



ارایه مدل مفهومی جهت مدیریت بافرها در مدیریت زنجیره بحرانی پروژه‌های نفت و گاز

بهنام فیض آبادی (نویسنده مسؤل)

دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Email: faizabadi@imi.ir

محمود البرزی

دانشگاه آزاد اسلامی، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

عباس طلوعی

دانشگاه آزاد اسلامی، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

احمد ماکویی

دانشگاه آزاد اسلامی، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

هدف اصلی این مقاله تعیین عوامل تاثیرگذار در انتخاب اندازه بافرها با توجه به ریسک‌های پروژه است که همواره این عوامل به دلیل آنکه حسی و شهودی هستند، دقیق محاسبه نمی‌شوند و همچنین به دلیل کمبود منابع و زمان موجب تاخیر در پروژه شده و یا بیشتر از نیاز واقعی فعالیتهای پروژه در نظر گرفته می‌شوند که این امر هزینه‌های پروژه را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر در این مقاله سعی شده تا روابط و تعامل ریسکها با یکدیگر شناسایی شده و در قالب مدلی مفهومی ارائه گردد. در مدل ارایه شده ریسکهای پیشران و وابسته تعیین خواهند شد که در بستر مدل مفهومی ارائه شده می‌توان با مدیریت ریسکهای پیشران بر اندازه بافرهای کل پروژه تأثیر گذاشته و شاخص‌های زمانی و هزینه‌ای پروژه را در حد قابل قبولی بهبود بخشید. به منظور ارائه مدل مفهومی از روش مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM) استفاده شده است و برای فراهم ساختن اطلاعات کیفی مدل مصاحبه‌های عمیق با بیست و هفت نفر از خبرگان و مدیران پروژه‌های بزرگ در حوزه نفت و گاز انجام شده است. بر اساس مدل مفهومی ارایه شده و همینطور تحلیل همزمان، مشکلات ناشی از پیچیدگی و شناخت کم از مسایل فنی پروژه عامل اصلی است که باعث می‌شود مدیران و پیمانکاران مجبور به افزایش سطح بافرها شوند.

کلمات کلیدی: مدیریت زنجیره بحرانی، مدیریت ریسک، محاسبه بافر، مدلسازی ساختاری تفسیری.

۱- مقدمه

امروزه در اغلب پروژه‌ها یکی از چالش‌های مدیریت پروژه، تعیین دقیق مقادیر زمان و منابع برای فعالیت‌ها می‌باشد. هراندازه پروژه بزرگتر و تعداد فعالیت‌های آن بیشتر باشد از سطح پیچیدگی بالاتری برخوردار بوده و برآوردهای آن نیز اهمیت قابل توجهی دارد. در دهه‌های قبل در بحث برآوردها روش‌های متعددی از جمله مسیر بحرانی ابداع شد، که بسیاری از تکنیک‌ها، فرض قطعی بودن منابع را در نظر می‌گیرند، چند سالی است برای کسب نتیجه بهتر در برآوردهای پروژه، روش‌هایی مانند مدیریت زنجیره بحرانی پروژه ابداع شده است که اساس آن مدیریت مقادیر برآوردی منابع و زمان در شرایط عدم قطعیت می‌باشد (Cox, 2010). بسیاری از روش‌های مدیریت زنجیره بحرانی در پروژه‌ها کمک می‌نماید تا بتوان مقادیر بافر را بهتر مدیریت نمود.

مفهوم زنجیره بحرانی بسیار حایز اهمیت است زیرا بلندترین مسیر در شبکه پروژه زنجیره بحرانی است که هم وابستگی فعالیتها هم محدودیت‌های منابع را شامل می‌شود. در واقع مدیریت زنجیره بحرانی پروژه از برنامه ریزی تا زمانبندی، اجرا و کنترل حفاظت از زنجیره بحرانی در طول حیات پروژه را شامل می‌شود (Cohen and et al., 2004). برای ایمن‌سازی پروژه در مقابل اختلالات احتمالی، بافرهای زمانی در محل‌های مختلف تعبیه می‌شود تا از انتقال تنش‌های فعالیت‌های غیر بحرانی به زنجیره بحرانی و همچنین انتقال تنش‌های فعالیت‌های زنجیره بحرانی به زمان تحویل پروژه جلوگیری کنند. این بافرها عبارتند از: بافر تغذیه، بافر پروژه و بافر منبع. بافرهای تغذیه کننده به تمام مسیرهایی که در زنجیره بحرانی قرار دارند افزوده می‌شوند تا از ایجاد تاخیرهایی که در این مسیرهها بر روی زمان شروع فعالیت‌ها ایجاد می‌شود جلوگیری کنند، این مسیرهها، مسیرههای تغذیه ای نامیده می‌شوند. بافر پروژه به انتهای زنجیره بحرانی افزوده می‌شود تا از تاریخ تحویل پروژه حفاظت کند. بافرهای منبع به وسیله سیستم‌های اخطار دهنده یا یادآوری کننده شناخته می‌شوند که از آماده بودن منابع در زمانی که یک فعالیت بحرانی به منابع نیاز دارد مطمئن شود، برخلاف بافرهای پروژه و تغذیه کننده، بافرهای منبع باعث تغییر زمان برنامه ریزی شده پروژه‌ها نمی‌شود (Goldratt, 1997).

در این قسمت از مقاله به مرور پیشینه تحقیق مرتبط با موضوع می‌پردازیم:

ای ام گلدراٹ کتابی با عنوان «زنجیره بحرانی» منتشر ساخت که در برگیرنده عقاید و نظرات گلدراٹ در مورد علل زمان بندی ناموفق پروژه‌ها، محدودیت‌های پروژه و بکارگیری تفکر تئوری محدودیت‌ها در مدیریت پروژه می‌باشد. به منظور محافظت از زنجیره بحرانی گلدراٹ مفهومی به نام بافر را ارائه کرد که در آن تمامی زمانهای احتیاطی مرتبط با فعالیت‌های بحرانی به انتهای پروژه منتقل شده و زمانی به عنوان بافر پروژه در نظر گرفته می‌شود (Goldratt, 1997). رند (۲۰۰۰) در مقاله خود تئوری محدودیت‌ها را مرور می‌کند و تفاوت بین زنجیره بحرانی و مسیر بحرانی را بیان می‌نماید (Rand, 1998). لیچ (۲۰۰۵) در کتابش شرح جامعی از رویه کاربرد زنجیره بحرانی ارائه می‌دهد. وی ادعا می‌کند که بافرها یک نوع تجمع از ریسک هستند که در زنجیر و وقایع پیش نیازشان با آنها برخورد می‌کنیم. او همچنین مدیریت بافرها را شرح می‌دهد (Leach, 2005). هرولن و لئوس (۲۰۰۱) در مقاله خود تکنیک‌های اندازه گیری بافرها را بیان نمودند و تجربه آنها با تکنیک‌های اندازه گیری بافر نشان داد که روش بریدن و چسباندن ممکن است اندازه بافرهای پروژه را بیش از اندازه بزرگ تخمین بزند. این تحقیق اولین تحقیق نظری تشریحی از زنجیره بحرانی و مفاهیم آن می‌باشد، و نشان دهنده نیاز بیشتر برای کار نظری در مورد روش‌های اندازه گیری بافرها می‌باشد (Herrolen & Leus, 2001). کریا و آبرو (۲۰۱۱) در مقاله خود که مصاحبه‌های در خصوص زنجیره تأمین بحرانی در مدیریت پروژه بود به بررسی مزایا و معایب زنجیره بحرانی در مقایسه با روش‌های سنتی پرداختند (Correia, 2011 & Abreu, 2011). یانگ و یانگ (۲۰۱۱) به بررسی مشکلات زنجیره بحرانی پرداخته و با استفاده از تئوری صف مدلی برای تعیین اندازه بافر پیشنهاد داده است. (Xiao-ping, & Yang, 2011)

در میان تحقیقات داخلی در زمینه مدیریت بافرها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: فلاح و همکاران (۲۰۱۰) جهت تعیین اندازه بافرها روشی بر مبنای توزیع لگ نرمال ارائه دادند (Fallah, 2010). کیوان کمندانی پور و محمد ابراهیم اربابیان با استفاده از رویکرد فازی در تعیین اندازه بافرهای زمانی در مدیریت زنجیره بحرانی پروژه در شرایط عدم قطعیت، مینیمم سازی زمان کل

انجام پروژه به عنوان تابع هدف یک مدل زمانبندی تحت وجود محدودیت منابع را به کار گرفتند تا بر اساس مفاهیم زنجیره بحرانی، اندازه بافرها را تعیین نمایند (Kamandani Pour and Arbabian, 2011). کوچکی و همکاران در مقاله ای با عنوان تعیین اندازه بافر در مدیریت پروژه زنجیره بحرانی با محدودیت منابع، ضمن معرفی تکنیک زنجیره بحرانی و مرور روشهای ارائه شده در زمینه تعیین اندازه بافر و بررسی نقاط قوت و ضعف آنها، روشی موثر جهت تعیین اندازه بافر با در نظر گرفتن محدودیت منابع، موقعیت فعالیت در شبکه پروژه و مدت زمان فعالیتها پیشنهاد داده و اثر بخشی روش پیشنهادی در مقایسه با روشهای موجود با استفاده از شبیه سازی روی مجموعه داده کولیش- هارتمن و در پنج سطح ریسک را مورد بررسی قرار دادند (Koochaki and et al., 2010).

در ادامه دو رویکرد مورد نظر در این مطالعه شامل رویکرد زنجیره بحرانی و رویکردهای تعیین اندازه بافر تشریح می گردد.

الف) رویکرد زنجیره بحرانی

زنجیره بحرانی متشکل از مجموعه ای از فعالیت ها می باشد که با در نظر گرفتن وابستگی بین فعالیت ها و محدودیت منابع مدل زمان کلی پروژه را تعیین می کند. برای شناسایی زنجیره بحرانی باید شناوری فعالیت ها محاسبه گردد. در زمانبندی فعالیت های پروژه برخی از منابع، محدودیت تامین دارند و این فعالیت ها علاوه بر مسیر بحرانی با فرض این که تسطیح منابع انجام شده باشد، مسیر پروژه را تغییر می دهند و طولانی تر می کنند، این مسیر زنجیره بحرانی خوانده می شود (Leach, 2005). مدیریت زنجیره بحرانی پروژه براساس تعریف دکتر گلدرت عبارتست از: «یک روش برنامه ریزی و مدیریت پروژه ها براساس تمرکز بر روی محدودیت های منابع مورد نیاز در پروژه». گلدرت اعتقاد دارد شیوه های سنتی مدیریت پروژه دو فرض اساسی را به صورت قطعی در نظر می گیرند.

۱) زمان فعالیتها به صورت دقیق قابل برآورد است.

۲) برنامه ریزی و کنترل پروژه به صورت اثربخش فرض می شود (Pittman, 1994).

براساس این فرضیات اغلب از دست اندرکاران خواسته می شود برای انجام کارها و فعالیت ها برآورد زمان دقیق داشته باشند، و بعد از اعلام زمان ها مدیران پروژه سعی در کوتاه کردن این زمان ها را دارند و اغلب دسترسی منابع را به عنوان مینا قرار می دهند که این موضوع موجب دقیق نبودن برنامه ریزی می شود که دلایل آن می تواند سندرم دانشجویی، تعویق فعالیت تا زمانی که حداقل آزاد بودن منابع بوجود آید و قانون پارکینسون باشد (EM, 1992).

برای برآوردهای بهتر در زمان و منابع فعالیتها از دهه ۹۰ میلادی روشی براساس تئوری محدودیتها به نام روش زنجیره بحرانی توسط دکتر گلدرت معرفی شد. براساس این روش برای مدیریت عدم قطعیتها برای فعالیت های یک زنجیره، بافر در نظر گرفته می شود. این بافر زمانی و یا بافر منابع کمک می کند تا برخی از نوسانات عدم دسترسی به منابع و یا اتفاقاتی که موجب طولانی تر شدن زمان فعالیتها در شبکه می شود بهتر مدیریت شوند. برای تعیین دقیق اندازه بافر روشها و متدهای متعددی شامل روشهای هیوریستیکی، روشهای بهینه سازی محلی و گلوبال توسط پژوهشگران ارایه شده است. یکی از نقاط مشترک اساسی که در این روشها می توان مشاهده نمود، توجه بیشتر به روشهای بهینه سازی اندازه بافر است (Cox, 2010). حال آن که کمتر به عوامل تاثیرگذاری که مدیران پروژه معمولاً در محاسبه اندازه بافر در زنجیره بحرانی به آنان توجه می کند پرداخته می شود. این عوامل اغلب ماهیت ریسک در پروژه ها را دارا می باشد و مدیران عموماً برای در نظر گرفتن بافر آنان را با توجه به ماهیت و ارتباطشان در نظر می گیرند.

ب) رویکردهای تعیین اندازه بافر

استفاده از بافرها یا بازه های زمانی ایمن به عنوان یک راه حل موثر مفید، در کاهش ریسک زمان اتمام یک پروژه معرفی تلقی می شود و به طور کلی بافرها در نتیجه حذف زمان های اطمینان از هر فعالیت و اجتماع آنها در انتهای زنجیره بحرانی و یا مسیر تغذیه ایجاد می شوند. رویکردهای تعیین اندازه بافر که در این قسمت معرفی می شوند، مسائل ذکر شده در بالا را مدنظر قرار داده اند. این رویکردها در واقع، روشهای سازگار شده با شرایط مشخصات پروژه هستند که در آن سطح عدم قطعیت در تعیین اندازه بافر مورد در نظر گرفته شده است. شاید تصمیم در خصوص اندازه بافر را بتوان مهم ترین قدم در زمان بندی زنجیره بحرانی

دانست. چون اگر اندازه بافرها کوچک در نظر گرفته شود، به کرات نیازمند زمانبندی مجدد خواهیم بود و مسلماً نسبت به مشتریان نیز بدقول خواهیم شد و همین طور اگر اندازه آن بیش از حد بزرگ لحاظ شود خود به خود تمام مفاهیم مورد استفاده در این زمان بندی نقض شده و سبب بالا رفتن حجم کار در جریان ساخت می شود. تجربه مدیر پروژه و مهارت های مدیریت بافر در خصوص اندازه بافرها بسیار حایز اهمیت است. با این وجود ایجاد بافرها با استفاده از روش هایی که تغییرات آماری را مدنظر قرار می دهد همانند ویژگی های پروژه، به مدیران پروژه این اجازه را می دهند که کنترل بهتری بر روی پروژه داشته باشند. روش های سنتی در مدیریت زنجیره بحرانی، برای تعیین اندازه بافرها عبارتند از روش مجذور مربعات و روش بریدن و چسباندن. در روش مجذور مربعات زمان فعالیت ها کوتاه تر برآورد می شود و این روش بیشتر در پروژه های بزرگ کاربرد دارد. همچنین این روش اساس روش بریدن و چسباندن دکتر گلدت می باشد که محاسبه عدم قطعیت برای هر کدام از فعالیت ها را در بر دارد که اثر این روش ها بر عملکرد پروژه در تحقیق هرولن و لئوس آمده است (Herroelen and Leus, 2001). در این روش تخمینی از میانگین فعالیت ها داشته و تخمینی از آنها را به همراه مقادیر ایمنی در نظر می گیرند (Newbold, 1998). اکثر پژوهش های انجام شده در حوزه زنجیره بحرانی و تعیین اندازه بافر کمی بوده و معمولاً در آنها روشی هیورستیک یا روشی آماری ارائه شده است اما در هیچ پژوهشی به عواملی که می توانند در تعیین اندازه بافر اثرگذار بوده و یا آنکه باعث بزرگ شدن اندازه های بافر می شوند پرداخته نشده است. از طرف دیگر رابطه بین عوامل اثرگذار نیز می تواند باعث تشدید اثرات شده که شناسایی این روابط و دسته بندی عوامل بر اساس شدت پیشران یا وابسته بودن آنها می تواند باعث تسهیل در مدیریت اندازه بافرها شده و از پیچیدگی مساله به شدت بکاهد. چون با اتکا به مدلی از رابطه ها می توان تعداد عوامل را کاهش و بر عوامل پیشران برای تنظیم اندازه بافرها متمرکز شد.

۲- روش شناسی

این پژوهش از نوع مطالعه های موردی چندگانه (Hancock, 2006) و تفسیری است. در این پژوهش سعی شده است با استفاده از روش های کیفی نظیر مصاحبه بر غنای آن افزوده و از طرف دیگر با استفاده از روش ساختار تفسیری (ISM) نتایج مصاحبه های عمیق صورت گرفته مدل شوند. با توجه به توضیحات فوق این پژوهش از نوع کیفی است. همچنین تاکید این پژوهش بر شناسایی عوامل و رابطه آنها در تعیین اندازه بافر در پروژه های نفت و گاز است.

برای شناسایی عوامل یا ریسک های اثرگذار بر اندازه بافرها در پروژه های نفت و گاز بیست و هفت نفر از خبرگان و مدیران پروژه در این صنعت شناسایی و مصاحبه های عمیقی از آنها صورت گرفت. بنابراین این پژوهش از نظر هدف بنیادی است. به عبارت دیگر روش استفاده شده در این پژوهش بر این اصل معرفت شناسی است که حقیقت قابل شناسایی نبوده و باید همیشه مورد تعبیر و تفسیر قرار گیرد. پژوهش تفسیری، متغیرهای وابسته و مستقل را از قبل تعریف نمی کند و بر این پیش فرض استوار است که دسترسی به واقعیت ها تنها از طریق سازه هایی نظیر زبان، خودآگاهی و معانی مشترک میسر است (دانایی فرد، ۱۳۸۴). با توجه به آنکه در این پژوهش از روش ISM برای توسعه مدل تفسیری - مفهومی استفاده شده است در ادامه این متدولوژی به طور مختصر تشریح شده است.

روش ساختار تفسیری اولین بار توسط وارفیلد در سال ۱۹۷۳ معرفی شد (Warfield, 1974) و توسط محققان بسیاری بکار گرفته شد که از آن جمله می توان به پژوهش های آگاروال در سال ۲۰۰۶ و کانان در سال ۲۰۰۷ اشاره نمود. این روش یک روش و فرآیند متقابل است که در آن مجموعه ای از عناصر مختلف و مرتبط با همدیگر در یک مدل سیستماتیک جامع ساختار بندی می شوند، به عبارت دیگر ISM کمک زیادی به برقراری نظم در روابط پیچیده میان عناصر یک سیستم می نماید. ISM در شرایطی که محیط پیچیده و روابط به صورت کیفی قابل تعیین باشند، کاربرد دارد (Yang, 2007).

ISM می تواند برای تجزیه و تحلیل ارتباط بین ویژگی های چند متغیر که برای یک مساله تعریف شده اند، استفاده شود (Cheng, 1997 & Warfield, 1974). متدولوژی ISM دارای محدودیت های کمی است و شناسایی ارتباط بین متغیرها معمولاً به اطلاعات و آشنایی تصمیم گیرنده با موضوع مورد مطالعه بستگی دارد، بنابراین قضاوت های افراد برای متغیرها می تواند روی نتیجه نهایی تاثیر گذار باشد (Kumar et al., 2009).

در این روش، با تجزیه معیارها در چند سطح مختلف، به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها پرداخته می‌شود (Pokharel et al., 2009).

ISM به خبرگان کمک می‌کند تا بتوانند در شرایطی که روابط بین عوامل از پیچیدگی برخوردار هستند، مدلی ارائه نمایند تا این عوامل تعریف شوند. از این مدل امروزه برای تدوین مدل مفهومی استفاده می‌شود (J.N, 1976)

مراحل مختلف در متدولوژی ISM به شرح ذیل می‌باشند: مرحله اول: در این مرحله متغیرهای تاثیرگذار بر روی سیستم تحت مطالعه لیست می‌شوند که این متغیرها در این پژوهش همان ریسک‌ها در پروژه‌های نفت و گاز هستند. مرحله دوم: در این مرحله با اتکا به نظر خبرگان متغیرها به صورت دو دویی مقایسه شده و رابطه آنها با کمک علائمی تعیین خواهند شد. مرحله سوم: ماتریس قابلیت دسترسی (دریافتی)^۱ ایجاد می‌شود و قابلیت تعدی^۲ ماتریس از نظر گذرایی چک می‌شود. مرحله چهارم: ماتریس قابلیت دسترسی که از مرحله سوم بدست آمده است به سطوح مختلف جداسازی می‌شود. مرحله پنجم: مبتنی بر روابط ارائه شده در ماتریس قابلیت دسترسی بدست آمده از مرحله چهارم، نمودار مستقیمی رسم شده و لینک‌های گذرا حذف می‌شوند. مرحله ششم: نمودار منتجه با جایگزینی متغیرها با توضیحات به یک مدل ISM تبدیل می‌شود. مرحله هفتم: مدل ایجاد شده در مرحله هفتم با چک کردن مغایرت‌های مهندسی بازرنگری می‌شود و اصلاحات مورد نیاز اعمال می‌شود.

۳- نتایج و بحث

در این بخش مراحل پیاده‌سازی روش ISM مرحله به مرحله ارائه شده است و در نهایت مدل مفهومی تشریح شده است.

• گام اول: شناسایی و تعریف متغیرها

براساس مصاحبه‌های عمیق با ۲۷ نفر از خبرگان و همچنین تحلیل محتوایی نظرات آنها در پروژه‌های نفت و گاز در خصوص ریسک‌های اولیه در تعیین اندازه بافر در سطح پروژه‌ها و زیرپروژه‌ها لیستی تهیه شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول شماره(۱): متغیرهای تاثیرگذار بر روی تعیین اندازه بافرها

۱- نقص در تحلیل نیازمندیهای کارفرما	فنی	بافر پروژه و زیرپروژه‌ها
۲- مشکلات تکنولوژی		
۳- مشکلات ناشی از پیچیدگی و شناخت کم از مسایل فنی پروژه		
۴- مشکلات ناشی از پیچیدگی پیکره بندی		
۵- مشکلات ناشی از قابلیت اطمینان تجهیزات و ماشین آلات		
۶- مشکلات ناشی از پایین بودن سطح کیفیت ورودیها		
۷- مشکلات ناشی از ضعف پیمانکاران و عرضه کنندگان	خارجی	
۸- مشکلات ناشی از قوانین و مقررات حاکم بر پروژه		
۹- مشکلات ناشی از بی ثبات بودن شرایط بازار		
۱۰- مشکلات ناشی از تغییرات شدید آب و هوایی		
۱۱- مشکلات ناشی از تغییر اولویتهای سازمانی	سازمانی	
۱۲- مشکلات ناشی از عدم تامین به موقع منابع مالی		
۱۳- مشکلات ناشی از عدم دسترسی به موقع به منابع سازمانی		
۱۴- مشکلات ناشی از برآوردهای اشتباه		
۱۵- مشکلات ناشی از برنامه‌ریزی‌های غلط	مدیریتی	
۱۶- مشکلات ناشی از ارتباطات ضعیف		

• گام دوم: تعیین روابط بین متغیرها

در این گام روابط بین متغیرها با بکارگیری مدلسازی ساختاری تفسیری و استفاده از رابطه مفهومی مورد تحلیل قرار گرفته شده است. حالت‌ها و علائم عبارتند از:

۱. Reachability matrix

۲. Transitivity

V: یعنی i منجر به j می شود.

A: یعنی j منجر به i می شود.

X: i و j رابطه دو طرفه دارند.

O: بین i و j رابطه ای وجود ندارد.

ماتریس خودتعاملی ساختاری از مقایسه متغیرها با استفاده از نظرات خبرگان و مدیران پروژه با سابقه در صنعت نفت و گاز و در نظر گرفتن چهار حالت روابط مفهومی تشکیل می شود. منطق مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM) منطبق بر روشهای ناپارامتریک و بر مبنای مد یا فراوانیها می باشد. دلایل به کارگیری این منطق از یک طرف انعطاف پذیری بیشتر مدل و از طرف دیگر اثرات بهتر داده های نزدیک به یکدیگر می باشد. در جدول زیر این ماتریس نمایش داده شده است. نتایج مقایسه های زوجی توسط خبرگان در جدول ۲ آمده است.

جدول شماره (۲): ماتریس تعاملی ساختاری (ماتریس مقایسه متغیرها)

متغیرها	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲
۱	A	V	V	O	O	O	O	O	A	O	A	V	X	X	X
۲	O	O	V	V	A	X	A	O	O	A	A	A	A	A	X
۳	O	O	O	O	O	V	O	O	O	V	V	V	V	V	A
۴	V	V	O	O	O	A	A	O	O	V	O	V	X	O	X
۵	O	A	A	A	V	A	O	A	O	A	A	A	A	A	A
۶	O	O	O	V	V	X	O	A	A	A	O	A	A	A	A
۷	A	X	V	V	V	A	V	A	A	A	A	A	A	A	A
۸	O	O	O	O	O	V	V	V	O	V	O	V	V	V	V
۹	O	O	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	O
۱۰	O	O	A	O	O	V	O	V	O	V	O	V	O	V	V
۱۱	A	A	X	X	X	V	X	V	X	X	X	X	X	X	X
۱۲	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۱۳	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۱۴	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۱۵	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

• گام سوم تشکیل ماتریس دریافتی (قابلیت دسترسی)

ماتریس دریافتی از تبدیل ماتریس خودتعاملی ساختاری به یک ماتریس دو ارزشی (صفر-یک) حاصل می شود. ماتریس دریافتی بر اساس قواعد زیر ایجاد می گردد:

- اگر خانه (j, i) در ماتریس SSIM (جدول شماره ۲) نماد V گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دریافتی عدد ۱ می گیرد و خانه قرینه آن یعنی خانه (i, j) عدد صفر می گیرد.
- اگر خانه (j, i) در ماتریس SSIM نماد A گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دریافتی عدد صفر می گیرد و خانه قرینه آن، یعنی خانه (i, j) عدد ۱ می گیرد.
- اگر خانه (j, i) در ماتریس SSIM نماد X گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دستیابی عدد ۱ می گیرد و خانه قرینه آن، یعنی (i, j) هم عدد ۱ می گیرد.

- اگر خانه (j, i) در ماتریس SSIM نماد ۵ گرفته است، خانه مربوطه در ماتریس دریافتی عدد صفر می گیرد و خانه قرینه آن، یعنی خانه (i, j) هم عدد صفر می گیرد.
- پس از اینکه ماتریس اولیه دریافتی بدست آمد حال می بایست در ماتریس اولیه سازگاری درونی برقرار نمود. برای این کار با برگزاری جلسات با مدیران پروژه کنترل شد که آیا سازگاری درونی به صورتی که اگر متغیر ۱ منجر به متغیر ۲ و متغیر ۲ منجر به متغیر ۳ شود ارتباط لازم بین متغیر ۱ و ۳ نیز برقرار است یا خیر. این ماتریس در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول شماره (۳): ماتریس دستیابی

قدرت هدایت	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	متغیرها
۷	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۵	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۲
۹	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳
۸	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۴
۴	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۵
۷	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۶
۱۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۷
۷	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۸
۸	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۹
۹	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱۰
۸	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱۱
۹	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱۲
۲	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳
۷	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱۴
۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱۵
۷	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱۶
وابستگی	۴	۹	۱۰	۱۲	۸	۱۱	۳	۹	۱	۹	۶	۱۰	۷	۲	۱۰	۷	

• گام چهارم تعیین سطح و اولویتها

برای تعیین سطح و اولویت متغیرها، مجموعه دریافتی و مجموعه پیش نیازها برای هر متغیر تعیین می شود مجموعه دریافتی و پیش نیاز هر متغیر شامل متغیرهایی است که از طریق این متغیرها می توان به آنها رسید. پس از تعیین مجموعه دریافتی و پیش نیازها برای هر متغیر عناصر مشترک در مجموعه دستیابی و پیش نیاز برای هر متغیر شناسایی می شوند.

پس از تعیین مجموعه های پیش نیاز و دست یافتنی و عناصر مشترک، نوبت به تعیین سطح متغیرها است. در اولین جدول، متغیری که دارای بالاترین سطح می باشد مجموعه دستیابی و عناصر مشترک آن کاملاً یکسان می باشند. پس از تعیین این متغیرها آنها از جدول حذف شده و بقیه متغیرها در جدول های بعدی شکل می گیرد. این تکرار آنقدر پیش می رود تا جایی که تمامی سطوح بدست آید. همان طور که در جدول زیر مشاهده می کنید روابط بین این سطوح مشخص شده است.

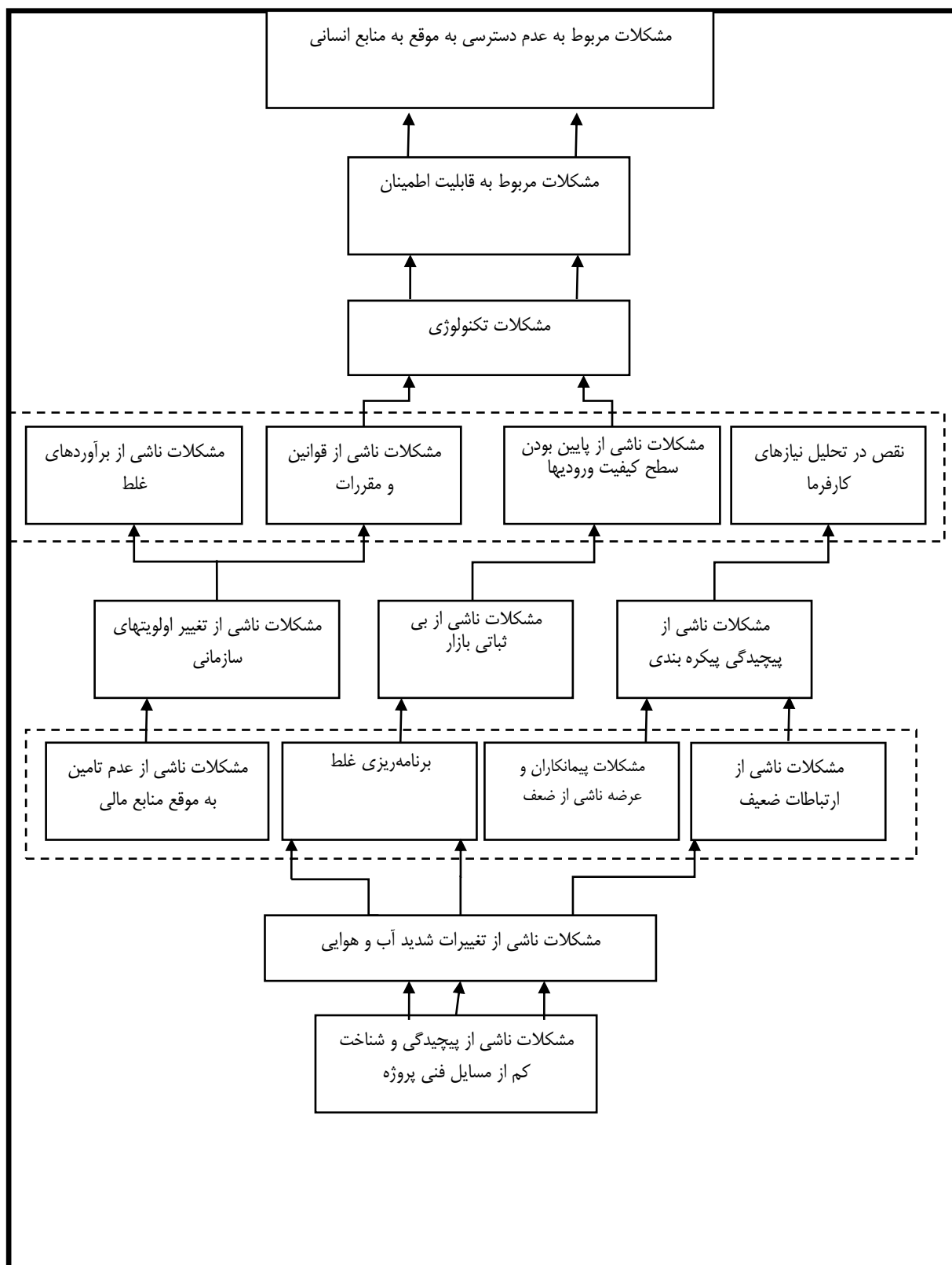
متغیرها	مجموعه قابل دستیابی	مجموعه مقدم	اشتراک	سطح
۱	۱/۲/۳/۴/۵/۱۴/۱۵	۱/۲/۳/۴/۶/۸/۱۶	۱/۲/۳/۴/	چهار
۲	۱/۲/۱۱/۱۳/۱۴	۱/۲/۳/۴/۵/۶/۷/۱۰/۱۱/۱۲	۱/۲/۱۱	سه
۳	۱/۲/۳/۴/۵/۶/۷/۱۱/۱۴	۱/۳	۱/۳	شش
۴	۱/۲/۴/۵/۷/۱۴/۱۵/۱۶	۱/۳/۴/۵/۱۰/۱۱/۱۲	۱/۴/۵/	پنج
۵	۲/۴/۵/۱۳	۱/۳/۴/۵/۶/۷/۱۰/۱۲/۱۴/۱۵	۴/۵/	دو
۶	۱/۲/۵/۶/۱۲/۱۳/۱۴	۳/۶/۷/۹/۱۰/۱۲	۶/۱۲	چهار
۷	۲/۵/۶/۷/۹/۱۰/۱۱/۱۳/۱۴/۱۵/۱۶	۳/۶/۷/۹/۱۰/۱۲	۶/۷/۹/۱۰	هشت
۸	۱/۷/۸/۹/۱۱/۱۲/۱۵	۸/	۸/	چهار
۹	۶/۷/۹/۱۱/۱۲/۱۳/۱۴/۱۵	۷/۸/۹/۱۰/۱۱/۱۲/۱۳/۱۴/۱۵	۷/۹/۱۱/۱۲/۱۳/۱۴/۱۵	پنج
۱۰	۳/۴/۵/۶/۷/۹/۱۰/۱۱/۱۳	۷/۱۰/۱۵	۷/۱۰	شش
۱۱	۲/۴/۹/۱۱/۱۲/۱۳/۱۴/۱۵	۲/۳/۷/۸/۹/۱۰/۱۱/۱۲/۱۴/۱۵/۱۶	۲/۹/۱۱/۱۲/۱۴/۱۵	پنج
۱۲	۲/۴/۵/۶/۷/۹/۱۱/۱۲/۱۳	۶/۸/۹/۱۱/۱۲/۱۴/۱۵/۱۶	۶/۱۱/۱۲	شش
۱۳	۹/۱۳	۲/۵/۶/۷/۹/۱۰/۱۱/۱۲/۱۳/۱۴/۱۵/۱۶	۹/۱۳	یک
۱۴	۵/۹/۱۱/۱۲/۳/۱/۱۴/۱۵	۱/۲/۳/۴/۶/۷/۹/۱۱/۱۴/۱۵	۹/۱۱/۱۴/۱۵	چهار
۱۵	۵/۷/۹/۱۰/۱۱/۱۲/۱۳/۱۴/۱۵/۱۶	۱/۴/۷/۸/۹/۱۱/۱۴/۱۵/۱۶	۷/۹/۱۱/۱۴/۱۵/۱۶	هفت
۱۶	۱/۷/۱۱/۱۲/۱۳/۱۵/۱۶	۴/۷/۱۵/۱۶	۷/۱۵/۱۶	چهار

جدول شماره (۴): تعیین سطوح در سلسله مراتب ISM

لازم به ذکر است که برای انجام مراحل فوق نرم‌افزاری به زبان ++C تهیه شده است که با دریافت اطلاعات جدول شماره (۲) مدل مفهومی را به طور خودکار تولید می‌کند.

• گام پنجم توسعه مدل مفهومی

پس از تعیین روابط و سطوح متغیرها مدل مفهومی که نشان‌دهنده متغیرها و تعامل آنها در تعیین اندازه بافر هستند بدست می‌آید. برای بدست آوردن مدل مفهومی متغیرها بر حسب سطح از بالا به پایین تنظیم می‌گردند. مدل مفهومی در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل شماره (۱): مدل مفهومی

به منظور تجزیه و تحلیل مدل بدست آمده می توان از روش تجزیه و تحلیل دو بعدی استفاده نمود. در این تحلیل متغیرها بر حسب قدرت هدایت و وابستگی به چهار دسته تقسیم می شوند. دسته اول شامل متغیرهای مستقل هستند که دارای قدرت

هدایت زیاد و وابستگی ضعیف می‌باشند این متغیرها نسبتاً غیرمتصل به سیستم هستند. دسته بعد متغیرهای وابسته می‌باشند، که این متغیرها دارای قدرت هدایت کم ولی وابستگی زیاد می‌باشند. دسته سوم متغیرهای مستقلی را شامل می‌شود که این متغیرها دارای قدرت هدایت زیاد و وابستگی زیاد هستند و در نهایت دسته چهارم را متغیرهای مستقلی تشکیل می‌دهد که این متغیرها دارای قدرت هدایت زیاد ولی وابستگی کم می‌باشند. این متغیرها متغیرهای پایه‌ای در مدل هستند و برای تعیین اندازه بافر باید به وضعیت آنان توجه ویژه‌ای داشت. کلیه این متغیرها در شکل (۲) ارائه شده‌اند.

قدرت	۱۶																						
هدایت	۱۵																						
	۱۴																						
	۱۳	IV							III														
	۱۲																						
	۱۱									۷													
	۱۰									۱۵													
	۹	۳	۱۰						۱۲														
	۸							۴		۹	۱۱												
	۷	۸	۱۶				۱			۱۴													
	۶						۶																
	۵									۲													
	۴									۵													
	۳	I							II														
	۲										۱۳												
	۱																						
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶						

قدرت وابستگی

شکل شماره (۲): تحلیل متغیرها از دو منظر وابستگی و پیشرانی

همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است متغیرهایی که در ناحیه **IV** قرار گرفته‌اند از قدرت هدایت شونگی بالایی برخوردار بوده و وابستگی آنها نسبت به سایر متغیرها پایین‌تر است بنابراین مدیریت این متغیرها می‌تواند اثر معناداری بر دقت و سطح بافرها داشته باشند. بر اساس مدل مفهومی که در شکل (۱) نشان داده شده است و همینطور تحلیل همزمان نشان داده شده در شکل (۲) عامل مشکلات ناشی از پیچیدگی و شناخت کم از مسایل فنی پروژه پیشران اصلی بوده و همچنین از وابستگی پایینی برخوردار است. عوامل درگیر در پروژه‌های نفت و گاز نظیر مدیران پروژه و پیمانکاران به دلیل تجربه پایینی که دارند بنابراین توان برآوردهای دقیقی از پروژه را ندارند و زمانی که به پروژه ورود می‌کنند با ناشناخته‌های زیادی روبرو می‌شوند که پیامد آن دوباره کاری‌های بسیاری خواهد شد. بدیهی است که افزایش دوباره کاری نیز بر زمانها و منابع اثر گذار است. مدیران پروژه ناچارند برای پوشش این ضعف بر اساس میزان پیچیدگی و ناشناخته‌های پروژه سطح بافرها را افزایش دهند. از آنجاییکه

حوزه نفت و گاز از حوزه های مهم صنعت در ایران به شمار می رود، یکی از مهمترین بخشهای مدیریت پروژه به روش زنجیره بحرانی تعیین اندازه بافر است. در طی تحقیق ارائه شده تلاش شد با ارایه یک مدل مفهومی پیشنهاد شده جهت تعیین اندازه بافر نقاط ضعف مشخص گردد. ضمناً مدل مفهومی بهینه ای برای مدیریت بافرها در محیط پروژه در زنجیره بحرانی ارائه شد که برآمده از مشخصات پروژه های نفت و گاز بوده و هدف آن تخمین اندازه بافر به صورت مطلوب است. در پایان و براساس نتایج بدست آمده که در قسمت آخر مقاله نیز به آن اشاره شد، موارد زیر باید مورد توجه محققان و مدیران و پیمانکاران حوزه نفت و گاز قرار گیرد به صورتی که بتواند آنها را در رسیدن به اهداف پروژه یاری دهد: باید دقت شود که بافر بیش از حد بزرگ می تواند زمان پروژه را افزایش دهد که با هدف مدیریت پروژه به روش زنجیره بحرانی در تضاد است. برعکس، بیش از حد کوچک بودن بافر ممکن است درصد اطمینان از اتمام پروژه در موعد مقرر را کاهش دهد. در نظر گرفتن حجم فعالیت های پروژه امری بسیار مهم و حیاتی در تعیین اندازه بافرهاست. بررسی و اشراف به پیچیدگیها روابط بین فعالیتها که در این تحقیق نیز یکی از عوامل مهم تلقی شد، بسیار ضروری است. از دیگر موارد می توان به میزان منابع در دسترس، میزان منابع مورد نیاز و میزان عدم قطعیت محیط پروژه از عوامل تعیین کننده در مدیریت بافرها و تعیین اندازه آنها اشاره کرد.

۴- منابع

- 1- Chapman Chris, S. W. (2004). Project Risk MGMT Processes, Techniques and Insights. John Wiley .
- 2- Cheng, C. H. (1997). Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function. *European Journal of Operational Research*, 96(2), 343–350.
- 3- Cohen, I., Mandelahum, A. and Shtub, A. (2004). Multi-Project Scheduling and Control: A Process-Based: Comparative Study of the Critical Chain Methodology and some alternatives. *Journal of Project Management*; 35(39).
- 4- Correia, F., A & Abreu, A. (2011). An Interview of Critical Chain Applied to Project Management. *Proceedings of the 4th International Conference on MEQAPS*.
- 5- Cox, J. (2010). *Theory of Constraints*. Mc Grow Hill.
- 6- EM, G. (1992). *The Goal 2nd revised ed*. North River Press .
- 7- Fallah, M., Ashtiani, B., & Aryanezhad, M. (2010). Critical Chain Project Scheduling: Utilizing Uncertainty for Buffer Sizing. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*.3:3.
- 8- Goldratt, E.M.(1997). *Critical Chain*. North River Press, Massachusetts.
- 9- Gvindan Kannana, N., Shaligram Pokharel, B, P., Sasi Kumarc. (2009). A hybrid approach using ISM and fuzzy TOPSIS for the selection of reverse logistics provider, *Resources, Conservation and Recycling* 54 (2009): 28–36.
- 10- Herrolen, W.S., Leus, R. 2001. On the Merits and Pitfalls of Critical Chain Scheduling. *Journal of Operation Management* 19: 559-577.
- 11- J.N, W. (1976). *Social Systems: Planning and Complexity*. New York : Willy Interscience.
- 12- Kamandani Pour, Keyvan and Arbabian, Mohammad Ebrahim. (2011). Using Fuzzy Approach to Determine the Size of Time Buffers in Project Critical Management, Seventh International Project Management Conference, Tehran, Iran Project Management Association, https://www.civilica.com/Paper-IPMC07-IPMC07_074.html.
- 13- Kannan G. Pokharel, S. and Sasi Kumar, P. (2009). A hybrid approach using ISM and fuzzy Comment. *Journal of Recycling*, 54(1): 28–36.
- 14- Koochaki, Samaneh; Nahavandi, Nasim and Qalmi, Laleh.(2010). Determining the Buffer Size in Managing a Resource-Restricted Chain Management Project, First International Management and Innovation Conference, Shiraz, https://www.civilica.com/Paper-MIEAC01-MIEAC01_167.html.

- 15- Leach, L.P. (2005). *Critical Chain Project Management*. Boston: Artech House.
- 16- Newbold, A. (1998). *Practical for Project Management* . John Wiley.
- 17- Pittman, P. (1994). *A more effective methods for the planning and controlling of Projects* . University of Georgia , Doctoral diss.
- 18- Rand, G. (1998). *Critical Chain* . *Journal of Operation Research Society* , 49(2), 181.
- 19- Sasikumar P, Kannan G. *Issues in reverse supply chain, part II: reverse distribution issues – an overview*. *International Journal*
- 20- Warfield, J. W. (1974). *Developing interconnected matrixes in structural modeling*. *IEEE Transcript on Systems, Men and Cybernetics*, 4(1), 51–81.
- 21- Xiao-ping, & Yang Pan, Gao. (2011). *A Quantitative Research of the Time Buffer of Critical Chain Project Management*. *International Conference on E-Business and E-Government (ICEE)*.
- 22- Yang, T., & Hung, C. C. (2007). *Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem*. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(1): 126–137.

