

جناب آقای مهرا ن هاشم زاده زرگر

بدینوسیله به استحضار می رساند مقاله جنابعالی تحت عنوان:

بررسی مدل‌های موازنه (هزینه - زمان - کیفیت) در مدیریت پروژه‌ها

با توجه به نظر کمیته داوری کنگره بین المللی نوآوری در مهندسی و توسعه تکنولوژی جهت ارائه در این کنگره که در تاریخ ۲۷ الی ۲۹ بهمن ماه ۱۳۹۴ در مجتمع پتروشیمی کلانشهر تبریز برگزار خواهد شد پذیرفته گردیده است.

با تقدیم احترام

دکتر افروزم کیوانی

دبیر علمی کنگره

International Congress on
**ENGINEERING INNOVATION &
TECHNOLOGY DEVELOPMENT**
May 2016 Tabriz - IRAN



CERTIFICATE



Verification Code : PE-BBCB
System Address www.iceiconf.ir/verify

Certificate of Paper Admission, Publication & Presentation

Dear Mr. / Ms. Mehran Hashem Zadeh Zargar, Mansour Ghaleh Novi, Ebrahim Rezaee Nik

Hereby this is to certify that your paper entitled as:

Survey of Trade-Off Models (Cost - Time - Quality) in Projects Management

Has been admitted to be published in proceedings of the congress upon opinion of the review committee of the 1st International Congress on Engineering Innovation and Technology Development and has been presented in this congress held on 19-21 May. 2016 in Tabriz University.

We ask The Almighty your ever-increasing success in knowledge and research areas.

Sincerely
Dr. Jabbar Ali Zakeri
President of the Congress

Sincerely
Dr. Afram Kéivani
Scientific chair of Congress



بررسی مدل‌های موازنه (هزینه - زمان - کیفیت) در مدیریت پروژه‌ها

مهران هاشم‌زاده زرگر^۱، منصور قلعه‌نوی^۲، ابراهیم رضایی‌نیک^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران گرایش مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران - Mehranz0020@Gmail.Com

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران - GhalehNovi@um.ac.ir

۳- استادیار دانشکده مهندسی صنایع، عضو هیئت علمی دانشگاه سجاد مشهد، ایران - Ernik54@Yahoo.Com

چکیده

زمان، هزینه و کیفیت از معیارهای اصلی پروژه محسوب می‌شوند که مدیران پروژه برای کسب موفقیت در پروژه‌ها، همواره به دنبال اتمام پروژه‌ها در کمترین زمان ممکن، با صرف کمترین هزینه و با بالاترین کیفیت می‌باشند. یکی از چالش‌های اصلی در این مورد، انتخاب رویکردی مناسب به منظور رسیدن به اهداف مذکور می‌باشد. از رایج‌ترین رویکردها در این مورد، استفاده از تکنیک موازنه است. در واقع با استفاده از این تکنیک، می‌توان بهینه‌ترین حالت اجرای فعالیت‌های پروژه را که کمترین زمان اجرا، کمترین هزینه‌ی مصرفی و بیشترین کیفیت را به دنبال دارد، بدست آورد. در این مقاله سعی گردیده است کلیه‌ی مطالعات صورت گرفته در زمینه موازنه بررسی گردد. سپس جهت نتیجه‌گیری هرچه بهتر، نمودارهایی بصورت مقایسه‌ای ارائه گردیده است و در نهایت نیز ایده‌ای جهت مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: موازنه، زمان، هزینه، کیفیت، مدل‌سازی

بررسی مدل های موازنه (هزینه - زمان - کیفیت) در مدیریت پروژه ها

مهران هاشم زاده زرگر^{۱*}، منصور قلعه نوی^۲، ابراهیم رضایی نیک^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مهندسی و مدیریت ساخت - دانشگاه فردوسی مشهد، Mehranz0020@Gmail.Com

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران - عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد، GhalehNovi@um.ac.ir

۳- استادیار دانشکده مهندسی صنایع - عضو هیئت علمی دانشگاه سجاد مشهد، Ernik54@Yahoo.Com

چکیده

زمان، هزینه و کیفیت از معیارهای اصلی پروژه محسوب می شوند که مدیران پروژه برای کسب موفقیت در پروژه ها، همواره به دنبال اتمام پروژه ها در کمترین زمان ممکن، با صرف کمترین هزینه و با بالاترین کیفیت می باشند. یکی از چالش های اصلی در این مورد، انتخاب رویکردی مناسب به منظور رسیدن به اهداف مذکور می باشد. از رایج ترین رویکردها در این مورد، استفاده از تکنیک موازنه است. در واقع با استفاده از این تکنیک، می توان بهینه ترین حالت اجرای فعالیت های پروژه را که کمترین زمان اجرا، کمترین هزینه مصرفی و بیشترین کیفیت را به دنبال دارد، بدست آورد. در این مقاله سعی گردیده است کلیه مطالعات صورت گرفته در زمینه موازنه بررسی گردد. سپس جهت نتیجه گیری هرچه بهتر، نمودارهایی بصورت مقایسه ای ارائه گردیده است و در نهایت نیز ایده ای جهت مطالعات آتی پیشنهاد می گردد.

واژه های کلیدی: موازنه، زمان، هزینه، کیفیت، مدل سازی

۱- مقدمه

این انجمن مدیریت پروژه آمریکا (PMI^۱) از سال ۱۹۶۹ تلاش های مستمری را در راستای توسعه دانش مدیریت پروژه انجام داده است. از جمله این تلاش ها می توان به انتشار کتاب راهنمای پیکره دانش مدیریت پروژه به عنوان یک استاندارد ملی ایالات متحده اشاره نمود [۱].

امروزه کتاب راهنمای پیکره دانش مدیریت پروژه (PMBOK^۲) یکی از معتبرترین مراجع موجود در زمینه مدیریت پروژه محسوب می گردد. رویکرد فرآیندگرا و دسته بندی مناسب موضوعات در حوزه های ده گانه دانشی، این استاندارد را شدیداً مورد توجه اهالی فن قرار داده و موجب شده امروزه بسیاری از پژوهش ها و دوره های آموزشی در زمینه مدیریت پروژه در چارچوب این استاندارد طراحی و اجرا گردند [۱ و ۲].

۲- پروژه

برای پروژه، تلاشی موقتی است که به منظور ایجاد محصول یا خدمتی یکتا تعهد می شود. طبیعت موقتی پروژه نشان می دهد که پروژه ها دارای زمان شروع و پایان قطعی می باشند. عملیات و پروژه ها در اصل از آنجا متفاوت می باشند که عملیات ها، پیوسته و تکراری بوده در حالی که پروژه ها موقتی و یکتا هستند. الزامات زمان پروژه ها کوتاه نمی باشد، بلکه این به

¹ Project Management Institute

² Project Management Body of Knowledge

تعاملات پروژه وابسته است. فعالیتهای پروژه می تواند برای اعضای آن جدید باشد که این ممکن است نیازمند برنامه ریزی های ویژه ای علاوه بر برنامه ریزی های عمومی باشد [۲].

۳- مدیریت پروژه

برای مدیریت پروژه، استفاده از دانش، مهارت ها، ابزار و تکنیک ها جهت رسیدن به اهداف مورد نظر بوده و از طریق برنامه ریزی های مناسب صورت می گیرد. طبق استاندارد PMBOK، حوزه های دانش مدیریت پروژه به ده گروه طبقه بندی می شوند که به شرح ذیل می باشد: [۲]

۱. مدیریت یکپارچگی پروژه
۲. مدیریت محدوده پروژه
۳. مدیریت زمان پروژه
۴. مدیریت هزینه پروژه
۵. مدیریت کیفیت پروژه
۶. مدیریت منابع انسانی پروژه
۷. مدیریت ارتباطات پروژه
۸. مدیریت ریسک پروژه
۹. مدیریت تدارکات پروژه
۱۰. مدیریت ذینفعان پروژه

۳-۱ مدیریت زمان پروژه

یکی از حوزه های ده گانه دانش مدیریت پروژه، مدیریت زمان است. این حوزه دربرگیرنده فرآیندهای مورد نیاز جهت اطمینان از انجام به موقع پروژه می باشد.

۳-۲ مدیریت هزینه پروژه

این حوزه نیز از حوزه های ده گانه دانش مدیریت پروژه می باشد که دربرگیرنده فرآیندهای مورد نیاز برای حصول اطمینان از تکمیل پروژه با بودجه ای مصوب می باشد. مدیریت هزینه پروژه در درجه اول به هزینه های منابع مورد نیاز برای تکمیل فعالیتهای پروژه مربوط می باشد. هرچند که مدیریت هزینه پروژه همچنین می بایست اثر تصمیمات پروژه را بر هزینه ای استفاده از محصول پروژه مورد ملاحظه قرار دهد.

۳-۳ مدیریت کیفیت پروژه

از دیگر حوزه های ده گانه دانش مدیریت پروژه، مدیریت کیفیت پروژه می باشد که دربرگیرنده فرآیندهای مورد نیاز برای حصول اطمینان از برآورده شدن نیازهایی است که پروژه به خاطر آن ها تعهد شده است.

۴- موازنه (تبادل)

هر پروژه شامل مجموعه ای از فعالیتهای مختلف می باشد که جهت اتمام آن، باید کلیه ی فعالیتهای به طور مناسب یعنی با حداقل هزینه و زمان و با بالاترین کیفیت ممکنه اجرا شوند. برای رسیدن به این اهداف، باید بهترین راه جهت انجام فعالیتهای را شناسایی نمود. در واقع مسئله موازنه (تبادل)، به دنبال پیدا کردن این راه مناسب، می باشد.

از آن جایی که تاریخ تکمیل پروژه در هر مرحله، حاصل مجموع زمان‌های فعالیت‌هایی است که در مسیر یا مسیرهای بحرانی واقع شده‌اند، هدف موازنه هزینه و زمان برای دستیابی به زمان تکمیل زودتر پروژه، انتخاب مجموعه‌ای از فعالیت‌های پروژه برای فشردن ساختاری است، به طوری که هزینه انجام کل فعالیت‌ها، کمینه شود. البته با توجه به شرایط کنونی پروژه‌ها، بهتر است در حل مسائل موازنه هزینه و زمان، به عامل کیفیت نیز نگاه ویژه‌ای شود [۳].

۵- دسته‌بندی مطالعات انجام شده

با توجه به مقالات بررسی شده، می‌توان موارد جدول (۵-۱) را به عنوان عامل تفاوت میان مطالعات صورت گرفته دانست:

جدول (۵-۱) عامل تفاوت مطالعات صورت گرفته

عامل	نوع تفاوت
فعالیت‌ها	یک مد اجرایی چند مد اجرایی
منابع	بدون محدودیت منابع دارای محدودیت منابع (تجدیدپذیر - تجدیدناپذیر - ترکیب هر دو حالت)
مدل‌سازی	گسسته - پیوسته یک‌هدفه - چندهدفه پویا - ایستا قطعی - غیر قطعی (احتمالی، فازی، استوار، واکنشی، تحلیل حساسیت)
روش حل	دقیق غیر دقیق (ابتکاری - فراابتکاری)

۶- مطالعات انجام شده

در این قسمت کلیه مطالعات بررسی شده در این مقاله در جدول (۶-۱) بصورت زیر آورده شده است. اگرچه هرگز ادعا نخواهد شد که مقالات بررسی شده، دربردارنده‌ی تمام مقالات موجود در زمینه موازنه می‌باشند، اما سعی شده است که مقالات انتخاب شده شامل انواع حالات ممکنه در زمینه موازنه باشند.

جدول (۶-۱) مطالعات انجام شده در زمینه موازنه

شماره مرجع	سال انتشار	نوع موازنه	فعالیت‌ها	محدودیت منابع	مدل‌سازی	روش حل
۴	۱۹۹۵	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	دقیق - برنامه‌ریزی پویا
۵	۱۹۹۶	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	دارای محدودیت - یک منبع تجدیدناپذیر	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	دقیق - برنامه‌ریزی پویا
۶	۱۹۹۷	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	غیر دقیق - ابتکاری Algorithm LTCT

ادامه جدول (۶-۱) مطالعات انجام شده در زمینه موازنه

شماره مرجع	سال انتشار	نوع موازنه	فعالیت‌ها	محدودیت منابع	مدل‌سازی	روش حل
۷	۱۹۹۹	هزینه - زمان - کیفیت	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - چندهدفه - پویا - قطعی	دقیق - نرم‌افزار Lindo
۸	۲۰۰۵	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	دارای محدودیت - یک منبع تجدیدناپذیر	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	دقیق - الگوریتم شاخه و کران
۹	۲۰۰۵	هزینه - زمان	یک مد اجرایی	دارای محدودیت - یک منبع تجدیدناپذیر	گسسته - چندهدفه - ایستا - غیرقطعی - احتمالی	غیردقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک
۱۰	۲۰۰۶	هزینه - زمان - کیفیت	چند مد اجرایی	دارای محدودیت - یک منبع تجدیدناپذیر	گسسته - چندهدفه - پویا - قطعی	دقیق - نرم‌افزار Lingo
۱۱	۲۰۰۷	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - چندهدفه - پویا - غیرقطعی - احتمالی	غیردقیق - فراابتکاری - روش STEM
۱۲	۲۰۰۷	هزینه - زمان - کیفیت	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	غیردقیق - فراابتکاری - روش جست‌وجوی پراکنده الکترومغناطیس
۱۳	۲۰۰۷	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - چندهدفه - پویا - قطعی	دقیق - برنامه‌ریزی پویا
۱۴	۲۰۰۷	هزینه - زمان	یک مد اجرایی	دارای محدودیت - چند منبع تجدیدپذیر	گسسته - چندهدفه - ایستا - قطعی	غیردقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک
۱۵	۲۰۰۸	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	دارای محدودیت - یک منبع تجدیدناپذیر	گسسته - چندهدفه - پویا - قطعی	غیردقیق - فراابتکاری - روش بهینه پارتو
۱۶	۲۰۰۹	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - غیرقطعی - احتمالی	غیردقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک
۱۷	۲۰۰۹	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	دارای محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - غیرقطعی - احتمالی	غیردقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک
۱۸	۲۰۱۰	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - غیرقطعی - احتمالی	روش مبتنی بر تجزیه - برنامه‌ریزی تصادفی
۱۹	۲۰۱۰	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	غیردقیق - ابتکاری - روش تجزیه Benders
۲۰	۲۰۱۰	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - غیرقطعی - استوار	دقیق - روش حل CPLEX
۲۱	۲۰۱۰	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	غیردقیق - فراابتکاری - روش اصلاح شده‌ی شبیه‌سازی شده

ادامه جدول (۶-۱) مطالعات انجام شده در زمینه موازنه

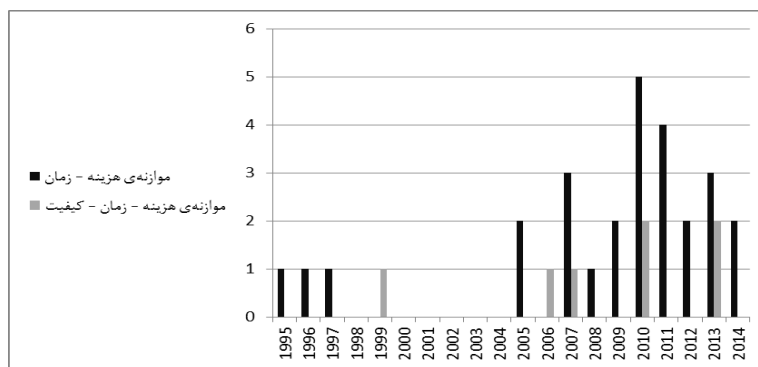
شماره مرجع	سال انتشار	نوع موازنه	فعالیت‌ها	محدودیت منابع	مدل‌سازی	روش حل
۲۲	۲۰۱۰	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	دارای محدودیت - چند منبع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	غیر دقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک
۲۳	۲۰۱۰	هزینه - زمان - کیفیت	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - چندهدفه - پویا - قطعی	غیر دقیق - فراابتکاری - الگوریتم جست‌وجوی مستقیم
۲۴	۲۰۱۰	هزینه - زمان - کیفیت	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - چندهدفه - پویا - غیرقطعی - احتمالی	دقیق - نرم‌افزار Lingo
۲۵	۲۰۱۱	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - غیرقطعی - فازی	دقیق - نرم‌افزار Lingo
۲۶	۲۰۱۱	هزینه - زمان	یک مد اجرایی	دارای محدودیت - چند منبع تجدیدپذیر	گسسته - یک‌هدفه - ایستا - قطعی	دقیق - روش حل CPLEX
۲۷	۲۰۱۱	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - غیرقطعی - احتمالی	غیر دقیق - فراابتکاری - روش جامعه مورچگان
۲۸	۲۰۱۱	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	دارای محدودیت - چند منبع تجدیدپذیر	گسسته - چندهدفه - پویا - قطعی	غیر دقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک
۲۹	۲۰۱۲	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	غیر دقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک
۳۰	۲۰۱۲	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	دقیق - برنامه‌ریزی غیر خطی عدد صحیح مختلط
۳۱	۲۰۱۳	هزینه - زمان - کیفیت	یک مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - چندهدفه - ایستا - قطعی	دقیق - الگوریتم تکاملی خودسازگار پویا
۳۲	۲۰۱۳	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	ترکیب پیوسته و گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	دقیق - نرم‌افزار Lindo
۳۳	۲۰۱۳	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	دارای محدودیت - چند منبع	گسسته - چندهدفه - پویا - قطعی	غیر دقیق - فراابتکاری - الگوریتم AFDGA
۳۴	۲۰۱۳	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	دارای محدودیت - یک منبع تجدیدپذیر	گسسته - یک‌هدفه - پویا - قطعی	غیر دقیق - فراابتکاری - الگوریتم ممتیک
۳۵	۲۰۱۳	هزینه - زمان - کیفیت	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - چندهدفه - پویا - غیرقطعی - فازی	غیر دقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک
۳۶	۲۰۱۴	هزینه - زمان	چند مد اجرایی	بدون محدودیت	گسسته - یک‌هدفه - پویا - غیر قطعی - فازی	غیر دقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک و الگوریتم هوشمند ترکیبی

ادامه جدول (۶-۱) مطالعات انجام شده در زمینه موازنه

روش حل	مدل سازی	محدودیت منابع	فعالیتها	نوع موازنه	سال انتشار	شماره مرجع
غیر دقیق - فراابتکاری - الگوریتم ژنتیک	گسسته - یکهدفه - پویا - غیر قطعی - استوار	بدون محدودیت	چند مد اجرایی	هزینه - زمان	۲۰۱۴	۳۷

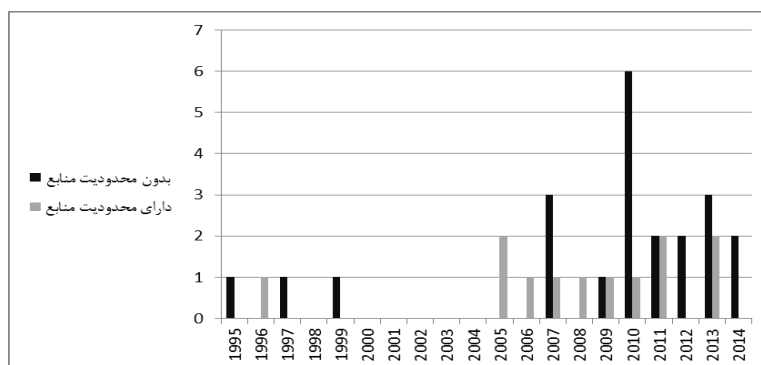
۷- تحلیل نتایج

در این قسمت، به بررسی میزان توجه به عوامل مختلف موازنه در طول زمان پرداخته می‌شود. با توجه به مقالات بررسی شده در بخش قبل، مقالات به دو دسته‌ی موازنه‌ی هزینه - زمان و هزینه - زمان - کیفیت تقسیم‌بندی می‌شوند. در نمودار شکل (۷-۱)، روند مطالعات انجام شده در دو دسته‌ی مذکور، آورده شده است.



شکل (۷-۱) دسته‌بندی تحقیقات طبق نوع موازنه

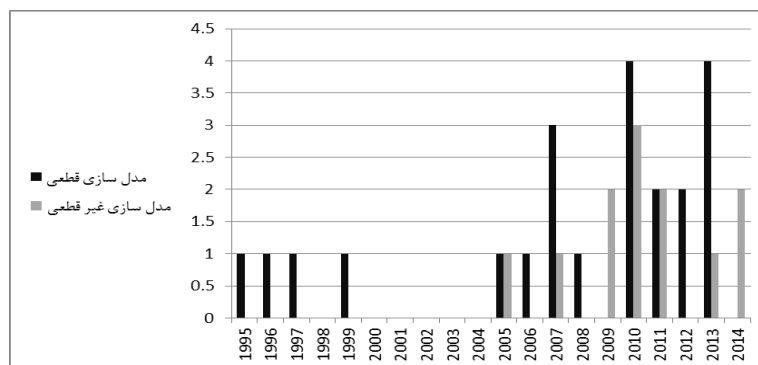
همان‌طور که از نمودار فوق پیدا است، میزان توجه به موضوع موازنه‌ی هزینه - زمان بیشتر می‌باشد. یکی از دلایل اصلی این مسئله را می‌توان مشکلات ناشی از کمی کردن عامل کیفیت برای فعالیت‌های پروژه دانست. با این حال روند موازنه‌ی هر سه عامل هزینه - زمان - کیفیت در پروژه‌ها نیز رو به افزایش است. از آنجایی که منابع در دنیای واقعی محدود می‌باشند، یکی از مسائل مهم در پروژه‌ها، موضوع محدودیت منابع است. برای لحاظ نمودن محدودیت منابع، زمان‌بندی ساخت باید شامل تخصیص منابع نیز باشد. بنابراین یکی از عوامل تاثیرگذار در زمان‌بندی، هزینه‌های پروژه و همچنین میزان کیفیت انجام فعالیت‌ها، موضوع محدودیت منابع خواهد بود. در نمودار شکل (۷-۲)، میزان توجه به موضوع محدودیت منابع در بین مقالات بررسی شده، نشان داده شده است.



شکل (۷-۲) دسته‌بندی تحقیقات طبق دارا بودن عامل محدودیت منابع

با توجه به روند موجود در نمودار فوق اینطور برمی آید که در طی سال‌های اخیر، اهمیت موضوع محدودیت منابع در پروژه‌های عمرانی با توجه به تاثیرگذاری آن در سایر عوامل درگیر در پروژه، بیشتر شده است. البته از آنجایی که در نظر گرفتن عامل محدودیت منابع در مدل‌سازی مسئله و سپس حل آن، مشکلات خاص خود را دارا می‌باشد، این موضوع سبب گردیده است که سهم مقالات موازنه‌ی بدون محدودیت منابع نیز قابل توجه باشد.

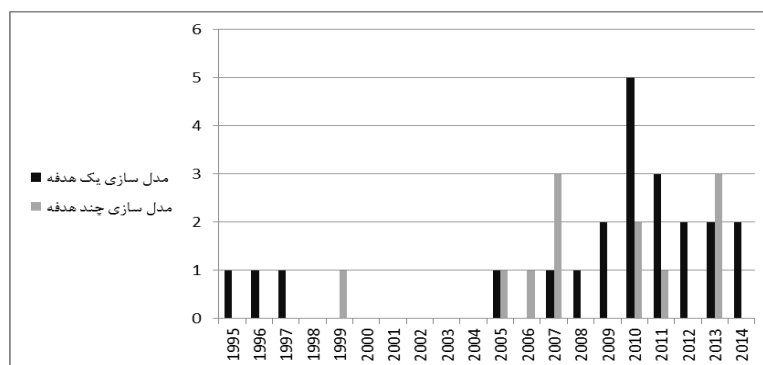
مدل‌سازی مسائل مختلف می‌تواند بصورت قطعی و یا غیرقطعی باشد. همچنین با توجه به هدف مسئله، مدل‌سازی می‌تواند بصورت یک‌هدفه و یا چندهدفه در نظر گرفته شود. در نمودار شکل (۷-۳)، میزان توجه به مدل‌سازی‌های قطعی و غیرقطعی در طول زمان بررسی شده است.



شکل (۷-۳) دسته‌بندی تحقیقات طبق شرایط قطعیت و عدم قطعیت مدل‌سازی

همان‌طور که انتظار می‌رفت، با توجه به سادگی مدل‌سازی در شرایط قطعی، تعداد بیشتری از مقالات در حالت قطعی می‌باشند، اما روند مدل‌سازی در شرایط غیرقطعی نیز رو به رشد است و این موضوع بیان‌گر اهمیت یافتن این مسئله در سال‌های اخیر است.

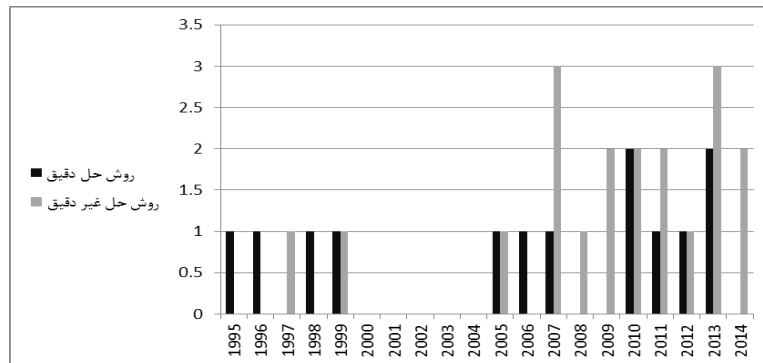
در نمودار شکل (۷-۴)، نیز به بررسی مدل‌سازی‌های یک‌هدفه و چندهدفه در طول زمان می‌پردازیم.



شکل (۷-۴) دسته‌بندی تحقیقات طبق یک‌هدفه و چندهدفه بودن مدل‌سازی

بیشتر شدن اهمیت هر سه عامل درگیر در پروژه‌ها یعنی کاهش هزینه، کاهش مدت زمان اجرای پروژه و بیشتر شدن کیفیت اتمام فعالیت‌های پروژه دلیل اصلی افزایش میزان توجه به مدل‌سازی‌های چندهدفه می‌باشد. اما باز هم سادگی مسئله در شرایط یک‌هدفه را می‌توان یکی از دلایل اصلی توجه به این نوع مدل‌سازی دانست.

همچنین روش‌های حل مورد استفاده در مسائل موازنه بصورت روش‌های دقیق و غیردقیق می‌باشد. نمودار شکل (۷-۵)، به مقایسه‌ی میزان استفاده از هر دو روش در طول زمان می‌پردازد.



شکل (۷-۵) دسته‌بندی تحقیقات طبق نوع روش حل

روش‌های حل دقیق که به ظاهر کارآمد به نظر می‌رسند، در شرایط عملی ناکارآمد محسوب می‌شوند و قادر به حل نمونه‌های بزرگ (به لحاظ تعداد فعالیت، ساختار شبکه زمان‌بندی پروژه و تعداد مدها) نمی‌باشند. با توجه به نمودار فوق نیز روند رو به رشد استفاده از روش‌های غیردقیق مشاهده می‌گردد. البته این موضوع را هم باید در نظر داشت که در شرایط مسئله با اندازه‌ی کوچک، روش‌های حل دقیق می‌توانند جواب‌های بهینه‌تری را ارائه دهند.

۸- نتیجه‌گیری

با توجه به پیچیده شدن اجرای پروژه‌ها در سال‌های اخیر و همچنین رقابتی شدن فضای کسب‌وکار، عامل کیفیت علاوه بر دو عامل زمان و هزینه، اهمیت زیادی پیدا کرده است. از این رو بالا بردن کیفیت اجرای پروژه‌ها در کنار کاهش زمان و هزینه‌های آن، جزء اهداف اصلی مدیران پروژه‌ها شده است.

از آنجایی که بیشتر کارهای پیشین در شرایط قطعیت و غیر واقعی انجام شده‌اند، یک شکاف اساسی در تصمیم‌گیری مدیران در حوزه‌ی دانش مدیریت پروژه وجود دارد. از طرف دیگر، زمان و همچنین میزان هزینه‌ی مورد نیاز برای انجام فعالیت‌ها همواره با شک تردید همراه می‌باشد، بنابراین در نظر گرفتن شرایط عدم قطعیت در پروژه‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا می‌توان از انواع توزیع‌های احتمال بهره برد.

در دنیای واقعی، منابع مورد نیاز برای انجام هر فعالیت محدود می‌باشند. بدین ترتیب در نظر گرفتن عامل محدودیت منابع در زمان‌بندی پروژه‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد. همچنین از آنجایی که منابع مورد نیاز برای انجام پروژه‌ها شامل یک منبع خاص نمی‌شود و ممکن است دارای چندین نوع منبع مختلف بصورت تجدید پذیر، تجدید ناپذیر و یا ترکیبی از این دو باشد، بنابراین در نظر گرفتن محدودیت منابع می‌تواند شرایط مسئله را به واقعیت نزدیک کند.

با توجه به پیچیدگی مسائل موجود، استفاده از روش‌های حل دقیق در مسائل با ابعاد بزرگ پیشنهاد نمی‌شود. همچنین روش‌های غیردقیق ابتکاری عموماً به مسئله وابسته بوده و جواب بهینه را تضمین نمی‌کنند. بنابراین روش‌های غیردقیق فراابتکاری جهت رسیدن به جواب بهینه، بهتر به نظر می‌رسند. به عنوان مثال، الگوریتم ژنتیک که یک روش غیردقیق و فراابتکاری می‌باشد، با توجه به خاصیت ذاتی آن در جست‌وجوی تصادفی و هدفمند در فضای شدنی و قابلیت مدل‌سازی مسائل چند معیاره، در این زمینه کاربرد فراوانی پیدا کرده است.

پس از تجزیه و تحلیل مطالب ارائه شده، مدل سازی و حل مسئله موازنه هزینه - زمان تحت شرایط زیر به عنوان موضوعی برای مطالعات آتی پیشنهاد می گردد:

۱. موازنه در شرایط محیطی فازی
۲. مشخص بودن میزان کلی بودجهی پروژه
۳. در نظر گرفتن انواع منابع تجدید پذیر و تجدید ناپذیر با هم به عنوان محدودیت منابع
۴. توجه به انواع روابط محدودیت های زمانی میان فعالیت ها
۵. در نظر گرفتن چند مد اجرایی برای هر یک از فعالیت های پروژه
۶. استفاده از قابلیت شنواری فعالیت های غیر بحرانی جهت کاهش هزینه ها

مراجع

- [۱] انجمن مدیریت پروژه PMI، ترجمه ی: اصولی، نجابت، بیاتی، ناصری، افخمی، کتاب راهنمای پیکره ی دانش مدیریت پروژه، شرکت ملی صنایع پتروشیمی، ۱۳۸۴.
- [2] Project Management Institute, Newtown Square, Pennsylvania, A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide), Fifth edition, 2013.
- [۳] سبزه پرور، مجید. کنترل پروژه به روش گام به گام. ویرایش نهم. انتشارات ترمه. (۱۳۹۲).
- [4] Prabuddha De, Dunne, E. James, Ghosh, Jay B., & Wells, Charles E. The discrete time -cost trade-off problem revisited. European Journal of Operational Research, 81 225-238. (1995).
- [5] Demeulemeester, Erik L., Herroelen, Willy S., & Elmaghraby, Salah E. Theory and Methodology Optimal procedures for the discrete time/cost trade-off problem in project networks. European Journal of Operational Research, 88, 50-68. (1996).
- [6] Skutella, M. Approximation Algorithms for the Discrete Time - Cost Trade-off Problem. Technische University Berlin, No. 514. (1996).
- [7] Khang, Do Ba., & Myint, Yin Mon. Time, cost and quality trade-off in project management: a case study. International Journal of Project Management, 17(4), 249-256. (1999).
- [8] Vanhoucke, M. New computational results for the discrete time - cost trade-off problem with time-switch constraints. European Journal of Operational Research, 165, 359-374. (2005).
- [9] Azaron, A., Perkgoz, C., & Sakawa, M. A genetic algorithm approach for the time-cost trade-off in PERT networks. Applied Mathematics and Computation, 168 1317-1339. (2005).
- [10] Tareghian, H. R., & Taheri, S. H. On the discrete time, cost and quality trade-off problem. Applied Mathematics and Computation, 181, 1305-1312. (2006).
- [11] Azaron, A., & Tavakkoli Moghaddam, R. Multi-objective time-cost trade-off in dynamic PERT networks using an interactive approach. European Journal of Operational Research, 180, 1186-1200. (2007).
- [12] Tareghia, H. R., & Taheri, S. H. A solution procedure for the discrete time cost and quality trade off problem using electromagnetic scatter search. Applied Mathematics and Computation, 190, 1136-1145. (2007).
- [13] Fan, S. L., & Lin, Y. C. Time - Cost Trade-off in Repetitive Projects with Soft Logic. Computing in Civil Engineering. (2007).
- [۱۴] صابر، و.، قبادی، ش.، و برزین پور، ف. حل مساله موازنه هزینه - زمان پروژه با در نظر گرفتن محدودیت منابع با استفاده از الگوریتم ژنتیک چند شاخصه. کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه. (۱۳۸۵).
- [15] Prakash, S., Kumar, P., Prasad, B. V., & Gupta, A. Discrete Optimization, Pareto optimal solutions of a cost-time trade-off bulk transportation problem. European Journal of Operational Research, 188, 85-100. (2008).
- [16] Hua Ke, Weimin Ma, & Ni, Y. Optimization models and a GA-based algorithm for stochastic time - cost trade-off problem. Applied Mathematics and Computation, 215, 308-313. (2009).
- [17] Mokhtari, H., & Aghaie, A. The Effect of Price Discount on Time - Cost Trade-off Problem Using Genetic Algorithm. Engineering, 1, 1-54. (2009).

- [18] Klerides, E., & Hadjiconstantinou, E. A decomposition-based stochastic programming approach for the project scheduling problem under time - cost trade-off settings and uncertain durations. *Computers & Operations Research*, 37, 2131–2140. (2010).
- [19] Hazir, O., Haouari, M., & Erel, E. Discrete time - cost trade-off problem: Decomposition-based solution algorithm for the budget version. *Computers & Operations Research*, 37, 649-655. (2010) .
- [20] Hazir, O., Haouari, M., & Erel, E. Discrete Optimization, Robust scheduling and robustness measures for the discrete time - cost trade-off problem. *European Journal of Operational Research*, 207, 633–643. (2010).
- [21] Anagnostopoulos, K. P., & Kotsikas, L. Experimental evaluation of simulated annealing algorithms for the time–cost trade off problem. *Applied Mathematics and Computation*, 217, 260–270. (2010).
- [22] Jing-wen, Z., & Fang, S. Multi-Resource Constrained Discrete Time - Cost Trade-off Problem and Its Improved Genetic Algorithm. *International Conference on Management Science & Engineering 17th*, Melbourne, Australia. (2010).
- [۲۳] جعفر نژاد، ع.، سحاب، م. ق.، و اکبر پور، ع. بهینه سازی زمان - هزینه - کیفیت با استفاده از الگوریتم جستجوی مستقیم شبکه تطبیقی. پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران. (۱۳۸۹).
- [۲۴] مهدی زاده، ا.، و محسنیان، ا. حل مسئله موازنه هزینه - زمان و کیفیت پروژه با استفاده از برنامه ریزی تصادفی چند هدفه. *مهندسی صنایع و مدیریت شریف*، شماره ۲، ص ۱۰۲ - ۱۱۱. (۱۳۸۹).
- [25] Chen, S., & Tsai, M. Time – cost trade-off analysis of project networks in fuzzy environments. *European Journal of Operational Research*, 212, 386–397. (2011).
- [26] Berthaut, F., Pellerin, R., Perrier, N., & Hajji, A. Time - Cost Trade-Offs in Resource - Constraint Project Scheduling Problems with Overlapping Modes. *CIRRELT*. (2011).
- [27] Mokhtari, H., Baradaran Kazemzadeh, R., & Salmasnia, A. Time - Cost Trade-off Analysis in Project Management: An Ant System Approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 58(1). (2011).
- [۲۸] جوانمردی، قدوسی، ب.، و اشتهاوردیان، ا. بهینه سازی زمان - هزینه پروژه با در نظر گرفتن محدودیت منابع توسط الگوریتم ژنتیک. ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه سمنان. (۱۳۹۰).
- [29] Sonmez, R., & Bettemir, O. A hybrid genetic algorithm for the discrete time – cost trade-off problem. *Expert Systems with Applications*, 39, 11428–11434. (2012).
- [30] Klansek, U., & Psunder, M. MINLP optimization model for the nonlinear discrete time - cost trade-off problem, *Advances in Engineering Software*, 48, 6–16. (2012).
- [31] Tavana, M., Abtahi, A. R., & Khalili-Damghani, K. A new multi-objective multi-mode model for solving preemptive time - cost - quality trade-off project scheduling problems. *Expert Systems with Applications*. (2013).
- [32] Son, J., Hong, T., & Lee, S. A Mixed (Continuous + Discrete) Time - Cost Trade-Off Model Considering Four Different Relationships with Lag Time. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 17(2), 281-291. (2013) .
- [33] Nabipoor Afruzi, E., Roghanian, E., Najafi, A. A., & Mazinani, M. A multi-mode resource-constrained discrete time – cost tradeoff problem solving using an adjusted fuzzy dominance genetic algorithm. *Sharif University of Technology, Scientia Iranica*, 20(3), 931–944. (2013).
- [34] Ghamginzadeh, A., & Najafi, A. A. Solving Resource-constrained Discrete Time - cost Trade-off Problem by Memetic Algorithm. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*. (2013).
- [۳۵] ابراهیم نژاد، س.، احمدی، و.، و جوانشیر، ح. نشریه‌ی بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، ۲۴(۳)، ۳۶۲ – ۳۷۶. (۱۳۹۲).
- [36] Ma, J., & Hua Ke. Modeling project time – cost trade-off in fuzzy random environment. *Applied Soft Computing*. (2014).
- [۳۷] مغانی قهرمانلوئی، س.، و فتحی هفشجانی، ک. مدل استوار نوین در مسئله‌ی موازنه‌ی زمان - هزینه‌ی گسسته. نشریه‌ی بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، ۲۵(۱)، ۲ – ۱۴. (۱۳۹۳).