

ارزیابی و نقد روش زنجیره بحرانی در مدیریت پروژه

نویسندگان: Dov Duir, Robert Barnes, Tzvi Raz

ترجمه محمد خداداد کنی

این مقاله از نشریه Project Management Journal شماره دسامبر ۲۰۰۳ برگزیده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

مجله علمی مدیریت پروژه

چکیده

در سالهای اخیر زنجیره بحرانی روشی نوین در مدیریت پروژه شناخته شده است. در این نوشتار نخست اجزای اصلی این روش را شرح می‌دهیم که عبارتند از کاهش زمان تخمینی، تعیین اندوخته زمانی، آگهداد تکمیل، سنجش میزان پیشرفت، و اولویت‌بندی کارهای پروژه. سپس به واکاوی اصول این روش پرداخته و در ادامه نقدی بر پایه مشاهدات و تجربیات می‌آوریم. نیز درباره نکاتی مانند شیوه‌های تخمین مدت، ساختار شبکه پروژه، بازده زنجیره بحرانی، بهره‌وری افراد در حالت چندوظیفه‌ای، محیط عملیاتی و سازمانی پروژه، و نیز جایگاه و پیشینه کاربرد این روش در مدیریت پروژه و هزینه‌های پذیرش آن سخن می‌رود. حاصل این‌که روش زنجیره بحرانی، با وجود ایده‌های ارزشمند، برای مدیریت پروژه چندان کامل نیست و سازمانها نباید در دست کشیدن از روشهای سنتی مدیریت پروژه شتاب کنند.

پیش‌گفتار

زنجیره بحرانی را سال ۱۹۹۷ دکتر الیاهو گلدرات در کتابی با همین عنوان معرفی کرد. گلدرات در رشته مدیریت عملیات به عنوان طراح نظریه محدودیتها^۱ پرآوازه است. این نظریه ابزاری برای مدیریت سیستمهای تولید تکراری است و بر این پایه استوار است که هر سیستمی محدودیتی دارد و بازدهی آن تنها با افزایش بازدهی منبع محدود کننده بهتر می‌شود. زنجیره بحرانی امتداد نظریه محدودیتها است به محیط پروژه. در کتاب گلدرات و نوشته‌های هواداران نظریه او، مانند نیوبولد (۱۹۹۸)، سیمپسون و لینچ (۱۹۹۹)، هومر (۱۹۹۸) و لیچ (۱۹۹۹)، و نیز در کتابهای آموزشی مدیریت و مهندسی و استانداردهای حرفه‌ای مانند راهنمای دفتر دانش مدیریت پروژه^۲، زنجیره بحرانی جایگزین روشهای سنتی برنامه‌ریزی و کنترل پروژه معرفی شده است.

کتاب گلدرات چالشی در جامعه مدیریت پروژه پدید آورد (گلوبرسون، ۲۰۰۰). برخی آن را شیوه‌ای نوین و انقلابی در مدیریت پروژه می‌دانند چون معتقدند با کوتاه‌سازی مدت پروژه و افزایش توان ادای تعهدات هزینه و زمان، بازدهی را بالا می‌برد. برخی دیگر آن را گزافه‌گویی دانسته می‌گویند مدیران با تجربه سالهاست با این روش کار می‌کنند و یکتایی این روش تنها در نام‌گذاری آن است نه در نهاد آن.

شیوه زنجیره بحرانی غیر از راهکارهای معمول، نیازمند نرم‌افزار ویژه‌ای است که شمار اندکی فروشنده دارد و این فروشندگان لزوماً پیشگام بازار نیستند. پس سازمانی که با پذیرش این روش دنبال بهکرد بازده پروژه‌های خود است، باید هزینه‌های خرید نرم‌افزار و فرهنگ‌سازی در سازمان و تغییر فرایندهای کاری را بپذیرد. بنابراین ارزیابی این روش و توان آن برای بهکرد پایدار بازده مدیریت پروژه، باید به‌درستی انجام شود.

هدف این نوشتار راهنمایی سازمانهایی است که می‌خواهند زنجیره بحرانی را به‌جای (یا در کنار) روشهای سنتی به‌کار گیرند. نخست نگاهی کلان داریم به روش زنجیره بحرانی و نکات کلیدی ایده‌ها و شیوه‌های آن. سپس با بررسی انتقادی مفروضات این روش و توجه به نتایج پژوهشها و تجربیات موجود، جایگاه این روش را در راهنمای دفتر دانش مدیریت پروژه بررسی می‌کنیم و در پایان به ارزیابی برتریها و کاستیهای آن می‌پردازیم.

آشنایی کوتاه با زنجیره بحرانی

نقطه آغاز کاربرد زنجیره بحرانی، تهیه فهرستی از کارها به‌همراه تخمین زمان و وابستگی آنها است یعنی با توجه به

وابستگی کارها به‌یکدیگر و میزان دسترسی به منابع، یک جدول زمان‌بندی مقدماتی تهیه می‌شود. از آنجا که دسترسی به برخی از منابع محدودیت دارد، زمان‌بندی این جدول از زمان‌بندی به‌روش مسیر بحرانی درازتر می‌شود زیرا وقتی کار بحرانی لنگ اجرا باشد با دیرکرد روبه‌رو می‌شود. گروهی از کارها که (پس از هموارسازی منابع^۳) درازترین مسیر پروژه را نشان می‌دهند زنجیره بحرانی خوانده می‌شود. زنجیره بحرانی (مانند مسیر بحرانی) تاریخ پایان مورد انتظار پروژه را نشان می‌دهد. منابع مورد نیاز برای انجام کارهای زنجیره بحرانی را منابع بحرانی می‌نامند. تا این‌جا روش زنجیره بحرانی با روش سنتی مدیریت پروژه یکسان است بجز نام "زنجیره بحرانی" که در واقع همان "مسیر بحرانی هموارشده" است. گام بعد بازسازی جدول زمان‌بندی برپایه تخمینهای زمانی کوتاه شده است. منطق کوتاه‌سازی تخمینهای اولیه به قرار زیر است:

- در همه کارهای پروژه امکان دیرکرد ناخواسته (عدم قطعیت) وجود دارد.
- هنگام برآورد زمان انجام هرکار، یک حاشیه اطمینان (اندوخته زمانی) برای یقین از تکمیل به‌هنگام آن در نظر گرفته می‌شود. به‌سخن دیگر، در تخمین مدت هرکار گزافه‌روی می‌شود.
- در بیشتر موارد، اندوخته زمانی به‌تمامی مصرف نمی‌شود و کار مربوطه زودتر از زمان تخمینی پایان می‌گیرد.
- از آنجا که حاشیه اطمینان در دل زمان انجام هرکار گنجیده است، اگر مصرف نشود هرگز می‌رود چون فرد مورد نیاز برای کار بعدی تا فرا رسیدن تاریخ برنامه‌ریزی شده در دسترس نخواهد بود. از این‌رو، وقتی معلوم شود اندوخته زمانی بیهوده است، مسئول اجرا اندوخته را به‌نوعی مصرف می‌کند چراکه انگیزه‌ای برای زود تمام کردن کار ندارد. از سوی دیگر در زنجیره بحرانی هرگونه دیرکرد در تکمیل کارها باعث دیرکرد کارهای بعدی می‌شود. بنابراین کل زمان اندوخته از دست می‌رود و دیرکردها به‌تمامی انباشته می‌شوند؛ یعنی با وجود اندوخته زمانی پنهان در دل یکایک کارها، پروژه باز هم دیر پایان می‌پذیرد.

در روش سنتی، مدت هر کار چنان تخمین زده می‌شود که با احتمال ۹۵٪ انجام شود. در روش زنجیره بحرانی این احتمال ۵۰٪ در نظر گرفته می‌شود (چون حاشیه اطمینان برای یکایک کارها لحاظ نمی‌شود). در عوض، تفاوت این دو تخمین به‌عنوان یک کار مستقل در دنباله نمودار گانت می‌نشیند. شکل ۱ زمان‌بندی اولیه

پروژه و زمان بندی به روش زنجیره بحرانی را که بر پایه کوتاه سازی زمان کارها صورت گرفته است نشان می دهد.



شکل ۱: زمان بندی به روش سنتی و به روش زنجیره بحرانی

مشابه این فرایند برای مسیرهای غیر بحرانی نیز به کار می رود. چنان که گفته شد در دل زمان تخمینی همه کارها حاشیه اطمینان وجود دارد، پس می توان آنها را بیرون کشید و در مخزنی در دنباله زنجیره انباشت. اندوخته زنجیره های غیر بحرانی را اندوخته غیر بحرانی می نامیم. شکل ۲ شبکه ساده ای را همراه با اندوخته بحرانی و یک اندوخته غیر بحرانی نشان می دهد. باید توجه داشت زنجیره های غیر بحرانی، افزون بر اندوخته می توانند شناوری نیز داشته باشند.

اندوخته غیر بحرانی نمایانگر توان جلوگیری از سرریز عدم اطمینان موجود در زنجیره غیر بحرانی به زنجیره بحرانی است و اندازه آن را نیز می توان به دلخواه تنظیم کرد. هرگاه در یک زنجیره غیر بحرانی پس از تعیین اندوخته هنوز مقداری شناوری موجود باشد، پیشنهاد می شود نقطه آغاز کارهای آن زنجیره در دیرترین زمان در نظر گرفته شود. بدین ترتیب، در عین حفاظت از زنجیره بحرانی، اتلاف زمان زنجیره غیر بحرانی کمتر می شود.

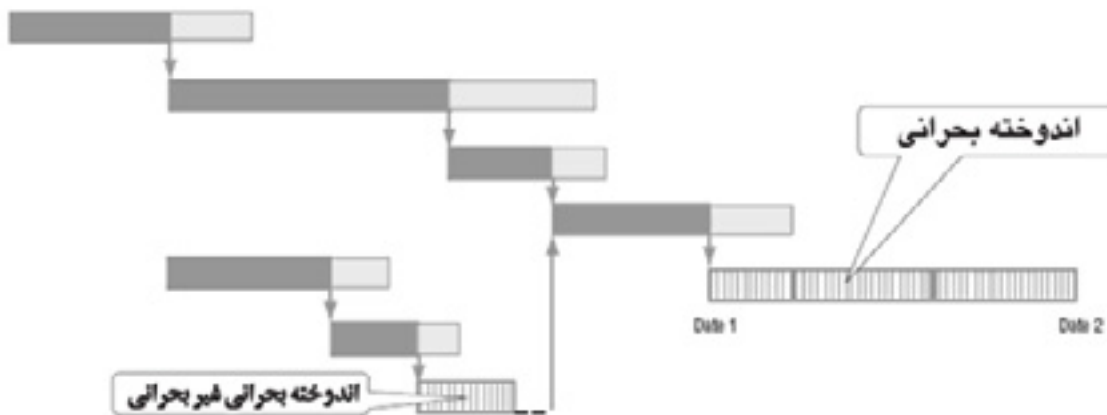
سومین نوع اندوخته، اندوخته هشدار است که ممکن است به شکل کار مجازی در آغاز هر یک از کارهایی که نیاز به منابع بحرانی دارند می چسبد. این هشدار باعث می شود مسئولان کارهای بحرانی به کارهای غیر بحرانی پایان داده و به محض تکمیل پیش نیازها آماده آغاز کارهای بحرانی شوند. اندوخته هشدار در حقیقت به هیچ منبعی نیاز ندارد و زمان و هزینه اضافی بار نمی آورد.

پس تا این جا، جدول زمان بندی جدیدی درست شده که در آن تخمین مدت انجام کارها کوتاه تر شده و سه نوع اندوخته زمانی نیز در آن در نظر گرفته شده است: اندوخته بحرانی، اندوخته غیر بحرانی، و اندوخته هشدار. اما در اجرای برنامه پروژه، توجه به اصول زیر لازم است:

- مسئولان کارهای زنجیره بحرانی باید در هر زمان تنها مشغول انجام یک کار باشند نه بیشتر زیرا درگیری یک نفر در چند کار همزمان موجب لنگی کارهای بحرانی می شود.
- افراد بکوشند کارها را زودتر از زمان تخمینی به پایان ببرند.
- اگر کاری زودتر از سر رسید مقرر به پایان برسد کار بعدی باید بی درنگ آغاز شود. هرگاه کار بعدی بر عهده فردی است که برای وی اندوخته هشدار در نظر گرفته شده، در لحظه آغاز اندوخته هشدار باید آگاهی لازم به وی داده شود.
- اگر کاری دیرتر از زمان تخمینی به پایان برسد دلیلی برای توجه فوری به آن نخواهد بود زیرا این دیرکرد با مصرف اندوخته جبران می شود.

چنان که در شکل دیده می شود، حاشیه اطمینانی که (در روش سنتی) در دل یکایک کارها پنهان بود، اینک به طور آشکار در یک مخزن مستقل به نام اندوخته انباشته می شود. توجه شود که با این کار، زمان کل پروژه افزایش نمی یابد. در روش زنجیره بحرانی، اندوخته به عنوان بخشی از پروژه دیده می شود و باید برای آن زمان بندی و تخصیص منابع صورت گیرد. با نشان دادن اندوخته ها در نمودار گانت، عدم قطعیت موجود در پروژه بهتر نمایانده می شود حال آن که نمودار سنتی گانت سیمای نادرستی از اطمینان نشان می دهد.

بعید است زمان انجام همه کارهای زنجیره بحرانی از زمان تخمینی (احتمال ۵۰٪) فراتر رود. با فرض استقلال آماری برای کارها، اگر نیمی از کارها دیرتر از زمان تخمینی تمام شوند، نیم دیگر باید زودتر به پایان برسند. با گنجاندن حاشیه اطمینان یکایک کارها در یک مخزن مشترک به نام اندوخته، اطمینان به اجرای پروژه در زمان معین بیشتر می شود. بحث زنجیره بحرانی این است که می توان اندوخته را کمتر از جمع حاشیه اطمینان کارهای منفرد در نظر گرفت. این موضوع از دیدگاه نظریه آماری درست است زیرا انحراف استاندارد مجموع متغیرهای تصادفی مستقل (در این جا، زمان واقعی کارهای مسیر بحرانی) از جمع انحراف استاندارد این متغیرها کمتر است. اگرچه فرضیه استقلال آماری مدت کارها زیر سوال است، لیک کاهش زمان کل پروژه را توجیه می کند. البته اگر زمان در نظر گرفته شده برای اندوخته کمتر از جمع حاشیه های منفرد نباشد، جلب موافقت مسئولان اجرای کارها آسان تر خواهد بود.



شکل ۲: شبکه پروژه همراه با اندوخته بحرانی و اندوخته غیر بحرانی

انجام کار است. فرض دیگر این است که انجام هر کاری آن قدر کش پیدا می‌کند که مدت برنامه‌ریزی شده را بپوشاند. این دو فرض پذیرفتنی می‌نمایند لیک نظریه‌پردازان این رشته در آوردن دلایل علمی و استوار، ناکام بوده‌اند.

پژوهشهای هیل، توماس و آلن (۲۰۰۰) درباره تخمین مدت کارهای یک پروژه طراحی نرم‌افزار در یک بنگاه مالی بین‌المللی نتایج وارونه داده است. آنها مدت تخمینی و مدت واقعی بیش از ۵۰۰ کار پروژه را کاویده و دریافته‌اند که تنها در ۸٪ کارها این دو مدت یکسان بوده و تقریباً در ۶۰٪ کارها مدت واقعی کمتر از مدت تخمینی بوده است. این یافته‌ها نشان می‌دهد فرض گزافه‌روی در تخمین مدت کارها درست نیست. در ۳۲٪ کارها نیز مدت واقعی از مدت تخمینی بیشتر بوده که نشان می‌دهد حاشیه اطمینان مربوطه برای رسیدن به اطمینان ۹۵٪ کافی نبوده است.

اکنون تردیدها را کنار گذاشته با قبول فرضیات روش زنجیره بحرانی سخن را ادامه می‌دهیم. هنوز دو مورد مهم وجود دارد که روش زنجیره بحرانی پاسخ پذیرفتنی برای آنها ندارد. نخست این که مدیر پروژه چگونه باید بفهمد تخمین‌زندگان برای هر کار چقدر حاشیه اطمینان در نظر گرفته‌اند؟ تنها راه، تعیین مدت دقیق هر کار به روشی دیگر، و تفریق آن از تخمین اولیه است (که اگر چنین شیوه‌ای فراهم باشد باید همان ابتدا به کار رود). روش زنجیره بحرانی پیشنهاد می‌کند از مدت تخمینی هرکاری، یک سوم آن به عنوان حاشیه اطمینان در نظر گرفته شده و کاسته شود. این رویکرد نادرست می‌نماید چون هرکس بسته به شخصیت و تجربه خودش، ماهیت و حجم کار، و عوامل دیگر، حاشیه اطمینان متفاوتی در نظر می‌گیرد و کاهش همه

در روش زنجیره بحرانی، ضمن پیشرفت پروژه، جدول زمان‌بندی پیوسته بازنگری می‌شود تا با تنظیم اندوخته‌ها سررسید نهایی دست‌نخورده بماند. شاخص اصلی کنترل پروژه میزان مصرف اندوخته‌ها است. مصرف شتابان اندوخته نشانه آشکار نیاز به اقدامات اصلاحی (مانند افزایش منابع) است. در هر زنجیره، میزان مصرف اندوخته، بازتابی است از احتمال پایان یافتن به‌هنگام آن زنجیره. هرچه مصرف اندوخته کمتر باشد، آن احتمال قوی‌تر است. روش زنجیره بحرانی همچنین راهکارهایی برای به‌کارگیری منابع مشترک در مدیریت پروژه‌های همزمان به‌دست می‌دهد. در این حالت، پیشنهاد می‌شود نخست منابعی که دسترسی به آنها محدودیت دارد شناسایی شوند و زمان‌بندی دیگر کارها بر آن محور ادامه یابد. حین اجرای پروژه‌ها، اگر منبعی برای انجام همزمان چند کار مورد نیاز باشد، اولویت با پروژه‌ای است که از نظر سررسید، بیشتر در خطر است. این را می‌توان با اندازه‌گیری موجودی اندوخته تعیین کرد. البته انجام همزمان کارهای پروژه‌های متفاوت پذیرفته نیست.

نقد روش زنجیره بحرانی

در این بخش به واکاوی اجزای اصلی این روش و ارزیابی درستی آنها بر محور مفروضات اصلی و شواهد کاربردی موجود می‌پردازیم.

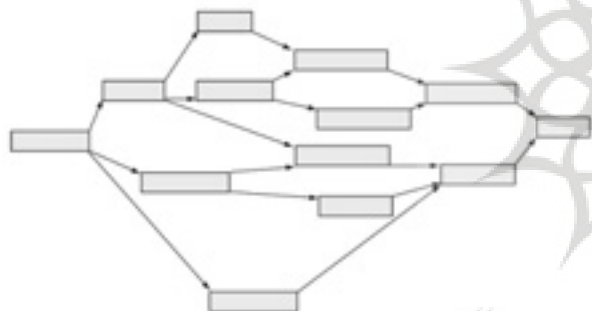
مدت کارها و حاشیه اطمینان آنها

روش زنجیره بحرانی بر این فرض استوار است که تخمین‌زن، مدت انجام هر کار را با در نظر گرفتن یک حاشیه اطمینان معین تخمین می‌زند که بیش از مدت واقعی

پروژه منجر می‌شوند. شکل ۳ شبکه زنجیره‌ها را نشان می‌دهد.

این ساختار شبکه فراخور پروژه‌های ساخت و نصب است و بیشتر در محیط‌های صنعتی کاربرد دارد. اما بسیاری از پروژه‌ها با زنجیره‌ای کوتاه از کارهای اصلی یعنی طراحی و تحلیل آغاز می‌شوند که در مسیرهای موازی افتاده و پیش از تولید دستاوردهای گوناگون پروژه، در نقاط کنترلی میانی به هم می‌رسند. در پروژه‌هایی که کارها دارای پیش‌نیازها و پس‌نیازهایی از زنجیره‌های گوناگون هستند، چنین نمایشی موجب پیچیدگی بیشتر جریانهای شبکه می‌شود (شکل ۴). افزون بر این، اندازه اندوخته‌های غیربحرانی نیز روشن نیست.

شونبرگر (Schonberger ۱۹۸۱) نشان داده است پروژه‌ها همیشه نسبت به مسیر بحرانی تعیین شده دیرکرد دارند. میزان دیرکرد به تغییر پذیری زمان کارها و شمار مسیرهای موازی در شبکه بستگی دارد. از این دیدگاه، تفاوتی بین زنجیره بحرانی و مسیر بحرانی به‌ویژه در شبکه‌های غیر درختی وجود ندارد.



شکل ۴: یک شبکه پروژه متداول

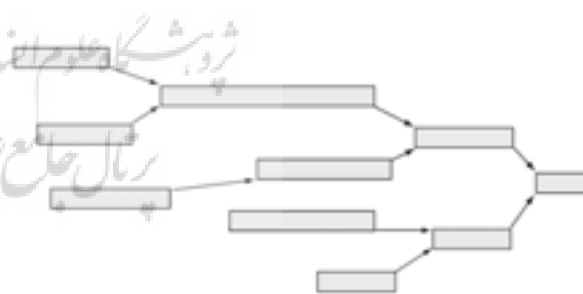
شکل ۵ نمونه‌ای از چنین شبکه‌ای را نشان می‌دهد. مدت هرکار (پس از کاهش به دو سوم) بر حسب هفته تعیین و در پرانتزها نوشته شده است. کارهای ۱ تا ۴ با مدت ۴، ۶، ۴، و ۴ هفته روی زنجیره بحرانی قرار دارند. در زنجیره غیربحرانی، کارهای ۵ و ۶ موازی هستند هر یک به مدت ۱۲ هفته و پس از آنها کار شماره ۷ باید انجام شود به مدت یک هفته. این زنجیره در نقطه آغاز کار شماره ۴ به زنجیره بحرانی می‌پیوندد.

چنان‌که در شکل دیده می‌شود، اندوخته غیربحرانی برابر یک هفته است. برای آزمودن بسندگی و اثربخشی این اندوخته، از روش شونبرگر (۱۹۸۱) پیروی می‌شود. با فرض تغییرپذیری ± 3 هفته برای کارهای ۵ و ۶، مدت محتمل

آنها به دو سوم معقول به‌نظر نمی‌رسد. حتی اگر مدیران پروژه بخواهند باور داشته باشند که فرمول شایسته‌ای برای کاهش تخمین اولیه وجود دارد باز هم مساله دیگری می‌ماند: آیا مسئولان انجام کارها با کاهش تخمینها و حذف حاشیه اطمینان خاص هرکار و انباشت آن در اندوخته‌های بحرانی و غیربحرانی موافقاند؟ کاهش مدت، تعهد مسئولان را سست می‌کند. از سوی دیگر بیم آن است که تخمین‌زن با فرض این‌که تخمین وی قیچی خواهد شد حاشیه اطمینان بیشتری در نظر بگیرد به‌گونه‌ای که حتی پس از قیچی تخمین اولیه، باز هم حاشیه اطمینان خوبی در دل مدت تخمینی بنشینند. در حال حاضر اطلاعات تجربی درست درباره عوامل رفتاری و دیدگاهی تعیین دقیق حاشیه اطمینان و تقلیل آن موجود نیست و تنها در نوشته‌ها به این جنبه‌ها (و آن هم صرفاً به‌شکل سطحی و ظاهری) پرداخته شده است.

کاربری اندوخته‌ها در برنامه‌ریزی و کنترل

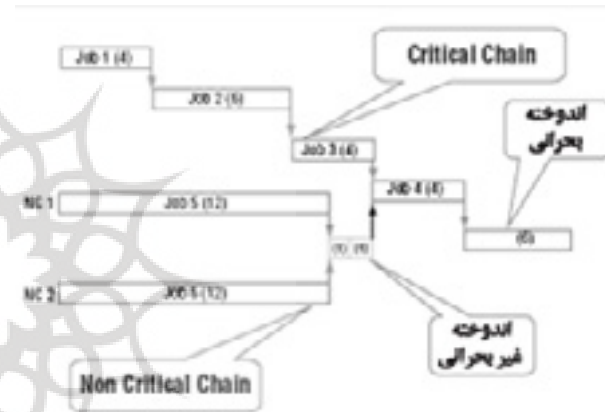
در روش زنجیره بحرانی انواع اندوخته‌ها نقش بنیادی دارند. اندوخته بحرانی نشانگر پشتوانه زمانی در برابر عدم قطعیت کل کارهای زنجیره بحرانی است. اندوخته‌های غیربحرانی نیز پشتوانه زنجیره‌های غیربحرانی هستند. برای کاهش مدت پروژه، باید اندازه اندوخته‌ها از جمع حاشیه اطمینان‌هایی که از دل کارهای زنجیره‌ها بیرون کشیده شده کمتر باشد ولی روش زنجیره بحرانی هیچ مبنا علمی و عملی برای تعیین اندازه اندوخته‌ها به‌دست نمی‌دهد.



شکل ۵: نمودار یک شبکه پروژه در روش زنجیره بحرانی

زنجیره غیربحرانی بر این فرض استوار است که شبکه پروژه زنجیره‌های گوناگونی دارد که موازی شروع می‌شوند و در ادامه به هم می‌پیوندند و در نهایت به برون‌داد نهایی

برای تکمیل این دو کار را حساب می‌کنیم. چون هر دو کار موازی انجام می‌شوند، مدت تکمیل هر دوی آنها، بیشترین مدت هر یک از آنها است. برای مدت هر یک از این دو کار، هفت حالت محتمل است که ترکیب آنها می‌شود ۴۹ حالت. جدول شماره ۱ این ترکیبات را به صورت ماتریس نمایش می‌دهد. میانگین کل ماتریس (جمع ارقام ۴۹ خانه جدول بخش بر ۴۹) می‌شود ۱۳/۷ هفته. با افزودن مدت کار شماره ۷ که یک هفته است (و نادیده گرفتن تغییرپذیری خود آن)، می‌بینیم تغییرپذیری زنجیره غیربحرانی، از مقدار اندوخته آن پیشی می‌گیرد. پس زنجیره غیربحرانی به بحرانی بدل می‌شود. با افزایش زنجیره‌های موازی، مدت تخمینی از این هم بیشتر خواهد شد.



شکل ۵: اثر تغییرپذیری زمان بر مدت پروژه

		مدت کار شماره ۵						
		۹۹	۱۱۰	۱۱۱	۱۱۲	۱۱۳	۱۱۴	۱۱۵
مدت کار ۲	۹۹	۹۹	۱۱۰	۱۱۱	۱۱۲	۱۱۳	۱۱۴	۱۱۵
	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۱	۱۱۲	۱۱۳	۱۱۴	۱۱۵
	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۲	۱۱۳	۱۱۴	۱۱۵
	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۳	۱۱۴	۱۱۵
	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۴	۱۱۵
	۱۱۴	۱۱۴	۱۱۴	۱۱۴	۱۱۴	۱۱۴	۱۱۴	۱۱۵
	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵
	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵

جدول ۱: مدت ترکیبی کارهای موازی ۶و ۵

نکته دوم مربوط به اعتبار و پایایی برنامه زمان‌بندی است که به عنوان منبای تعیین اندوخته‌ها به کار می‌رود. در روش زنجیره بحرانی، زنجیره‌ها و اندوخته‌های آنها از روی جدول زمان‌بندی تعیین می‌شوند که بر پایه الگوریتم هموارسازی منابع به دست آمده است. در شرایط محدودیت منابع، تولید جدول زمان‌بندی بهینه از نظر ریاضی مسئله‌ای است بس دشوار. در واقع این مسئله از خانواده مسایلی است که هیچ الگوریتم موثر و کارایی برای پیدا کردن راه حل بهینه آنها در پروژه‌های بزرگ وجود ندارد.

نظریه زنجیره بحرانی از میان الگوریتم‌های فراوانی که در رشته تحقیق در عملیات و نوشته‌های گوناگون منتشر شده است، هیچ الگوریتم خاصی برای هموارسازی منابع پیشنهاد نمی‌کند. بنابراین ارزیابی درستی برنامه زمان‌بندی که اندوخته‌ها بر پایه آن تعیین می‌شوند بسیار دشوار است. شبکه‌های پروژه درختی نیستند و چون تعیین اندازه مناسب اندوخته نیازمند محاسبه تغییرپذیری مدت هر کار و تعداد مسیرهای موازی موجود در شبکه است، ناگزیر باید از مطالعات شبیه‌سازی، یعنی آنچه که شونبرگر (۱۹۸۱) پیشنهاد می‌کند، بهره گرفته شود.

زنجیره بحرانی به دلایلی چند ممکن است عوض شود. هول و تیلور (۱۹۹۹ Hoel, Taylor) نشان می‌دهند در یک زنجیره غیربحرانی، هرگاه عدم قطعیت چنان باشد که اندوخته‌ای بیش از شناوری آن زنجیره در نظر گرفته شود، آن زنجیره به بخشی از زنجیره بحرانی بدل می‌شود. افزون بر این، در حین اجرای پروژه نیز به دلیل تغییرات دسترسی به منابع، یا مصرف اندوخته‌ها، ممکن است زنجیره بحرانی دچار تغییر گردد. تغییرات در کارهای زنجیره بحرانی نیز ممکن است بر مفهوم انواع اندوخته‌ها اثر بگذارند. این ما را به نکته سوم می‌رساند که مربوط است به کاربری اندوخته‌ها در کنترل پروژه.

در روش زنجیره بحرانی، کنترل زمان با نظارت بر "اندوخته مصرف‌شده" انجام می‌شود. اندوخته مصرف‌شده در یک زنجیره، عبارت است از زمان بین نقطه آغاز اندوخته تا نقطه پایان آخرین کار آن زنجیره. نقطه پایان آخرین کار بر پایه مدت باقی‌مانده از هر کار تخمین زده می‌شود که به فراخور حاشیه اطمینان افزایش می‌یابد، و این همان مشکلی است که روش زنجیره بحرانی می‌کوشد با به میان آوردن موضوع اندوخته حل کند.

با وجود این فرض می‌کنیم اطلاعات مربوط به اندوخته مصرف‌شده کاملاً معتبر و درست است و می‌توان آن را بازتابی از احتمال پایان گرفتن آن زنجیره در نقطه پایان اندوخته دانست. روش زنجیره بحرانی می‌گوید، وقتی منابع محدود است اولویت با زنجیره‌ای است که اندوخته‌اش بیشترین مصرف را داشته است. منطق این سخن کاملاً روشن می‌نماید: زنجیره‌ای که درصد بیشتری از اندوخته آن مصرف شده باشد، بیم محقق نشدن سررسیدهایش بیشتر است؛ پس باید در تخصیص منابع اولویت بگیرد. ولی این عامل به تنهایی نمی‌تواند معیار اولویت دادن باشد. برای نمونه پروژه‌ای که بیشترین جریمه دیرکرد را دارد یا آثار مهمی به بار می‌آورد (فارغ از این که اندوخته آن چقدر مصرف شده است) طبعاً اولویت بالاتری پیدا می‌کند.

نکته دیگری درباره اندوخته‌ها هست که بد نیست به آن توجه شود. در جدول زمان‌بندی پروژه و در نمودار گانت، اندوخته‌های گوناگونی داریم که به شکل کار مجازی در دنباله زنجیره نشان داده می‌شوند. اگر فرض کنیم هر زنجیره به‌طور میانگین هشت تا ده کار را شامل شود (و اندوخته هشدار نیز برای آنها در نظر بگیریم)، می‌توان گفت اندوخته‌ها دست‌کم ده تا پانزده درصد به نشانه‌ها (و شلوغی) نمودار گانت می‌افزایند که باید جدای از دیگر نشانه‌ها تفسیر شوند. شلوغی چارت نیز سردرگمی می‌آورد. بر سر هم، گرچه اندوخته‌ها گیرایی حسی دارند، در کاربرد آنها به‌عنوان عوامل اصلی تصمیم‌گیری باید احتیاط کرد.

به‌کارگیری منابع

روش زنجیره بحرانی تخصیص بیش از یک کار به هر فرد (به‌طور همزمان) را پیشنهاد نمی‌کند. اولاً برای دوری از کار همزمان نیازی به گزینش روش زنجیره بحرانی نیست. ثانیاً کار همزمان چه ایرادی دارد؟ از قضا، پژوهشهای مک‌کالوم و شرمان (McCullum, Sherman 1991) بر پروژه‌های تحقیق و توسعه 64 بنگاه فناوری پیشرفته، وارونه این را نشان می‌دهد. این پژوهشگران با بررسی کارایی سازمانهای ماتریسی دریافتند تعداد پروژه‌های اجرا شده با شاخصهای بهره‌وری سازمان رابطه مستقیم دارد. آنها به‌ویژه با بررسی دو شاخص مهم (یکی بازگشت سرمایه و دیگری آهنگ رشد فروش) دریافتند به‌کارگیری همزمان یک فرد در دو پروژه کاملاً بهینه بوده و به‌کارگیری همزمان وی در سه پروژه نیز مسئله‌ساز نیست.

اندوخته هشدار از ویژگیهای بی‌مانند روش زنجیره بحرانی است. این اندوخته بسان یک کار مجازی نمایانده می‌شود تا به منابع مسئول کارهای زنجیره بحرانی هشدار دهد پیش‌نیازهای کار بعدی فراهم شده و آنها باید کار کنونی خویش را هرچه زودتر تکمیل کنند و برای انجام آن کار بحرانی آماده شوند. به‌نظر ما این شیوه هماهنگ‌سازی اعضای تیم پروژه شلخته و نیازمند ارتباطات بی‌برنامه فراوان است. تازه اگر بخشی از زنجیره بحرانی به پیمانکاران بیرونی سپرده شود، آنها ممکن است این آمادگی را نداشته باشند کاری را که در دست دارند زمین بگذارند و تمام توجه خود را معطوف کارهای بحرانی نمایند. بدین ترتیب وضع بسیار بدتر خواهد شد. بر سر هم، به‌گمان ما از دیدگاه جلب تعهد مسئولان اجرای کارها به جدول زمان‌بندی، و کنترل یکپارچه آن در فرایند مدیریت تغییرات، رویکرد زنجیره بحرانی نسبت به رویکرد سنتی برتری ندارد.

دامنه روش زنجیره بحرانی

پیروزی پروژه لزوماً با پیروزی مدیریت پروژه یکی نیست. برای بسیاری از مدیران پروژه، پیروزی به معنای رسیدن به هدفهای زمان، بودجه، و تعهدات است. برای مشتریان، پیروزی در این است که آیا پروژه بر اهداف سازمان اثربخش بوده یا نه. لیپووتسکی، دویر، و شنهار (Lipovetzky, Dvir, and Shenhar-1997) با بررسی 110 پروژه، اهمیت نسبی وجوه گوناگون پیروزی پروژه را پژوهیده‌اند. یافته‌های آنها نشان می‌دهد از دید مشتری، اهمیت سود بسی بیشتر (نزدیک به دو برابر اهمیت هدفهای برنامه) است. با این حال، از دیدگاه مشتری، هدایت و مدیریت خوب و موثر پروژه توسط مدیر پروژه شایسته و با کفایت، امید پیروزی پروژه را افزایش می‌دهد. روش زنجیره بحرانی مانند روش سنتی مدیریت پروژه، به‌جای این‌که پیروزی پروژه را ببیند بر پیروزی مدیریت پروژه باریک می‌شود. یعنی تنها از یک دیدگاه به پروژه می‌نگرد آن‌هم رسیدن به هدفهای برنامه است. این دیدگاه چندان پذیرفته همگان نیست چون پروژه‌ای که ده درصد دیرکرد داشته ولی ده برابر هزینه‌اش سود بیاورد پیروزتر از پروژه‌ای است که به‌هنگام و در چارچوب بودجه معین تکمیل شود اما کارایی بسیار کمی برای سازمان مشتری داشته باشد.

در روش زنجیره بحرانی و در چارچوب تنگ رسیدن به هدفهای زمانی، تمرکز اصلی بر عدم قطعیت مدتهای تخمینی است. این دیدگاه به جای این که در جستجوی سرچشمه‌های عدم قطعیت باشد، آن را می‌پذیرد و می‌کوشد با مدیریت اندوخته‌ها بر آن چیره شود. در برابر، بسیاری از روشهای مدیریت ریسک بر پایه شناسایی و خشکاندن ریشه‌های عدم قطعیت، یا روشهایی برای بهبود کیفیت فرایند تخمین کار می‌کنند. گرچه روش زنجیره بحرانی بازدارنده کاربری روشهای مدیریت ریسک نیست اما نمی‌توان آن را تنها راهکار مدیریت عدم قطعیت‌های پروژه خواند. در بهترین حالت، تنها پس از واکاوی ریسکها و کاربری ابزارهای کاهش آنها می‌توان از روش زنجیره بحرانی برای مدیریت عدم قطعیت برنامه زمان‌بندی پروژه بهره گرفت.

از آنجا که روش زنجیره بحرانی، ایده‌ای انقلابی معرفی شده که می‌تواند جانشین (و نه مکمل) دانش و تجربه موجود باشد، نتوانسته جای خود را در میدان عمل و دانش نظری این رشته باز کند. این وضع برای سازمانهایی که با شیوه‌های مدیریت پروژه آشنا نیستند و می‌خواهند بین این روش و روشهای جاری (مانند آنچه در راهنمای دفتر دانش مدیریت پروژه آمده) یکی را برگزینند دردسرساز است.

پیاده‌سازی روش زنجیره بحرانی

هر سازمانی که این روش را به‌عنوان روش اصلی مدیریت پروژه خود بپذیرد باید به دو عامل بسیار مهم و هزینه‌بر توجه کند: یکی خرید نرم‌افزارها و دیگری تغییر فرهنگ سازمان. پیاده‌سازی این روش نیازمند بهره‌گیری تیم پروژه از نرم‌افزاری است که اصول این روش را دارا باشد و بتواند تولید و مدیریت اندوخته‌ها را پشتیبانی کند. در حال حاضر، تنها یکی از نرم‌افزارهای مدیریت پروژه با روش زنجیره بحرانی سازگاری دارد. دو فراورده دیگر نیز در بازار هست که یکی از آنها نیازمند سرور ویژه است. این محدودیتها موجب گرانی نرم‌افزار می‌شود. اما هزینه خرید، نصب، و کاربری این نرم‌افزارها تازه بخش کوچک هزینه کل است چون هزینه تغییر فرهنگ سازمان و عادت دادن افراد به کاربرد شیوه جدید می‌تواند بسی بیشتر شود. روش زنجیره بحرانی در صورت گزینش باید یک‌جا پیاده شود نه جزیی: یعنی از محاسبه اندوخته‌ها، تخصیص منابع،

و تولید گزارش پیشرفت گرفته، تا تعیین شاخصهای تحویل در محیطهای چند پروژه‌ای. بنابراین آموزشهای گسترده‌ای در رده‌های گوناگون سازمان نیاز است و حتی شاید نیاز باشد مدیران کاردان برخی از دانسته‌های سنتی خود را از یاد ببرند تا روش نوین را بیاموزند. نکات کلیدی تغییر فرهنگ سازمان عبارتند از:

- رها کردن دیدگاهی که یکایک کارها را مستقل می‌انگارد، و باریک شدن بر اندوخته‌ها به‌عنوان مخزنی که کاستیهای زمانی کارهای منفرد را می‌توان در آن انباشت و از آنجا مدیریت کرد.
- نشان دادن "طیفی از تخمینهای تاریخ تکمیل" که توسط اندوخته‌های بحرانی و غیربحرانی بازتاب داده می‌شوند به‌جای دیدگاه "سررسید مقرر".
- پرهیز از انجام چند کار همزمان توسط یک نفر روشن است که این روش نقطه کوچی از روش سنتی مدیریت پروژه است و پذیرش آن در هر سازمانی نیازمند کوشش فراگیر در همه رده‌ها است.

نتیجه‌گیری و سخن آخر

عملکرد پروژه بیش از آنکه تابع مدیریت محدودیت‌های برنامه زمان‌بندی باشد، به کردانی رهبران (برآوردن نیازهای مشتری، درک نیازهای آینده، برانگیختن همکاران ستادی به پشتیبانی از پروژه، و مانند اینها) بر می‌گردد. روش زنجیره بحرانی بر این فرض استوار است که قطعی نبودن مدت کارها عامل موثر و مهمی در تکمیل به‌هنگام پروژه است. اما مواردی چون بی‌تدبیری مدیر، فشارهای بیرونی، سیاستهای درونی، تخمینهای خوش‌بینانه برای بردن مناقصه و مانند اینها نیز در زمان‌بندی دخیل هستند که باید به آنها پرداخته شود.

روش زنجیره بحرانی ما را به این باور می‌رساند که همان فرایند منطقی مورد استفاده در مدیریت تولید، می‌تواند در مدیریت پروژه نیز به‌کار آید. گلدورات بر پایه مفاهیمی مانند گلوگاهها و اندوخته‌های (مواد اولیه) مورد استفاده در خطوط تولید (که خودش در چارچوب نظریه محدودیتها پرورانده)، مفاهیمی مانند "زنجیره بحرانی" و "اندوخته زمانی" آفریده و آنها را در میدان پروژه به‌کار گرفته است. این مفاهیم، و دیگر مفاهیم به‌کار رفته در روش زنجیره بحرانی نکات جدیدی نیستند. برای نمونه، اثر کمیابی منابع در تعیین مسیر بحرانی دیرسالی است شناخته شده است

کاربرد دقیق آنها به بهبود بازدهی می‌انجامد. با وجود این، اگر درباره پیاده کردن یا نکردن این روش در سازمان خود از ما بپرسید خواهیم گفت: اگر در سازمان خود فرایندهای کارا برای برنامه‌ریزی و کنترل پروژه ندارید، و در یک ساختار ماتریسی روی چندین پروژه همسان کار می‌کنید، و نیز نگرانی اصلی شما به‌پایان رساندن پروژه‌ها در سررسیدهای مقرر است، روش زنجیره بحرانی می‌تواند سودمند باشد. وگرنه پیشنهاد می‌شود محدودیت‌های این روش و نیز هزینه‌های رسیدن به موفقیت‌های دیرپا را با باریک‌بینی بسنجید. بهترین گزینه شاید این باشد که آن دسته از اصول روش زنجیره بحرانی را که فراخور سازمان شما هستند در چارچوب راهکارهای فراگیر سنتی سازمان خود به‌کار بندید.

پانوشت ها

- 1 Critical Chain Management
- 2 Buffer
- 3 Completion notification
- 4 Theory of Constraints
- 5 PMBOK
- 6 Resource leveling

۷- توجه شود که در جدول زمان‌بندی اولیه، یعنی پیش از آغاز اجرا، این دو بر هم منطبق هستند (مترجم).

(Raz, 1996). گرچه در نوشته‌های هواداران این روش بر نوآوری علمی آن تأکید شده ولی در این‌جا بحث اصلی ما این نیست. ما دیدگاه‌های خود را درباره درستی یا نادرستی مفروضات این روش و کافی بودن یا نبودن دامنه آن بیان کردیم. پرسش کلیدی این است: آیا واقعا روش زنجیره بحرانی از دیگر روشهای پذیرفته شده کنونی در میدان مدیریت پروژه برتر است؟

گمان می‌رود روش زنجیره بحرانی پاسخ مشکلاتی را که سالها ذهن مدیران پروژه را مشغول داشته است در بردارد و لذا برای آشنایی با آن شور فراوانی به چشم می‌خورد. هواداران این روش می‌گویند به موفقیت‌های چشم‌گیری رسیده‌اند، اما بنا به یافته‌های ما، این وضع تنها در سازمانهایی که روش شایسته برای مدیریت پروژه ندارند پیش می‌آید. البته ما از تمام پژوهشهای قیاسی مدلل، و آثار کاربرد این روش در همه سازمانهایی که آن را پذیرفته‌اند، و از برتری بازده آن سازمانها نسبت به بازده سازمانهایی که روشهای سنتی مدیریت پروژه را به‌کار می‌برند آگاه نیستیم. افزون بر این، روش زنجیره بحرانی دیرینه چندانی ندارد، از این رو ارزیابی مزایای دیرپای آن فعلاً غیرممکن است. بیشتر این نوشتار به نقد روش زنجیره بحرانی گذشت، لیک نشان دادن نکات مثبت آن نیز بسیار مهم است. نخست این‌که مدیریت زنجیره بحرانی یک روش است و داشتن هر روشی بهتر از نداشتن آن است. روش زنجیره بحرانی، حتی اگر معمولی و سبک‌تر از هیاهویی باشد که پیرامون آن برپا شده است، به‌خاطر ایده‌های خوب فراوانی که دارد، ارزشمند و ستودنی است. از این دیدگاه می‌توان گفت روش زنجیره بحرانی:

- با آشکارسازی اندوخته‌ها و آگاه‌سازی کارکنان، مدیران، و مجریان از اندازه و جایگاه آنها در جدول زمان‌بندی، قطعی نبودن مدت کارها را به حساب می‌آورد.
 - به کمیابی منابع توجه دارد.
 - بر کارها و منابع کلیدی باریک می‌شود.
 - بر مصرف اندوخته‌ها نظارت پیوسته دارد.
 - منابع بحرانی را از فرا رسیدن کارها پیشاپیش آگاه می‌سازد.
 - حواس فرد را از انجام کاری به کار دیگر پرت نمی‌کند.
- کاربرد برخی از اصول این روش در مواقع خاص منطوق دارد و اگر مفروضات و پیش‌نیازها خوب درک شده باشند،

دعوت به همکاری

فصل‌نامه مدیریت پروژه از کسانی که علاقه دارند در بخش ترجمه مقالات همکاری کنند درخواست می‌کند پیشینه علمی و پژوهشی خود را به دفتر فصل‌نامه ارسال کنند.

Invitation to Participation