌اندازه گیری‌های کمی است که یک پروژه می‌تواند پیگیری،اندازه گیری، ارزیابی و کنترل شود. نیاز برای نظارت و کنترل می‌تواند در درخواست برای کمی سازی (RFQ) مشهود باشد که بعضی از آژانس‌های سرمایه گذاری پروژه استفاده می‌کنند. بعضی ازاندازه گیری‌های عملکرد قابلیت کمی سازی شامل نتیجه برنامه زمانی، اثر بخشی هزینه، زمان پاسخ، تعداد دوباره کاری‌ها و خطوط کدهای کامپیوتری توسعه یافته می‌باشد. نظارت و کنترل به منظور، نظارت بر فرآیندهای پروژه مرتبط با آغاز، برنامه ریزی، اجرا، خاتمه، انجام می‌شود و شامل موارد زیر می‌باشد:

- مقایسه عملکرد حقیقی در مقابل برنامه
- ارزیابی عملکرد برای مشخص کردن این که اعمال اصلاحی بازدارنده هستند یا خیر لازم است و سپس آنها بعنوان اعمال ضروری پیشنهاد می‌شود.
- آنالیز کردن، پیگیری کردن و نظارت کردن بر ریسک‌های پروژه برای اطمینان از اینکه ریسک‌ها مشخص شده‌اند، شرایط گزارش شده است و برنامه‌های پاسخ انجام شده است.
- نگهداری از یک پایه اطلاعاتی دقیق از لحاظ زمانی که محصولات پروژه و مستند سازی مرتبطش را مد نظر قرار می‌دهد.
- ارائه کردن اطلاعات برای پشتیبانی از گزارش موفقیت،اندازه گیری پیشرفت و پیش‌بینی
- ارائه پیش‌بینی‌ها برای به روز رسانی هزینه و اطلاعات برنامه زمانی کنونی
- نظارت بر اجرای تغییرات تصویبی

تعریف ورودی‌ها به گام ۵:

ورودی‌های به گام ۵ شامل موارد زیر هستند:

- برنامه مدیریت پروژه
- برنامه عملکرد کاری
- درخواست‌های تغییر رد شده
  - درخواست‌های تغییر
  - پشتیبانی از مستند سازی
- موقعیت مروری تغییرات که نشان دهنده وضع درخواست‌های تغییر رد شده است

تعریف ابزارها و تکنیک‌ها برای گام ۵:

۱. روش شناسی مدیریت پروژه
۲. PMIS
۳. تکنیک ارزش کسب شده: این عملکردها هنگامی که پروژه از آغاز تا پایان حرکت می‌کنند عمل می‌کنند. این راه نهایی را برای پیش‌بینی عملکرد آینده بر اساس عملکرد گذشته تامین می‌کند.
۴. نظر خبره

تعریف خروجی‌های گام ۵:

- اعمال اصلاحی پیشنهادی: پیشنهادات مستند لازم برای آوردن عملکرد پروژه آینده در تطابق با برنامه مدیریت پروژه.
- اعمال بازدارنده پیشنهادی: پیشنهادات مستندی که احتمال عواقب همراه با ریسک‌های پروژه را کاهش می‌دهد.
- پیش‌بینی‌ها: تخمین‌ها یا پیش‌بینی‌های وضعیت‌ها و وقایع در آینده پروژه بر اساس اطلاعات در دسترس در زمان پیش‌بینی.
- رفع نقص پیشنهادی: بعضی از نقص‌های یافت شده در طی بازرسی کیفی و فرآیند حسابرسی برای تصحیح پیشنهاد می‌شود.
- تغییرات لازمه

گام ششم: کنترل یکپارچه تغییرات

کنترل یکپارچه تغییرات از آغاز پروژه تا تکمیل آن اجرا می‌شود، این لازم است به دلیل اینکه پروژه‌ها به ندرت بر طبق برنامه پیش می‌روند. مؤلفه‌های اصلی کنترل یکپارچه تغییر شامل موارد زیر است:

- شناسایی اینکه چه وقت یک تغییر باید رخ دهد یا چه وقت تغییر رخ داده است.
- فاکتورهای اصلاحی که دستور العمل‌های کنترل تغییر را دور می‌زند.
- مرور و تصویب تغییرات درخواستی
- مدیریت و تنظیم جریان تغییرات تصویب شده
- نگهداری و تصویب اعمال اصلاحی و بازدارنده پیشنهادی
- کنترل و به روز رسانی محدوده، هزینه، بودجه، برنامه زمانی، و درخواست‌های کیفی بر اساس تغییرات تصویب شده
- مستند سازی تاثیرات کلی تغییرات درخواستی
- ارزیابی رفع نقص
- کنترل کیفیت پروژه برای استاندارد سازی مبتنی بر گزارشات کیفی

ترکیب کردن سیستم مدیریت تنظیمات با کنترل یکپارچه تغییر شامل: شناسایی کردن، مستند سازی کردن و تغییرات کنترلی بر مبنای خط مبنا می‌شود. کاربرد گسترده پروژه سیستم مدیریت پیکربندی شامل فرآیندهای کنترل تغییر می‌شود، که هدفش رسیدن به سه هدف عمده است:

- بنا نهادن روش تکامل یافته برای شناسایی دقیق و درخواست کردن تغییرات برای ساختن خطوط مبنا و منظور ارزیابی و اثر بخشی آن تغییرات
- فراهم آوردن فرصت‌هایی برای ارزیابی و توسعه پیوسته پروژه به وسیله در نظر گرفتن تاثیر هر تغییر
- فراهم آوردن مکانیزمی برای تیم مدیریت پروژه برای اطلاع رسانی تمام تغییرات به ذینفعان به صورت دائمی و مستمر.

فرآیند کنترل یکپارچه تغییر شامل بعضی از فعالیت‌های خاص مدیریت پیکربندی می‌شود که در زیر آورده شده است:

- شناسایی پیکربندی: این پایه‌ای را فراهم آورده است که از آن تنظیمات محصولات تعریف و بررسی شده، محصولات و مستندات نشانه گذاری شده، تغییرات مدیریت می‌شوند و پاسخ گویی به دست می‌آید.
- حسابداری وضعیت پیکربندی: این شامل کسب کردن، ذخیره کردن و ارزیابی اطلاعات پیکره بندی مورد نیاز برای مدیریت محصولات و اطلاعات محصول به صورت موثر می‌شود.
- بررسی و حسابرسی پیکره بندی: این شامل تایید این می‌شود که عملکرد و الزامات عملیاتی تعریف شده در مستند سازی پیکره بندی برطرف شده است.

تحت کنترل تغییر پیوسته، هر تغییر مورد نیاز مستند شده باید به وسیله برخی از صاحبان اختیار در تیم مدیریت پروژه یا یک سازمان خارجی معرفی کننده، آغازگر اسپانسر یا مشتری یا باید قبول و یا رد شود. کنترل تغییر یکپارچه می‌تواند به وسیله هیئت کنترل تغییرات کنترل شود.

تعریف ورودی‌ها به مرحله ۶:

ورودی‌های به مرحله ۶ شامل موارد زیر هستند که از قبل توضیح داده شده است:

- برنامه مدیریت پروژه

- تغییرات درخواستی
- اطلاعات عملکرد کاری
- اقدامات پیشگیرانه توصیه شده
- تحویل شدنی‌ها

تعریف ابزارها و تکنیک‌ها برای گام ۶:

- روش شناسی مدیریت پروژه: این فرآیندی را تعریف می‌نماید که به یک تیم مدیریت پروژه در اجرای کنترل یکپارچه تغییرات برای پروژه کمک می‌کند.
- PMIS: این یک سیستم مکانیزه شده با استفاده از تیم کمکی برای اجرای یک فرآیند کنترل یکپارچه تغییرات برای پروژه است و همچنین بازخورد برای کنترل و پروژه در حین پروژه را تسهیل می‌کند.
- نظر خبره: این به فرآیندی اطلاق می‌شود که تیم مدیریت پروژه از ذینفعان با نظر خبره بر روی هیئت کنترل تغییر، برای کنترل و تصویب تمام تغییرات درخواستی در هر زمینه‌ای از پروژه استفاده می‌کند.

تعریف خروجی‌های گام ششم:

خروجی‌های گام ۶ شامل موارد زیر است:

- درخواست‌های تغییر تصویب شده
- درخواست‌های تغییر رد شده
- برنامه مدیریت پروژه (به روز رسانی)
- بیانیه محدوده پروژه (به روز رسانی)
- فعالیت‌های اصلاحی تصویب شده
- فعالیت‌های بازدارنده تصویب شده
- رفع نقص تصویب شده
- رفع نقص اصلاح شده
- تحویل شدنی‌ها

گام ۷ پایان پروژه:

یک پروژه در لحظه تکمیلش باید به بطور رسمی خاتمه یابد. این شامل اجـرای قسـمت بسـتن پروژه برنامه مدیریت پروژه یا بستن یک فاز از یک پروژه چند فازی می‌باشـد. دو فرآینـد اصـلی توسعه یافته برای بنا نهادن تقابلات لازم برای اجرای عملیات اتمام به شرح زیر است:

- دستور العمل اتمام اداری: این جزئیات تمـام فعالیـت‌هـا، فعـل و انفعـالات و نقـش‌هـا و مسئولیت‌های وابسته شامل شده در اجرا و اتمام اداری پروژه را فراهم می‌آورد. همچنین فرآیندهای مورد نیاز برای جمع‌آوری گزارشات پروژه، آنالیز موفقیت یـا شکسـت پـروژه، جمع‌آوری درس آموخته‌ها و آرشیو کردن اطلاعات پروژه را پوشش می‌دهد.
- دستورالعمل اتمام قرارداد: این شامل هر دوی اتمام اداری و بررسـی محصـول بـرای هـر توافق قراردادی موجود می‌شود. دستورالعمل اتمام قرارداد یک ورودی برای اتمام فرآیند پروژه است.

تعریف ورودی‌ها به گام هفتم:

ورودی‌های گام ۷ شامل موارد زیر است:

- برنامه‌ی مدیریت پروژه
- مستند سازی قرارداد: این یک ورودی مورد استفاده برای اجـرای فرآینـد اتمـام قـرارداد است و شامل خود قرارداد به همراه تغییرات قـرارداد و سـایر مسـتندات ماننـد رویکـرد تکنیکی، توصیف محصول، یا معیارها و فرآیندهای مقبول قابل تحویل می‌باشد.
- فاکتورهای محیطی بنگاه
- دارایی‌های فرآیندی سازمانی
- اطلاعات عملکرد کاری
- اجزای در دسترس همانگونه که قبلاً و همچنین به وسیله فرآیند کنترل یکپارچه تغییـر تصویب شد.

تعریف ابزار و تکنیک‌های گام ۷:

۱. روش شناسی مدیریت پروژه
۲. PMIS
۳. نظر خبره

تعریف خروجی‌های گام ۷:

۱- دستورالعمل اتمام اداری

۱-۱ فرآیندهایی برای انتقال محصولات یا سرویس‌های پروژه به تولید یا عملیات‌هایی که در این مرحله توسعه یافته‌اند یا بنا شده‌اند.

۱-۲ این مرحله یک روش شناسی گام به گام برای اتمام اداری پروژه را پوشش می‌دهد که شامل موارد زیر است:

۱-۲-۱ عملیات‌ها و فعالیت‌هایی برای تعریف الزامات تصویبی ذینفع برای تغییرات و تمام سطوح اجزای قابل تبدیل

۱-۲-۲- عملیات‌ها و فعالیت‌هایی که پروژه‌ای دارای تمام الزامات اسپانسر، مشتری و سایر ذینفعان را تایید می‌کند

۱-۲-۳ عملیات‌ها و فعالیت‌هایی برای بررسی اینکه تمام اجزا قابل تحویل ارائه و قبول شده‌اند.

۱-۲-۴ عملیات‌ها و فعالیت‌هایی برای تصحیح تکمیل و خروج معیارها برای پروژه

۲- دستورالعمل اتمام قرارداد

۲-۱ این مرحله یک روش شناسی گام به گام را ارائه می‌کند که ترم‌ها و موقعیت‌های قراردادها و هر تکمیل یا خروج معیارها برای اتمام پروژه را مد نظر قرار می‌دهد.

۲-۲ عملیات‌های اجرا شده در این مرحله به طور عادی تمام قراردادهای مرتبط با پروژه‌ی تکمیل شده را تمام می‌کند

۳- محصول، سرویس یا نتیجه نهایی:

۳-۱ پذیرش یا تحویل رسمی محصول، سرویس یا نتیجه نهایی که پروژه برای تصویب آن را تعیین کرده بود.

۳-۲ بیانیه رسمی تایید می‌کند که موارد قرارداد اجرا شده است

۴- دارایی‌های فرآیندی سازمانی (به روز رسانی‌ها)

۴-۱ توسعه‌ی شاخص و موقعیت مستند سازی پروژه با استفاده از سیستم مدیریت پیکربندی

۴-۲ مستند سازی پذیرش رسمی که به طور معمول نشان می‌دهد که مشتری یا اسپانسر رسماً اجزای قابل تحویل را قبول کرده‌اند.

۴-۳ فایل‌های پروژه که شامل تمام مستندات نتیجه شده از فعالیت‌های پروژه می‌شود.

۴-۴ مستندات اتمام پروژه که شامل یک سند رسمی نشان دهنده اتمام پروژه و انتقال اجزای قابل تحویل می‌باشد.

۴-۵ اطلاعات پیشین، که به عنوان درس آموخته‌هایی برای استفاده در پروژه‌های آینده استفاده می‌شود.

۴-۶ قابلیت ردیابی گام‌های فرآیند

پایداری پروژه

تلاش‌های پروژه باید برای یک پروژه در راستای دستیابی به نتایج نهایی مورد نظر در یک مدت زمان طولانی پایدار شود. پایداری پروژه اغلب در مدیریت پروژه لحاظ نمی‌شود اما به طور خاص برای پروژه‌هایی در صنعت نفت و گاز بسیارضروری است.

پایداری، در استفاده رایج، به قابلیت نگهداری یک پروزه خاص به طور نا محدود گفته می‌شود. در اصطلاح روزمره مفهوم پایداری به طور خاص به ارگانیزم‌ها و سیستم‌های زنده مخصوصاً سیستم‌های محیطی اطلاق می‌شود. وقتی که به جامعه‌ی انسانی اطلاق شود، پایداری به عنوان رویارویی با نیازهای کنونی بدون به خطرانداختن توانایی تولیدات آیندگان برای رویارویی با نیازهایشان تعریف می‌شود. این مورد ریشه‌هایش را در اکولوژی به عنوان توانایی یک اکوسیستم برای حفظ فرآیندهای اکولوژی، عملیات‌ها، تنوع موجودات زنده و تولید مثل در آینده دارد. وقتی که سیستم‌ها مد نظرند پایداری رفتارهای مرسوم یک سیستم در قالب‌های داشتن توانایی‌های زیر را به ارمغان می‌آورد:

- خود تنظیمی
- خود تعدیلی
- خود اصلاحی
- خود بازسازی

برای پایدار بودن، منابع طبیعت باید فقط در نرخی استفاده شوند که در آن نرخ بتوانند به طور طبیعی دوباره بازسازی شوند. در اجتماع علوم محیطی یک عقیده قوی وجود دارد که جهان در مسیری غیر پایدار در حال پیشرفت است زیرا منابع طبیعی محدود زمین سریعتر از آنچه که به وسیله طبیعت در حال جایگزین شده‌اند، مصرف می‌شوند. در نتیجه کوششی انسانی و جمعی برای نگهداشتن استفاده انسان از منابع طبیعی در جنبه توسعه پایدار محدودیت‌های منابع محدود زمین یک مسئله مهم و ضروری شده است. مدیریت ناپایدار منابع طبیعی آینده زمین را در معرض خطر قرار داده است. پایداری یک مسئله گسترده، پر بحث و جدل و پیچیده شده است که در طرق مختلف زیادی کاربرد دارد از جمله:

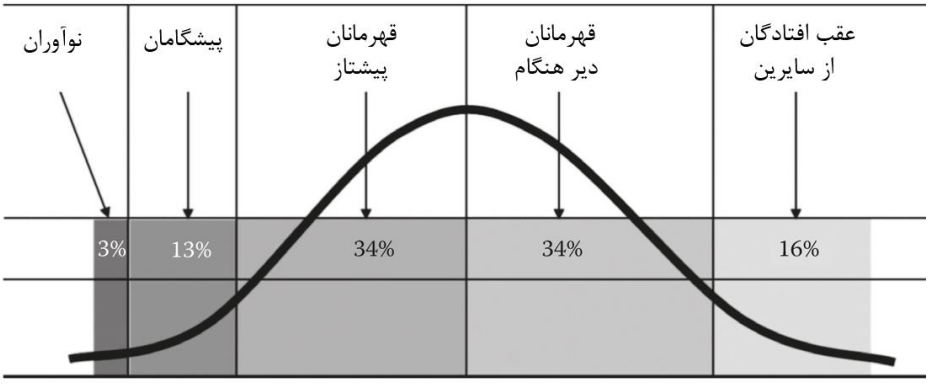
- پایداری سیستم‌های اکولوژی یا سازمان بیولوژیکی (مانند تالاب‌ها، چمن زارها، جنگل‌ها)
- پایداری سازمان انسانی مانند (روستاهای سازگار با محیط زیست، شهرداری‌های سازگار با محیط زیست و شهرهای پایدار)
- پایداری فعالیت‌ها و قوانین انسانی(مانند کشاورزی پایدار، معماری پایدار، انرژی پایدار)
- پایداری پروژه‌ها (مانند عملیات، تخصیص منابع، کنترل هزینه)

برای یکپارچگی پروژه مفهوم پایداری می‌تواند به منظور تسهیل همکاری در نهادهای پروژه‌ای به کار برده شود. فرآیند به دست آوردن توسعه پیوسته در عملیات‌ها در یک روش پایدار، نیازمند مهندسانی است که تکنولوژی‌های جدیدی را برای تسهیل اعمال مربوط به رشته‌های مختلف از طریق تبادلات به وجود آورند. تحت روش شناسی پروژه این کتاب، پایداری یعنی پرسیدن پرسش‌هایی که مربوط به مقاومت و اجرای طولانی مدت برنامه پروژه می‌باشد. پرسش‌های ضروری که باید مطرح شوند شامل موارد زیر است:

- آیا برنامه پروژه تحت شرایط کنونی قابل پشتیبانی است
- آیا هزینه تخمین زده شده در بعضی از مرزهای تلرانس پایدار خواهد ماند
- آیا مهارت‌های منابع انسانی توانایی مطابقت با هر کدام از الزام‌های تغییری از یک پروژه پیچیده را دارند.

- آیا تیم پروژه در راه رسیدن به هدف پروژه در زمان‌های سخت و ملایم ثابت قدم خواهد ماند.
- آیا علاقه و اشتیاق برای پروژه فرای رضایتمندی ابتدایی پایدار خواهد ماند

شکل ۳,۱۰ نشان دهنده یک توزیع بالقوه است که چگونه سازمان‌ها ابزار و تکنیک‌های مدیریت پروژه را در بر می‌گیرند. نوآوران آنهایی هستند که همیشه در لبه پرتگاه برنامه‌های کاربردی مدیریت پروژه قرار دارند. آنها راه‌های مبتکرانه‌ای برای استفاده از ابزار موجود پیدا می‌کنند و در خلق ابزار جدید و توسعه یافته سرمایه گذاری می‌کنند. پذیرندگان ابتدایی آنهایی هستند که بر روی استفاده از مدیریت پروژه هر زمان که یک فرصت ایجاد شد، سرمایه گذاری می‌کنند. قهرمانان اولیه آنهایی هستند که پشتیبانی را ارائه می‌دهند و کاربرد مدیریت پروژه را تشویق می‌کنند. بیشتر مدیران در زمره این طبقه بندی قرار دارند. قهرمان‌های تاخیری آنهایی هستند که می‌گویند "پول را به من نشان بده تا من باور کنم." آنها در نهایت یک دفعه بسمت مدیریت پروژه می‌آیند تا به طور مستقیم مزایا را درک و تجربه کنند و ببینند. عقب مانده‌ها آنهایی هستند که تحت هر شرایطی خودزی باقی می‌مانند. آنها خودشان را از منافع ساختار مدیریت پروژه محروم می‌کنند. اینجا جایی است که سازمان‌ها باید بیشتر تلاششان را برای تشویق بازمانده‌ها برای حرکت در مسیر پذیرفتن و اجرای مدیریت پروژه متمرکز کنند.



شکل ۳,۱۰ دسته بندی‌های متفرقه از چگونگی دربرگیری مدیریت پروژه توسط سازمان

۴

ارتباطات پروژه نفت و گاز

ارتباطات پایه و اساس موفقیت پروژه هستند.

ارتباطات برای هر چیزی در یک پروژه ضروری است (موز و هوارد [1]۲۰۰۳). هر مدیر پروژه موفق ۹۰ درصد زمانش را در فعالیت‌های ارتباطی می‌گذراند. این یک پایه ضروری است که حتی در کسب و کار نفت و گاز دارای اهمیت بیشتری است زیرا ذینفعان متعددی وجود دارند. مدیریت ارتباطات به میانجی گری کاربردی میان اشخاص و گروه‌ها در محیط پروژه گفته می‌شود. این مفهوم شامل سازمان مناسب، جهت دهی و کنترل اطلاعات مورد نیاز برای تسهیل کار می‌شود. ارتباطات خوب، زمانی که فهم رایجی از اطلاعات بین برقرار کننده ارتباط و هدف باشد دارای تاثیر است. مدیریت ارتباطات، وحدت هدف در محیط پروژه را تسهیل می‌کند. موفقیت یک پروژه به طور مستقیم مرتبط با تاثیر ارتباطات پروژه است.
تیم پروژه باید تمام راه‌ها برای رسیدن به اطلاعات پروژه را از طریق هرکسی به کار بگیرد.

مدیریت ارتباطات: اجرای گام به گام

مؤلفه‌ی مدیریت ارتباطات شامل ۴ عنصر نشان داده شده در زیر است.

- **گام ۱:** برنامه‌ریزی ارتباطات
- **گام ۲:** توزیع ارتباطات
- **گام۳:** گزارش عملکردی
- **گام۴:** مدیریت ذینفعان

[1] Mooz and Howard

جدول ۴,۱ نشان دهنده اجرای مدیریت ارتباطات در گروه‌های فرآیندی مدیریت پروژه است. جدول ۴,۲ تا ۴,۵ ورودی‌ها، ابزار، تکنیک‌ها و خروجی‌های هر مرحله از مدیریت ارتباطات را ارائه می‌دهد. مدیریت ارتباطات شامل مشخص کردن نیازهای ارتباطی و اطلاعاتی ذینفعان با توجه به اینکه چه کسی به چه اطلاعاتی کی؟ کجا؟ و چگونه؟ نیاز دارد می‌شود. توزیع اطلاعات شامل، در دسترس قرار دادن اطلاعات مورد نیاز برای ذینفعان پروژه در یک الگوی زمانی و مقدار مناسب است. گزارش عملکردی شامل جمع‌آوری و انتشار اطلاعات عملکردی می‌شود که در بر گیرنده گزارش موقعیت، مدیریت پروژه و پیش‌بینی است. مدیریت ذینفعان شامل مدیریت ارتباطات برای ارضای الزامات ذینفعان به منظور حل مسائل به وجود آمده می‌شود.

جدول ٤,١ پیاده سازی مدیریت ارتباطات در سراسر گروه‌های فرآیندی

آغازین	برنامه ریزی	اجرایی	کنترل و نظارت	خاتمه
مدیریت ارتباطات پروژه	۱. برنامه‌ریزی ارتباطات	۲. توزیع اطلاعات	۳. گزارش عملکرد ۴. مدیریت ذینفعان	

پیچیدگی ارتباطات چندمنظوره:

پیچیدگی ارتباطات با افزایش در تعداد کانال‌های ارتباطی افزایش می‌یابند. میل به ارتباط آزاد چیز خوبی است، اما از طرفی هم موجب مواجه کردن با پیچیدگی مفرط با افزایش تعداد اشخاص است. فرمول آماری ترکیب می‌تواند برای تخمین پیچیدگی ارتباطات به عنوان تابعی از تعداد کانال‌های ارتباطی یا تعداد شرکت کننده‌ها استفاده شود.

جدول ٤,٢ ابزارها و تکنیک‌های برنامه‌ریزی ارتباطات در مدیریت ارتباطات پروژه

مرحله ۱: برنامه‌ریزی ارتباطات		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
عوامل محیطی سازمان دارایی‌های فرآیندی سازمانی بیانیه محدوده پروژه مفروضات و محدودیت‌های پروژه سایر عوامل درون سازمانی	تجزیه و تحلیل مورد نیاز ارتباطات تکنولوژی ارتباطات ماتریس وظیفه ارتباطات اتحاد همکاری سایر ابزارها و تکنبک‌ها	برنامه مدیریت ارتباطات سایر خروجی‌ها، گزارش‌ها و استنتاج داده‌های مورد علاقه برای سازمان

جدول ٤,٣ ابزارها و تکنیک‌های توزیع اطلاعات در مدیریت ارتباطات پروژه

مرحله ۲: توزیع اطلاعات		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
برنامه مدیریت ارتباطات لیست توزیع پرسنل سایر عوامل درون سازمانی	حالت‌های ارتباطی و مهارت‌ها شبکه اجتماعی شبکه سازی موثر و با نفوذ جلسات و گفتگوها روابط ارتباطات سیستم‌های جمع‌آوری اطلاعات و بازاریابی روش‌های توزیع اطلاعات درس آموخته‌ها بهترین شیوه‌ها تبادل اطلاعات سایر ابزارها و تکنیک‌ها	دارایی‌های فرآیندی سازمانی(به روز شده) سایر خروجی‌ها، گزارش‌ها و استنتاج داده‌های مورد علاقه برای سازمان

جدول ٤,٤ ابزارها و تکنیک‌های گزارش عملکرد در مدیریت ارتباطات پروژه

مرحله ۳: گزارش عملکرد		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
اطلاعات عملکردی کار اندازه گیری‌های عملکرد اطلاعات تکمیل و اتمام پیش‌بینی شده اندازه گیری‌های کنترل کیفیت خط مبنای‌اندازه گیری عملکرد پروژه درخواست تغییر پذیرفته شده	ابزار ارائه اطلاعات جمع‌آوری و تلفیق اطلاعات عملکرد جلسات بررسی وضعیت سیستم‌های گزارش زمان سیستم‌های گزارش هزینه سایر ابزارها و تکنیک‌ها	گزارش عملکرد پیش بینی‌ها تغییرات درخواست شده اقدامات اصلاحی توصیه شده دارایی‌های فرآیندی سازمانی سایر خروجی‌ها، گزارش‌ها و استنتاج داده‌های مورد علاقه برای سازمان

جدول٤,٥ ابزارها و تکنیک‌ها برای مدیریت ذینفعان در مدیریت ارتباطات پروژه

مرحله ۴: مدیریت ذینفعان		
ورودی‌ها	**ابزارها و تکنیک‌ها**	**خروجی‌ها**
برنامه مدیریت ارتباطات دارایی‌های فرآیندی سازمانی سایر عوامل درون سازمانی	روش‌های ارتباطات مستندسازی امور در حال اجرا و خاتمه یافته (Issue logs) سایر ابزارها و تکنیک‌ها	مسائل حل شده گزارش مغایرت‌های شفاف درخواست تغییر پذیرفته شده اقدامات اصلاحی تصویب شده دارایی‌های فرآیندی سازمانی(به روز شده) سایر خروجی‌ها، گزارش‌ها و استنتاج داده‌های مورد علاقه برای سازمان

فرمول ترکیب برای محاسبه تعداد ترکیبات ممکن r شی از مجموعه‌ای از n شی استفاده می‌شود و به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$ {}_nC_r = \frac{n!}{r![n-r]!} \quad (۴,۱)$$

در مورد ارتباطات، برای اهداف مشاهده ای، ما فرض می‌کنیم که ارتباطات بین ۲ عضو از یک تیم در یک زمان وجود دارد. که این ترکیب ۲ عضو از n عضو تیم است. که این تعداد ترکیبات ممکن از ۲ عضو از تیمی با n نفر است. در نتیجه فرمول برای پیچیدگی ارتباطات به صورت زیر کاهش می‌یابد. بعد از اینکه بعضی از فاکتورهای محاسباتی حذف شوند داریم:

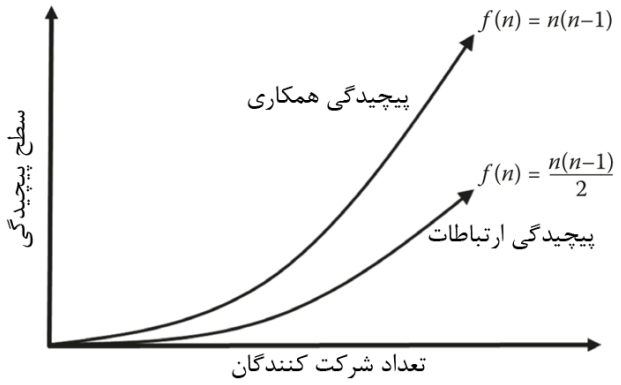
$$ {}_nC_2 = \frac{n(n-1)}{2} \quad (۴,۲)$$

در یک مسیر مشابه (بادیرو ۲۰۰۸) فرمولی را برای پیچیدگی همکاری بر اساس مفهوم آماری جایگشت معرفی کرد. جایگشت تعداد آرایشات ممکن از k شی که از مجموعه n شی‌ای بدست می‌آید می‌باشد. فرمول جایگشت به صورت زیر است.:

$$ {}_nP_k = \frac{n!}{(n-k)!} \quad (۴,۳)$$

بنابراین تعداد جایگشت‌های ممکن ۲ عضو از یک تیم n عضوی به صورت زیر تخمین زده می‌شود: [صفحه ۹۵]

$$ {}_nP_2 = n(n-1) \quad (۴,۴)$$



شکل ٤,١ نمودار پیچیدگی ارتباطات و همکاری

فرمول جایگشت برای همکاری استفاده می‌شود زیرا همکاری دو طرفه است. همکاری کامل مستلزم این است که اگر A با B همکاری کند سپس B باید با A همکاری کند. اما اینکه A در حال همکاری با B باشد الزاماً این نتیجه را نمی‌دهد که B هم در حال همکاری با A است. در فرم نشانه مانند داریم:

$$A \rightarrow B \text{ حتماً نتیجه نمی‌دهد } B \rightarrow A$$

شکل ۴,۱ نشان دهنده نمودارهای نسبی پیچیدگی ارتباطات و پیچیدگی همکاری به عنوان تابعی از سایز تیم پروژه (n) است. مشهود است که پیچیدگی وقتی که تعداد شرکت کننده‌های ارتباطی افزایش می‌یابد به سرعت در حال افزایش است. پیچیدگی هماهنگی، هنگامی که تعداد اعضای تیم افزایش می‌یابد حتی بیشتر به شکل نمایی است. خوانندگان علاقه مند می‌توانند فرمول پیچیدگی هماهنگی خودشان را بر اساس استاندارد فرمول‌های جایگشت و ترکیب یا سایراندازه گیری‌های استاتیکی به دست آورند. فرمول‌های پیچیدگی نیازی برای یک رویکرد ساختار یافته‌تر به منظور اجرای تکنیک‌های مدیریت پروژه را نشان می‌دهد. قالب‌ها و خطوط راهنمای ارتباطی معرفی شده در این فصل برای مدیریت کلی پروژه‌های STEP مورد نیاز است. اجرای هر پروژه خاص باید خطوط راهنمایی برای غلبه کردن بر سناریوها و محدودیت‌های یک پروژه را بپذیرد.

استفاده از مدل سه گانه C

مدل سه گانه C ارتباطات، همکاری و هماهنگی ارائه شده توسط بادیرو (۲۰۰۸) یک ابزار با دوام برای تضمین ارتباطات موثر در محیط پروژه است. مدل سه گانه C بیان می‌کند که مدیریت پروژه می‌تواند به وسیله اجرای آن در فرآیندهای پیوسته و سلسله مراتبی زیر توسعه یابد:

- ارتباطات
- همکاری
- هماهنگی

این مدل رویکردی سیستماتیک برای برنامه‌ریزی، سازمان دهی، برنامه زمانی و کنترل پروژه را آسان می‌کند. مدل سه گانه C ملزم می‌کند که ارتباطات اولین و بهترین عملگر در تلاش پروژه باشد. مدل به صورت صریحی یک راه برای پرسش به پاسخ‌های زیر را فراهم می‌آورد.

چه زمانی پروژه انجام خواهد شد؟

چه ابزاری برای پروژه در دسترس هستند؟

چه تمرینی برای اجرای پروژه مورد نیاز است؟

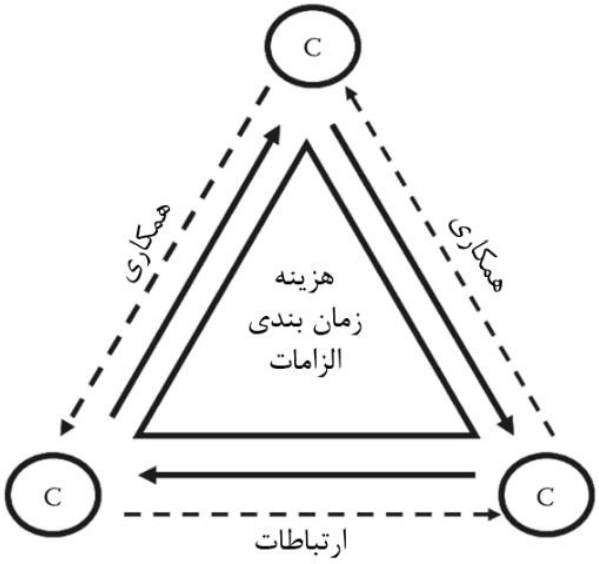
چه منابعی برای پروژه در دسترس‌اند؟

چه کسی در تیم پروژه شرکت می‌کند؟

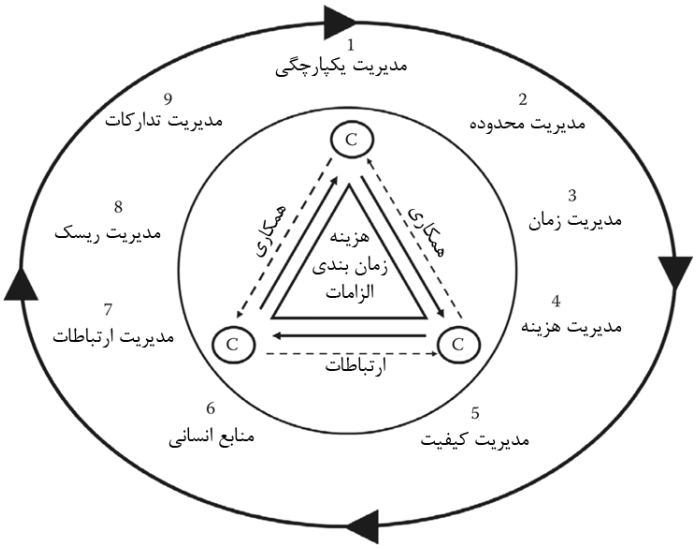
شکل ۴,۲ نشان دهننده سه صفر مدل C سه گانه با توجه به اهداف توسعه‌ای هزینه، برنامه زمانی و عملکرد است.

شکل ۴,۳ یک چارچوب برای کاربرد مدل C سه گانه PMBOK را ارائه می‌دهد.

C سه گانه، مشخص می‌کند چه چیزی و در چه زمانی باید انجام شود.



شکل ٤,۲ سه گانه C برای برنامه ریزی، زمان بندی و کنترل



شکل ٤,٣ پیاده سازی سه گانه C در PMBOK

همچنین به مشخص کردن منابع مورد نیاز (پرسنل، تجهیزات، تسهیلات و ...) برای هر تلاشی در پروژه کمک می‌کند و سؤالات مهمی را به صورت زیر مطرح می‌کند.

- آیا هر شرکت کننده در پروژه می‌داند که هدف از پروژه چیست؟
- آیا هر شرکت کننده می‌داند که نقشش در رسیدن به هدف چیست؟
- چه موانعی ممکن است یک شرکت کننده را از اجرای موثر نقشش بازدارد؟

C سه گانه می‌تواند ناهمخوانی بین فکر و عمل را بهبود بخشد زیرا به صورت واضحی اطلاعات در مورد جنبه‌های ضروری یک پروژه را درخواست می‌کند. انواع مختلف ارتباطات، همکاری و هماهنگی در زیر آمده است:

انواع ارتباطات:

- شفاهی
- کتبی
- زبان بدن
- ابزار بصری (مانند ابزار گرافیکی)
- حس (استفاده از ۵ حس بینایی، بویایی، لامسه، چشایی، شنوایی)

- غیر مرکب (تک سویه)
- نیمه دوبلکس (دوسویه با تاخیر زمانی)
- کاملاً دوبلکس (صحبت‌های در زمان واقعی)
- یک به یک
- یک به چند
- چند به یک

انواع همکاری:

- مجاوری
- کاربردی
- حرفه‌ای
- اجتماعی
- رمانتیک
- نفوذ قدرت
- نفوذ اقتدار
- سلسله مراتبی
- جانبی
- همکاری با ترس (ارعاب)
- همکاری با اغوا (وسوسه کردن)

انواع هماهنگی:

- کار گروهی
- هیئت
- نظارت
- مشارکت
- گذراندن نشانه
- با توم با دست خالی

سؤالات متداول C سه گانه

پرسش بهترین رویکرد برای گرفتن اطلاعات برای مدیریت موثر پروژه است. هر چیزی باید مورد سوال قرار گیرد. به وسیله سوالات واضح می‌توانیم از مشکلات بعدی پروژه جلوگیری و پیش دستی کنیم. سؤالات رایج برای پرسش تحت رویکرد C سه گانه عبارتند از:

- هدف مقصود پروژه چیست؟
- چه کسی مسئول پروژه است؟
- چرا پروژه مورد نیاز است؟
- پروژه در چه مکانی واقع شده است؟
- چه زمانی پروژه انجام خواهد شد؟
- چگونه پروژه برای افزایش فرصت‌ها برای سازمان همکاری می‌کند؟
- پروژه به منظور رسیدن به چیزی طراحی شده است؟
- چگونه پروژه گروه‌های مختلف مردم را در سازمان متأثر می‌کند؟
- رویکرد یا روش شناسی پروژه چه خواهد بود؟
- چه گروه‌ها یا سازمان‌های دیگری (در صورت وجود) کششیر پروژه خواهند بود؟
- در پایان پروژه چه رخ خواهد داد؟
- چگونه پروژه پیگیری، نظارت، ارزیابی و گزارش می‌شود؟
- چه منابعی مورد نیاز است؟
- هزینه‌های همراه منابع مورد نیاز چه خواهد بود؟
- چگونه اهداف کوتاه مدت پروژه هدف اصلی سازمان را اغنا می‌کند؟
- چه ارتباط متناظری از هر شرکت کننده انتظار می‌رود؟
- چه سطحی از همکاری از هر گروه انتظار می‌رود؟
- نقطه هماهنگی برای پروژه کجاست؟

چگونه ارتباطات C سه گانه محقق می‌گردد؟

ارتباطات، کار کردن با یکدیگر را ممکن می‌سازد. عملکرد ارتباطی مدیریت پروژه شامل این می‌شود که تمام آنهایی را که در پروژه دخیل هستند را از الزامات و پیشرفت پروژه آگاه سازیم. آنهایی که به وسیله پروژه به طور مستقیم یا غیرمستقیم، به عنوان شرکت کننده مستقیم یا ذینفعان، تحت تاثیر قرار می‌گیرند باید به طور متناسبی از مسائل زیر مطلع شوند:

- محدوده پروژه
- ارتباط کافی پرسنل
- هزینه و ارزش‌های مورد انتظار پروژه
- سازمان پروژه‌ای و برنامه اجرایی
- تاثیرات معکوس بالقوه اگر پروژه به شکست منجر شود
- جایگزین‌ها (در صورت وجود) برای رسیدن به هدف پروژه
- سودهای مستقیم و غیر مستقیم بالقوه پروژه

کانال ارتباطی باید از طریق چرخه حیات پروژه باز نگه داشته شود. همچنین به منظور ارتباط داخلی، منابع خارجی مناسب باید مورد مشورت قرار گیرند. مدیر پروژه باید:

- تعهد نسبت به پروژه را به اتمام رساند
- استفاده از ماتریس مسئولیت ارتباطی
- تسهیل رابطه‌های چند کانالی ارتباطی
- شناسایی نیازهای ارتباطی داخلی و خارجی
- حل و فصل سلسله مراتب‌های سازمانی و ارتباطی
- تشویق لینک‌های ارتباطی رسمی و غیر رسمی.

وقتی که ارتباطات واضحی بین مدیریت و کارمندان و در میان اقشار یکسان بدست آمد، از خیلی از مسائل و مشکلات پروژه می‌تواند جلوگیری شود. ارتباطات پروژه ممکن است در یک یا تعداد بیشتری از فرمت‌های زیر انجام شود:

- یک به چند
- یک به یک
- چند به یک
- نوشته شده و رسمی
- نوشته شده و غیررسمی
- شفاهی و رسمی
- شفاهی و غیررسمی
- حرکات غیرزبانی

ارتباط خوب وقتی تحت تاثیر قرار میگیرد که چیزی که مد نظر است به عنوان نیت قبلی فرض می‌شود. ارتباطات موثر برای موفقیت هر پروژه‌ای حیاتی است. علی رغم این آگاهی که ارتباطات مناسب یک برنامه کار برای موفقی پروژه را شکل می‌دهد، بسیاری از سازمان‌ها هنوز در عملیات ارتباطی شان شکست می‌خورند. مطالعه ارتباطات پیچیده است. فاکتورهایی که اثرگذاری ارتباطات در یک سازمان را تحت تاثیر قرار می‌دهد شامل موارد زیر است:

۱. آگاهی شخصی. هر فرد رویدادها را بر اساس پیش زمینه روان شناختی، اجتماعی، فرهنگی و تجربی خود درک می‌کند. در نتیجه هیچ دو انسانی یک واقعه را به یک طریق تفسیر نمی‌کنند. طبیعت وقایع همیشه جنبه ضروری یک موقعیت مشکل نیست، بلکه، مشکل اغلب آگاهی‌های متفاوت افراد مختلف شرکت کننده است.
۲. پروفایل روانشناختی. آرایش روانشناختی هر فرد، عکس العمل‌های شخصی آن را نسبت به وقایع و کلمات مشخص می‌کند. در نتیجه نیازهای شخصی و سطح تفکر مشخص می‌کند که چگونه یک پیغام تفسیر می‌شود.
۳. محیط اجتماعی. مشکلات ارتباطی، گاهی اوقات زمانی بوجود می‌آیند که مردم به واسطه محیط اجتماعی غالب شان برای تفسیر چیزهای خاص تحت تاثیرند. دامنه لغات، اصطلاحات، شرایط سازمانی، الگوهای اجتماعی و موقعیت اقتصادی فاکتورهایی اجتماعی هستند که می‌توانند ارتباطات موثر را خنثی کنند.

۴. پیش زمینه فرهنگی: تفاوت‌های فرهنگی در بین غالب‌ترین موانع برای ارتباطات پروژه مخصوصاً در سازمان‌های چند ملیتی امروزه است. زبان و خصوصیات فرهنگی اغلب مشخص می‌کند که چگونه ارتباطات بدست می‌آیند و تفسیر می‌شوند.
۵. عوامل نحوی و معنایی: موانع نحوی و معنایی در ارتباطات معمولاً در مستندات مکتوب رخ می‌دهد. عوامل معنایی آنهایی‌اند که دانش ذاتی موضوع ارتباطی را به هم مرتبط می‌کند. عوامل نحوی آنهایی‌اند که به فرمی که در آن ارتباطات موجود است مرتبط می‌شوند. مسائل به وجود آمده به وسیله این فاکتورها در موقعیت‌هایی که پاسخ، عکس العمل یا بازخورد به ارتباطات نمی‌توانند مشاهده شوند، حادث می‌شود.
۶. ساختار سازمانی: اغلب، ساختار سازمانی که در آن یک پروژه انجام شده است تاثیر مستقیمی بر روی جریان اطلاعات و در نتیجه موثر بودن اطلاعات دارد. سلسله مراتب سازمانی مشخص می‌کند که چگونه سطوح پرسنلی متفاوت یک ارتباط داده شده را درک می‌کند.
۷. رسانه ارتباطی: روش انتقال یک پیام همچنین ممکن است ارزش نسبت داده شده به پیام و در نتیجه چگونگی تفسیر یا استفاده آن را تحت تاثیر قرار دهد. موانع معمول برای ارتباطات پروژه عبارتند از:

- بی‌اعتنایی
- کمبود سازمان دهی
- بی اعتنایی‌های اساسی
- تفکرات از پیش تعیین شده
- حضور جاه طلبانه
- احساسات و عواطف
- کبود بازخورد ارتباطی
- ارائه غیر حرفه‌ای و نامرتب
- کمبود اعتماد در ارتباط برقرار کننده
- کمبود اعتماد به وسیله ارتباط برقرار کننده

- اعتماد پایین ارتباط برقرار کننده
- گفتارهای غیر ضروری و نامفهوم تکنیکی
- کشیر شدن تعداد زیادی از افراد
- ارتباطات نا به هنگام
- خود رایی یا تحمیل
- کمبود تمرکز

برخی از پیشنهادات برای بهبود اثر گذاری ارتباطات بعداً ارائه می‌شود. پیشنهادات برای هر یک از فرم‌های ارتباطی لیست شده، که قبل‌ها به آن اشاره شد به طور مناسبی اجرا می‌شود. پیشنهادات هم برای شنونده و هم رابط است.

۱. هرگز فکر نکنید که پیوستگی اطلاعات فرستاده شده هنگامی که اطلاعات از طریق کانال‌های ارتباطی متعددی عبور می‌کند، محفوظ خواهد ماند. اطلاعات در حالت کلی به وسیله گیرندگان قبل از واگذار کردن آن به مقصد بعدی فیلتر، کم و یا زیاد می‌شود. در حین آماده سازی یک ارتباط که نیاز است از طریق ساختارهای سازمان‌های متعددی عبور کند، باید از آن از طریق نوشتن اطلاعات اصلی در یک فرم دقیق برای به حداقل رساندن نیاز برای باز ترکیبی ساختار پروژه محافظت کرد.
۲. به شنونده یک نقش مرکز در گفتگو بدهید. یک نقش رهبری کننده می‌تواند فرد را به داشتن حس اینکه قسمتی از تلاش پروژه است و برای موفقیت پروژه مسئول است کمک کند. سپس آن شخص می‌تواند دید ساختاری تری از ارتباطات پروژه داشته باشد.
۳. انجام دادن تکالیف و فکر کردن از طریق دستاوردهای در نظر گرفته شده ارتباطات. این به حذف تلاش‌های ارتباطی ناچیز و بی‌اهمیت پروژه کمک می‌کند.
۴. با دقت سازمان ایده‌های جای گرفته در ارتباطات را برنامه‌ریزی کنید. هر زمان که لازم است از شاخص بندی کردن و نقاط مرجع استفاده کنید. تفکرات گروه بندی شده در قسمت‌های مرتبط اطلاعات به طور خاصی می‌تواند موثر باشد. در ابتدا پیام‌های کوتاه ارائه کنید. پیام‌های کوتاه به ایجاد تمرکز، حفظ علاقه و آماده کردن ذهن برای پیام‌های طولانی‌تر به منظور تبعیت کردن، کمک می‌کند.

۵. مشخص کنید که چرا ارتباطات مد نظر است و چگونه قصد داریم از آن استفاده کنیم. تمرکز کامل باید به محتوای پیام با توجه به موقعیت غالب پروژه داده شود.
۶. حمایت آنهایی که اطراف شما هستند را به وسیله یکپارچه کردن تفکراتشان در ارتباطات جذب کنید. هر چه افراد بیشتر حس کنند که آنها در موضوع دخیلند بیشتر سعد در همکاری کردن دارند. تاثیر قانون فزاینده می‌تواند به سرعت پشتیبانی برای هدف ارتباطی را بدست آورد.
۷. در مقابل احساس دیگران پاسخگو باشید. برای ارتباط برقرار کردن دو نفر مورد نیاز است. عکس العمل‌های اعضای شنونده را پیش‌بینی و آنها را تشویق کنید. محیط‌های عملیاتی‌شان را شناسایی کرده و پیامتان را در قالبی که به آنها مربوط است ارائه کنید.
۸. نقد ساختاری را قبول کنید. هیچ کس مصون از خطا نیست. از انتقاد به عنوان یک سکوی پرش به سمت عملکرد ارتباطی بهتر استفاده کنید.
۹. علاقه را در مسئله‌ای که باعث تحریک نظر شنونده می‌شود نشان بدهید. از رساندن پیام‌هایتان مقل یک لازمه سازمانی یکنواخت جلوگیری کنید.
۱۰. به سرعت باز خورد را بدست آورید. نقاط مبهم را با مثال‌هایی مشخص کنید.
۱۱. در زمان مشخص در یک مکان صحیح و با افراد صحیح ارتباط برقرار کنید.
۱۲. لغات را با عملکرد صحیح تقویت کنید. هرگز چیزی را که به آن نمی‌رسید قول ندهید. به اعتبار خود ارزش ببخشید.
۱۳. ارتباط چشمی را در ارتباطات شفاهی حفظ کرده و حالات صورت شنونده خود را برای بدست آوردن بازخورد در زمان واقعی بخوانید.
۱۴. همانطور که بر روی صحبت کردن تمرکز دارید بر روی گوش دادن نیز متمرکز شوید. معنی صریح و ضمنی عبارات را ارزیابی کنید.
۱۵. تراکنش‌های ارتباطی را به عنوان منابع آینده مستند سازی کنید.
۱۶. از پرسیدن سؤالی که می‌تواند به وسیله جواب بله یا خیر پاسخ داده شود پرهیز کنید. از پرسش‌های مرتبط برای متمرکز کردن توجه شنوندگان استفاده کنید. از پرسش‌هایی استفاده کنید که افراد را وادار به واکنش دادن با کلماتشان کند، مانند

"چه طوری شما فکر می‌کنید که این کار انجام شدنیست؟" در مقایسه با "آیا فکر می‌کنید که این کار انجام شدنیست؟"

۱۷. از نگاه کردن بالا به پایین به شنونده خودداری کنید. به نظرات و دانششان احترام بگذارید.

۱۸. با یک سرعت کنترل شده سخن بگویید و بنویسید. از بالا پایین کردن صدا به صورت احساسی بپرهیزید.

۱۹. جوی برای تبادل رسمی و غیررسمی نظرات ایجاد کنید.

۲۰. اهداف کوتاه مدت ارتباطات و اینکه چگونه بدست می‌آیند را خلاصه کنید.

ارتباط SMART

کلید اینکه همه را در جریان پروژه نگه داریم این است که مطمئن شویم اهداف کاری واضح هستند و با قاعده SMART همانطور که در زیر گفته شده است مطابقت دارند.

۱. خاص (Specifc): هدف کاری باید مشخص باشد.

۲. قابل‌اندازه گیری (Measurable): هدف کاری باید قابل‌اندازه گیری باشد

۳. هم راستا (Aligned): اهداف کاری باید قابل رسیدن و با هدف پروژه کلی هم راستا باشد

۴. واقع بینانه (Realistic): هدف کوتاه مدت پروژه‌ای باید واقع بینانه و مرتبط با سازمان باشد.

۵. زمان بندی شده (Timed): هدف کوتاه مدت پروژه باید پایه‌ای زمانی داشته باشد.

اگر یک کار ویژگی‌های درونی بالا را داشته باشد، سپس عملکرد ارتباط دهنده کار بیشتر به همکاری با پرسنل ختم دارد. یک ماتریس مسئولیت ارتباطی، همبستگی منابع ارتباطات و هدف‌های ارتباط را نشان می‌دهد. سلول‌های موجود در ماتریس نشان دهنده مقصود ارتباطات مطلوب است. اینجا حداقل باید یک سلول پر شده در هر ردیف و هر ستون ماتریس وجود داشته باشد. این تضمین می‌کند که هر شخص در سازمان حداقل یک منبع ارتباطی یا یک هدف مرتبط با آن دارد. با یک ماتریس مسئولیت ارتباطی فهمی واضح از اینکه چه برای ارتباط

با چه کسی چیزی مورد نیاز است می‌تواند به وجود بیاید. ارتباطات در یک محیط پروژه‌ای می‌تواند هر کدام از فرم‌های متعدد را به خود بگیرد. نیازهای اختصاصی یک پروژه ممکن است، مناسب‌ترین حالت را القا کند. ۳ حالت ارتباطی کامپیوتری محبوب بعداً در زمینه دیتاها و اطلاعات ارتباطی برای مدیریت پروژه بحث خواهد شد.

ارتباطات سیمپلکس[1]: این یک آرایش ارتباطی تک جهته است که در آن یک نهاد پروژه‌ای، ارتباط با یک نهاد یا یک شخص دیگر در محیط پروژه را آغاز می‌نماید. نهادی که در ارتباطات به آن ارجا داده می‌شود، دارای یک مکانیزم یا قابلیت برای پاسخ گویی به ارتباطات نیست. یک مثال واضح از این، یک ارتباط یک جهته و از بالا به پایین از مدیریت بالا تا پرسنل پروژه است. در این مورد پرسنل هیچ دسترسی یا ورودی ارتباطی به مدیریت بالایی ندارد. یک مثال مرتبط با بودجه شامل موردی می‌شود که در آن مدیریت بالایی، بودجه را به یک پروژه بدون درخواست کردن و مرور نیازهای واقعی یک پروژه تخصیص می‌دهد. ارتباطات غیر مرکب در سازمان‌های قدرت طلب مرسوم است.

ارتباطات نیمه دو طرفه[2]: این یک آرایش ارتباطی دو طرفه است که بوسیله آن یک نهاد پروژه می‌تواند با نهاد دیگر در ارتباط باشد و پاسخی را در یک زمان مشخص دریافت کند. هر دو نهاد می‌توانند با یکدیگر در ارتباط باشند اما نه در یک زمان. یک مثال از ارتباطات نیمه دو طرفه، یک سازمان پروژه‌ای است که می‌شود ارتباطات با مدیریت بالایی بدون یک جلسه مستقیم را ترتیب داد، هر رابطه باید برای پاسخی از هدف ارتباطی صبر کند. درخواست و تخصیص بدون یک جلسه بودجه مثال دیگری از ارتباطات داده‌های نیمه دو طرفه در مدیریت پروژه است.

ارتباطات دو طرفه[3]: این شامل یک آرایش ارتباطی می‌شود که باعث به وجود آمدن مکالمه میان نهادهای ارتباطی می‌شود. هر دوی اشخاص و نهادها می‌توانند با یکدیگر در یک زمان یا رو در رو در ارتباط باشند. تا آنجایی که هیچ مشاجره‌ای وجود نداشته باشد. به نظر می‌رسد که این قابل قبول‌ترین حالت ارتباطی باشد. این نوع ارتباط باعث به وجود آمدن برنامه‌ریزی پروژه مشارکتی می‌شود که در آن هر پرسنل پروژه فرصتی برای ارتباط با فرآیند برنامه‌ریزی دارد.

---

[1] *Simplex communication*
[2] Half-duplex communication
[3] Full-duplex communication

هر کدام از اعضای یک تیم پروژه ملزم به شناسایی طبیعت حالت ارتباطی غالب پروژه هستند. مدیر باید ساختار ارتباطی غالب را ارزیابی کرده و برای اصلاح آن در صورت نیاز به منظور بهبود عملکرد پروژه گام بردارد. ارزیابی که در آن مشخص می‌کند چه کسی با چه کسی در مورد چه چیزی در ارتباط باشد ممکن است در بهبود فرآیند ارتباطی داده یا اطلاعات پروژه کمک کند. یک ماتریس ارتباطی ممکن است شامل علامت گذاری‌هایی در مورد حالات مطلوب ارتباطی میان اشخاص و گروه‌ها در محیط پروژه باشد.

چگونگی رسیدن به همکاری:

همکاری میان اعضای تیم هرگز نباید تضمین شده تلقی شود. این باید به صورت صریحی استخراج و تحلیل شود. ارتباطات پروژه زمانی خوب است که دربرگیرنده ارکان مورد نیاز برای تسهیل همکاری باشد. صرفاً ابراز رضایت برای یک پروژه، تضمین کافی از همکاری کامل نیست. رایج‌ترین عبارت در همکاری این است که "تقلید کن". خریداری یا تنفیذ پروژه‌ای که دارای یک پایه ارتباطی محکم نیست بی‌اساس است. شرکت کنندگان پروژه و ذینفعان باید در رابطه با ارزش‌های پروژه قانع شده باشند. که باعث این می‌شود که همکاری پایدار و درونی بدست آید. بعضی از فاکتورهایی که بر روی همکاری در محیط پروژه تاثیر گذارند شامل الزامات پرسنلی، الزامات منابع، محدودیت‌های بودجه، تجربیات گذشته، تضاد در اولویت‌ها و کمبود پشتیبانی سازمانی واحد می‌شود. همان گونه که نویسنده اصلی اغلب بیان می‌کند: سطح تمایل به درگیری و مشارکت در پروژه ما از تجربیات گذشته شکل گرفته است.

در نتیجه ما باید همکاری موفق را در یک پروژه برای ساخت پایه‌ای مشارکتی برای اتحاد پروژه‌های آینده بنا کنیم. یک رویکرد ساختاری برای جستجوی همکاری باید موارد زیر را روشن کند:

- تلاش‌های مشارکتی لازم
- سوابق برای پروژه‌های آینده
- کمبود عدم همکاری
- ضرورت همکاری برای موفقیت پروژه

- تاثیر سازمانی همکاری
- چارچوب زمانی موجود در پروژه
- هدایای همکاری مناسب

همکاری یک بعد پایه‌ای از تقابلات انسانی است. پروژه‌های که به دلیل کمبود همکاری و تعهد با شکست مواجه می‌شوند نسبت به هر فاکتور پروژه‌ای دیگر بیشتر است. برای حفظ و ایمن‌سازی همکاری شرکت‌کنندگان پروژه، باید یک عکس‌العمل اولیه مثبت به پروژه را به دست آوریم. مثبت‌ترین جنبه یک پروژه باید اولین گزینه‌های ارتباطات پروژه باشد. برای مدیریت پروژه انواع مختلف همکاری وجود دارد که باید فهمیده شود.

همکاری عملکردی[1]: این نوعی از همکاری است که به وسیله طبیعت رابطه عملکردی بین دوگروه به وجود می‌آید. دو گروه ممکن است ملزم به اجرای عملکردهای مرتبط باشد که فقط می‌تواند از طریق همکاری مشترک به دست آید.

همکاری اجتماعی[2]: این نوعی از همکاری است که به وسیله رابطه اجتماعی بین دو گروه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. رابطه اجتماعی غالب، نوع همکاری ممکن که در تکمیل کار پروژه مؤثر است را ترغیب می‌کند.

همکاری قانونی[3]: همکاری قانونی نوعی از همکاری است که از طریق بعضی از الزامات معتبر اعمال می‌شود. در این رابطه شرکت‌کنندگان هیچ چاره‌ای به غیر از همکاری ندارند.

همکاری اداری[4]: نوعی از همکاری است که به وسیله‌ی الزامات اداری آورده شده است و باعث این می‌شود که دو گروه برای رسیدن به هدف مشترک مرسوم با یک‌دیگر کار کنند.

همکاری انجمنی[5]: این نوع همکاری هم‌چنین ممکن است به عنوان انجمن دانشگاهی نیز خطاب شود. سطح همکاری به وسیله‌ی ارتباطی که بین دو گروه وجود دارد اندازه‌گیری می‌شود.

[1] Functional cooperation
[2] Social cooperation
[3] Legal cooperation
[4] Administrative cooperation
[5] Associative cooperation

همکاری مجاورتی[1]: نوعی از همکاری که به دلیل مجاورت جغرافیایی دو گروه بباه یک‌دیگر هست را همکاری مجاورتی می‌گویند. نزدیک بودن موجب این امر می‌شود که این دو گروه با هم کار کنند.

همکاری وابستگی[2]: این نوعی از همکاری است و به این دلیل اتفاق می‌افتد که یک گروه برای زمینه‌های مهمی به گروهی دیگر وابسته است. چنین وابستگی معمولاً نوعی از طبیعت دوطرفه‌ی مشترک است، یک گروه به دیگری برای یک چیزی وابسته است در صورتی که گروه دوم به گروه اول برای چیزهای دیگر وابسته است.

هم کاری تحمیلی [3]: در این نوع همکاری میانجی‌های خارجی باید به منظور به وجود آوردن همکاری میان دو گروه استخدام شوند. این برای مواردی کاربردی است که دو گروه هیچ دلیل طبیعی برای همکاری ندارند. اینجا جایی است که رویکردهای ارائه شده در قبل برای جستجوی همکاری می‌تواند خیلی پرکاربرد باشد.

همکاری جانبی[4]: همکاری جانبی شامل همکاری با همتایان و روابط فوری می‌شود. همکاری جانبی به دلیل وجود روابط جانبی به وجود آمده در محیط که برای همکاری پروژه مساعد است، به آسانی به دست می‌آید.

همکاری عمودی[5]: همکاری عمودی یا سلسله مراتبی به همکاری اطلاق می‌شود که به وسیله ساختار سلسله مراتبی پروژه به وجود می‌آید. برای مثال زیردست‌ها انتظار دارند که با سرپرستان عمودی‌شان همکاری داشته باشند.

بدون توجه به نوع همکاری در دسترس در محیط پروژه، نیروهای مشارکتی باید به منظور رسیدن به اهداف پروژه کانال‌بندی و مرتب شوند، مستندسازی سطح غالب همکاری برای پیروز شدن حمایت متعاقب برای یک پروژه پرکاربرد است.

شفاف‌سازی اولویت‌های پروژه، همکاری پرسنلی را تسهیل می‌کند. اولویت‌های مرتبط پروژه‌های چندگانه باید طوری مشخص شوند که هر پروژه اولویت‌بندی شده سطح یکسانی از

[1] Proximity cooperation
[2] Dependency cooperation
[3] Imposed cooperation
[4] Lateral cooperation
[5] Vertical cooperation

اولویت برای تمام گروه‌ها در یک سازمان را دربر بگیرد. بعضی از خطوط راهنما برای تضمین همکاری برای بیش‌تر پروژه‌ها شامل موارد زیر است:

- بنا نهادن اهداف در دسترس برای پروژه
- تعیین کردن تعهدات شخصی لازم به طور شفاف
- یکپارچه‌سازی اولویت‌های پروژه با اولویت‌های موجود
- حذف ترس از دست دادن شغل به دلیل صنعتی‌سازی
- پیش‌بینی و حذف منابع بالقوه تضاد
- استفاده از سیاست درهای باز برای رسیدگی به شکایات پروژه
- حذف شک و تردید به وسیله مستندسازی ارزش‌های پروژه

تعهد: همکاری باید به وسیله تعهد پشتیبانی شود. همکاری، پشتیبانی از ایده‌های یک پروژه است. متعهد شدن، شرکت فعال و دلخواه در تلاش‌های پروژه به صورت مکرر در سختی‌ها و پستی بلندی‌های پروژه است. تدارک منابع یک روشی است که به وسیله آن مدیر می‌تواند باعث ایجاد تعهد در یک پروژه شود.

اجرای هماهنگی

بعد از اینکه عملیات‌های ارتباطی و همکاری به طور موفقیت‌آمیزی آغاز شدند، تلاش‌های پرسنل پروژه باید هماهنگ شود. هماهنگی یک سازمان هماهنگ از تلاش‌های پروژه را تسهیل می‌کند. ساختار چارت مسئولیت می‌تواند در این مرحله بسیار کمک‌کننده باشد، یک چارت مسئولیت ماتریسی است که شامل ستون‌های بخش‌های عملیاتی یا شخصی و سطرهای اعمال مورد نیاز است. سلول‌های داخل ماتریس به وسیله کدهای رابطه‌ای پر می‌شود که نشان می‌دهد که چه کسی مسئول چه چیزی است. جدول ۶-۴ مثالی از یک ماتریس مسئولیت برای برنامه‌ریزی یک برنامه سمینار را نشان می‌دهد. ماتریس از غفلت درباره الزامات و اجبارات ارتباطی ضروری پرهیز می‌کند. این می‌تواند به حل پرسش‌هایی مانند موارد زیر کمک کند:

- چه کسی چه کاری انجام می‌دهد؟
- چه مدت زمانی طول می‌کشد؟

- چه کسی، کس دیگر را از چه چیزی مطلع می‌کند؟
- تصویب چه کسی برای چه چیزی مورد نیاز است؟
- چه کسی برای چه نتایجی مسئول است؟
- چه رابطه‌های پرسنلی مورد نیاز است؟
- چه پشتیبانی‌هایی از چه کسی و در چه زمانی مورد نیاز است؟

حل تعارض با استفاده از روش C سه‌گانه

تضادها می‌توانند در هر محیط کاری به وجود بیایند و به وجود هم می‌آیند. تضادها خواه تعمدی یا غیر تعمدی، یک سازمان را از استفاده از بیش‌تر نیروی کارش باز می‌دارد. وقتی که مدل C سه‌گانه به عنوان یک فرآیند یک پارچه استفاده می‌شود، می‌تواند به جلوگیری از تضادها در یک پروژه کمک کند. وقتی که تضادها به وجود بیاید، آن می‌تواند در حل آن‌ها مؤثر باشد. کلید حل تضاد، ارتباطات مستقیم و باز، همکاری مشترک و هماهنگی پایدار است. منابع متعددی از تضادها می‌توانند در پروژه‌ها موجود باشند. برخی از آن‌ها در زیر آمده است:

تضاد برنامه زمانی: تضاد می‌تواند به دلیل برنامه زمانی یا توالی نامناسب وظایف پروژه به وجود آید. این اغلب در پروژه‌های چندگانه‌ی بزرگ مرسوم است. تعویق می‌تواند باعث این امر شود که یک مرتبه کارهای زیادی برای انجام داشته باشیم، در نتیجه باعث برخورد عملیات‌های پروژه می‌شود و عدم توافق را در بین اعضای تیم پروژه ایجاد می‌کند. تخمین‌های غیر صحیح الزامات زمان ممکن است به برنامه زمانی‌های فعالیت‌های غیرشدنی ختم شود. هماهنگی پروژه می‌تواند باعث جلوگیری از تضادهای برنامه زمانی شود.

تضاد هزینه‌ای: هزینه پروژه ممکن است به طور کلی برای مشتریان یک پروژه قابل قبول نباشد. این به تضاد پروژه ختم خواهد شد. حتی اگر هزینه اولیه پروژه قابل قبول باشد، نبود کنترل هزینه در طی اجرا می‌تواند باعث ایجاد تضادها شود. رویکردهای تخصیص ضعیف بودجه و کمبود مطالعه امکان‌سنجی مالی بعدها باعث تضادهای مالی در یک پروژه می‌شود. ارتباطات و هماهنگی می‌تواند از بیش‌تر تأثیرات منفی تضادهای هزینه‌ای جلوگیری کند.

جدول ٤,٦ مثال ماتریس مسئولیت (وظیفه) برای هماهنگی پروژه

	مسئولیت افراد				وضیعت وظیفه			
وظایف	کارمند A	کارمند B	کارمند C	مدیر	31 JAN	15 FEB	28 MAR	21 APR
جلسات طوفان فکری	R	R	R	R	D			
شناسایی سخنرانان				R		O		
انتخاب مکان سمینار	I	R	R			O		
انتخاب محل ضیافت	R	R				D		
آماده سازی مواد تبلیغاتی		C	R	I	O	O	D	
طرح بروشور		C	R					D
توسعه زمان بندی			R			L	L	
سازمان دهی کمک‌های بصری			R		L	L	L	
فعالیت‌های هماهنگ			R				L	
بررسی دوره‌ای وظایف	R	R	R	S				D
نظارت بر پیشرفت برنامه	C	R	R			O	L	
مرور و بررسی پیشرفت برنامه	R				O	O	L	L
ترتیبات اختتامیه	R							L
بررسی و ارزیابی پس از برنامه	R	R	R	R			D	

کدهای وظیفه ای: (R، وظیفه)(I، اطلاع رسانی)(S، پشتیبانی)(C، مشورت کردن)

کدهای کار: (D، انجام شده)(O، در جریان)(L، با تاخیر)

تضاد اجرایی: اگر الزامات اجرایی شفافی بنا نشود، تضادهای اجرایی به وجود خواهد آمد. کمبود استانداردهای اجرایی تعریف شده به طور شفاف می‌تواند هر فرد را به ارزیابی عملکردش بر اساس قضاوت‌های ارزشی شخصی سوق دهد. برای ارزیابی یکنواخت کیفیت کار و نظارت بر پیشرفت پروژه، استانداردهای اجرایی باید با استفاده از رویکرد C سه‌گانه بنا نهاده شود.

تضاد مدیریتی: باید یک اتحاد دو طرفه بین مدیر و تیم پروژه وجود داشته باشد، نقطه نظرات مدیران باید به وسیله‌ی تیم درک شود. نقطه نظرات تیم باید توسط مدیر ارج نهاده شود. اگر این اتفاق نیفتد، تضادهای مدیریتی به وجود خواهند آمد. عدم وجود یک تقابل دو طرفه می‌تواند به اعتصاب‌ها و عملیات‌های صنعتی ختم شود که برای اهداف کوتاه مدت پروژه

می‌توند مضر باشد. رویکرد C سه‌گانه می‌تواند در به وجود آوردن یک محیط گفتگـوی مناسـب بین مدیر و تیم پروژه کمک کند.

تضادهای فنی: اگر پایه فنی پروژه قوی نباشد، تضاد فنی به وجود می‌آید. پروژه‌های صنعتی جدید به دلیل وابستگی آنها به تکنولوژی به تضادهای فنی متمایل هستند. کمبود یک مطالعـه امکان‌سنجی فنی جامع باعث ایجاد یـک تضـاد فنـی مـی‌شـود. الزامـات اجرایـی و مشخصـات سیستم‌ها می‌تواند از طریق رویکرد C سه‌گانه برای پرهیز از تضادهای فنی یکپارچه‌سازی شود.

تضاد اولیت: تضادهای اولویتی زمانی به وجود می‌آید که اهداف کوتاه مدت پـروژه بـه طـور مناسبی تعریف و به طور یکنواختی در یک پروژه اجرا نشوند. کمبود یک تعریف پروژه مسـتقیم می‌تواند هر عضو پروژه را به تعریف اهدافش که ممکن است در تضاد بـا اهـداف مـد نظـر یـک پروژه باشد، سوق دهد. عدم وجود ثبات عملیات پـروژه، دیگـر منبـع بـالقوه تضـادهای اولویـت می‌باشد. تخصیص بیش از حد مسئولیت‌ها بـدون هـیچ خطـوط راهنمـا بـرای سـطوح اساسـی مرتبط می‌تواند به تضادهای اولویت ختم شود. ارتباطات می‌توانـد بـه از بـین بـردن تضـادهای اولیتی کمک کند.

تضاد منبع: مشکلات تخصیص منبع یک منبع اصلی تضاد در مدیریت پروژه اسـت. رقابـت بـرای منابع، شامل پرسنل، ابزار، سخت‌افزار، نرم‌افزار و ... می‌باشد و مـی‌توانـد بـه برخوردهـای مخربـی در میان اعضای پروژه ختم شود. رویکرد C سه‌گانه می‌تواند همکاری منابع را ایمن سازد.

تضاد قدرت: قوانین پروژه به یک بازی قدرت که می‌تواند تأثیر منفی در پیشرفت یک پـروژه داشته باشد ختم می‌شود. اختیار و قدرت پروژه باید به طور شفافی مشخص شود. اختیار پـروژه کنترلی است که یک شخص بر اساس بـُعد پست عملیاتیش دارد. قدرت پروژه به متصل کـردن و تأثیری مربوط می‌شود که یک شخص می‌توانـد بـه دلیـل ارتبـاطش بـا سـاختار اداری آن را تمرین کند. افرادی با شخصیت‌های محبوب می‌توانند اغلب، قدرت پروژه زیادی علی‌رغم اختیار پروژه کم داشته باشند. مدل C سه‌گانه می‌تواند یک اتحاد مثبت از اختیار و قـدرت پـروژه را در راستای اهداف پروژه تسهیل نماید. این به تعریف رهبری شفاف برای یک پروژه کمک می‌کند.

تضاد شخصیتی: یک مسئله مرسوم در پروژه‌هایی است کـه شـامل تعـداد زیـادی گـروه از افـراد می‌باشند. هر چه که پروژه‌ها بزرگ‌تر باشند اندازه بزرگ‌تری از تیم مدیریت برای نگه داشتن صـحیح

کارها مورد نیاز است. متأسفانه تیم مدیریتی بزرگ‌تر فرصتی برای تضادهای شخصیتی به وجود می‌آورد. ارتباطات و همکاری است که می‌تواند از تضادهای شخصیتی جلوگیری نماید. به طور خلاصه، حل تضاد از طریق C سه‌گانه می‌تواند با مشاهده خطوط راهنمای زیر به دست آید:

۱- روبه‌رو شدن با تضاد و شناسایی دلایل و علل مهم

۲- فعال و پذیرای گفتگو بودن به عنوان یک مکانیزم برای حل تضادها

۳- متمایز کردن رفتارهای فعال، غیر فعال، واکنشی در یک موقعیت تضاد

۴- استفاده از ارتباطات برای حل رقابت و نزاع درونی

۵- شناسایی اینکه سازش کوتاه مدت می‌تواند به دست‌آوردهای بلند مدت ختم شود

۶- استفاده از هماهنگی به منظور کار به سوی یک هدف واحد

۷- بهره‌وری از ارتباطات و همکاری برای تبدیل یک رقیب به یک همکار

این اغلب وجوه‌اندک و نادیده گرفته شده پروژه است که به شکست پروژه منتهی می‌شود. فاکتورهای متعددی ممکن است مانع از اجرای یک پروژه شوند. تمام فاکتورهای مرتبط می‌توانند تحت مدل C سه‌گانه درست از مرحله آغاز پروژه ارزیابی شوند.

خلاصه‌ای از درس‌هایی که می‌تواند از یک رویکرد C سه‌گانه برداشت شود، در زیر آمده است:

- استفاده از برنامه‌ریزی فعال برای آغاز عملیات‌های پروژه
- استفاده از برنامه‌ریزی قبلی برای پرهیز از دام‌های پروژه‌ای
- استفاده استراتژیک از جلسات، جسبه کار نیست، جلسه باید برای تسهیل کار انجام شود.
- استفاده از ارزیابی پروژه برای چارچوب‌بندی صحیح مشکل، تعریف کافی الزامات، پرسش پیوسته سؤالات صحیح، آنالیز ریسک‌ها به طور صحیح و محدوده‌بندی مؤثر پروژه.
- شجاع بودن برای خاتمه دادن یک پروژه، زمانی که خاتمه دادن بهترین تصمیم برای اجراست. هر پروژه به یک برنامه‌ی خروج نیاز دارد. در بعضی از موارد پیروزی با تسیلم شدن است.

پایداری رویکرد C سه‌گانه در زیر خلاصه شده است:

۱- برای ارتباطات مؤثر کانال‌های ارتباطی خوبی به وجود آورید.

۲- برای همکاری بادوام آرایش‌های شراکتی بنا کنید.

۳- برای هماهنگی بادوام و پایدار از یک ساختار سازمانی کارآمد برای ساختن تیم ارتباطی استفاده کنید.

منابع

1. Badiru, A. B. 2008, *Triple C Model of Project Management*, Taylor & Francis/CRC Press,
2. Boca Raton, FL.
3. Mooz, H., Kevin, F., and Howard C. 2003, *Communicating Project Management*, John
4. Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
5. PMI. 2004, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 3rd
6. Edition, Project Management Institute, Newtown Square, PA.

۵

روش مسیر بحرانی برای پروژه‌های نفت و گاز

"در مسیر بحرانی، نزدیک‌ترین فاصله، میان دو نقطه ضعیف از یک منحنی است."

همانند یک شبکه خط لوله، فعالیت‌هایی که یک پروژه را ایجاد می‌کنند، شبکه‌ای از ارتباطات درونی را شکل می‌دهد. شبکه موجود در شکل ۱-۵ را مد نظر قرار دهید. پیچیدگی شبکه فعالیت در یک شبکه بزرگ به سرعت با افزایش در تعداد فعالیت‌ها افزایش می‌یابد. آنالیز شبکه برای معنی دادن به فعالیت‌های متعدد و در هم ریخته ضروری است. برنامه زمانی پروژه، تناوب فاز زمانی فعالیت‌های شبکه است که در معرض روابط اولویت‌بندی، محدودیت‌های زمانی، محدودیت‌های منابع برای تکمیل اهداف کوتاه مدت خاص می‌باشد.

رویکردهای محاسباتی برای آنالیز شبکه پروژه با استفاده از PERT و CRM و PAM (روش دیاگرامی اولویت بندی) ارائه شده است. نمودارهای گرافیکی مختلفی از گانت چارت ارائه شده است. چارت‌های شبکه CRM و گانت چارت‌ها ابزار ارتباطی بصری مناسبی برای هدایت کردن محدوده‌ی پروژه، الزامات و خطوط مسئولیت هستند.

به دلیل طبیعت اجرای بلند مدت پروژه‌های بزرگ در صنعت نفت و گاز، برنامه زمانی فعالیت و هماهنگی بلند مدت بسیار اهمیت دارد. پنج طبقه‌بندی عمده‌ی برنامه زمانی در زیر لیست شده است:

۱- برنامه زمانی پروژه تصادفی

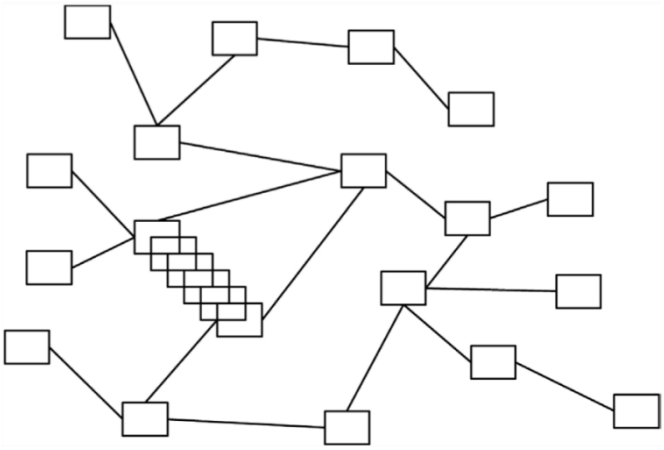
۲- برنامه زمانی پروژه فازی

۳- برنامه زمانی پروژه پیشگیرانه

۴- برنامه زمانی پروژه واکنشی

۵- برنامه زمانی پروژه پیش‌بینی ترکیبی

برنامه زمانی تصادفی این حقیقت را شناسایی می‌کند که تغییر در رفتارهای عناصر برنامه-ریزی وجود دارد و می‌تواند در غالب‌های زمان، هزینه، الزامات و منابع انسانی باشد. برنامه زمانی فازی، عدم دقت همراه با پارامترهای فعالیت‌ها در برنامه زمانی پروژه را مد نظر قرار می‌دهد. به جای نقاط نهایی دقیق پارامتر، ما سایه‌هایی از هم‌پوشانی مقادیر پارامترها را داریم. در برنامه زمانی پیشگیرانه احتمالات پیشرفته در برنامه زمانی پروژه ساخته می‌شود. این برنامه زمانی می‌تواند در پیش‌دستی کردن مشکلات در برنامه زمانی پروژه در خطوط پایین، بسیار پرکاربرد باشد. در برنامه زمانی واکنشی تیم پروژه برای واکنش و تنظیم زمانی که وقایع مخربی در برنامه زمانی پروژه به وجود می‌آید، آماده می‌شوند. در برنامه زمانی پیش‌بینی کننده پروژه، طرحی در مورد این که چه آینده‌ای برای پروژه، زمانی که چیزهایی در محیط پروژه آشکار شده و باید در نظر گرفته شوند، ارائه می‌شود.



شبکه ۵,۱ شبکه فعالیت پروژه

شبکه‌های فعالیت

تجزیه و تحلیل شبکه فعالیت به دلیل ماهیت منحصر به فرد بسیاری از فعالیت‌هایی که یک پروژه را تشکیل می‌دهند، از کارکارگاهی، جریان کارگاهی و سایر مشکلات توالی تولید متمایز است. در برنامه زمانی تولید، مسئله برنامه زمانی، دستورالعمل استانداردی را دنبال می‌کند که

خواص یا ویژگی‌های عملیات تولید را مشخص می‌کنند. ممکن است که این انتظار به وجود آید که یک تکنیک برنامه زمانی کارآمد برای یک محصول، به همان‌اندازه برای محصولات مشابه و موفق مؤثر باشد. بر عکس، این پروژه‌ها معمولاً شامل تلاش‌های یکپارچه‌ای می‌شود که ممکن است در شرایط مشابه تکرار نشوند. در بعضی از موارد، ممکن است که مفاهیم کل پروژه یا قسمتی از آن را کپی کنیم. تکنیک‌های متعددی با هدف برنامه‌ریزی، برنامه زمانی و کنترل پروژه‌ها توسعه یافته است. برنامه‌های زمانی پروژه ممکن است پیچیده، غیرقابل پیش‌بینی و پویا باشند. پیچیدگی ممکن است به دلیل وابستگی‌های فعالیت، الزامات چندگانه منابع، وقایع چندگانه هم‌زمان، تداخل اهداف کوتاه‌مدت، موانع تکنیکی و تضادهای برنامه زمانی باشد. غیرقابل پیش‌بینی بودن ممکن است به دلیل خراب شدن تجهیزات، غیر پایداری مواد خام (تحویل و کیفیت)، عملکرد مجری، غیبت نیروی کار و وقایع غیر منتظره باشد. پویایی ممکن است به دلیل متغیر بودن منبع، تغییرات در دستورات کاری و تعویض منابع باشد. ما برنامه زمانی پیش‌بینی کننده را به عنوان یک رویکرد برنامه زمانی تعریف می‌کنیم که تلاش بر پیش‌بینی دلایل بلقوی مشکلات برنامه زمانی دارد. این مشکلات به وسیله‌ی برنامه‌های احتمالی تصویب می‌شود. ما برنامه زمانی واکنشی را به عنوان یک رویکرد برنامه زمانی تعریف می‌کنیم که به مشکلاتی که در محیط برنامه زمانی به وجود می‌آید، واکنش نشان می‌دهد.

روش مسیر بحرانی

بیش‌ترین گستره‌ی استفاده از ابزارهای کمکی برنامه زمانی، شامل تکنیک‌های شبکه می‌شود که دو تا از آن‌ها CPM و PERT هستند. شبکه فعالیت‌های موجود در یک پروژه ارائه دهنده پایه‌هایی برای برنامه زمانی پروژه است. PMD نیز به طور معمول، به طور خاصی در برنامه‌ریزی پروژه‌های هم‌زمان استفاده می‌شود. یک شبکه پروژه ارائه دهنده گرافیکی محتوا و اهداف کوتاه مدت پروژه می‌باشد. آنالیز پایه شبکه پروژه معمولاً در سه فاز اجرا می‌شود:

۱- فاز برنامه‌ریزی شبکه

۲- فاز برنامه زمانی شبکه

۳- فاز کنترل شبکه

برنامه‌ریزی شبکه گاهی اوقات به برنامه‌ریزی فعالیت نیز اطلاق می‌شود. این برنامه‌ریزی شامل شناسایی فعالیت‌های مرتبط برای پروژه می‌شود. فعالیت‌های لازم و روابط دارای اولویت شان مشخص می‌شود. الزامات مقدم ممکن است بر پایه‌ی موانع تکنولوژیکی، فرآیندی، یا القا شده مشخص شوند. فعالیت‌ها سپس در فرم یک دیاگرام شبکه‌ای ارائه می‌شوند. دو مدل محبوب برای کشیدن شبکه شامل روش‌های فعالیت روی کمان AOA و فعالیت بر روی نقطه AON می‌شود. در رویکرد AOA کمان‌ها برای مشخص کردن فعالیت‌ها استفاده می‌شود در حالی که نقطه‌ها ارائه دهنده نقاط ابتدایی و انتهای فعالیت‌ها هستند. در رویکرد AON، نقطه‌ها نمایانگر فعالیت‌ها هستند، در صورتی که کمان‌ها نشان‌دهنده‌ی روابط مقدم می‌شوند. تخمین‌های زمان، هزینه و الزام منابع برای هر فعالیت در طی فاز برنامه‌ریزی شبکه توسعه می‌یابد. پیش‌بینی‌ها ممکن است بر اساس ثبت‌های تاریخی، استانداردهای زمانی، پیش‌بینی‌ها، عملگرهای خطی‌سازی یا سایر مدل‌های کمی باشند. برنامه زمانی شبکه به وسیله استفاده از دستورالعمل‌های محاسباتی پیش‌رونده و پس‌رونده اجرایی می‌شوند. این محاسبات زودترین و دیرترین زمان‌های شروع و پایان برای هر فعالیت را می‌دهند. مقدار رکود و شناوری همراه با هر فعالیت مشخص می‌شود. مسیر فعالیت با حداقل رکود در یک شبکه برای مشخص کردن فعالیت‌های بحرانی استفاده می‌شود. این مسیر هم‌چنین مدت زمان پروژه را مشخص می‌کند. تخصیص منابع و تبادل زمان-هزینه سایر عملگرهای اجرا شده در طی برنامه زمانی پروژه می‌باشند. کنترل پروژه شامل پیگیری پیشرفت یک پروژه بر اساس برنامه زمانی شبکه و اتخاذ فعالیت‌های صحیح در زمان مورد نیاز می‌باشد. ارزیابی عملگر حقیقی در مقابل عملکرد مورد انتظار، نقص‌ها را در پیشرفت پروژه مشخص می‌کند. مزایای آنالیز شبکه پروژه به صورت زیر می‌باشد:

- مزایایی برای ارتباطات

شفاف‌سازی اهداف کوتاه مدت پروژه

بنا نهادن مشخصه‌هایی برای عملکرد پروژه

ارائه یک نقطه شروع برای آنالیز جزئی‌تر وظیفه

معرفی کردن مستندسازی برنامه پروژه

خدمت کردن به عنوان یک ابزار ارتباطی بصری

- مزایایی برای کنترل

ارائه یک معیار برای ارزیابی عملکرد پروژه

کمک به مشخص کردن این که چه اعمال صحیحی مورد نیاز است.

دادن یک پیام شفافی که چه چیزی مورد انتظار است.

تشویق تمایلات تیمی

- مزایایی برای تقابل تیمی

پیشنهاد یک مکانیزم برای معرفی سریع به پروژه

مشخص کردن رابط‌های کاربردی در پروژه

تسهیل راحتی کاربرد

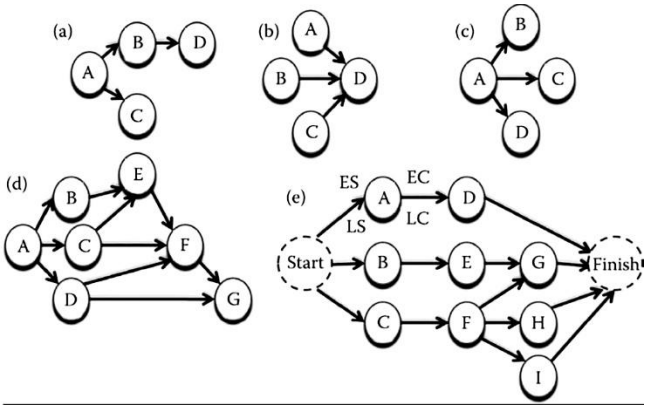
شکل ۲-۵ شبکه AON را به صورت گرافیکی نشان می‌دهد. مؤلفه‌های شبکه در ادامه توضیح داده شده‌اند.

۱- گره: یک گره نماینده دایره‌ای شکل یک فعالیت است.

۲- کمان: یک کمان خطی رابط میان دو گره است و نوکی کمان شکل در یک انتها دارد. کمان مشخص می‌کند که فعالیت در انتهای کمان نسبت به فعالیت در سر کمان اولویت دارد.

۳- فعالیت: یک فعالیت تلاشی وقت‌گیر می‌باشد که برای اجرای قسمتی از کل پروژه لازم است. یک فعالیت به وسیله یک نقطه در سیستم AON یا به وسیله‌ی یک کمان در سیستم AOA نشان داده می‌شود. شغلی که فعالیت ارائه می‌کند، ممکن است به وسیله یک عبارت کوتاه یا یک نشان داخل گره یا در طول کمان نشان داده شده است.

۴- محدودیت: یک محدودیت یک رابطه‌ی اولویتی است که تناوب فعالیت‌ها را مشخص می‌کند. وقتی که یک فعالیت بخواهد شروع شود باید بعد از اتمام فعالیت دیگری باشد، اولین فعالیت مقدم بر دومی است.



شکل ۵,۲ شبکه فعالیت CPM، (a)-(e)

۵- دایره ساختگی: از این مؤلفه برای نشان دادن یک اتفاق با یک طبیعت مهم (مانند مایلستون) استفاده می‌شود و به وسیله یک دایره با خط تیره مشخص می‌شود و به عنوان فعالیتی بدون دوره زمانی با آن برخورد می‌شود این مولفه در روش AOA لازم نیست. با این حال این ممکن است شامل اطمینان، شفاف‌سازی شبکه یا ارائه‌دهنده یک مایلستون در پیشرفت پروژه باشد.

۶- فعالیت پیش‌نیازی: یک فعالیت پیش‌نیازی فعالیتی است که به سرعت خود پیش‌نیاز چیزی قرار می‌گیرد که آن را در نظر می‌گیریم. در شکل ۵a-۲، A یک پیش‌نیاز برای B و C است.

۷- فعالیت پس‌نیاز: یک فعالیت پس‌نیاز فعالیتی است که بعد از آن چیزی که بلافاصله در نظر می‌گیریم می‌آید. در شکل ۲a -۵، فعالیت‌های B و C پس‌نیازهایی برای A هستند.

۸- فعالیت نسلی: یک فعالیت نسلی، فعالیتی است که به وسیله آن چیزی که مد نظر است محدود می‌شود. در شکل ۲a -۵، فعالیت‌های B و C و D هم نسل‌های فعالیت a هستند.

۹- فعالیت متقدم: یک فعالیت متقدم، فعالیتی است که بر آن چیزی که مد نظر است ارجحیت دارد. فعالیت‌های A و B متقدم‌های D هستند، فعالیت A مقدم بر B است و A هیچ‌گونه مقدمی ندارد.

۱۰- نقطه ادغام: یک نقطه ادغام (شکل ۲b-۵) وقتی که دو یا تعداد بیش‌تری فعالیت مقدم بر یک فعالیت هستند به وجود می‌آید. تمام فعالیت‌هایی که مقدم بر نقطه تلاقی‌اند باید قبل از شروع فعالیت تلاقی کامل شوند.

۱۱- نقطه تقاطع: نقطه تقاطع شکل (۲c-۵)، وقتی که دو یا تعداد بیش‌تری فعالیت یک پیش‌نیاز مشترک داشته باشند وجود دارد. هیچ کدام از فعالیت‌ها ناشی از یک فعالیت پیش‌نیاز مشابه نمی‌توانند تا زمانی که فعالیت نقطه تقاطع کامل شود، شروع شوند.

۱۲- دیاگرام اولویت: یک دیاگرام اولویت (شکل ۵۲d-۵ را ببینید)، یک ارائه گرافیکی از فعالیت‌هایی است که پروژه را تشکیل می‌دهند و الزامات اولویتی برای کامل کردن پروژه نیاز هستند. زمان به طور معمولی نشان داده شده است که از راست به چپ است، اما هیچ تلاشی برای ساخت‌اندازه گره‌ها یا کمان‌ها متناسب با زمان نشده است.

روابط اولویتی در CPM به سه گروه عمده تقسیم می‌شوند:

۱- اولویت تکنیکی

۲- اولویت دستورالعملی

۳- اولویت اعمال شده

الزامات اولویت تکنیکی به وسیله روابط تکنیکی در میان فعالیت‌ها در یک پروژه به وجود می‌آیند. برای مثال در ساخت و ساز مرسوم، دیوارها باید قبل نصب سقف ایجاد شود. الزامات اولویت دستورالعمل به وسیله قوانین و دستورالعمل‌ها مشخص می‌شود. چنین قوانین و دستورالعمل‌هایی اغلب درونی هستند، بدون هیچ توجیه قابل قبول، الزامات اولویت اعمال شده می‌تواند به عنوان اعمال‌شده به وسیله منابع، اعمال شده به وسیله منطقه یا اعمال شده به وسیله محیط طبقه‌بندی شود، برای مثال کمبودهای منابع ممکن است این را الزام کند که یک وظیفه قبل از وظیفه‌ای دیگر باشد. جایگاه کنونی پروژه (مانند درصد تکمیل) مشخص می‌کند که یک فعالیت باید قبل از دیگری به اتمام برسد. برای مثال محیط یک پروژه که شامل تغییرات یا تأثیرات پروژه‌های هم‌زمان می‌باشد ممکن است مشخص‌کننده روابط اولویتی فعالیت‌ها در یک پروژه باشد. هدف اولیه یک آنالیز CPN از یک پروژه مشخص کردن مسیر بحرانی است. مسیر بحرانی حداقل زمان تکمیل برای یک پروژه را مشخص می‌کند، آنالیز محاسباتی شامل دستورالعمل‌های) رو به جلو و رو به عقب است. روند رو به جلو، نزدیک‌ترین زمان شروع و پایان برای هر فعالیت در یک شبکه را مشخص می‌کند. رو به عقب، آخرین زمان شروع و تکمیل برای هر فعالیت را مشخص می‌کند. منطق شبکه مرسوم، همیشه از راست به

چپ کشیده می‌شود. اگر چنین رسمی را دنبال کنیم هیچ نیازی به استفاده از کمان‌ها برای نشان دادن جریان جهت‌دار در شبکه فعالیت نیست. نمادهای استفاده شده برای فعالیت A در شبکه به صورت زیر توضیح داده شده است:

A: شناسایی فعالیت

ES: نزدیک‌ترین زمان شروع

EC: نزدیک‌ترین زمان پایان

LS: دورترین زمان شروع

LC: دورترین زمان پایان

t: دوره‌ی فعالیت

در طی آنالیز رو به جلوی شبکه در نظر گرفته می‌شود که هر فعالیت در نزدیک‌ترین زمان شروع‌اش آغاز می‌شود. یک فعالیت می‌تواند بالافاصله بعد از این که پیش‌نیازهایش تمام شدند، شروع شود. پایان روند رو به جلو نزدیک‌ترین زمان تکمیل پروژه را مشخص می‌کند. آنالیز روند رو به عقب معکوس آنالیز روند رو به جلو است. پروژه در آخرین زمان تکمیلش شروع می‌شود و در آخرین زمان شروع اولین فعالیت در شبکه پروژه تمام می‌شود. قوانین برای اجرای آنالیزهای روند رو به جلو و رو به عقب در CPM در زیر ارائه شده است. این قوانین به صورت تکرار شونده تا زمانی که ES و EC و LS و LC برای تمام گره‌ها در شبکه فعالیت محاسبه شوند، اجرا می‌شود.

قانون ۱

در صورت عدم ذکر یا اگر غیر این گفته باشد، زمان شروع یک پروژه برابر با صفر است. که اولین گره، گره ۱ در دیاگرام شبکه نزدیک‌ترین زمان شروع صفر را دارد.

بنابراین

$$ES(1)=۰$$

اگر یک زمان شروع مطلوب، t_0 مشخص شده باشد، آن‌گاه:

$$ES(1)=t_0$$

قانون ۲

ES برای هر گره (فعالیت j) برابر با حداکثر پیش‌نیازهای EC فوری گره هست که:

$$ES(i)=Max[(EC(j)]$$
$$j \in P\{i\}$$

P{i} : مجموعه‌ای از پیش نیازهای فوری فعالیت i

قانون ۳

EC فعالیت i نزدیک‌ترین زمان شروع فعالیت به علاوه زمان تخمین زده‌اش t_i که،

$$EC(i) = ES(i) + t_i$$

قانون ۴

نزدیک‌ترین زمان تکمیل یک پروژه برابر با نزدیک‌ترین زمان تکمیل آخرین گره، گره n، در شبکه پروژه است که،

$$EC(Project) = EC(n)$$

قانون ۵

اگر LC یک پروژه به صورت صریحی مشخص نشده باشد، برابر با نزدیک‌ترین زمان تکمیل پروژه در نظر گرفته می‌شود. این کنواسیون شناوری صفر پروژه نامیده می‌شود که،

$$LC(Project) = EC(Project)$$

قانون ۶

اگر یک مهلت ضرب‌العجل مطلوب، T_P، برای پروژه مشخص شده باشد،

$$LC(Project) = T_p$$

قابل ذکر است که یک زمان تکمیل نهایی یا ضرب‌العجل ممکن است گاهی اوقات برای یک پروژه بر اساس توافقات قراردادی مشخص شود.

قانون ۷

LC برای فعالیت j کم‌ترین زمان شروع پایانی پس‌نیازهای فوری فعالیت است که

$$LC(i)=Min[(LS(j)]$$
$$j \in S\{i\}$$

که:

S_i= پس نیازی‌های فوری فعالیت i

قانون ۸

آخرین زمان شروع فعالیت j آخرین زمان تکمیل منهای زمان فعالیت است که

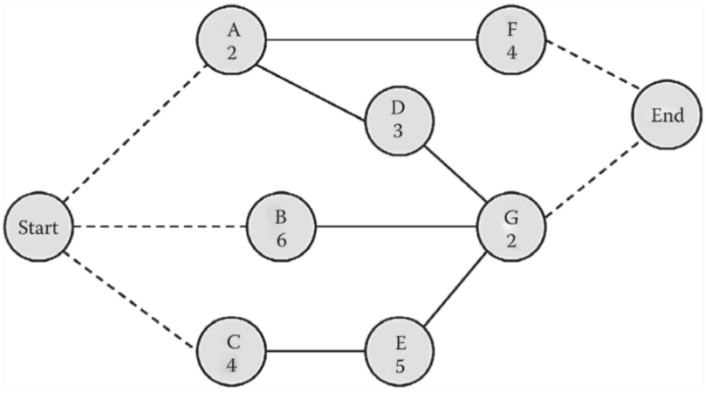
$$LS(i) = LC(i) - t_i$$

مثال CPM

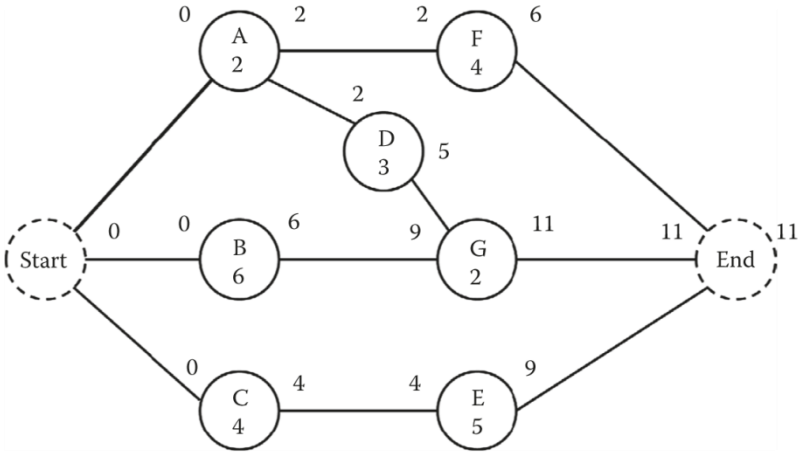
جدول ۱-۵ داده‌هایی برای یک شبکه‌ی پروژه‌ی ساده را ارائه می‌دهد. این شبکه و بسط آن برای مثال‌های محاسباتی در این فصل و فصل بعدی استفاده خواهد شد.

جدول ۵,۱ داده‌های پروژه نمونه برای تحلیلCPM

فعالیت	پیش نیاز	مدت زمان (روز)
A	-	۲
B	-	۶
C	-	۴
D	A	۳
E	C	۵
F	A	۴
G	B,D,E	۲



شکل ۵,۳ مثال شبکه فعالیت



شکل ۵,٤ تجزیه و تحلیل رو به جلو برای مثال CPM

شبکه AON برای این مثال در شکل ۳-۵ نشان داده شده است. فعالیت‌های مصنوعی در شبکه برای طراحی نقاط شروع و پایان منفرد برای پروژه جای داده می‌شوند.

روند رو به جلو

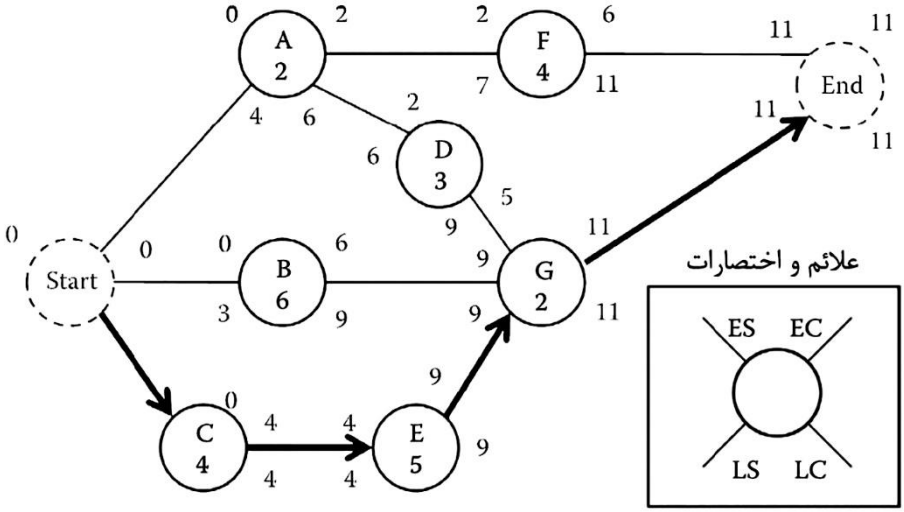
محاسبات روند رو به جلو در شکل ۴-۵ نشان داده شده است.

صفر به عنوان ES برای گره اولیه وارد می‌شود. از آنجایی که گره اولیه برای این مثال یک گره مصنوعی است، بازه زمانی آن صفر است. بنابراین، EC برای گره ابتدایی برابر با EC آن است. مقادیر EC برای پس‌نیازهای فوری گره ابتدایی برابر با EC گره ابتدایی قرار داده می‌شوند و مقادیر EC نتیجه محاسبه خواهند شد. هر گره به عنوان گره ابتدایی برای پس‌نیازهایش تعریف می‌شود. با این حال، اگر یک فعالیت بیش از یک پس‌نیاز داشته باشد، حداکثر ECS فعالیت‌های پیشین به عنوان زمان شروع فعالیت استفاده می‌شود. این در مورد فعالیت G اتفاق می‌افتد که EC آن به عنوان ماکزیمم $\max\{۶،۵،۹\}=۹$ اندازه‌گیری می‌شود. زودترین زمان تکمیل پروژه برای مثال، ۱۱ روز است. قابل ذکر است که این بلافاصله قبل از حداکثر زودترین زمان تکمیل است: $\max\{۶،۱۱\}=۱۱$. از آنجایی که این گره پایانی مصنوعی هیچ بازه زمانی ندارد، زودترین زمان تکمیل‌اش برابر با زودترین زمان شروع ۱۱روزه‌اش تنظیم شده است.

گذر رو به عقب

محاسبه روند رو به عقب، LS و LC را برای هر گره در شبکه بنا کرده است. نتایج محاسبات روند رو به عقب در شکل ۵-۵ نشان داده شده است. از آنجاییکه هیچ تاریخ سررسیدی مشخص نشده، آخرین زمان تکمیل پروژه برابر با زودترین زمان تکمیل قرار داده می‌شود. با عقب‌گرد و استفاده از قوانین آنالیز شبکه که قبلاً ارائه شده آخرین زمان‌های شروع و تکمیل برای هر گره مشخص شده قابل ذکر است که در مورد فعالیت A با دو پس‌نیاز فوری آخرین زمان تکمیل به عنوان حداقل بلافاصله بعد از آخرین زمان‌های شروع است که ۶= Min{۶،۷} می‌باشد. موقعیتی مشابی برای گره آغازین مصنوعی رخ می‌دهد. در آن مورد، آخرین زمان تکمیل گره آغازین مصنوعی، ۰= Min{۰،۲،۴} است. از آنجایی که این گره مصنوعی هیچ بازه زمانی ندارد، آخرین زمان ابتدایی پروژه برابر با آخرین زمان تکمیل گره تنظیم می‌شود، بنابراین پروژه در زمان صفر شروع می‌شود و انتظار می‌رود که تا زمان ۱۱ (روز) تکمیل شود.

در یک شبکه پروژه، معمولاً مسیرهای ممکن و تعدادی از فعالیت‌های متعددی وجود دارد که باید به ترتیب انجام شوند و تعدادی از فعالیت‌ها وجود دارد که شاید به صورت هم‌زمان انجام شود. اگر یک فعالیت، زمان‌های ES وEC نابرابری داشته باشد، پس زمان شروع و تکمیل حقیقی آن فعالیت ممکن است انعطاف‌پذیر باشد. مقدار انعطاف‌پذیری یک فعالیت را زمان شناوری می‌گویند.



شکل ۵،۵ تجزیه و تحلیل رو به عقب برای مثال CPM

زمان شناوری برای مشخص کردن فعالیت‌های بحرانی در شبکه استفاده می‌شود که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

مسیر بحرانی

مسیر بحرانی به عنوان مسیری با کم‌ترین شناوری در دیاگرام شبکه تعریف می‌شود. به تمام فعالیت‌ها بر روی مسیر بحرانی، فعالیت‌های بحرانی گفته می‌شود. این فعالیت‌ها اگر تأخیر داشته باشند می‌تواند گلوگاه‌هایی در شبکه ایجاد کند. مسیر بحرانی هم‌چنین طولانی‌ترین مسیر در دیاگرام شبکه است. در بعضی از شبکه‌ها، مخصوصاً شبکه‌های بزرگ، چندین مسیر بحرانی یا یک زیرشبکه مسیر بحرانی ممکن است وجود داشته باشد. اگر تعداد زیادی از مسیرها در شبکه وجود داشته باشد، شناسایی بصری تمام مسیرهای بحرانی ممکن است خیلی دشوار باشد. به زمان شناوری یک فعالیت هم‌چنین شناوری آن می‌گویند. چهار نوع پایه‌ای شناوری فعالیت وجود دارد:

۱- *شناوری کلی (TS)*. TS به عنوان مقدار زمان یک فعالیت تعریف می‌شود که ممکن است از زودترین زمان شروعش بدون به تأخیرانداختن آخرین زمان تکمیل پروژه به تعویق بیافتد. TS فعالیت i تفاوت بین LC و EC فعالیت یا تفاوت بین LS و ES آن فعالیت است.

$$\mathrm{TS}_i = \mathrm{LC}_i - \mathrm{EC}_i$$

یا

$$\mathrm{TS}_i = \mathrm{LS}_i - \mathrm{ES}_i$$

TS مقداری است که برای تعیین فعالیت‌های بحرانی در یک شبکه پروژه استفاده می‌شود. فعالیت‌های بحرانی به عنوان فعالیت‌هایی تعریف می‌شوند که حداقل TC در دیاگرام شبکه را دارد. اگر فقط یک مسیر بحرانی در شبکه وجود داشته باشد، سپس تمام فعالیت‌های بحرانی بر روی آن یک مسیر خواهند بود.

۲- *شناوری آزاد (FS)*. FS مقدار زمانی است که یک فعالیت از زودترین زمان شروعش بدون تأخیر در زمان شروع هر یک از جانشینان بعدی‌اش، ممکن است به تأخیر

بیانجامد. فعالیت FS به عنوان تفاوت بین حداقل زودترین زمان شروع جانشینان فعالیت و زودترین زمان تکمیل فعالیت محاسبه می‌شود.

$$FS_i = \underset{j \in S(i)}{\text{Min}} \{ES_j\} - EC_i$$

FS_i: شناوری آزاد فعالیت i

ES_i: زودتری زمان شروع یک فعالیت جانشین، j، از مجموعه‌ای از جانشین‌های فعالیت

$S(i)$: مجموعه جانشین‌های فعالیت i

ECi: زودترین تکمیل فعالیت i

۳- *شناوری تداخلی (IS)*. IS یا شناوری تداخلی، مقدار زمانی است که بوسیله آن یک فعالیت با جانشینان اش وقتی که TS آن به طور کامل اتفاق افتاده باشد، تداخل پیدا می‌کند. این در عمل به ندرت استفاده می‌شود. شناوری تداخلی بصورت تفاوت بین زمان TS و FS محاسبه می‌شود:

$$IS_i = TS_i - FS_i.$$

۴- *شناوری مستقل (IF)*. IF یا شناوری مستقل، مقدار شناوری است که یک فعالیت همیشه بدون توجه به زمان‌های اتمام یا شروع پیشینیان‌اش خواهد داشت. IF به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$IF_i = \text{Max}\{0, (\underset{j \in S(i)}{\text{Min}}\ ES_j - \underset{k \in P(i)}{\text{Max}}\ LC_k - t_i)\}$$

ESj: زودترین زمان شروع فعالیت جانشین j

LCk: آخرین زمان تکمیل فعالیت پیشین k

t_i: بازه زمانی فعالیت i که IF آن در حال محاسبه شدن است.

IF یک دیدگاه بدبینانه از موقعیت یک فعالیت را ارائه می‌دهد. این موقعیتی را ارزیابی می‌کند که به وسیله آن، فعالیت از هر دو طرف فشرده می‌شود و این زمانی است که پیشینیان آن تا حد ممکن تاخیر داشته باشند. در صورتی که جانشینان آن در زودترین زمان ممکن شروع شده باشد.

IF برای اهداف برنامه‌ریزی حفاظتی پرکاربرد است، اما زیاد در عمل از آن استفاده نمی‌شود. علی‌رغم سطح کم استفاده از آن، IF پیامدهایی کاربردی برای مدیریت بهتر پروژه دارد. فعالیت‌ها می‌توانند با IFها به عنوان روشی برای رسیدگی کردن به احتمالات، خاصیت ضربه‌گیری داشته باشند. برای شکل ۵-۵، TS و FS برای فعالیت A به ترتیب به صورت زیر حماسبه می‌شود:

$$\mathrm{TS} = 6 - 4 = 2\ days$$

$$\mathrm{FS} = \mathrm{Min}\{2,2\} - 2 = 2 - 2 = 0$$

به طور مشابه TS و FS برای فعالیت F به صورت زیر هستند:

$$\mathrm{TS} = 11 - 6 = 5\ days$$

$$\mathrm{FS} = \mathrm{Min}\{11\} - 6 = 5\ days$$

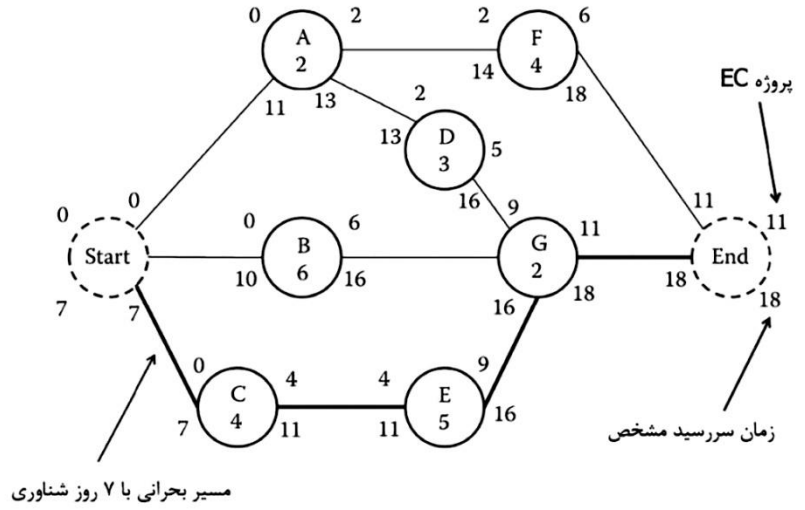
جدول ۲-۵ جدول نتایج مثال CPM را نشان می‌دهد. این جدول شامل زودترین و دیرترین زمان برای هر فعالیت و هم‌چنین TS و FS می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که حداقل TS در شبکه صفر است. بنابراین فعالیت‌های C و E و G به عنوان فعالیت‌های بحرانی تعریف می‌شوند. فعالیت بحرانی در شکل ۴-۵ نشان داده شده و شامل ترتیب فعالیت‌ها به صورت روبرو است.
Start-C-E-G-End

TS برای خود پروژه کلی برابر با TS مشاهده شده بر روی مسیر بحرانی است. حداقل شناوری در بیش‌تر شبکه‌ها صفر خواهد بود. زیرا اتمام LC برابر با اتمام EC در نظر گرفته شده است. اگر یک زمان سررسید برای یک پروژه مشخص شود، سپس ما آخرین زمان تکمیل پروژه را می‌توانیم زمان سررسید مشخص آن در نظر بگیریم. در آن مورد، حداقل TS در شبکه به صورت زیر خواهد بود:

$\mathrm{TS}_{\min}$ = مهلت سررسید پروژه - EC آخرین گره در شبکه

جدول ۵,۲ نتایج تجزیه و تحلیل CPM برای پروژه نمونه

فعالیت	مدت زمان	ES	EC	LS	LC	TS	FS	بحرانی بودن
A	۲	۰	۲	۴	۶	۴	۰	–
B	۶	۰	۶	۳	۹	۳	۳	–
C	۴	۰	۴	۰	۴	۰	۰	بحرانی
D	۳	۲	۵	۶	۹	۴	۴	–
E	۵	۴	۹	۴	۹	۰	۰	بحرانی
F	۴	۲	۶	۷	۱۱	۵	۵	–
G	۲	۹	۱۱	۹	۱۱	۰	۰	بحرانی



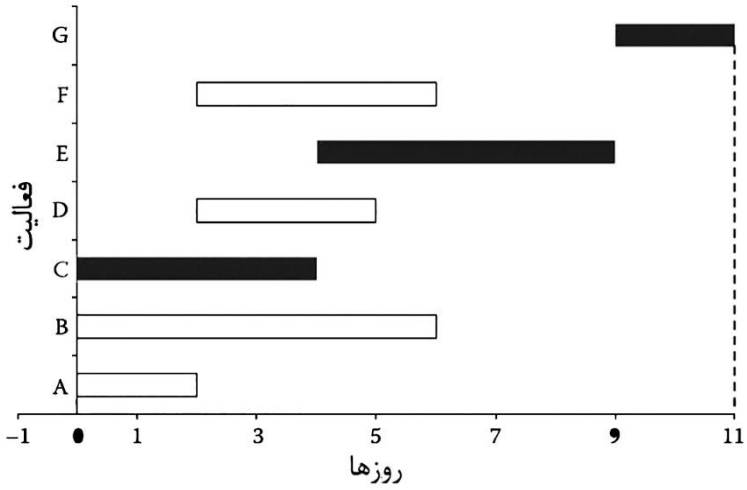
شکل ۵,۶ شبکه CPM با زمان سررسید

این TS حداقلی، در ادامه به عنوان یک TS برای هر فعالیت بر روی مسیر بحرانی ظاهر می‌شود. اگر یک زمان سررسید مشخص کم‌تر از EC در گره پایانی باشد، سپس پروژه با یک شناوری منفی آغاز خواهد شد و به این معنی است که حتی قبل از شروعش عقب‌تر از برنامه زمانی خواهد بود. در ادامه ضروری است که به منظور غلبه بر شناوری منفی، بعضی از فعالیت‌ها را تسریع کنیم (به عبارت دیگر خرد کنیم). شکل ۶-۵ مثالی با یک زمان سررسید مشخص برای پروژه را نشان می‌دهد. در این مورد زمان سررسید ۱۸ روزه بعد از زودترین زمان تکمیل آخرین گره در شبکه می‌آید.

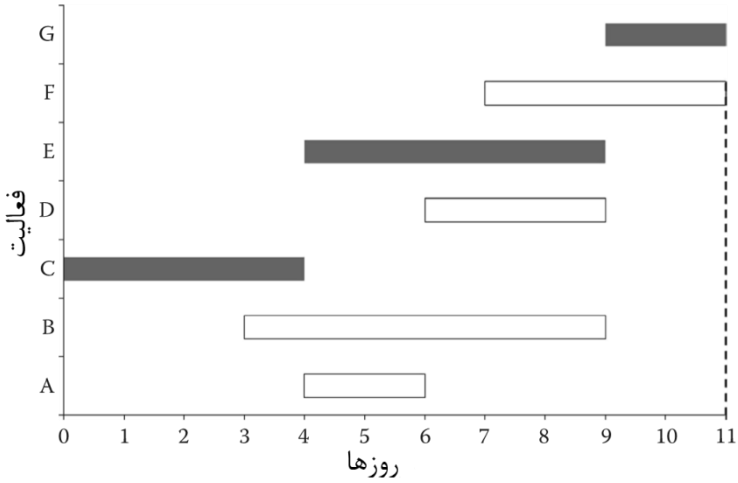
گانت چارت

وقتی که نتایج یک آنالیز CPM در یک تقویم زمانی جای داده شود، برنامه پروژه یک برنامه زمانی می‌شود. گانت چارت یکی از پر استفاده‌ترین ابزار برای ارائه‌ی یک برنامه برنامه زمانی پروژه است. یک گانت چارت می‌تواند پیشرفت حقیقی و برنامه‌ریزی شده فعالیت‌ها را نشان دهد. مقیاس زمانی در طول محور افقی نشان داده شده است. در صورتی که میله‌ها یا خطوط افقی که ارائه دهنده فعالیت‌ها هستند در طول محور عمودی مرتب شده‌اند. هنگامی که یک پروژه پیشرفت می‌کند، نشانگرها بر روی میله‌های فعالیت برای نشان دادن کار حقیقی انجام شده قرار می‌گیرد. نمودارهای گانت باید به صورت دوره‌ای برای نشان دادن موقعیت پروژه به روز رسانی شود. شکل ۷-۵ گانت چارت را برای مثال تصویری مان با استفاده از ES از جدول ۲-۵ ارائه کرده است. شکل ۸-۵ گانت چارت برای این مثال را بر اساس LS مشخص می‌کند. فعالیت‌های بحرانی به وسیله میله‌های دارای سایه نشان داده می‌شود.

در شکل ۷-۵ زمان شروع فعالیت F می‌تواند از روز ۲ تا روز ۷ (به عبارت دیگر TS=۵) بدون تأخیر در پروژه کلی به تعویق بیافتد. به همین ترتیب D، A و یا هر دو



شکل ۵,۷ گانت چارت بر مبنای زودترین زمان شروع



شکل ۵،۸ گانت چارت بر مبنای دیرترین زمان شروع

ممکن است به وسیله ترکیب کلی از ۴ روز (TS=۴) بدون به تأخیرانداختن پروژه کلی به تعویق بیافتند. اگر A یک روز به تأخیر افتاد سپس D ممکن است بیش‌تر از ۳ روز بدون تأخیر G به تعویق بیافتد، که نمایانگر تکمیل پروژه است. گانت چارت هم‌چنین نشان می‌دهد که فعالیت B ممکن است تا بیش‌تر از ۳ روز بدون اثر گذاشتن به زمان تکمیل پروژه به تعویق بیافتد. در شکل ۸-۵ برنامه زمانی فعالیت‌ها به وسیله آخرین زمان‌های تکمیلشان ارائه می‌شود. این یک حالت افراطی را مشخص می‌کند که زمان‌های شناوری فعالیت به طور کلی استفاده شده‌اند. هیچ فعالیتی در این برنامه زمانی نمی‌تواند بدون تأخیر در پروژه به تعویق بیافتند. در شکل ۸-۵ فقط یک فعالیت بیش از سه روز اول زمان بندی می‌شود. این ممکن است با برنامه زمانی در شکل ۷-۵ مقایسه شود که سه فعالیت آغازین دارد. برنامه زمانی در شکل ۸-۵ ممکن است مفید باشد اگر موقعیتی ایجاد شود که فقط به تعداد کمی فعالیت اجازه داده شود که در مراحل اولیه پروژه زمان بندی شوند. چنین موقعیت‌هایی ممکن است شامل کمبود پرسنل پروژه، کمبود بودجه اولیه، زمان برای آغاز پروژه، زمان برای آموزش پرسنل، اجازه برای دوره یادگیری و یا محدودیت‌های منبع کلی باشد. برنامه زمانی فعالیت‌ها بر اساس زمان‌های ES یک دیدگاه خوش‌بینانه را نشان می‌دهد. برنامه زمانی بر اساس زمان‌های LS یک رویکرد بدبینانه را نشان می‌دهد.

فشرده‌سازی برنامه زمانی

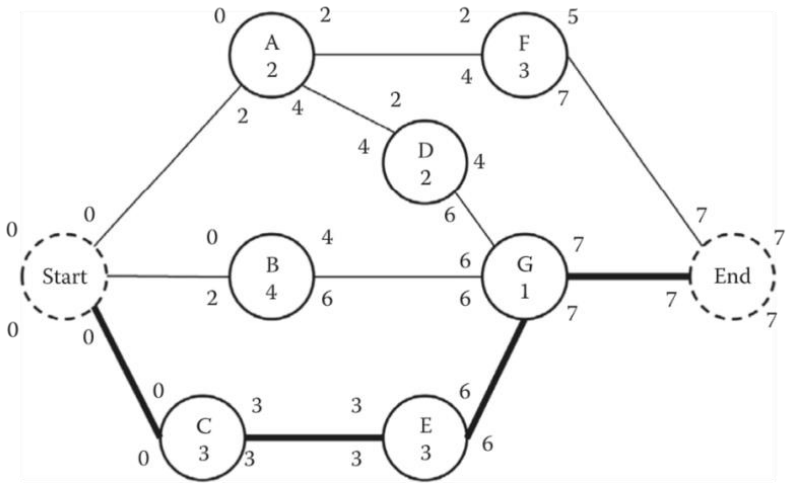
فشرده‌سازی برنامه زمانی به کاهش طول شبکه یک پروژه گفته می‌شود. این اغلب همراه با خرد کردن فعالیت‌ها همراه است. خرد کردن گاهی به تسریع، کاهش بازه زمانی فعالیت‌ها و در نتیجه کاهش مدت زمان پروژه اطلاق می‌شود. خرد شدن به عنوان تبادلی میان زمان فعالیت-های کوتاه‌تر و هزینه فعالیت بیش‌تر انجام می‌شود. این باید مشخص شود که آیا ذخایر هزینه-های کلی شناسایی شده از کاهش مدت زمان پروژه برای توجیه هزینه‌های بیش‌تر همراه با کاهش مدت زمان وظایف جداگانه کافی است یا نه. اگر یک جریمه تأخیر مرتبط با یک پروژه وجود داشته باشد، ممکن است که هزینه کلی پروژه را حتی وقتی که هزینه‌های وظایف جداگانه به وسیله خرد شدن افزایش می‌یابد، کاهش دهیم. اگر صرفه‌جویی در هزینه‌ها در یک جریمه تاخیر بیش‌تر از هزینه مازاد کاهش مدت پروژه باشد سپس خرد کردن توجیه‌پذیر است. تحت خرد کردن سنتی، هر چه مدت زمان یک پروژه فشرده شود، هزینه کلی پروژه افزایش پیدا می‌کند. هدف مشخص کردن این است که در چه نقطه‌ای خرد کردن متعاقب در یک شبکه خاتمه می‌یابد. مدت زمان وظیفه نرمال به زمان لازم برای اجرای یک وظیفه تحت شرایط نرمال گفته می‌شود. مدت زمان وظیفه خرد کردن به زمان کاهش یافته لازم برای اجرای یک وظیفه وقتی که منابع انسانی برای انجام آن مشخص شده‌اند گفته می‌شود.

اگر هر فعالیت به گستره‌ای از تخمین‌های هزینه و زمان تخصیص داده شود، سپس چندین ترکیب مقادیر زمان و هزینه با پروژه کلی همراه خواهد شد. روندهای تکراری برای مشخص کردن بهترین ترکیب زمان یا هزینه برای یک پروژه مشخص می‌شوند. آنالیز تبادل زمان-هزینه ممکن است برای مثال برای مشخص کردن هزینه جانبی کاهش مدت زمان پروژه تا یک واحد زمانی انجام شود. جدول ۳-۵ گستره‌ای از داده‌ها برای مسئله نمونه را ارائه می‌دهد که شامل زمان‌های نرمال و خرد شده و هم‌چنین هزینه‌های نرمال و خرد شده برای هر فعالیت می‌شود. همان‌گونه که قبلاً دیده شد، مدت زمان نرمال پروژه ۱۱روز است و هزینه نرمال ۲۷۱۵ دلار می‌باشد.

اگر تمام فعالیت‌ها به بازه‌های زمانی خرد شده متناظرشان کاهش یابند، هزینه‌ی کلی خردشدگی پروژه ۳۵۴۵دلار خواهد بود. در این مورد زمان خردشدگی به وسیله آنالیز CPM به دست می‌آید که ۷ روز است. شبکه CPM برای پروژه کاملاً خرد شده در شکل ۹-۵ نشان داده شده است، قابل ذکر است که فعالیت‌های E، C و G بحرانی باقی می‌مانند. گاهی اوقات خرد کردن فعالیت‌ها ممکن است به مسیر بحرانی اضافی ختم شود.

جدول ۵,۳ داده‌های نرمال و خرد شده(کم شده) زمان و هزینه

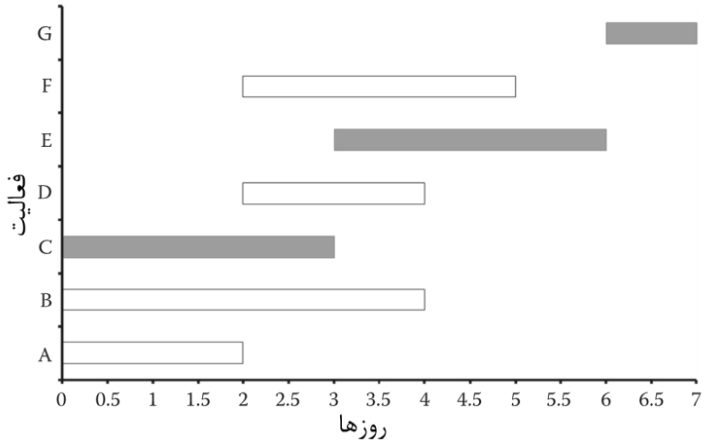
فعالیت	مدت زمان نرمال	هزینه نرمال	مدت زمان کوتاه شده	هزینه تغییر یافته	نرخ خرد شدن کاهش/ افزایش
A	۲	۲۱۰	۲	۲۱۰	۰
B	۶	۴۰۰	۴	۶۰۰	۱۰
C	۴	۵۰۰	۳	۷۵۰	۲۵
D	۳	۵۴۰	۲	۶۰۰	۶۰
E	۵	۷۵۰	۳	۹۵۰	۱۰
F	۴	۲۷۵	۳	۳۱۰	۳۵
G	۲	۱۰۰	۱	۱۲۵	۲۵
		۲۷۷۵			



شکل ۵,۹ مثالی از شبکه CPM تماما خرد (کوتاه) شده

گانت چارت شکل ۱۰-۵ یک برنامه زمانی پروژه خرد شده را با استفاده از زمان‌های ES نشان می‌دهد. در عمل خرد کردن تمام فعالیت‌های یک شبکه ممکن نیست. بیش‌تر ابتکاراتی باید استفاده شوند که برای مشخص کردن اینکه چه فعالیتی و به چه‌اندازه باید خرد شود. یک رویکرد، خرد کردن فقط فعالیت‌های بحرانی یا آن دسته فعالیت‌هایی با بهترین نسبت‌های هزینه‌های مازاد در مقابل کاهش زمان می‌باشد. آخرین ستون در جدول ۳-۵ نسبت‌های متناظر برای فعالیت‌ها در مثال ما را نشان می‌دهد. نسبت خردشدگی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$r = \frac{\text{هزینه نرمال} - \text{هزینه فشرده}}{\text{مدت زمان فشرده} - \text{مدت زمان نرمال}}$$



شکل ۵,۱۰ گانت چارت شبکهCPM تماما خرد(کوتاه) شده

این روش محاسبه نسبت خردشدگی اولویت خردشدگی را به فعالیت‌هایی با کم‌ترین شیب هزینه‌ای می‌دهد. این یک رویکرد رایج برای سرعت بخشیدن به شبکه‌های CPM است. فعالیت G کم‌ترین هزینه در واحد کاهش زمان ۲۵ دلار را پیشنهاد می‌دهد. اگر رویکرد ما فقط خرد کردن یک فعالیت در یک زمان باشد، ما تصمیم می‌گیریم که ابتدا فعالیت G را خرد کنیم و سپس افزایش در هزینه پروژه را در مقابل کاهش در زمان پروژه ارزیابی کنیم. سپس فرآیند می‌تواند برای بهترین کاندیدای بعدی برای خردشدگی تکرار شود که در این مورد فعالیت F است. زمان تکمیل پروژه تا وقتی که فعالیت F یک فعالیت بحرانی نباشد، بیش از این کاهش نمی‌یابد. بعد از این که F خرد شد فعالیت D سپس می‌تواند خرد شود. این رویکرد مکرراً به

ترتیب ارجحیت فعالیت تا زمانی که هیچ کاهش متعاقبی در مدت زمان پروژه به دست نیاید یا تا زمانی که هزینه پروژه کلی از حد مشخص شده عبور کند، تکرار می‌شود. یک آنالیز کلی‌تر ارزیابی تمام ترکیبات فعالیت‌هایی است که می‌توانند خرد شوند. با این حال چنین سرشماری کاملی ممنوع خواهد بود، زیرا اینجا تمام 2^C شبکه‌های خرد شده برای ارزیابی وجود دارند که C تعداد فعالیت‌هایی است که می‌توانند از n فعالیت در شبکه خرد شوند ($n \geq C$). برای مثال ما فقط ۶ تا از ۷ فعالیت پروژه می‌توانند خرد شوند. بنابراین یک صورت ریز کامل شامل $2^6=64$ شبکه جایگزین خواهد شد. جدول ۴-۵، ۷ تا از ۶۴ گزینه‌های خرد شدگی را نشان می‌دهد. فعالیت G که بهترین نسبت خردشدگی را پیشنهاد می‌دهد، مدت زمان پروژه را فقط یک روز کاهش داده است. حتی اگر فعالیت‌های B، D و F در کل ۴ روز در یک هزینه مازاد ۲۹۵ دلاری خرد شوند، آن‌ها هیچ کاهشی در مدت زمان پروژه ایجاد نمی‌کنند. فعالیت E در دو روز خرد شده و این یک کاهش دو روزه در مدت زمان پروژه ایجاد کرده است. فعالیت C که در یک روز خرد می‌شود، یک کاهش متعاقب یک روزه در مدت زمان پروژه ایجاد کرده است.

جدول ٥,٤ گزینه‌های خرد کردن(کوتاه کردن) انتخاب شده برای مثال CPM

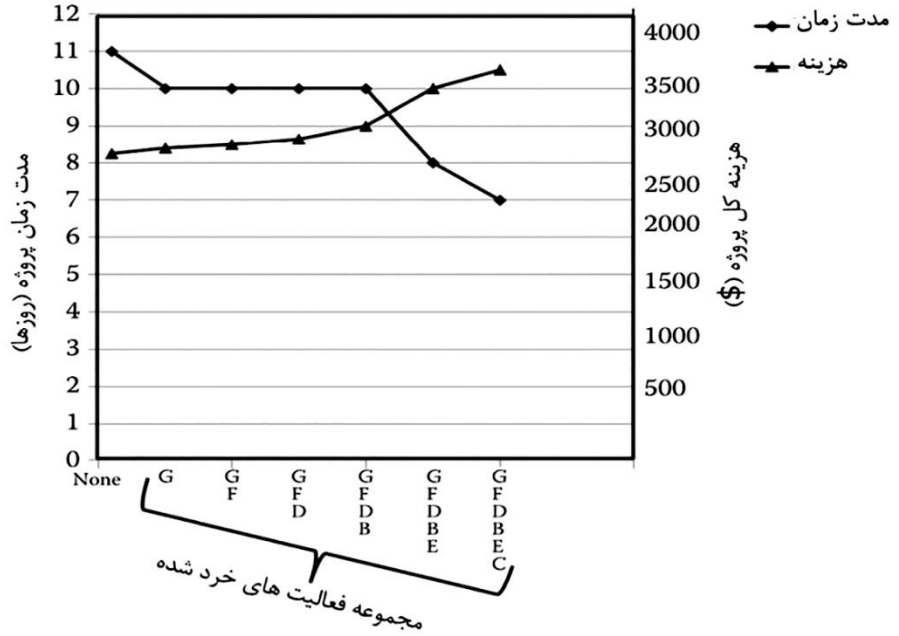
شماره گزینه	فعالیت خرد شده	مدت زمان شبکه	زمان کاهش یافته	هزینه افزایش	هزینه کل
۱	-	۲۱۰	۲	۲۱۰	۰
۲	G	۴۰۰	۴	۶۰۰	۱۰۰
۳	G,F	۵۰۰	۳	۷۵۰	۲۵۰
۴	G,F,D	۵۴۰	۲	۶۰۰	۶۰
۵	G,F,D,B	۷۵۰	۳	۹۵۰	۱۰۰
۶	G,F,D,B,E	۲۷۵	۳	۳۱۰	۳۵
۷	G,F,D,B,E,C	۱۰۰	۱	۱۲۵	۲۵

قابل ذکر است که فعالیت‌هایی که کاهش‌ای در مدت زمان پروژه ایجاد می‌کنند، آن‌هایی هستند که قبلاً در عنوان فعالیت‌های بحرانی شناسایی شده‌اند.

شکل ۱۱-۵ مدت زمان پروژه‌ی خرد شده در مقابل گزینه‌های خرد کردن و یک نمودار از هزینه پروژه کلی بعد از خرد کردن را نشان می‌دهد. هر چه فعالیت‌های بیش‌تری خرد شود، مدت زمان پروژه کاهش می‌یابد. در صورتی که هزینه پروژه کلی افزایش می‌یابد. اگر صورت

ریز کلی اجرا شد، نمودار شامل نقاط اضافی بین حداقل مدت زمان ممکن پروژه ۷ روزه (کاملاً خرد شده) و مدت زمان نرمال پروژه ۱۱ روزه (بدون خردشدگی) می‌شود. به طور مشابه نمودار برای هزینه پروژه کل شامل نقاط اضافی بین هزینه نرمال ۲۷۷۵ دلار و هزینه خرد شده ۳۵۴۵ دلار است.

در کل ممکن است بیش‌تر از یک مسیر بحرانی وجود داشته باشد، بنابراین نیاز است که مجموعه‌ای از فعالیت‌های بحرانی با حداقل نسبت خردشدگی کلی را به منظور به حداقل رساندن هزینه خردشدگی کلی بررسی کنیم. هم‌چنین نیاز است که مسیرهای بحرانی را هر زمان که مجموعه‌ای از فعالیت‌ها خرد شد، به روز کنیم.



شکل ۵,۱۱ نمودار مدت زمان و هزینه به عنوان عملکرد گزینه‌های خرد شده (کوتاه شده)

زیرا فعالیت‌های جدید ممکن است در خلال آن بحرانی شوند. برای شبکه نشان داده شده در شکل ۹-۵ مسیر G، E، C تنها مسیر بحرانی در میان $7 \le T \le 11$ است. بنابراین نیاز نیست که خردشدگی را کارهای دیگری در نظر بگیریم، زیرا هزینه تحمیل شده، زمان تکمیل پروژه را

تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. ۱۲ روش ممکن وجود دارد که می‌توانیم فعالیت‌های G، C، E را به منظور کاهش زمان پروژه خرد کنیم.

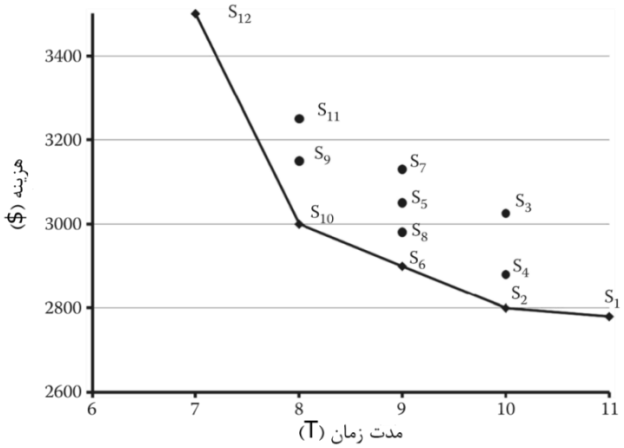
جدول ۵-۵ هزینه‌های خردشدگی و استراتژی‌های احتمالی برای مدت زمان ۷≤T≤۱۱ را بررسی کرده است. دوباره، استراتژی‌ها فقط منحنی‌های بحرانی (فعالیت‌ها) را شامل می‌شود، زیرا خرد کردن یک منحنی غیر بحرانی به وضوح بی‌ثمر است. شکل ۱۲-۵ با توجه به مقادیر مدت زمان پروژه و هزینه یک منحنی استراتژیک است. استراتژی بهینه برای هر مقدار T استراتژی‌ای با حداقل هزینه است، استراتژی‌های بهینه در شکل به هم متصل شده‌اند. این منحنی تکه‌ای خطی و مقعر به منحنی تبادل زمان هزینه شهرت دارد. رویکردهای متعدد بسیاری برای مشخص کردن این که چه فعالیت‌هایی در یک شبکه پروژه باید خرد شوند وجود دارد. دو رویکرد جایگزین در زیر برای محاسبه نسبت خرد شدگی R وجود دارد. اولی به طور مستقیم از بحرانی بودن یک فعالیت برای مشخص کردن نسبت خردشدگی‌اش به طور مستقیم استفاده می‌کند، در صورتی که دومی از یک عبارت محاسباتی که در زیر نشان داده شده است محاسبه می‌کند.

$$\text{شاخص بحرانی} = \boldsymbol{r}$$

$$\boldsymbol{r} = \frac{\text{هزینه نرمال} - \text{هزینه فشرده}}{\left(\text{شاخص بحرانی}\right)\left(\text{مدت زمان فشرده} - \text{مدت زمان نرمال}\right)}$$

جدول ۵,۵ استراتژی‌های فشرده سازی پروژه

هزینه کل	توصیف و شرح کوتاه شده‌ها	استراتژی خرد کردن	مدت زمان پروژه
$2775	Activities at normal duration	S_1	T=11
2800	Crash G by 1 unit	S_2	
3025	Crash C by 1 unit	S_3	T=10
2875	Crash E by 1 unit	S_4	
3050	Crash G and C by 1 unit	S_5	
2900	Crash G and E by 1 unit	S_6	T=9
3125	Crash C and E by 1 unit	S_7	
2975	Crash E by 2 unit	S_8	
3150	Crash G,C and E by 1 unit	S_9	
3000	Crash G by 1 unit, E by 2 units	S_{10}	T=8
3225	Crash C by 1 unit, E by 2 units	S_{11}	
3250	Crash G and C by 1 unit, and E by 2 units	S_{12}	T=7



شکل ۵,۱۲ نمودار هزینه – زمان برای استراتژی‌های جدول ۵,۵

اولین رویکرد، اولویت خردشدگی را برای فعالیتی با بیش‌ترین احتمال وقوع در مسیر بحرانی می‌دهد. در شبکه‌های قطعی، به این فعالیت‌های بحرانی گفته می‌شود. در شبکه‌های احتمالی انتظار می‌رود که یک فعالیت در مسیر بحرانی فقط در درصدی از زمان قرار گیرد. رویکرد دوم ترکیبی از رویکرد استفاده شده برای مثال تصویری و رویکرد شاخص بحرانی بودن است. این نشان‌دهنده فرآیند انتخاب کم‌ترین مقدار هزینه است. مخرج عبارت بیانگر تعداد مورد انتظار روزهایی است که بوسیله آن مسیر بحرانی می‌تواند کاهش یابد. برای شبکه‌های پروژه متفاوت، رویکردهای خردکنندگی متفاوتی باید مد نظر قرار گیرد و آن یکی که بهترین تطابق با طبیعت پروژه را داشته باشد، باید انتخاب شود.

ارزیابی برنامه و روش بررسی

PERT بسطی از CPM است که تغییر در مدت زمان فعالیت را در آنالیز شبکه پروژه جای می‌دهد. PERT به طور گسترده و موفقی در عمل استفاده شده است. در زندگی واقعی، فعالیت‌ها اغلب تمایل به عدم قطعیت‌ها دارند که مشخص‌کننده مدت زمان واقعی فعالیت‌ها است. در CPM مدت زمان‌های فعالیت قطعی فرض می‌شود. در PERT عدم قطعیت‌های احتمالی در مدت زمان‌های فعالیت به وسیله استفاده از سه زمان تخمین برای هر فعالیت

محاسبه می‌شود. تخمین‌های سه زمان، گستره‌ای از مدت زمان فعالیت تخمینی را ارائه می‌دهد. هر چه عدم قطعیت یک فعالیت بیش‌تر باشد، گستره‌ی تخمینش وسیع‌تر است.

فرمول‌های PERT

PERT از تخمین‌های سه زمان و فرمول‌های ساده برای محاسبه مدت زمان مد نظر واریانس برای هر فعالیت استفاده می‌کند. فرمول‌های PERT بر اساس ساده‌سازی عبارات برای میانگین و واریانس توزیع بتا هستند. فرمول تخمینی برای میانگین، یک میانگین وزنی ساده از تخمین سه زمان است که نقاط پایانی برابر و ۴ برابر مُد می‌شوند. تخمین فرمول برای PERT بر اساس نوعی از شناسایی است که بیش‌تر مشاهدات از یک توزیع است که در حدود بیش‌تر/کم‌تر سه انحراف معیار استاندارد یا گستره ۶ انحراف استاندارد جای دارد. در صورتی که هیچ تصدیق تئوری برای این رویکردهای تخمینی وجود ندارد، فرمول‌های PERT، آسانی در استفاده را تسهیل می‌کند. فرمول‌ها در زیر نشان داده شده‌اند:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$S^2 = \frac{(b - a)^2}{36}$$

که

a: تخمین خوش‌بینانه زمان

m: بیش‌ترین احتمال زمانی

b: تخمین بدبینانه زمان

t_e: زمان مورد انتظار برای فعالیت

S^2: واریانس مدت زمان فعالیت

بعد از به دست آوردن تخمین مدت زمان برای هر فعالیت، آنالیز شبکه در رفتاری مشابه با آن‌چه قبلاً برای رویکرد CPM نشان داده شده انجام می‌شود. گام‌های اساسی در آنالیز PERT به صورت زیر هستند:

۱- به دست آوردن تخمین سه زمان، a، m، b برای هر فعالیت

۲- محاسبه مدت زمان مورد انتظار برای هر فعالیت با استفاده از فرمولی برای t_e

۳- محاسبه واریانس مدت زمان هر فعالیت از فرمول برای S^2 قابل ذکر است که آنالیز CPM نمی‌تواند واریانس مدت زمان فعالیت را محاسبه کند زیرا از یک تخمین زمانی تکی برای هر فعالیت استفاده می‌کند.

۴- محاسبه مدت زمان مورد انتظار پروژه T_e. مشابه با مدت زمان یک پروژه در آنالیز PERT، جمع مدت زمان‌های فعالیت بر روی مسیر بحرانی است.

۵- محاسبه واریانس مدت زمان پروژه به عنوان مجموع واریانس فعالیت‌ها در مسیر بحرانی است. واریانس مدت زمان پروژه به صورت s^2 مشخص می‌شود. قابل ذکر است که CPM نمی‌تواند واریانس مدت زمان پروژه را محاسبه کند زیرا واریانس‌های مدت زمان‌های فعالیت محاسبه نشده‌اند.

۶- اگر دو یا تعداد بیش‌تری مسیر بحرانی در شبکه وجود داشته باشد، یکی با بزرگ‌ترین واریانس را برای مشخص کردن مدت زمان پروژه و واریانس مدت زمان پروژه باید انتخاب کرد. در نتیجه PERT با توجه به واریانس مدت زمان پروژه، زمانی که چندین مسیر بحرانی در شبکه پروژه وجود دارد، بدبینانه است. برای بعضی شبکه‌ها لازم است که یک آنالیز میانگین-واریانس برای تعیین اهمیت نسبی مسیرهای چندگانه به وسیله ترسیم مدت زمان‌های مورد انتظار پروژه در مقابل واریانس مدت زمان مسیر اجرا کنیم.

۷- اگر مطلوب باشد، احتمال تکمیل پروژه را در مدت زمان خاص پروژه محاسبه کنید. این عمل تحت CPM ممکن نیست.

در عمل یک سؤال اغلب به وجود می‌آید که چگونه تخمین‌های خوبی از a و m و b به دست آوریم. رویکردهای متعددی می‌تواند در به دست آوردن تخمین‌های زمان لازم برای PERT استفاده شود. بعضی از رویکردها در زیر آورده شده است:

- تخمین‌هایی که به وسیله افراد باتجربه انجام می‌شود
- تخمین‌هایی خلاصه از داده‌های زمانی استاندارد استخراج می‌شود
- تخمین‌های برگرفته شده از داده‌های تاریخی
- تخمین‌های برگرفته شده از رگرسیون ساده و/یا پیش‌بینی

- تخمین‌های تولید شده با استفاده از شبیه‌سازی
- تخمین‌های اقتباس شده از فرضیات ابتکاری
- تخمین‌هایی که به وسیله الزامات مشتری اعمال می‌شوند.

نقص استفاده از تخمین‌های انجام شده به وسیله یک شخص این است که ممکن است غیرمطمئن باشند، زیرا آن‌ها محدود به تجربه و جانب‌داری شخصی فردی است که آن‌ها را ارائه می‌دهد. اشخاص مسئول برای انجام تخمین‌های زمانی معمولاً در تخمین تبحری ندارند و آن‌ها به طور کلی در ارائه تخمین‌های زمان PERT دقیق دارای مشکل‌اند. اغلب یک تمایل برای انتخاب مقادیر a، m، b وجود دارد که به صورت خوش‌بینانه‌ای منحرف می‌شود. این به این دلیل است که مقدار زیادی معمولاً به b با استفاده از اشخاص بدون تجربه اعمال می‌شود. به عبارت دیگر، استفاده از استانداردهای زمانی ممکن است تغییرات رخ داده در محیط عملیاتی کنونی را با توجه به تکنولوژی جدید ساده‌سازی کاری، پرسنل جدید و ... نشان ندهد. استفاده از داده‌های تاریخچه‌ای و پیش‌بینی خیلی محبوب است، زیرا تخمین‌ها می‌توانند به وسیله یادداشت‌های حقیقی ارزیابی و تصحیح شوند. در مورد رگرسیون و پیش‌بینی، خطر برون‌یابی در بین گستره داده‌های استفاده شده برای متناسب کردن مدل‌های رگرسیون و پیش‌بینی وجود دارد.

مثال PERT

تصور کنید که ما داده‌های پروژه را در جدول ۶-۵ آماده داریم. مدت زمان‌های فعالیت و واریانس‌های مورد انتظار به وسیله‌ی فرمول‌های PERT همان‌گونه که در دو ستون سمت راست جدول نشان داده شده‌اند، محاسبه می‌شود. شکل ۱۳-۵ شبکه PERT را نشان می‌دهد. فعالیت‌های G وC،E به صورت بحرانی نشان داده شده‌اند و زمان تکمیل پروژه ۱۱ واحد زمانی است.

احتمال تکمیل پروژه قبل و یا در زمان سررسید ۱۰ واحد زمانی (T_d=۱۰) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$T_e = 11$

$$S^2 = V[C] + V[E] + V[G] = 0.25 + 0.25 + 0.1111 = 0.6111$$

$$S = \sqrt{0.6111} = 0.7817$$

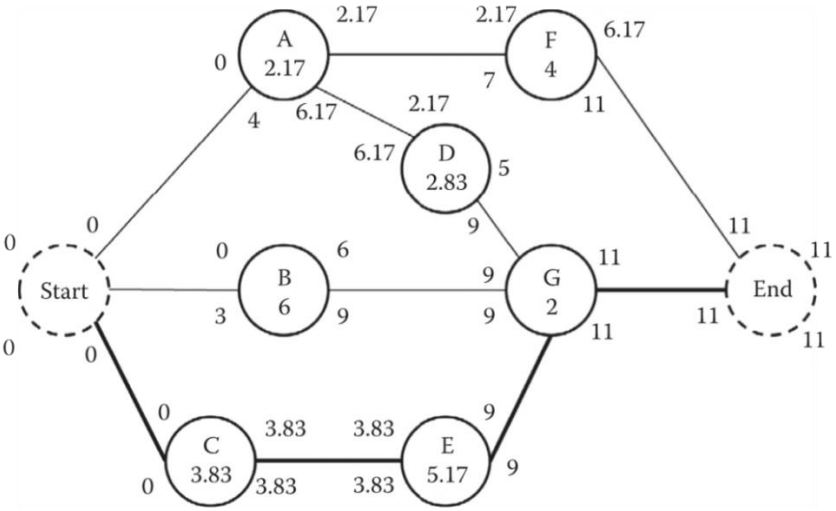
$$P(T \le T_d) = P(T \le 10)$$

$$= P\left(z \le \frac{10-\mathrm{T}_e}{s}\right) = P\left(z \le \frac{10-11}{0.7817}\right) = P(z \le -1.2793)$$

$$= 1 - P(z \le 1.2793) = 1 - 0.8997 = 0.1003$$

جدول ۵,۶ داده‌های پروژه PERT

فعالیت	پیش نیازی‌ها	a	m	b	t_e	s^2
A	-	۱	۲	۴	۲/۱۷	۰/۲۵۰
B	-	۵	۶	۷	۶/۰۰	۰/۱۱۱
C	-	۲	۴	۵	۳/۸۳	۰/۲۵۰
D	A	۱	۳	۴	۲/۸۳	۰/۲۵۰
E	C	۴	۵	۷	۵/۱۷	۰/۲۵۰
F	A	۳	۴	۵	۴/۰۰	۰/۱۱۱
G	B,D,E	۱	۲	۳	۲/۰۰	۰/۱۱۱



شکل ۵,۱۳ مثال شبکه PERT

در نتیجه، تنها بالای ۱۰ درصد احتمال تکمیل پروژه در ۱۰ روز وجود دارد. برخلاف آن احتمال پایان پروژه در ۱۳ روز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P(T \le 13) = P\left(z \le \frac{13-11}{0.7817}\right) = P(T \le 2.5585) = 0.9948$$

این برداشت می‌شود که بالای ۹۹ درصد احتمال پایان پروژه در ۱۳ روز وجود دارد. قابل ذکر است که احتمال پایان پروژه دقیقاً در ۱۳ روز برابر با صفر خواهد بود. یک تمرین در پایان این فصل خواننده را ملزم به نشان دادن این می‌کند که $P(T=T_d)=0$. اگر احتمال این که پروژه بتواند در یک حد پایین معین (T_L) و یک حد بالای معین (T_a) تکمیل شود برای ما مطلوب باشد، محاسبات به صورت روبه رو خواهد بود: $T_L=9$ و $T_a=11,5$ است.

سپس:

$$P(T_L \le 10 \le T_U) = P(9 \le T \le 11.5) = P(T \le 11.5) - P(T \le 9)$$

$$= P\left(z \le \frac{11.5-11}{0.7817}\right) - P\left(z \le \frac{9-11}{0.7817}\right)$$

$$= P(z \le 0.6396) - P(z \le -2.5585)$$

$$= P(z \le 0.6396) - [1 - P(z \le 2.5585)]$$

$$= 0.7389 - [1 - 0.9948] = 0.7337$$

روش نمودار بندی پیشین (PMD)

PDM در اوایل دهه ۱۹۶۰ به عنوان بسطی از آنالیز شبکه پایه‌ای CPM/PERT توسعه یافت. PDM به فعالیت‌های مشترک وابسته اجازه می‌دهد که به صورت جزئی در موقعیت‌های موازی در عوض زنجیره‌ای انجام شوند. وابستگی‌های پایان تا شروع معمولی میان فعالیت‌ها به گونه‌ای تنظیم شده که فعالیت‌ها می‌توانند هم‌پوشانی داشته باشند. این امر به فشرده‌سازی برنامه زمانی کمک می‌کند. یک مثال برای آن الزاماتی مانند این است که به بِتُن باید چند روزی برای خشک شدن زمان داده شود، قبل از این که حفاری حفره‌ها برای نرده‌های ساختمان انجام

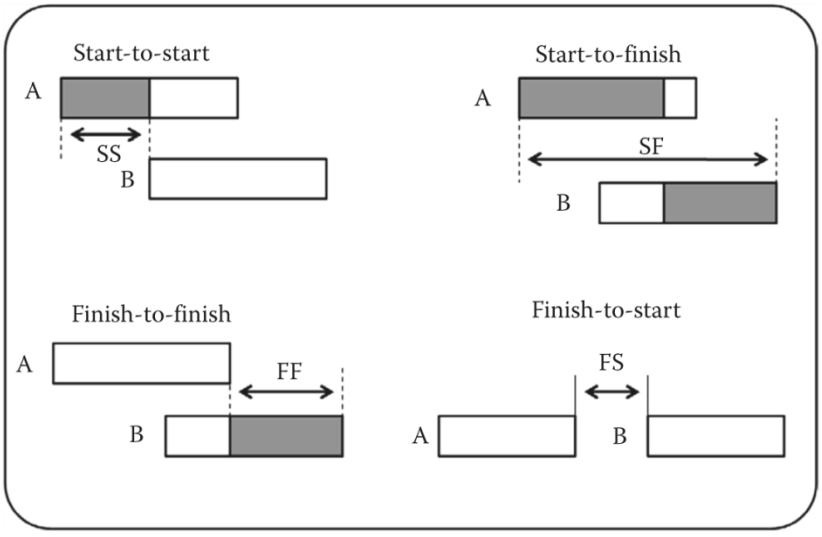
شود. که یعنی حفاری نمی‌تواند تا مدت زمان بعد از تکمیل کار بتن‌ریزی شروع شود. این یک محدودیت پایان تا شروع است. زمان بین زمان پایانی اولین فعالیت و زمان شروع دومین فعالیت را الزام تقدم و تأخیر (Lead-Lag) بین دو فعالیت می‌گویند. شکل ۱۴-۵ ارائه گرافیکی روابط تقدم و تأخر پایه‌ای میان فعالیت A و B را نشان می‌دهد. اصطلاحات علمی آن به صورت زیر است:

تقدم SS_{AB} (شروع به شروع): این مشخص می‌کند که فعالیت B نمی‌تواند تا وقتی که فعالیت A برای حداقل واحدهای زمانی SS در جریان باشد شروع شود.

تقدم FF_{AB} (پایان تا پایان): این مشخص می‌کند که فعالیت B نمی‌تواند حداقل تا واحدهای زمانی FF بعد از تکمیل فعالیت A پایان یابد.

تقدم FF_{AB} (پایان تا شروع): این مشخص می‌کند که فعالیت B نمی‌تواند حداقل تا واحدهای زمانی FF بعد از تکمیل فعالیت A شروع شود. قابل ذکر است که رویکردهای CPM/PERT از $FS_{AB=0}$ برای آنالیز شبکه استفاده می‌کند.

تقدم SF_{AB} (شروع تا پایان): این مشخص می‌کند که باید حداقل واحدهای زمانی SF بین شروع فعالیت A و پایان فعالیت B وجود داشته باشد.

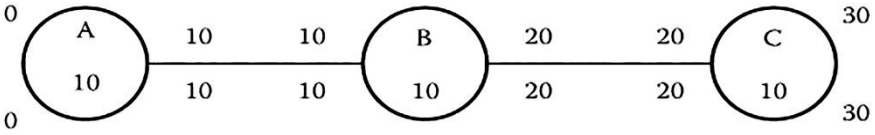


شکل ۵,۱٤ روابط تقدم و تأخر در PDM

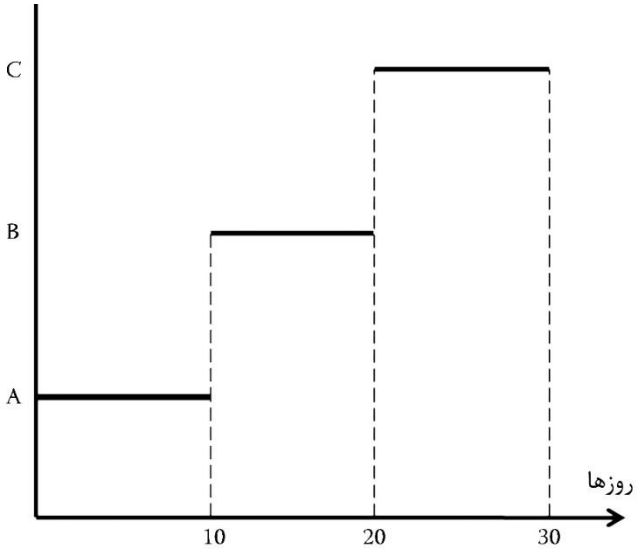
تقدم‌ها و تأخرها ممکن است به صورت متناوب در درصدهایی غیر از واحدهای زمانی بیان شود. برای مثال ما ممکن است مشخص کنیم که ۲۵ درصد از مفاد کاری فعالیت A باید قبل از این که فعالیت B بتواند شروع شود، تکمیل گردد. اگر درصد کار تکمیل شده برای مشخص کردن محدودیت‌های تقدم و تأخر استفاده شود، سپس پروسه‌ای قابل اطمینان باید برای تخمین تکمیل درصد استفاده شود. اگر کار پروژه به طور مناسبی با استفاده از WBS شکسته شود این خیلی برای تخمین تکمیل درصد با ارزیابی کار تمام شده در سطوح وظیفه ابتدایی آسان خواهد بود. روابط تقدم و تأخر ممکن است در اشکال روابط حداکثری به جای روابط حداقلی مشخص شود. برای مثال ما ممکن است حداکثر یک الزام تأخر FF بین زمان پایانی یک فعالیت و زمان فعالیت دیگر داشته باشیم. همان‌گونه که بعداً با مثال‌هایی نشان داده خواهد شد جداسازی فعالیت‌ها اغلب اجرای PDM را آسان می‌کند. بعضی از فاکتورهایی که مشخص می‌کند که آیا یک فعالیت می‌تواند جدا شود یا نه، محدودیت‌های تکنیکی هستند که بر جداسازی یک وظیفه، روحیه کاری فرد در جداسازی وظیفه، زمان راه‌اندازی لازم برای شروع مجدد وظایف جداگانه، سختی موجود در مدیریت منابع برای وظایف جداسازی کار، هدررفت پیوستگی کار و قانون مدیریت در رابطه جداسازی کارها تأثیر می‌گذارد.

شکل ۱۵-۵ یک شبکه CPM ساده شامل سه فعالیت را نشان می‌دهد. فعالیت‌ها باید به صورت زجیره‌ای انجام شوند و هر کدام مدت زمان مورد انتظار ۱۰ روزه را دارند. آنالیز معمولی شبکه CPM نشان می‌دهد که مدت زمان شبکه ۳۰ روز است. نزدیک‌ترین و دورترین زمان در شکل نشان داده شده‌اند.

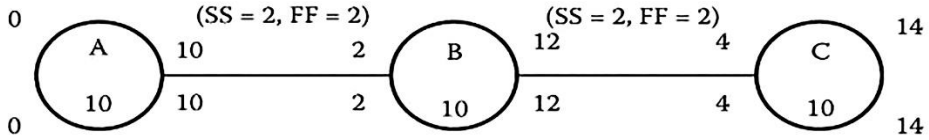
گانت چارت برای مثال ذکر شده در شکل ۱۵-۵ نشان داده شده است. برای مقایسه شکل ۱۷-۵، همان کار را نشان می‌دهد اما با مقداری محدودیت تقدم و تأخر. برای مثال اینجا یک محدودیت SS دو روزه و یک محدودیت FF دو روزه بین فعالیت‌های A و B وجود دارد. بنابراین فعالیت B می‌تواند در دو روز بعد از شروع فعالیت A آغاز شود، اما این نمی‌تواند تا دو روز بعد از تکمیل A به پایان برسد. به عبارت دیگر، *حداقل* دو روز باید بین زمان‌های شروع A و B باشد. به همین صورت حداقل دو روز باید زمان پایانی A و زمان پایانی B را جدا کند. یک رابطه‌ی اولویت مشابه میان فعالیت B و C وجود دارد، نزدیک‌ترین و دورترین زمان به دست آمده با در نظر گرفتن محدودیت‌های تأخر در شکل ۱۷-۵ نشان داده شده‌اند.



شکل ۵,۱۵ فعالیت‌های پیاپی در شبکه CPM



شکل ۵,۱۶ گانت چارت فعالیت‌های پیاپی در مثال CPM

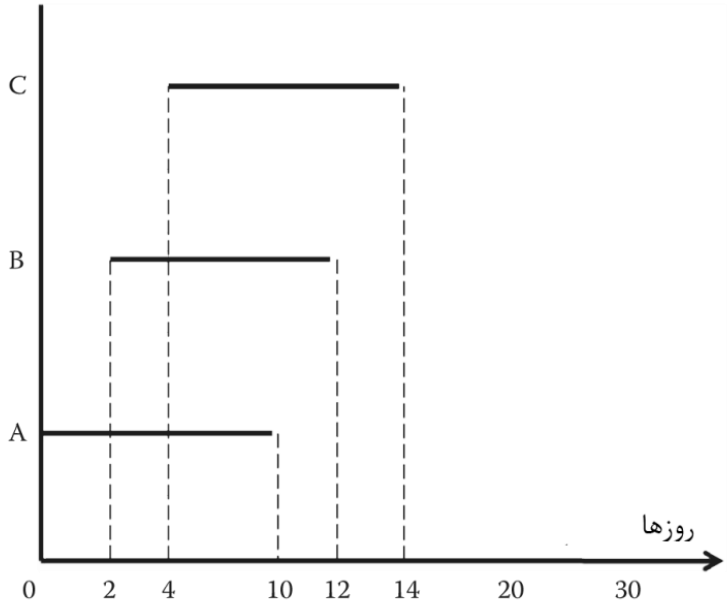


شکل ۵,۱۷ مثال شبکه PDM

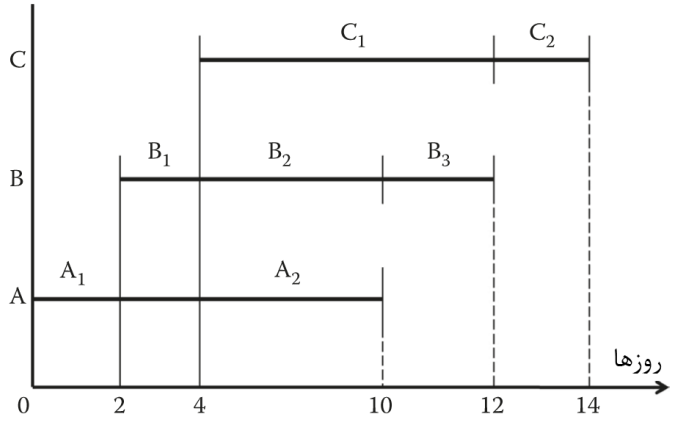
محاسبات نشان می‌دهد که اگر B فقط دو روز بعد از A شروع شود، می‌تواند ۱۲ روز بر خلاف ۲۰ روز به دست آمده در مورد CPM معمولی تکمیل شود. به طور مشابه، فعالیت C در ۱۴روز تکمیل می‌شود که به طور قابل توجهی کم‌تر از ۳۰ روز محاسبه شده به وسیله CPM معمولی است. محدودیت‌های تقدم تأخر به ما اجازه فشرده‌سازی و هم‌پوشانی فعالیت‌ها را می‌دهد. بسته به طبیعت کار مورد نظر، یک فعالیت نباید قبل از شروع تا زمانی که فعالیت پیشینش تکمیل شود، صبر کند. شکل ۱۸-۵ گانت چارت را برای مثال نشان می‌دهد که

دربرگیرنده محدودیت‌های تقدم تأخر است. این قابل ذکر است که قسمتی از یک فعالیت جانشین می‌تواند هم‌زمان با قسمتی از فعالیت پیشین انجام شود.

قسمتی از یک فعالیت که با قسمتی از فعالیت دیگر هم‌پوشانی دارد، ممکن است به عنوان قسمت مجزایی از کار مورد نیاز در نظر گرفته شود. بنابراین تکمیل جزئی یک فعالیت ممکن است، ارتقا یابد. شکل ۵,۱۹ نشان می‌دهد که چگونه هر یک از سه فعالیت داخل قسمت‌های پیوسته جای داده می‌شوند. حتی اگر هیچ قطع یا خاتمه دادن فیزیکی در کاری در هر فعالیت وجود نداشته باشد، قسمت‌های مجزا (شروع و پایان) می‌توانند هنوز شناسایی شوند. این بدین معنی است که هیچ جداسازی فیزیکی مفاد کاری فعالیتی وجود ندارد. قسمت‌های مجزا بر اساس مقدار کاری که باید قبل و یا بعد از فعالیت دیگر تکمیل شوند، تعیین می‌شود، همان‌گونه که به وسیله روابط تقدم و تأخر اعمال شد. قابل ذکر است که فعالیت A به قسمت‌های A_1 و A_2 تقسیم می‌شود. مدت زمان A_1= ۲ روز است زیرا یک رابطه SS=۲ بین فعالیت A و B وجود دارد. از آنجایی که مدت زمان اصلی A ۱۰ روز است، سپس مدت زمان A_2 ۲-۱۰=۸ روز می‌باشد.

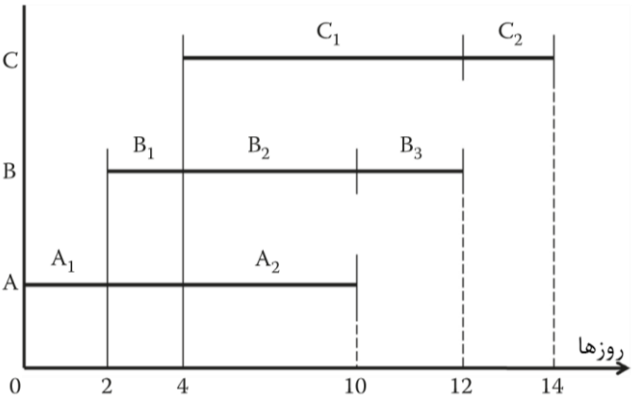


شکل ۵,۱۸ گانت چارت مثال PDM



شکل ۵,۱۹ تقسیم بندی فعالیت‌ها در مثال PDM

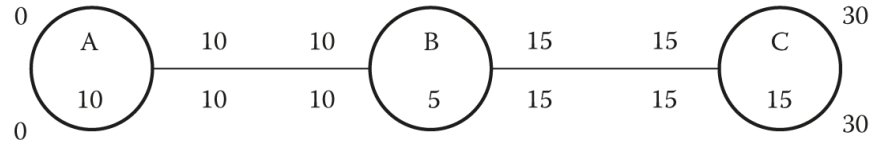
به علاوه، فعالیت B به قسمت‌های B_1 و B_2 و B_2 تقسیم شد. مدت زمان B_1 دو روز است زیرا یک رابطه SS=۲ روز بین فعالیت B و C وجود دارد. مدت زمان B_3 هم‌چنین دو روز است زیرا یک رابطه‌ی FF=۲ روز بین فعالیت A و B وجود دارد. از آنجایی که مدت زمان اصلی B ۱۰ روز است، مدت زمان B_2 به صورت ((۲+۲)-۱۰)=۶ روز محاسبه می‌شود. به صورت مشابه فعالیت C به C_1 و C_2 تقسیم می‌شود، مدت زمان C_2=۲ روز است زیرا یک رابطه‌ی FF=۲ بین فعالیت B و C وجود دارد. از آنجایی که مدت زمان اصلی C ۱۰ روز است، پس مدت زمان C_1 به صورت ۸=۲-۱۰ روز است. شکل ۲۰-۵ شبکه CPM متداول را نشان می‌دهد که برای این سه فعالیت بعد از تقسیم شدن به قسمت‌های مجزا کشیده شده است.



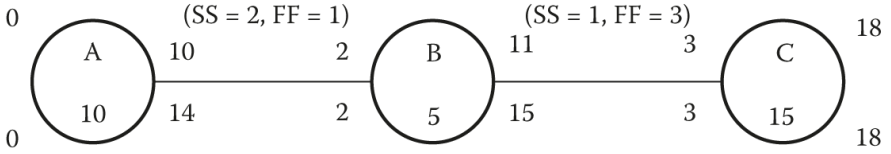
شکل ۵,۲۰ شبکه CPM فعالیت‌های تقسیم بندی شده

رویکردهای رو به جلو و رو به عقب نشان می‌دهند که تمام قسمت‌های فعالیت بر روی مسیر بحرانی‌اند. این با معنی است زیرا سه فعالیت اصلی به صورت زنجیره‌ای اجرا شده و هیچ جداسازی فیزیکی فعالیتی انجام نشده است. قابل ذکر است که سه فعالیت بحرانی وجود دارد که طول هر کدام ۱۴روز است. هم‌چنین قابل ذکر است که قسمت‌های مجزای هر فعالیت به صورت پیوسته اجرا شده است.

شکل ۲۱-۵ یک مثال جایگزین از سه فعالیت زنجیره‌ای را نشان می‌دهد. آنالیز CPM مرسوم نشان می‌دهد که مدت زمان شبکه ۳۰ روز است. وقتی که محدودیتهای تقدم و تأخر همان‌گونه که در شکل ۲۲-۵ نشان داده شده در شبکه لحاظ شود، مدت زمان شبکه به ۱۸ روز فشرده می‌شود.



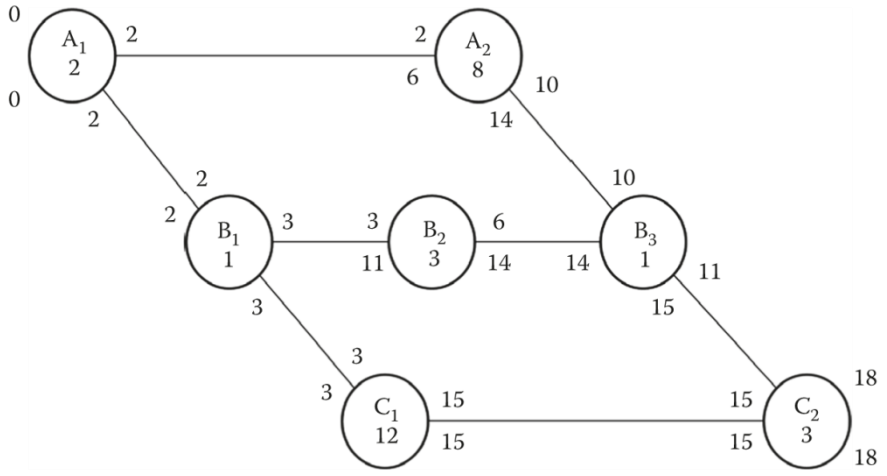
شکل ۵,۲۱ مثال CPM دیگر از فعالیت‌های پیاپی



شکل ۵,۲۲ شبکه PDM فشرده شده

در محاسبات رویکردهای روبه جلو در شکل ۲۲-۵ ذکر شده است که زودترین تکمیل B زمان ۱۱ است زیرا یک محدودیت FF=۱ بین فعالیت A و B وجود دارد. از آنجایی که A در زمان ۱۰ تکمیل می‌شود، B نمی‌تواند حداقل تا زمان ۱۱ پایان یابد. حتی اگر زودترین زمان شروع B زمان ۲ و مدت زمانش ۵ روز باشد، زودترین زمان تکمیل نمی‌تواند زودتر از زمان ۱۱ باشد. هم‌چنین قابل ذکر است که C می‌تواند در زمان ۳ شروع شود زیرا یک رابطه SS=۱ بین B و C وجود دارد. بنابراین با دادن مدت زمان ۱۰ روز برای C، زودترین زمان تکمیل شبکه

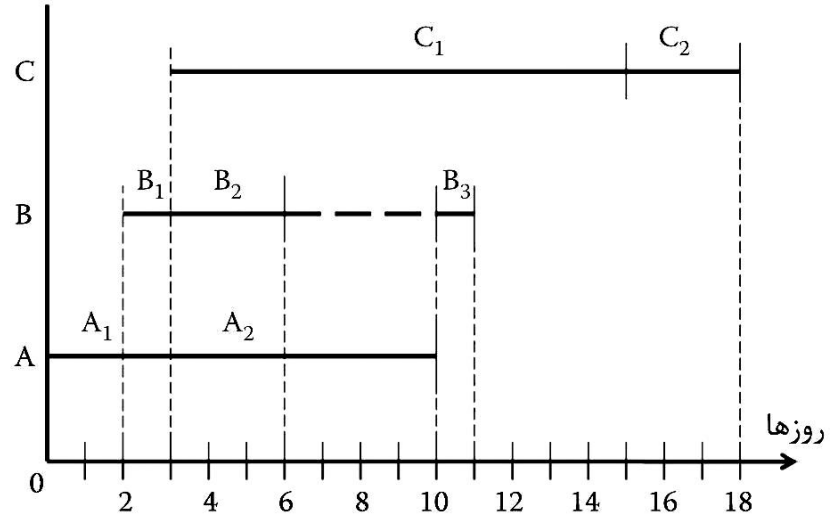
۱۵+۳=۱۸ است. تفاوت میان زودترین زمان تکمیل C و زودترین زمان تکمیل B، ۷=۱۱-۱۸ روز است، که رابطه‌ی FF=۳ بین B و C را ارضا می‌کند. در رویکرد رو به عقب، زودترین زمان تکمیل B، ۱۵ است (۱۵=۱۸-۳)، زیرا یک رابطه FF=۳ بین فعالیت B و C وجود دارد. دیرترین زمان شروع برای B زمان ۲ است (۲=۳-۱)، زیرا یک رابطه SS=۱ بین B و C برقرار است. اگر ما مراقب نباشیم ممکن است دیرترین زمان شروع B را به طور اشتباه برابر ۱۰ در نظر بگیریم (۱۰=۱۵-۵). اما این محدودیت SS=۱ بین B و C را نقض می‌کند. دیرترین زمان تکمیل A، ۱۴ است (۱۴=۱۵-۱)، زیرا یک رابطه FF=۱ بین A و B برقرار است. تمام زودترین زمان‌های شروع و دیرترین زمان‌های شروع در هر گره باید برای تضمین این که آن‌ها مطابق با تمام محدودیت‌های تقدم و تأخیر باشند، باید ارزیابی شوند. هنگام محاسبه نزدیک‌ترین زمان شروع و نزدیک‌ترین زمان تکمیل، کوچک‌ترین مقدار ممکن که محدودیت تقدم و تأخر را استفاده کند، باید استفاده شود. با استدلالات مشابهی، هنگام محاسبه دیرترین زمان شروع و دیرترین زمان تکمیل، بزرگ‌ترین زمان ممکن که محدودیت‌های تقدم و تأخر را ارضا می‌کند باید استفاده شود. ارزیابی‌های دستی آنالیز شبکه اولویت تقدم و تأخر می‌تواند برای شبکه‌های بزرگ بسیار طاقت‌فرسا باشد. یک برنامه کامپیوتری می‌تواند برای ساده‌سازی اجرای PDM استفاده شود. اگر آنالیز دستی برای محاسبات PDM انجام شود، پیشنهاد می‌شود که شبکه به قسمت‌های قابل مدیریت بیش‌تری تقسیم شود. سپس قسمت‌ها می‌توانند بعد از تکمیل محاسبه به یک‌دیگر متصل شوند. شبکه CPM گسترده در شکل ۲۳-۵ بر پایه‌ی شبکه اولویت در شکل ۲۲-۵ نباشد. دیده می‌شود که فعالیت A به دو قسمت و فعالیت B به سه قسمت و فعالیت C به دو قسمت تقسیم می-شود. رویکردهای رو به عقب و رو به جلو نشان دادند که فقط قسمت‌های اولیه فعالیت‌های A و B بر روی مسیر بحرانی قرار دارند. هر دو قسمت فعالیت C در مسیر بحرانی قرار دارد.



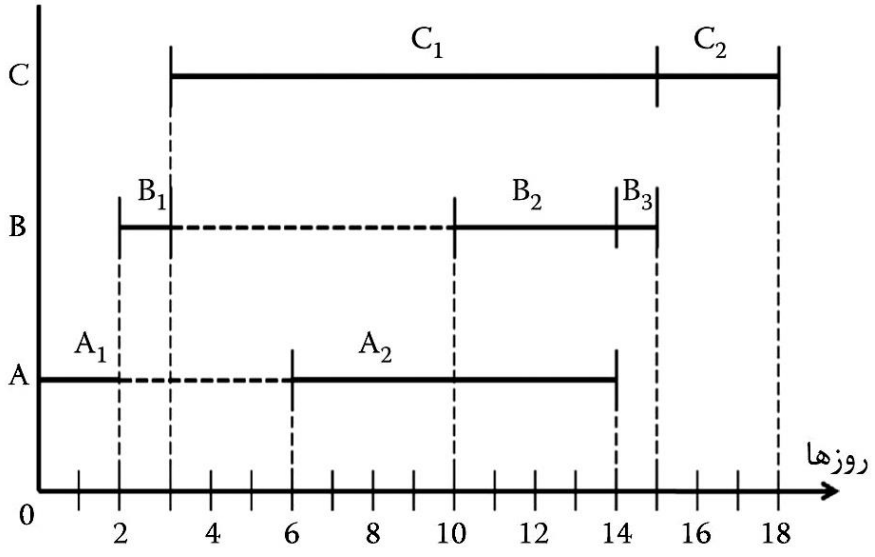
شکل ۵,۲۳ توسعه گسترش CPM، مثال دوم PDM

شکل ۲۴-۵ گانت چارت، زودترین شروع تناظر برای شبکه گسترده را نشان می‌دهد. با نگاه کردن به زودترین زمان‌های شروع می‌توانیم ببینیم که فعالیت B به صورت فیزیکی در مرز B_2 و B_3 به طریقی تقسیم شده که B_3 از B_2 به وسیله ۴ روز جدا شده است. این برداشت می‌شود که کار بر روی فعالیت B به طور موقتی در زمان ۶ بعد از این که B_2 پایان یافت، متوقف بشود و تا زمان ۱۰ دوباره شروع نشود. قابل ذکر است که با توجه به تأخیر ۴ روزه در شروع B_3 تمام پروژه به تعویق نمی‌افتد. این به دلیل این است که B_3 که قسمت آخر فعالیت B می‌باشد، در مسیر بحرانی قرار ندارد. در حقیقت B_3 دارای یک T_s=۴ روزه است. در موقعیتی نظیر این، مدت زمان فعالیت B می‌تواند در حقیقت از ۵ به ۱ روز بدون هیچ تأثیر منفی بر روی مدت زمان پروژه افزایش یابد. با این حال باید در نظر گرفته شود که افزایش مدت زمان یک فعالیت ممکن است تأثیرات منفی برای هزینه پروژه و اثربخشی پرسنلی داشته باشد. اگر جداسازی فیزیکی فعالیت‌ها مد نظر نباشد، سپس بهترین گزینه مناسب در شکل ۲-۵ افزایش مدت زمان B_2 به گونه‌ای است که فاصله زمان ۶ تا زمان ۱۰ را پر کند. یک جایگزین تعویق زمان شروع B_1 تا زمان ۴ به گونه‌ای است که از شناوری تعویق ۴ روزه دقیقاً در شروع فعالیت B استفاده کند. متأسفانه تعویق ۴ روزه زمان شروع B_1 کل پروژه را ۴ روز به تعویق می‌اندازد زیرا B_1 همان گونه که در شکل ۲۳-۵ نشان داده شده است، بر روی مسیر بحرانی قرار دارد. آنالیزگر

پروژه نیاز به ارزیابی تبادلات مناسب در بین مدت زمان‌های فعالیت‌های جدا، فعالیت‌های تعویقی، فعالیت‌های افزایشی دارد و موجب افزایش هزینه‌های پروژه می‌گردد. سناریو غالب پروژه باید زمانی که چنین تصمیم‌های تبادلی می‌گیریم مد نظر قرار گرفته شود.



شکل ۵,۲٤ زمان بندی فشرده شدهPDM بر مبنای زودترین زمان شروع ES



شکل ۵,۲۵ زمان بندی فشرده شده PDM بر مبنای دیرترین زمان فرآیند LS

شکل ۲۵-۵ گانت چارت برای برنامه زمانی PDM فشرده بر اساس آخرین زمان شروع را نشان می‌دهد. در این مورد ضروری است که هر دو فعالیت A و B را جدا کنیم زیرا مدت زمان کلی پروژه در ۱۸ روز ثابت بماند. اگر از جداسازی فعالیت پرهیز شود سپس ما می‌توانیم مدت زمان فعالیت A را از ۱۰ تا ۱۴ روز و مدت زمان فعالیت B را از ۵ تا ۱۳ روز بدون تأثیر منفی بر مدت زمان کل پروژه افزایش دهیم. فایده مهم، دیاگرام‌های اولویت توانایی برای همپوشانی فعالیت‌ها و تسهیل انعطاف‌پذیری در مدیریت زمان‌های فعالیت مجزا و فشرده‌سازی مدت زمان پروژه است.

آنالیز نرخ کاری

نرخ کاری و زمان کاری مؤلفه‌های اساسی تخمین هزینه کارهای خاص در مدیریت پروژه هستند. با داشتن مقدار کافی کار که باید در یک نرخ کاری داده شده انجام شود، زمان لازم می‌تواند محاسبه شود. از آنجایی که زمان لازم شناخته شده است، هزینه کار می‌تواند بر اساس هزینه مشخص در واحد زمانی محاسبه شود. آنالیز نرخ کاری برای تصمیمات کاری برای تصمیمات جابجایی منبع مهم است. آنالیزها می‌تواند به شناسایی این که کی و کجا مقدار مشابهی از کار می‌تواند با سطح مشابهی از کیفیت و در طی گستره زمانی منطقی با منبع ازران‌تر انجام شود، کمک کند. نتایج آنالیز منحنی یادگیری می‌تواند اطلاعات مفیدی درباره‌ی نرخ کاری مورد انتظار ارائه دهد. رابطه کلی بین کار، نرخ کاری و زمان به صورت زیر است.

(زمان)(نرخ کار)= کار انجام شده

این به صورت ریاضی به شکل زیر است:

$$W = rt$$

که

W: مقدار کار حقیقی انجام شده در واحدهای زمانی مناس. مثال واحدهای کاری مایل جاده تکمیل شده، خطوط کد کامپیوتری تایپ شده، پاک سازی تعداد گالن‌های لکه نفت، واحدهای ویجت‌های تولیدی، و سطح محیط رنگ شده

r : نرخی است که در آن کار انجام می‌شود (به عبارت دیگر کار انجام شده در واحد زمان)

t: کل زمان لازم برای اجرای کار با صرف نظر از زمان‌های پِرت موجود

قابل ذکر است که کار به عنوان مقیاس فیزیکی تکمیل شده با چگالی یکسان تعریف می‌شود. یعنی برای مثال یک خط از کد کامپیوتری به پیچیدگی و مطلوبی هر خط کد کامپیوتری دیگر است. به طور مشابه پاک‌سازی یک گالن از لکه‌ی نفت به خوبی پاک کردن هر گالن لکه نفت دیگر در محیط کاری مشترک است. تولید یک واحد از یک محصول مشابه تولید هر واحد دیگر از محصول است. اگر چگالی کاری یکسان را نشود برای کار خاص در حین آنالیز در نظر گرفت، سپس رابطه ارائه شده بالا به نتایج پرخطائی ختم می‌شود. پیوستگی می‌تواند، بهبود یابد اگر حیطه آنالیز به یک سایز قابل‌اندازه‌گیری محدود شود. هرچه حیطه‌ی آنالیز بزرگ‌تر باشد، تغییرات از یک واحد کاری به واحد دیگر بیش‌تر است واندازه‌گیری کار کلی همسانی کمتری خواهد داشت، برای مثال در یک پروژه شامل ساخت ۵۰ مایل از جاده سطحی، آنالیز کاری ممکن است در قسمت‌های ۱۰ مایلی در یک زمان تا کل ۵۰ مایل به صورت یکجا انجام شود، اگر مقدار کل کار برای آنالیز یک واحد کلی تعریف شود. سپس رابطه‌ی زیر می‌تواند برای مورد یک منبع منفرد انجام‌دهنده کار با پارامترهای زیر توسعه یابد.

منبع: ماشین A

نرخ کار: r

زمان: t

کار انجام شده: (۱,۰) ۱۰۰٪

نرخ انجام کار، r، مقدار کار انجام شده در هر واحد زمانی است. برای یک منبع منفرد انجام یک واحد کلی (۱۰۰ درصد) کار باید شرط زیر را داشته باشد:

$$rt = 1.0$$

برای مثال اگر ماشین A مجاب باشد که یک کار را تا ۳۰ دقیقه تکمیل کند، باید در نرخ ۱/۳۰ مقدار کار در یک واحد زمانی کار کند. اگر نرخ کاری خیلی کم باشد، سپس فقط کسری از کار لازم اجرا خواهد شد. اطلاعات در مورد قسمتی از کار انجام شده ممکن است برای اهداف‌اندازه‌گیری اثربخشی مفید باشد. در مورد چند منبع که یک کار را به طور هم‌زمان انجام می‌دهند، رابطه کاری در جدول ۷-۵ ارائه شده است.

جدول ۵,۷ تسطیح نرخ کاری برای منابع چندگانه

منبع، i	نرخ کار، r_i	زمان، t_i	کار انجام شده، w
Res 1	r_1	t_1	$(r_1)(t_1)$
Res 2	r_2	t_2	$(r_2)(t_2)$
…	…	…	…
Res n	r_n	t_n	$(r_n)(t_n)$
		مجموع	1.00

حتی اگر چند منبع در نرخ‌های متفاوت کار کنند، جمع کاری که همه آن‌ها انجام دادند باید برابر با کل واحد لازم باشد. در کل برای چند منبع ما رابطه‌ی زیر را داریم:

$$\sum_{i=1}^{n} r_i t_i = 1.0$$

که:

n: تعداد انواع منابع مختلف

r_i: نرخ کار منبع نوع i

k_i: زمان کار منبع نوع i

برای تکمیل جزئی کار رابطه به صورت زیر است:

$$\sum_{i=1}^{n} r_i t_i = p$$

که p قسمت کار لازم در حقیقت انجام شده می‌باشد.

مثال‌های نرخ کاری

ماشین A که به تنهایی کار می‌کند می‌تواند کار داده شده را در ۵۰ دقیقه به اتمام برساند. بعد از این که ماشین A بر روی این کار برای ۱۰ دقیقه کار کرد، ماشین B به همراه ماشین A در تکمیل کار به کار گرفته شد. هر دو ماشین با یک‌دیگر کار باقی‌مانده را در ۱۵ دقیقه به اتمام می‌رسانند. نرخ کاری برای ماشین B چیست؟

راه حل

مقدار کاری که باید انجام شود ۱ واحد کل است.

نرخ کار ماشین A ۱/۵۰ است.

مقدار کار انجام شده به وسیله ماشین A در ۱۰ دقیقه‌ای که به تنهایی کار می‌کند، $\frac{1}{50} \times 10 = \frac{1}{5}$ کل کار لازم است.

بنابراین مقدار باقی‌مانده کار برای تکمیل ۴/۵ کل کار لازم است.

جدول ۸-۵ نشان می‌دهد که ۲ ماشین با یک‌دیگر برای ۱۵ دقیقه کار می‌کنند. محاسبه به صورت زیر است.

$$\frac{15}{50} + 15(r_2) = \frac{4}{5}$$

که نتیجه می‌شود $r_2 = \frac{1}{30}$ است. بنابراین نرخ کاری برای ماشین B، $\frac{1}{30}$ است. این بدین معاست که ماشین B اگر به تنهایی کار کند، می‌تواند همان کار را در ۳۰ دقیقه انجام دهد.

در این مثال فرض شده است که هر دو ماشین کیفیت یکسانی از کار را تولید می‌کنند. اگر سطوح کیفیت یکسان نباشد، سپس آنالیزور پروژه باید احتمالاتی را برای تبادلات کیفیت زمان در اجرای کار لازم مد نظر قرار دهد. هزینه‌های مرتبط انواع مختلف منابع نیاز است که کار لازم را به طوری که در آنالیزی که در جدول ۹-۵ نشان داده شده است، اجرا کند.

جدول ۵،۸ تسطیح نرخ کاری برای ماشین‌های A و B

منبع، i	نرخ کار، r_i	زمان، t_i	کار انجام شده، w
ماشین A	1.50	15	15/50
ماشین B	r_2	15	$(r_2)15$
		مجموع	4/5

جدول ۵,۹ ترکیب منابع هزینه‌ای در تجزیه و تحلیل نرخ کاری

منبع، i	نرخ کار، r_i	زمان، t_i	کار انجام شده، w	نرخ پرداخت، p_i	پرداخت، P_i
ماشین A	1.50	15	$(r_1)(t_1)$	p_1	P_1
ماشین B	r_2	15	$(r_1)(t_1)$	p_2	P_2
...	...	...	...	...	...
ماشین n			$(r_1)(t_1)$	p_n	P_n
		مجموع	1.00		بودجه

با استفاده از رابطه‌ی بالا برای نرخ کاری و هزینه، خدمه کاری می‌توانند برای مشخص کردن بهترین استراتژی برای تکمیل کار لازمه، در بین زمان لازم، و در بین بودجه مشخص شده آنالیز شوند. برای یک مثال ساده دیگر از سناریوهای کاربردی احتمالی، یک موردی را در نظر بگیرید که یک تکنسین آی‌تی (IT) می‌تواند نرم‌افزار IT جدیدی را هر ۴ ساعت در ۳ کامپیوتر نصب کند. در این نرخ مطلوب است که محاسبه کنیم که چقدر تکنسین برای نصب همان نرم‌افزار در ۵ کامپیوتر زمان لازم دارد. ما از اطلاعات داده شده می‌دانیم که می‌توانیم سهم ۳ کامپیوتر را ۴ ساعت در نظر بگیریم و در نتیجه سهم ۵ کامپیوتر را x ساعت در نظر میگیریم که x بیانگر تعداد ساعت‌هایی است که تکنسین برای نصب نرم‌افزار در ۵ کامپیوتر نیاز دارد. این رابطه نسبت روبرو را ارائه می‌دهد:

$$\frac{\textbf{3}\ \text{کامپیوتر}}{\textbf{4}\ \text{ساعت}} = \frac{\textbf{5}\ \text{کامپیوتر}}{\textbf{ساعت}\ \boldsymbol{x}}$$

که با ساده‌سازی x برابر ۶ ساعت و ۴۰ دقیقه به دست می‌آید. اکنون موقعیتی را در نظر بگیرید که صلاحیت تکنسین با نصب نرم‌افزار در طول زمان بنا به دلایلی کاهش یابد. ما خواهیم دید که زمان لازم برای نصب نرم‌افزار IT بسته به سطح صلاحیت کنونی تکنسین متفاوت خواهد بود. آنالیز نیمه عمر می‌تواند برای رفع چنین موقعیت‌هایی کمک کند، به طوری که یک تخمین زمانی کاری دقیق توسعه داده شود. مثال دیگری را در نظر بگیرید که یک

کارگر بتواند قطعه‌ها را در نرخ ۱۲۰ قطعه در هر دقیقه مونتاژ کند. کارگر دیگری می‌تواند قطعه‌ها را در نرخ ۳ قطعه در هر ثانیه بازرسی کند. چند بازرس برای کارکردن با ۱۸ مونتاژکننده نیاز است؟ در نرخ مونتاژ داده شده، یک مونتاژکننده می‌تواند، وظیفه را در نرخ ۲ عدد در ثانیه تکمیل کند (به عبارت دیگر ۱۲۰ قسمت بر ۶ ثانیه). بنابراین ۱۸ مونتاژکننده باید ۳۶ جز را در هر ثانیه مونتاژ کنند، حالا x را تعداد بازرسان مورد نیاز برای واجهه با ۱۸ مونتاژکننده در نظر بگیرید. از آنجا که یک بازرس ۳ بازرسی را در ثانیه انجام می‌دهد، x بازرس، ۳x جز را در ثانیه بازرسی می‌کند که ۳x=۳۶ و x=۱۲ می‌شود.

مثال نرخ مصرف سوخت

مشابه با مثال نرخ کاری پرسنلی، این مثال محاسبه نرخ مصرف سوخت است. ۳۶ ماشین را در یک خدمات اتومبیل در نظر بگیرید، که مجموع ۵۰۰۰ گالن بنزین در هفته مصرف می‌کند، اگر هر ماشین مقدار برابری بنزین مصرف کند، در این نرخ، تعداد گالن‌های استفاده شده به وسیله ۵ ماشین در ۲ هفته به چه میزان است؟ راه حل به صورت زیر است:

خدمات ماشین مجموع ۵۰۰۰ گالن در هفته را مصرف می‌کند و هر کدام از ماشین‌ها مقدار برابری بنزین، بنابراین هر کدام از ۳۶ خودرو $\frac{5000}{36} = 138.89$ گالن بنزین در هفته را مصرف می‌کنند. بنابراین ۵ ماشین مقدار کل $\frac{5\times5000}{36} = 496.33$ گالن در هفته را مصرف می‌کنند. در نهایت این‌چنین می‌شود که ۵ ماشین $\frac{2\times5\times5000}{36} = 1388.893$ گالن بنزین در ۲ هفته را مصرف می‌کند.

آنالیز نرخ کار تیمی

وقتی که منابع در نرخ‌های کاری متفاوتی به صورت یک‌جا کار می‌کنند، مقدار کار تکمیل شده به وسیله هر کدام ممکن است با روندی برای آنالیز نرخ کاری محاسبه شود. دیاگرام منبع بحرانی و نمودار برنامه زمانی منبع، اطلاعاتی را برای شناسایی این‌که، کی، کجا، و کدام منابع، به صورت یک‌جا کار کنند، ارائه می‌نماید.

مثال

فرض کنید که نرخ کاری RES1 به گونه‌ای است که می‌تواند کار مشخصی را در ۳۰ روز انجام دهد. این مطلوب است که RES2 را به کار به گونه‌ای اضافه کنیم که زمان تکمیل کار بتواند کاهش یابد. نرخ کاری RES2 به گونه‌ای است که این می‌تواند کار مشابهی را در ۲۲ روز انجام دهد. اگر RES1 از ۱۲ روز قبل بر روی کار قبل از RES2 کار کرده باشد، زمان تکمیل کار را بیابید. فرض کنید که RES1 کار را در زمان صفر آغاز کند.

راه حل

مقدار کاری که باید انجام شود کل یک واحد است (یا وظیفه کامل).

نرخ کاری RES1، $\frac{۱}{۳۰}$ کار در واحد زمانی است.

نرخ کاری RES2، $\frac{۱}{۲۲}$ کار در واحد زمانی است.

مقدار کار تکمیل‌شده به وسیله RES1 در ۱۲ روز، کار کردن تنها، $۱۲ \times \frac{۱}{۳۰}$، $\frac{2}{5}$ یا ۴۰٪ کار لازم است.

بنابراین کار باقی‌مانده برای انجام $\frac{۳}{۵}$ (۶۰ درصد) از کار کامل است.

T زمانی را در نظر بگیرید که هر دو منبع با یک‌دیگر کار می‌کنند.

دو منبعی که با هم برای تکمیل وظیفه کار می‌کنند در جدول ۱۰-۵ ارائه شده است. بنابراین داریم:

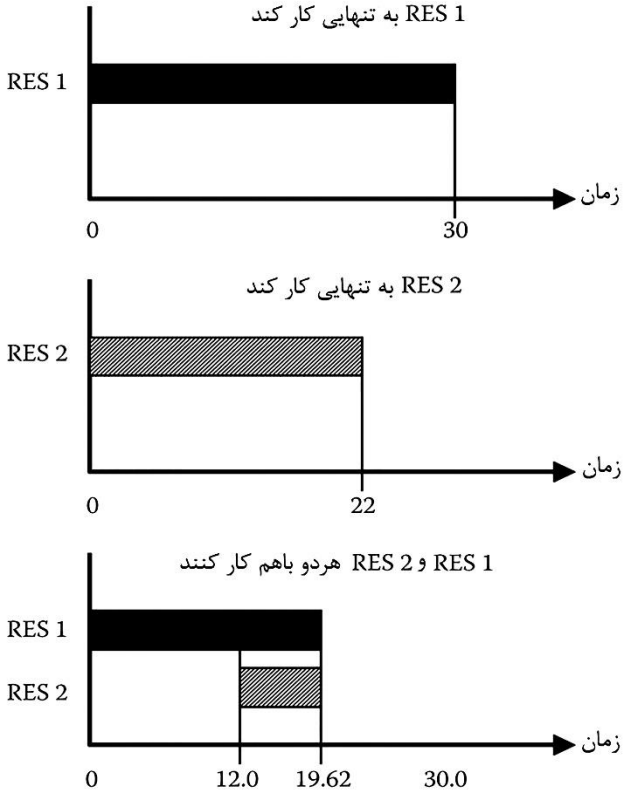
$$\frac{T}{30} + \frac{T}{22} = \frac{3}{5}$$

که T برابر T=۷/۶۲ روز می‌شود. بنابراین زمان تکمیل کار، ۱۹/۶۲=(T+۱۲) روز از زمان صفر است. نتایج این مثال به صورت گرافیکی در شکل ۲۶-۵ خلاصه شده است. فرض می‌شود که هر دو منبع کیفیت کاری یکسانی را تولید کرده و نرخ کار متناظر ثابت باقی می‌ماند. هزینه‌های متناظر انواع مختلف منبع ممکن است در آنالیز نرخ کاری وارد شود. نمودارهای CRD و RS بسط‌های ساده‌ای از ابزار بسیار آشنایی هستند.

جدول ۵,۱۰ تسطیح نرخ‌های کار منابع برای RES 1 و RES 2

نوع منبع، i	نرخ کار، r_i	زمان، t_i	کار انجام شده، w
RES 1	1/30	T	T/30
RES 2	1/22	T	T/22
		مجموع	3/5

استفاده از آن‌ها ساده است و آن‌ها اطلاعات منبع را به سرعت انتقال می‌دهند. آن‌ها می‌توانند برای تکمیل ابزار مدیریتی منبع موجود، استفاده شوند. کاربران می‌توانند راه‌های خلاقانه‌ای را برای اصلاح یا اجرای آن‌ها برای برنامه‌ریزی منبع خاص برنامه زمانی و اهداف کنترلی اجرا کنند. برای مثال مدت زمان‌های وظیفه وابسته به منبع و هزینه منبع می‌توانند در روندهای CRD و RS برای ارتقای استفاده آن‌ها برای تصمیمات مدیریت منبع جای بگیرند.



شکل ۵,۲۶ نمودار زمان بندی منابع برای RES 1 و RES 2

آنالیز منحنی یادگیری

منحنی‌های یادگیری رابطه‌ای میان هزینه (یا زمان) و سطح فعالیت بر پایه تأثیر یادگیری را ارائه می‌دهد. مطالعات اخیر، تأثیر یادگیری ۸۰ درصدی را آشکار می‌کنند که نشان می‌دهد که عملیات داده شده در معرض ۲۰ درصد پیشرفت اثربخشی می‌باشد در هر زمان که سطح فعالیت یا حجم تولید، دو برابر می‌شود. یک منحنی یادگیری می‌تواند به عنوان یک ابزار پیش‌بینی برای به دست آوردن تخمین‌های زمانی برای وظایف در یک محیط پروژه‌ای عمل کند. نرخ‌های یادگیری معمولی یا مرسوم که در عمل اجرا می‌شدند، گستره‌ای از ۷۰ تا ۹۵ درصد دارند. یک منحنی یادگیری هم‌چنین به تابع پیشرفت، رابطه‌کمیت هزینه، منحنی هزینه، منحنی تسریع تولید، منحنی پیشرفت، منحنی عملکرد، منحنی تجربه و منحنی بازدهی معروف است.

مدل‌های جایگزین متعدد منحنی‌های یادگیری در ادبیات ارائه شده است. بعضی از برجسته‌ترین مدل‌ها، مدل لگاریتمی خطی، منحنی S، مدل استنفرد-بی، فرمول یادگیری دی‌جانگ، تابع پذیرش لِوی، فرمول یادگیری گلوور، تابع نمایی پِرْل، مدل چرخشی نِچ و مدل محصول یِل می‌باشند.[1] منحنی یادگیری تک متغیره یک متغیر وابسته را (مثلاً هزینه‌ی تولید را) در قالب‌های بعضی از متغیرهای مستقل (محصول تجمعی) ارائه می‌دهند. مدل لگاریتمی خطی با اختلاف محبوب‌ترین و پراستفاده‌ترین مدل در بین تمام منحنی‌های یادگیری است. این مدل بیان می‌کند که پیشرفت در اثربخشی (یا شیب ثابتی دارد) هنگامی که خروجی افزایش پیدا می‌کند ثابت است. دو فرم پایه‌ای مدل لگاریتمی خطی وجود دارد:

۱- مدل هزینه میانگین

۲- مدل هزینه واحد

مدل هزینه‌ی میانگین از مدل هزینه واحد متداول‌تر است. این رابطه بین هزینه میانگین تجمعی در واحد و محصول تجمعی را مشخص می‌کند. این رابطه نشان می‌دهد هنگامی که

[1] *log–linear model*, the *S-curve*, the *Stanford-B model*, *DeJong's learning formula*, *Levy's adaptation function*, *Glover's learning formula*, *Pegels' exponential function*, *Knecht's upturn model*, and *Yelle's product model*.

حجم محصول تجمعی ۲ برابر شود، هزینه تجمعی در واحد با درصد ثابتی کاهش پیدا خواهد کرد. این مدل به صورت زیر بیان شده است:

$$A_x = C_1 x^b$$

$$\log A_x = \log C_1 = \mathrm{b} \log x$$

که

A_x: هزینه میانگین تجمعی واحدهای تولیدی x

C_1: هزینه اولین واحد

x: شمارش محصول تجمعی

b: توان منحنی یادگیری، (با شیب ثابت در صفحه لگاریتمی)

رابطه‌ی بین توان منحنی یادگیری b و درصد نرخ یادگیری p به صورت زیر نشان داده شده است.

$$b = \frac{\log p}{\log 2}$$

$$p = 2^b$$

مثال ۱ منحنی یادگیری

فرض کنید که ۵۰ واحد یک آیتم (گزینه) در هزینه میانگین تجمعی ۲۰ دلار بر واحد تولید می‌شود. فرض کنید ما می‌خواهیم درصد یادگیری را زمانی که ۱۰۰ واحد در هزینه میانگین تجمعی ۱۵ دلار در واحد تولید شده است، محاسبه کنیم. آنالیز منحنی یادگیری به صورت زیر است.

سطح تولید اولیه = ۵۰ واحد با هزینه میانگین = ۲۰ دلار

سطح دو برابر تولیدی = ۱۰۰ واحد با هزینه میانگین تجمعی = ۱۵ دلار

استفاده از رابطه لگاریتمی، ما معادلات زیر را به دست می‌آوریم:

$$\log 20 = \log C_1 = \mathrm{b} \log 50$$

$$\log 15 = \log C_1 = \mathrm{b} \log 100$$

با حل هم‌زمان معادلات

$$b = \frac{\log 20 - \log 15}{\log 50 - \log 100} = -0.415$$

بنابراین

$$p = (2)^{-0.415} = 0.75$$

که ۷۵ درصد نرخ یادگیری است. در کل توان تابع یادگیری b ممکن است به طور مستقیم از داده‌های واقعی محاسبه شود یا به صورت تحلیلی به دست آید که برابر است با:

$$b = \frac{\log A_{x1} - \log A_{x2}}{\log x_1 - \log x_2} = -0.415$$

$$b = \frac{\ln(p)}{\ln(2)}$$

که

x_1: اولین سطح تولید

x_2: دومین سطح تولید

A_{x1}: هزینه میانگین تجمعی در واحد در سطح تولید اولیه،

A_{x2}: هزینه میانگین تجمعی در واحد در سطح تولید ثانویه،

p: درصد نرخ یادگیری

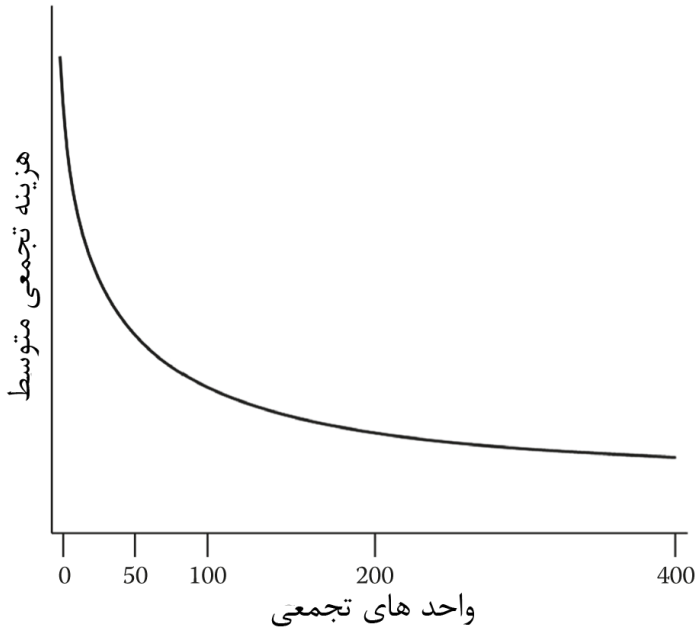
شکل ۲۷-۵، پروفایل نمودار یادگیری را نشان می‌دهد.

با استفاده از تابع هزینه میانگین تجمعی پایه‌ای هزینه کل تولید x واحد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$TC_x = (x)A_x = (x)C_1x^b = C_1x^{(b+1)}$$

هزینه واحد تولید x امین واحد به صورت زیر است:

$$U_x = C_1x^{(b+1)} - C_1(x-1)^{(b+1)} = C_1x\left[x^{(b+1)} - (x-1)^{(b+1)}\right]$$



شکل ۵,۲۷ منحنی یادگیری لگاریتمی- خطی

هزینه جانبی تولید xامین واحد به صورت زیر است:

$$MC_x = \frac{d[TC_x]}{dx} = (b+1)C_1 x^b$$

مثال ۲ منحنی یادگیری

فرض کنید که در خط تولید محصول خاص مشاهده می‌شود که ساعات تجمعی لازم برای تولید ۱۰۰ واحد ۱۰۰،۰۰۰ ساعت به همراه اثر منحنی یادگیری ۸۵ درصدی است. برای اهداف برنامه‌ریزی پروژه یک آنالیزر نیاز است که تعداد ساعت‌های صرف شده در تولید ۱۵امین واحد محاسبه کند. با استفاده از عبارت زیر که قبلاً استفاده شد، اطلاعات زیر به دست می‌آید:

$$p = 0.85$$

$$X = 100 \text{ واحد}$$

$$A_x = 100000 \text{ h}/100 \text{ units} = 1000 \text{ h/unit}$$

اکنون

$$0.85 = 2^b$$

بنابراین $b = -0.2345$

هم‌چنین $100000 = C_1(100)^b$

[صفحه ۱۵۴]

از این رو $C_1 = 2944.42\ h$

بنابراین $C_{50} = C_1(50)^b = 1176.50\ h$

که، ساعت‌های میانگین تجمعی برای ۵ واحد، ۱۱۷۶/۵ ساعت است. بنابراین ساعات کلی تجمعی برای ۵ واحد برابر با ۵۸۸۲۴/۹۱ ساعت است.به طور مشابه

$$C_{49} = C_1(49)^b = 1182.09\ h$$

که ساعت‌های میانگین تجمعی برای ۴۹ واحد ۱۱۸۲/۰۹ ساعت است. بنابراین ساعات کلی تجمعی برای ۴۹ واحد ۵۷۹۲۲/۱۷ ساعت می‌باشد. در نتیجه تعداد ساعت‌ها برای ۱۵امین واحد به صورت زیر است.

$$58824.91\ \text{h} - 57922.17\ \text{h} = 902.74\ \text{h}$$

۶

کشش کارآمد: مفهوم گمشده زمان در مسیر بحرانی[1]

مقدمه

همان گونه که در فصول پیشین توضیح داده شد، صنعت نفت و گاز می‌تواند از ابزار و تکنیک‌های ثابت شده مدیریت پروژه استفاده کند که در سایر صنایع قبل از ظهور صنعت نفت و گاز از آنها استفاده می‌شده است. با پذیرش، سفارشی سازی و بسط ابزار و تکنیک‌های مناسب، به زمینه‌های منحصر بفردی از پروژه‌ها در صنعت نفت و گاز می‌شود نفوذ کرد. این فصل از مجله Defence AT بازنشر شده و نشان دهنده بسط خاصی است که به محیط پروژه نفت و گاز مرتبط است. این فصل روش شناسی همکاری کشش و هزینه کشش در روش مسیر بحرانی مرسوم را معرفی می‌کند (CPM). این می‌تواند به عنوان یک قالب برای برنامه زمانی، برنامه‌ریزی و کنترل در انواع مختلف پروژه‌ها استفاده شود.

کشش و هزینه کشش

بحث‌ها پیرامون تجزیه و تحلیل مسیر بحرانی به بیشتر از نصف قرن رسیده است و می‌توان نتیجه گرفت که هیچ تکنیک مدیریت پروژه‌ای مهم‌تر از آن نیست. هنوز در نظریه مدیریت پروژه و در نرم افزار برنامه زمانی، حذف اساسی دو معیار ضروری مسیر بحرانی: کشش و هزینه کشش وجود دارد. کشش مسیر بحرانی، یک معیار کلیدی در برنامه‌ریزی و برنامه زمانی یک پروژه است. بیشترین مقدارش، مربوط به پیمانکار می‌شود که باید برنامه زمانی را مدیریت کند.

[1] Reprinted with permission from Devaux, S. A. *Defense AT&L*, January–February 2012, 18–24.

اما همچنین ضروری است که مشتری بفهمد تیم پروژه این معیار را هم برای ایجاد یک برنامه زمانی موثر و هم برای بدست آوردن مناسب‌ترین بسته‌های کاری زمانی که افت اتفاق می‌افتد، استفاده می‌کند.

هزینه کشش یک فعالیت، حتی پیامدهای بیشتری برای مشتری دارد؛ این مقدار ارزشی است که پروژه به دلیل اینکه تحویل به وسیله کشش مسیر بحرانی فعالیت به تعویق افتاده از دست می‌دهد. متاسفانه آنالیز مالی کار پروژه تقریباً تمایل به تمرکز انحصاری بر روی بودجه دارد. بنجامین فرانکلین نوشته است که زمان، پول است. هر مشتری می‌داند برای اینکه یک پروژه به هزینه مطلوبی برسد، زمان لازم است. آن دسته از پروژه‌های وابسته به منابع مالی اغلب به دلخواه به طور فزاینده‌ای برای سرعت بخشیدن به گسترش یک سیستم مأموریت-بحران هزینه پرداخت می‌کنند. از آنجایی که، فقط فعالیت‌های مسیر بحرانی است که تکمیل پروژه را به تعویق می‌اندازد، هزینه تعویق یک هزینه نامرئی و گران قیمت از کار مسیر بحرانی است.

مشکل این است که ناتوانی در شناسایی فعالیت‌های مسیر بحرانی زمان و پول را هزینه می‌کند، یعنی هزینه کشش و کشش آنها. این فصل نشان می‌دهد که استفاده از این مفاهیم برای تحویل در زمان واقعی، برنامه‌ریزی بهبود و تولید حداکثر ارزش برای مشتری، بسیار حیاتی است.

تاثیر مسیر بحرانی بر سرمایه گذاری پروژه

تمام پروژه‌ها بدون استثناء، سرمایه گذاری هستند که برای ایجاد ارزشی بیشتر از هزینه منابع لازم، ایجاد می‌شوند. هیچ مشتری یا حامی مالی به طور آگاهانه‌ای ۵ میلیون دلار ارزش منابعی را اگر ارزش یک محصول نهایی از تمام منابع فقط ۴,۹ میلیون دلار باشد، سرمایه گذاری نمی‌کند. تفاوت بین ارزش محصول نهایی و هزینه تولیدی آن، که ما به آن سود پروژه می‌گوییم، می‌تواند یک معیار کلیدی برای اجرای پروژه باشد (همانگونه که برای تمام سرمایه گذاری‌های دیگر صادق است). هزینه سرمایه گذاری پروژه همیشه با دقت دنبال می‌شود اما بازگشت یا ارزش مالی مورد انتظار (EMV) آن محدوده کمتر آنالیز شده و اغلب از آن چشم‌پوشی می‌شود.

یکی از فاکتورهای اساسی که می‌تواندEMV یک پروژه را تحت تاثیر قرار دهد تغییرات در زمان تحویل است. این فاکتور معمولاً موردی است که هرچه زمان تحویل زودتر باشد، مقدار سرمایه گذاری پروژه بیشتر است. زمان تحویل همیشه به وسیله طولانی‌ترین مسیر یا مسیر بحرانی پروژه مشخص می‌شود. همچنین ممکن است به عنوان یک مسیر بحرانی برنامه‌ریزی شده شروع شود، اما به عنوان طولانی‌ترین مسیر حقیقی یا آن چیزی که صنعت ساخت و ساز به آن مسیر بحرانی ازبیلت[1] ساخته شده (ABCP) می‌گوید، پایان یابد. مدیر پروژه باید اهمیّت بسیار اساسی این مسیر را شناسایی و آن را مدیریت کند. در طی دوران، پس از اتمام پروژه، ABCP و تغییرات نقشه که ممکن است آن را ایجاد کرده باشد باید یک محصول مصنوعی حیاتی و تولید کننده درس آموخته‌ها باشد.

شکاف‌ها در داده‌های مسیر بحرانی سنتی

چه در مسیر بحرانی برنامه‌ریزی شده پیش برویم و چه با ABCP، شناسایی اینکه فواید و مضرات در جزئیات هستند، ضروری است. مدیریت برنامه زمانی مناسب مستلزم شناخت توزیع هر فعالیت (از جمله: مشکلات تکنیکی، تغییرات محدوده، غیر کافی بودن منابع، محدودیت‌های برنامه‌ریزی و غیره) می‌باشد که زمان را به طول مسیر مرتبط می‌سازد. در اینجا متاسفانه ما وارد محیطی می‌شویم که در آن نظریه مسیر بحرانی همانقدر که سودمند و ضروری است، ناشناخته نیز است. چه چیزی آنالیز مسیر بحرانی درباره هر فعالیت در پروژه مان به ما می‌گوید؟ اگر یک فعالیت بر روی یک مسیر بحرانی نباشد، هم نظریه مسیر بحرانی و هم نرم افزار PM سنتی اقدام به کمی سازی چیزی می‌کند که به آن شناوری کلی می‌گویند (بسته به نرم افزار): حداکثر مقدار زمانی که یک فعالیت می‌تواند به تعویق بیافتند بدون اینکه مسیرش را در پروژه طولانی‌ترین مسیر کند. شکل ۶,۱ یک دیاگرام منطقی شبکه‌ای ساده را از یک پروژه با زودترین و دیرترین زمان‌ها برای هر فعالیت که در بالا و پایین آن به ترتیب پر شده است نشان می‌دهد. فرض کنیم که این برنامه زمانی پروژه با زمان سررسید ۴۵ روزه است، به طوری که هر روز اضافی ارزش سرمایه را ۱۰۰۰۰ دلار کاهش می‌دهد.

[1] as-built

همانگونه که شبکه نشان می‌دهد مسیر بحرانی I،H،E،C،A و مدت زمان پروژه ۶۰ روزه خواهد بود. شناوری‌های کلی فعالیت‌های غیر بحرانی به شکل زیر است:

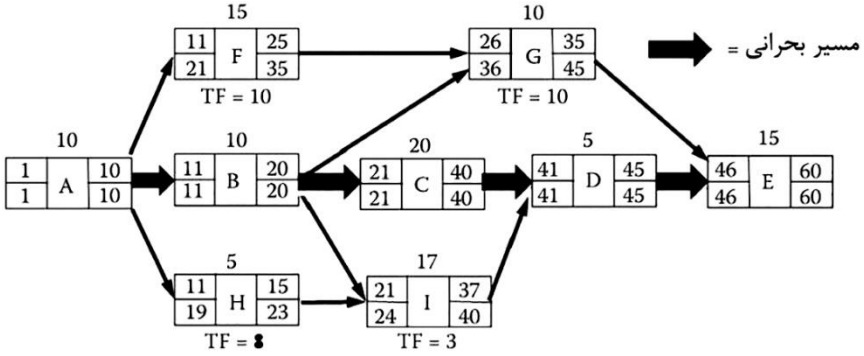
$F = ۱۰$

$G = ۱۰$

$H = ۸$

$I = ۳$

اما از آنجائیکه کمی سازی شناوری تماما در خارج از مسیر بحرانی است، این مسئله به ما کمک کمی در شناخت اینکه فشرده سازی برنامه در کجا رخ می‌دهد،می کند و متاسفانه هیچ کمی سازی مشابهی برای فعالیت‌هایی که بر روی مسیر بحرانی‌اند انجام نشده است!



شکل ٦,١ نمودار منطقی، شبکه ساده، گذر رو به جلو و عقب و همچنین کل شناوری را نشان می‌دهد

برای تمام فعالیت‌های مسیر بحرانی، نرم افزار (و همه نظریه‌های PM سنتی شامل راهنمای PMBOK) به سادگی صفر را نشان می‌دهد که یعنی شناوری کلی صفر است. البته، برنامه زمانی پروژه پیچیده‌تر از مثال ساده نشان داده شده در شکل ۶,۱ است. اما اهمیت ندارد که چقدر برنامه بزرگ یا پیچیده باشد، رویکرد مدیریت پروژه باید همیشه به گونه‌ای باشد که برنامه زمانی پروژه تا حد ممکن پرسود باشد و مشتری را با بیشترین ارزش در مقابل کمترین هزینه مواجه کند. مشکل این است که سنتی‌ترین معیارهای مدیریت پروژه درباره مسیر بحرانی که همه ما از اهمیت آن آگاهیم، سکوت کرده است. آن چیزی که نیاز است بدانیم در زیر آمده است:

۱. از تمام فعالیت‌ها بر روی مسیر بحرانی، کدام یک بیشترین زمان را به مدت زمان پروژه اضافه کرده و اگر کاهش یابد بیشترین ارزش پول را ارائه می‌دهد؟
۲. هر زمان اضافه شده به فعالیت چه مقدار هزینه بر می‌دارد و چه هزینه‌ای برای فشرده سازی آن لازم است؟

اولین معیاری که به این مسئله می‌پردازد، شناوری نیست- یک معیار بسیار مهم‌تر وجود داردکه آن کشش مسیر بحرانی می‌باشد که به وسیله‌ی دوو ۱۹۹۹ معرفی شده است. درست همانگونه که کشش آن چیزی است که سرعت یک هواپیما یا یک زیر دریایی را کند می‌کند، کشش مسیر بحرانی مقدار زمانی است که بوسیله آن یک فعالیت مسیر بحرانی پروژه را کند می‌کند. و این اطلاعات حیاتی برای هر مدیر پروژه است که درباره فعالیت‌های پروژه اش چیزی بداند!

- شناوری همیشه خارج از مسیر بحرانی است، در صورتی که کشش همیشه بر روی فعالیت بحرانی است.
- شناوری معمولاً هزینه‌ای مالی و زمانی برای پروژه ندارد در صورتی که کشش همواره دارد!

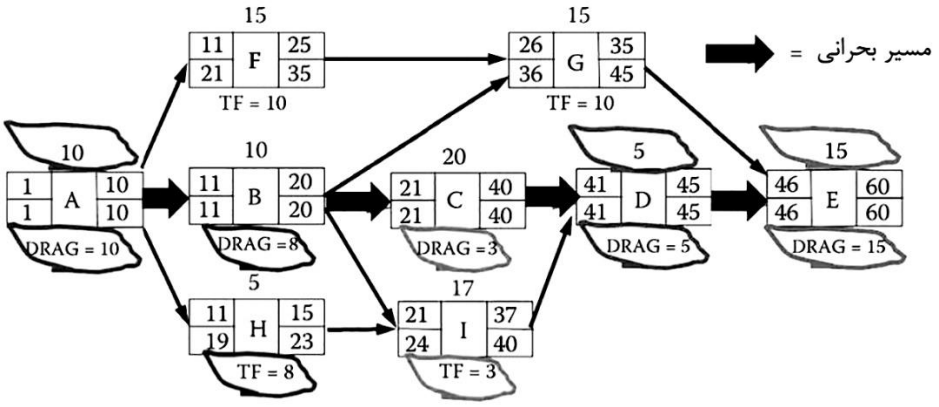
یک ضرب المثل قدیمی می‌گوید: "آن چیزی که‌اندازه گیری می‌شود همان چیزی است که بر آن تأکید شده است." در نتیجه معیار CPM استاندارد کل جریان، تاکید بر اینکه دقیقا چیزهایی اشتباه است، دارد - کاری که بر روی مسیر بحرانی نیست! چیزی که نیاز است مدیر پروژه بداند این است که مسیر بحرانی هر فعالیت چه مدتی به مدت زمان پروژۀ من اضافه می‌کند به طوری که بتوانم بهترین کارها را برای فشرده سازی شناسایی کنم. این مفهوم کشش مسیر بحرانی است. در شکل ۶,۲ ما مجموعه کشش‌ها را بر فعالیت‌های مسیر بحرانی نشان دادیم.

اگرچه محاسبات کشش دستی در یک شبکه بزرگ با وابستگی‌های پیچیده (۶ سیگما، تأخر[1] و غیره) می‌تواند وحشت‌آور و زمان بر باشد، اما در یک شبکه ساده مانند آن چیزی که در شکل ۶,۲ نشان داده شده است به نسبت ساده است.

- گام ۱: فقط فعالیت‌های مسیر بحرانی کشش دارند.

[1] lag

- گام ۲: اگر یک فعالیت هیچ چیزی به موازات آن نداشته باشد (مثلاً A در شکل ۶,۲) کشش آن برابر با مدت زمانش است.
- گام ۳: اگر یک فعالیت مسیر بحرانی، فعالیت‌های دیگری به موازاتش داشته باشد، کشش آن، آن چیزی است که کمتر است: شناوری کلی فعالیت موازی با حداقل شناوری کلی (B و C در شکل ۶,۲)، یا مدت زمان خودش (D که فعالیت ۵ روزه‌اش کمتر از ۱۰ روز شناوری کلی در هر فعالیت موازی F و G است).



شکل ٦,۲ نمودار منطقی شبکه با کشیدگی محاسبه شده

امروزه سه بسته نرم افزاری کشش را محاسبه می‌کنند.

1. Project Optimizer from Sumatra.com (an MSProject 2007 add-on)
2. PlanontheNet.com
3. Spider Project

البته چیزهای بیشتری برای بهینه سازی برنامه زمانی نسبت به محاسبه کشش وجود دارد. فقط به دلیل اینکه فعالیت E کشش ۱۵ را دارد و کشش فعالیت B تنها ۸ روز است، این بدین معنی نیست که شما می‌توانید E را بیشتر از B کوتاه کنید.

- بعضی از فعالیت‌ها کمتر از سایرین نسبت به منابع انعطاف پذیرند که یعنی اضافه کردن منابع نقش کمی در کاهش مدت زمانشان دارد.
- کوتاه سازی برخی فعالیت‌ها ممکن است، ریسک را به طور غیرقابل قبولی افزایش، کیفیت را کاهش، یا در غیر این صورت ارزش یا سود پروژه را کاهش دهد.

- منابع مورد نیاز برای کاهش یک فعالیت در هر واحد زمانی ممکن است خیلی بیشتر از منابع مورد نیاز برای یک کاهش برابر یا بزرگتر در یک فعالیت متفاوت هزینه بر باشد.

با این حال وقتی که سعی می‌کنیم مدت زمان پروژه را کاهش دهیم (یا فراتر از بازه زمانی برنامه‌ریزی یا در بازه زمانی اجرا، وقتی که افت برنامه زمانی مدیر پروژه را مجبور به جستجو برای جایگزین‌ها می‌کند)، ممکن است در یک شبکه نه ۵ فعالیت بلکه، ۵۰۰ یا ۵۰۰۰ فعالیتی جستجو کنیم! پس نیاز است که یک مسیر متمرکز بر روی فرآیند کاهش برنامه زمانی بر روی آن کاندیداهایی که بیشترین آورده را ارائه می‌دهند وجود داشته باشد. این موارد اکثرا فعالیت‌هایی با بیشترین کشش هستند.

در شکل ۶,۲ حتی اگر فعالیت C مدت زمان ۲۰ روزه داشته باشد تنها، ۳ روز را به برنامه زمانی پروژه اضافه می‌کند. برخلاف آن حتی اگر فعالیت D فقط مدت زمان ۵ روز را داشته باشد، ۲ روز بیشتر به مسیر بحرانی‌اش نسبت به فعالیت C اضافه می‌شود و با توجه به اینکه سایرین برابرند، فعالیت E ممکن است بزرگترین فرصت با ۱۵ روز کشش را پیشنهاد دهد.

محاسبه هزینه کشش یک فعالیت

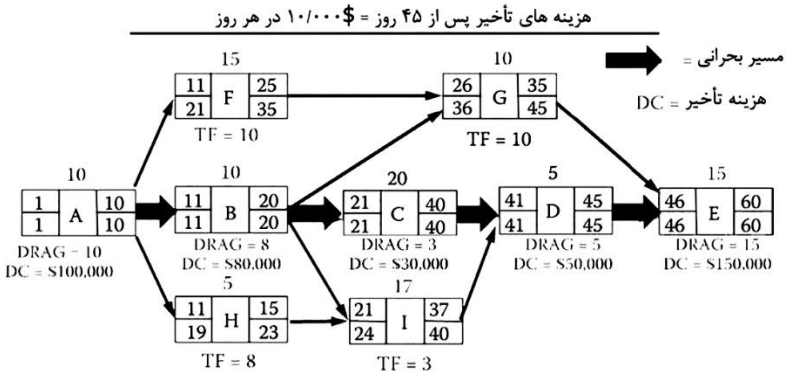
جمله معروف بنجامین فرانکلین که می‌گوید "زمان، پول است" هیچ جای دیگر هرگز آنقدر که در پروژه‌ها معنا پیدا نمی‌کند، معنایی ندارد. نکته کلیدی، پیوند زدن هزینه تاخیرات پروژه به هر فعالیت است که جداگانه تاخیری ایجاد می‌کند. هزینه این تاخیر به موجب کشش فعالیت‌های مسیر بحرانی و هزینه کشش فعالیت می‌باشد.

هزینه کشش ترکیب مفهوم سود پروژه را با برنامه یکپارچه محدوده/ هزینه/ برنامه زمانی درست نشان می‌دهد. این یک کاهش در ارزش خالص پروژه به دلیل تاخیر در اتمام پروژه با توجه به تاثیر کشش هر یک از فعالیت‌هاست. همچنین ممکن است به دلیل این باشد که تاخیر،EMV پروژه را کاهش می‌دهد و یا به دلیل تاخیر هزینه‌های غیر مستقیم (هزینه‌های سربار و فرصت) را افزایش می‌دهد. شکل ۶,۳ هزینه کشش هر یک از فعالیت‌ها را اگر هزینه تاخیر فراتر از ۴۵ روز آنها بیش از ۱۰۰۰۰ دلار در روز محاسبه می‌کند.

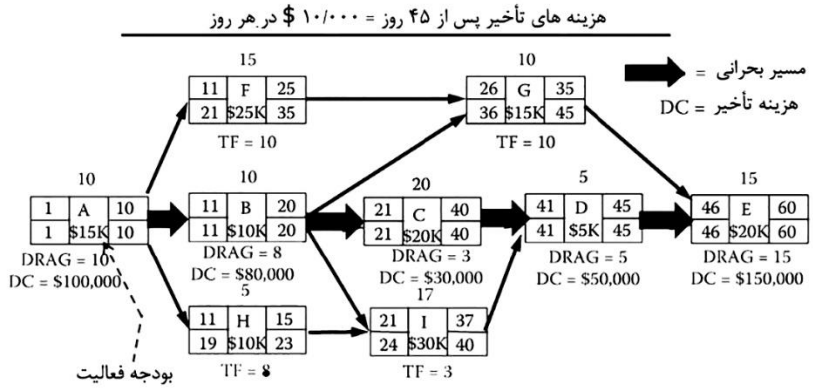
هزینه کشش، هزینه زمان پروژه را به فعالیت‌های مسیر بحرانی کـه در حـال اضـافه کـردن زمان به برنامه زمانی هستند، تخصیص می‌دهـد. اتفاقـاً نـه تنهـا گفتـه بنجـامین فـرانکلین بـه پروژه‌ها اعمال می‌شود، بلکه در حال حاضر به آیتم‌های کار جداگانه در پروژه و به منـابع انجـام این کار هم اعمال می‌شود. این به مدیر پروژه اجازه ارزیابی هزینه نسبی هر یک از آیتم‌های کار و اختصاص منابع اضافی برای کاهش هزینه‌های کشش را می‌دهد.

محاسبه هزینه‌های واقعی یک فعالیت

اگرچه دپارتمان مالی به ما شناسایی هزینه‌های کار با قیمت منابع انجام آن کار را می‌آموزد، اما در رابطه با کار انجام شده در مسیر بحرانی پروژه این به همین سادگی درست نیست.



شکل ٦,٣ نمودار منطقی، شبکه ساده با کشش هزینه‌ای محاسبه شده ۱۰/۰۰۰دلار در روز



شکل ٦,٤ نمودار منطقی، شبکه ساده با کشش هزینه‌ای و بودجه‌ای فعالیت

کار کارگران در یک هفته با حداقل دستمزد می‌تواند بسیار پر هزینه‌تر از کار یک هفته یک فیزیکدان برنده جایزه نوبل باشد-اگر کار فیزیکدان شناوری داشته باشد و کار کارگران بر روی مسیر بحرانی با تعداد زیادی هزینه کشش باشد! هزینه‌های واقعی کار پروژه برابر مجموع هزینه‌های منابع و هزینه‌های کشش (که البته صفر است اگر کار بر روی مسیر بحرانی قرار نداشته باشد) است. در شکل ۶,۴، بودجه برای منابع هر فعالیت را فراهم آورده ایم.

با وجود اینکه اکثر تجزیه و تحلیل‌های مالی، فعالیت I را هزینه برترین کار، با یک بودجه ۳۰۰۰۰ دلاری محاسبه می‌کنند، چون که هزینه کششی ندارد در واقع حتی نزدیک به این پیشبینی هم نیست. از آنجا که فعالیت I بر روی مسیر بحرانی قرار ندارد، هزینه واقعی آن تنها مربوط به منابع است. در مقابل، هزینه واقعی فعالیت E برابر با مجموعه ۲۰۰۰۰ دلار بودجه آن و ۱۵۰۰۰۰ دلار هزینه کشش آن و یا جمعاً ۱۷۰۰۰۰ دلار می‌باشد. هزینه‌های واقعی برای هر یک از فعالیت‌ها به شرح زیر می‌باشد:

A = $15,000 + $100,000 = $115,000
B = $10,000 + $80,000 = $90,000
C = $20,000 + $30,000 = $50,000
D = $5,000 + $50,000 = $55,000
E = $20,000 + $150,000 = $170,000
F = $55,000
G = $15,000
H = $10,000
I = $30,000

محاسبه هزینه‌های واقعی یک فعالیت می‌تواند سود زیادی برای مشتری، مدیر پروژه و سازمان مجری پروژه فراهم آورد:

- منابع اضافی می‌توانند به فعالیت‌هایی با هزینه واقعی بزرگ تخصیص داده شوند. برای مثال، دو برابر کردن منابع بر روی فعالیت E، مدت زمان و کشش را از ۱۵ روز به ۱۰ روز کاهش می‌دهد، بودجه آن حدود ۲۰ هزار دلار افزایش می‌یابد اما هزینه کشش آن حدود ۵۰ هزار دلار کاهش یافته و هزینه حقیقی جدیدش ۱۴۰ هزار دلار (۴۰ هزار + ۱۰۰ هزار دلار)، یا ۳۰ هزار دلار کمتر خواهد بود.

- بعضی از فعالیت‌های اختیاری، (بهتر است داشته باشیم تا اینکه باید داشته باشیم) بیشتر از آن چیزی که باید، اغلب به تاخیر در پروژه منتهی می‌شوند، محاسبه هزینه کشش به مشتری و مدیر پروژه اجازه می‌دهد تا هزینه واقعی کار اختیاری را وقتی که به سمت مسیر بحرانی می‌رود شناسایی کنند و اگر دارای مقدار کافی باشد آن را مشخص کنند در غیر این صورت آن را کنار بگذارند. این آنالیز باید هر زمانی که مسیر بحرانی تغییر می‌کند، انجام شود (بارگذاری مجموعه جدیدی از فعالیت‌ها با هزینه کشش) در طی عملکرد پروژه.
- هر سازمانی در کار اجرای چند پروژه همزمان باید ارزیابی‌های سه ماهه‌ای از هزینه واقعی انواع منابع خاص را انجام دهد (مهندس مکانیک، برنامه ریز و غیره) و نمودارهای پارتو را ایجاد کرده و آنهایی که بیشترین هزینه واقعی را دارند مشخص کنند. افزایش در چنین منابعی معمولاً به کاهش در مؤلفه هزینه کشش هزینه‌های واقعی مجموعشان ختم می‌شود.

حکایت پایانی

چند سال قبل، زمانی که مفهوم کشش را در یک سمینار توضیح می‌دادم، یک مهندس که با یک پیمانکار دفاعی بزرگ کار می‌کرد یک داستان جالب نقل کرد. مشتری درخواست داده بود که یک آیتم قابل تحویل خاصی که قسمتی از مسیر بحرانی پروژه نبود در حدود ۵ هفته اجرا شود. یک تیم بین قاره‌ای همه به سمت سایت مرکزی آمدند و تمام روز را در مورد پیشنهاد برای تغییراتی که برنامه زمانی جدیدشان لازم داشت پرداختند. وقتی که آنها صحبت‌هایشان را تمام کردند، تغییرات را به برنامه زمانی اصلی اعمال کردند و آیتم مورد تحویل در حدود یک روز انجام شد. سپس تیم بقیه هفته را به صحیح و خطای خالص، اختصاص می‌دادند. "چی می‌شه که اگر ما این را در ۸ روز به جای ۱۲ روز بتوانیم انجام دهیم؟ نه، هیچ تغییری وجود ندارد." "چی می‌شه که اگر ما این را در ۵ روز به جای ۱۵ روز انجام دهیم؟ باشه، ما به ۳ روز می‌رسیم!" مهندس به من گفت: "اگر ما مفهوم کشش را فهمیده بودیم ما هرگز دفاترمان را ترک نمی‌کردیم. ما می‌توانستیم، که هدفمان را در یک کنفرانس تلفنی نیم ساعته، جمع و جور و خلاصه کنیم.

هزینه کشش در زندگی انسان‌ها

نقل بنجامین فرانکلین که "زمان، پول است" مورد روبرو را دست کم می‌گیرد: در بعضی از پروژه‌ها، زمان می‌تواند به مرگ و عذاب انسان‌ها تلقی شود. مثال‌هایی وجود دارد مانند، توسعه‌ی دارویی، سیستم‌های بیمارستانی، پاسخ اورژانسی، که در همه آنها برای نجات زندگی تلاشی انجام می‌شود. گسترش سیستم‌های امنیتی و دفاعی ملی مثال‌های اولیه تلاش‌هایی است که زندگی انسان‌ها را تحت شعاع قرار می‌دهد. به عنوان مثال، پیشرفت اخیر اقدام متقابل برای دفاع در برابر MANPADS (سیستم‌های دفاع هوایی قابل حمل به وسیله انسان) می‌تواند صنعت هوایی را در یک منطقه جنگی محافظت کند و جان آمریکایی‌های زیادی را نجات دهد. اگر مرگ و میر سالانه در یک منطقه جنگی به دلیل MANPADSها ۵۰ تا محاسبه شود و یک برنامه اقدام متقابل برنامه‌ریزی شده این تعداد را به نصف کاهش دهد، سپس کاهش کشش هر فعالیت مسیر بحرانی تا حدود دو هفته، هزینه کشش تخمینی را تا بیش از چندین دلار برای مرگ هر سرباز آمریکایی کاهش می‌دهد.

یک مثال تاریخی از هزینه‌ی کشش در زندگی انسان‌ها

در سال ۱۹۹۱ در طی اولین جنگ خلیج، مشخص شده بود که یک باگ نرم افزاری در رادار سیستم ضد موشکی پاترویت باعث شده است که سیستم زمانی، کسر کوچکی از ثانیه را در هر ساعتی که باتری در حال کار بوده از دست بدهد. با نقل قول از گزارش ۴ فوریه ۱۹۹۲ از بخش مدیریت اطلاعات و تکنولوژی اداره حسابرسی کل ایالات متحده (GAO):

> در ۲۱ فوریه ۱۹۹۱، دفتر پروژه پاترویت پیامی به استفاده کنندگان پاترویت فرستاد و خاطر نشان کرد که زمان‌های اجرای بسیار طولانی ممکن است باعث یک جابجایی در دروازه برد شود و باعث شود که در نشانه گیری هدف خطا ایجاد شود. پیام همچنین گفته بود که یک تغییر نرم افزاری ارسال شده بود که هدف گذاری سیستم را بهبود می‌بخشید. با این حال، پیام مشخص نکرده بود که چه چیزی معنی زمان خیلی زیاد را می‌دهد...

... باتری آلفا، باتری مد نظر برای محافظت از پایگاه هوایی داهران[1] بـه کـار گرفتـه شـد. در ۲۵ فوریه باتری آلفا برای بیش از ۱۰۰ ساعت متوالی در عملیات به کار گرفته شد. به دلیـل اینکـه سیستم به مدت خیلی زیادی کار می‌کرد، عدم دقت حاصل از آن در محاسبه زمـان باعـث شـد که دروازه برد، آنقدر جا به جا شود که سیستم نتواند اسـکادو روری را ردیـابی کنـد. در نتیجـه باتری آلفا اسکاد را شناسایی نکرد که باعث شد، پایگاه ارتش مورد حمله قرار بگیرد و ۲۸ سرباز آمریکایی کشته شوند. در ۲۶ فوریه، روز بعد، نرم افـزار اصـلاح شـده، کـه محاسـبه زمـان غیـر دقیقش اصلاح شده بود به داهران رسید. به نقل از منابع رسمی ارتش تاخیر در توزیع نرم افزار در ایالت متحده به تمام مناطق پاترویت به دلیل زمانی تنظیم حمل و نقل هـوایی و زمینـی آن در یک محیط جنگی بود (GAO,1992).

اگرچه همیشه گرایشی قوی برای محکوم کردن چند فعالیت آخـر بـرای رسـیدن بـا تـاخیر وجود دارد (به عبارت دیگر زمانی که برای حمل و نقل هوایی و زمینی لازم است)، امـا حقیقـت این است که هر فعالیت مسیر بحرانی به مدت زمان پروژه مربوط مـی‌شـود. در ایـن مـورد هـر فعالیتی که کشش یک روزه یا بیشتر داشت و به نحوی ممکن بود از طریق منابع یا هزینه‌هـای اضافی کوتاه شود، می‌توانست جان آن ۲۸ سرباز را نجات دهد.

کشتی مانیتور USS: یک داستان شاد از محدود کردن هزینه کشش

وقتی که اخبار به نیروی دریایی ایالات متحده در اواخر ۱۸۶۱ رسید که نیروی دریایی متفقـین برای تبدیل "مریماک[2]" USS قبلی به یک کشتی جنگی زرهـی در تـلاش‌انـد، دسـتور فـوری متحدین برای طراحی زره پوش صادر شد. مدل جان اریکسـون[3] از "جعبـه پنیـر بـر روی یـک قایق" انتخاب شده بود و در ۴ اکتبر ۱۸۹۱، کارخانه‌های آهن قاره‌ای و آهن دیلاماتر که هـر دو در نیویورک واقع بودند برای ساخت زره پوش متحدین بـه عنـوان پیمـان کـار انتخـاب شـدند. اریکسون هیچ نرم افزار مدیریت پروژه‌ای نداشت و هرگز یک مقاله‌ای در رابطه با کشـش مسـیر بحرانی نخوانده بود. اما او یک نابغه مهندسی بود که یک پروژه حیاتی را مدیریت می‌کرد. تحت

[1] Dhahran Air Base
[2] Merrimac
[3] John Ericsson’s

هدایت او کشتی مانیتور USS در بروکلین ساخته شد و آمادگی را برای نبرد در ۳۰ ژانویه ۱۸۶۲ فقط ۱۱۸ روز بعد از دستور نیروی دریایی، آماده کرد.

در ۶ مارس فرآیند بکسل مانیتور از ساحل آتلانتیک به سمت چساپیک شروع شد. اواخر ۸ مارس، مریماک قبلی که اکنون به CSS زره پوش ویرجینیا باز تبدیل شده بود به اسکاتران متحدین حمله ور شد و جاده‌های همپتون را محاصره کرد و کامبرلند USS[1] و کانگرس[2] USS را غرق کرد. هنگام غروب ویرجینیا به بندر بازگشت و تلاش کرد که کار را تا صبح روز بعد به اتمام برساند. اما در آن زمان مانیتور رسید و در ۹ مارچ ۲ زره پوش نبرد معروفشان را به نمایش در آوردند و محاصره متحدین را در آن محل شکستند. هزینه یک روز اضافی برای اینکه مانیتور به آنجا رسید گزاف بود اما ۲ روز هزینه خیلی زیادتری را در پی داشت! اگر اریکسون نرم افزاری برای کمک کردن به او در حذف یک روز بیشتر در مسیر بحرانی‌اش داشت، زندگی‌هایی که در ۲ کشتی جنگی متحدین از بین رفت ممکن بود نجات می‌یافت. برعکس اگر او با زیرکی وافری برنامه زمانی پروژه را تا آنجا که می‌توانست کوتاه نمی‌کرد، محاصره ممکن بود احتمالاً شکسته شود و متحدین ممکن بود پیروز جنگ شوند.

استفاده از کشش برای تسریع برنامه زمانی یک آیتم نزدیک به تحویل

چند سال پیش، یک مشتری تماس گرفت که ببیند آیا من می‌توانم در یک مسئله برنامه زمانی بر روی یک پروژه بزرگ به او کمک کنم؛ مشتری درخواست داد که آیتم تحویلی یک جزء خاص تا حدود ۵ هفته تسریع شود، قسمت مشکل این بود که مؤلفه بر روی مسیر بحرانی پروژه سه ساله قرار نداشت؛ و بالای ۲۰۰ روز شناوری داشت. زودترین زمانی که می‌توانست تکمیل شود با توجه به برنامه زمانی اصلی، ۵ هفته دیرتر از آن چیزی بود که مشتری اکنون نیاز داشت و مدیر برنامه نمی‌دانست که از کجا شروع کند. در چنین مواردی داشتن یک برنامه تمیز ضروری است: با اطلاعات پیشرفت به روز شده، لینک‌های وابستگی صحیح و عدم اجرای هر فعالیتی خارج از نوبت (قاتل آنالیز برنامه زمانی) مدتی برای دست و پنجه نرم کردن با

[1] Hampton Roads and sank USS Cumberland
[2] Congress

داده‌های زمان لازم بود. بعد از ۳ یا ۴ ساعت ما احساس کردیم که یک برنامه زمانی دقیق از داده‌های پیش روی کنونی داریم. سپس؛

۱. ما مؤلفه تحویلی را مورد هدف قرار دادیم، آن را فعالیت پایانی یا "sink" در نظر گرفتیم.
۲. ما پیشنیازهای هدف را مشخص کردیم که تمام فعالیت‌های اخیر بر روی مسیر منطقی مشترکی باشد: پیشنیازها، پیشنیازهای پیشنیاز و غیره.
۳. بعداً، ما تمام فعالیت‌هایی که پیش نیاز نبودند را برای رسیدن به زیر مجموعه‌ای از فقط آن دسته فعالیت‌هایی که پیش نیازهای فعالیت مشخص شده بودند، حذف کردیم.
۴. ما مسیر بحرانی را به سمت فعالیت مشخص شده شناسایی کرده و کشش‌ها را محاسبه کردیم.
۵. در نهایت ما زمان مؤلفه تحویلی را به وسیله ردیابی یا خرد کردن سریع مدت زمان فعالیت‌هایی با بیشترین کشش را فقط به گونه‌ای که در پایان پروژه باشد قرار دادیم و کشش‌های فعالیت را همانگونه که مسیر بحرانی تغییر کرده دوباره محاسبه کرده‌ایم.

تنظیمات زمان مطلوب مؤلفه تحویلی را دست یافتنی کردند.

منابع

1. Devaux, S. A. 1999. Total Project Control: A Manager's Guide to Integrated Project Planning,
2. Measuring and Tracking, John Wiley & Sons, New York, NY.
3. Devaux, S. A. 2012. The drag effcient: The missing quantifcation of time on the
4. critical path, Defense AT&L, January–February 2012, 18–24.
5. GAO (General Accounting Offce). 1992.
6. http://www.fas.org/spp/starwars/GAO/
7. im92026.htm

۷

ابزار تصمیم‌گیری برای مدیریت پروژه در صنعت نفت و گاز

تحصیلات چیزی است که وقتی شما نسخه خوبش را می‌خوانید، بدست می‌آورید؛ تجربه چیزی است که وقتی این کار را نمی‌کنید بدست می‌آورید.

" پیت سیگر "[1]

بازار نفتی همانند نفت خامی که در بردارد، بسیار فرار است. آنالیز تصمیم‌گیری جامعی برای حکم رانی بر تمام جنبه‌های عملیاتی در صنعت نفت و گاز ضروری است. این صنعت به شدت فرآیند محور بوده، بنابراین مستلزم استراتژی‌های بهبود فرآیند است. فهم فرآیندها به گونه‌ای که آنها بتوانند از طرق یک رویکرد سیستماتیک توسعه یابند، مستلزم دانش و کاربرد ابزار و تکنیک‌ها است. استفاده موثر از این ابزار و تکنیک‌ها نیاز به استفاده آنها در زمینه پروژه‌های جاری در حین تنظیمات عملی دارد. این فصل مجموعه‌ای از ابزار و تکنیک‌های مرسوم برای بهبود فرآیند در مدیریت پروژه را با تمرکز خاصی بر روی پروژه‌های نفت و گاز ارائه می‌دهد.

تعریف عملیاتی فرآیند

قسمت کلیدی توسعه یک فرآیند، فهم فرآیند به طریقی است که بتواند با تمام افراد بدون کوچکترین ابهامی ارتباط برقرار کند که مستلزم یک تعریف عملیاتی و چارچوب ارزیابی است. این تعریف باید آن گونه قابل ارتباط باشد که بتواند معنی ثابت مشترکی از فروشندگان و مجریان گرفته تا مشتریان ارائه دهد. تعریف عملیاتی به تمام مردم درگیر در یک معامله در استفاده و فهم یک قالب، در همان روش و در هر زمان کمک می‌کند. خیلی از مواقع، در ابتکارات ۶ سیگما، در عوض این که بر روی فهم مردم درگیر در اجراء عملیات و مدیریت

[1] Pete Seeger

امکانات تولیدی متمرکز شویم بر روی خود محصول بسیار زیاد تمرکز می‌کنیم. استفاده از یک تعریف عملیاتی به ما اجازه جای دادن تمام نهادهای درگیر در یک روش سیستماتیک جامع را می‌دهد. مخصوصاً زمانی دارای اهمیت است که هنگام جمع‌آوری داده‌ها، پایه‌ای برای ارزیابی و توسعه یک فرآیند می‌شود. هر فرد در یک تیم پروژه ممکن است یک ایده متفاوت درباره این که چه چیزی شامل یک نقص می‌شود را داشته باشد. اما اگر یک تعریف عملیاتی بنا شود و در آن معیارهایی که مورد قبول هستند و پروسه آزمایشی برای جداسازی چیزهای مقبول از چیزهای مخرب مشخص شود، تمام اعضای تیم می‌توانند تشخیص دهند که چه چیزی نقص محسوب می‌شود و چه چیزی نمی‌شود. تعاریف عملیاتی فقط در بین سناریوهای عملیاتی غالب مخصوصی که مورد علاقه می‌باشند دارای اهمیت است. برای این منظور، مفهوم (یک میز تمیز) ضروری است. یک میز تمیز به بنا کردن یک چارچوب تازه و سازمان یافته برای انجام چیزی که در شرف انجام شدن است، گفته می‌شود و به معنای شروعی تازه است. برای مثال اگر شما از میز به عنوان یک میز کاری استفاده می‌کنید، سپس تمیزی ممکن است، فقط به این معنا باشد که میز بدون هیچ آشفتگی باشد و تمام ابزار مورد نیاز را داشته باشد. به عبارت دیگر، اگر آن یک میز نهار خوری باشد شما یک سطحی از تمیزی مد نظرتان است که با استفاده از مواد شوینده ملایم بدست می‌آید. اگر ان یک میز اتاق جراحی باشد ضروری است که آن به منظور جلوگیری از گسترش عفونت بسیار ضد عفونی شود. اگر آن میز کاری یک نویسنده باشد ممکن است نیاز باشد که تمام منابع مرتبط و ابزار نوشتاری را در برداشته باشد. تعریف عملیاتی واژه تمیز برای هر کدام از این مثال‌ها تقریباً متفاوت است. بنابراین مفهوم تعریف عملیاتی دارای اهمیت است. کاربرگی ساده برای توسعه یک تعریف عملیاتی در شکل ۷,۱ ارائه شده است.

عناصر یک تعریف عملیاتی به صورت زیر خلاصه شده‌اند.

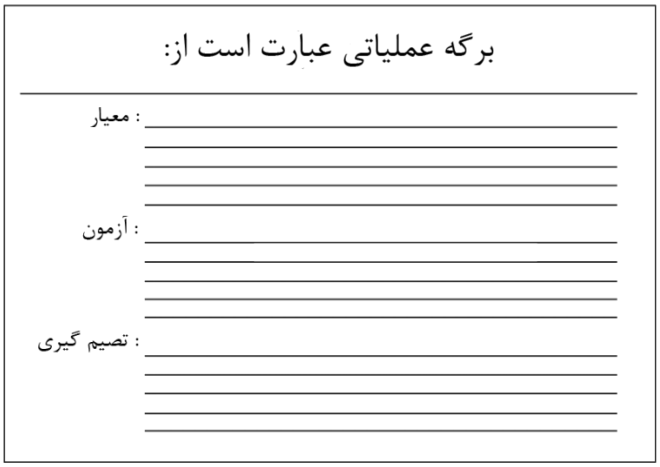
معیار: یک استاندارد یا معیار در مقابل ارزیابی نتایج یک آزمایش فرآیند

آزمایش: فرآیندی برای‌اندازه گیری ویژگی یک فرآیند.

تقسیم: محاسبه این که آیا نتایج آزمایش نشان می‌دهند که ویژگی متناسب با معیار است یا خیر.

برای مثال، در فرآیندی برای ارزیابی الیاف پشمی در مواد عـایق بنـدی لولـه، ممکـن اسـت برای موقعیتی که دارای ۵۰ درصد عایق بندی پشمی مطلوب باشد، معیار بصورت زیر باشد:

معیار: (a) الیاف پشمی بطور مساوی توزیع شده‌اند و (b) الیاف پشمی شامل نصـف وزن عایق هستند.



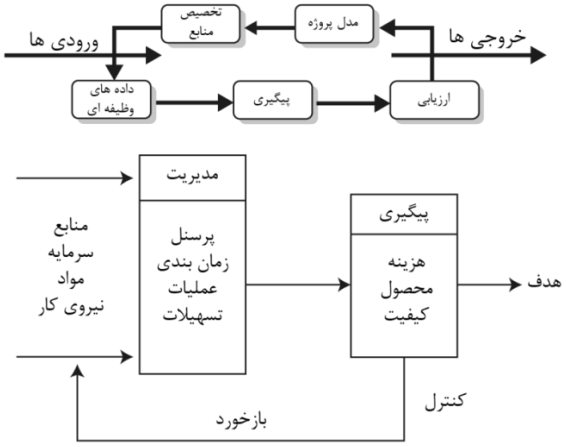
شکل ۷,۱ الگو برای تعریف عملیاتی

آزمایش: تجزیه و تحلیل نمونه‌ها برای‌اندازه گیری توزیع و سهم الیاف.
تصمیم: اگر آزمایش نشان دهد که الیاف بصورت منظمی توزیع شده‌انـد و شـامل نصـف وزن عایق می‌شوند، به هدف دست یافته‌ایم.

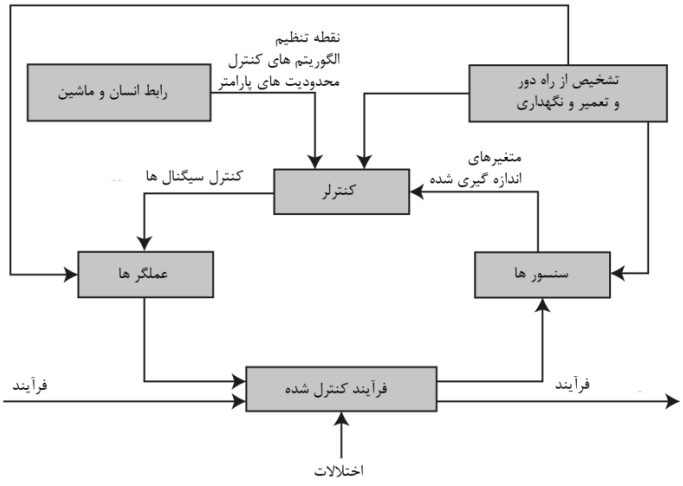
به عنوان مثالی دیگر، موقعیتی را در نظر بگیرید که در آن لوله بدون پوسـیدگی و عـاری از زنگ زدن مد نظر باشد. تعریف عملیاتی بصورت زیر انجام می‌شود.

معیار: عدم حضور اکسیداسیون قابل مشاهده‌ای بر روی سطح لوله.
آزمایش: در موقعیت‌های دارای روشنایی مطلوب، یک بازرس به صـورت چشـمی سـطح فلز را برای حضور اکسیداسیون چک نماید.
تعریف: اگر هیچ اکسیداسیونی مشاهده نشود به معیار رسیده‌ایم. نتیجه این می‌شود کـه سطح لوله بدون رنگ است.

اگرچه در بالا مثال‌های ساده‌ای وجود دارد، همین چارچوب برای سناریوهای پیچیده‌تر عملیاتی نظیر روانکاری روغن در قسمتی از ابزار حفاری، امدادرسانی به وسیله جعبه کمک‌های اولیه بعد از یک حادثه یا ارزیابی نرخ جریان در یک خط لوله، اعمال می‌شود. شکل ۷,۲ یک محیط عمومی برای اعمال تکنیک تعریف عملیاتی را مشخص کرده است. کنترل، قسمتی ضروری از توسعه فرآیند است. یک سیستم کنترلی خوب برای تضمین این که کارهای کنترلی مناسب حتی در صورت وجود خارج شدن یک فرآیند از کنترل تحت کنترل خواهند بود، لازم کی باشد.



شکل ۷,۲ سناریو ورودی- خروجی برای کاربرد تعریف عملیاتی



شکل ۷,۳ اجزای سیستم کنترل

شکل ۷,۳ مثال‌های مؤلفه‌های یک سیستم کنترلی در یک نوع فرآیند نفت و گاز را نشان می‌دهد.

نقشه برداری فرآیند

یکی از گام‌های اولیه برای فهم یا توسعه یک فرآیند، نقشه برداری است. با جمع کردن اطلاعات درباره فرآیند می‌توانیم تصویری پویا از فعالیت‌هایی که فر آیند را تشکیل می‌دهند بنا کنیم. نقشه‌های فرآیند، ابزار ارتباطی پرکاربردی هستند که به تیم‌های توسعه‌ای کمک می‌کنند که فرآیند را درک کرده و فرصت‌های توسعه را شناسایی کنند. نقشه برداری فرآیند نشان دهنده یک چارچوب، قانون و زبان مشترکی می‌باشد که مسیر سیستماتیک کاری را تسهیل می‌کند. فعل و انفعالات پیچیده می‌تواند در یک مسیر منطقی بسیار آشکار و با هدف ارائه شود. همچنین مشخص می‌کند که مسائل، گلوگاه‌ها یا پیچیدگی‌ها در کجا واقع هستند و تیم‌های توسعه‌ای را با یک چارچوب تصمیم‌گیری رایج مجهز می‌کند. گام‌هایی برای ساخت یک نقشه فرآیند در زیر خلاصه شده است:

- در رابطه با تمام فعالیت‌هایی که بطور معمولی در محدوده فرآیند رخ می‌دهد طوفان فکری انجام دهید.
- فعالیت‌ها را به ۴ تا ۶ زیر فرآیند کلیدی دسته بندی کنید.
- توالی وقایع و ارتباطات میان زیر فرآیندها را مشخص کنید.
- یک نقشه فرآیندی سطح بالا و نقشه‌های زیر فرآیندی را با استفاده از ICGR تعریف کنید، (ورودی‌ها، کنترل‌ها، خروجی‌ها، و منابع).

نقشه‌های فرآیندی، ارائه دهنده نقطه نظر پویایی از این حیث است که چگونه یک سازمان می‌تواند ارزش شغلی توسعه یافته‌ای را دریافت کند. چه اتفاقی رخ می‌دهد اگر سناریوها بتوانند به سرعت به وسیله نقشه‌های مقایسه‌ای فرآیند توسعه یابند.

معمولاً نقشه برداری فرآیند به همراه تکنیک فلوچارت فرآیند است که برای ثبت گرافیکی آن چه در یک فرآیند انجام می‌شود استفاده می‌شود. اگر یک فلوچارت نتواند با استفاده از این

نشانه‌ها رسم شود، در نتیجه فرآیند به طور کامل درک نشده است. هدف فلوچارت شناخت این است که چرا فرآیند کنونی به روشی که هم اکنون است عمل می‌کند و چرا یک آنالیز هدف مند اجرا می‌شود، همچنین مشکلات، ضعف‌ها، گام‌ها یا مراحل غیر ضروری تکثیر یا تکرار را شناسایی می‌کند و اهداف و تلاش‌ها را در راستای توسعه تایید می‌کند.

وقتی که ما تعریف عملیاتی خوبی برای هدف توسعه‌ای با یک چارچوب سیستمی کنترلی قابل اعتماد بنا کردیم، می‌توانیم پیش به سوی اجرای یک یا چند ابزار و تکنیک‌های رایج توسعه فرآیند برویم. بسیاری از ابزار در رابطه با دیگری استفاده می‌شوند. برای مثال تیم‌های توسعه‌ای ۶ سیگما از روش DMAIC برای شناسایی و حذف دلایل نقص‌ها استفاده می‌کنند. این لیست شامل گزینه‌های روبرو می‌شود که برخی از آنها از قسمت‌های بعد توضیح داده می‌شوند:

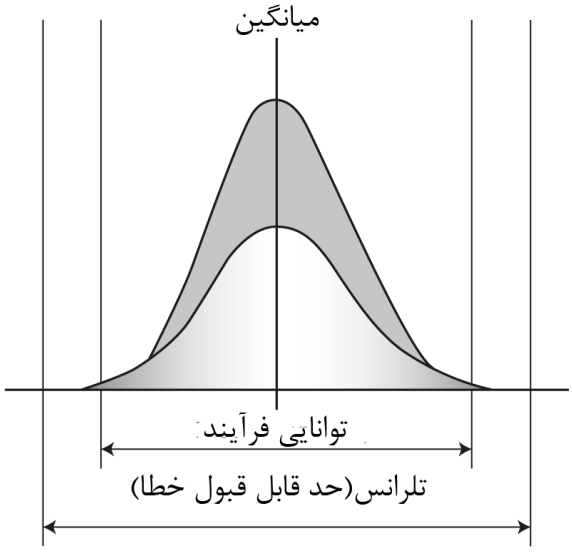
- ۵s (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke)
- ۶s (مرتب سازی، تثبیت، درخشش، استاندارد سازی، پایداری، ایمنی)
- نمودارهای میله ای
- طوفان فکری
- دیاگرام علت و معلولی
- GEDAC (نمودار علت و معلول با اضافه کردن کارت‌ها)
- برگ‌های چک
- نمودارهای کنترلی
- CPI (توسعه پیوسته فرآیند)
- Cpk (قابلیت فرآیند)
- DEJI (طراحی، ارزیابی، توجیه، یکپارچه سازی)
- DFSS (طراحی برای ۶ سیگما)
- DMADV (تعریف،اندازه گیری، آنالیز، طراحی، بررسی)
- DMAIC (تعریف،اندازه گیری، آنالیز، طراحی توسعه، کنترل)

- نمودار نقطه‌ای و جدول چوب خطی
- DRIVE (تعریف، بازبینی، شناسایی، بررسی، اجرا)
- تجزیه و تحلیل میدانی نیروها
- هیستوگرام‌ها
- کایزن
- سیستم کانبان
- قوانین ناب
- تجزیه و تحلیل ماتریسی
- آنالیز پارتو
- PDCA (برنامه، اجرا، بررسی، عمل)
- نمودار PICK (ممکن، اجرا، چالش، کشتن)
- فلوچارت فرآیندی
- نقشه برداری فرآیندی
- دیاگرام‌های اسکتر
- SIPOC (تامین کنندگان، ورودی‌ها، فرآیند، خروجی‌ها، مشتریان)
- ۶ سیگما
- SPC (کنترل فرآیند آماری)

شاخص قابلیت و پیشرفت فرآیند Cpk

آنالیز قابلیت فرآیند صنعتی جنبه‌ای مهم از مدیریت پروژه‌های صنعتی می‌باشد. قابلیت یک فرآیند گستره‌ای می‌باشد که تقریباً شامل تمام مقادیر توزیع فرآیندی می‌شود. بسیار مهم است که بدانیم قابلیت در قالب‌های یک توزیع تعریف می‌شود، بنابراین قابلیت فقط می‌تواند برای فرآیندی تعریف شود که با تغییر دلیل رایج (تفاوت ذاتی) پایدار است (دارای توزیع هست).

همچنین نمی‌تواند برای یک فرآیند خارج از کنترل (که هیچ توزیعی ندارد) با تغییر مخصوصی به دلایل خاص (تفاوت‌های کلی) تعریف شود. شکل ۷,۴ یک توزیع قابلیت را نشان می‌دهد.



شکل ۷,٤ توزیع قابلیت(قابلیت) فرآیند

توانای فرآیند (Cp)

یک فرآیند زمانی تواناست ($Cp \geq ۱$) که تلرانس طبیعی‌اش بین تلرانس یا مشخصات مهندسی قرار گرفته باشد. معیار قابلیت یک فرآیند پایدار، $6\hat{\sigma}$ است که سیگما $\hat{\sigma}$ تفاوت ذاتی فرآیندی است که از فرآیند تخمین زده می‌شود. ارزش حداقلی Cp برابر با ۱,۳۳ است که به طور کلی برای یک فرآیند در جریان، استفاده می‌شود. قابلیت فرآیند نرخ امتناع بسیار پایین ۰,۰۰۷ درصدی را تضمین می‌کند، بنابراین یک استراتژی مؤثر برای جلوگیری از آیتم‌های غیر مطمئن است. Cp به صورت ریاضی به شکل زیر است.

$$\mathrm{Cp} = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}}$$

$$\text{Cp} = \frac{\text{توزیع فرآیندی مجاز}}{\text{توزیع فرآیندی حقیقی}}$$

که

USL= حد بالای ویژگی

LSL= حد پایین ویژگی

Cp تنها تاثیر تفاوت ذاتی را اندازه گیری می‌کند. تحلیل گر باید از $\bar{R}/d_2$ برای تخمین $\hat{\sigma}$ از یک نمودار-R که در یک شرایط کنترل آماری است استفاده کند که میله $\bar{R}$ میانگین گستره‌های زیر گروهی و d_2 یک فاکتور نرمال کننده است که برای سایزهای زیر گروهی متفاوت (n) بصورت جدول زیر کشیده شده است. لازم نیست کنترل را قبل از اجرای یک مطالعه قابلیت بررسی کنیم. ما می‌توانیم مطالعه را اجرا کرده و سپس کنترل را بعد از مطالعه با استفاده از نمودارهای کنترلی شناسایی کنیم. اگر فرآیند در حین مطالعه در کنترل باشد، سپس تخمین‌های قابلیت ما صحیح و درست است. با این حال اگر فرآیند در کنترل نباشد ما اطلاعات ارزشمندی و همچنین دید صحیحی برای انجام کارهای تصحیح کننده بدست می‌آوریم.

شاخص قابلیت (Cpk)

تمرکز فرآیندی می‌تواند زمانی بدست آید که مشخصه‌ای دو طرفه در دسترس باشد. اگر شاخص قابلیت (Cpk) برابر یا بیشتر از ۱,۳۳ باشد، آنگاه ممکن است فرآیند به میزان کافی در مرکز باشد. Cpk همچنین می‌تواند زمانی که فقط مشخصه یک طرفه وجود دارد اعمال شود. برای یک مشخصه دو طرفه، می‌تواند به شکل ریاضی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Cpk} = \text{Minimum}\left\{\frac{\text{USL} - \overline{\text{X}}}{3\hat{\sigma}}, \frac{\overline{\text{X}} - \text{LSL}}{3\hat{\sigma}}\right\}$$

که $\overline{\text{X}}$ =میانگین کلی فرآیند

اگرچه برای خصوصی سازی یک طرفه، Cpk حقیقی بدست آمده گزارش می‌شود. با این حال می‌تواند برای مشخص کردن درصد مشاهدات از مشخصات استفاده شود. هدف کلی بلند مدت این است که Cp و Cpk را به وسیله بهبود پیوسته یا کاهش تغییر پذیری فرآیندی $\hat{\sigma}$ برای هر دو تکرار درست و غلط به حداکثر ارزش ممکن برسانیم به گونه‌ای که درصد بیشتری از محصول نزدیک به ارزش هدف ویژگی‌های کیفی کلیدی باشد. حالت ایده آل در مرکز قرار دادن فرآیند با تغییر پذیری صفر است.

اگر یک فرآیند در مرکز قرار داده شود اما توانا نباشد، یک یا چند اقدام عملی ضروری است. یکی از فعالیت‌ها ممکن است، یکپارچه سازی آزمایش طراحی شده‌ای برای بدست آوردن اطلاعات یا دانش اضافی در یک فرآیند و در طراحی استراتژی‌های کنترلی باشد. اگر تغییرپذیری مضافی نشان داده شد ممکن است، طراحی تو در تویی با هدف تخمین منابع مختلف تغییر پذیری انجام گردد. این منابع تغییرپذیری می‌توانند برای مشخص کردن این که چه استراتژی برای کاهش یا حذف موقتی آنها استفاده شود، ارزیابی شود. اقدام بعدی ممکن است تغییر مشخصات یا تولید پیوسته و سپس دسته بندی کردن آیتم‌ها باشد. سه خصوصیات یک پروژه می‌تواند با توجه به ویژگی آن، آنگونه که در زیر مشخص شده است مشاهده شود:

۱- فرآیند احتمالاً در مرکز و توانا است.
۲- فرآیند احتمالاً تواناست ولی در مرکز نیست.
۳- فرآیند احتمالاً در مرکز است اما توانا نیست.

مثال قابلیت فرآیندی

گام اول: با استفاده از داده‌ها برای فرآیندی خاص، مشخص کنید که آیا فرآیند توانا است یا خیر. فرض کنیم که تحلیل گر مشخص کرده است که فرآیند در یک شرایط کنترل آماری قرار دارد. برای این مثال محدودیت‌های مشخصات صفر (حد پایینی) و ۴۵ (حد بالایی) در نظر گرفته شده است. تغییر پذیری ذاتی فرآیند همانگونه که از نمودار کنترلی مشخص شده است، برابر:

$$\hat{\sigma} = \bar{R}/d_2 = 5.83/2.059 = 2.83$$

قابلیت این فرآیند برای تولید در حد ویژگی‌ها می‌تواند بصورت زیر مشخص شود:

$$Cp = \frac{\text{USL} - \text{LSL}}{6\hat{\sigma}} = \frac{45 - 0}{6(2.83)} = 2.650$$

قابلیت فرآیند $Cp = 2.65 > 1.0$ نشان می‌دهد که فرآیند قابلیت تولید شرایط دشوار را دارد که مشخصات بین صفر و ۴۵ را در بر می‌گیرد، میانگین فرآیند ۲۹,۲۶۷ است.

گام ۲: مشخص کنید آیا فرآیند می‌تواند به‌اندازه کافی در مرکز قرار گیرد. $\text{Cpk} = Min\left[\text{C}_1 \text{ و } \text{C}_2\right]$ می‌تواند برای مشخص کردن اینکه آیا یک فرآیند می‌تواند در مرکز قرار گیرد، استفاده می‌شود.

$$C_u = \frac{\text{USL} - \overline{\text{X}}}{3\hat{\sigma}} = \frac{45 - 29.367}{3(2.83)} = 1.84$$

$$C_1 = \frac{\overline{\text{X}} - \text{LSL}}{3\hat{\sigma}} = \frac{29.367 - 0}{3(2.83)} = 3.46$$

بنابراین شاخص قابلیت، Cpk برای این فرآیند ۱,۸۴ است. از آنجاییکه ۱,۸۴ =Cpk بیشتر از ۱,۳۲ است، آنگاه فرآیند می‌تواند به‌اندازه کافی در مرکز قرار گیرد. کاربردهای احتمالی شاخص قابلیت فرآیند به صورت زیر خلاصه شده‌اند.

- **ارتباطات:** Cp و Cpk در صنعت برای بنا نهادن یک زبان مشترک بی‌بعد پرکاربرد برای ارزیابی عملکرد فرآیندهای تولیدی استفاده می‌شود. مهندسی، کیفیت، تولید و ... می‌توانند با فرآیندها ارتباط برقرار کنند و با قابلیت‌های بالایی آنها را درک کنند.
- **بهبود مستمر:** شاخص‌ها می‌توانند برای نظارت بر بهبود مستمر بوسیله مشاهده کردن تغییرات در توزیع قابلیت‌های فرآیندی استفاده شوند. برای مثال اگر ۲۰ درصد از فرآیندهایی با قابلیت‌هایی بین ۱و ۱,۶۷ در یک ماه وجود داشته باشد و بعضی از این‌ها بین ۱,۳۳ و ۲ در ماه بعد بهبود یابند، سپس این نشانه‌ای از بهبود است.
- **حسابرسی:** انواع بسیار متفاوت حسابرسی‌ها برای استفاده در دنیای امروزی برای ارزیابی عملکرد سیستم‌های کیفی وجود دارد. مقایسه‌ای میان قابلیت‌های درون

فرآیندی با قابلیت‌هایی که به وسیله حسابرس‌ها مشخص می‌شود می‌تواند به مشخص کردن منطقه مشکل زا کمک کند.

- **الویت بندی بهبود:** نتیجه کامل تمام فعالیت‌ها با مقادیر Cp و Cpk غیر قابل قبول می‌تواند در ایجاد اولیت برای بهبودهای فرآیندی بسیار مؤثر باشد.
- **جلوگیری از محصول غیر مطمئن:** برای احراز صلاحیت پروژه ایجاد یک قابلیت معیار Cpk=۱,۳۳ معقول به نظر می‌رسد که در بیشتر موارد محصولات غیرمطمئن را غیرمحتمل می‌کند.

علی رغم کاربردهای احتمالی متعدد، شاخص قابلیت فرآیندی منابع احتمالی سوء استفاده را بصورت زیر خلاصه می‌کند.

- Cpk می‌تواند بدون بهبود فرآیند افزایش یابد، حتی اگر آزمایشات مکرر تغییر پذیری آزمایش را کاهش دهند. هر چه مشخصات گسترده‌تر باشد، Cp و Cpk بزرگترند اما، این اقدام فرآیند را بهبود نمی‌بخشد.
- تحلیل گران تمرکز بیشتر بر روی اعداد دارند تا خود پروژه.
- **کنترل فرآیندی:** تحلیل گران تمایل به مشخص کردن قابلیت فرآیند قبل از ایجاد کنترل آماری دارند. اکثر مردم آگاه نیستند که تعیین قابلیت بر مبنای تنوع علل مشترک فرآیند و آنچه در آینده انتظار می‌رود، استوار است. حضور دلایل خاص تغییری، پیش‌بینی را غیر ممکن و شاخص قابلیت را غیر شفاف می‌سازد.
- **غیر عادی بودن:** برخی از فرآیندها به توزیعی غیرنرمال برای برخی از خصوصیات ختم می‌شوند. از آنجایی که شاخص‌های قابلیت به تغییر مکان از نرمال بودن خیلی حساسند، تبادل داده‌ها ممکن است برای بدست آوردن نرمال بودن تقریبی استفاده شود.
- محاسبه: اکثر ابزارهای کامپیوتری از $\bar{R}/d_2$ برای محاسبه σ استفاده نمی‌کنند.

اصول ناب

وقتی ابزار تحلیلی و آماری با رویکردهای کلی مدیریتی ادغام می‌شود، یک سازمان می‌تواند از اجرای قدرتمند استراتژی‌های بهبود نفع ببرد. یکی از رویکردها که به عنوان یک اصل کلی

مدیریتی ظهور کرده است، "ناب" می‌باشد، که به طور موقتی در بسیاری از عملیات‌های صنعتی اعمال شده است. "ناب" به معنای شناسایی و حذف منابع زائد در عملیات‌ها می‌باشد. یادآوری کنیم که ۶ سیگما شامل شناسایی و حذف منبع نقص‌ها بود. وقتی که "ناب" و ۶ سیگما ادغام می‌شوند یک سازمان می‌تواند نفع دو برابری از کاهش نقص‌ها و ضایعات در عملیات‌ها ببرد، که منتج به چیزی می‌شود که به ۶ سیگما ناب شهرت دارد. در نتیجه سازمان می‌تواند کیفیت محصول بالاتر، اخلاق و رفتار کارمندی بهتری، رضایت بهتر الزامات مشتری و استفاده مؤثر تری از منابع محدود را بدست آورد. اصل پایه‌ای "ناب" داشتن یک نگاه نزدیک به ترکیبات پایه‌ای یک فرآیند برای این است که عناصر بدون خاصیت بتوانند مشخص و حذف شوند. برای شناسایی عناصر با ارزش یک پروژه "ناب"، باید کارهای آن عنصر، رتبه بندی و به طور مقایسه‌ای ارزیابی شود. روش زیر، رتبه بندی‌های مرتبط با وظایف را که بر اساس توزیع سیستم نقطه کلی است، اعمال کرده است. نقاط کلی در دسترس برای فعالیت پروژه ترکیبی در طول وظایف شخصی مشخص شده است. گام‌ها در زیر توضیح داده شده‌اند:

گام‌ها:

۱. T را نقاط کلی در دسترس برای وظایف در نظر بگیرید.
۲. T برابر با ۱۰۰n که n= تعداد ارزیاب‌ها در تیم ارزیابی است.
۳. ارزش هر وظیفه را بر اساس معیارهای خروجی مشخص شده (یا برابری) در یک مقیاس از ۰ تا ۱۰۰ رتبه بندی کنید.
۴. x_{ij} را نرخی برای وظیفه i به وسیله ارزیاب j در نظر بگیرید.
۵. m= وظایفی که باید نرح دهی یا رتبه بندی شوند می‌باشد.
۶. نرخ بندی‌ها را به وسیله ارزیاب j همانگونه که در زیر نشان داده شده است مرتب کنید:

رتبه دهی برای وظیفه ۱:	x_{ij}
رتبه دهی برای وظیفه ۲	x_{2j}
تا ... رتبه دهی برای وظیفه m	x_{mj}
مجموع نقاط امتیاز دهی کلی	100

۱. نرخ بندی‌ها را بر اساس ارزیاب‌ها همانگونه که در جدول ۷,۱ مشخص شده جدول بندی کنید و امتیاز کلی وزنی برای هر وظیفه i را از عبارت زیر محاسبه کنید.

$$w_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}$$

w_i برای رتبه بندی ترتیب‌های وظایف به منظور مشخص کردن ارزش افزوده مشارکت هر یک استفاده می‌شود، در نتیجه با استفاده از حاشیه برش مد نظر، فعالیت‌هایی با مشارکت کم و یا آنهایی که شرکت ندارند می‌توانند برای حذف شدن فهرست بندی شوند. در قالب‌های الویت بندی فعالیت، یک آنالیز جامع ناب می‌تواند اهمیت وظایف در مقابل عدم اهمیت شان و ضروری بودن آنها در مقابل غیرضروری بودنشان را شناسایی کند. ضروری نیست که یکی از عناصر وظیفه "هدر رفته" را که باید حذف گردد، پیدا کرد. با استفاده از فرمت توزیع پارتو که با آن آشنایی داریم، جدول ۷,۲ مثالی از عناصر وظیفه در بین یک منطقه حذفی ۲۰ درصدی زائد را ارائه می‌دهد.

جدول ۷,۱ ماتریس امتیاز وظیفه ناب

رتبه بندی با رتبه دهی j=1	رتبه بندی با رتبه دهی j=2	...	...	رتبه بندی با رتبه دهی j=n	جمع امتیازات برای وظیفه i	w_i
رتبه بندی برای وظیفه i=1						
رتبه بندی برای وظیفه i=2						
...						
...						
رتبه بندی برای وظیفه m						
مجموع امتیازات از رتبه دهی j	100	100	...	...	100	100n

جدول ۷,۲ تجزیه و تحلیل پارتو اجزای وظیفه فرآیند بی‌اهمیت

	ضروری	غیر ضروری
مهم	٪۲۰	٪۸۰
غیر مهم	٪۸۰	٪۲۰

فرض بر این است که فعالیت‌هایی که در ناحیه "غیرمهم" و "غیرفوری" قرار می‌گیرند خطر ایجاد نقاط هدررفته را در هر گونه فعالیت تولیدی به خطر می‌اندازند. این منطقه باید اولین هدف بررسی برای وظایفی باشد که می‌تواند حذف شود. قابل ذکر است که برخی از فعالیت‌ها که یک سازمان باید برای دلایل سیاسی فرهنگی یا قانونی آنها را حفظ کند، ممکن است وجود داشته باشد و تلاش‌ها نیز باید برای طبقه بندی تمام عناصر کار یک پروژه ادامه بیابد. اصل مهندسی صنعتی طولانی مدت، مطالعات زمان و حرکت نقش یک حرکت بازگشتی را به دلیل تمایل رو به افزایش در حذف عنصر زائد در ابتکارات ناب انجام می‌دهد. ناب و سیگما ۶ از ابزار تحلیل به عنوان پایه‌ای برای دنبال کردن اهدافشان استفاده می‌کند. اما رسیدن به آن اهداف در داشتن یک رویکرد ساختاری در مقابل فعالیت‌های تولیدی پیش‌بینی می‌شود. اگر مدیریت پروژه مناسب در آغاز یک تلاش صنعتی انجام شود می‌تواند راه را برای رسیدن به نتایج ۶ سیگما و درک خروجی‌های ناب، هموار سازد. کلید، در هر تلاش پروژه داشتن یک طراحی ساختاری پروژه است به گونه‌ای که گام‌های تشخیصی و تصحیحی بتوانند به سادگی دنبال شوند. اگر به عنوان مثال "زباله ای" در داخل یک پروژه رخنه کند، زمان، تلاش و هزینه خیلی بیشتری برای رسیدن به پاکسازی ۶ سیگما لازم است.

کایزن

با اعمال مفوم ژاپنی کایزن که یک لغت ترکیبی با معنی، (کای) تغییر و (زن) برای بهتر شدن است، یک سازمان می‌تواند فرآیندهایش را برای ناب شدن و دوری از افراط باز طراحی کند که به معنای تغییر برای بهبود می‌باشد و استنباط می‌شود که یک فرآیند را قسمت کرده و آن را بهتر سازیم. از نگاه طراحی مکانیکی این می‌تواند به آنالیز المان محدود مرتبط شود که مشخص می‌کند که چگونه قسمت‌های مؤلفه سیستم مکانیکی با یکدیگر متناسب می‌شود. کایزن به وسیله شناسایی این عناصر پایه‌ای انجام می‌شود که فرصت‌های بهبود بتوانند به سادگی و به سرعت شناسایی شوند. باید یادآوری شود که فرآیند ساختار شکست کار در مدیریت پروژه شناسایی مؤلفه‌های سطح وظیفه یک تلاش را تسهیل می‌کند. با استفاده از رویکرد مدیریت پروژه، دسترسی اهداف ناب، تسهیل می‌شود. در مفهوم مدیریت کیفیت یک سلسله مراتب تجزیه‌ای فرآیندی ممکن است به شناخت

ویژگی عنصری که باعث نقص‌ها و موانع کیفی می‌شود، کمک کند. روابط عملکـردی (f) همانگونـه که در زیر نشان داده‌اند خلاصه شده است.

(فعالیت) f =وظیفه

(وظیفه) f =زیرفرآیند

(زیرفرآیند) f =فرآیند

(تابع فرآیند) f =سیستم کیفیت

بنابراین بهبود کیفیت می‌تواند به وسیله بهبود سلسله مراتبی یـک فرآینـد و تمـام فعالیـت‌هـای شامل شده در آن بدست آید. کایزن بر روی بهبود مستمر در تمام جنبه‌های زندگی تمرکز مـی‌کنـد. وقتی که برای یک محیط کاری کایزن را اعمال کنیم می‌تواند به طور مستمر تمام عملکردهـای یـک کار را از تولید گرفته تا مدیریت و از رئوسای اجرایی گرفته تا کـارگران مونتـاژ خطـی بهبـود بخشـد. کایزن یک فعالیت روزانه است که هدف آن فراتر از بهبود تولیدی ساده است. این فرآیندی است کـه وقتی که به صورت صحیح اعمال کنیم محـیط کـاری انسـانی مـی‌شـود، کـار بـیش از حـد سـخت (غیرممکن) حذف می‌شود و به افزایش چگونگی انجام آزمایشات بر روی کارشان بـا اسـتفاده از روش علمی و چگونگی آموختن و مشخص کردن و حـذف ضـایعات در فرآینـدهـای کـاری آمـوزش داده می‌شود. برای بیشترین تاثیر، کایزن باید ۳ اصل زیر را در محل اجرا کند.

۱. فرآیند و نتایج را (نه فقط نتـایج) بـه گونـه‌ای کـه اقـدامات بـرای بدسـت آوردن اثـرات مشخص شوند، در نظر بگیرید
۲. تفکر سیستماتیک تمام فرآیند، نه آن چیزی که فوراً به چشم می‌آید (مثلاً تصویر بزرگ، نه فقط یک دید محدود) برای پرهیز از ایجاد مشکلاتی در جای دیگری در پروژه.
۳. یک رویکرد، آموختنی غیر قابل قضاوت و غیر قابل سرزنش (زیـرا سـرزنش اتـلاف وقـت است) و قصد اجازه دادن به آزمایش مجدد فرضیاتی که به فرآیند کنونی منتج می‌شود.

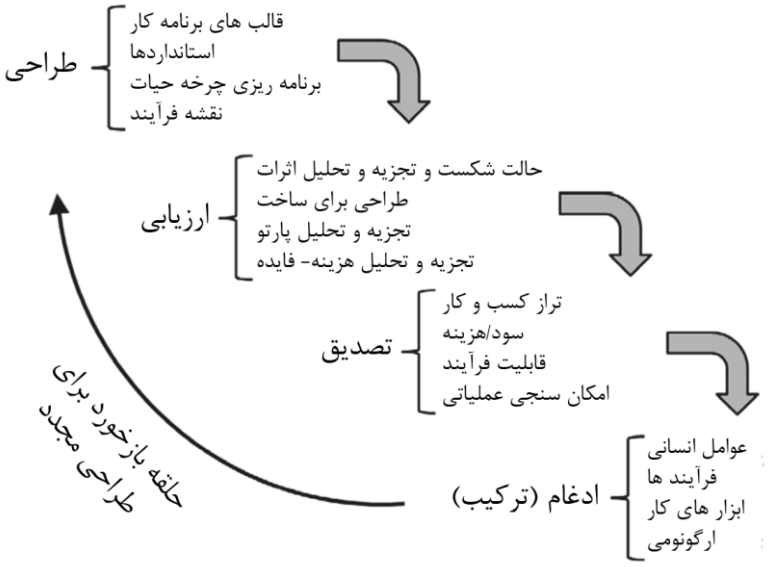
در زمینه خاطرات تاریخی، بعد از جنگ جهانی دوم برای کمک به بازسـازی ژاپـن نیروهـای کاری آمریکایی متخصصان آمریکایی را برای کمک به بازسازی صنعت ژاپن به کار گرفتنـد و در عین حال بخش ارتباطـات عمرانـی (CCS) یـک برنامـه آموزشـی مـدیریتی را توسـعه داد کـه روش‌های کنترلی آماری را به عنوان قسمتی از آموخته‌های کلی، آمـوزش مـی‌داد. ایـن کـلاس

درس به وسیله هومر ساراسوم و چارلز پروتسمن در ۱۹۴۹-۱۹۵۰ توسعه یافت و تدریس شد. سارایون، دکتر ادوارد دمینگ را برای آموزش‌های بعدی، در روش‌های آماری پیشنهاد داد. بخش اقتصادی و علمی (ESS) وظیفه بهبود مهارت‌های مدیریتی ژاپنی‌ها را بر عهده داشت و "ادگارد مک وی" در آوردن "لول ملن" به ژاپن برای راه‌اندازی صحیح برنامه‌های آموزشی در صنعت (WIL) در سال ۱۹۵۲ نقش کاربردی را ایفا کرد. قبل از رسیدن ملن در سال ۱۹۵۱، گروه ESS یک فیلم آموزشی برای معرفی سه برنامه "TWI"j (ساخت و ساز کاری، روش‌های کاری و ارتباطات کاری) ارائه داد، عنوان فیلم "بهبود در ۴ مرحله" بود، (کایزن ویون و ان کی[1]). این معرفی اصلی کایزن به ژاپن بود. برای پیشگام شدن، معرفی و اجرای کایزن در ژاپن، امپراطوری ژاپن مدال درجه ۲ گنج مقدس را به دکتر دمینگ در ۱۹۶۰ اعطا کرد. در نتیجه، اتحادیه مهندسی و علوم ژاپن (JUSE) جایزه سالانه دمینگ را برای رسیدن به کیفیت و قابل اطمینان بودن محصولات بنا نهادند. در ۱۸ اکتبر ۱۹۸۹ JUSE جایزه دمینگ به کمپانی برق و قدرت فلوریدا برای تکمیل دستاوردهای استثنایی در پیشرفت و کنترل معتدل مدیریت اعطا شد. این اولین کمپانی بود که در خارج از ژاپن برنده جایزه دمینگ می‌شد. این مثال نشان داد که توسعه مستمر در حقیقت می‌تواند در صنعت وابسته به انرژی بدست آید. پروژه‌ها در صنعت نفت و گاز می‌توانند در استفاده از ابزارها و تکنیک‌های بهبود فرآیندی بهره ببرند.

DEJI

شکل ۷,۵ نمایانگر مدل تصمیم‌گیری محصول DEJI است. این مدل (بادریر ۲۰۱۰) در میان ابزار و تکنیک‌های بهبود فرآیندی، منحصر به فرد است زیرا به صورت صریحی برای توجیه محصول در چرخه بهبود فرآیندی به صورت ضمنی به کار می‌رود. این مدل برای هدف محاسبه زمانی که برنامه باید تمام شود حتی بعد از افتادن در چرخه تولید، مهم می‌باشد. اگر برنامه توجیه شود، سپس باید در بین تجارت ادامه دار شرکتی، یکپارچه و پذیرفته شود. جیاچتی ۲۰۱۰ به اهمیت طراحی و بازطراحی یکپارچه یک شرکت هنگامی که در چرخه حیاتش وارد می‌شود، تاکید کرده است.

[1] Kaizen eno Yon Dankai



شکل ۷,۵ مدلDEJI برای فرآیند توسعه محصول

مثال موردی هواپیمای نظامی

مدل دجی DEJI فرآیند بازگشتی طراحی-ارزیابی-توجیه-یکپارچه سازی را برای چرخه بازخورد شرکت تسریع می‌بخشد. یکپارچه سازی در پروژه‌های بسیار تکنیکی نه تنها برای عملیات کنونی بلکه برای عملیات‌های آینده در یک محیط پویا ضروری است. یک مثال موردی، افشاگری اداره محاسبات دولت ایالات متحده (GAO) است که در آن مشخص می‌شود، نیروی هوایی ایالات متحده ۹,۷ میلیون دلار در ۲۰ سال برای به روز رسانی قابلیت‌های راپتور F_{120A}، در نتیجه شکست سرویس‌هایش برای تخمین نیاز بلندمدت هواپیما برای مدرن سازی خرج خواهد کرد. این یکپارچه سازی منحرف شده است. کاربرد تکنیک مانند DEJI توجه را برای یکپارچه سازی نیازها در زنجیره توسعه تکنولوژی جدید در آینده جلب خواهد کرد. بزرگترین چالش برای هر تلاش مدیریت پروژه هماهنگی و یکپارچه سازی جنبه‌های چند گانه‌ای است که بر روی خروجی‌های پایانی پروژه تاثیر می‌گذارند، جاییکه یک خروجی مخصوص ممکن است یک محصول فیزیکی، یک خدمت یا یک نتیجه دلخواه باشد.

توجه به چالش‌های اجرای پروژه از یک دورنمای سیستمی، احتمال موفقیت را افزایش می‌دهد. مدل DEJI می‌تواند موفقیت پروژه را از طریق اجرای ساختاری تسریع کند. اگرچه در اصل این مدل برای پروژه‌های توسعه محصول ایجاد شده بود، اما به طور کلی برای انواع پروژه‌ها نیز قابل اجرا بود، به طوری که هر پروژه از طریق مراحل طراحی فرآیند، ارزیابی پارامترها، توجیه پروژه و یکپارچه سازی پروژه در تجارت اصلی سازمان قرار می‌گیرد. این مدل می‌تواند در گستره عناصر یک سازمان که به صورت زیر مشخص شده است به کار برده شود.

۱- افراد

۲-فرآیند

۳-تکنولوژی

مرحله طراحی DEJI

طراحی محصول یا فرآیند باید برای دنبال کردن تبدیل نقطه به نقطه بنا نهاده شود. یک روش خوب برای اجرای آن، استفاده از تبدیل حالت-فضا است که می‌توانیم تکامل یک پروژه را از پایه مفهومی تا پایه تولید نهایی ردیابی کنیم. برای هدف مدیریت پروژه، تعاریف کلی و ویژگی‌های مدل حالت-فضا را پذیرفته ایم. حالت، مجموعه‌ای از موقعیت‌هایی است که یک فرآیند را در یک نقطه مشخص در زمان توصیف می‌کند. یک تعریف مرسوم از حالت در زمینه تحقیق پیشنهادی در زیر ارائه شده است:

> حالت یک پروژه به ویژگی عملکردی پروژه گفته می‌شود به گونه‌ای که ورودی‌ها را به خروجی مرتبط می‌کند به گونه‌ای که دانش تابع زمانی ورودی برای $t \geq t_0$ و موقعیت در زمان $t = t_0$، خروجی مورد انتظار برای $t \geq t_0$ را مشخص می‌کند.

یک حالت-فضای پروژه مجموعه‌ای از تمام حالت‌های احتمالی چرخه حیات پروژه است. نماینده حالت-فضا می‌تواند مشکلات طراحی پروژه را به وسیله حرکت از یک موقعیت ابتدایی تا موقعیت بعد و در نهایت تا یک موقعیت هدف حل کند. حرکت جابجایی از یک حالت به حالت دیگر به وسیله فعالیت‌ها و اقدامات بدست می‌آید. یک هدف، توصیفی از موقعیتی است که هنوز بدست نیامده است. فرآیند حل مشکل پروژه شامل پیدا کردن توالی فعالیت‌هایی است

که نماینده مسیر یک راه حل از حالت ابتدایی تا حالت انتهایی (هدف) می‌باشد. یک مدل حالت-فضا شامل متغیرات حالت است که توصیف کننده موقعیت غالب پروژه می‌باشد. متغیرهای حالت به وسیله روابط ریاضی به ورودی‌ها مرتبط‌اند. مثال‌های متغیرهای حالت احتمال پروژه شامل برنامه زمانی، کیفیت خروجی، هزینه، موعد مقرر، منبع، استفاده از نیروی انسانی و سطح بهره وری می‌شود. برای فرآیندی که به وسیله یک سیستم معادلات دیفرانسیلی توصیف شده است، اجرای حالت-فضا در فرم زیر آورده شده است:

$$\dot{z} = f\big(z(t), x(t)\big)$$

$$y(t) = g\big(z(t), x(t)\big)$$

که f و g توابع بردار-ارزش هستند. برای سیستم‌های خطی معادلات به صورت زیر ارائه شده است:

$$\dot{z} = Az(t) + Bx(t)$$

$$y(t) = Cz(t) + Dx(t)$$

که z(t)، x(t) و y(t) بردارها و A،B، C و D ماتریس‌ها هستند. متغیر y بردار خروجی است در صورتی که متغیر x بیانگر ورودی‌هاست. بردار حالت z(t) یک بردار میانی است که x(t) را به y(t) مربوط می‌کند. ارائه حالت-فضای یک سیستم طراحی پروژه خطی زمان گسسته به صورت زیر نمایش داده می‌شود.

$$z(t+1) = Az(t) + Bx(t)$$

$$y(t) = Cz(t) + Dx(t)$$

در قالب‌های عمومی یک پروژه از یک حالت به دیگری بوسیله یک تابع متحرک انتقال می‌یابد که معادله انتقالی را به شکل زیر تولید می‌کند:

$$S_s = f\big(x|S_p\big) + \varepsilon$$

که

S_s= موقعیت پسین

S_p=موقعیت پیشین

x =متغیر مکان

ε =مؤلفه خطا

تابع f از یک اقدام داده شده (مجموعه‌ای از اقدامات) به کار رفته در پروژه تشکیل شده است. هر حالت حد واسط ممکن است نمایانگر مایلستون قابل توجهی در پروژه باشد. بنابراین یک مدل حالت-فضای توصیفی به آنالیزی درباره اینکه چه اقدامی برای رسیدن حالت محصول مطلوب بعدی مورد نیاز است، سرعت می‌بخشد.

دگرگونی طراحی به دلیل تغییرات تکنولوژی

اهداف پروژه به وسیله تبدیل حالت به حالت فازهای پروژه بدست می‌آید. شکل ۷,۶ نمایانگر مثال توسعه محصول است که شامل تبدیل یک حالت به حالت دیگر از طریق انجام یک اقدام می‌شود. این ارائه ساده می‌تواند برای پوشش دهی اجزاء متعددی در چارچوب اطلاعات محصول توسعه یابد. ارتباط سلسله مراتبی عناصر محصول ساختار دگرگونی گسترده را ایجاد می‌کند. حالت محصول می‌تواند در تطابق با الزامات تلویحی توسعه یابد. این الزامات ممکن است شامل گروه بندی عناصر طراحی، ارتباطات پیش نیاز (هم تکنیکی و هم فرآیندی)، ارتباطات رابطه‌ای مورد نیاز و الزامات گزارشی شود. اقدامات انجام شده در هر حالت وابسته به موقعیت‌های غالب محصول است.

طبیعت حالت‌های جایگزین بعدی وابسته به این است که چه عملی انجام می‌شود. گاهی اوقات، مسیرهای متعددی وجود دارد که می‌تواند به نتیجه پایانی مطلوبی ختم شود. در زمان‌های دیگر، فقط یک راه منحصر به فرد برای هدف مطلوب موجود است. در تمرینی مرسوم، خصوصیات حالات آینده می‌توانند تنها بعد از حقیقت شناسایی شوند بنابراین توسعه برنامه‌های انطباقی غیر ممکن می‌شود. در اجرای DEJI، طرح‌های انطباقی می‌توانند بدست آیند زیرا وقایع رخ داده در بین و خارج از مرزهای مکان محصول می‌توانند مد نظر قرار داده شوند.

شکل ۷,٦ تحول طراحی به دلیل تغییرات تکنولوژی

اگر ما یک محصول را با متغیرات حالت (P و S) توصیف کنیم، سپس حالت ترکیبی محصول در هر زمان داده شده می‌تواند به وسیله بردار S که شامل عناصر P می‌باشد به صورت زیر ارائه شود:

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_p\}$$

مؤلفه‌های بردار حالت می‌توانند هم متغیرات کمی و هم کیفی (مثلا هزینه، انرژی، رنگ و زمان) را ارائه دهند. ما می‌توانیم هر بردار حالت را به عنوان یک نقطه در حالت-فضای M بعدی تجسم کنیم. این یک ارائه منحصر به فرد است زیرا هر بردار مکان متناسب با یک و فقط یک نقطه در حالت-فضا است. در نظر بگیرید که ما مجموعه‌ای از اقدامات (واسطه‌های دگرگونی) داریم که می‌توانیم به اطلاعات محصول آنها را اعمال کنیم به گونه‌ای که آن را از یک حالت به حالتی دیگر در بین مکان-فضای پروژه تغییر دهیم. دگرگونی یک بردار حالت را به بردار حالت دیگر تغییر می‌دهد. دگرگونی ممکن است تغییری در ماده‌ای خام یا تغییری در رویکرد طراحی باشد. فرض کنید که ما t_k را kامین نوع دگرگونی در نظر بگیریم. اگر t_k به محصول زمانی که

در موقعیت s است اعمال شود، بردار جدید مکان $T_k(s)$ خواهد بود که نقطه دیگری در حالت-فضا است. تعداد دگرگونی‌ها (یا اقدامات) در دسترس برای یک محصول ممکن است محدود یا به صورت قابل شماری نامحدود باشد. می‌توانیم مدارهایی که توصیف کننده مکان‌های احتمالی یک تکامل محصول باشند را بنا کنیم همانگونه که ما دگرگونی‌های پس نیاز را اعمال می‌کنیم. هر دگرگونی ممکن است تا هر چند بار که نیاز باشد تکرار شود. با داشتم مکان آغازین S_0 بردارهای مکان بعدی، به صورت زیر ارائه می‌شوند:

$$\mathbf{S}_1 = T_1(\mathbf{S}_0)$$
$$\mathbf{S}_2 = T_2(\mathbf{S}_1)$$
$$\mathbf{S}_3 = T_3(\mathbf{S}_2)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\mathbf{S}_n = T_n(\mathbf{S}_{n-1})$$

مکان پایانی، $\mathbf{S}_n$، وابسته به مکان کنونی $\mathbf{S}$ و اثرات اقدامات اعمال شده است.

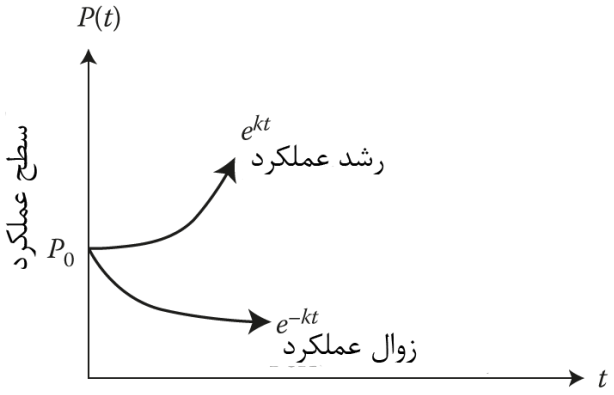
مرحله ارزیابی DEJI

یک پروژه می‌تواند بر پایه هزینه، کیفیت و اجرا ارزیابی شود. در این قسمت، مدل کردن منحنی یادگیری به عنوان پایه ارزیابی یک پروژه با توجه به مفهوم رشد و تباهی استفاده شود. بسط نیمه عمر (بادیرو ۲۰۱۰)، منحنی یادگیری پایه که در فصل ۵ ارائه شد برای مرحله ارزیابی DEJI قابل کاربرد است. در عملیات‌هایی بر پایه تکنولوژی امروزی، نگهداری از آموختن ممکن است با جابجایی‌های سریعی در الزامات اجرایی تهدید شود. بنابراین ارزیابی خواص نیمه عمر منحنی‌های یادگیری مورد توجه قرار گرفته است. اطلاعاتی درباره نیمه عمر می‌تواند گاهی به ما در مورد پایداری عملکرد یادگیری القایی، چیزی بگوید و به طور ویژه‌ای برای طراحی محصولاتی که چرخه حیاتشان تا آینده‌ای در یک محیطی با تکنولوژی بالا به درازا می‌کشد، پرکاربرد می‌باشد.

شکل ۷,۷ ارائه‌ای گرافیکی از عملکرد به عنوان تابعی از زمان تحت تاثیر فراموشی را نشان می‌دهد (به عنوان مثال عملکرد رو به زوال). عملکرد با پیشرفت زمان، پسرفت می‌کند. مشخص کردن زمانی که عملکرد به نصف سطح اولیه اش تنزل پیدا کرده است هدف ما می‌باشد. با محاسبات نیمه عمر، آنالیزی مقایسه‌ای از مدل‌های نمودارهای یادگیری مختلف می‌تواند ایجاد شود.

آنالیز نیمه عمر

مدل لگاریتمی خطی پایه‌ای محبوب‌ترین مدل یادگیری منحنی است که یک متغیر وابسته را (مثلاً هزینه تولید) در قالب‌های تعدادی متغیر غیر وابسته (مانند محصول تجمعی) بیان می‌کند.



شکل ۷,۷ مفهوم رشد و زوال منحنی یادگیری

این مدل بیان می‌کند که توسعه در بهبود بهره وری هنگامی که خروجی افزایش می‌یابد ثابت است (به عبارت دیگر شیب ثابتی دارد). که بصورت زیر است:

$$C(x) = C_1 x^{-b}$$

که

$C(x)$ = هزینه میانگین تجمعی x واحد تولیدی است

C_1 = هزینه اولین واحد،

x = واحد تولیدی تجمعی

b = توان منحنی یادگیری

درصد دستاورد بهره وری p به دلیل تاثیر یادگیری به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$p = 2^{-b}$$

کاربرد آنالیز نیمه عمر برای منحنی‌های یادگیری می‌تواند به پاسخ پرسش‌های زیر کمک کند:

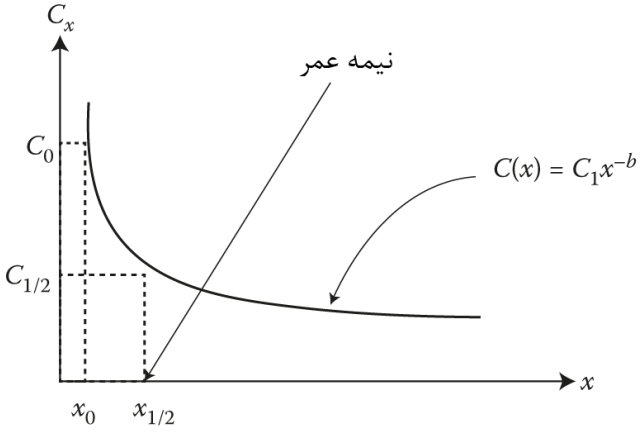
- عملکرد سیستم با چه سرعتی و تا چه میزان می‌تواند بهبود یابد؟
- محدودیت‌های بهبود عملکرد سیستم چیست؟
- چه ارزش یک سیستم در برابر شک‌ها و مزاحمت‌ها در عملیاتش مقاوم است؟
- آیا اهداف عملکردی که برای سیستم پایه ریزی شده‌اند دست یافتنی می‌باشند؟

شکل ۷،۸ یک ارائه تصویری از مدل پایه‌ای لگاریتمی خطی را نشان می‌دهد که نقطه نیمه عمرش بصورت $x_{1/2}$ نشان داده شده است. نیمه عمر مدل لگاریتمی خطی به صورت زیر محاسبه می‌شود.

C_0 = سطح عملکرد اولیه

$C_{1/2}$ = سطح عملکرد در نیمه عمر

$$C_0 = C_1 x_0^{-b} \text{ و } C_{1/2} = C_1 x_{1/2}^{-b}$$



شکل ۷،۸ مشخصات یک منحنی یادگیری با نقطه نیمه عمر

اما $C_{1/2} = (1/2)C_0$ بنابراین $C_1 x_{1/2}^{-b} = (1/2)C_1 x_0^{-b}$ که به $x_{1/2}^{-b} = (1/2)x_0^{-b}$ خـتم می‌شود که با گرفتن ($-1/b$) امین توان هر دو طرف، در زیر بـه صـورت عبـارتی کلـی بـرای مدل منحنی یادگیری لگاریتمی خطی استاندارد ساده می‌شود.

$$x_{1/2} = \left(\frac{1}{2}\right)^{-(1/b)} x_0, \quad x_0 \geq 1$$

که $x_{1/2}$ نیمه عمر و x_0 نقطه ابتدایی عملیـات اسـت. مـا بـه $x_{1/2}$، نیمـه عمـر درجـه اول می‌گوییم.

نیمه عمر درجه دوم به عنوان زمان متناسب با نیمه‌ی نیمه‌ی پیشین محاسبه مـی‌شـود. بـه عبارتی:

$$x_{1/2(2)} = \left(\frac{1}{2}\right)^{-(2/b)} x_0$$

به طور مشابه نیمه عمر درجه سوم به صورت زیر است:

$$x_{1/2(3)} = \left(\frac{1}{2}\right)^{-(3/b)} x_0$$

به طور کلی نیمه عمر درجه k ام برای مدل لگاریتمی خطی به صورت زیر ارائه می‌شود.

$$x_{1/2(k)} = \left(\frac{1}{2}\right)^{-(k/b)} x_0$$

مرحله توجیه DEJI

نیاز است که ما یک برنامه را بر اساس ارزیابی ارزش کمی توجیه کنـیم. مـدل ارزشـی سیسـتم (تروکسل و بلانک[1] ۱۹۸۹) یک تکنیک کمی مناسب است که می‌توانـد در اینجـا بـرای توجیـه پروژه بر اساس ارزش استفاده شود. این مدل یک روش تصـمیم‌گیـری ابتکـاری بـرای مقایسـه جایگزین‌های پروژه را فراهم می‌کند. در اینجا این دوباره برای مفهوم کنـونی ارائـه شـده اسـت.

[1] Troxler and Blank

ارزش به عنوان یک تابع برداری قطعی ارائه شده که ارزش ویژگی‌های محسوس و نامحسوس پروژه را مشخص می‌کند و به صورت زیر ارائه شده است:

$$V = f(A_1, A_2, \dots, A_p)$$

که

V= ارزش و A=(An,…,A1) بردار مقادیر یا ویژگی‌های کمی و P برابر با تعداد ویژگی‌هایی که پروژه را مشخص می‌کند. مثال‌های ویژگی‌های پروژه کیفیت، توان عملیاتی، قابلیت، بهره وری و هزینه عملکردی است. ویژگی‌ها تابعی ترکیبی از چند فاکتور در نظر گرفته می‌شوند، x_1 بصورت زیر مشخص می‌شود.

$$A_k(x_1, x_2, \dots, x_{mk}) = \sum_{i=1}^{n} z_i(v_i)$$

که $\{x_i\}$ برابر با مجموعه m فاکتور همراه با ویژگی $A_k(k = 1,2, \dots, p)$ و f_i=تابع همکاری فاکتور x_i برای ویژگی A_k است. مثال‌های فاکتورها عبارتند از سهم بازار، قابلیت اطمینان، انعطاف پذیری، رضایت مشتری، استفاده از ظرفیت‌ها، ایمنی، کاربری طراحی. فاکتورها خودشان از نشانگرهایی (v_i) تشکیل شده‌اند که به صورت زیر نمایش داده می‌شوند.

$$A_k(x_1, x_2, \dots, x_{mk}) = \sum_{i=1}^{n} z_i(v_i)$$

که $\{x_i\}$ = مجموعه n نشانگر همراه با فاکتور $x_i(i = 1,2, \dots, m)$ و z_j = تابع مقیاس گذاری برای هر متغیر نشانگر v_j است. مثال‌های نشانگرها عبارت است از نسبت بدهی، پاسخ گویی پروژه، زمان تدارک، منحنی یادگیری، حجم زائدات. با ترکیب تعاریف بالا،اندازه ترکیبی از ارزش یک پروژه به وسیله عبارت زیر نشان داده می‌شود.

$$PV = f(A_1, A_2, \dots, A_p)$$

$$= f\left\{\left[\sum_{i=1}^{m_1} f_i\left(\sum_{j=1}^{n} z_j(v_j)\right)\right]_1, \left[\sum_{i=1}^{m_2} f_i\left(\sum_{j=1}^{n} z_j(v_j)\right)\right]_2, \dots, \left[\sum_{i=1}^{m_k} f_i\left(\sum_{j=1}^{n} z_j(v_j)\right)\right]_p\right\}$$

که PV یک ارزش پروژه ترکیبی است و m و n بعنوان مقادیر متفاوتی برای هر ویژگی در نظر گرفته می‌شوند. یک‌اندازه وزنی برای نشان دادن الویت‌های نشانگر تصمیم‌گیری ممکن است در مدل با استفاده از یک فاکتور وزنی ویژگی، w_i همانگونه که در زیر نشان داده شده، جای داده شود.

$$\mathrm{PV} = \mathrm{f}\left(w_1 A_1, w_2 A_2, \dots, w_p A_p\right)$$

که

$$\sum_{k=1}^{p} w_k = 1, \quad (0 \le w_k \le 1)$$

به دلیل فاکتورهای قابل کمی سازی، ویژگی‌ها و نشانگرهایی که در ارزشکلی پروژه تخطی می‌کنند، فاکتورهای نامحسوس بر پایه انسان هم باید در ارزیابی ارزش پروژه کلی، جای داده شود. برخی از این فاکتورها به شرح زیر است:

- ارتباطات پروژه
- همکاری پروژه
- هماهنگی پروژه

مرحله یکپارچه سازی DEJI

بدون یکپارچه بودن، یک سیستم در انزوا خواهد بود و ممکن است بی‌ارزش شود، ما باید تمام عناصر یک سیستم را بر اساس ترتیب اهداف کاربردی یکپارچه کنیم. همپوشانی سیستم‌ها به هدف یکپارچه سازی می‌تواند بصورت مفهومی به عنوان انتگرال‌های نشانگر بوسیله در نظر گرفتن مناطق محدود شده به وسیله عناصر مشترک زیر سیستم‌ها مشاهده شود.

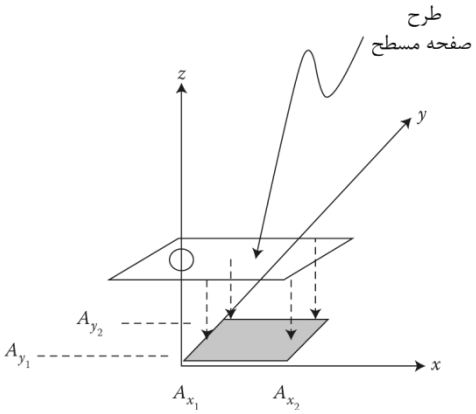
$$A = \iint_{A_y A_x} z(x,y)\, dy\, dx$$

$$B = \iint_{B_y B_x} z(x,y)\, dy\, dx$$

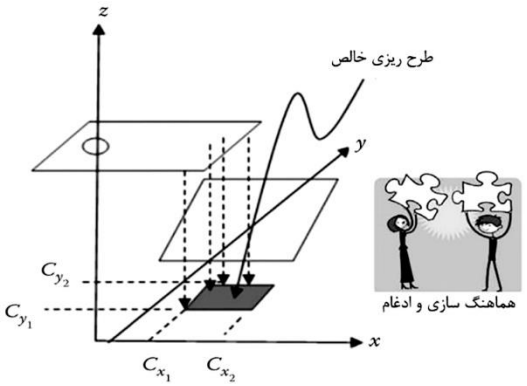
در شکل ۷,۹، تصویری از یک صفحه تخت بر روی یک چهارم اولیه به عنوان منطقه A در نظر گرفته شده است، در صورتی که شکل ۷,۱۰ تصویر یک صفحه منحنی را به عنوان منطقه B نشان می‌دهد. تصویر خاص در برگیرنده همپوشانی A و B است که به عنوان منطقه C در شکل ۷,۱۱ ارائه شده و به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$C = \iint_{C_y C_x} z(x,y)\, dy\, dx$$

توجه کنید که چگونه هر منطقه تصویر خالص موفق با افزایش در زاویه مورب بودن صفحه پروژه کاهش می‌یابد.

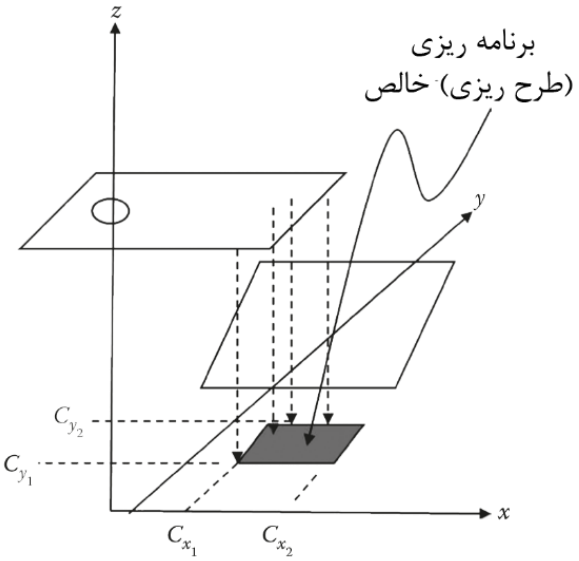


شکل ۷,۹ طرح صفحه مسطح برای ترکیب سیستم



شکل ۷,۱۰ طرح صفحه مایل برای هم ترازی و ادغام زیر سیستم

حقیقت این است که در اجرای پروژه حقیقی مدل کردن سناریوهای زیر سیستم بـه عنـوان انتگرال‌های دو گانه غیر ممکن یا غیر کاربردی خواهد بود. با این وجود اما مفهوم، نشان دهنـده این نیاز است که در نظر بگیرد که کجا و چگونه عناصر پروژه برای یک ارزیابی مناسب یکپارچه سازی همپوشانی دارند. برای سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی، می‌توانیم به خوبی ارائه ریاضـی مرزهای یکپارچه سازی و همپوشانی سیستم‌ها را توسعه دهیم. در توضیحات بعدی انتگرال‌های دو گانه در چندین کاربرد تکنیکی نشان داده شده است. بعضی از مثال‌ها به صورت زیراند:



شکل ۷,۱۱ به علت شیب تند، منطقه برنامه ریزی(طرح ریزی) خالص کاهش یافته است

- محاسبه‌ی حجم‌ها
- محاسبه مساحت سطحی یک سطح دو بعدی(مثلاً یک سطح صفحه)
- محاسبه نیروی وارده بر یک سطح دو بعدی
- محاسبه میانگین یک تابع
- محاسبه ممان یا جرم اینرسی یک جسم
- مساحت سطحی داده شده به وسیله انتگرال را به صورت زیر در نظر بگیرید.

$$A(x) = \int_c^d f(x,y)\,dy$$

یکپارچگی y است و x ثابت در نظر گرفته می‌شود. مساحت متقاطع، وابسته به x است. بنابراین مساحت، تابعی از x است که برابر A(x) می‌باشد. حجم این قسمت، میان x و x+dx، A(x)dx است. حجم کلی، مجموع حجم‌های تمام قسمت‌های میان x=a و x=b است که

$$V = \int_a^b A(x)\,dx$$

اگر بجای A(x) جایگزین شود داریم:

$$V = \int_a^b \left[\int_c^d f(x,y)\,dy\right] dx = \int_a^b \int_c^d f(x,y)\,dydx$$

این یک مثال از انتگرال تکرار شده است. می‌توان در ابتدا با توجه به y و سپس x انتگرال گرفت. انتگرال‌ها با توجه به y و x به ترتیب انتگرال‌های داخلی و خارجی نامیده می‌شوند. در عوض می‌توانیم قسمت‌هایی که موازی با محور x هستند را ایجاد کنیم. در این مورد حجم به صورت زیر داده می‌شود:

$$V = \int_c^d \left[\int_a^b f(x,y)\,dx\right] dy = \int_c^d \int_a^b f(x,y)dx\,dy$$

انتگرال داخلی برابر با مساحت متقاطع قسمت بین y و y+dy است. مقادیر f(x,y)dydx و f(x,y)dxdy ارائه دهنده ارزش انتگرال دوگانه مستطیل بسیار کوچک بین x و x +dx و y و y+dy است. طول و عرض مستطیل به ترتیب dx و dy هستند. بنابراین $dx \times dy$ یا $(dy \times dx)$ مساحت مستطیل است. بنابراین تغییر مساحت dxdy=dA یا dA=dydx است.

مثال محاسباتی

انتگرال دوگانه زیر را در نظر بگیرید

$$V = \int\int_R (x^2 + xy^3)\,dA,$$

که R مستطیل 0<x<1 و 1<y<2 است. در نظر بگیرید که ما در ابتدا با توجه به y انتگرال می‌گیریم سپس.

$$V = \int_0^1 \int_1^2 (x^2 + xy^3)\, dydx$$

انتگرال داخلی برابر است با:

$$V = \int_1^2 (x^2 + xy^3)\, dy = \left[x^2 y + x\frac{y^4}{4}\right]_{y=1}^{y=2}$$

توجه کنید که ما با x به عنوان یک ثابت که با توجه به y از آن مشتق می‌گیریم رفتار می‌کنیم. انتگرال برابر است با:

$$x^2(2) + x(2^4/4) - x^2 - x/4 = x^2 + (15/4)x$$

اکنون ما به انتگرال زیر دست یافتیم:

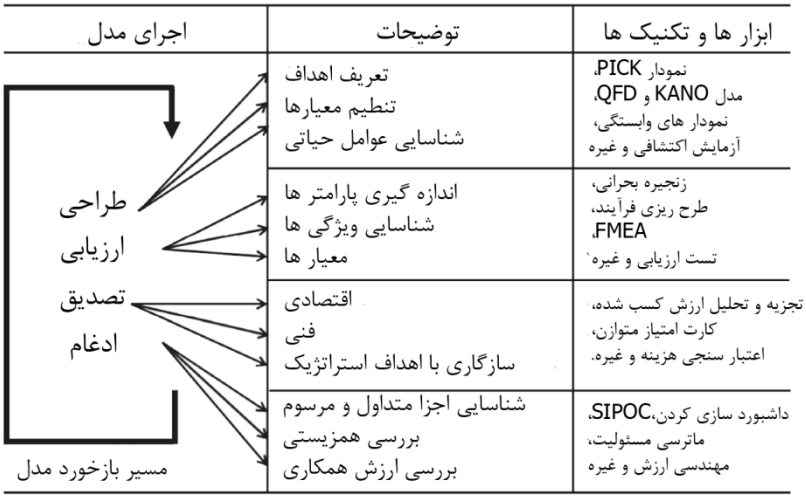
$$\int_0^1 \left(x^2 + \frac{15}{4}x\right) dx = \left(\frac{x^3}{3} + \frac{15}{8}x^2\right)_{x=0}^{x=1} = \frac{1}{3} + \frac{15}{8} = 2.2083$$

در عوض ما می‌توانیم با توجه به x در ابتدا و سپس y مشتق بگیریم. داریم:

$$V = \int_1^2 \int_0^1 (x^2 + xy^3)\, dxdy$$

که باید به نتیجه محاسباتی مشترکی برسد. به عنوان پوششی از کاربرد مدل DEJI، یکپارچگی سیستم‌ها، یک ارتباط همراه با همکاری است که مؤلفه‌ها، عناصر و زیر سیستم‌های مختلف یک سیستم را به یک دیگر متصل می‌کند که سیستم ممکن است یک پروژه‌ی پیچیده، یک تلاش بزرگ یا یک شرکت بزرگ باشد. فعالیت‌هایی که در سیستم ثابت‌اند باید هم از نقطه نظرات تکنیکی و هم مدیریتی، مدیریت شوند. هر ارتباط ضعیف در سیستم، بدون توجه به ارزش کم آن، می‌تواند دلیلی بر شکست‌های کلی سیستم باشد. در این زمینه هر مؤلفه پروژه یک عنصر ضروری است که باید تغذیه و کنترل شود. پذیرفتن مرحله یکپارچه سازی

سیستم‌های مدل DEJI، تمایل به موفقیت پروژه را افزایش می‌دهد. شکل ۷,۱۲ فرآیند، ابـزار و تکنیک‌های جریانی، ۴ مرحله مدل را خلاصـه کـرده اسـت. ارزیـابی پـس از یکپارچـه سـازی، ورودی‌های باز خوردی را ارائه می‌دهد که به مرحله طراحی باز می‌گردد و این ایده برای تعیـین کردن ابزار خاص نیست بلکه برای پیشنهاد یک ساختار ثابت برای اعمـال ابـزار و تکنیـک‌هـای مختلفی است که ارائه شـده اسـت. بیشـتر سـازمان‌هـا، تکنیـک‌هـا و ابزارهـا را از پـیش بـرای فرآیندهایشان در اختیار دارند. استفاده کردن از آنهـا در یـک چـارچوب سـاختاری و ثابـت آن چیزی است که مدل DEJI پیشنهاد می‌دهد.

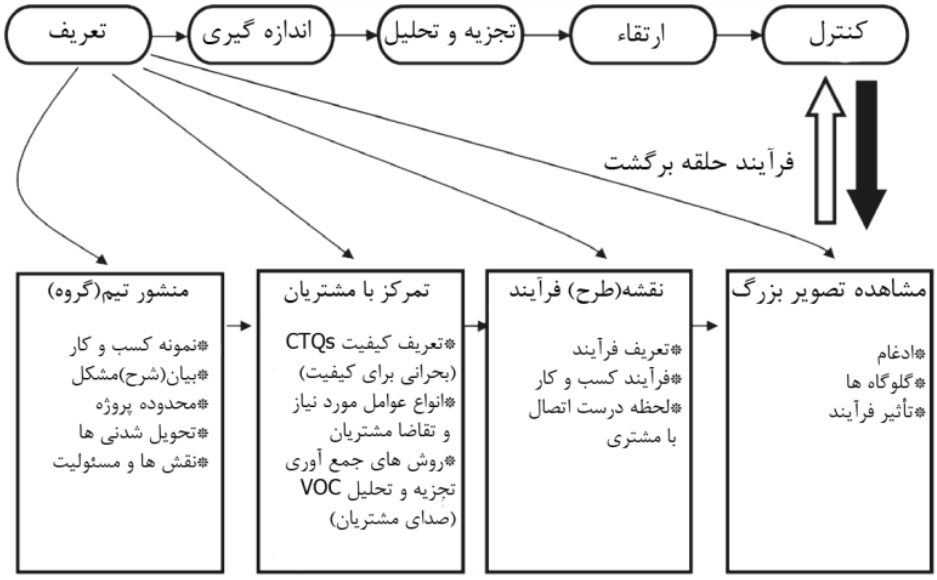


شکل ۷,۱۲ نمودار جریان چهار مرحله‌ای مدل DEJI

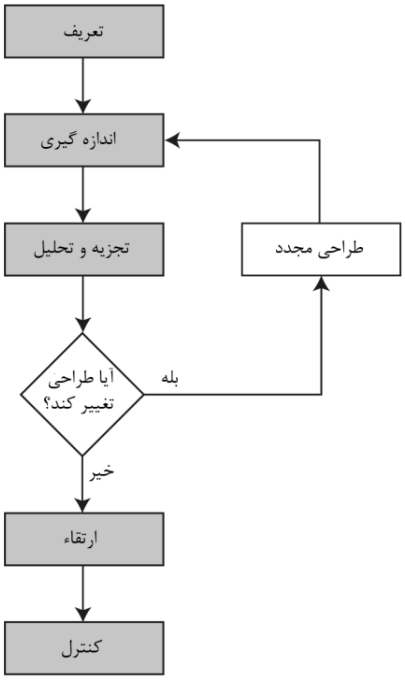
DMAIC

شکل ۷,۱۳ نشان دهنـده‌ی کـاربردی از تکنیـک DMAIC (طراحـی،انـدازه‌گیـری، آنـالیز، بهبـود و کنترل) برای به دست آوردن بهبود فرآیند است. DMAIC یک مؤلفه‌ی پایه‌ای روش ۶ سیگما بـرای کاهش تغییرپذیری است و مکمل رویکرد ناب می‌باشـد، کـه بـر روی حـذف زائـدات در فرآینـدهای کاری تمرکز دارد. کاهش تغییرپذیری از طریق شناسایی و حذف منابع خطا (نقص) به دست می‌آیـد اعمال DMAIC در برنامه‌های خرید می‌تواند اطمینان حاصل کند که یک پروژه تمام عناصر تعریـف شده در بیانیه‌ی محدوده و تنها عناصر تعریف شده در محدوده را پوشـش مـی‌دهـد. تعریـف مرحلـه

DMAIC در زمینه یک مورد خاص نظامی مورد توجه قرار می‌گیرد. مرحله‌اندازه‌گیری DMAIC کار زمینی را برای‌اندازه‌گیری معیارهای عملکرد اکتساب‌ها انجام می‌دهد. در این مرحله‌اندازه‌گیری‌های دقیق باید انجام شوند و داده‌های مرتبط باید جمع‌آوری و آنالیز شوند. همچنین ما باید قادر باشیم یک معیار را قبل از این که بتوانیم آن را کنترل کنیم یا بهبود بخشیم،اندازه‌گیری کنیم. مرحله آنالیز DMAIC برای مشخص کردن روابط و فاکتورهای علیّت در فرآیند اکتساب (خرید) بسیار مهم است. اگر تمرکز بر تولید محصولات، سرویس‌ها و یا نتایج باشد، باید بفهمیم که چه چیز علّت چه چیزی است و روابط چگونه می‌توانند بهبود یابند. مرحله توسعه DMAIC چگونگی برنامه‌ریزی، پیگیری کردن و رسیدن به بهبود در اکتساب را با یک شناخت صحیح از ساختارها و موانع سازمانی مطرح می‌کند. مرحله کنترل تضمین می‌کند که هر گونه واریانس‌هایی که در آن ایستادگی می‌کنند را قبل از اینکه بتوانند نتیجه نهایی یک برنامه خرید را تحت تاثیر منفی خود قرار دهند، اصلاح کند.



شکل ۷,۱۳ استفاده از تکنیک DMAIC برای حصول بهبود فرآیند



شکل ۷,۱٤ فلوچارت DMAIC

مؤلفه‌های عملیاتی DMAIC در زیر توضیح داده شده است و شکل ۷,۱۴ یک فلوچارت اجرایی برای این متدولوژی را نشان می‌دهد.

D- تعریف یک مسئله یا فرصتی بهبودبخش

M-اندازه‌گیری عملکرد فرآیند

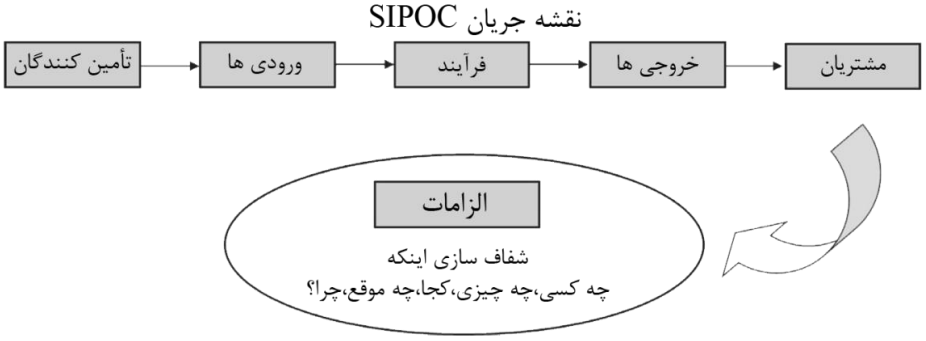
A - آنالیز فرآیند برای مشخص کردن علل ریشه‌ای عملکرد ضعیف (مشخص کردن این که آیا فرآیند باید بهبود یابد یا مجدداً طراحی شود.)

I ـ بهبود فرآیند به وسیله مشخص کردن علل ریشه‌ای

C ـ کنترل کردن فرآیند بهبودی برای پایداری بهبودها

رویکرد ۶ سیگما در یک عملیات خدماتی به بیش از ۳/۴ نقص در هر یک میلیون قطعه در اجناس ساخته شده یا ۳/۴ اشتباه در هر یک میلیون فعالیت، اجازه بروز نمی‌دهد. برای توضیح تأثیر رویکرد ۶ سیگما، فرآیندی را در نظر بگیرید که ۹۹ درصد کامل است. این فرآیند ۱۰۰۰۰ نقص در هر یک میلیون قطعه تولید خواهد کرد. با در نظر گرفتن شش سیگما، این

فرآیند نیاز خواهد داشت که ۹۹/۹۹۹۳۶ درصد کامل باشد تا فقط ۳/۴ نقص در هر یک میلیون قطعه را تولید کند. بنابراین ۶ سیگما رویکردی است که یک فرآیند را به سمت تکامل سوق می‌دهد. ۶ سیگما در عمل تغییرپذیری در میان محصولات تولید شده به وسیله فرآیندی مشابه را کاهش می‌دهد.



شکل ۷,۱۵ استفاده از تکنیک SIPOC برای حصول بهبود فرآیند

SIPOC

شکل ۷,۱۵ نشان دهنده‌ی اجرای تکنیک SIPOC (تأمین کننده، ورودی‌ها، فرآیند، خروجی‌ها، مشتریان) در یک بهبود اکتسابی است. این دیاگرام قبل از این که برنامه اکتساب شروع شود برای شناسایی تمام عناصر عملکردی مرتبط برای بهبود، استفاده می‌شود. هم چنین، تیم بهبود فرآیند ممکن است الزاماتی را در پایان دیاگرام SIPOC برای شناسایی الزمات خاص مشتری که باید ارضا شوند، اضافه کند. این تکنیک مشخص می‌کند که چه چیزی، چه کسی، چرا و چگونه به تلاش برای بهبود کمک می‌کند. SIPOC می‌تواند به تعریف یک برنامه اکتسابی پیچیده برای تضمین این که محصول هم راستای با هدف سازمانی است یا نه، کمک کند. SIPOC اغلب در مرحله‌اندازه‌گیری روش DMAIC اعمال می‌شود. SIPOC جزئیات اضافی برای نقشه‌کشی فرآیندی معمولی و فرآیندهای حیطه‌بندی ورودی، خروجی یک برنامه اکتسابی را تهیه و تکمیل می‌کند. به عنوان یک مثال موردی، SIPOC برای یک پروژه ایمنی محیطی و سلامت شغلی (ESOH) به هدف خرید مواد شیمیایی آزمایشگاهی در مؤسسه نیروی

هوایی تکنولوژی (AEIT) در پایگاه هوایی وایت پاترسون اعمال شده است. نقشه جریان تـأمین کننده به مشتری در جدول ۷,۳ نشان داده شده است. توجه کنید که تعداد بسیاری از ذینفعـان در چنین خرید شیمیایی وجود دارند. اطلاعات درون جـدول در مثـالی در کمـی‌سـازی نمـودار PICK استفاده می‌شود.

جدول ۷,۳ نمودار SIPOC برای بهبود پروژه ESOH

تامین کنندگان	ورودی‌ها	فرآیند	خروجی‌ها	مشتریان
مشاوران	آموزش	نقشه جریان ارزش	محیط کار ایمن	سازمان‌های محلی، ایالتی و فدرال
دانشکده	فرآیند خرید		مطابقت با شرایط محلی، ایالتی و فدرال	حسابداری مالی دولتی(فاکتورها، Pmts)
فروشندگان محصولات شیمیایی	انبار		دانش آموزان به طور مناسب آموزش دیده	کاربران(دانش آموزان، استادان و بازدیدکنندگان خارجی)
فروشندگان تجهیزات	تجیزات حفاظتی شخصی		دانش آموزان عالی عمل می‌کنند	حامیان تحقیق
سیستم پایه(کارخانه فیزیکی، سیستم مدیریت مدرسه	نظر سنجی آزمایشگاهی		تحقیق و توسعه	پرسنل تعمیر و نگهداری
شیمیایی، تامین انهدام) مدیریت	قیمت مظنه		آموزش دانشجویی	مدیران اجرایی
دانش آموزان/پژوهش اساتید	کارت خرید دولتی		محصول قابل استفاده برای حامی(تجهیزات، انتشارات و اطلاعات)	مدیر تسهیلات
پشتیبانی کامپیوتری مرکز تامین مالی	مقررات مدرسه قوانین فدرال و محلی		فرهنگ ایمنی درجه	رهبری داخلی و خارجی
کسب و کار محلی	زمان برای تکمیل فرم‌ها		قراردادها	
پیمانکارها	تاییدیه پروپوزال پژوهش		گزارش به گروه‌های خارجی، پیمانکاران و ...	
همکاری با کالج‌های دیگر	تجهیزات		دفع مواد اضافی	
مخترعان محلی	تخصص			
منابع مالی	الزامات حمایتی			
ایمنی لیزر پایه	دستورالعمل وزارت دفاع			
بازرسان				

DRIVE

DRIVE (تعریف، مرور، شناسایی، بازبینی کردن و اجرا) یک رویکرد برای حل مشکل و آنالیز است که می‌تواند به عنوان قسمتی از تلاش برای بهبود فرآیند استفاده شود.

تعریف، حیطه مسائل و معیارهاست که به وسیله آنها موفقیت‌اندازه‌گیری خواهد شد و بر آیتم‌های تحویلی و فاکتورهای موفقیت منطبق است.

مرور، موقعیت کنونی، فهم پیشینه، شناسایی و جمع‌آوری اطلاعات، شامل معیارهای عملکردی، شناسایی زمینه‌های مشکل‌زا، بهبودها و آسانی‌ها می‌باشد.

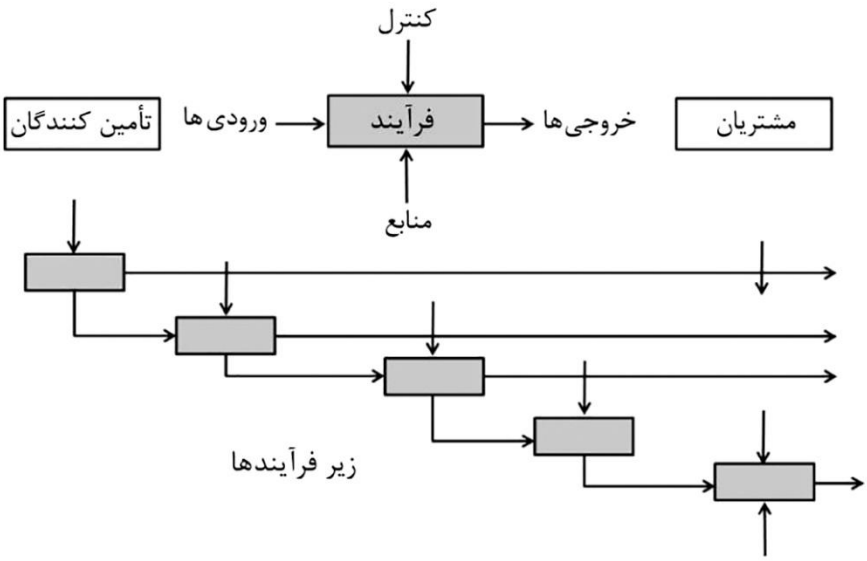
شناسایی بهبودها یا راه‌حل‌های مسئله و تغییرات لازم برای فعال کردن و پایدار کردن بهبودهاست.

بازبینی کردن و چک کردن این که بهبودها منافعی را در بر خواهند داشت که منجر به معیارهای موفقیت تعریف شده، الویت‌بندی و اجرای آزمایش بهبودها می‌شود.

اجرا پیاده سازی راه‌حل‌ها و بهبودها؛ برنامه‌ریزی برای یک مرور، جمع‌آوری بازخورد و مرور.

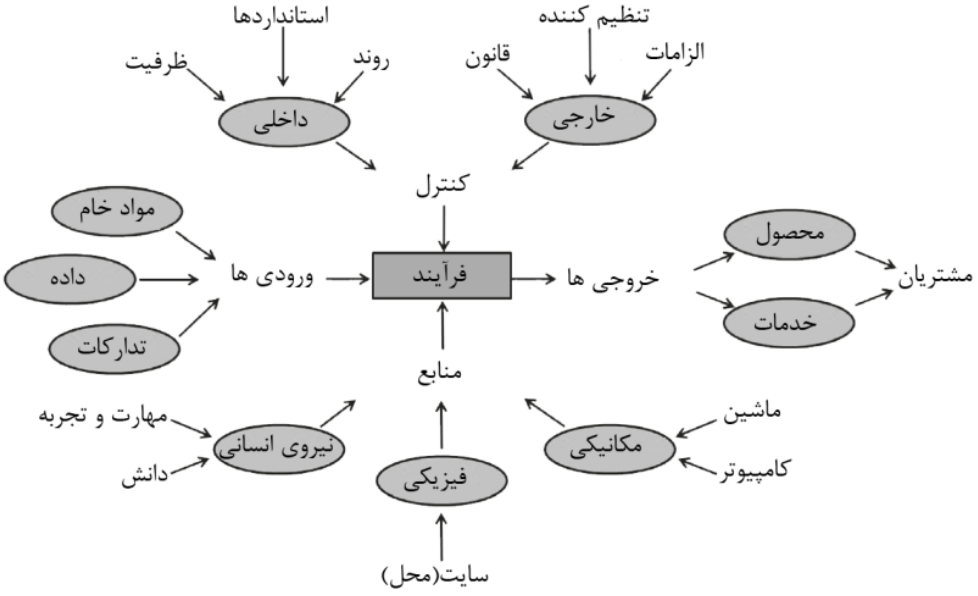
ICOR

ICOR (ورودی‌ها، کنترل‌ها، خروجی‌ها و منابع) یک روش آنالیز فرآیندی مقبول بین‌المللی برای نقشه برداری فرآیند است. این روش به فرآیندها اجازه می‌دهد که به واحدهای ساده تر، قابل درک‌تر و قابل مدیریت تری تقسیم شوند. نقشه‌ها، ورودی‌ها، کنترل‌ها، خروجی‌ها و منابع را برای هر دوی فرآیندهای سطح بالا و زیر فرآیندها تعریف می‌کند. این روش، رابطه سلسله مراتبی و ارتباط دهنده بین تأمین کننده‌ها و مشتریان را فراهم می‌کند. شکل ۷,۱۶، طرح روش ICOR را نشان می‌دهد. شکل ۷,۱۷ مثالی از اجرای ICOR را ارائه می‌دهد. به کنترل‌های خارجی در این مثال توجه کنید. صنعت نفت و گاز به شدت در معرض قواعد و قوانین خارجی قرار دارد. منابع در دسترس برای سازمان شامل مهارت‌ها، تجارب و دانش کارکنان می‌شود.



شکل ۷,۱۶ چارچوب اجراییICOR

-



شکل ۷,۱۷ مثال اجرایی ICOR

۵s /٦s

روش شناخته شده به عنوان ۶s بسطی از رویکرد ۵s می‌باشد که روش سازمان‌دهی محل کار و کنترل بصری محبوب شده توسط هیروکی هیرانو می‌باشد. ۶s ایمنی را به رویکرد ۵s اضافه می‌کند. پنج «s» به ۵ واژه‌ی ژاپنی (سیری، سیتون، سیزو، سیکتسو و شیتسوکه[1]) گفته می‌شود. «سیری» یعنی جدا کردن مواد مورد نیاز از غیر ضروری‌ها و حذف کردن دومین گروه (مواد غیر ضروری). «سیتون» یعنی چیدمان مرتب (پایدار سازی و تحکیم) و شناسایی مواد مورد نیاز برای آسانی در استفاده. «سیسو» یعنی اجرای یک کمپین پاک‌سازی. «سیکتسو» یعنی انجام «سیری، سیتون و سیسو» در مقاطع متوالی و استاندارد کردن روندهای ۵s. «شیتسوک» یعنی فرم دادن به عادت پیروی از ۵s اولیه. اصل، ۵s، از کارهای دو پیشگام آمریکایی مدیریت علمی، فردریک تیلور (۱۹۱۱) و هنری فورد (۱۹۲۲) آمده است که آنها به طور گسترده توسط ژاپنی‌ها مورد مطالعه قرار گرفتند. برنامه‌ی CANDO فورد (پاک‌سازی، چیدمان، تمیزی، نظم، بهبود مستمر) که بر پایه کار تیلور ساخته شده بود، به عنوان اصل آشکار برای ۵s شناخته می‌شود. ۶ عنصر از ۶s در زیر نشان داده شده است:

دسته‌بندی (سیری): تشخیص بین این که چه چیزی مورد نیاز است و چه چیزی نیست، و حذف دسته‌ی دوم. ابزار و مواد موجود در محل کار طبقه‌بندی و دسته‌بندی می‌شوند. ابزار و مواد ناخواسته در ناحیه بر چسب‌گذاری قرار داده شده‌اند.

پایدارسازی (سیتون): یک مکان را برای هر چیز و هر چیز را در مکان خودش تعریف کنیم. محل کار به وسیله بر چسب‌گذاری مرتب شده است. ماشین‌ها و ابزار یا نامشان و تمام داده‌های کافی لازم برچسب‌گذاری شده‌اند. یک طرح با مقیاس دقیق طبقه کاری با شبکه‌بندی کشیده شده است. این به دست‌یابی یک جریان بهتر کاری و دسترسی راحت به تمام ابزار و ماشین‌ها کمک می‌کند.

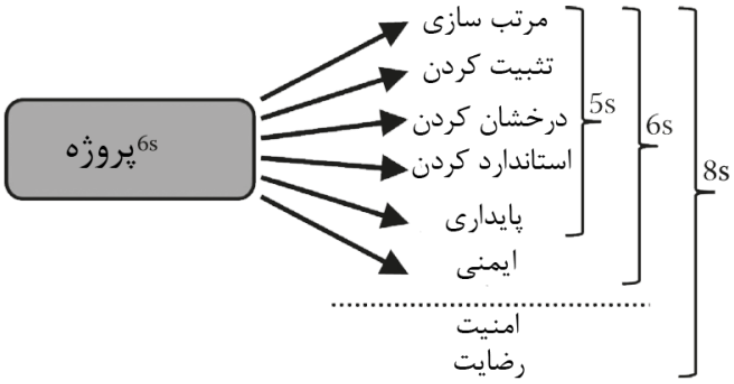
تمیز کردن (سیسو): تمیز کردن محل کاری و جستجوی روش‌هایی برای تمیز نگه داشتن. تمیزی و نگه‌داری دوره‌ای محل‌کار و ماشین‌ها انجام شده باشد. ضایعات در

[1] seiri, seiton, seiso, seiketsu, ,shitsuke

منطقه جداگانه قرار داده شوند. ضایعات قابل بازیافت و سایر زباله‌ها بـه طـور جداگانـه در کانتینرها قرار داده شده‌اند. تمیز بنظر رسیدن محل کاری بـه سـازمان‌دهـی بهتـر کمک می‌کند و جریان را افزایش می‌دهد.

استاندارد سازی (سیکتسو): نگهداری و نظارت به سه S اولی اضافه شـده اسـت. ایـن فرآیند به استاندارد کردن کار کمک می‌کند. کار هر فرد به طور شفاهی تعریـف شـده است. شخصی مناسب برای یک کار خاص انتخاب شده اسـت. افـراد در محـیط کـاری باید بدانند که چه کسی مسئول چه چیزی است. زمان‌بندی استاندارد می‌شـود. زمـان برای هر کاری که باید انجام شود لحاظ می‌شود. مجموعه‌ای از قوانین برای بـه دسـت آوردن ۳s اولیه ایجاد می‌شود، این روش به کارآمدی محل کاری کمک می‌کند.

پایداری (شیتسوکه): از قوانین برای نگـه داشـتن قـانون ۶s محـل کـاری یـا «حفـظ منفعت» پیروی کنیم. وقتی که ۴s قبلی اجرا شـدند برخـی از قـوانین بـرای پایـداری سایر sها توسعه می‌یابد.



شکل ۷,۱۸ نمایش گرافیکی بهبود فرآیند 5s/6s

ایمنی: حذف مخاطرات، ششمین s به گونه‌ای اضافه شده است که تمرکز بر آن می‌توانـد در ایمنی میان تمام تلاش‌های بهبود یافته، جهت‌دهـی شـود. ایمنـی بـه طـور خاصـی در محـیط حادثه‌خیز با ریسک بالای عملیات‌های نفت و گازی ضروری اسـت. بسـط ششـمین s اغلـب بـه عنوان مجموعه‌ای جدا در نظر گرفته می‌شود، زیرا ایمنی باید در هر کاری که مـا مـی‌کنـیم بـه

صورت تلویحی باشد. هم چنین لغت ژاپنی بـرای امنیـت (آنـزن) اسـت، کـه ریـتم s را دنبـال نمی‌کند. با پیشروی آهسته برخی از متخصصان حتّی sهای جداگانه لحاظ کرده‌اند. بنابراین مـا می‌توانیم ۸s با اضافه کردن امنیت و رضایت داشته باشیم.

* امنیت (مثلاً امنیت شغلی، امنیت شخصی، کاهش ریسک، امنیـت سـرمایه، امنیـت فکری، امنیت وسایل، (خصوصیت) امنیت اطلاعـات، امنیـت دارایـی، امنیـت برابـری، امنیت برند محصول و غیره)
* رضایت (مثلاً رضایت، کارمندان، رضایت شغلی و اخلاقی، حس تعلق و غیره)

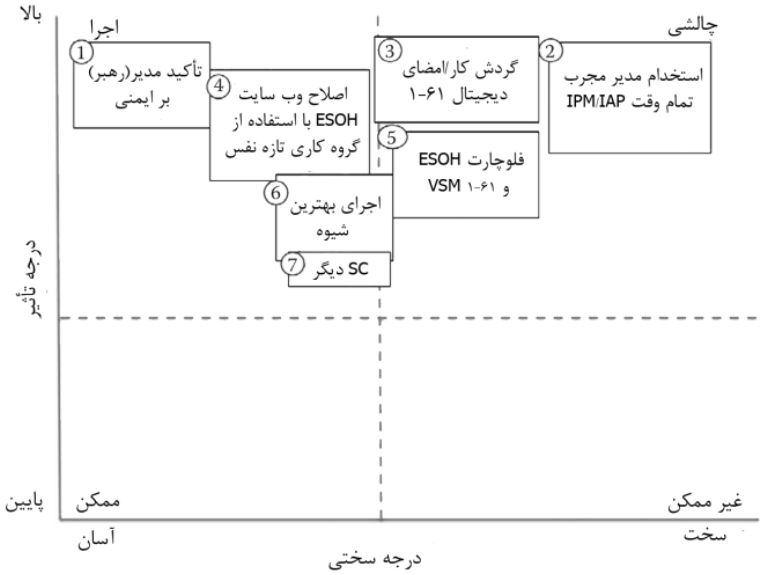
شکل ۷،۱۸ عناصر جای گرفته در تکنیک بهبود فرآیندی ۵s / ۶s را خلاصه کرده است. این شکل که به صورت انحصاری برای این کتاب کشیده شده است، مفهـوم ۶s پـروژه را بـه هـدف ارائه منبعی مناسب برای پژوهش‌های بعدی در نظر گرفته است.

نمودار PICK

نمودار PICK یک ابزار شش سیگما ناب بسیار مؤثر است که برای طبقه‌بندی ایـده‌هـای بهبـود فرآیندی استفاده می‌شود. این نمودار از یک شبکه‌بندی ۲×۲ (نمایانگر ۴ طبقـه‌بنـدی) کشـیده شده بر روی یک تخته سفید یا یک فلیپ چارت بزرگ استفاده می‌کند. ایده‌هـایی کـه بـر روی برچسب‌هایی به وسیله اعضای تیم نوشته شده‌اند بر روی شبکه‌بندی بر اساس سـطح نتیجـه‌ی نهایی یا سختی، قرار داده می‌شوند. مخفف این کلمه از برچسب‌هایی برای هر یک چهـارم یـک شبکه‌بندی می‌آید.

ممکن (آسان، نتیجه بازده نهایی کم) ← ربع سوم

اجرا (آسان، نتیجه بازده نهایی زیاد) ← ربع دوم



شکل ۷,۱۹ مثال نمودار PICK برای بهبود پروژه ESOH

چالش (سخت، بازده نهایی زیاد) ← ربع اول

کشتن (سخت، بازده نهایی کم) ← ربع چهارم

شکل ۷,۱۹ مثالی از کاربرد نمودار PICK را که در پروژه ESOH توصیف شده در مطالب قبلی تحت تکنیک SIPCC نشان می‌دهد. وقتی که با ایده‌های بهبودی چندگانه جدیدی مواجه می‌شدیم، نمودار PICK ممکن است برای مشخص کردن پرکاربردترین‌اش برای انتخاب استفاده شده باشد. محور عمودی که نمایانگر، آسانی در اجراست، معمولاً شامل ارزیابی هزینه‌ها برای اجرای طبقه‌بندی می‌شود. هر چه فعالیت‌ها گران‌تر باشند می‌توان گفت که اجرای آنها دشوارتر است.

کمی‌سازی نمودار PICK

جابجایی موارد در یکی از چهار دسته‌بندی در نمودار PICK از طریق رتبه‌بندی تخصصی انجام می‌شود که اغلب فاعلی و غیر کمی هستند. برای گذاشتن چند پایه کمی برای آنالیز نمودار PICK، این فصل روش جدیدی از مقیاس‌بندی عددی دوگانه را بر نمودارهای تأثیر و دشواری

ارائه کرده است. فرض کنیم هر پروژه در مقیاس یک تا ۱۰ رتبه‌بندی شده است و بر آن اساس بر روی نمودار PICK رسم شده است. سپس هر پروژه می‌تواند بر روی یک جفت دو جمله‌ای از رتبه‌بندی متناظرشان بر روی هر مقیاس ارزیابی شود. برای مثال ESOH، X نماینده سطح تأثیر و y نماینده رتبه‌بندی در نمودارهای دشواری هستند. قابل ذکر است که رتبه‌بندی بالا در روی محور x مطلوب است در حالی که رتبه‌بندی بالا در روی محور y نامطلوب می‌باشد. بنابراین یک رتبه‌بندی پیچیده که شامل x و y می‌شود باید تأثیر منفی مقادیر بالای x را در نظر بگیرد. یک رویکرد ساده تعریف $y' = (11 - y)$ است که سپس در ارزیابی ترکیبی استفاده می‌شود. اگر فاکتورهای بیش‌تری در انتخاب سناریو پروژه کلی نقش داشته باشد، فاکتورهای دیگر می‌توانند برچسب‌گذاری حروفی مخصوص خودشان را داشته باشند (a و b و c و z و غیره)، سپس هر پروژه دارای بردار ارزیابی چندگانه خواهد بود. در ساده‌ترین فرم خودش، این رویکرد رتبه‌بندی به صورت مقابل را تولید خواهد کرد:

$$\mathrm{PICK_{R.i}}(\mathrm{x}, y') = \mathrm{x} + y'$$

که در آن

$\mathrm{PICK_{R.i}}(\mathrm{x}, y')$ = رتبه‌بندی پروژه i $(\mathrm{i} = 1, 2, 3, \ldots, \mathrm{n})$

n = تعداد پروژه‌های تحت نظر

x = رتبه‌بندی در طول محور تأثیر (n از ۱ تا ۱۰)

y = رتبه‌بندی در طول محور سختی (y از ۱ تا ۱۰)

$y' = (11 - y)$

اگر $\mathrm{x} + \mathrm{y}'$ اساس ارزیابی باشد، سپس گستره رتبه‌بندی ترکیبی پروژه از ۲ تا ۲۰ خواهد بود که ۲ حداقل و ۲۰ حداکثر ارزش ممکن است. اگر $(\mathrm{x})(\mathrm{y})$ اساس ارزیابی باشد، سپس هر رتبه‌بندی ترکیبی پروژه در گستره ۱ تا ۱۰۰ خواهد بود. در کل، هر فرم عملکردی تابعی مطلوب ممکن است برای ارزیابی ترکیبی پذیرفته شود. دیگر فرم تابعی ممکن به صورت زیر است:

$$\mathrm{PICK_{R.i}}(\mathrm{x}, y'') = f(\mathrm{x}, y'') = (\mathrm{x} + y'')^2$$

که y'' هنگامی که برای به حساب آوردن تأثیر معکوس محورهای سختی مورد نیاز است تعریف می‌شود. روش بالا یک معیار کمی برای تبدیل ورودی‌ها در یک نمودار PICK معمولی به داخل یک تکنیک تحلیلی برای رتبه‌بندی جایگزین‌های بهبودی فراهم کرده است که در نتیجه سطح فردیت در یک تصمیم نهایی را کاهش می‌دهد. این روش می‌تواند برای پوشش مواردی که در پروژه پتانسلی برای ایجاد تأثیرات منفی دارد و مانع پیشرفت سازمانی می‌شود نیز به کار برده شود. با نگاهی به نمودار PICK برای مثال ESOH، تصویری عددی ایجاد کرده‌ایم که در جدول ۷,۴ نشان داده شده است.

همان‌طور که انتظار می‌رفت، بیش‌ترین نرخ ترکیب $x + y''$ (یا ۱۸) در ربع دوم قرار داردکه نمایانگر منطقه اجرا است. کم‌ترین رتبه‌بندی ترکیبی در ربع اول ۱۲ است که منطقه چالش نام دارد. با این نوع از آنالیز کمی، انتخاب، توجیه و اجرای پروژه‌های بهبودی آسان‌تر می‌شود. این یک تکنیک تحلیلی قوی را در مقایسه با رویکردهای فردگرایانه‌ی سنتی عرضه می‌دهد.

کانبان

کانبان یک سیستم علامت دهی برای اقدام تریگر در عملیات‌های تولیدی است. کانپان به عنوان یک سیستم کششی جزء استفاده می‌شود.

جدول ۷,٤ ارزیابی عددی نمودار رتبه بندی PICK برای پروژه ESOH

بهبود پروژه	نرخ x	نرخ y	y'=11-y	x+y'	xy'
تاکید رهبر/مدیر	۹	۲	۹	۱۸	۸۱
مسئله تمام وقت	۹	۱۰	۱	۱۰	۹
جریان کار دیجیتال	۹	۶	۵	۱۴	۴۵
فرآیند گروه کاری	۸	۳	۸	۱۶	۶۴
نمودار جریان کاری VSM	۷	۶	۵	۱۲	۳۵
بهترین اجرا	۷	۴	۷	۱۴	۴۹
مرکز پشتیبانی دیگر	۶	۴	۷	۱۳	۴۲

این روش نیازمند برنامه‌ریزی است به این معنی که تنها محصولاتی را برای جایگزینی محصولات مصرفی به وسیله مشتریانش تولید می‌کند و تنها محصولات را بر اساس سیگنال‌های فرستاده شده از سوی مشتریانش تولید می‌کند. کانبان فعالیت‌های زمان‌بندی روزانه لازم برای اجرای فرآیند تولیدی را جایگزین می‌کند و نیاز برای برنامه‌ریزان، سرپرستان تولیدی برای نظارت پیوسته‌ی وضعیت زمان‌بندی برای مشخص کردن آیتم بعدی برای اجرا و نحوه زمان‌های تغییر لازم، مشخص می‌کند. زمان‌بندی کانبان، موجودی را کاهش می‌دهد، جریان را افزایش می‌دهد، از تولید بیش از حد جلوگیری می‌کند، کنترلی در سطح عملیاتی قرار می‌دهد و زمان‌بندی و مدیریت بصری فرآیند را ایجاد می‌کند.

دایره کیفیت

مفهوم دایره کیفیت بر اساس مدیریت منابع انسانی است که به عنوان یکی از فاکتورهای کلیدی در بهبود کیفیت محصولات و ثمربخشی مدنظر قرار می‌گیرد. این روش باعث توسعه مهارت‌ها، قابلیت‌ها، اعتماد و خلاقیت مردم از طریق فرآیند تجمعی، تحصیلات، تمرین، تجربه‌ی کاری و مشارکت می‌شود. مفهوم دایره‌ی کیفیت، سه ویژگی اصلی دارد.

۱ـ فرمی از مدیریت مشارکتی است.

۲ـ یک تکنیک توسعه منابع انسانی است.

۳ـ یک تکنیک حل مشکلات است.

یک دایره کیفیت شامل گروه کوچکی از داوطلبان هستند (معمولاً ۳ تا ۱۲ کارمند) که کار مشابهی را انجام می‌دهند. آنها معمولاً تحت رهبری سرپرست مافوق، یا کسی که از طریق دایره‌ی شناسایی مشکلات تعیین شده هستند. با یکدیگر ملاقات می‌کنند، اولویت‌ها را مشخص و دلایل را بیان می‌کنند و راه‌حل‌ها را پیشنهاد می‌دهند. یک محیط دایره کیفیت مثال خوبی از عمل کردن به نقل قول چینی زیر است:

«تو بگو و من فراموش می‌کنم؛

به من نشان بده و من به خاطر می‌سپارم؛

مرا درگیر کن و من درک می‌کنم.»

مشارکت مستقیم برای آسان کردن فهم، یک فایده کلیدی از دایره‌های کیفیتی است که ممکن است متوجه کیفیت محصول، ثمربخشی کار، ایمنی، ساختار کار، جریان پروسه کاری،کنترل پروژه، زیبایی‌های محل کار و غیره باشد.

پوکا یوک[1]

پوکا یوک روش اثبات اشتباه در یک پروسه برای پیشدستی وقوع نقص‌هاست. این روشی برای ساختن یا سرهم کردن محصولات با حداقل خطا یا بدون خطا به وسیله اجرای کنترل کیفیت صفر می‌باشد (ZQC) و بر اساس قاعده‌ای است که از نقص‌ها به وسیله کنترل اجرای یک فرایند جلوگیری می‌کند به طوری که نمی‌تواند نقصی در محصول باشد. یک سیستم پوکا یوک از سنسورها یا سایر ابزارهای نصب شده در تجهیزات یا ماشین‌های پردازشی برای شناسایی خطاهایی که به وسیله اپراتورها نادیده گرفته شده‌اند استفاده می‌کند. سیستم‌های پوکا یوک برای انجام دو عنصر کلیدی ZQC استفاده میشود: صد در صد بازرسی و بازخورد فوری. سیستم‌های پوکا یوک در منبع بازرسی برای شناسایی خطاها قبل از اینکه فرایند تولید یک محصول ناقص را ایجاد کند استفاده می‌شود. یک سیستم پوکا یوک محصول را تنظیم کرده و از نقص‌ها با استفاده از یکی از رویکردهای زیر جلوگیری می‌کند. یک سیستم کنترلی یک ماشین را هنگامی که خطاهای نامنظم داشته باشد متوقف می‌کند. همچنین یک سیستم هشدار به اپراتور برای توقف ماشین در زمانی که خطا شناسایی می‌شود، است. سه روش اساسی برای استفاده از سیستم‌های پوکا یوک به صورت زیر است:

۱. روش‌های تماسی- این روش با این اصل کار می‌کند که آیا یک محصول تماس فیزیکی یا همراه با صرف انرژی با دستگاه حسگر داشته یا خیر.
۲. روش ارزش ثابت- این روش زمانی که تعداد ثابتی از اجزا باید به محصول الحاق شوند یا زمانی که تعداد ثابتی از عملیات‌های تکراری نیاز است که در یک ایستگاه کاری مخصوص انجام شود استفاده می‌شود. سیستم دستگاه ثابت تعداد تکرارهای انجام شده را شمارش می‌کند و هنگامی که به تعداد ثابتی رسید محصول را آزاد می‌کند.

[1] Poka Yoke

۳. روش گام حرکتی- این روش برای حس اینکه آیا یک حرکت یا گام در فرایند در یک زمان مشخص انجام شده است یا نه استفاده می‌شود. این همچنین برای چینش و ترتیب توالی که در آن پروسه برای پرهیز از خطاها باید ادامه یابد، استفاده می‌شود.

به دلیل طبیعت پیشگیرانه خطایی، سیستم پوکا یوک به طور مخصوصی برای محیط تولیدی نفت و گاز مناسب است.

فرهنگ و رفتار

علی رغم تمام ابزار و تکنیک‌های در دسترس، اغلب این اتفاق رخ می‌دهد که وظیفه بهبود فرآیند در حد در اصلاح فرهنگ و رفتارهای غالب دربین نیروی کار، کاهش یابد و دو ویژگی می‌باشد که به آسانی قابل تغییر نیست. این موارد چیزی است که مانع از تلاش‌های بهبودی بسیاری می‌شود.

کمی سازی بازدهی عملیاتی

بازدهی عملیاتی، تاثیر گذاری و اثر بخشی معمولا دست به دست می‌چرخند. یک تعریف یکپارچه از هرکدام برای شناسایی اینکه کجا بهبود سازمانی نظامی می‌تواند دنبال شود ضروری است. تکنیک‌های موجود برای بهبود بازدهی، تاثیر گذاری و اثر بخشی تقریبا برای انطباق نظامی جوابگو هستند. بازدهی به گستره‌ای گفته می‌شود که در آن یک منبع (پول، زمان، تلاش و ...) به طور مناسبی برای بدست آوردن یک نتیجه مورد انتظار استفاده می‌شود. در نتیجه هدف، به حداقل رساندن هزینه منبع، کاهش تلفات، حذف تلاش‌های غیر ضروری و به حداکثر رساندن نتیجه است. ایده آل (یا به عبارتی دیگر مورد کامل) دارای بازدهی ۱۰۰ درصد است که به ندرت در عمل ممکن است. معمولا به صورت درصد بازدهی (e) به صورت خروجی تقسیم بر ورودی محاسبه می‌شود.

$$e = \frac{\text{خروجی}}{\text{ورودی}} = \frac{\text{نتیجه}}{\text{تلاش}}$$

تاثیرگذاری یک عبارت ارزیابی مبهم است که به سختی کمی سازی می‌شود. این شاخص اغلب با رسیدن به اهداف مرتبط است. برای مدل کردن تاثیر گذاری به صورت کمی، ما می‌توانیم به این حقیقت توجه کنیم که یک هدف به طور ضروری یک نتیجه مرتبط با شمارنده معادله بازدهی بالا است. بنابراین ما می‌توانیم گستره را طوری ارزیابی کنیم که اهداف مختلف یک سازمان با توجه به منابع در دسترس تحقق یابند. اگرچه بازدهی و تاثیر گذاری اغلب دست به دست می‌شوند، اما در حقیقت آنها مجزا و متفاوت‌اند. برای مثال میتوانیم بازدهی را به منظور رسیدن به یک هدف مخصوص پیش ببریم. این عبارت را مورد توجه قرار دهید (اگر ما این را انجام دهیم، پول هدف نیست). پروژه‌های نظامی از بعد انجام ماموریت اغلب این روش را اجرا می‌کنند. برای مثال اگر هدف مان رفتن از نقطه a به نقطه b برای رسیدن به مقصد باشد و ما به مقصد برسیم، بدون توجه به اینکه این چقدر هزینه بر بوده است، ما موثر بوده ایم. ممکن است بر اساس ارزش منابع خرج شده برای رسیدن به مقصد، پر بازده نبوده باشیم. برای دست یابی به هدف این فصل، یک معیار مبتنی بر هزینه از تاثیر گذاری به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$ef = \frac{s_o}{c_o}$$

که

ef = مقیاس اثربخشی

s_o = سطح رضایت از هدف (در مقیاس ۰ تا ۱ رتبه بندی شود)

c_o = هزینه رسیدن به هدف (برپایه هزینه مربوطه: پول، زمان، منبع قابل‌اندازه گیری و غیره) می‌باشند.

اگر یک هدف به طور کامل تحقق یابد رتبه رضایت آن ۱ خواهد بود. اگر اصلا تحقق نیابد ۰ خواهد بود. بنابراین داشتن هزینه در مخرج، مقیاسی از دسترسی به هدف را در واحد هزینه مشخص می‌کند. اگر مقیاس‌های تاثیرگذاری از چندین هدف تحقق یافته با هم مقایسه شوند، سپس مخرج (یا هزینه) باید برای رسیدن به مقیاس یکسان نرمال سازی شوند. تاثیر گذاری سیستم کلی می‌تواند به عنوان یک مجموع به شکل زیر محاسبه شود:

$$ef_c = \sum_{i=1}^{n} \frac{s_o}{c_o}$$

که

ef_c = مقیاس اثرگذاری ترکیبی

n = تعداد اهداف در پنجره تاثیر گذاری

برای اینکه احتمال یا پتانسیل برای مقیاس تاثیرگذاری بر اساس‌اندازه مخرج هزینه خیلی کوچک باشد، مقیاس بندی این ارزش در بین ۰ تا ۱۰۰ ضروری است . بنابراین بیشترین تاثیر گذاری مقایسه‌ای در واحد هزینه ۱۰۰ خواهد بود در صورتی که کمترین آن ۰ می‌باشد. مقیاس کمی بالا از تاثیر گذاری هنگامی که با جایگزین‌هایی برای رسیدن یک هدف مخصوص مقایسه می‌شوند بیشترین معنی را پیدا می‌کند. اگر تاثیر گذاری برای رسیدن به یک هدف در عبارات مطلق (غیرمقایسه‌ای) مطلوب باشد،اندازه گیری گسترده هزینه‌ها از حداقل تا حداکثر برای رسیدن به هدف کاربرد دارد. همچنین می‌توانیم ارزیابی کنیم که تا چه‌اندازه ما به هدف مان با برای حداکثر هزینه در مقابل حداقل هزینه رسیده ایم. به طور مشابه با یک تیر دو نشان زدن پر بازده است. بطور مقایسه ای، سوال تاثیرگذاری این است که آیا با یک تیر دو نشان بزنیم یا با دو تیر به یک نشان بزنیم، اگر هدف اصلی ما شلیک به هدف باشد. بطور تکنیکی، سیستم‌هایی که با فراوانی موازی طراحی شده‌اند می‌توانند موثر باشند. در چنین مواردی هدف موثر بودن است(انجام کار) نه صرفا اینکه پر بازده باشیم. اثربخشی مقیاسی از توان عملیاتی در مقابل زمان است. کاربرد سنتی محاسبه اثر بخشی در محیط تولیدی با واحدهای قابل‌اندازه گیری یا شمارش خروجی در عملیات‌های تکراری است. ساخت و ساز یک سناریو کامل برای محاسبات تولیدی می‌باشد. فرمول‌های اثر بخشی معمولی شامل موارد زیر هستند:

$$P = \frac{Q}{q} \quad و \quad P = \frac{e}{u}$$

که P اثربخشی، Q کمیت خروجی، q کمیت ورودی، e بازدهی و u بهره وری است. با این حال محیط نظامی یک محیط غیر سازنده است که هنوز برای آن آنالیز اثر بخشی مورد توجه می‌باشد. سازمان نظامی در ابتدا شامل کارگران با دانش می‌باشد که اثربخشی آنها باید در قالب‌های جایگزین، در میان آنالیز نرخ کاری‌اندازه گیری شود.

آنالیز تصمیم‌گیری پروژه

آنالیز تصمیم‌گیری یک ملاحظه مناسب از عناصر ضروری تصمیم‌ها در یک محیط سیستمی پروژه‌ای را تسهیل می‌کند. این عناصر ضروری شامل جایگاه مسئله، اطلاعات، مقیاس عملکرد، مدل تصمیم‌گیری و اجرای تصمیم می‌باشد. گام‌های پیشنهادی در زیر آورده شده است:

گام ۱: جایگاه مسئله: یک مسئله شامل انتخاب بین رقابت کردن و شاید تداخل جایگزین‌ها می‌باشد. اجزای حل مشکل در مدیریت پروژه شامل موارد زیر است.

- توصیف مسئله (اهداف، مقیاس‌های عملکردی،
- تعریف یک مدل برای ارائه مسئله
- حل کردن مدل
- آزمایش کردن راه حل
- اجرا و بدست آوردن راه حل

تعریف مسئله بسیار حیاتی است. در بسیاری از موارد، علائم یک مسئله از قبل نسبت به دلیل و موقعیت آن شناخته شده تراند. حتی بعد از اینکه مشکل به طور دقیقی شناسایی و تعریف شد، یک آنالیز هزینه فایده ممکن است برای محاسبه اینکه آیا هزینه حل مسئله توجیه شده است مورد نیاز باشد.

گام ۲: الزامات اطلاعات و داده‌ها: اطلاعات یک نیروی محرکه برای فرآیند تصمیم‌گیری پروژه است. اطلاعات موقعیت‌های وابسته گذشته، حال و وقایع آینده را شفاف می‌کند. جمع آوری، ذخیره سازی، بازیابی، سازماندهی و پردازش داده‌های خام اجزای مهمی برای تولید اطلاعات هستند. بدون داده ممکن است هیچ اطلاعاتی وجود نداشته باشد. بدون اطلاعات مناسب نمی‌تواند تصمیم‌گیری صحیحی وجود داشته باشد. الزامات ضروری برای تولید اطلاعات عبارت است از:

- اطمینان از اینکه یک فرآیند جمع‌آوری موثر داده‌ها در حال پیگیری است.
- مشخص کردن نوع و ارزش مناسب داده‌ها برای‌اندازه گیری
- ارزیابی داده‌های جمع‌آوری شده با توجه به پتانسیل اطلاعات

- ارزیابی هزینه جمع‌آوری داده‌های لازم

برای مثال فرض کنید که یک مدیر با حقیقت ثبت شده‌ای معرفی می‌شود که می‌گوید(فروش برای آخرین ربع ۱۰۰۰۰ واحدد است) و شامل داده‌های معمولی می‌شود. راه‌های متعدد استفاده از داده‌های بالا برای تصمیم‌گیری با توجه به سیستم ارزشی مدیر وجود دارد. یک آنالیزگر با این حال می‌تواند استفاده مناسبی از داده‌ها به وسیله انتقال آن در اطلاعاتی مانند "فروش ۱۰۰۰۰ واحد برای ربع آخر در بین X درصد از ارزش مورد نظر" داشته باشد. این نوع از اطلاعات برای مدیر و برای تصمیم‌گیری پرکاربردتر است.

گام ۳: مقیاس عملکردی: یک مقیاس عملکردی برای رقابت کردن با گزینه‌های جایگزین باید مشخص شود. تصمیم گیرنده یک ارزش یا ارزش از پیش فرض شده را به جایگزین‌های در دسترس نسبت می‌دهد. قرار دادن مقیاس‌های عملکردی برای فرایند تعریف و انتخاب جایگزین‌ها ضروری است. بعضی از مقیاس‌های عملکردی که به طور رایجی در مدیریت پروژه استفاده می‌شوند شامل هزینه پروژه، زمان تکمیل، استفاده از منابع و پایداری در نیروی کار هستند.

گام ۴: مدل تصمیم گیری: یک مدل تصمیم گیری، پایه‌ای را برای آنالیز و نتیجه گیری اطلاعات ارائه می‌دهد و مکانیزمی است که به وسیله آن جایگزین‌های رقابتی مقایسه می‌شوند. برای موثر بودن، یک مدل تصمیم‌گیری باید بر اساس چارچوب منطقی و سیستماتیک برای هدایت تصمیمات پروژه باشد. یک مدل تصمیم‌گیری می‌تواند ارائه شفاهی، تصویری یا ریاضی از نظرات در فرایند تصمیم‌گیری باشد. یک مدل تصمیم‌گیری پروژه باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- ارائه ساده‌ای از موقعیت حقیقی
- توضیح و پیش‌بینی موقعیت حقیقی
- صحت و متناسب بودن
- کاربرد در مسائل یکسان

فرمول بندی یک مدل تصمیم‌گیری شامل سه جزء ضروری می‌باشد.

چکیده کردن: تعیین فاکتورهای مرتبط

بنا نهادن: ترکیب فاکتورها در یک مدل منطقی

اعتبار سنجی: اطمینان از اینکه مدل به‌اندازه کافی نمایانگر مشکل است

انواع پایه‌ای از مدل‌های تصمیم‌گیری برای مدیریت پروژه در زیر توصیف شده است.

مدل‌های توصیفی: این مدل‌ها در مسیر توصیف یک سناریو تصمیم‌گیری و شناسایی مشکل همراه با آن هدایت می‌شوند. برای مثال یک آنالیز گر پروژه ممکن است از مدل شبکه CPM برای شناسایی وظایف گلوگاه در یک پروژه استفاده کند.

مدل‌های تجویزی: این مدل‌ها راه کارهای ساختاری برای اعمال اقدامات را تقویت می‌کنند. رویکرد C سگانه (بادریو ۲۰۰۸)، برای مثال مدلی است که قواعدی را برای رسیدن به ارتباطات، همکاری و هماهنگی در یک محیط پروژه تجویز می‌کند.

مدل‌های پیش‌بینی: این مدل‌ها برای پیش‌بینی وقایع آینده در یک محیط مسئله استفاده می‌شود. آنها معمولا بر اساس داده‌های تاریخی در باره موقعیت مسئله هستند. برای مثال یک مدل رگرسیون بر اساس داده‌های گذشته ممکن است برای پیش‌بینی دست آوردهای اثر بخشی آینده همراه با سطوح تخصیص مورد انتظار استفاده شود. روش شبیه سازی می‌تواند زمانی که عدم قطعیت‌ها در مدت زمان وظیفه یا الزامات منبع وجود دارد به کار گرفته شوند.

مدل‌های جبرانی: این‌ها مدل‌هایی هستند که استراتژی‌های تبادلی برای رسیدن به راه حل رضایت بخشی برای یک مشکل در محدودیت‌های موجود ارائه می‌دهند. برنامه‌ریزی هدف و سایر تکنیک‌های چند مقیاسی راه حل‌های ارضا کننده مناسبی را ارائه می‌دهند. برای مثال این مدل‌ها در مواردی که محدودیت‌های زمانی کمبودهای منابع و محدودیت الزامات عملکردی برای اجرای یک پروژه وجود دارند، مفید خواهند بود.

مدل‌های بهینه سازی: این مدل‌ها برای یافتن بهترین راه حل در دسترس برای یک موضوع مسئله با مجموعه‌ای مشخص از محدودیت‌ها طراحی می‌شوند. برای مثال یک مدل برنامه‌ریزی خطی می‌تواند برای مشخص کردن مخلوط تولیدی بهینه در یک محیط تولیدی استفاده شود.

در بسیاری از موقعیت‌ها، دو یا چند تا از مدل‌های بالا ممکن است در راه حل یک مسئله مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال یک مدل توصیفی ممکن است دیدگاه‌هایی در باره طبیعت یک مسئله فراهم کند؛ یک مدل بهینه سازی ممکن است مجموعه بهینه‌ای از اقدامات را برای حل مسئله ایجاد کند؛ یک مدل جبرانی ممکن است راه حل بهینه همراه با واقعیت را پیشنهاد

دهد؛ مدل تجویزی ممکن است قواعدی برای اجرای راه حل منتخب ارائه دهد و یک مدل پیش‌بینی نیز چنین کاربردی دارد.

گام۵: تصمیم‌گیری: با استفاده از داده‌ها، اطلاعات در دسترس و مدل تصمیم گیری، تصمیم گیرنده اقدامات دنیای واقعی را که برای رفع مشکل مذکور مورد نیاز است مشخص می‌کند. آنالیز حساسیت ممکن است برای مشخص کردن این که چه تغییری در مقادیر پارامتر ممکن است چه تغییری در تصمیم‌گیری را ایجاد کند، پر کاربرد خواهد بود.

گام ۶: اجرای یک تصمیم: یک تصمیم نمایانگر انتخاب یک گزینه است که هدف موجود در موقعیت مسئله را ارضا می‌کند. یک تصمیم خوب تا زمانی که اجرا نشود، مفید واقع نخواهد شد. جنبه مهمی از یک تصمیم مشخص کردن این است که چگونه باید اجرا شود. القا کردن تصمیم و پروژه به مدیریت مستلزم یک ارائه قانع کننده و با سازماندهی خوب است. طریقی که یک تصمیم ارائه می‌شود، می‌تواند به طور مستقیم بر روی پذیرفته شدن یا نشدندش تاثیر بگذارد. ارائه یک تصمیم باید حداقل شامل موارد روبرو باشد: یک خلاصه اجرایی، وجوه تکنیکی یک تصمیم، وجوه مدیریتی تصمیم، منابع لازم برای اجرای تصمیم، هزینه تصمیم گیری، قالب زمانی برای اجرای تصمیم و ریسک‌ها و خطرات همراه با تصمیم.

تصمیم‌گیری گروهی

تصمیم‌های سیستم‌ها اغلب پیچیده، پخش شده، پراکنده و به طور ضعیفی قابل درک هستند. هیچ کسی اطلاعات کاملی برای گرفتن تمام تصمیمات به طور دقیق را ندارد. در نتیجه، تصمیمات ضروری به وسیله گروهی از مردم گرفته می‌شود. برخی از سازمان‌ها از مشاوران بیرونی با مهارت‌های مناسب برای دادن پیشنهاداتی برای تصمیمات مهم استفاده می‌کنند. سایر سازمان‌ها گروهای مشاوره‌ای درونی مختص به خودشان را بدون رفتن به خارج از سازمان ایجاد می‌کنند. تصمیمات می‌توانند از طریق مسئولیت پذیری خطی گرفته شوند که در این مورد یک نفر تصمیم نهایی را بر اساس ورودی‌ها از سایر اشخاص می‌گیرند. تصمیمات، همچنین می‌توانند از طریق مسئولیت پذیری پخش شده گرفته شوند، که در این مورد گروهی

از افراد مسئولیتی را برای گرفتن تصمیمات مشترک بر عهده دارد. مزایای اصلی تصمیم‌گیری گروهی در زیر آورده شده است.

۱. تسهیل یک دیدگاه سیستمی به محیط مسئله.
۲. قابلیت برای در اختیار گذاشتن تجربه، دانش و منابع. کار گروهی بهتر از تصمیمات فردی است. یک گروه قابلیت بهتری در جمع‌آوری راه حل‌های یک مسئله تصمیم‌گیری را دارند.
۳. اعتبار افزایش یافته. تصمیمات گرفته شده به وسیله گروهی از افراد اغلب جایگاه وزین‌تری در یک سازمان دارند.
۴. اخلاقیات بهبود یافته. اخلاق پرسنل می‌تواند به طور مثبتی تحت تاثیر قرارگیرد زیرا بسیاری از افراد فرصتی برای شرکت در فرآیند تصمیم‌گیری دارند.
۵. عقلانیت بهتر. فرصت برای مشاهده دیدگاه‌های سایر افراد می‌تواند به بهبودی در یک فرآیند علی شخصی ختم شود.
۶. قابلیت برای جمع‌آوری دانش و حقایق بیشتر از منابع گسترده.
۷. دسترسی به دیدگاه‌های گسترده‌تر که سناریوهای مشکل مختلفی را پوشش دادند.
۸. قابلیت برای ایجاد و در نظر گرفتن گزینه‌هایی از دیدگاه‌های مختلف.
۹. احتمال برای یک همکاری گسترده‌تر، که به یک شرایط پشتیبانی بهتری منجر خواهد شد.
۱۰. احتمال برای پیکر بندی گروهی برای همکاری شبکه ای، ارتباطات و سیاست‌ها.

علی رغم مزایای مطلوب، تصمیم‌گیری گروهی خطر وجود نقص‌ها را در بر دارد. بعضی از معایب ممکن تصمیم‌گیری گروهی در زیر آمده است.

۱. سختی در رسیدن به یک تصمیم
۲. قالب زمانی اجرایی آهسته
۳. احتمال تضاد نظرات و اهداف اشخاص
۴. بی میلی برخی از افراد در اجرای تصمیم
۵. پتانسیل برای نبرد قدرت و تضاد در میان گروه
۶. هدر رفت زمان اثربخشی کارمندی

۷. توافق‌های بیش از حد ممکن است به نتیجه کمتر گروهی ختم شود
۸. خطر اینکه یک شخص بر گروه مسلط شود
۹. اتکای بیش از حد بر روی فرایند گروهی ممکن است سرعت مدیریت برای تصمیم‌گیری سریع را به تعویق بیاندازد.
۱۰. خطر انصراف به دلیل جلسات گروهی تکراری و مکرر

طوفان فکری

طوفان فکری یک روش برای ایجاد ایده‌های جدید فراوان است. در طوفان فکری گروه فکری گرد هم می‌آیند و راه‌های مختلف حل یک مسئله را مورد بحث قرار می‌دهند. اعضای گروه طوفان فکری ممکن است از دپارتمان‌های مختلف باشند و ممکن است پیش زمینه‌ها و تمرینات متفاوتی را داشته باشند و ممکن است حتی همدیگر را نشناسند. تنوع شرکت کنندگان به ایجاد یک محیط محرک برای ایجاد ایده‌های مختلف از دیدگاه‌های مختلف کمک می‌کند. این تکنیک بروز آزاد ایده‌های جدید را بدون توجه به اینکه چقدر ایده‌ها دور از هم به نظر می‌رسند ارائه می‌دهد. هیچ انتقادی از ایده جدید در طی جلسه طوفان فکری مطلوب نیست. نگرانی اصلی در طوفان فکری این است که برون گراها ممکن است کنترل بحث را به دست گیرند. به این دلیل یک فرد مورد احترام و با تجربه باید مدیریت بحث‌های طوفان فکری را به عهده بگیرد. رهبر گروه دستورالعملی برای ایده‌های پیشنهادی ارائه می‌دهد، بحث‌ها را با ماموریت گروه مرتبط نگه می‌دارد، مواضع تخریبی را نهی می‌کند و تمام اعضا را به شرکت کردن تشویق می‌کند. بعد از این که نظرات گروه تمام شد، بحث‌های بازی برای حذف ایده‌های نامناسب برگزار می‌شود. انتظار می‌رود که حتی ایده‌های رد شده به ایده‌های دیگر برای رسیدن به ایده‌های مناسب کمک کند. راهنمایی‌هایی برای بهبود جلسات طوفان فکری در زیر ارائه شده است:

- تمرکز بر روی یک مسئله تصمیم‌گیری خاص.
- نظرات را مرتبط با تصمیم مد نظر نگه دارید.
- پذیرای تمام نظرات باشید.
- نظرات را بر روی پایه مرتبط بعد از تحلیل رفتن سایر نظرات جدید ارزیابی کنید.

- فضایی برای بحث‌های تعاونی ایجاد کنید.
- نظرات ایجاد شده را ثبت کنید.

روش دلفی

رویکرد سنتی برای تصمیم‌گیری گروهی، بدست آوردن نظر شرکت کنندگان با تجربه از طریق بحث‌های آزاد است. تلاشی برای رسیدن به نظر جامع در میان شرکت کنندگان انجام می‌شود. با این حال، بحث‌های گروهی آزاد اغلب جانبدارانه‌اند زیرا تاثیر ترس‌اندکی از اشخاص غالب وجود دارد. حتی زمانی که تحلیل یک شخص غالب وجود نداشته باشد، نظرات هنوز هم ممکن است به وسیله فشار گروهی تحت تاثیر باشند. به این " تاثیر تقلید آنی" تصمیم‌گیری گروهی می‌گویند.

روش دلفی با ملزم کردن افراد برای ارائه نظراتشان به صورت ناشناس تمایل به غلبه بر این سختی‌ها از طریق یک واسط دارد. این روش از سایر روش‌های گروهی تعاملی متفاوت است زیرا، رو در رویی چهره به چهره را حذف می‌کند. این روش در اصل برای پیش‌بینی کاربردها توسعه یافت اما در طرق مختلفی برای کاربرد در انواع متفاوتی از تصمیم‌گیری‌ها تصحیح شد. این روش می‌تواند برای تصمیمات مدیریت پروژه‌ای تقریبا پرکاربرد باشد. مخصوصا زمانی که تصمیمات باید بر اساس مجموعه گسترده از فاکتورها باشد، موثر است. روش دلفی به طور نرمال به صورت زیر اجرا می‌شود:

۱. تعریف مسئله. یک مسئله تصمیم‌گیری که مهم قلمداد می‌شود، شناسایی شده و به طور واضحی توصیف میشود.
۲. انتخاب گروه. گروهی مناسب از افراد متخصص یا با تجربه برای رسیدگی به مسئله تصمیم‌گیری مخصوصی شکل می‌گیرد. هم متخصصان داخلی و هم خارجی باید در فرآیند دلفی دخیل باشند. یک شخص رهبری کننده به عنوان مدیر فرآیند تصمیم‌گیری مشخص می‌شود. گروه ممکن است از طریق نامه یا جمع شدن در یک اتاق عمل کند. در هر دو مورد تمام نظرات بر روی کاغذ به صورت ناشناس ارائه می‌شود. اگر گروه در اتاق مشترکی جلسه داشته باشد، ملاحظاتی برای ارائه اتاقی بزرگ به طوری که هر عضو احساس این را نداشته باشد که فردی، عمدا یا سهوا پاسخ‌هایشان را مشاهده کند، اتخاذ شود.

۳. نظر سنجی ابتدایی. تکنیک به وسیله توصیف مسئله در قالب‌های غیر مبهم شروع می‌شود. اعضای گروه لیستی را برای ارائه از زمینه‌های اصلی مورد توجه در گستره تخصصشان ارائه می‌دهند به گونه‌ای که مرتبط با مسئله تصمیم‌گیری باشد.
۴. طراحی و توزیع پرسشنامه. پرسشنامه‌ها برای رسیدگی به زمینه‌های مورد توجه مربوط به مسئله تصمیم‌گیری آماده می‌شود. پاسخ‌های نگاشته شده در پرسشنامه جمع‌آوری و به وسیله مدیر سازمان دهی می‌شود. مدیر پاسخ‌ها را در فرمت آماری جمع‌آوری می‌کند. برای مثال، میانگین، مد و میانه پاسخ‌ها ممکن است محاسبه شود. این آنالیز در بین گروه تصمیم‌گیری توزیع می‌شود. هر عضو سپس می‌تواند مشاهده کند که چگونه پاسخ‌هایش با دیدگاه‌های ناشناس سایر اعضا در ارتباط است.
۵. رای گیری مکرر. پرسشنامه‌های اضافی بر اساس پاسخ‌های قبلی در بین اعضا توزیع می‌شود. اعضا پاسخ‌هایشان را دوباره پیشنهاد می‌دهند. آنها ممکن است انتخاب کنند که پاسخ‌های قبلی‌شان را تغییر دهند یا خیر.
۶. بحث‌هایی در سکوت و اجماع. رای گیری مکرر شامل بحث‌های نوشته شده ناشناس از این که چرا برخی از پاسخ‌ها صحیح است یا نیست می‌شود. فرآیند تا زمانی که به یک اجماع رسیده شود ادامه می‌یابد. اجماع ممکن است بعد از ۵ یا ۶ تکرار رای گیری یا زمانی که درصد مشخص (مثلا ۸۰ درصد) گروه با پرسشنامه‌ها موافقت کنند، مشخص می‌شود. اگر یک اجماع نتواند بر روی یک نقطه نظر خاص انجام شود، این ممکن است به تمام گروه با توجه به این که این ارائه دهنده یک اجماع نیست نشان داده شود.

علاوه بر استفاده از آن در پیش‌بینی‌های تکنولوژیکی، روش دلفی به طور گسترده‌ای در سایر تصمیم گیری‌های عمومی مورد استفاده قرار گرفته است. ویژگی‌های اصلی ناشناس بودن پاسخ‌ها، خلاصه آماری پاسخ‌ها و فرآیند کنترل شده، این روش را مکانیزمی قابل اعتماد برای بدست آوردن داده‌های عددی از نظرات فردی می‌سازد. محدودیت‌های اصلی روش دلفی به صورت زیر است:

۱. تاثیر گذاری آن ممکن است در فرهنگ‌هایی که سلسله مراتب سخت گیرانه ارشدیت و سن بر روی فرآیندهای تصمیم‌گیری اثر گذار است محدود باشد.

۲. بعضی از متخصصان ممکن است پیشاپیش همکاری غیر متخصصان در فرآیند تصمیم‌گیری گروهی را قبول نکنند.
۳. از آنجایی که نظرات به طور ناشناس نشان داده می‌شود، برخی از اعضا ممکن است به بیان عبارات مضحک روی بیاورند. با این حال اگر ترکیب گروهی با دقت بررسی شود این مشکل اجتناب پذیر خواهد بود.

تکنیک گروهی اسمی

تکنیک گروهی اسمی یک نسخه ساکت از طوفان فکری است. این روشی از رسیدن به اجماع می‌باشد. به جای اینکه از مردم برای بروز نظراتشان با صدای بلند درخواست کنیم، رهبر تیم از هر عضو می‌خواهد که حداقل تعداد نظرات برای مثال ۵ یا شش نظر را بنویسند. تنها یک لیست از نظرات بر روی تخته سیاه نوشته می‌شود که در معرض دید تمام گروه قرار دارد. سپس گروه بر روی نظرات بحث می‌کنند و تا زمانی که تصمیم نهایی گرفته شود، برخی از آنها را که غیر مرتبط‌اند حذف می‌کند. تکنیک گروه اسمی از لحاظ کنترل آسان‌تر است. بر خلاف طوفان فکری که اعضا ممکن است به درگیری لفظی سوق داده شوند، تکنیک گروهی اسمی به اعضا این اجازه را می‌دهد که نظراتشان را در سکوت ابراز کنند. به علاوه، این به اعضای درونگرا اجازه می‌دهد برای شرکت در بحث بدون فشار برای اجبار به صحبت کردن شرکت کنند. در تمام تکنیک‌های تصمیم‌گیری گروهی یک جنبه مهم که می‌تواند فرایند تصمیم‌گیری را تسریع کند و بهبود بخشد التزام به این است که اعضا تمام داده‌های مربوط را قبل از آمدن به جلسه گروهی مرور کنند. این تضمین می‌کند که فرآیند تصمیم‌گیری به وسیله بحث‌های اولیه بدیهی مختل نشود. برخی از معایب تصمیم‌گیری گروهی عبارتند از:

۱. فشار دوستان در یک موقعیت گروهی ممکن است بر روی تصمیم یا نظرات فردی اثرگذار باشد.
۲. در یک گروه بزرگ برخی از اعضا ممکن است در بحث‌ها به طور موثری شرکت نکنند.
۳. اعتبار مربوط به یک عضو در یک گروه ممکن است بر روی این که نظرش چقدر مناسب تلقی شود تاثیرگذار باشد.

۴. یک عضو با یک شخصیت غالب ممکن است سایر اعضای در بحث را تحت تاثیر قرار دهد.
۵. زمان محدود در دسترس برای گروه ممکن است فشار زمانی را ایجاد کند که برخی از اعضا را برای ارائه نظراتشان بدون ارزیابی کامل از انشعابات داده‌های در دسترس اجبار کند.
۶. احضار تمام اعضای گروه تصمیم‌گیری در یک زمان مشخص گرد هم، اغلب دشوار است.

علی رغم معایب ذکر شده تصمیم‌گیری گروهی قطعا مزایای زیادی دارد که می‌تواند بر کاستی‌های آن فایق آید. فواید آن همانگونه که از قبل توضیح داده شد سطوح تغییرپذیری تاثیر را از یک سازمان به دیگری تغییر می‌دهد. اصل c سه گانه که در فصل دوم ارائه شد نیز ممکن است برای بهبود موفقیت تیم‌های تصمیم‌گیری استفاده شود. کار تیمی می‌تواند در تصمیم‌گیری گروهی با اضافه کردن دستورالعمل‌های زیر بهبود یابد.

۱. جمع‌آوری گروهی از افراد مشتاق گرد هم.
۲. تعیین یک هدف در دسترس برای گروه.
۳. مشخص کردن محدودیت‌های گروه.
۴. توسعه مجموعه‌ای از قواعد راهنما برای گروه.
۵. ایجاد یک جو مساعد برای همکاری گروهی
۶. شناسایی پرسش‌های مد نظر از قبل
۷. طرح ریزی برای رسیدگی به فقط یک موضوع در هر جلسه

برای تصمیم گیری‌های اساسی و فعالیت‌های گروهی بلند مدت، باید شاکله‌ای برای تمرین تیمی که به گروه، اجازه فراگیری قواعد تصمیم‌گیری و مسئولیت‌ها را با هم می‌دهد، ایجاد شود.گام‌ها برای تکنیک گروهی اسمی عبارتند از:

۱. ارائه نظرات در سکوت و با نوشتن.
۲. ضبط نظرات بدون بحث و گفتگو.
۳. اجرای بحث‌های گروهی برای شفاف سازی هدف نه بحث و جدل.
۴. رای گیری برای ایجاد اولویت یا رتبه بندی هر مورد.
۵. بحث بر روی آرا.
۶. تعیین رای گیری نهایی.

مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و پرسشنامه‌ها

مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و پرسشنامه‌ها روش‌های جمع‌آوری اطلاعات مهمی به حساب می‌آیند. آنها همچنین روابط کاری تعاونی را تقویت می‌کنند. و به شرکت دادن و ورود کردن مستقیم به فرآیند تصمیم‌گیری تشویق می‌کنند. این روش‌ها فرصتی را برای کارمندان در سطوح پایین یک سازمان برای اظهار نظرات شان برای تصمیم‌گیری محیا می‌کنند. هرچه تعداد افراد شرکت کننده در مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و پرسشنامه‌ها بیشتر باشد تصمیم نهایی معتبرتر خواهد بود. دستورالعمل‌های زیر برای انجام مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و پرسشنامه‌ها برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات برای تصمیمات پروژه پرکاربرد است:

۱. جمع‌آوری و سازمان دهی اطلاعات پیش زمینه و پشتیبانی از اینکه اسناد بر روی آیتم‌ها به وسیله مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و پرسشنامه‌ها پوشش داده شده باشد.
۲. از قبل مشخص کردن موارد تحت پوشش و لیست کردن سوالات اساسی برای پرسیدن.
۳. استفاده از محیط مناسب تعامل و ارتباط: تلفن، فکس، نامه الکترونیکی، رو در رو، مشاهده، برگزاری جلسه، پوسترو یادداشت.
۴. به پاسخ دهنده‌ها گفته شود که هدف مصاحبه‌ها، نظرسنجی‌ها و پرسشنامه‌ها چیست و چقدر زمان میبرد.
۵. استفاده از سوالات پایان باز که نظرات پاسخ دهنده‌ها را تحریک کند.
۶. به حداقل رساندن استفاده از پرسش‌های بله یا خیر.
۷. ترغیب کردن به جواب دادن بصورت رسا که بیانگر نظرات پاسخ دهنده است.
۸. استفاده از رویکرد چه کسی، چه چیزی، کجا، کی، چرا و چگونه برای رسیدن به اطلاعاتی خاص.
۹. تشکر از پاسخ دهنده‌ها برای مشارکتشان.
۱۰. به پاسخ دهنده‌ها اجازه دهیم که نتیجه این تمرین را بدانند.

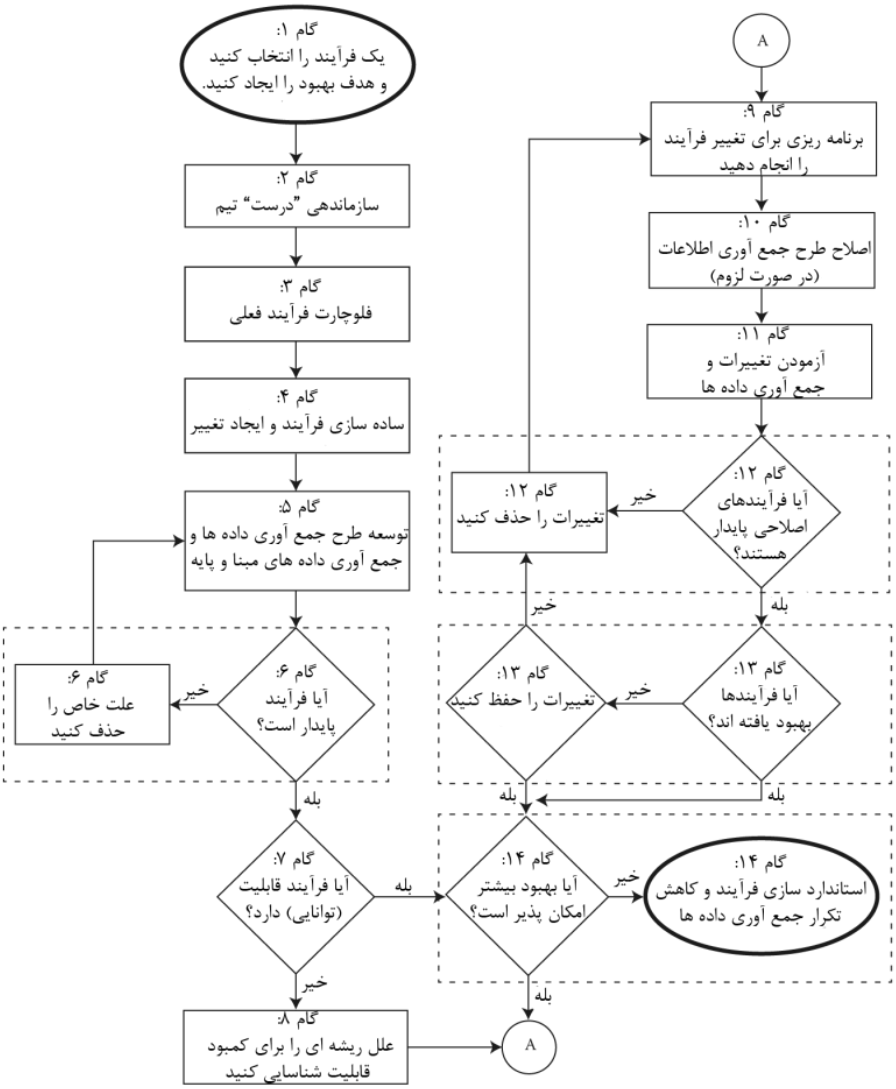
چند رایی

چند رایی یک سری از رای‌های استفاده شده برای رسیدن به یک تصمیم گروهی است. این روش می‌تواند برای مشخص کردن اولویت‌های موجود در لیستی از موارد استفاده شود. همچنین می‌تواند در جلسات تیمی بعد از یک جلسه طوفان فکری که لیست بلندی از آیتم‌ها را تولید کرده است استفاده شود. چند رایی به کاهش چنین لیست‌های بلندی به آیتم‌های‌اندک معمولا به ۳ تا ۵ آیتم کمک می‌کند. گام‌ها برای چند رایی به صورت زیر است:

۱. گرفتن اولین رای. هر فرد هر چند مرتبه که مطلوب است، رای می‌دهد اما فقط یک مرتبه در هر آیتم.
۲. مشخص کردن آیتم‌هایی که به نسبت تعداد بالاتری از رای‌ها را (یا اکثریت رای)از سایر آیتم‌ها دریافت کرده باشند.
۳. گرفتن دومین رای. هر فرد برای تعدادی از آیتم‌های برابر با نصف تعداد کلی آیتم‌های مشخص شده در گام دوم رای می‌دهد.
۴. تکرار گام‌های دوم و سوم تا زمانی که لیست به ۳ تا ۵ آیتم بسته به نیازهای گروه کاهش یابد. پیشنهاد نمی‌شود که چند رایی به فقط یک گزینه منتهی شود.
۵. اجرای آنالیز متناسب آیتم‌های انتخاب شده در گام چهارم در صورت نیاز.

ابزار، تکنیک‌ها و مفاهیم ارائه شده در این فصل راهنمای کاربردی را برای اعمال ابزار تصمیم‌گیری برای مدیریت پروژه صنعت نفت و گاز ارائه می‌دهد. بهبود یک پروژه، بهبود فرآیندهای اساسی پروژه می‌باشد.

یک فرآیند در برگیرنده گام‌ها و تصمیماتی است که به طریقی گنجانده شده‌اند که کار به سرانجام برسد. هر محیط پروژه‌ای صنعت نفت و گاز می‌تواند از مثال‌های گویای ارائه شده در این فصل سود ببرد. به طور خلاصه شکل ۷,۲۰ ارائه دهنده فلوچارتی از گام‌های بهبودی فرآیند با نقاط تصمیم‌گیری بحرانی در برگیرنده آن است.



شکل ۷,۲۰ فلوچارت مراحل بهبود فرآیند

تصمیم گیری انتخاب تامین کننده

تصمیم گیری انتخاب تامین کننده یک مشکل رایج در مدیریت صنعت نفت و گاز است. یک تکنیک مانند نمودار PICK می‌تواند برای انتخاب تامین کنندگان بر اساس آنالیز کیفی یا فردی

پذیرفته شود. برای یک رویکرد انتخابی قوی تر، روش‌های کمی ممکن است ضروری باشند. مشکل انتخاب تامین کننده بسیار شبیه به برون سپاری است و آنها هر دو می‌توانند از ابزار و تکنیک‌های تحلیلی انتخاب قدرتمند بهره ببرند. برخی از تکنیک‌های رایج انتخاب فروشنده شامل موارد زیر است:

- رویکرد هزینه کلی. در این رویکرد قیمت ذکر شده برای هر فروشنده به عنوان نقطه شروع در نظر گرفته می‌شود و هر محدودیت تحت نظر مکررا به وسیله فاکتور هزینه‌ای جایگزین می‌شود. قرارداد به یک فروشنده با کمترین هزینه واحد کلی اعطا می‌شود.
- نظریه فایده چند خصیصه‌ای (MAUT): در این رویکرد خصیصه‌های چندگانه و بعضا متضاد در یک مدل ریاضی جامع گنجانده می‌شود. این رویکرد برای کاربردهای قراردادی جهانی پر کاربرد است.
- برنامه ریزی چند هدفه. در این رویکرد انعطاف پذیری و در نظر گرفتن فروشنده به وسیله فرصت دادن به تعداد مختلفی از فروشندگان در راه حل به گونه‌ای بدست می‌آید که حجم پیشنهادی تخصیص یافته به هر فروشنده به وسیله مدل پیشنهادی، ارائه شود.
- هزینه کلی مالکیت. در این رویکرد فلسفه گونه، فرآیند انتخاب نگاهی فراتر از قیمت خرید برای دخیل کردن سایر هزینه‌های مربوط به خرید را دارد. این رویکرد برای نمایش دادن فروش، فروشنده و شمول کلی در موفقیت پروژه پر کاربرد است.
- فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی: در این رویکرد مقایسه دو به دو فروشنده‌ها در یک فرآیند تصمیم‌گیری گام به گام انجام می‌شود. این برای مواردی که ملاحظات کیفی برای فرآیند کیفی مورد اهمیت است کاربرد دارد.

تکنیک انتخاب تامین کننده وادها-راویندران[1]

چندین مدل ریاضی دیگر در ادبیات موجود است. یک تکنیک کمی جامع است که از مدل کردن چند معیاره استفاده می‌کند و به وسیله وادها-راویندران در سال ۲۰۰۷ ارائه شده است.

[1] Wadhwa–Ravindran

آنها یک فرمول چند معیاری از مسئله انتخاب فروشنده با خریداران چندگانه و فروشندگان چندگانه تحت تخفیف‌های قیمتی را ارائه دادند. این تکنیک برای مواردی که قسمت‌های متفاتی از یک سازمان از طریق یک دپارتمان خرید مرکزی، خریداری می‌کنند، کاربردی است. تعداد خریداران در این سناریو برابر با تعداد بخش‌های خریداری شده از طریق دفتر خرید مرکزی در نظر گرفته می‌شوند. این مدل همچنین برای موردی که تعداد خریداران برابر با یک است، کاربرد دارد. این فرمول بندی حداقل مورد محدود را که هرکدام از خریداران می‌توانند یک یا چند محصول از فروشنده را کسب کنند در نظر می‌گیرد. مجموعه بلقوه از فروشندگان انتخاب شده به وسیله یک سازمان توسط موارد زیر محدود می‌شود:

- سطح کیفی محصولات از فروشندگان مختلف
- زمان تدارک محصولات تامین شده
- ظرفیت تولید فروشندگان

مدل وادها-راویندران به هر سازمانی برای انتخاب زیر مجموعه‌ای از مناسب‌ترین فروشندگان برای مولفه‌های برون سپاری کمک می‌کند و به مشخص شدن مقادیر متناظر برای سفارش از هرکدام از فروشندگان با هدف رسیدن به نیازهای پروژه سرعت می‌بخشد. این مدل علائم اختصاری زیر را مورد استفاده قرار می‌دهد.

I= مجموعه‌ای از محصولاتی که باید خریداری شوند.

J = مجموعه‌ای از خریدارانی که چندین واحد را برای برطرف کردن برخی نیازها خریداری می‌کند.

K = مجموعه‌ی بالقوه از فروشندگان

M = مجموعه‌ای از مقاطع افزایش قیمتی

p_{ikm}= هزینه بدست آمده از یک واحد از محصول i از فروشنده k در سطح قیمت m

b_{ikm}= کمیتی که در آن مقاطع افزایش قیمتی برای محصول i به وسیله فروشنده k رخ می‌دهد.

F_k= هزینه ثابت سفارش دهی مرتبط با فروشنده k

d_{ij}= درخواست محصول i برای خریدار j

l_{ijk}= زمان تدارک فروشنده k برای تولید و عرضه محصول i به خریدار j

q_{ik}= کیفیتی که فروشنده k برای محصول i بدست می‌آورد (محاسبه شده در درصد نقص‌ها)

L_{ij}= زمان تدارکی که خریدار j برای محصول i نیاز دارد

Q_j= حداقل سطح کیفیتی که خریدار j نیاز دارد که تمام فروشندگان داشته باشند (درصد مرجوعی)

CAP_k= ظرفیت تولید فروشنده k

N= حداکثر تعداد فروشندگانی که می‌توانند انتخاب شوند.

X_{ijkm}= تعداد واحدهای محصول i که به وسیله فروشنده k برای مشتری j در سطح قیمتی m عرضه شده است.

Z_k= متغیر تصمیمی که مشخص می‌کند که آیا یک فروشنده خاص انتخاب می‌شود یا نه. (متغیر ۰ و ۱)

Y_{ijkm}= متغیر تصمیمی که مشخص می‌کند آیا سطح قیمتی m استفاده می‌شود. (متغیر ۰ و ۱)

هدف مدل به حداقل رساندن همزمان قیمت، زمان تدارک و مرجوعی‌هاست. ارائه ریاضی این چند هدف در زیر برای قیمت، زمان تدارک و کیفیت ارائه شده است:

هزینه خرید کلی = هزینه متغیر کلی + هزینه ثابت کلی

$$= \sum_i \sum_j \sum_k \sum_m p_{ikm} X_{ijkm} + \sum_k F_k Z_k$$

زمان کلی تدارک= تجمیع تمام محصولات، خریداران و فروشندگان

$$= \sum_i \sum_j \sum_k \sum_m l_{ijk} X_{ijkm}$$

کیفیت= جمع مرجوعی‌های تمام محصولات، خریداران و فروشندگان

$$= \sum_i \sum_j \sum_k \sum_m q_{ijk} X_{ijkm}$$

محدودیت‌ها در این مدل در قالب‌های محدودیت ظرفیت، محدودیت درخواست، حداکثر تعداد فروشندگان، خطی سازی و غیر منفی بودن ارائه می‌شود. اینها به صورت زیر آورده شده است:

محدودیت ظرفیت: $\sum_j \sum_k \sum_m X_{ijkm} \leq CAP_k Z_k \quad \forall k$

محدودیت درخواست: $\sum_k \sum_m X_{ijkm} = d_{ij} \quad \forall i,j$

حداکثر تعداد فروشندگان: $\sum_k Z_k \leq N \quad \forall k$

به دلیل تخفیفات قیمتی تابع هدف باید غیر خطی باشد. محدودیت‌های خطی سازی برای تبدیل تابع هدف غیر خطی به یک تابع خطی مورد نیازند. این محدودیت‌ها به صورت زیراند:

$$X_{ijkm} \leq (b_{ikm} - b_{ikm-1}) * Y_{ijkm} \qquad \forall i,j,k; \quad 1 \leq m \leq m_k$$

$$X_{ijkm} \geq (b_{ikm} - b_{ikm-1}) * Y_{ijkm+1} \qquad \forall i,j,k; \quad 1 \leq m \leq m_k - 1$$

توجه کنید که مقاطع قیمتی به ترتیب کمیت‌های روبرو اتفاق می‌افتد.

$$0 = b_{i,k,0} < b_{i,k,1} < \cdots < b_{i,k,m}$$

قیمت واحد سفارش دهی واحدهای X_{ijkm} از فروشنده k در سطح قیمت m به وسیله رابطه زیر نشان داده شده است:

$$p_{ikm} \quad if \quad b_{i,k,m-1} < X_{ijkm} \leq b_{i,k,m} (1 \leq m \leq m[k]).$$

محدودیت‌های خطی سازی مقادیر را در بازه تخفیف برای یک فروشنده بالاجبار افزایشی می‌کنند. به دلیل اینکه کمیت افزایشی است، اگر کمیت سفارش دربازه تخفیف m نهفته باشد که $Y_{ijkm} = 1$ است، سپس مقادیر در بازه ۱ تا $m-1$ باید در حداکثر آن بازه‌ها باشد. دو محدودیت اول همچنین تضمین می‌کنند که یک ارزش در هر بازه از عرض آن بازه بیشتر نیست. محدودیت غیر منفی بودن و دو دویی به صورت زیر است:

$$X_{ijkm} \geq 0; \qquad Z_k, Y_{ijkm} \in (0,1).$$

فرمول‌های بالا ساختار کلی مدل وادها-راویندران را ارائه می‌دهد. خوانندگان علاقه مند برای شرح کامل مدل و همچنین مثال عددی باید مدل وادها-راویندران ۲۰۰۷ را بیشتر بررسی

کنند. چندین روش متفاوت برای حل مسائل بهینه سازی چند هدفه در دسترس‌اند. وادها-راویندران ۲۰۰۷ روش‌های حل روبرو را ارائه کرده‌اند.

۱. روش وزن دهی به هدف
۲. روش برنامه‌ریزی آرمانی
۳. روش برنامه‌ریزی توافقی

روش وزن دهی به هدف

وزن دهی اهداف برای دست یابی به یک بازدهی با راه حل بهینه پارتو یک تکنیک رایج حل چند هدفه است. تحت رویکرد وزن دهی به هدف، مسئله انتخاب فروشنده به مسئله بهینه سازی تک هدفه روبرو تبدیل می‌شود:

$$Min\ w_1\left[\sum_i\sum_j\sum_k\sum_m p_{ikm}X_{ijkm}+\sum_k F_k\right]+\ w_2\left[\sum_i\sum_j\sum_k\sum_m l_{ijk}X_{ijkm}\right]$$

$$+w_3\left[\sum_i\sum_j\sum_k\sum_m q_{ik}X_{ijkm}\right]$$

که w_1، w_2 و w_3 وزن هرکدام از اهداف است. راه حل بهینه برای مسئله وزن دهی تا زمانی یک راه حل مناسب برای مسئله چند هدفه است که وزن‌ها مثبت باشند. وزن‌ها می‌توانند به طور سیستماتیک برای تولید چندین راه حل بهینه متفاوت باشند. به طور کلی این یک روش خوب برای یافتن ارزش دقیق مجموعه پر بازده نیست. این اغلب برای تخمین مجموعه راه حل‌های بهینه استفاده می‌شود.

برنامه ریزی آرمانی

رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی به یک مسئله تصمیم‌گیری به عنوان آرمان‌هایی نگاه می‌کند که باید بر طبق مجموعه‌ای از محدودیت‌های نرم که برای رسیدن به اهداف برقرار شدند، تحقق یابند.

تکنیک‌های بهینه سازی مرسوم فرض می‌کنند که محدودیت‌های تصمیم گیری، محدودیت‌های سختی هستند که نمی‌توانند نقض شوند. برنامه‌ریزی آرمانی این الزام سخت گیرانه را کمتر می‌کند و این کار را با تمرکز بر روی توافقاتی که می‌توانند به نفع بدست آوردن بهبود کلی در مجموعه‌ای از آرمان‌ها شوند، انجام می‌دهد. توافقات به عنوان انحرافاتی از آرمان‌ها مدل شده‌اند. برنامه‌ریزی آرمانی تلاشی برای به حداقل رساندن مجموعه‌ای از انحرافات از آرمان‌های مشخص شده دارد. این آرمان‌ها به طور پیوسته مد نظر قرار می‌گیرند اما آنها با توجه به اهمیت نسبی شان برای تصمیم گیرنده وزن دهی می‌شوند. برنامه‌ریزی آرمانی یک رویکرد سه مرحله‌ای است.

گام اول: تصمیم گیرنده اهداف و آرمان‌هایی را برای رسیدن به هر هدف ارائه می‌دهد. به دلیل اینکه آرمان‌ها محدودیت زیادی ندارند، برخی از آنها ممکن است به دست نیایند. یک هدف f_i را با ارزش مد نظر b_i در نظر بگیرید. محدودیت آرمان به صورت زیر است:

$$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i$$

که

d_i^- = افت آرمان

d_i^+ = پیشرفت آرمان

گام ۲: تصمیم گیرنده ارجحیت خود را بر روی رسیدن به آرمان‌ها ارائه می‌دهد. این می‌تواند در مقیاس ترتیبی (رتبه بندی پیشگیرانه)، کاردینال (وزن‌های مطلق) یا ترکیبی انجام شوند.

گام ۳: راه حلی پیدا کنید که در زودترین حالت ممکن به آرمان مشخص شده در رتبه بندی پیشگیرانه برسد. به عنوان مثال وزن‌های پیشگیرانه که در مدل استفاده می‌شود اینجا ارائه شده است. ترتیب اولویت با توجه به آرمان‌ها مشخص شده است. آرمان‌های با اولویت بالاتر قبل از در نظر گرفتن آرمان‌هایی با اولویت پایین‌تر ارضا می‌شوند. برای مثال زیر، قیمت، بالاترین اولویت آرمانی، بعد آن زمان تدارک و سپس کیفیت است. فرمول‌های آنها به شکل زیر هستند.

$$Min\ Z = P_1 d_i^+ + P_2 d_2^+ + P_3 d_3^+$$

Subject to

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_m p_{ikm} X_{ijkm} + \sum_k F_k Z_k + d_i^- - d_i^+; \quad for\ price\ goal; \quad \forall i,j$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_m q_{ik} X_{ijkm} + d_2^- - d_2^+; \quad for\ price\ goal; \quad \forall i,j$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_m l_{ijk} X_{ijkm} + d_3^- - d_3^+; \quad for\ price\ goal; \quad \forall i,j$$

که p_1، p_2 و p_3 اولویت‌های پیشگیرانه مرتبط با هر معیار هستند.

برنامه ریزی توافقی

برنامه ریزی توافقی(CP) رویکردی است که شناسایی راه حل ایده آل را به عنوان نقطه‌ای که هر ویژگی تحت نظارت آن به ارزش بهینه اش می‌رسد مشخص کرده و راه حلی را که نزدیک‌ترین حالت ممکن به نقطه ایده آل است جستجو می‌کند. وزن‌های مقایسه‌ای به عنوان معیارهای اهمیت نسبی ویژگی‌ها در مدل CP استفاده شده‌اند. اگرچه وزن‌هایی که ارائه دهنده اهمیت نسبی‌اند به عنوان ساختار ارجحیت در CP استفاده می‌شوند، پایه ریاضی برای اعمال CP مقدم بر روش‌های جمع وزنی مرسوم برای ایجاد راه حل‌های بهینه یا به اصطلاح نقاط پارتو هستند. CP برای تصمیم‌گیری تجمعی بسیار مفید است مانند انتخاب تدارکات. این یک متدولوژی برای رسیدن به راه حل ایده آل در نزدیک‌ترین حالت ممکن در کره تصمیم‌گیری است. یک راه حل ایده آل، مشابه با بهترین ارزش است که می‌تواند برای هر هدف بدون توجه به سایر اهداف و با توجه به محدودیت‌های کلی بدست آید. از آنجاییکه اهداف با یکدیگر تداخل دارند، راه حل ایده آل بدست نمی‌آید، اما می‌تواند به نزدیک‌ترین ارزش خود برسد. نزدیکی در این موضوع به وسیله یک معیار فاصل، Lp که به صورت زیر است، ارائه می‌شود:

$$L_p = \left[\sum_{i=1}^{k} \lambda_i^p (f_i - f_i^*)^p \right]^{1/p}, \quad for\ p = 1,2,\dots,\infty$$

که متغیرهای $f_1, f_{2i} \dots f_k$ اهداف متفاوت هستند. این فاکتور $f_i^* = min(f_i)$ بدون توجه به سایر معیارها است و ارزش ایده آل برای iامین هدف می‌باشد. وزن‌های داده شده به معیارهای متفاوت مقادیر λ_i هستند. در کل با استفاده از w_iها به عنوان وزن‌های نسبی ما رابطه‌ی زیر را داریم:

$$\lambda_i = \frac{w_i}{f_i^*}$$

یک راه حل ترکیبی به عنوان هر نقطه‌ای که تابع Lp را برای رابطه زیر مینیمم می‌کند، شناسایی می‌شود.

$$\lambda_i > 0$$
$$\sum \lambda_i = 1$$
$$1 \le p \le \infty$$

راه حل توافقی همیشه از لحاظ بهینه سازی غیرمنتظره است. هنگامی که p افزایش می‌یابد انحرافات بیشتری به وزن‌های بیشتر تخصیص داده می‌شود. برای $p = \infty$، بزرگترین انحرافات به طور کاملی بر تعیین فواصل غالب می‌شود. برای کاربرد انتخاب فروشنده، رویکرد برنامه‌ریزی توافقی به صورت زیر خواهد بود:

گام ۱: راه حل ایده آل را به وسیله بهینه سازی جداگانه مسئله برای هر هدف بدست آورید. مقادیر ایده آل برای هرکدام از این سه هدف یعنی قیمت، زمان تدارک و کیفیت مشخص شده به ترتیب به وسیله ${p_i}^*$، ${l_i}^*$ و ${q_i}^*$ تعیین می‌شوند.

گام ۲: یک راه حل توافقی با استفاده از مقیاس فاصله‌ای مناسب بدست آورید.

در نتیجه ما عبارات ریاضی برای انتخاب مسئله فروشنده را به صورت زیر داریم:

$$Min\left[\begin{array}{l} w_1\left\{\dfrac{\left(\sum_i\sum_j\sum_k\sum_m {p_{ikm}}^* X_{ijkm} + \sum_k {F_k}^* Z_k\right) - p_i^*}{p_i^*}\right\}^p \\ \quad +w_2\left\{\dfrac{\left(\sum_i\sum_j\sum_k\sum_m {l_{ijk}}^* X_{ijkm}\right) - l_i^*}{l_i^*}\right\}^p \\ \quad +w_3\left\{\dfrac{\left(\sum_i\sum_j\sum_k\sum_m {q_{ik}}^* X_{ijkm}\right) - q_i^*}{q_i^*}\right\}^p \end{array}\right]^{1/p}$$

مقادیر معمولی استفاده شده برای p، ۱و۲ و ∞ هستند. با تغییر ارزش پارامتر p، راه حل‌های موثر متفاوتی می‌توانند از عبارت بالا بدست آید. چندین ابزار نرم افزاری بهینه سازی برای حل مدل‌ها و فرمول‌های بحث شده در بالا در دسترس هستند.

منابع

1. Badiru, A. B. 2008, Triple C Model of Project Management: Communication, Cooperation,
2. and Coordination, Taylor & Francis/CRC Press, Boca Raton, FL.
3. Badiru, A. B. 2010, Half-life of learning curves for information technology project
4. management, International Journal of IT Project Management, 1(3), 28–45.
5. Giachetti, R. E. 2010, Design of Enterprise Systems: Theory, Architecture, and Methods,
6. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton, FL.
7. Troxler, J. W. and Blank, L. 1989, A comprehensive methodology for manufacturing
8. system evaluation and comparison, Journal of Manufacturing Systems, 8(3), 176–183.
9. Wadhwa, V. and Ravindran, A. R. 2007, Vendor selection in outsourcing, Computers &
10. Operations Research, 34, 3725–3737.