

فصل ۱. آشنایی با مفاهیم مدیریت و تشکیلات کارگاه

۱-۱. تعریف مدیریت

تاکنون تعاریف متعددی در باب مدیریت مطرح شده است که در زیر به برخی تعاریف اشاره می‌گردد:

۱. هنر انجام دادن کار بوسیله دیگران یا ایجاد محیط موثر برای افرادی که در گروه‌های رسمی سازمان فعالیت می‌کنند.
۲. مدیریت به علت پرداختن آن به مبانی و اصول دانش، خود - دانایی و خود مدیریتی و حاکمیت خرد و رهبری، علم است و به علت ارتباط آن با شیوه و نحوه انجام کار، هنر است.
۳. مدیریت موضوعی است درباره انسان، نقش و وظیفه آن، شناخت استعدادها و ایجاد آمادگی در کارکنان برای ارائه عملکرد مشترک که باید به نتیجه بخش ساختن نقاط قوت و بی اثر کردن نقاط ضعف آنان منجر شود.
۴. مدیریت، مجموعه فعالیت‌های هماهنگ شده برای برنامه‌ریزی، سازماندهی، راهبری، هدایت و کنترل است.
۵. براساس تعریف هنری فایول، مدیریت دارای ۵ عملکرد است:
۱. برنامه‌ریزی ۲. سازماندهی ۳. رهبری ۴. کنترل ۵. اجرا

۲-۱. تعریف پروژه و عناصر آن

پروژه تلاش موقتی است که در راستای تولید یک محصول، خدمت یا دستیابی به یک نتیجه منحصر بفرد انجام می‌شود که زمان آغاز، طول مدت و پایان معینی دارد و برای یکبار اتفاق می‌افتد.

مجموعه‌ای از کوشش‌ها، اقدامات و فعالیت‌های غیر تکراری مرتبط بهم و منحصر بفرد برای دستیابی به نتایج و اهداف معین و مورد انتظار در چارچوب برنامه زمانی و بودجه از پیش تعیین شده، پروژه نامیده می‌شود.

هدف، زمان، هزینه و کیفیت به عنوان عناصر چهارگانه اصلی تشکیل دهنده پروژه می‌باشند. ارتباط میان این چهار عامل پروژه را می‌توان به مثلی تشبیه کرد که هدف در مرکز آن قرار دارد و سه عنصر زمان، هزینه و کیفیت، اضلاع آن را تشکیل می‌دهند.

۱-۲-۱. خصوصیات پروژه

- پروژه از یک مجموعه فعالیت تشکیل می‌شود که میان آنها تقدم و تاخر وجود دارد.

- پروژه دارای یک هدف مشخص و قابل ارزیابی است.

- پروژه دارای چارچوب زمانی و یک نقطه آغاز و پایان می‌باشد.

- پروژه دارای برنامه‌ریزی در خصوص منابع و هزینه‌ها می‌باشد.

- پروژه دارای یک کیفیت تعریف شده برای اجرا می‌باشد.

هر پروژه به شکل‌های مختلف به وسیله سه

عامل هزینه، کیفیت و زمان محدود می‌شود. عوامل

دیگر که باید علاوه بر این سه هدف در نظر گرفته

شوند عبارتند از محدوده و رضایتمندی کارفرما.

پروژه موفق الزاماً پروژه‌ای نیست که با هزینه کم

و زمان محدود به انجام برسد، بلکه پروژه موفق،

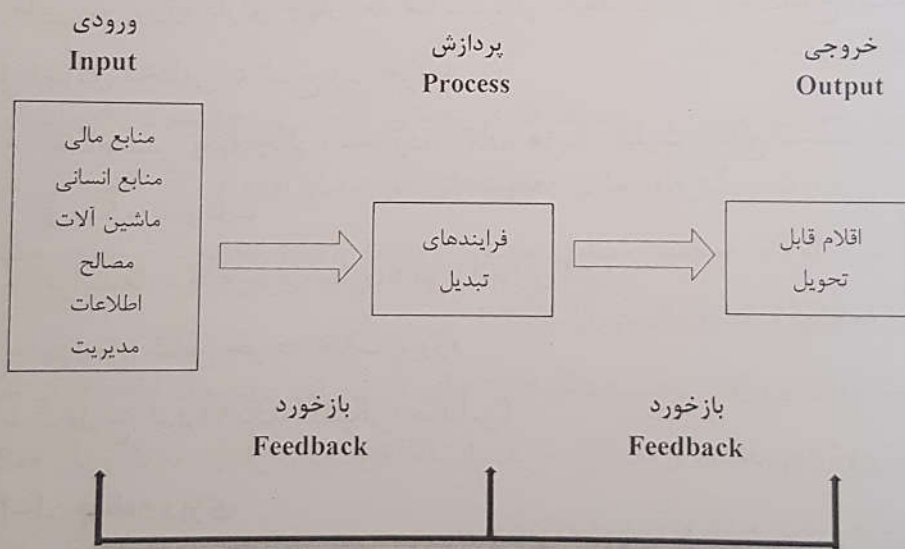
پروژه‌ای است که در زمان مقرر خود با هزینه در



نظر گرفته شده برای آن و با کیفیت مورد انتظار به اتمام برسد. البته باید در نظر داشت گاهی موفقیت یک پروژه در سرعت آن است در عین اینکه کیفیت یا هزینه در درجه دوم اهمیت قرار دارد؛ لذا موفقیت یک پروژه نسبی است و در پروژه‌های مختلف متفاوت است.

۱-۲-۲. پروژه از نگاه سیستمی

پروژه را می‌توان مجموعه‌ای از فعالیت‌های منظم و برنامه‌ریزی شده در جهت برآورده کردن اهدافی کیفی و کمی دانست که باید در زمانی معین و با هزینه‌ای مشخص انجام گردد. از نگاه سیستمی تعریف پروژه، عبارت است از پردازش ورودی‌ها و تبدیل آنها به خروجی‌های مورد انتظار.



نمودار ۱-۱-۱- رویکرد سیستمی

۱-۲-۳. تفاوت پروژه و عملیات

کلیه کارهایی که در سازمان‌ها انجام می‌دهند، را می‌توان در قالب پروژه یا عملیات تقسیم‌بندی کرد.

- عملیات به کارهایی گفته می‌شود که در یک سازمان برای بقای کسب و کار انجام می‌شود.

- پروژه با دستیابی به اهداف مورد نظر آن پروژه خاتمه یافته و همچنین نیاز به منابع (انسانی، مواد و مصالح، ماشین آلات و تجهیزات، زمان و منابع مالی) دارد که به روشهای مختلف تامین می شود. تفاوت اصلی: عملیات، کارهای مستمر و تکراری است، درحالیکه پروژهها موقتی و منحصر بفرد می باشند.

۱-۳. تعریف مدیریت پروژه و ابعاد آن

به طور کلی هدف از مدیریت پروژه را می توان ایجاد اثربخشی و کارایی زمان، هزینه، تامین منابع و کیفیت پروژه دانست.

مدیریت پروژه دارای چهار بعد عناصر، فرایندها، مراحل و سطوح است، که هر یک شامل اجزای مختلفی به شرح زیر خواهد بود:

- عناصر: یکپارچگی، محدوده، زمان، هزینه، کیفیت، منابع انسانی، ارتباطات، ریسک، تدارکات

- فرایندها: برنامه ریزی، سازماندهی، اجرا و کنترل

- مراحل: شامل چرخه حیات پروژه

- سطوح: استراتژیک، تاکتیکی (عملیاتی)

۱-۳-۱. برنامه ریزی

فرآیند برنامه ریزی، تعیین توالی و تراز فعالیت های لازم برای اجرای یک پروژه است که با در نظر گرفتن اقتصادی ترین حالت در تنظیم عامل زمان، هزینه و کیفیت صورت می پذیرد.

۱-۳-۲. کنترل پروژه

کنترل پروژه فرایندی است در جهت حفظ مسیر پروژه برای دستیابی به یک تعادل اقتصادی موجه بین سه عامل هزینه، زمان و کیفیت در حین اجرای پروژه، که از ابزار و تکنیک های خاص خود در انجام این مهم کمک می گیرد. در واقع کنترل، اجرای دقیق و کامل برنامه تدوین شده برای پروژه است.

۱-۱. معرفی استاندارد PMBOK (نمونه دانش مدیریت پروژه)

استاندارد PMBOK^۱ بعنوان مهم‌ترین استاندارد مدیریت پروژه‌ها هم اکنون در جهان مطرح می‌باشد. در سال ۱۹۸۳ موسسه مدیریت پروژه در کشور آمریکا، اولین نسخه از این استاندارد را با عنوان "گستره دانش مدیریت" منتشر کرد و کتاب راهنمای PMBOK که شامل راهکارهای اساسی برای تمام مدیران پروژه در راستای دستیابی به استاندارد مذکور است، سالهای بعد منتشر شد. این استاندارد دارای ۹ حوزه اصلی می‌باشد که شامل مباحث زیر است:

۱. مدیریت یکپارچگی پروژه: توصیف کننده فرایندهای مورد نیاز جهت حصول اطمینان از هماهنگی مناسب عناصر مختلف پروژه و شامل آغاز پروژه، اجرای برنامه و اختتام پروژه می‌باشد.
۲. مدیریت محدوده پروژه: توصیف‌گر فرایندهای لازم برای حصول اطمینان از این امر که پروژه در بزرگترین دامنه فعالیت‌های مورد نیاز بوده و کار اضافی در آن انجام نمی‌شود و همچنین شامل تصور توسعه پروژه، محدوده توسعه و کنترل، تعریف فعالیتها و کنترل آن می‌گردد.
۳. مدیریت زمان پروژه: توصیف‌گر فرایندهای لازم برای حصول اطمینان از خاتمه به‌موقع پروژه می‌باشد و شامل تعریف ارتباط فعالیتها، برآورد مدت زمان فعالیتها، تهیه برنامه زمانی و کنترل زمانبندی آنهاست.
۴. مدیریت هزینه پروژهها: توصیف‌گر فرایندهای لازم برای حصول اطمینان از اینکه پروژه در چارچوب بودجه مصوب به اتمام خواهد رسید، می‌باشد و شامل برآورد هزینه، بودجه‌بندی و کنترل هزینه می‌گردد.
۵. مدیریت کیفیت پروژه: توصیف‌گر فرایندهای لازم برای حصول اطمینان از تأمین ضرورت‌های موثر در اجرای پروژه بوده و شامل برنامه‌ریزی، تضمین و کنترل کیفیت می‌باشد.

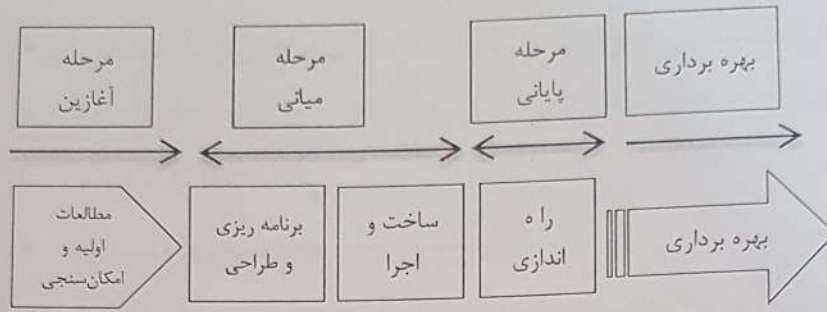
^۱ Project Management Body of Knowledge

۶. مدیریت منابع انسانی پروژه: توصیف‌گر فرایندی است که بهترین شکل بکارگیری افراد در پروژه را تضمین می‌نماید و شامل تعریف ساختار سازمانی نیروی انسانی پروژه، شیوه‌های جذب نیرو، روش تخصیص نیروها (در ساختار ماتریسی)، تشکیل، سازماندهی و توسعه تیم پروژه می‌باشد.
۷. مدیریت ارتباطات پروژه: توصیف‌گر فرایندهای لازم برای حصول اطمینان از تولید، جمع‌آوری، انتشار و توزیع مناسب و به موقع اطلاعات پروژه بوده و شامل برنامه‌ریزی ارتباطات، مدیریت اطلاعات، کنترل اطلاعات، گزارش کارایی و اختتام رسمی پروژه می‌باشد.
۸. مدیریت ریسک پروژه: توصیف‌گر فرایندی است که با تعیین و تجزیه و تحلیل واکنش مناسب در مقابل درجه ریسک پروژه سروکار دارد و شامل تعریف ریسک در پروژه، برآورد ریسک، کمی (مقداری) کردن ریسک، اتخاذ واکنش در برابر ریسک و کنترل واکنش در قبال ریسک و پاسخگویی در قبال ریسک می‌باشد.
۹. مدیریت تدارکات پروژه: توصیف‌گر فرایندهای مورد نیاز برای فراهم کردن کالا و خدمات لازم‌الوجود در پروژه می‌باشد و شامل برنامه‌ریزی و کنترل تدارکات، مدیریت مدارک تجهیزات، برنامه‌ریزی تقاضا و درخواست، انتخاب منبع، مدیریت و ارزیابی طرفهای قرارداد دست دوم آنهاست.

۵-۱. چرخه حیات پروژه

پروژه‌ها دارای یک زمان شروع و یک زمان پایان و مجموعه‌ای متوالی از کارها و فعالیت‌ها هستند. به‌طور کلی این توالی تحت عنوان چرخه حیات پروژه نامیده می‌شود. مطابق با تعریف استاندارد PMBOK چرخه حیات پروژه شامل ۴ مرحله می‌باشد:

۱. مرحله آغازین
۲. مرحله میانی
۳. مرحله پایانی
۴. مرحله بهره‌برداری



نمودار ۱-۲- چرخه حیات پروژه

۱-۵-۱. چرخه حیات پروژه در پروژه ساخت

۱. پیشنهاد و آغاز پروژه
۲. مطالعات توجیهی فنی و اقتصادی (فاز صفر)
 - گردآوری اطلاعات و آمار
 - بررسی و تحلیل نیازها
 - بررسی های فنی و ارائه راه حل های مختلف
 - تعیین گزینه های مطلوب
 - تعیین گزینه برتر با توجه به سودآوری اقتصادی و ملاحظات اجتماعی، زیست محیطی و ایمنی
۳. مطالعات و طراحی پایه (فاز یک)
 - طراحی و ارائه نقشه های مقدماتی
 - تعیین مشخصات کلی
 - برآورد کلی ابعاد و حجم کار
 - برنامه زمانبندی مقدماتی
 - ارائه گزارش مطالعات
۴. طراحی تفصیلی (فاز دو)
 - ارائه مشخصات فنی و نقشه های اجرایی
 - برآورد دقیق مقادیر و هزینه اجرا

- برنامه زمانبندی اجرای کار
- ارائه اسناد پیمان
- ۵. اجرا و ساخت (فاز سه)
- فعالیت‌های مربوط به تامین منابع
- فعالیت‌های مربوط به عملیات اجرایی (ساخت و نصب)
- سازماندهی برای بهره برداری
- ۶. راه اندازی، تحویل و شروع بهره برداری

۶-۱. کارگاه ساختمانی

کارگاه ساختمانی محلی است که یک یا تعدادی از عملیات ساختمانی در آن انجام شود. در صورت استفاده از معابر مجاور کارگاه جهت انبار کردن مصالح، یا استقرار تجهیزات و ماشین آلات، این محل‌ها نیز جز کارگاه ساختمانی محسوب می‌شود.

۷-۱. کارفرما

هر شخص حقیقی یا حقوقی یا سازمان دولتی یا خصوصی که برای گرفتن خدمات به شخص حقیقی یا حقوقی دیگری مراجعه می‌کند. به عبارت دیگر کسی که سرمایه‌گذاری مربوط به پروژه را انجام می‌دهد و در نتیجه مالک و صاحب اصلی پروژه محسوب می‌شود. براساس تعاریف مندرج در مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان، کارفرما شخصی است حقیقی یا حقوقی که یک یا چند نفر کارگر را در کارگاه ساختمانی به حساب خود و با پرداخت مزد به کار می‌گمارد.

براساس ماده ۶ شرایط عمومی پیمان، کارفرما شخص حقوقی است که از یک سو امضا کننده پیمان است و عملیات موضوع پیمان را براساس اسناد و مدارک پیمان، به پیمانکار واگذار کرده است. نمایندگان و جانشین‌های قانونی کارفرما در حکم کارفرما می‌باشند.

۱-۷-۱. وظایف و مسئولیت های کارفرما

کارفرما در قبال پروژه مسئولیت هایی دارد که عبارتند از:

- پرداخت هزینه ها
- انتخاب مشاور
- تصویب مرحله اول (فاز ۱) و مرحله دوم (فاز ۲) کار مشاور
- انتخاب پیمانکار
- تحویل زمین
- رسیدگی به اختلافات مابین پیمانکار و مشاور
- رسیدگی به صورت وضعیت موقت، قطعی
- تحویل موقت و قطعی کار و پرداخت صورت حساب

۱-۸-۱. مشاور

براساس بند الف ماده ۹ شرایط عمومی پیمان، مهندس مشاور، شخص حقوقی یا حقیقی است که برای نظارت بر اجرای کار، در چارچوب اختیارات تعیین شده در اسناد و مدارک پیمان، از سوی کارفرما به پیمانکار معرفی می شود. و براساس بند ب ماده فوق الذکر، مهندس ناظر، نماینده مقیم مهندس مشاور در کارگاه است و در چارچوب اختیارات تعیین شده در اسناد و مدارک پیمان به پیمانکار معرفی می شود.

به عبارتی دیگر مشاور بازوی فنی کارفرما است و انواع خدمات تخصصی مورد نیاز پروژه را به کارفرما ارائه می کند.

۱-۸-۱-۱. وظایف مشاور

- مرحله اول : مطالعات مقدماتی
- مرحله دوم : تهیه طرح و نقشه های اجرایی
- مرحله سوم : نظارت

۹-۱. پیمانکار

براساس تعاریف مندرج در مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان، پیمانکار شخصی است حقیقی یا حقوقی که اجرای تمام و یا قسمتی از عملیات ساختمانی را بر طبق قرارداد کتبی که بین وی و مجری (پیمانکار کل) منعقد شده، عهده دار است. براساس ماده ۷ شرایط عمومی پیمان، پیمانکار، شخص حقوقی یا حقیقی است که سوی دیگر امضاکننده پیمان است و اجرای موضوع پیمان را براساس اسناد و مدارک پیمان، به عهده گرفته است. نمایندگان و جانشین‌های قانونی پیمانکار، در حکم پیمانکار می‌باشند.

۱-۹-۱. وظایف پیمانکار

- بررسی و تحلیل پروژه پیشنهادی قبل از شرکت در مناقصه با در نظر گرفتن سودی مناسب و پیش بینی لازم در مورد مخاطرات ممکن
- به دست آوردن اطلاعات لازم از روش‌ها، مصالح، وسایل ساختمانی، تجهیزات و ماشین آلات
- برآورد دقیق بر اساس نقشه‌های موجود، فهرس بها و سوابق
- تهیه و حمل و نقل مصالح، ایجاد کارگاه و برچیدن آن
- تأمین نیروی انسانی ماهر به تعداد مورد نیاز
- انجام صحیح کار و نظارت دقیق در عملیات اجرایی
- کنترل و نظارت دقیق بر مخارج خرید و حسابداری و امور مالی
- ایجاد سیستمی برای ارائه گزارش هزینه‌ها و پیشرفت پروژه و ...
- ایجاد سیستم مناسب انبارداری، نگهداری ابزار و وسایل و ماشین آلات
- تنظیم روابط خوب با کارگران، فروشندگان و سایر مقاطعه کاران
- در نظر گرفتن حجم کار مناسب با توجه به امکانات
- ایجاد تشکیلات مدیریت پیمانکاری مناسب جهت ارائه عملکرد مناسب

۱-۱۰. مدیر طرح

براساس ماده ۸ شرایط عمومی پیمان، مدیر طرح، شخص حقوقی است که به منظور مدیریت اجرای کار، در چارچوب اختیارات تعیین شده در اسناد و مدارک پیمان، از سوی کارفرما به پیمانکار معرفی می شود.

۱-۱۰-۱. وظایف مدیریت طرح

- خدمات هماهنگی، برنامه ریزی و کنترل پیشرفت کار
- مدیریت بر خدمات تهیه طرح
- مدیریت بر خدمات طراحی تفصیلی و اجرایی
- مدیریت بر خدمات تدارک کالا
- خدمات سازماندهی برای بهره برداری
- مدیریت بر اجرای کار، راه اندازی و تحویل

فصل ۲. مدیریت پروژه های عمرانی

۲-۱. تعاریف مهم در مدیریت پروژه های عمرانی

بودجه: بودجه سندی است که درآمدها و هزینه ها برای زمان معینی در آن پیش بینی و تصویب می شود.

درآمد عمومی: درآمدهایی هستند که به موجب قانون توسط دستگاه های اجرایی وصول و به خزانه واریز می شوند.

دستگاه اجرایی: هر سازمان اعم از اداره کل، وزارتخانه و یا سازمان که اعتباراتی را از طریق بودجه کل کشور برای اجرای طرح های عمرانی دریافت و مسئولیت اجرای آن را بر عهده دارد، دستگاه اجرایی نامیده می شود.

موافقتنامه: عقدی است حقوقی - فنی که دستگاه اجرایی تعهد می نماید از یک طرف شرح عملیات مندرج در آن را رعایت کند و از طرف دیگر معاونت برنامه ریزی به موازات پیشرفت فیزیکی عملیات اعتبارات مصوب را براساس تخصیص اعتبار در اختیار دستگاه اجرایی قرار دهد.

۲-۲. برنامه عمرانی

برنامه ای است جامع حاوی هدفها، سیاستها و میزان اعتباراتی که برای تامین یا قسمتی از یک نوع نیاز اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در قالب برنامه های میان مدت تدوین شده و مشتمل بر یک یا چند طرح عمرانی باشد.

۳-۲. طرح عمرانی

براساس تعریفی که در ماده یک بند ده قانون برنامه و بودجه ایران مصوب ۱۳۵۱ ارائه گردیده است، طرح عمرانی "مجموعه عملیات و خدمات مشخصی است که براساس مطالعات توجیهی فنی، اقتصادی یا اجتماعی توسط دستگاه اجرایی انجام می‌شود و طی مدت معین و با اعتبار معین برای تحقق بخشیدن به هدف‌های برنامه عمرانی به صورت سرمایه‌گذاری ثابت شامل: هزینه‌های غیر ثابت وابسته در دوره مطالعه و اجرا و یا مطالعات، اجرا می‌شود و تمام یا قسمتی از هزینه‌های آن از محل اعتبارات عمرانی تامین می‌شود." به عبارتی طرح عمرانی مجموعه‌ای متشکل از یک یا چندین پروژه عمرانی است.

۱-۳-۲. انواع طرح‌های عمرانی

طرح‌های عمرانی به سه نوع اصلی تقسیم می‌شوند:

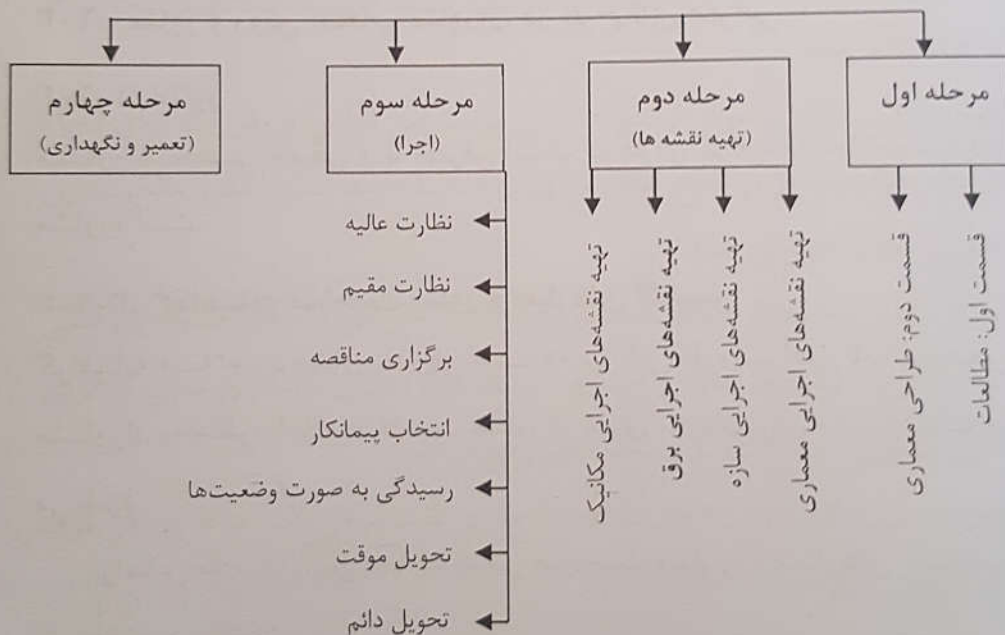
۱. طرح انتفاعی: منظور طرحی است که در مدت معقولی پس از شروع به بهره‌برداری می‌رسد و علاوه بر تأمین هزینه‌های جاری سود مناسبی را عاید دستگاه می‌کند.
۲. طرح غیر انتفاعی: طرحی است که برای اجرای رفاه اجتماعی و عملیات زیربنایی و احداث ساختمان و تاسیسات برای تسهیل تمامی وظایف دولت اجرا می‌گردد و هدف کسب درآمد نیست.
۳. طرح مطالعاتی: طرحی که براساس قرارداد بین سازمان و سایر دستگاه‌های اجرایی یا موسسات علمی متخصص برای بررسی خاص یک موضوع اجرا می‌شود. همچنین طرح عمرانی بصورت ملی و استانی نیز قابل تقسیم است و به تبع آن اعتبارات نیز در دو بخش ملی و یا استانی می‌باشد. اعتبار طرح‌های عمرانی ملی به وسیله وزارتخانه‌ها و موسسات دولتی و اعتبار طرح‌های عمرانی استانی با همکاری دستگاه‌های اجرایی محلی از طریق شوراهای برنامه‌ریزی و توسعه استان‌ها صورت می‌گیرد.

۲-۴. پروژه عمرانی

مجموعه عملیات و خدمات طراحی و ساخت تمام یا قسمتی از یک طرح عمرانی، به صورت واحدی مستقل یا قابل بهره برداری از آن طرح را پروژه عمرانی می نامند.

۲-۴-۱. فرایند پروژه های عمرانی

به طور کلی، هر پروژه عمرانی در سه مرحله اجرا می شود که مرحله اول به دو قسمت شناخت و طراحی مقدماتی معماری تقسیم می شود. مرحله دوم اجرایی نقشه ها و مرحله سوم اجرا می باشد که علاوه بر سه مرحله فوق، مرحله دیگری وجود دارد که مربوط به زمان پس از اتمام انجام پروژه بوده و همان نگهداری و تعمیر است:



نمودار ۲-۱- فرایند و مراحل پروژه های عمرانی

۲-۵. نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی کشور

نظام فنی و اجرایی، عبارت است از مجموعه اصول، روش ها، مقررات و ضوابط فنی، حقوقی و مالی حاکم بر تهیه، اجرا و ارزشیابی طرح های عمرانی کشور و چگونگی انتخاب

و بکارگیری عوامل دست اندرکار مربوط به آن و نیز تبیین مشخصات عوامل یاد شده و نحوه ارتباط آنها.

گستره یا مباحث طرح شده در نظام فنی و اجرایی، شامل موارد زیر است:

الف) مطالعات بنیادی، تحقیقاتی، پایه، منطقه ای (آمایش سرزمین) و جامع بخشی

ب) معیارها، استانداردها و ضوابط فنی

پ) تهیه طرح

ت) اجرای طرح

ث) ارزشیابی

۲-۶. مشاور و روش انتخاب مشاوران در طرح‌های عمرانی

۲-۶-۱. مشاور

مشاور شخصی حقیقی و یا حقوقی است که دارای گواهینامه صلاحیت برای انجام کار مشاوره است.

۲-۶-۲. گواهینامه صلاحیت مشاور و معیارهای تشخیص

گواهینامه صلاحیت مشاور مدرکی است که براساس مقررات آیین نامه تشخیص صلاحیت مشاوران به منظور اعلام صلاحیت مشاور از سوی سازمان برای ارائه خدمات مشاور صادر می شود.

براساس ماده ۱۰ آیین نامه تشخیص صلاحیت مشاوران، معیارهای تشخیص صلاحیت بشرح زیر می باشد:

الف- نیروی انسانی متخصص

ب- کارهای انجام شده (تجربه کاری شرکت)

پ- ساختار مدیریتی

ت- امکانات پشتیبانی

۲-۶-۳. انواع مشاوران

براساس ماده ۳ آیین نامه تشخیص صلاحیت مشاوران، مشاوران برای تشخیص صلاحیت از حیث حقیقی و حقوقی به انواع زیر تقسیم می شوند:

نوع اول- شخص حقیقی: کارشناس ایرانی دارای تحصیلات دانشگاهی که طبق آیین نامه تشخیص صلاحیت مشاوران واجد صلاحیت شناخته شود.

نوع دوم - اشخاص حقوقی (غیردولتی): بیش از پنجاه درصد مالکیت آن متعلق به اشخاص حقیقی یا حقوقی غیر دولتی و ترکیبی از آنها باشد.

نوع سوم- اشخاص حقوقی دولتی: براساس قوانین و مقررات برای انجام فعالیت های نظام فنی و اجرایی تشکیل یافته و انجام خدمات مورد درخواست در موضوع فعالیت آنها در اساسنامه قید شده باشد.

نوع چهارم- اشخاص حقوقی بخش عمومی: براساس قوانین و مقررات برای انجام خدمات مورد درخواست در موضوع فعالیت آنها در اساسنامه قید شده باشد و مالکیت این واحدها متعلق به بخش عمومی باشد.

نوع پنجم: سایر واحدهای خدمات مشاوره ایرانی و خارجی و مراکز علمی-پژوهشی که حائز شرایط نوع اول، دوم، سوم و چهارم نباشند و گروههای همکاری مدنی که برای یک کار خاص تشکیل شده باشد، نوع پنجم محسوب می شوند.

مشاوران از حیث گروه در ۱۴ دسته به شرح زیر تقسیم می شوند که در هر گروه تخصص های متعدد دیگر قرار دارد:

۱- شهرسازی و معماری / ۲- راه و ترابری / ۳- مهندسی آب / ۴- مطالعات کشاورزی / ۵- انرژی / ۶- پست و مخابرات / ۷- صنعت / ۸- معدن / ۹- نفت و گاز / ۱۰- میراث فرهنگی / ۱۱- آمار / ۱۲- خدمات مدیریت / ۱۳- خدمات برنامه ریزی و اقتصاد / ۱۴- تخصص های مشترک (محیط زیست، نقشه برداری، GIS، هواشناسی، مطالعات جغرافیایی و برنامه ریزی فضایی و ...)

براساس ماده ۵ آیین نامه تشخیص صلاحیت مشاوران، مشاوران در پایه‌های سه، دوم، یک در هر تخصص و همچنین پایه نهایی در گروه‌های تخصصی تعیین صلاحیت می‌شوند.

۲-۶-۴. روش انتخاب مشاوران
براساس ماده ۱۶ آیین نامه تشخیص صلاحیت مشاوران، روش‌های انتخاب مشاوران عبارت است از:

۱. روش انتخاب براساس کیفیت و قیمت (QCBS): مشاور منتخب طی فرایند رقابت کیفی، فنی و مالی انتخاب می‌شود. در این روش پیشنهادهای فنی و مالی مشاوران فهرست کوتاه، تراز شده و کمترین قیمت تراز شده ملاک انتخاب مشاور بوده و عقد قرارداد با قیمت مندرج در پاکت قیمت مشاور منتخب انجام می‌پذیرد. این روش را فقط برای خدمات مشاوره‌ای که حوزه کار مشخص دارند، می‌توان استفاده نمود.

۲. روش انتخاب براساس کیفیت: مشاور منتخب طی فرایند رقابت کیفی و فنی انتخاب می‌شود. این روش در کارهای پیچیده و دارای حوزه کار نامشخص با کارهایی که آثار اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی وسیع و بلند مدت داشته باشد، کاربرد دارد.

۳. روش بودجه ثابت: در این روش قیمت مربوط به هزینه خدمات مشاور توسط مراجع صلاحیتدار تعیین و محدود به مبلغ معینی می‌شود. این روش برای کارهای ساده، تکراری و دقیقاً قابل شرح که بودجه آن ثابت باشد، کاربرد دارد. در این روش کارفرما باید محدوده کار، شرح تفصیلی خدمات و مبلغ مورد نظر را برای مشاوران در اسناد درخواست پیشنهاد مشخص نماید. این روش برای کارهایی که مدت و حجم مشخص ندارد قابل استفاده نمی‌باشد.

۴. روش انتخاب تک گزینه ای: روشی است که در آن مشاور بدون وابستگی به فرایند ارزیابی کیفی، فنی و مالی انتخاب می شود. با این وجود مذاکره فنی و مالی توسط کارفرما برای تنظیم قرارداد انجام می پذیرد.
۵. روش مسابقه: این روش طبق اهداف، ضوابط و معیارهای نشریه شماره ۲۴۰ با عنوان "راهنمای برگزاری مسابقات معماری و شهرسازی در ایران" انجام می شود و فرایندهای ارزیابی کیفی، فنی و مالی مشاوران در این روش مطابق نشریه یاد شده می باشد.
۶. روش انتخاب براساس تعرفه: برای این روش در اسناد درخواست پیشنهاد، نحوه و میزان حق الزحمه مشاور کاملاً براساس ضوابط و دستورالعمل های ابلاغی تعیین می شود. لذا انتخاب مشاور طی فرایند رقابت کیفی و فنی انجام می پذیرد.

۲-۶-۵. فرایند انتخاب مشاوران

به استناد ماده ۱۱ آیین نامه تشخیص صلاحیت مشاوران، کارفرما موظف است فرایند انتخاب مشاوران را مستندسازی کند. مستند سازی فرایند انتخاب مشاوران شامل موارد زیر است:

۱. فراخوان مشاوره
۲. فهرست بلند مشاوران (نام مشاور منتخب در روش تک گزینه ای)
۳. استعلام ارزیابی کیفی (بجز در روش تک گزینه ای)
۴. گزارش ارزیابی کیفی مشاوران (بجز در روش تک گزینه ای)
۵. اسناد درخواست پیشنهاد
۶. صورتجلسه پایانی
۷. خلاصه قرارداد که شامل موضوع، شماره، تاریخ، مبلغ، مدت، نام مشاور و اهم خدمات است.
۸. اسناد و مدارک اخذ شده از مشاوران در طول فرایند خرید خدمات مشاوره
۹. اسناد قراردادی که شامل قرارداد، ضامم و ملحقات آن است.

۲-۷. پیمانکار و روش انتخاب پیمانکاران در پروژه های عمرانی

۲-۷-۱. پیمانکار

پیمانکار، شخصی حقیقی و یا حقوقی است که برای انجام کار، طبق مقررات آیین نامه طبقه بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران، با داشتن شرایط لازم گواهینامه صلاحیت پیمانکاری دریافت می کند. شرکت پیمانکاری به شرکتی اطلاق می شود که پس از ثبت در اداره ثبت شرکت ها و مالکیت های صنعتی و یا در اداره ثبت اسناد و املاک، عهده دار اجرای کاری از طرف سازمان، شخص یا منبعی با قیمت های معین و هزینه مشخص است.

۲-۷-۲. گواهینامه صلاحیت پیمانکاری و معیارهای تشخیص

گواهینامه صلاحیت پیمانکاری، مدرکی است که براساس مقررات آیین نامه طبقه بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران و به ازای احراز شرایط لازم از سوی سازمان برای فعالیت پیمانکاری در چارچوب ضوابط و مقررات صادر و طی ترتیبات مقرر در آیین نامه مذکور اصلاح و تمدید می گردد.

براساس ماده ۸ آیین نامه طبقه بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران، معیارهای تشخیص صلاحیت پیمانکاران عبارت است از:

الف- ارزشیابی

ب- تخصص و تجربه

پ- توان مالی

۲-۷-۳. انواع پیمانکاران

براساس ماده ۵ آیین نامه طبقه بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران، پیمانکاران برحسب توان به شرح زیر طبقه بندی می شوند:

الف) نوع اول: پیمانکاران حقیقی و اشخاص حقوقی بخش خصوصی ایرانی که ۱۰۰٪ سهم شرکت یا سهام آنها متعلق به اشخاص حقیقی ایرانی باشد.

ب) نوع دوم: پیمانکارانی که ۱۰۰٪ مالکیت سهم شرکت یا سهام آنها متعلق به دولت، شهرداریها، موسسات یا نهادها و ارگانهای انقلاب اسلامی یا دیگر موسسات عمومی و عام‌المنفعه باشد.

پ) نوع سوم: گروه‌های مشارکت و سایر پیمانکارانی که حائز شرایط نوع اول و دوم نباشند، نوع سوم محسوب می‌شوند.

براساس ماده ۶ آیین‌نامه طبقه‌بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران، پیمانکاران برحسب نوع فعالیت (رشته) به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

الف) رشته ساختمان: در برگیرنده امور پیمانکاری مربوط به ساخت ساختمانها و ابنیه اعم از چوبی، آجری، سنگی، بتنی و فلزی و نظایر آن/ب) رشته آب / پ) رشته حمل و نقل / ت) رشته صنعت / ث) رشته برق / ج) رشته تاسیسات و تجهیزات / چ) رشته کاوشهای زمینی / ح) رشته ارتباطات / خ) رشته کشاورزی / د) رشته خدمات

براساس ماده ۷ آیین‌نامه طبقه‌بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران، پیمانکاران با توجه به معیارهای صلاحیت در پنج پایه - از بزرگ به کوچک از نظر توان و ظرفیت - به شرح زیر رتبه بندی می‌شوند:

الف- پیمانکاران پایه یک

ب- پیمانکاران پایه دو

پ- پیمانکاران پایه سه

ت- پیمانکاران پایه چهار

ث- پیمانکاران پایه پنج

۲-۷-۴. روش انتخاب پیمانکاران

در بخش خصوصی، انتخاب پیمانکاران پروژه‌های عمرانی و واگذاری کار به آنها کاملاً وابسته به نظر کارفرما می‌باشد. اما در سازمانهای دولتی و نهادهای عمومی با توجه به

موضوع تابع قوانین کشوری و سازمانی می باشد که روش قانونی و متداول برگزاری مناقصه

است.

۲-۷-۱-۱. تعریف مناقصه

براساس ماده ۲ قانون برگزاری مناقصات مصوب سال ۱۳۸۳، مناقصه فرایندی است رقابتی برای تعیین کیفیت مورد نظر (طبق اسناد مناقصه) که در آن تعهدات موضوع معامله به مناقصه گری که کمترین قیمت متناسب را پیشنهاد کرده باشد، واگذار می گردد.

۲-۷-۱-۲. طبقه بندی انواع مناقصات

براساس مفاد ماده ۴ قانون برگزاری مناقصات، طبقه بندی انواع مناقصات به شرح زیر است

الف- مناقصات از نظر مراحل بررسی به انواع زیر طبقه بندی می شوند:

۱. مناقصه یک مرحله ای: مناقصه ای است که در آن نیازی به ارزیابی فنی بازرگانی

پیشنهادها نباشد. در این مناقصه پاکت های پیشنهاد مناقصه گران در یک جلسه

گشوده و در همان جلسه برنده مناقصه تعیین می شود.

۲. مناقصه دو مرحله ای: مناقصه ای است که به تشخیص مناقصه گزار، بررسی فنی

بازرگانی پیشنهادها لازم باشد. در این مناقصه، کمیته فنی بازرگانی تشکیل می شود

و نتایج ارزیابی فنی بازرگانی پیشنهادها را به کمیسیون مناقصه گزارش می کند و

براساس مفاد ماده ۱۹ این قانون برنده مناقصه تعیین می شود.

ب- مناقصات از نظر روش دعوت مناقصه گران به انواع زیر طبقه بندی می شوند:

۱- مناقصه عمومی: مناقصه ای است که در آن فراخوان مناقصه از طریق آگهی عمومی به اطلاع مناقصه گران می رسد.

۲- مناقصه محدود: مناقصه ای است که در آن به تشخیص و مسؤلیت بالاترین مقام

دستگاه مناقصه گزار، محدودیت برگزاری مناقصه عمومی با ذکر ادله تأیید شود.

ضوابط موضوع مواد ۱۳ و ۲۷ این قانون [به اطلاع مناقصه گران صلاحیت دار] براساس

به اطلاع مناقصه گران می رسد.

در خصوص برخی موارد مشخص شده در ماده ۲۹ قانون برگزاری مناقصات، الزامی به برگزاری مناقصه وجود نداشته و دستگاه اجرایی می تواند بدون انجام تشریفات مناقصه اقدام نماید که اصطلاحاً ترک تشریفات نام دارد.

۲-۷-۴-۳. اعضا کمیسیون مناقصه

الف - براساس مفاد ماده ۵ قانون برگزاری مناقصات، ترکیب اعضا کمیسیون مناقصه به شرح زیر است:

۱- رئیس دستگاه مناقصه گزار یا نماینده وی.

۲- ذیحساب یا بالاترین مقام مالی دستگاه مناقصه گزار حسب مورد.

۳- مسؤل فنی دستگاه مناقصه گزار یا واحدی که مناقصه به درخواست وی برگزار می شود.

ب - در مناقصات مربوط به شهرداریها، از سوی شورای شهر یک نفر بعنوان ناظر در جلسات شرکت خواهد کرد.

ج - کمیسیون با حضور هر سه نفر اعضای مزبور رسمیت دارد و تمام اعضا مکلف به حضور در جلسه و ابراز نظر هستند. تصمیمات کمیسیون با رأی اکثریت اعضا معتبر خواهد بود.

د - در مناقصات دو مرحله ای کمیسیون، مناقصه با حضور رئیس دستگاه مناقصه گزار تشکیل می شود.

۲-۷-۴-۴. فرایند برگزاری مناقصه

براساس مفاد ماده ۹ قانون برگزاری مناقصات، فرایند برگزاری مناقصه به شرح زیر است:

الف- تأمین منابع مالی.

ب- تعیین نوع مناقصه در معاملات بزرگ (یک مرحله ای یا دو مرحله ای، عمومی یا محدود).

ج- تهیه اسناد مناقصه.

د- ارزیابی کیفی مناقصه گران در صورت لزوم.

ه- فراخوان مناقصه.

و- ارزیابی پیشنهادها.

ز- تعیین برنده مناقصه و انعقاد قرارداد.

فصل ۵. مدیریت ماشین آلات

ماشین آلات یکی از بزرگترین اقلام سرمایه‌ای مجریان و پیمانکاران محسوب می‌شود. با توجه به تنوع ماشین آلات مورد استفاده در طرح‌های عمرانی، برنامه‌ریزی و ارزیابی عملکرد جهت دسترسی به اهداف پروژه، از موضوعات مهمی است که دقت در آن موجب دستیابی به اهداف تعیین شده می‌گردد.

۵-۱. ساختار عمومی ماشین آلات عمرانی

ماشین آلات عمرانی عموماً وسایلی هستند که جهت آسان نمودن کار نیروی انسانی در امر ساختن جاده، اتوبان، ساختمان سازی و سدسازی و یا کارهایی نظیر تسطیح و تونل کنی و نهرکنی و غیره بکار می‌روند.

۵-۲. دسته بندی ماشین آلات عمرانی

ماشین آلات عمرانی براساس نوع کار، ماهیت روش کار، شرایط راه اندازی، نوع سیستم محرکه، ظرفیت خروجی، سیستم انتقال حرکت و نوع سیستم کنترل، گروه بندی می‌گردد. یک نوع دسته بندی ماشین آلات عبارتند از:

۱. ماشین آلات گروه عملیات خاکی
۲. ماشین آلات گروه عملیات بتنی
۳. ماشین آلات گروه تولید سنگدانه
۴. ماشین آلات بالابرنده اوزان

۵-۲-۱. ماشین آلات گروه عملیات خاکی

۵-۲-۱-۱. لودر

لودرها بطور وسیعی در کارهای ساختمانی برای حمل توده مواد (نظیر خاک و سنگ)، بارگیری کامیون‌ها، خاکبرداری، حفاری و گاهی تسطیح (به عنوان بولدوزر) و غیره بکار گرفته می‌شوند. برخلاف اسکرپرها که به طور همزمان برای بارگیری و حمل استفاده می‌شوند، لودرها همواره باید به همراه ماشین‌های انتقال دهنده مانند کامیون‌ها به کار گرفته شوند. به طور کلی لودرها قادرند کارهای مختلفی را که در ۴ دسته زیر خلاصه می‌شود، انجام دهند:

الف- بارگیری ماشین آلات حمل مواد خاکی: با لودر می‌توان مواد خاکی نظیر شن، خاک معمولی، سنگ شکسته، پس ماند کارخانجات و واحدهای صنعتی و غیره را داخل کامیون و سایر وسایل باربر ریخته و آنها را پر کرد.

ب- بلند کردن بار و انتقال آن: در کارهای ساختمانی با لودر می‌توان مصالح بنایی از قبیل آجر، بلوک بتنی پیش ساخته و غیره را در محوطه کارگاه حمل و جابجا نمود.

ج- خاکبرداری: این ماشین در کارهای خاکبرداری ساختمانها به خصوص گودبرداری خاک‌های سست تا متوسط بسیار سودمند تشخیص داده شده است، زیرا کندن و جابجا کردن خاک و انباشته و بارگیری کردن آن با لودر سریعتر از سایر ماشین‌آلات صورت می‌گیرد.

د- تمیز کردن قشر سطحی زمین کارگاه: در زمین‌هایی که جنس آن زیاد سخت نبوده و تا حدودی نرم باشد، از لودر برای کندن و تمیز کردن محل کار استفاده می‌کنند.

لودرها بطور کلی شامل قسمتهای زیر می‌باشند:

۱. موتور

۲. شاسی

۳. سیستم هیدرولیک

۴. جام

۵-۲-۱-۱- انواع لودر

اصولاً دو نوع لودر نصب شده روی تراکتور وجود دارد:

۱. لودر چرخ زنجیری

۲. لودر چرخ لاستیکی



۵-۲-۱-۲. بولدوزر

تراکتور از مهمترین ماشین آلات ساختمانی می باشد و کاربرد فراوانی دارد. بر روی تراکتور قطعات مکانیکی مختلفی از قبیل تیغه های بولدوزر، رپیرها و بیل های مکانیکی نصب شده و در کارهای ساختمانی متنوعی از آن استفاده می شود. به همین دلیل تراکتور به عنوان مهمترین ماشین ساختمانی شناخته می شود. با یک تعریف دقیقتر می توان گفت تراکتوری که مجهز به یک تیغه در قسمت جلویی باشد را بولدوزر گویند. بولدوزر از دو بخش اساسی تراکتور و تیغه تشکیل شده است، که تیغه توسط یک سیستم قاب متصل کننده به تراکتور متصل می شود. در عملیات خاکی، معمولاً بیشترین مسافت بهینه ای که خاک توسط بولدوزر حمل می شود، حدود ۱۰۰ متر و کمترین مقدار آن حدود ۸ متر است. مهمترین عاملی که در عملکرد بولدوزر تاثیر زیادی دارد، نوع تیغه ای است که توسط آن عملیات خاکی صورت می گیرد.



بولدوزر از بخش‌های اصلی زیر تشکیل یافته است:

1- تراکتور

2- تیغه

3- سیستم هدایت کننده تیغه

4- ریپر (در موارد خاص)



۵-۲-۱-۳. ریپر

ریپر یا خراشنده‌ها قرن‌ها برای شکافتن سنگ بکار رفته‌اند. گاو آهن‌ها که در گذشته توسط کشاورزان برای شخم زدن مزارع به کار می‌رفته است، از نظایر آن می‌باشد. امروزه برای عملیات حفاری در زمین‌های سخت، ابتدا به کمک ریپر زمین را سست کرده، سپس توسط بولدوزر عملیات حفاری صورت می‌گیرد. امروزه ریپر را به تراکتور و یا بولدوزر متصل می‌کنند و بدین ترتیب با ایجاد یک نیروی فشاری قوی در زمین، عملیات سست کردن

زمین‌های سخت صورت می‌گیرد. ریپر از ادوات متصل شده به ماشین آلات دیگر است که موارد استعمال آن عبارتند از:

۱. سست کردن زمین‌های سخت و سنگی برای انجام عملیات حفاری در این زمین‌ها

۲. برای کندن سطح آسفالت‌های کهنه

۳. آماده کردن منطقه برای کار اسکرپور و گریدر

۴. برای شکستن رویه‌های بتنی و دال‌های بتنی

۵. برای پاک کردن زمین و کندن ریشه‌های درختان

۵-۲-۱-۴. غلتک‌ها

اساسی‌ترین مساله در راهسازی و عملیات ساختمانی، رساندن میزان دانسیته و مقاومت لایه‌های خاک به مقدار مطلوب می‌باشد. این مقادیر باید در حدی باشد تا سطوح مختلف زمین در اثر تنش‌های وارده ناشی از عبور بار تغییر شکل نداده و بتواند تحمل جذب و انتقال بار از لایه‌های بالاتر به پایین‌تر را داشته باشند. برای این منظور باید لایه‌های مختلف خاک را تا حد قابل قبولی متراکم نمود.

تراکم عبارتست از ازدیاد دانسیته خاک از طریق نزدیک کردن ذرات و دانه‌های خاک به یکدیگر که معمولاً با خارج کردن هوا از فضاهاى خالی بین ذرات خاک انجام می‌گیرد. عمل تراکم خاک به وسیله غلتک‌ها انجام می‌گیرد که آنها با استفاده از چهار نوع نیروی به شرح زیر، خاک را متراکم می‌کنند:

۱. وزن استاتیکی (اعمال فشار)

۲. ضربه

۳. ارتعاش

۴. عمل ورزیدن (با حرکات خاص، خاک را به اصطلاح عمل می‌آورند)



۵-۲-۱-۵. گریدر

از گریدر برای پخش خاک، تنظیم سطح راه، شیب دادن به سطح راه، ایجاد و تنظیم شانه‌های راه، اجرای کارهای عمومی ساختمانی نظیر کانال سازی اعم از مقطع V یا دوزنقه، مخلوط کردن انواع خاک با دانه‌بندی‌های مختلف، رد میکس، پخش آسفالت و برف‌روبی استفاده می‌شود. دقت در انجام عملیات با گریدر می‌تواند تاثیر قابل توجهی در هزینه عملیات خاکی پروژه‌های مربوط داشته باشد.



۵-۲-۱-۵. انواع گریدر

گریدرها شامل دو نوع، موتوردار و بدون موتور می‌باشند که هر یک از این دو نوع دارای معایب و محاسنی هستند که کاربرد همه جانبه آنها را محدود می‌سازد.

۱. گریدر بدون موتور: این گریدر در حدود ۱۰۰ سال قبل بصورت ابتدایی آن یعنی تیغه معلق که زیر دو چرخ می‌شد، ساخته شد. به تدریج که

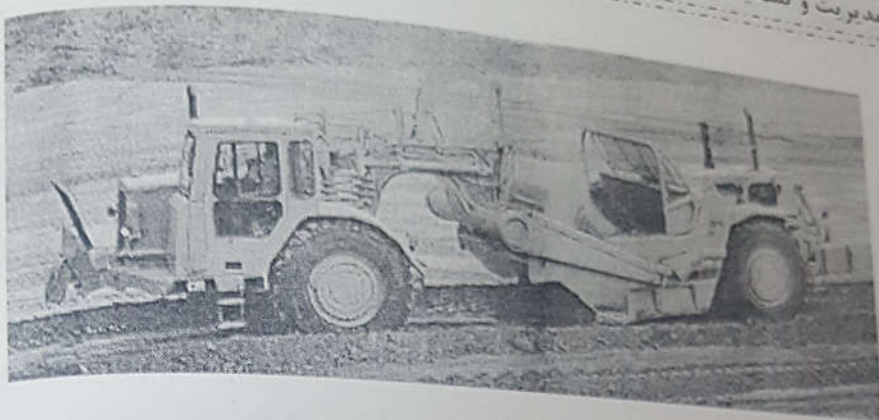
موارد کاربرد آن در راهسازی ازدیاد یافت، گریدرهای بدون موتور که توسط تراکتور کشانده می‌شدند، به بازار عرضه شدند. استفاده از گریدرهای بدون موتور برای کار در زمین‌های سخت و یا آبدار بر نوع موتوردار ارجح است.

۲. گریدر موتوردار: این نوع گریدرها از نظر اقتصادی و فنی دارای محاسن بسیاری هستند. امروزه تنها گریدرهای موتوردار تولید می‌شوند که از لحاظ اندازه خود به دو نوع تقسیم می‌شوند:

- گریدرهای سبک: از این نوع گریدر برای اکثر کارهای معمول از قبیل پخش مواد خاکی و تنظیم و تسطیح سطح راه استفاده می‌شود.
 - گریدرهای سنگین: از این نوع گریدر برای تسطیح سطح جاده‌ها و راه‌ها و همچنین عملیات خاکی با احجام بالا استفاده می‌شود.
- همچنین می‌توان گریدرها را به لحاظ نوع و ابعاد تیغه، مفصلی بودن و خاصیت کمرشکنی تقسیم کرد.

۵-۲-۱-۶. اسکرپرها

اسکرپرها دستگاه‌هایی هستند که توسط تراکتور کشیده و یا هل داده می‌شوند و برای کندن، بارگیری، حمل، تخلیه، پخش و تراکم اولیه مواد خاکی به کار می‌روند. اسکرپر می‌تواند موتور سر خود نیز باشد. اگر بدون موتور باشد، دارای دو چرخ در عقب است و دو چرخ تراکتور در جلو باعث تعادل می‌شود. اسکرپر موتوردار دارای چهار چرخ است. اسکرپرها در زمین‌هایی کاربرد دارند که عاری از سنگ‌های درشت باشند. این دستگاه‌ها به عنوان یکی از بهترین ماشین‌های بارگیری و حمل شناخته شده‌اند. اسکرپرها قادرند بارشان را در لایه‌های یکنواخت ذخیره نمایند که این عمل باعث سهولت بعدی در اجرای پخش خاک در خاکریزها می‌گردد. با صرفه‌ترین فاصله حمل در کار با اسکرپر بدون موتور، ۹۰ تا ۴۵۰ متر و در موتوردار، ۲۷۰ تا ۱۵۰۰ متر می‌باشد. از اسکرپر می‌توان برای برش و انتقال تمام خاک‌ها به جز خاک‌های دارای قلوه سنگ استفاده کرد. زیرا قلوه سنگ‌ها باعث فرسایش سریع تیغه و جام اسکرپر می‌شوند.



۷-۱-۲-۵. کامیون

اساساً کامیون به دستگاه کشنده‌ای اطلاق می‌شود که متشکل از یک شاسی و یک کشنده (موتور) باشد. بسته به اینکه بر روی شاسی چه نوع تجهیزات و یا ملحقات دیگری متصل شود، نام‌گذاری متفاوت می‌گردد. می‌توان بر روی شاسی کامیون تجهیزاتی نظیر تراک میکسر، اتاق حمل کالا، جرثقیل، کفی، پمپ بتن، تانکر حمل مایعات، آبپاش، قیرپاش و همچنین کمپرسی حمل مصالح قرار داد. کامیون‌ها در انواع دیزلی، بنزینی و یا گازسوز، یک یا دو دیفرانسیلی و با دو، سه یا چهار محوره به بازار عرضه می‌شوند و تمام این انواع در جاده‌های آسفالتی و غیرآسفالتی یا خارج از جاده‌های عمومی حرکت می‌کنند. با توجه به انواع کامیون، موارد کاربرد آنها به قرار زیر است:

۱. حمل مصالح خاکی و قطعات سنگی در تمامی شرایط محیطی
۲. استفاده در عملیات سنگین خاکی از قبیل سدسازی، تونل‌سازی، معادن و غیره
۳. تخلیه خاک به صورت دپو در امتداد یک مسیر

۷-۱-۲-۵. انواع کامیون‌ها

کامیون‌های را به طور کلی می‌توان به دو نوع کامیون‌های جاده‌ای و غیرجاده‌ای تقسیم نمود. کامیون‌های جاده‌ای به لحاظ مقررات ترافیکی قادر به تردد در جاده‌ها هستند، در حالیکه کامیون‌هایی که ظرفیت آنها از مقادیر مجاز تجاوز نماید، صرفاً باید در کارگاه‌ها استفاده شده و برای تردد بین کارگاه‌ها باید سوار کفی شوند. کامیون‌های غیرجاده‌ای به انواع دامپتراک و کامیون‌های کمرشکن تقسیم می‌شوند. لازم به ذکر است کامیون‌ها از نظر نوع تخلیه نیز به

کامیون‌های کمپرسی و غیرکمپرسی تقسیم می‌شود. نوع کمپرسی دارای جک هیدرولیکی به منظور عمل تخلیه می‌باشد.

۵-۲-۱-۸ کلامشل

برای انجام عملیات حفاری و گودبرداری، ماشین آلات متنوعی وجود دارد که نوع و اندازه آن بر اساس نوع کار و شرایط منطقه‌ای تعیین می‌گردد. یکی از انواع این ماشین آلات کلامشل یا بیل منقاری می‌باشد. بهترین عملکرد این ماشین زمانی است که برای حمل و بلند کردن بار در حالت قائم از آن استفاده می‌شود. کلامشل ساختاری همانند یک جرثقیل دارد که در انتهای بوم آن یک جام با سیستم‌های کابل‌بندی متفاوت با جرثقیل، متصل شده است. بوم طویل و تنوع در ظرفیت جام آن، کاربرد این ماشین را تا حد زیادی افزایش داده است.



۵-۲-۱-۹. بکهولودر

ماشینی ترکیبی است که شامل یک لودر در جلو و یک بیل کانال کن در عقب می‌باشد. اندازه این ماشین از لودر و بیل مکانیکی کوچکتر می‌باشد و برای انجام کارها با حجم عملیات کم به کار می‌رود. این دستگاه جهت پی‌کنی سبک، حمل لوله‌ها، لایروبی، برداشتن موانع، کندن کانال‌های کوچک و متوسط جهت لوله‌گذاری، خاکبرداری‌های سبک و بارگیری کامیون‌های حمل خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد و اصطلاحاً به آن همه‌کاره کارگاه می‌گویند. این دستگاه به لحاظ ماهیت ساخت، توانایی انجام کار بیل مکانیکی و لودر در خاک‌های نرم و خاک‌های کشاورزی را نیز دارد.



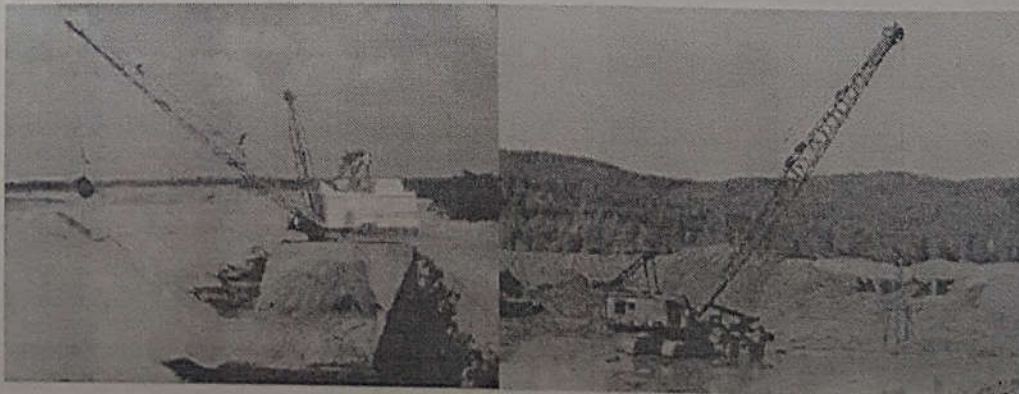
۱۰-۱-۲-۵. بیل مکانیکی

بیل‌های مکانیکی و هیدرولیکی برای گودبرداری در خاک‌های نرم و سخت، سنگ‌های نرم و مواد غیرسنگی استفاده می‌گردد. برای حفاری کانال‌هایی جهت جاگذاری لوله‌ها و کابل‌های ادارات برق، تلفن و آب و فاضلاب و حوضچه‌های بزرگ و نوع خاص آن برای معادن مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیل‌های مکانیکی می‌توانند انواع خاک‌ها بجز صخره سنگها را حفر نمایند. صخره سنگها باید ابتدا توسط دستگاه‌هایی مانند ریپر یا چکش هیدرولیکی تخریب و پس از آن توسط بیل برداشت شوند. از بیل‌ها برای حفاری خاک به خصوص در اغلب زمین‌های خرده سنگی که حفاری آن توسط ماشین آلات دیگر راه‌سازی جز بولدزر عملی نیست، استفاده می‌شود. بیل قادر است علاوه بر حفاری، مواد حاصله را در داخل وسائل حمل مواد خاکی بار نماید. از این ماشین برای بارکردن همه نوع مواد اعم از سنگی، شنی و رسی و غیره می‌توان استفاده کرد. همچنین برای حفر و زاویه دادن به کانالها از آن استفاده می‌شود. همچنین با بیل، کانال‌های متوسط و کوچک را هم که به اندازه جام بیل باشند می‌توان حفر نمود.



۵-۲-۱-۱۱. دراگلاین (بیل کشی)

برای انجام عملیات حفاری و گودبرداری ماشین آلات متنوعی وجود دارد که نوع و اندازه آن براساس نوع کار و شرایط منطقه ای تعیین می گردد. یکی از انواع این ماشین آلات دراگلاین می باشد که معمولاً برای حفاری نهرها، کانالها و نیز عملیات خاکبرداری در فواصل دور که دسترسی به آن سخت می باشد، استفاده می شود. این ماشین بدون اینکه وارد گودال حفاری شود، با قرار گرفتن در سطح زمین طبیعی به راحتی می تواند مشغول عملیات گودبرداری در گودال شود. همچنین این ماشین قادر به انجام عملیات حفاری در زیر سطح آب نیز می باشد که مزیت بزرگی برای این ماشین است. این ماشین پس از برداشت مصالح از محل حفاری، مصالح را با یک حرکت به داخل کامیون و یا هر نقطه دیگری تخلیه می کند.



۵-۲-۱۲. اوگر

اوگرها مته‌های دورانی هستند که از صفحه فولادی ماریپیج که به دور لوله‌ای مرکزی متصل شده، ساخته شده‌اند. این مته ماریپیچی اوگر نامیده می‌شود. در اوگر کار حفاری به کمک یک ماریپیج حلزونی دورانی انجام می‌شود که نیروی محرکه دورانی آن توسط موتور سوار شده بر آن (برقی یا هیدرولیکی) ایجاد می‌گردد و گاهی نیز از موتور کامیون و یا تراکتور جهت به حرکت درآوردن اوگر بهره‌گیری می‌شود. از این ماشین اغلب در حفر چال‌های قائم استفاده می‌شود.

۵-۲-۱۳. باب کت

یک لودر نسبتاً کوچک است که جام در جلوی آن و بازوی محرک جام به شاسی در قسمت عقب نصب شده است. سرعت و تحرک این وسیله بسیار زیاد می‌باشد.

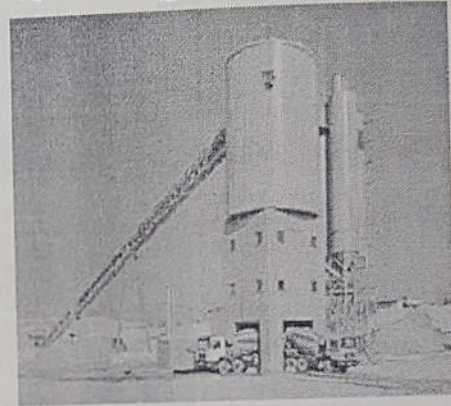


۵-۲-۲. ماشین آلات گروه عملیات بتنی

۵-۲-۲-۱. دستگاه‌های تولید بتن (بچینگ)

امروزه بتن به عنوان یکی از مصالح اصلی در پروژه‌های ساختمانی مطرح است و لذا مسئله نحوه تامین بتن مورد نیاز با کمیت و کیفیت مورد نظر اهمیت ویژه‌ای دارد. بچینگ‌ها برای تهیه بتن مطابق با خواسته‌های مورد نظر به وجود آمده‌اند و امروزه در طیف گسترده‌ای از خصوصیات و احجام به کار گرفته می‌شوند. بچینگ به مجموعه تجهیزاتی گفته می‌شود که برای تهیه بتن طبق طرح اختلاط مورد نظر و نیز تحویل مواد توزین شده به تجهیزات حمل،

قبل یا بعد از مخلوط کردن مصالح حسب مورد، به کار گرفته می‌شود. با توجه به گستره وسیع عملکرد، انواع مختلفی از بچینگ ساخته می‌شود و برای کاربردهای گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد. بچینگ‌ها در حالت کلی شامل اجزایی هستند، از قبیل سیلوهای سیمان، مخازن نگهداری سنگدانه‌ها و آب، سیستم‌های انتقال مصالح، تجهیزات توزین و پیمان‌ه کردن اجزا، تجهیزات کنترل و در صورت لزوم اجزای دیگری از قبیل دیگ آب گرم و تجهیزات سرمایشی مانند یخ سازها نیز به آن افزوده می‌شود.



۵-۲-۲-۱-۱. تسمه نقاله

تسمه نقاله در احجام بالا می‌تواند برای انتقال مصالح از منبع به کارگاه مورد استفاده قرار گیرد. این سیستم کاربرد زیادی دارد که علاوه بر حمل به کارگاه شامل تغذیه مخازن در انواع بچینگ‌ها نیز می‌شود. در بچینگ‌های عمودی غالباً برای تغذیه مخازن از تسمه‌نقاله استفاده می‌شود، مگر اینکه به علت کمبود فضا در کارگاه ملزم به استفاده از بالابر باشیم. روش تغذیه بچینگ‌ها توسط تسمه نقاله به این ترتیب است که تسمه‌نقاله با حرکت خود مصالح را از قیف بارگیری که توسط ادوات حمل پر شده و یا از داخل تونلی که در زیر دپوی مصالح قرار دارد، به مخازن سنگدانه‌ها منتقل می‌کند. بر حسب مورد می‌توان از تعداد بیشتری تسمه نقاله استفاده کرد که این در صورتی است که طول مورد نیاز برای تسمه زیاد نباشد. نحوه استقرار تسمه می‌تواند به دو صورت افقی و یا مایل باشد که این موضوع با توجه به ارتفاع مخازن تعیین می‌شود. در صورتی که شیب تسمه زیاد باشد، باید سطح آن به گونه‌ای طراحی

شده باشد که سنگدانه‌ها به پایین نغلتنند که این کار با ایجاد شیارهایی روی تسمه انجام می‌شود.

۲-۲-۵. سیلوی سیمان

سیمان مورد نیاز کارگاه که برای تولید بتن و ملات به کار می‌رود از کارخانجات و یا توزیع کنندگان سیمان خریداری و حمل می‌شود و در کارگاه در محل‌هایی که برای آن در نظر گرفته شده، نگهداری می‌گردد. بر حسب نوع کار و صرفه اقتصادی و فنی می‌توان سیمان را به صورت فله و پاکتی خریداری کرد. برای کارهای با حجم بالا استفاده از سیمان فله‌ای ترجیح دارد، چرا که ارزانتر از سیمان پاکتی است و ضایعات ناشی از پاره کردن پاکت‌ها از بین می‌رود و کیفیت نگهداری سیمان و حفاظت آن در برابر رطوبت بیشتر است، ضمن آنکه توزین و انتقال آن به بچینگ نیز راحت‌تر صورت می‌گیرد. در کنار این عوامل ایجاد آلودگی کمتر و تمیزی بیشتر نیز از مزایای استفاده از سیمان به صورت فله‌ای است. استفاده از سیمان فله‌ای نیازمند استقرار سیلوهای سیمان در کارگاه می‌باشد. در این حالت سیمان مستقیماً از سیلوهای کارخانه وارد بونکرهای سیمان می‌شود و این تجهیزات سیمان را به دور از رطوبت کاملاً سالم به کارگاه می‌رسانند. بونکرهای سیمان دارای کمپرسورهایی هستند که به منظور تخلیه سیمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از توقف بونکر در کنار سیلو، لوله تخلیه بونکر به لوله تغذیه سیلو متصل می‌شود و سیمان با فشار هوا از طریق لوله تغذیه از بالای سیلو وارد آن می‌شود.



۵-۲-۲-۳. دامپر

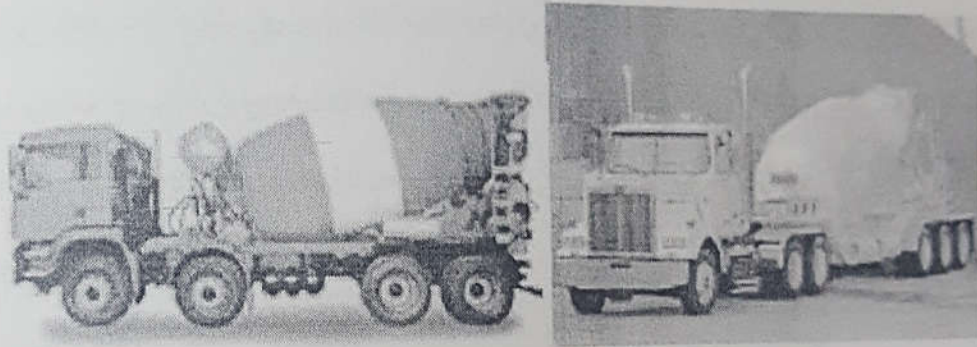
دامپرها یکی از تجهیزات حمل بتن و سایر مصالح در کارگاه‌ها در مقیاس کوچک و در مسافت‌های محدود هستند. شیوه کار دامپرها شباهت زیادی با روش قدیمی استفاده از فرغون دارد، با این تفاوت که نیروی محرکه آنها به جای عامل انسانی توسط موتور تامین می‌شود که این خود موجب افزایش سرعت و حجم کار می‌گردد. دامپرها معمولاً در فواصل حمل پایین به کار گرفته می‌شوند و در بیشتر موارد کارایی خوبی داشته و هزینه اولیه خود را به زودی مستهلک می‌کنند.



۵-۲-۲-۴. تراک میکسر

هر مخزن حمل بتن که بتواند در حین انتقال بتن آن را بچرخاند و از طرفی سبب اختلاط آن شود و از سوی دیگر مانع گیرش آن تا محل مصرف نهایی گردد، تراک میکسر نام دارد. این مخازن بنا به ضرورت می‌تواند بر روی کامیون، تریلی و یا هر نوع قوای محرکه حتی واگن‌های ریلی نیز مستقر شود. چنانچه تراک میکسر برای انجام تمام عملیات اختلاط استفاده شود، این عمل می‌تواند در محل تولید بتن قبل از رفتن به کارگاه یا در محل کارگاه و یا حتی در حین مسیر انجام شود. گاهی نیز از تراک میکسرها برای تکمیل عملیات اختلاط استفاده می‌شود. در این حالت باید یک کارخانه مرکزی اختلاط بتن، برای انجام اختلاط اولیه مورد استفاده قرار گیرد. هنگامی که از تراک میکسرها به عنوان انتقال دهنده بتن ساخته شده

توسط بتن مرکزی استفاده می‌شود، تراک میکسر تنها به عنوان واحد همزن عمل می‌کند. در صنعت تولید بتن آماده، تراک میکسرها باید بتوانند عملیات ۳ مرحله‌ای بارگیری، انتقال از محل تولید به محل مصرف و تخلیه را به خوبی انجام دهند. همه این عملیات - به علت اهمیت بسیار زیاد عنصر زمان در گیرش بتن - باید بدون هرگونه اتلاف زمان انجام شود.



۵-۲-۲-۵. پمپ بتن

استفاده از پمپ‌های بتن روش بسیار مناسبی برای بتن‌ریزی در فضاهای محدود مانند تونل‌ها و یافضاهای خارج از دسترس محسوب می‌شود. بطور مثال، در بتن‌ریزی در ارتفاع بویژه در ساختمان‌های مرتفع از پمپ بتن استفاده می‌شود. پمپ بتن دارای انواع مختلفی است.

۱-۵-۲-۲-۵. پمپ کامیونی تیرک (بوم) دار

در این دسته از پمپ‌ها یک پمپ بتن بر روی شاسی کامیون که ممکن است به دلیل تحمل وزن دارای محورهای بیشتری از کامیون‌های معمول باشد، نصب می‌گردد. به همین دلیل اصطلاحاً به آنها پمپ هوایی نیز گفته می‌شود. همچنین به منظور انتقال بتن تا محل مصرف از بازوهای تاشو که تعداد آنها بین ۳ تا ۴ بازو متغیر است، بهره می‌گیرد.



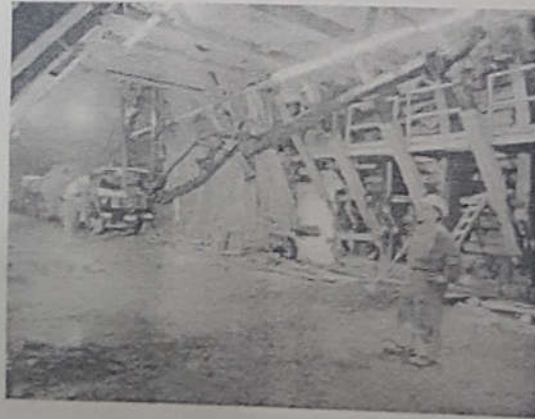
۲-۵-۲-۲-۵. پمپ بتن قابل حمل

این پمپ‌ها قدرت بیشتری نسبت به انواع دیگر پمپ‌های بتن دارند. مورد استفاده این نوع پمپ‌ها در کارگاه‌هایی که حجم بتن‌ریزی زیاد دارند، یا در برج‌هایی که نیاز به بتن‌ریزی در ارتفاع بالا دارند و یا در پروژه‌هایی مثل تونل‌ها و پل‌های طولانی می‌باشد. این پمپ‌ها یا بر روی شاسی کامیونی نصب می‌شوند یا در مواردی به صورت خودکششی تولید می‌گردند. ولی در اغلب موارد باید توسط کشنده دیگری یدک کشیده می‌شوند که اصطلاحاً پمپ زمینی نامیده می‌شوند. توان این پمپ‌ها عموماً از دیزل تامین شده و در موارد معدودی دارای موتور برقی نیز مشاهده می‌شود.



۳-۵-۲-۲-۵. پمپ بتن تونل

از این پمپ‌ها در بتن‌ریزی سطوح داخلی تونل‌ها و گالری‌ها استفاده می‌شود و می‌تواند تا ۵۰٪ از مخارج بتن‌ریزی تونل را کاهش دهد. ساختار فیزیکی این ماشین‌ها به گونه‌ای طراحی شده که بتن‌ریزی در سقف و دیواره گالری‌ها را ساده‌تر و بهینه‌تر می‌کند.



۵-۲-۲-۶. بونکر سیمان
 برای تامین سیمان مورد نیاز کارگاه در صورتی که از نوع فله آن استفاده شود، نیاز است که سیمان مورد نظر از کارخانه با استفاده از تجهیزاتی به محل آورده شود. با توجه به حساسیت سیمان نسبت به رطوبت این تجهیزات باید به گونه‌ای باشند که سیمان داخل آنها از عوامل محیطی محافظت شود. بونکرهای سیمان برای همین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. این بونکرها که شیوه کار آنها شباهت زیادی به سیلوها دارد، عموماً در ظرفیت‌های تقریبی ۳۰ و ۱۵ مترمکعب ساخته می‌شوند. طراحی مخزن آنها به گونه‌ای است که سیمان در داخل آن کاملاً سالم می‌ماند و به آسانی به سیلوهای ذخیره منتقل می‌شود. بونکرها با توجه به محل کارگاه و کارخانه تولید سیمان می‌توانند به صورت ریلی و یا کامیونی باشند.



۵-۲-۲-۷. بتونیر

برای تولید بتن مرغوب، باید مواد متشکله بطور کامل مخلوط شود، به نحوی که مواد سنگی با اندازه‌های مختلف بطور یکسان در تمام حجم بتن توزیع شود. اگر از یک مخلوط بتن مرغوب بطور تصادفی نمونه‌برداری شود، هر نمونه دارای وزن مخصوص، مشخصات اسلامپ، مقدار هوا و سیمان و دانه‌های سنگی مشابه خواهد بود. وظیفه این کار یعنی تولید چنین مخلوط یکنواختی بر عهده میکسرهای بتونیرها اصطلاحاً به میکسرهایی که در ظرفیت‌های پایین و به خصوص در کارهای کوچک به کار می‌روند، اطلاق می‌شود.

این نوع از میکسرها قابلیت جابه‌جا شدن را دارند، ولی در هنگام عملیات مخلوط کردن، ثابت هستند. اساس کار به این ترتیب است که عمل اختلاط بر اثر حرکت دورانی درام (جام) صورت می‌گیرد. بتونیرها به دو نوع کلی با محور ثابت و محور متحرک تقسیم می‌شوند.



۵-۲-۲-۸ ویراتور

وقتی که بتن با اسلامپ پایین، داخل قالبی ریخته شود، حالت چسبنده‌ای دارد. با توجه به اختلاط، اندازه و شکل قالب، مقدار فولادی که برای مسلح کردن بکار رفته و روش تخلیه بتن به قالب، به اندازه ۱۰ تا ۳۰ درصد از حجم بتن، هوا داخل آن می‌شود. مساله، فرونشاندن این جرم متخلخل و در عین حال چسبنده و تبدیل آن به بتن متراکمی است که در آن هوایی وجود نداشته باشد. به شکلی که درصد هوا از ۱۰ تا ۳۰ درصد به حداکثر ۲ درصد کاهش یابد.



۹-۲-۲-۵. پمپ بتن پاش
شاتکریت را می توان ملات و بتن دانست که به کمک هوای فشرده از طریق شلنگ های لاستیکی با سرعت بالا به سطح مورد نظر پاشیده می شود. در واقع شاتکریت، همان کاربرد پنوماتیکی ملات یا بتن است که مخلوطی نسبتاً خشک به منظور جلوگیری از پوسته پوسته شدن یا شکم دادن حتی بر روی سطوح قائم یا بالای سر، ایجاد می نماید. از شاتکریت به عنوان ایجاد سازه موقت یا سازه نگهدارنده در تونل سازی در زمین های نرم نیز استفاده می شود.



۳-۲-۵. ماشین آلات گروه تولید سنگدانه

۱-۳-۲-۵. ماشین آلات سنگ شکن

دستگاه های سنگ شکن به منظور تهیه سنگدانه اعم از شن و ماسه در اندازه های مورد نیاز به کار گرفته می شوند. این دستگاه ها، به ویژه در تهیه سنگدانه بتن و سایر مواردی که نیازمند سنگدانه در محدوده های دانه بندی، نظیر لایه های روسازی راه و آسفالت است، نیز به کار می رود. اجزای مختلف کارخانه سنگ شکن بر حسب ابعاد و نوع کارخانه متفاوت است. سنگ شکن ها را بر حسب ترتیب خرد کردن سنگ ها گروه بندی می نمایند، نظیر اولیه، ثانویه و غیره. یک سنگ شکن اولیه سنگ ها را مستقیماً از معدن سنگ دریافت نموده و اولین شکست را با تقلیل در اندازه سنگ بوجود می آورد. مصالح حاصل از سنگ شکن اولیه به سنگ شکن ثانویه وارد می شود که به نوبه خود تقلیل بیشتری در اندازه قطعات شکسته شده ایجاد می نماید. بعضی از سنگ ها ممکن است از چهار سنگ شکن و یا بیشتر عبور داده شوند تا به اندازه مورد نیاز تقلیل یابند.

۲-۳-۲-۵. سرندها

در ادامه کار هر دستگاه سنگ شکن، لازم است قطعات و سنگدانه‌های تولیدی با استفاده از سیستم مناسبی به ابعاد و اندازه‌های متناسب طبقه‌بندی شوند و این کار با سرندهای مختلف انجام می‌شود. سرند کردن سنگ‌های خرد شده به منظور جدا نمودن دانه‌ها در اندازه‌های مختلف لازم است. اکثر مشخصات در مورد کاربرد دانه‌ها تصریح می‌نماید که دانه‌ها با اندازه‌های مختلفی که دارند، باید با هم مخلوط شوند تا مخلوط دارای دانه‌بندی مورد نظر گردد.

۴-۲-۵. ماشین آلات بالابرنده اوزان

۱-۴-۲-۵. جرثقیل‌ها

این ماشین آلات عمدتاً به منظور انتقال عمودی و بالابری و تا حدودی نیز برای نقل و انتقال افقی مواد، مصالح و اجسام در صنعت و نیز ساخت و سازهای عمرانی به کار می‌روند. انواع مختلف جرثقیل بنا به تعریف آن در توانایی بالا و پایین بردن بار، ویژگی مشترکی دارند. به صورت معمول جرثقیل‌ها از یک اتاق فرمان و یک تیر بلند مشبک (بوم) و یک قلاب تشکیل شده است. جرثقیل‌ها معمولاً برای بلند کردن اجسام سنگین، حرکت دادن آنها چه بوسیله بوم و چه از طریق حرکت خود جرثقیل و قرار دادن بار در محل مربوطه به کار می‌روند.

با توجه به اشتراک اساسی جرثقیل‌ها در حمل عمودی بارها در یک طبقه بندی اولیه و اساسی می‌توان این ماشین‌ها را به دو گروه اصلی ذیل تقسیم بندی نمود:

۱. جرثقیل‌های متحرک^۱

۲. جرثقیل‌های ثابت

۱-۴-۲-۵-۱-۱. جرثقیل‌های متحرک

مشخصات اصلی همه انواع این جرثقیل عبارت است از:

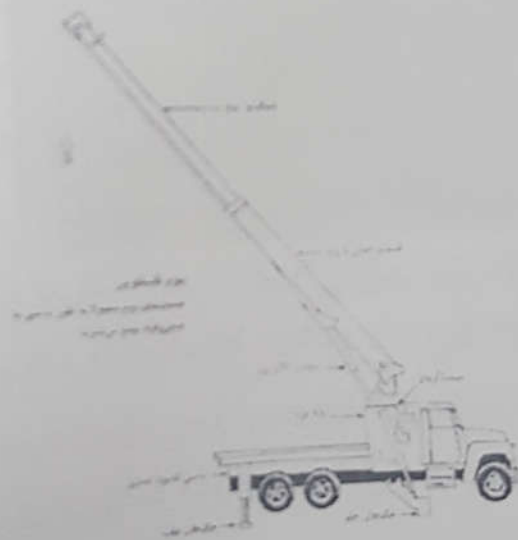
- قابلیت تنظیم طول بوم

^۱ mobile crane

- قابليت تنظيم زاويه هاي بوم
- توانايي چرخاندن بار
- توانايي حرکت در محوطه کار

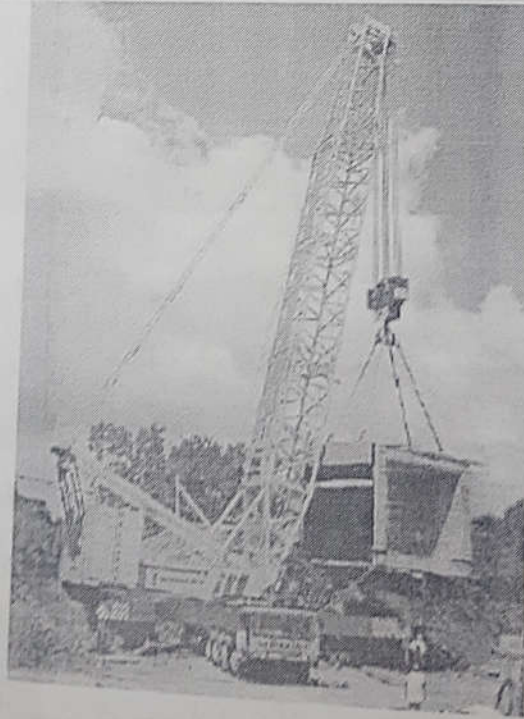
۵-۲-۱-۱-۱-۴-۱. جرثقیل های کامیونی

برخلاف همه انواع دیگر جرثقیل های متحرک، این جرثقیل ها روی دستگاه های حاملی نصب شده اند که منحصراً برای کار جرثقیل طراحی نشده اند. آنها روی شاسی یک کامیون معمولی سوار شده اند که با تمهيدات خاصی برای پذیرش جرثقیل تقویت شده است. دو نوع متداول این دستگاه عبارت است از بوم تلسکوپی و بوم لولایی.



۲-۱-۱-۴-۲-۵. جرثقیل‌های متحرک چرخ لاستیکی

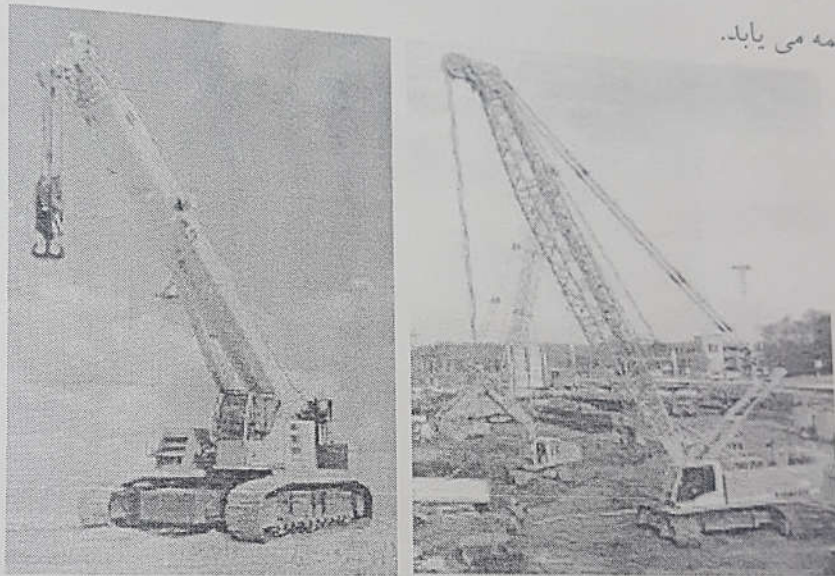
این دستگاه به صورت خود کششی عمل نموده و دارای موتور مخصوص به خود بوده که هم وظیفه جابجایی آن و هم تامین نیروی لازم برای کار کرد مناسب جرثقیل را بر عهده دارد. این جرثقیل‌ها نیز در دو نوع بوم تلسکوپی و بوم شبکه‌ای می‌باشد.



۳-۱-۱-۴-۲-۵. جرثقیل‌های چرخ زنجیری

این جرثقیل‌ها به دلیل نوع عملیات سنگینی که در باربرداری انجام می‌دهند، امکان استفاده از لاستیک در آنها مقدور نیست. لذا برای توزیع فشار بر سطح بیشتر از چرخ زنجیری استفاده می‌شود. البته امکان حرکت در زمینهای ناهموار نیز در زمره مزایای این نوع دستگاه‌ها به

شمار می آید. از جمله معایب این دستگاه‌ها امکان مانور کمتر و سرعت پایین در جابجایی است. از این دستگاه‌ها عمدتاً در پالایشگاه‌ها، تاسیسات پتروشیمی و سایر پروژه‌های صنعتی بزرگ استفاده می‌شود. موارد استعمال این گروه از کاربرد در خاکبرداری و بیل مکانیکی در انواع سبک شروع و به کاربرد در پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، پل‌ها در انواع سنگین خاتمه می‌یابد.



۲-۱-۴-۲-۵. جرثقیلهای ثابت

این دسته از جرثقیل‌ها بنا به تعریف قابلیت جابجایی در محوطه کارگاه را نداشته و باید جهت بهره‌برداری در نقطه خاصی نصب و مورد استفاده قرار گیرد. از انواع این جرثقیل‌ها می‌توان به جرثقیل سقفی، جرثقیل برجی (تاور کرین)، جرثقیل کابلی، جرثقیل دروازه‌ای و بالابرهای ساختمانی اشاره کرد.

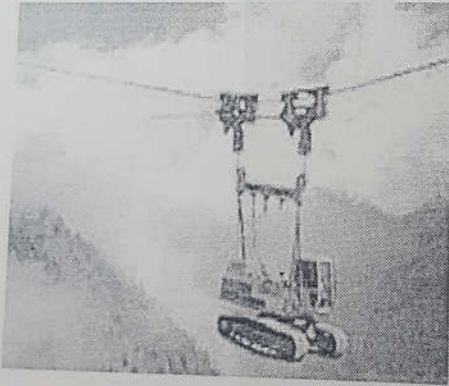
۱-۲-۱-۴-۲-۵. جرثقیل دروازه‌ای

سازه اسکلتی متحرکی است که معمولاً از فولاد و به ندرت از چوب ساخته می‌شود و برای جابجایی مواد و مصالح در فضای محدود به کار می‌رود. این جرثقیل به ویژه برای کارهای تکراری در یک محیط محدود مثل مونتاژ خرپاهای فولادی پل یا جابجایی محصولات پیش ساخته بتونی در خط تولید یا باز و بسته کردن دریچه‌های سدها مناسب است. در موارد

خاصی در پروژه های عمرانی برای بالابری موقتی و یا دائم بعضی تجهیزات سنگین در دهانه و ارتفاع محدود از این نوع جرثقیلها استفاده می شود. کاربرد جرثقیلهای دروازه ای در پروژه های عمرانی در موارد خاصی مثل باز و بسته کردن دریچه سدها، احداث و عملیات ریل گذاری، حمل بعضی ماشین آلات در ارتفاع زیاد، توسعه سیلوها، مونتاژ محصولات پیش ساخته بتنی می باشد که معمولاً ارتفاع حمل، تناژ و سرعت حمل و نیز طول دهانه توسط کارفرما تخمین زده می شود و به شرکت سازنده جهت طراحی ارایه می گردد.

۲-۲-۱-۴-۲-۵. جرثقیل کابلی

جرثقیل کابلی سیستمی است برای حمل افقی و عمودی مصالح و تجهیزات توسط یک ارایه متحرک که روی یک کابل اصلی کشیده شده بین دو پایه حرکت می کند. جرثقیل کابلی یک ابزار شناخته شده ای در سد سازی بوده و یکی از بهترین وسیله های انتقال مصالح و تجهیزات روی سایت پروژه می باشد.

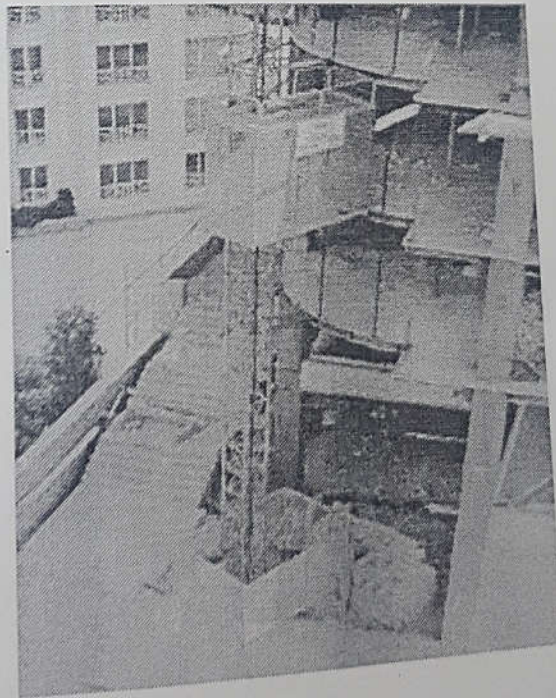


۲-۲-۱-۴-۲-۵. لیفت تراک ها

لیفت تراکها از مهمترین ابزارهای جابجایی مواد هستند که برای جابجایی مواد حجیم و سنگین و یا جابجایی مجموعه ای از مواد که روی پالتها قرار گرفته اند استفاده می شوند. چون این ابزارها برای حمل گونه های مختلف مواد استفاده می شوند، دارای گوناگونی و تنوع زیادی هستند.



۵-۲-۴-۳. بالابر
به طور کلی برای حمل مصالح و افراد در ارتفاعات بالا در هنگام ساخت ابنیه و سازه های مرتفع از بالابرها یا آسانسورهای کارگاهی استفاده می شود که کارکرد این ماشینها در طیف وسیعی از پروژه های عمرانی نظیر ساختمانهای بلند، پلها، سدها، برجهای مخابراتی (به صورت موقت در حین احداث) و پروژه های صنعتی مثل پالایشگاهها، نیروگاهها، سکوها، نفتی و سیستمهای آب و فاضلاب شهری (به صورت دائم در حین بهره برداری) و نیز در موارد دیگری مثل حفاری های زیر زمینی و معادن می باشد. بالابرها معمولاً از یک قفس، برج شبکه ای، حفاظ پیشگیری از سقوط، سیستم برق رسانی و سیستم محرک شامل موتور و گیربکس تشکیل یافته است.



فصل ۶. برنامه ریزی شبکه و کنترل پروژه

۱-۶. روند برنامه ریزی و کنترل پروژه

۱. پروژه مورد نظر چیست؟ (تعریف پروژه و تعیین اهداف)
۲. چه فعالیت‌هایی برای رسیدن به اهداف پروژه باید انجام شوند؟ (مشخص نمودن فعالیت‌ها)
۳. به چه ترتیبی باید کارها را انجام داد؟ (روابط پیش‌نیازی و وابستگی‌ها)
۴. چگونه باید کارها را انجام داد؟ (روش‌های ساخت و اجرا)
۵. توسط چه کسانی؟ (مسئولیت‌ها، تخصص‌ها، نمودار سازمانی)
۶. احتیاجات چه هستند یا به چه منابعی نیاز داریم؟ (بودجه، نیروی انسانی، تجهیزات، زمان)
۷. محدودیت‌ها چه هستند؟ (محدودیت‌های منابع)
۸. اطلاعات مورد لزوم در حین اجرا چه هستند؟ (سیستم‌های اطلاعات مدیریت، اطلاعات بازتابی یا بازخوردی^۱)

۲-۶. گام‌های برنامه‌ریزی

گام اول: تعریف پروژه و تعیین اهداف
در این گام پروژه تعریف و اهدافی را که باید به آنها دست پیدا کند، تعیین می‌گردد.

گام دوم: مشخص نمودن فعالیت‌های لازم در این گام فعالیت‌هایی را که باید برای رسیدن به اهداف پروژه انجام شود، مشخص می‌گردد. بدین منظور ساختار شکست کار یا WBS^۱ پروژه تهیه می‌شود.

گام سوم: مشخص نمودن روابط پیش‌نیازی و وابستگی‌ها در این گام ترتیب انجام فعالیت‌ها و وابستگی اجرای هر یک از آنها به دیگر فعالیت‌ها مشخص می‌گردد.

انواع روابط وابستگی فعالیت‌ها از نظر دلیل:

- وابستگی امکانانی

- وابستگی طبیعی

انواع روابط وابستگی فعالیت‌ها از نظر زمانی:

- وابستگی شروع به پایان (پیش‌نیازی)

- وابستگی شروع به شروع (هم‌نیازی)

- وابستگی پایان به شروع

- وابستگی پایان به پایان

جدول ۶-۱- ساختار برنامه‌ریزی و روند کنترل پروژه

ردیف	سؤال	مورد کاربرد پاسخها
۱	موضوع پروژه چیست؟	
۲	چه کارهایی لازمند؟	تنظیم و ترسیم شبکه
۳	با چه ترتیبی؟	
۴	چگونه؟	پاسخ‌گویی به سؤالات بعدی
۵	توسط که؟	چارت (نمودار) سازمانی، سیاستهای پیمان
۶	با چه احتیاجاتی؟	موازنه زمان - هزینه،
۷	با چه محدودیتهایی؟	تسطیح و تخصیص منابع
۸	چه اطلاعاتی؟	سیستمهای اطلاعاتی مدیریت - اطلاعات بازرتابی

^۱ Work Breakdown Structure

مثال: ۲ فعالیت اجرای پی و خاکبرداری را در نظر بگیرید؛ اجرای پی پس از اتمام خاکبرداری آغاز می‌شود. بنابراین خاکبرداری، فعالیت پیش نیاز فعالیت اجرای پی است. و یا دو فعالیت مانند ساخت بتن و ریختن بتن در قالب برای یک بتن ریزی حجیم را در نظر بگیرید: این دو فعالیت هم نیاز هستند، بدین معنی که تا ساخت بتن شروع نشود، ریختن بتن در قالب شروع نمی‌شود.

گام چهارم و پنجم: مشخص نمودن روش‌های اجرایی و افراد مورد نیاز در این گام روش‌های اجرایی انجام هر یک از فعالیت‌ها و افراد مورد نیاز برای انجام آنها مشخص می‌شود.

گام ششم: تخصیص زمان و منابع

در این گام بر اساس روش‌های اجرایی انجام هر یک از فعالیت‌ها و افراد مورد نیاز برای انجام آن، ابتدا زمان و سپس بنا به مورد منابعی دیگر از قبیل نیروی انسانی، ماشین‌آلات و بودجه را به هر یک از فعالیت‌ها تخصیص می‌گردد. تخصیص زمان و منابع اغلب به استفاده از ترکیبی از محاسبه و تجربه امکان پذیر است. جهت محاسبه زمان و منابع می‌توان از آنالیز بهای آیتم‌های موجود در فهرست بها استفاده کرد و با تعدیل تجربی نتایج به دست آمده به مقدار مناسب دست یافت.

گام هفتم: در نظر گرفتن محدودیت‌های منابع

در این گام با توجه به محدودیت‌هایی که در به کارگیری منابع وجود دارد، برنامه جهت استفاده به بهترین نحو منابع موجود تعدیل می‌گردد. در این مرحله از تکنیک‌هایی مانند: تکنیک‌های تسطیح منابع و تکنیک‌های موازنه زمان و هزینه استفاده می‌شود.

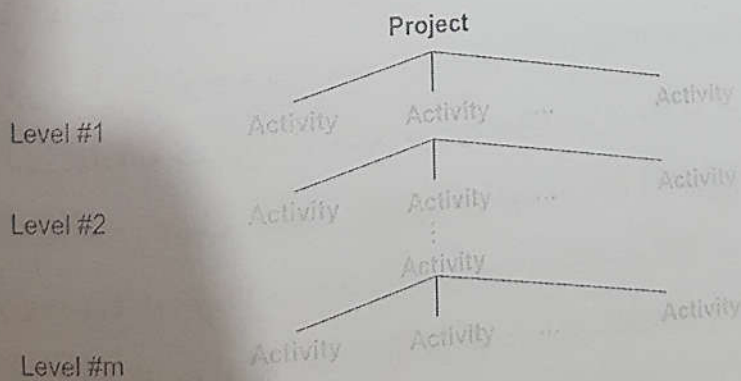
گام هشتم: جمع آوری بازخوردها در حین اجرا و تنظیم برنامه

در این گام که در حین اجرا انجام می‌گیرد، با استفاده از داده‌های واقعی جمع آوری شده و تجربیات اجرا، برنامه تنظیم و به روز می‌شود.

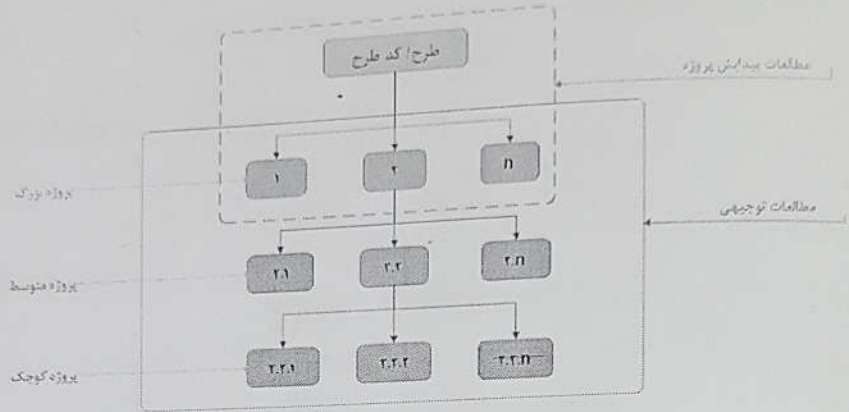
۳-۶. شکست کار یا WBS

ساختار شکست کار از فعالیت‌های مختلفی تشکیل شده است. فعالیت، عبارت از جزئی از مجموعه امور لازم در اجرای یک پروژه که انجام آن احتیاج به صرف زمان و سایر منابع دارد. با شناسایی فعالیت‌های یک پروژه می‌توان دید بهتری نسبت به انجام آنها داشت. WBS یک توصیف سلسله مراتبی از کارهایی است که باید انجام شوند تا اقلام قابل تحویل پروژه حاصل شده و پروژه به اتمام برسد. به عبارتی ساختار شکست کار، گروه بندی و تقسیم فعالیت‌های یک پروژه به فعالیت‌های ریزتر می‌باشد و یک ساختار مدون لایه لایه است که پروژه را به طور منطقی و حساب شده در هر لایه به پاره ای تقسیم می‌کند و دوباره در لایه بعد هرکدام از آن پاره‌ها را به پاره‌های کوچکتر خرد می‌کند و این روند را تا عمق دلخواه ادامه می‌دهد و در پایان نتیجه را با روش گرافیکی ارائه می‌کند. در آخرین لایه (پایین‌ترین لایه) هر جز را یک "بسته کار" می‌گویند.

ساختار شکست کار دارای سطوح مختلفی است که هر سطح می‌تواند مبنای مدیریت رده‌های مختلف مدیران پروژه قرار گیرد. هرچه به سمت سطوح بالاتر حرکت شود، نقش مدیریت ارشد پروژه پررنگ‌تر است.



نمودار ۱-۶-۱ ساختار شکست کار براساس سلسله مراتب و سطوح

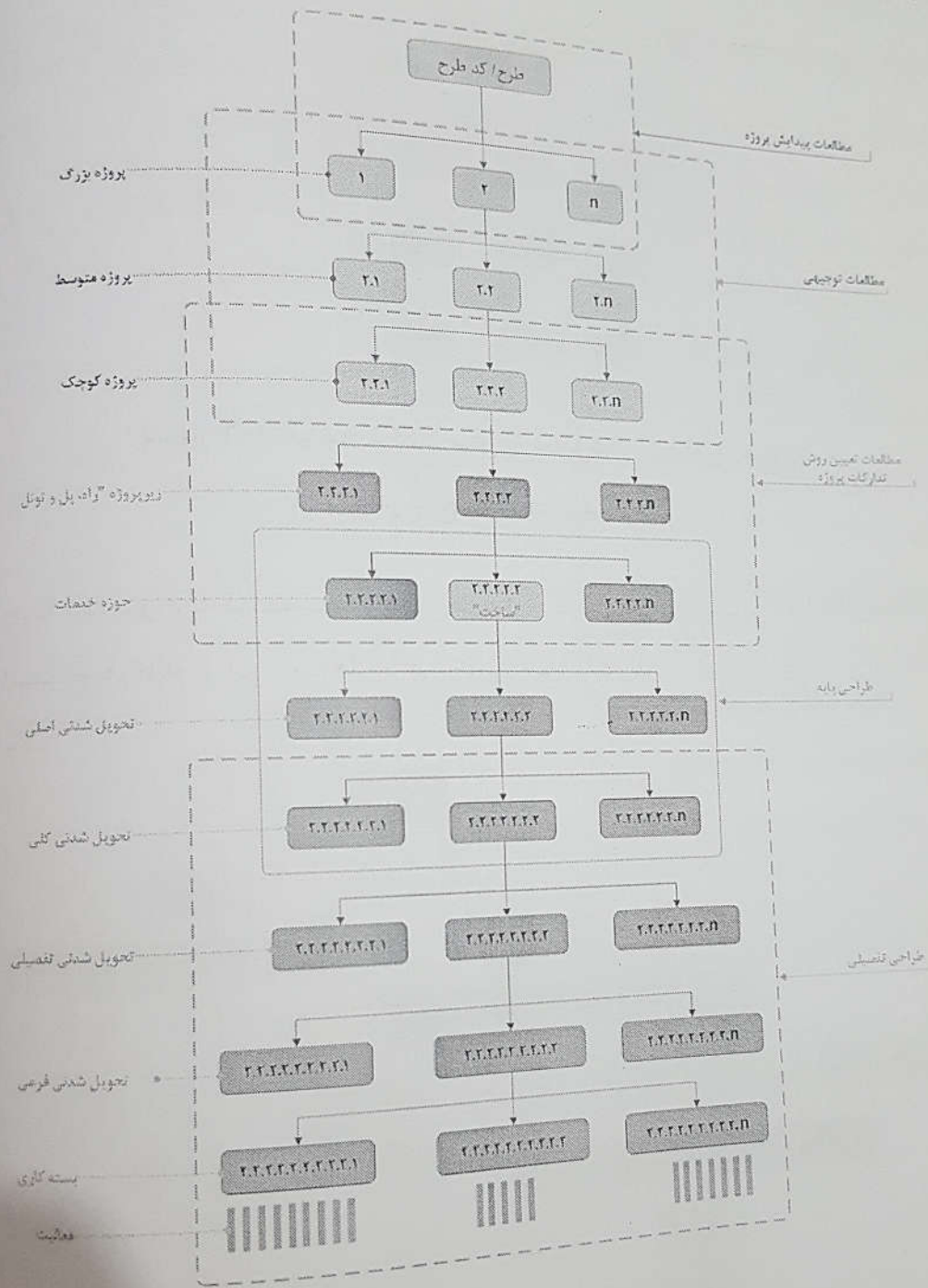


نمودار ۶-۲- ساختار شکست مبتنی بر تحویل‌شدنی برای انواع طرح‌ها
براساس نتایج مطالعات در هر مرحله

تجزیه یک پروژه به قسمت‌ها و بخش‌های کوچکتر می‌تواند براساس معیارهای متفاوتی باشد که هر کدام از این معیارها ویژگی خاص خود را دارند. در زیر چند نمونه از آنها آمده است:



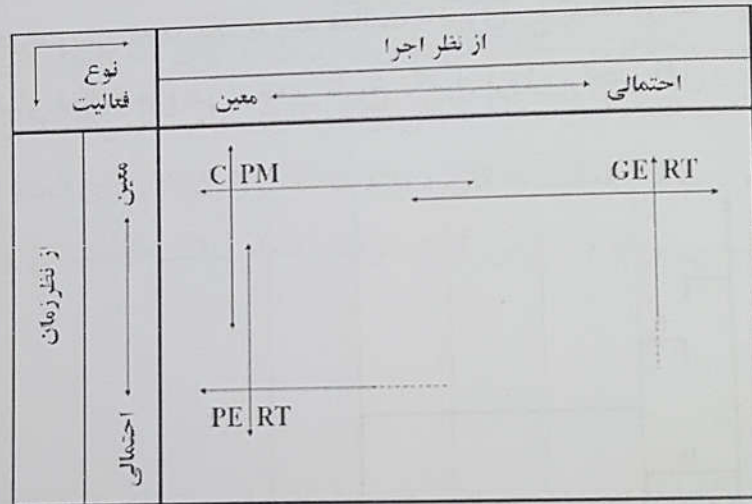
نمودار ۶-۳- ساختار شکست کار براساس مراحل اجرای پروژه ساختمانی فرضی



نمودار ۶-۴- ساختار شکست پروژه تا سطح فعالیت در حوزه خدمات ساخت در پروژه‌های راهسازی

۶-۴. روش‌های برنامه‌ریزی شبکه

۱. نمودارهای گانت
۲. روش مسیر بحرانی CPM^۱
۳. روش شبکه‌های پیش‌نیازی PN^۲
۴. روش ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها PERT^۳
۵. روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها GERT^۴



نمودار ۶-۶- روش‌های برنامه‌ریزی به لحاظ نوع فعالیت و احتمال وقوع آنها

۶-۴-۱. نمودارهای گانت

شاید بتوان گفت که نمودارهای گانت دارای عمومیت بیشتری در نمایش فرایند اجرای یک پروژه می‌باشند. چرا که درک آن برای عموم بسیار ساده است. اما باید به این نکته دقت نمود که نمودار فوق روش مناسبی برای برنامه‌ریزی و مدیریت یک پروژه به طور موثر نمی‌باشد. در این نمودار فعالیت‌ها از بالا به پایین (در سطرها) و جریان زمان‌ها از چپ به راست (در

^۱ Critical Path Method

^۲ Precedence Networks

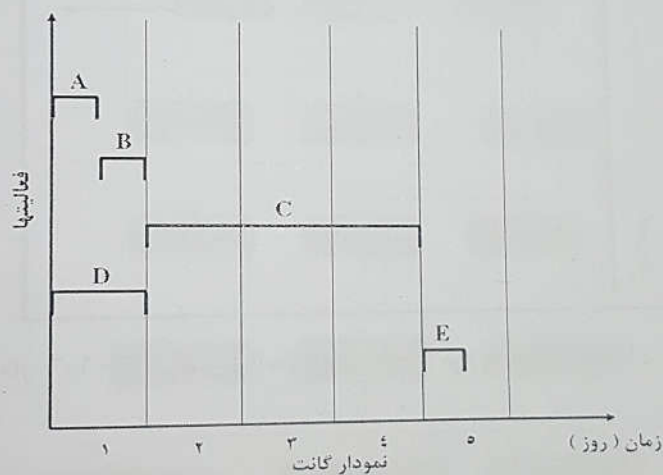
^۳ Project Evaluation & Review Technique

^۴ Graphical Evaluation & Review Technique

ستون‌ها) نمایش داده می‌شوند. زمان انجام هر فعالیت به صورت یک میله افقی که طول آن متناسب با مدت زمان لازم برای انجام فعالیت می‌باشد، در مقابل آن فعالیت نشان داده می‌شود.

۶-۱-۱. ویژگی‌های نمودار گانت

- یک نمودار که محور افقی آن نشان دهنده عامل زمان (تاریخ) و محور عمودی آن نشانگر فعالیت‌های لازم در اجرای پروژه می‌باشد.
- بسیار ساده بوده و کاربرد موثری در نشان دادن زمان‌های آغاز و پایان کار دارند.
- در صورتی که در یک یا چند فعالیت تاخیری رخ بدهد اثرات چنین دیرکردهایی بر سایر فعالیت‌ها و در نتیجه بر تاریخ تکمیل پروژه براحتی قابل درک نمی‌باشد.



نمودار ۶-۷- نمودار گانت

۶-۲-۲. روش‌های قطعی برنامه‌ریزی شبکه‌ای

روش‌های قطعی برنامه‌ریزی شبکه‌ای شامل روش مسیر بحرانی^۱ و همچنین شبکه‌های پیش‌نیازی^۲ می‌باشند که تعدیلی بر روش مسیر بحرانی به حساب می‌آید. در روش مسیر بحرانی فعالیت‌های پروژه با زمان‌ها و فعالیت‌های مشخص در قالب یک شبکه گروهی قرار داده

^۱ CPM
^۲ PN

می‌شوند و مسیری که طولانی‌ترین مسیر از لحاظ زمان باشد، به عنوان مسیر بحرانی شناخته می‌شود و زمان این مسیر مشخص کننده زمان پروژه می‌باشد. به عبارتی دیگر، مسیر بحرانی، طولانی‌ترین مسیر در شبکه و نشان دهنده سریع‌ترین زمان پایان پروژه است. در این دو روش مدت زمان مورد نیاز برای انجام فعالیت‌ها قطعی فرض می‌گردند. تفاوت میان دو روش فوق در وجود تنوع در روابط وابستگی میان فعالیت‌ها در روش شبکه‌های پیش‌نیازی می‌باشد.

۳-۴-۶. روش‌های احتمالی برنامه‌ریزی شبکه‌ای

روش‌های احتمالی برنامه‌ریزی شبکه شامل دو روش پرت^۱ و گرت^۲ می‌باشند. در روش‌های فوق زمان و یا ترکیب انجام فعالیت‌ها احتمالی بوده و دارای قطعیت نمی‌باشد. روش پرت در خصوص آن دسته از فعالیت‌ها کاربرد دارد که مدت زمان لازم برای انجام آنها قطعی نمی‌باشد. در صورتی که در روش گرت، ترکیب انجام فعالیت‌ها احتمالی بوده و فاقد قاطعیت می‌باشد.

۵-۶. منابع پروژه

به کلیه عوامل و امکاناتی که برای اجرای یک پروژه لازم است، اعم از عوامل انسانی، ماشین‌آلات، زمین، مصالح، سرمایه و ... منابع می‌گویند. برای اجرای پروژه‌های مختلف سطوح گوناگونی از منابع مورد نیاز می‌باشند. به علاوه در مدیریت یک پروژه باید سعی گردد که سطح مورد نیاز منابع لازم، از نوسان زیادی برخوردار نباشد.

۶-۶. برنامه‌ریزی به روش مسیر بحرانی

وجود نقصان در نمودار گانت، بویژه در عدم نمایش وابستگی فعالیت‌های پروژه، سبب شد تا برخی از دانشمندان علوم تحقیق در عملیات وابسته به هیات مرکزی تولید انرژی الکتریکی انگلیس، در پی راه حل باشند. از همین رو، تکنیک‌های اولیه زمان‌بندی پروژه در

^۱ PERT
^۲ GERT

اواخر دهه ۱۹۵۰ میلادی ابداع شدند و روش مسیر بحرانی در بین آنها، اولین روش نظام‌مندی بود که با هدف بهینگی در زمان‌بندی پروژه، توسعه یافت. این روش، طولانی‌ترین مسیر در یک نمودار شبکه و سریع‌ترین زمان پایان پروژه را نشان می‌دهد. این روش به خوبی وابستگی بین رویدادها و فعالیت‌ها و زمان شروع و اتمام آنها را نشان می‌دهد.

۶-۱-۱. تعاریف اولیه

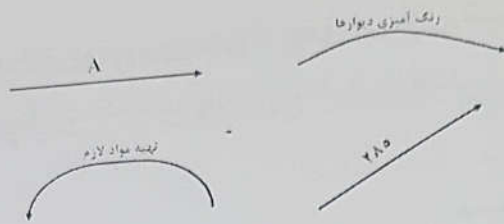
۱. شبکه‌های برداری^۱
شبکه‌هایی هستند که در آنها فعالیت‌ها بر روی کمان‌ها نشان داده می‌شوند.
۲. شبکه‌های گرهی^۲
شبکه‌هایی هستند که در آنها فعالیت‌ها بر روی گره‌ها نشان داده می‌شوند.
۳. فعالیت^۳

فعالیت، عبارت از جزئی از مجموعه امور لازم در اجرای یک پروژه است که انجام آن احتیاج به صرف زمان و همچنین در اغلب موارد احتیاج به صرف منابعی نظیر بودجه، انرژی، نیروی انسانی و... دارد. فعالیت‌ها با ویژگی‌های زیر به دو دسته فعالیت‌های حقیقی و فعالیت‌های موهومی تقسیم می‌شوند.

۱. فعالیت‌ها دارای نقاط آغاز و پایان هستند.
۲. هر فعالیت تعریف شده در یک پروژه را می‌توان به تعداد بیشتری فعالیت‌های کوچکتر تقسیم نمود.

فعالیت‌های حقیقی: بر روی کمان‌ها شرحی مختصر، ولی گویا از هر فعالیت نوشته شده و یا هر فعالیت به وسیله یک حرف یا عدد مشخص می‌گردد. علاوه بر نام فعالیت، سایر مشخصه‌های فعالیت نظیر زمان، حجم منابع و... نیز ممکن است بر روی کمان اضافه گردند.

^۱ AOA: Activity On Arrow
^۲ AON: Activity On Node
^۳ Activity

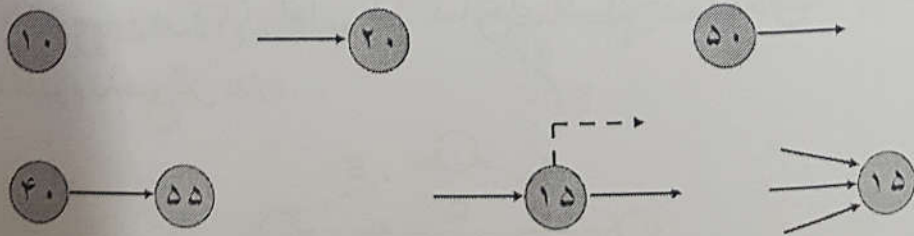


فعالیت‌های موهومی: فعالیت‌های موهومی، فعالیت‌هایی هستند که ضمن اجرای پروژه وجود نداشته و به هیچ نوع منابعی نظیر زمان، یا سایر منابع احتیاج نخواهند داشت. این فعالیت‌ها تنها به منظور نشان دادن وابستگی‌های بین عملیات پروژه، بر روی شبکه‌ها اضافه می‌شوند.

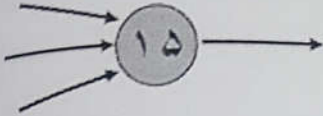


۴. رویداد

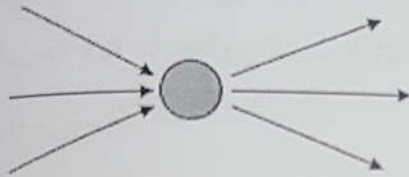
نقاط آغاز و یا پایان یک فعالیت، یا یک دسته از فعالیت‌ها را رویداد می‌نامند. توجه به این نکته لازم است که رویدادها عبارت از مقاطع زمانی می‌باشند و بنابراین در برگیرنده زمان نبوده بلکه نشان دهنده تاریخ‌ها هستند. رویدادها را اغلب بصورت دایره ای که در داخل آن شماره‌ای نوشته شده است، نشان می‌دهند. رویداد ابتدای هر فعالیت، رویداد پایه و یا آغازین و رویداد انتهای هر فعالیت را رویداد پایان و یا پایانه می‌نامند.



رویدادها در دو دسته رویداد پوششی و رویداد جوششی قابل تقسیم می باشند:
 رویداد پوششی: رویدادی است که نقطه پایان چند فعالیت باشد.



رویداد جوششی: رویدادی است که نقطه آغاز چند فعالیت باشد.



۶-۶-۲. قوانین رسم شبکه های مسیر بحرانی

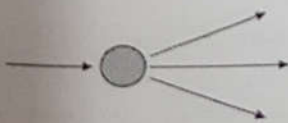
قانون ۱: هر فعالیت باید یکبار بر روی شبکه ظاهر شود.

قانون ۲: دو فعالیت نباید دارای یک اسم مشابه باشند.

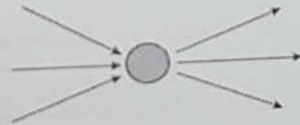
قانون ۳: شبکه باید دارای یک رویداد آغازین و یک رویداد پایانی باشد.

قانون ۴: هر تعداد فعالیت می توانند از یک رویداد آغاز شوند یا به یک رویداد ختم گردند.

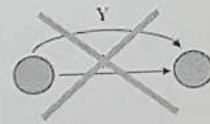
ولی دو فعالیت نمی توانند دارای یک رویداد پایه و یک رویداد پایان باشند.



الف

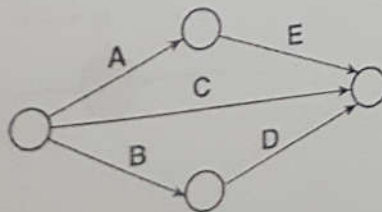


ب



ج

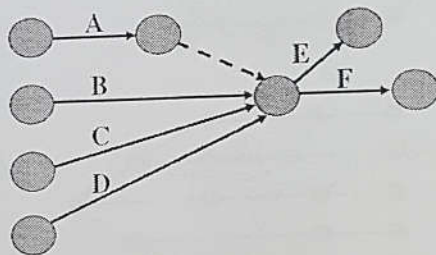
قانون ۵: یک شبکه نمودار دارای مقیاس زمان نیست (به استثنای مواردی که شبکه را عمدا با مقیاس زمان ترسیم می کنند) بنابراین طول کمان های نشان دهنده فعالیت ها، در شبکه ها اهمیت یا مفهوم بخصوصی ندارد.



قانون ۶: راستای جغرافیایی فعالیت‌ها دارای مفهوم ویژه‌ای نیستند، ولی مناسب است شبکه‌ها همواره به صورتی ترسیم شوند که رویداد پایه در سمت چپ رویداد پایان قرار گیرد. (جهت فعالیت‌ها از چپ به راست باشد).

قانون ۷: رویدادها باید به صورتی شماره گذاری شوند که همواره شماره رویداد پایه هر فعالیت از شماره رویداد پایان آن کوچکتر باشد و از یک شماره برای نامیدن دو رویداد مختلف استفاده نشود.

قانون ۸: روابط پیش نیازی و وابستگی در شبکه همواره به صورتی است که فعالیت‌هایی که از یک رویداد خارج می‌شوند، وقتی می‌توانند شروع شوند که همگی فعالیت‌هایی که به آن رویداد می‌رسند، انجام شده باشند.

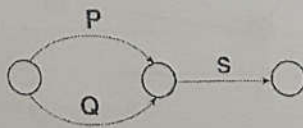
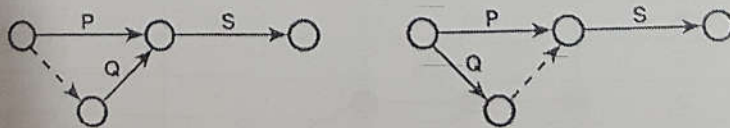


قانون ۹: واحد زمان در شبکه‌ها باید همواره یکسان باشد. بطور مثال، زمان همه فعالیت‌ها به واحد روز یا هفته نشان داده شود.

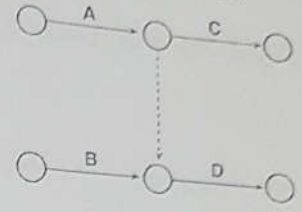
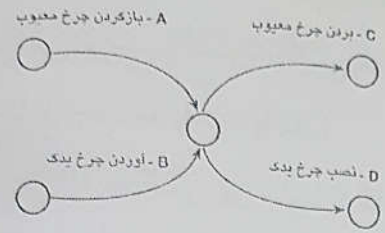
۶-۲-۱. کاربرد صحیح فعالیت‌های موهومی

همانطور که گفته شد فعالیت‌های موهومی هستند که در عمل وجود نداشته و برای صحیح نشان دادن وابستگی‌ها به هنگام رسم شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

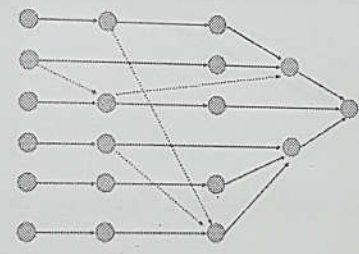
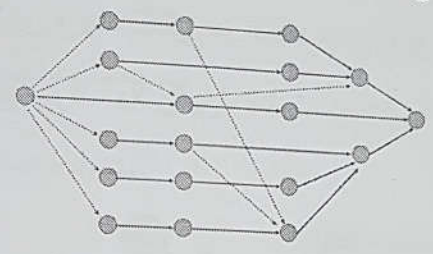
۱- برای فعالیت‌هایی که از یک رویداد آغاز شده و به یک رویداد ختم می‌شوند.



۲- برای قطع وابستگی‌های غیر ضروری



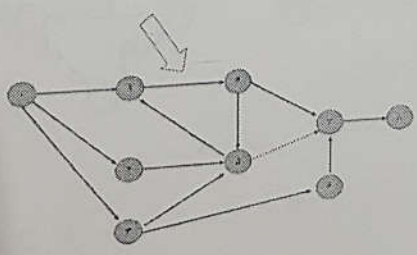
۳- در شرایطی که شبکه بیش از یک رویداد آغازین یا پایانه داشته باشد.



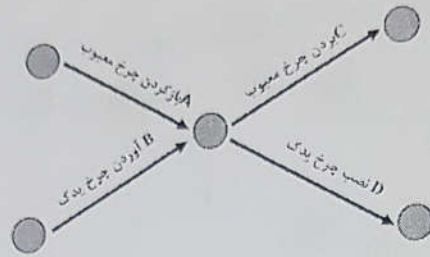
۶-۲-۲. اشتباهات رایج در ترسیم شبکه

با نادیده گرفتن یا عدم دقت در رعایت قوانین رسم شبکه عموماً اشتباهات زیر ممکن است رخ دهند:

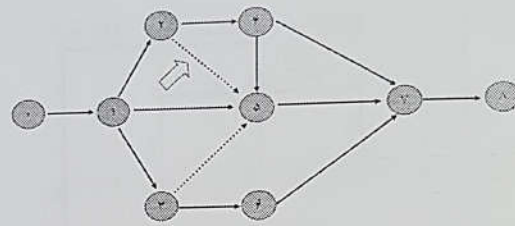
۱. ایجاد حلقه



۲. وابستگی‌های غیر ضروری



۳. فعاليت‌های موهومی غير ضروری

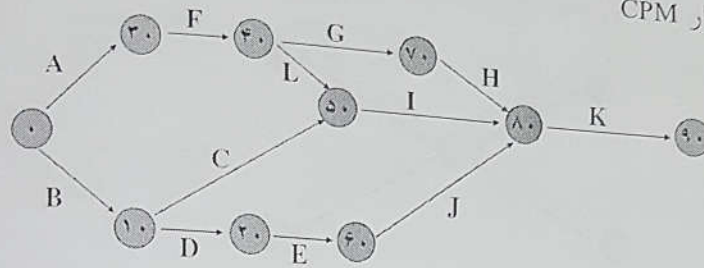


مثال: با توجه به جدول اطلاعات پروژه، مطلوبست موارد زیر ارائه گردد:

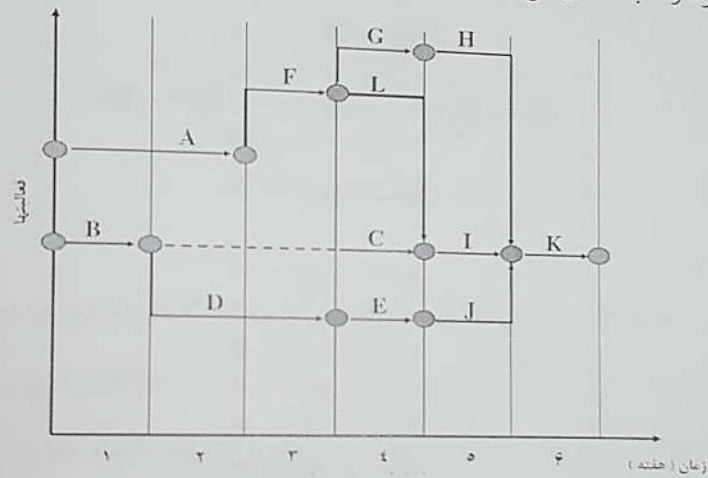
- ترسیم نمودار CPM
- ترسیم نمودار شبکه مقیاس زمان
- محاسبه منابع مورد نیاز
- نمودار سطح منابع مورد نیاز

فعالیت	پیش نیاز (ها)	زمان (هفته)	تعداد کارگران
A	-	۲	۲
B	-	۱	۳
C	B	۱	۴
D	B	۲	۴
E	D	۱	۴
F	A	۱	۳
G	F	۱	۲
H	G	۱	۲
I	C, L	۱	۲
J	E	۱	۳
K	H, J, I	۱	۳
L	F	۱	۲

ترسیم نمودار CPM



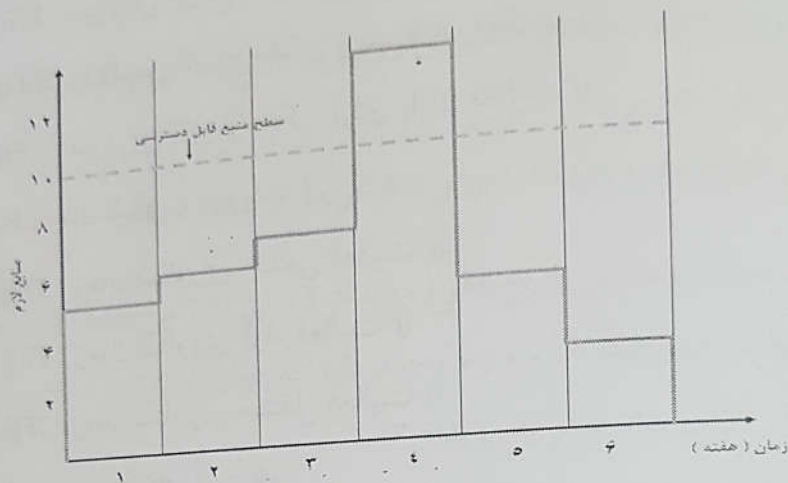
ترسیم نمودار شبکه مقیاس زمان



محاسبه منابع مورد نیاز

شماره هفته	فعالیت های در حال اجرا	حجم منبع لازم
۱	A + B	$۲ + ۳ = ۵$
۲	A + D	$۲ + ۴ = ۶$
۳	D + F	$۳ + ۴ = ۷$
۴	G + L + C + E	$۲ + ۳ + ۲ + ۳ = ۱۰$
۵	H + I + J	$۳ + ۲ + ۲ = ۷$
۶	K	۳

نمودار سطح منابع مورد نیاز



۳-۶-۶. محاسبات زمان در روش مسیر بحرانی

در محاسبه زمان پروژه، روش اجرای هر یک از فعالیت‌ها و منابع در اختیار اهمیت بالایی دارد. دوره زمانی که برای تکمیل فرآیند در نظر گرفته می‌شود، با یک واحد زمانی محاسبه شده و در تخمین مدت زمان فعالیت‌ها تقویم کاری تنظیم می‌گردد که در آن روزهای کاری مشخص است. همچنین، محاسبه زمان انجام فعالیت‌ها، در شرایط معمول بوده و اتفاقات غیرمترقبه که امکان پیش‌بینی آنها میسر نیست، در آن لحاظ نمی‌شود.

۱-۳-۶-۶. علائم و حروف به کار گرفته شده

در فعالیت $i-j$ یا ij یا i, j :

- D_{ij} : زمان لازم (تخمین زده شده) برای انجام فعالیت $i-j$

- E_i : زودترین تاریخ وقوع رویداد i

- L_i : دیرترین تاریخ وقوع رویداد i

- E_j : زودترین تاریخ وقوع رویداد j

- L_j : دیرترین تاریخ وقوع رویداد j

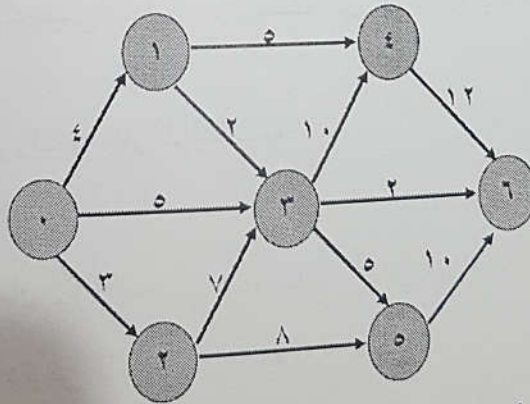
- ES_{ij} : زودترین تاریخ ممکن برای شروع فعالیت ij



- LS_{ij} : دیرترین تاریخ ممکن برای شروع فعالیت ij
- EF_{ij} : زودترین تاریخ ممکن برای پایان فعالیت ij
- LF_{ij} : دیرترین تاریخ ممکن برای پایان فعالیت ij
- F_i : زمان شناوری رویداد i
- TF_{ij} : زمان شناوری جمعی فعالیت ij
- FF_{ij} : زمان شناوری آزاد فعالیت ij
- IF_{ij} : زمان شناوری مستقل فعالیت ij
- S : رویداد آغازین شبکه
- C : رویداد پایانه شبکه

مثال: شبکه مقابل را در نظر بگیرید:

زمان هر فعالیت بر روی کمان مربوطه نشان داده شده است. همچنین واحد زمان در این شکل روز می باشد. برای شروع محاسبه، یک تاریخ برای رویداد آغازین شبکه تعیین می شود. معمولا تاریخ رویداد آغازین را صفر تعیین می نمایند.



در انجام محاسبات زمان، دو نوع حرکت محاسباتی بر روی شبکه انجام می شود.

۱. حرکت پیشروی: در حرکت پیشروی، زودترین تاریخ های ممکن برای وقوع رویدادها تعیین می شوند.
۲. حرکت بازگشتی: در حرکت بازگشتی، دیرترین تاریخ های ممکن برای وقوع رویدادها تعیین می شوند.

• محاسبه زودترین تاریخ‌های وقوع رویدادها

با توجه به تعریف ارائه شده در خصوص زودترین تاریخ ممکن وقوع یک رویداد، در شکل فوق به شرح زیر است:

زودترین تاریخ وقوع رویداد ۱ برابر با ۴ خواهد بود. ($E_1 = 4$)

به همین منوال زودترین تاریخ وقوع رویداد ۲ برابر با ۳ می باشد. ($E_2 = 3$)

برای رسیدن به رویداد ۳، سه راه وجود دارد که عبارتند از:

الف) ۰-۳ (از رویداد صفر به رویداد ۳)

ب) ۰-۲-۳ (از رویداد صفر به رویداد ۲ و از رویداد ۲ به رویداد ۳)

ج) ۰-۱-۳ (از رویداد صفر به رویداد ۱ و از رویداد ۱ به رویداد ۳)

زمانهای لازم برای عبور از این سه راه عبارتند از:

الف) ۵

ب) $10 = 7 + 3$

ج) $6 = 2 + 4$

بنابراین برای اینکه رویداد ۳ به وقوع بپیوندد، زودترین تاریخ وقتی است که هر سه

فعالیتی که به این رویداد می‌رسند، انجام شده باشند. در مثال فوق زودترین تاریخ ممکن

برای رویداد ۳ برابر با ۱۰ می‌باشد. ($E_3 = 10$)

برای رسیدن به رویداد ۴، دو راه وجود دارد که عبارتند از:

الف) ۱-۴ (از رویداد ۱ به رویداد ۴)

الف) ۳-۴ (از رویداد ۳ به رویداد ۴)

زمانهای لازم برای عبور از این دو راه عبارتند از:

الف) $E_1 + D_{1-4} = 4 + 5 = 9$

ب) $E_3 + D_{3-4} = 10 + 10 = 20$

بنابراین زودترین تاریخ وقوع رویداد ۴ برابر با بزرگترین عدد بدست آمده یعنی ۲۰ خواهد بود. ($E_4 = 20$)

به همین منوال زودترین تاریخ برای وقوع رویداد ۵ عبارت است از بزرگترین عدد بین:

$$E_2 + D_{2-5} = 3 + 8 = 11$$

$$E_3 + D_{3-5} = 10 + 5 = 15$$

$$E_5 = 15$$

یا بعبارت دیگر $E_5 = 15$

زودترین تاریخ وقوع رویداد ۶، یا بعبارت دیگر زودترین تاریخی که پروژه قابل تکمیل شدن می باشد نیز به همین ترتیب عبارت است از بزرگترین عدد بین:

$$E_5 + D_{5-6} = 15 + 10 = 25$$

$$E_4 + D_{4-6} = 20 + 12 = 32$$

$$E_3 + D_{3-6} = 10 + 2 = 12$$

بنابراین داریم: $E_6 = 32$ زودترین تاریخ وقوع رویداد پایانه یا زودترین تاریخ پایان پروژه است.

• محاسبه دیرترین تاریخ‌های وقوع رویدادها

همانگونه که عنوان گردید در حرکت بازگشتی، دیرترین تاریخ‌های ممکن برای وقوع رویدادها تعیین می‌شوند. دیرترین تاریخ ممکن برای وقوع یک رویداد، دیرترین تاریخی است که ممکن است همه فعالیت‌هایی که به آن رویداد می‌رسند انجام گیرند، بدون آنکه در تاریخ تکمیل پروژه اثری بگذارند.

در شکل زیر برای رویداد ۴ دیرترین تاریخ ممکن عبارتست از دیرترین تاریخ رویداد ۶ منهای زمان فعالیت ۶-۴. بعبارت دیگر در صورتی که لازم باشد رویداد ۶ حداکثر تا تاریخ ۳۲ به وقوع بپیوندد، الزاما باید رویداد ۴ حداکثر تا تاریخ $32 - 12 = 20$ اتفاق افتاده باشد؛ در غیر اینصورت تاریخ وقوع رویداد ۶ از ۳۲ تجاوز خواهد نمود.

$$L_4 = L_6 - D_{4-6} = 32 - 12 = 20$$

به همین ترتیب می توان دیرترین تاریخ ممکن وقوع رویداد ۵ را بصورت زیر محاسبه نمود:

$$L_5 = L_6 - D_{5-6} = 32 - 10 = 22$$

در حرکت بازگشتی که از رویداد پایانه آغاز شده و به سوی رویداد آغازین ادامه می یابد، برای رسیدن به رویداد ۳، سه راه وجود دارد:

$$\text{الف) } 3 \longrightarrow 6$$

$$\text{ب) } 3 \longrightarrow 4$$

$$\text{ج) } 3 \longrightarrow 5$$

به روشی مشابه می توان دیرترین تاریخ وقوع رویداد ۳ را از هر سه راه محاسبه نمود:

$$\text{الف) } L_3 = L_6 - D_{3-6} = 32 - 2 = 30$$

$$\text{ب) } L_3 = L_4 - D_{3-4} = 20 - 10 = 10$$

$$\text{ج) } L_3 = L_5 - D_{3-5} = 22 - 5 = 17$$

واضح است که دیرترین تاریخ ممکن برای وقوع رویداد ۳ عبارت از کوچکترین عددی که بدین طریق محاسبه شده یعنی عدد ۱۰ خواهد بود. (زیرا در صورتی که رویداد ۳ در هر تاریخی دیرتر از ۱۰ به وقوع بپیوندد، فعالیت ۴-۳ دیرتر از تاریخ ۲۰ تکمیل شده و در نتیجه تاریخ وقوع رویداد ۴ از عدد L_4 که قبلا محاسبه شده تجاوز خواهد نمود.) بنابراین می توان گفت: $L_3 = 10$

به همین منوال برای رویدادهای ۱ و ۲ هر یک دو راه بازگشتی و برای رویداد صفر (رویداد آغازین شبکه) نیز سه راه بازگشتی وجود دارد. دیرترین تاریخها برای این رویدادها از همه راههای ممکن محاسبه و برای هر رویداد کوچکترین عدد بدست آمده به عنوان دیرترین تاریخ انتخاب می شود:

برای رویداد ۱:

$$\text{الف) } L_1 = L_4 - D_{1-4} = 20 - 5 = 15$$

$$\text{ب) } L_1 = L_2 - D_{1-2} = 10 - 2 = 8$$

$$L_1 = 8$$

در نتیجه می توان گفت:

$$L_2 = L_3 - D_{2-3} = 10 - 7 = 3$$

برای رویداد ۲:

$$L_2 = L_5 - D_{2-5} = 22 - 8 = 14$$

$$L_2 = 3$$

در نتیجه می توان گفت:

$$L_0 = L_1 - D_{0-1} = 8 - 4 = 4$$

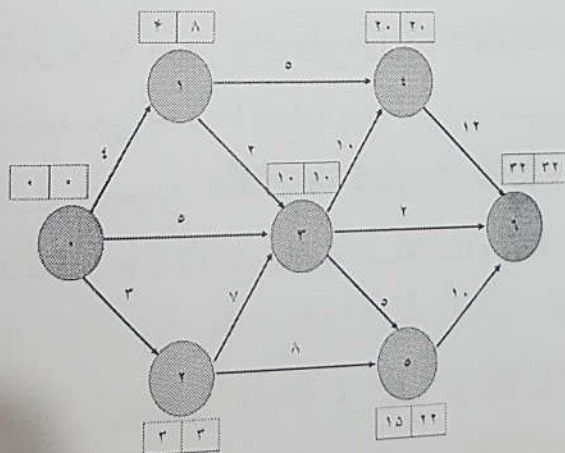
برای رویداد صفر:

$$L_0 = L_3 - D_{0-3} = 10 - 5 = 5$$

$$L_0 = L_2 - D_{0-2} = 3 - 3 = 0$$

در نتیجه می توان گفت:

$$L_0 = 0$$



مقدار شناوری هر رویداد عبارتست از تفاضل بین زودترین و دیرترین تاریخ وقوع آن رویداد بعبارت دیگر:

$$F_i = L_i - E_i$$

برای مثال رویداد ۱ در مثال قبل می تواند در هر تاریخی بین روزهای ۴ تا ۸ اتفاق افتد. لذا می توان گفت که شناوری رویداد ۱ برابر است با:

$$F_1 = 8 - 4 = 4$$

جدول زیر نشان دهنده شناوری رویدادهای مثال قبل می باشد.

شناوری	دیرترین تاریخ وقوع	زودترین تاریخ وقوع	رویداد
۰	۰	۰	۰
۴	۸	۴	۱
۰	۳	۳	۲
۰	۱۰	۱۰	۳
۰	۲۰	۲۰	۴
۷	۲۲	۱۵	۵
۰	۳۲	۳۲	۶

۶-۳-۲. سایر تعاریف مورد استفاده در شبکه

رویداد بحرانی: رویدادهای بحرانی در یک شبکه رویدادهایی هستند که دارای شناوری صفر می باشند. برای این رویدادها زودترین و دیرترین تاریخهای وقوع همواره مساوی بوده و هر تغییری در این تاریخها باعث خواهد شد که زمان لازم برای تکمیل پروژه تغییر یابد.

راههای شبکه (مسیرهای شبکه): یک دنباله از فعالیتها که از رویداد آغازین شبکه شروع و به رویداد پایانه شبکه ختم می شود، یک راه نامیده می شود.

شناوری راه: مقدار شناوری یک راه، عبارت است از اختلاف بین کل زمان لازم برای تکمیل پروژه و جمع زمانهای فعالیتهای تشکیل دهنده آن راه.

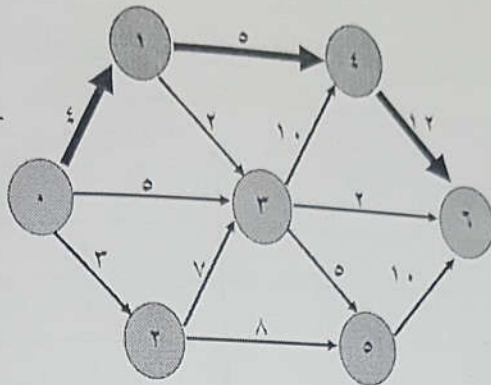
برای یک راه که شامل فعالیتهای ۱، ۲، و m می باشد، شناوری برابر است با:

$$\text{شناوری راه} = E_c - E_s - (D_1 + D_2 + \dots + D_m)$$

که در آن E_s و E_c به ترتیب زودترین تاریخ وقوع رویداد پایانه و زودترین تاریخ وقوع رویداد آغازین شبکه بوده و D_i عبارت از زمان لازم برای اجرای فعالیت i می باشد.

در شکل زیر شناوری راه ۶-۴-۱-۰ برابر است با:

$$E = E_6 - E_0 - (D_{0-1} + D_{1-4} + D_{4-6}) = 32 - 0 - (4 + 5 + 12) = 11$$



مسیر (راه) بحرانی: در هر شبکه حداقل یک راه وجود دارد که شامل طولانی ترین زمان می باشد. این راه را مسیر یا راه بحرانی می نامند. مقدار شناوری مسیر بحرانی همواره برابر با صفر است ($E_i = L_i$). مسیر بحرانی از رویداد آغازین تا پایانه، همواره از فعالیت های بحرانی عبور می نماید.

فعالیت بحرانی: فعالیت های تشکیل دهنده یک مسیر بحرانی، فعالیت های بحرانی نامیده می شوند. در روی یک مسیر که بحرانی باشد، همه فعالیت ها بحرانی خواهند بود. رویدادهای پایه و پایان فعالیت های بحرانی، همواره بحرانی هستند. (ولی این شرط برای بحرانی بودن فعالیت ها کافی نمی باشد).

۴-۶-۶. انواع شناوری فعالیت ها

۱-۴-۶-۶. شناوری جمعی

مقدار زمانی که یک فعالیت می تواند به تعویق بیافتد، یا به زمان اجرای آن افزوده شود، بدون آنکه در کل زمان اجرای پروژه تاثیر بگذارد، شناوری جمعی آن فعالیت نامیده می شود. برای یک فعالیت $i-j$ داریم:

حداکثر زمان قابل دسترس برای فعالیت $i-j$ برابر است با:

$$LF_{ij} - ES_{ij} = L_j - E_i$$

بنابراین مقدار شناوری جمعی این فعالیت برابر خواهد بود با:

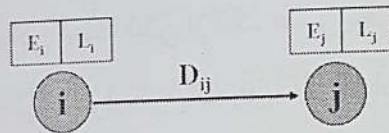
$$TF_{ij} = L_j - E_i - D_{ij}$$

۶-۶-۲. شناوری آزاد

مقدار زمانی که یک فعالیت می‌تواند به تعویق بیفتد، یا به زمان اجرای آن افزوده شود، بدون آنکه بر مقدار شناوری فعالیت‌های بعد از خود تأثیری بگذارد، شناوری آزاد آن فعالیت نامیده می‌شود.

برای آنکه فعالیت $i-j$ به فعالیت بعد خود اثر نگذارد، مقدار شناوری که از آن می‌تواند استفاده کند، عبارت خواهد بود از:

$$FF_{ij} = E_j - E_i - D_{ij}$$



۶-۶-۳. شناوری مستقل

مقدار زمانی که یک فعالیت می‌تواند به تعویق بیفتد، یا به زمان اجرای آن افزوده شود، بدون آنکه بر مقدار شناوری فعالیت‌های قبل و بعد از خود تأثیری بگذارد، شناوری مستقل آن فعالیت نامیده می‌شود.

برای آنکه فعالیت $i-j$ به فعالیت قبل و بعد خود اثر نگذارد، مقدار شناوری که از آن می‌تواند استفاده کند، عبارت خواهد بود از:

$$IF_{ij} = E_j - L_i - D_{ij}$$

۶-۶-۵. تعیین فعالیت‌های بحرانی و مسیرهای بحرانی شبکه

همان‌طوری که پیشتر بدان اشاره گردید، در هر شبکه مسیر یا مسیرهایی که دارای طولانی‌ترین زمان باشند، مسیر بحرانی و فعالیت‌های روی این مسیرها فعالیت‌های بحرانی نامیده می‌شوند.

تعریف دیگری از فعالیت‌های بحرانی عبارتست از:

فعالیت‌های بحرانی در یک شبکه، فعالیت‌هایی هستند که شناوری جمعی آنها برابر با صفر باشد. (بدیهی است در این صورت سایر شناوری‌های فعالیت نیز برابر با صفر خواهند بود.)

- برخی ویژگی‌های فعالیت‌های بحرانی و مسیرهای بحرانی شبکه بشرح زیر است:
- فعالیت‌های بحرانی همواره بر روی مسیرهای پیوسته‌ای که همه فعالیت‌های آنها بحرانی هستند و از رویداد آغازین تا رویداد پایانه شبکه ادامه دارند، قرار می‌گیرند.
 - بدیهی است هر مسیری که شامل یک یا چند فعالیت بحرانی باشد، الزاماً همه فعالیت‌های موجود بر روی آنها بحرانی نخواهند بود.
 - یک مسیر بحرانی می‌تواند شامل فعالیت‌های موهومی نیز باشد.
 - در یک شبکه ممکن است بیش از یک مسیر بحرانی وجود داشته باشد.
 - فعالیت‌های بحرانی همواره از یک رویداد بحرانی شروع شده و به یک رویداد بحرانی ختم می‌شوند، ولی این تنها شرط بحرانی بودن فعالیت نیست.