

به نام خداوند بخشاینده مهربان



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی صنایع

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی

ارائه روش‌های حل کارا برای مسئله زمانبندی

ماشین‌های پردازش انباشته‌ای

نگارش

ندا رفیعی پارسا

استاد راهنما

آقای دکتر بهروز کریمی

استاد مشاور

آقای مهندس علی حسین‌زاده کاشان

آذر ماه ۱۳۸۷



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

بسمه تعالی

فرم اطلاعات پایان نامه
کارشناسی ارشد

تاریخ:

شماره:

معاونت پژوهشی

فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: ندا رفیعی پارسا
شماره دانشجویی: ۸۵۱۲۵۰۱۱
دانشکده: مهندسی صنایع
رشته تحصیلی: مهندسی صنایع - مهندسی سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی
دانشجوی آزاد بورسیه معادل

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: دکتر بهروز کریمی
درجه و رتبه: استادیار دانشکده مهندسی صنایع - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی: مهندس علی حسین زاده کاشان
درجه و رتبه: دانشجوی دکتری رشته مهندسی صنایع - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

عنوان پایان نامه به فارسی: ارائه روش‌های حل کارا برای مسئله زمانبندی ماشین‌های پردازش انباشته‌ای

عنوان پایان نامه به انگلیسی: Effective solutions approaches for scheduling batch processing machines

نوع پروژه: کارشناسی ارشد
کاربردی بنیادی
سال تحصیلی: ۸۷-۸۸ دکتری
توسعه‌ای نظری

تاریخ شروع: دی ۸۶ تاریخ خاتمه: آذر ۸۷ تعداد واحد: ۶ سازمان تأمین کننده اعتبار:

واژه‌های کلیدی به فارسی: زمانبندی، ماشین‌های پردازنده انباشته، روش تولید ستون، روش شاخه و قیمت.

واژه‌های کلیدی به انگلیسی: Scheduling, Batch processing machines, Column Generation method, Branch and price method.

تعداد صفحات ضمائم	تعداد مراجع ۶۵	تصویر <input checked="" type="radio"/> جدول <input checked="" type="radio"/> نمودار <input checked="" type="radio"/> نقشه <input type="radio"/> واژه‌نامه <input type="radio"/>	تعداد صفحات ۱۱۴	مشخصات ظاهری
<input checked="" type="radio"/> انگلیسی <input checked="" type="radio"/> فارسی	چکیده	<input type="radio"/> انگلیسی <input type="radio"/> فارسی	زبان متن	<input checked="" type="radio"/> فارسی <input type="radio"/> انگلیسی
یادداشت				

نظرها و پیشنهادهای منظور بهبود فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه

استاد:

دانشجو:

تاریخ:

امضاء استاد راهنما:

۱: ارائه به معاونت پژوهشی به همراه یک نسخه الکترونیکی از پایان‌نامه و فرم اطلاعات پایان‌نامه بصورت PDF همراه چاپ چکیده (فارسی و انگلیسی) و فرم اطلاعات پایان‌نامه

۲: ارائه به کتابخانه دانشکده (شامل دو جلد پایان‌نامه به همراه نسخه الکترونیکی فرم در لوح فشرده طبق نمونه اعلام شده در صفحه خانگی کتابخانه مرکزی) مرکزی)

مهم این است که بایست تعمق در

مطالعه و تحقیق بتواند شفافیت دل

و جان را دو صد چندان گرداند...

شفافیت دل

عشق است

و

عشق همه راز هستی.

تلاشم را برای تهیه این تحقیق،
به خانواده عزیز و دوستان مهربانم
تقدیم می‌کنم.

لازم می‌دانم از استاد راهنمای محترم، آقای دکتر بهروز کریمی و آقای مهندس علی حسین‌زاده کاشان استاد مشاور گرامی، که با در اختیار قرار دادن اندوخته‌های فکری و تجربیات خویش اینجانب را در تمام مراحل تحقیق هدایت و راهنمایی نمودند، قدردانی نمایم.

چکیده

امروزه، زمانبندی به منظور استفاده کارآمد از منابعی نظیر ماشین‌ها، کار و مواد، یک امر لازم در محیط تولید رقابتی است. یک خانواده از مسائل زمانبندی که اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته‌اند، مسائل زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته هستند. بر خلاف مسائل زمانبندی کلاسیک که در آن ماشین هر لحظه قادر به پردازش یک کار است، ماشین‌های پردازنده انباشته قابلیت پردازش دسته‌ای از کارها را در قالب یک انباشته به طور همزمان دارند.

تحقیق حاضر مسئله زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته با اندازه کارهای غیریکسان و معیار حداقل‌سازی زمان پردازش کلیه کارها را مورد بررسی قرار می‌دهد و در راستای توسعه تحقیقاتی است که در ادبیات زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته موجودند. تکنیک‌هایی که در مقالات مذکور برای حل این مسئله مورد استفاده قرار گرفته‌اند، عمدتاً مبتنی بر روشهای ابتکاری و فراابتکاری است. در این تحقیق نخست با استفاده از روش تولید ستون یک حد پایین قوی برای مسئله ارائه شده، و در ادامه یک الگوریتم ابتکاری توسعه داده می‌شود، از این الگوریتم برای تولید جواب اولیه روش تولید ستون استفاده می‌شود. سپس الگوریتم دقیق شاخه و قیمت که روش تولید ستون و شاخه و حد را برای بدست آوردن جواب بهینه مسئله زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته ترکیب می‌کند، ارائه می‌شود. در پایان کارایی الگوریتم‌های ارائه شده با الگوریتم‌های موجود در ادبیات بر اساس مسائل نمونه ایجاد شده، مقایسه گردیده‌اند.

کلمات کلیدی:

زمانبندی، ماشین‌های پردازنده انباشته، روش تولید ستون، روش شاخه و قیمت.

فهرست علائم اختصاری

IP: Integer Programming

LP: Linear Programming

CG: Column Generation

B&B: Branch and Bound

B&P: Branch and Price

DWD: Dantzig-Wolfe Decomposition

MP: Master Problem

RMP: Restericted Master Problem

SP: Subproblem

LB: Lower Bound

UB: Upper Bound

RC: Reduced Cost

HA: Heuristic Algorithm

فهرست مطالب

فصل نخست: کلیات

- ۱-۱- زمانبندی ۲
- ۱-۱-۱- نظریه زمانبندی ۳
- ۱-۱-۲- جایگاه زمانبندی در یک سیستم تولیدی ۵
- ۱-۲- مسئله زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته ۷
- ۱-۳- فرضیات تحقیق ۹
- ۱-۴- ضرورت و هدف تحقیق ۱۰
- ۱-۵- روش تحقیق ۱۰
- ۱-۶- ساختار تحقیق ۱۱

فصل دوم: مرور ادبیات

- ۱-۲- مدل‌های زمانبندی در سیستم‌های تولید انباشته ۱۴
- ۱-۱-۲- طبقه‌بندی مدل‌های زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته ۱۵
- ۱-۲-۲- معیارهای بهینه‌سازی در زمانبندی سیستم‌های تولید انباشته ۲۲
- ۱-۳-۲- کاربرد سیستم‌های تولید انباشته ۲۳
- ۱-۴-۲- مروری بر ادبیات زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته ۲۵
- ۱-۴-۱-۲- زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته با کارهای با اندازه یکسان ۲۵
- ۱-۴-۲-۲- زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته با کارهای با اندازه غیریکسان ۲۹
- ۲-۲- مروری بر تکنیک تولید ستون ۳۵
- ۱-۲-۲- تشریح تکنیک تولید ستون ۳۷

- ۴۰ ۲-۲-۲- صورتبندی مسئله اصلی
- ۴۲ ۳-۲-۲- توصیف مسئله فرعی
- ۴۳ ۳-۲-۳- روش شاخه و قیمت

فصل سوم: زمانبندی کارها در سیستم تولید انباشته با اندازه کارهای غیریکسان

- ۴۹ ۱-۳-۱- مقدمه
- ۵۰ ۲-۳-۲- مسئله زمانبندی یک ماشین پردازنده انباشته با اندازه کارهای غیریکسان جهت حداقل سازی زمان پردازش کلیه کارها
- ۵۲ ۳-۲-۱- پیچیدگی محاسباتی
- ۵۳ ۳-۲-۲- الگوریتم‌های ابتکاری
- ۶۰ ۳-۲-۳- حد پایین

فصل چهارم: توسعه الگوریتم شاخه و قیمت

- ۶۲ ۴-۱-۱- تجزیه دنتزیگ-ولف
- ۶۳ ۴-۲-۲- روش تولید ستون و بدست آوردن حد پایین
- ۶۵ ۴-۲-۱- تولید جواب اولیه
- ۶۸ ۴-۲-۲- حل مسئله فرعی
- ۶۹ ۴-۳-۳- الگوریتم شاخه و قیمت
- ۷۱ ۴-۳-۱- روش انشعاب
- ۷۵ ۴-۳-۲- شرط توقف

فصل پنجم: نتایج محاسباتی

- ۷۹ ۵-۱-۱- تعیین مقادیر پارامترهای مسائل نمونه

۲-۵- نتایج محاسباتی حاصل از حل مسائل نمونه ۸۱

۱-۲-۵- الگوریتم ابتکاری ۸۱

۲-۲-۵- روش تولید ستون ۸۲

۳-۲-۵- الگوریتم شاخه و قیمت ۸۶

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهاد مطالعات آتی

۱-۶- جمع بندی و نتیجه گیری ۹۳

۲-۶- کاستی های تحقیق ۹۳

۳-۶- مطالعات آتی ۹۴

فهرست اشکال و نمودارها

- شکل ۱-۲- جریان محصول در سیستم تست مدارهای الکترونیکی ۲۴
- شکل ۱-۳- درخت نمایانگر فرضیات مدل زمانبندی ۵۱
- شکل ۱-۴- مراحل کلی الگوریتم شاخه و قیمت ۷۷
- نمودار ۱-۵- مقایسه جواب‌های *HA* و *FFLPT* ۸۲
- نمودار ۲-۵- مقایسه جواب‌های *LBI* و *CG* ۸۵
- نمودار ۳-۵- تعداد کارها و زمان لازم برای حل دقیق ۹۱

فهرست جداول

- جدول ۳-۱- مقایسه میان مسئله کوله‌پشتی و مسئله زمانبندی..... ۵۹
- جدول ۵-۱- مقادیر پارامترهای مسائل نمونه..... ۸۰
- جدول ۵-۲- طبقه‌بندی بر اساس اندازه کارها و ظرفیت انباشته..... ۸۰
- جدول ۵-۳- مقایسه کارایی الگوریتم ابتکاری..... ۸۱
- جدول ۵-۴- مقایسه کارایی حد پایین ($B=10$)..... ۸۳
- جدول ۵-۵- مقایسه کارایی حد پایین ($B=5$)..... ۸۴
- جدول ۵-۶- خلاصه نتایج مقایسات حد پایین..... ۸۴
- جدول ۵-۷- توزیع نتایج مربوط به حدپایین حاصل از روش تولید ستون..... ۸۵
- جدول ۵-۸- توزیع نتایج مربوط به LBI ۸۶
- جدول ۵-۹- مقایسه الگوریتم‌های شاخه و قیمت، و شاخه و حد ($P_f=[1, 10], B=5$)..... ۸۷
- جدول ۵-۱۰- مقایسه الگوریتم‌های شاخه و قیمت، و شاخه و حد ($P_f=[1, 10], B=10$)..... ۸۷
- جدول ۵-۱۱- مقایسه الگوریتم‌های شاخه و قیمت، و شاخه و حد ($P_f=[1, 5], B=10$)..... ۸۸
- جدول ۵-۱۲- مقایسه الگوریتم‌های شاخه و قیمت، و شاخه و حد ($P_f=[1, 5], B=5$)..... ۹۰

فصل نخست

کلیات

۱-۱- زمانبندی

رویکرد علمی مسائل برنامه‌ریزی عملیات، ریشه در انقلاب صنعتی و تلاش‌های گانت دارد. در اکثر مسائل برنامه‌ریزی و خصوصاً مسئله توالی عملیات، تنوع حالات مختلف حل مسئله و ترکیبات حاصل از این تنوع، برنامه‌ریزی را با طیف گسترده‌ای از راه‌حل‌ها برای یک مسئله روبرو می‌سازد. انتخاب و به کارگیری بهترین راه‌حل از میان این طیف گسترده، بدون بهره‌گیری از رویکردهای برنامه‌ریزی ریاضی تقریباً غیر ممکن است. از این رو می‌توان اذعان کرد که استفاده از مدل‌های نمادین و بهره‌گیری از رویکردهای برنامه‌ریزی در حل این گونه مسائل نقطه عطفی در سیر تحول روش‌های برنامه‌ریزی است.

زمانبندی، فرآیند تخصیص تعدادی منابع محدود جهت انجام مجموعه‌ای محدود از فعالیت‌ها در طول زمان است. در این تعریف نسبتاً کلی واژه زمانبندی دو مفهوم مختلف را در بر می‌گیرد:

- ۱- زمانبندی نوعی تصمیم‌گیری است که در طی آن برنامه زمانی تعیین می‌شود.
- ۲- زمانبندی مبحثی نظری شامل مجموعه‌ای از اصول، مدل‌ها، روش‌ها و نتایج منطقی است که بینشی عمیق درباره عمل زمانبندی فراهم می‌آورد.

در فرهنگ اصطلاحات زمانبندی، میان واژه‌های «تعیین توالی^{۱)}»، «زمانبندی^{۲)}» و «سیاست زمانبندی^{۳)}» تمایز وجود دارد. واژه تعیین توالی، معمولاً با ترتیبی که کارها بر اساس آن روی یک ماشین پردازش می‌شوند، مرتبط است. زمانبندی به تخصیص منابع محدود به کارها در طول زمان ابلاغ می‌شود. مفهوم سیاست زمانبندی، اغلب در سیستم‌های تصادفی استفاده می‌شود، به این معنی که سیاست زمانبندی راه کار مناسبی را برای هر یک از حالات ممکن سیستم توصیه می‌کند.

قدم‌های دستیابی به تصمیمات زمانبندی را می‌توان طبق رویکرد سیستمی به چهار مرحله تقسیم

¹ Sequencing

² Scheduling

³ Scheduling policy

نمود، رویکرد سیستمی نشانگر ساختاری رسمی است که در عملکرد مدیریتی امروزی از حمایتی فزاینده برخوردار است، این چهار مرحله اصولی عبارتند از:

فرمول‌بندی: مسئله، تعریف و ضوابط حاکم بر تصمیم‌گیری تعیین می‌شود، این مرحله اغلب پیچیده است، ولی اتخاذ تصمیمات مناسب، بدون تعریف روشن مسئله و مشخص کردن اهداف، اغلب ممکن نیست.

تحلیل: شامل بررسی عناصر مسئله و روابط متقابل آنها با یکدیگر است و هدف از این مرحله تعریف متغیرهای تصمیم و تشخیص روابط آنها با محدودیت‌هایی است که باید از آن پیروی کند. ایجاد: این مرحله شامل فرآیند ساخت گزینه‌های مختلف جواب مسئله و تعیین گزینه‌های ممکن است.

ارزیابی: شامل مقایسه گزینه‌های امکان‌پذیر و انتخاب گزینه مطلوب جهت بکارگیری است.

۱-۱-۱- نظریه زمانبندی

اصولاً نظریه زمانبندی با مدل‌های ریاضی سر و کار دارد و بین کار زمانبندی و توسعه مدل‌های زمانبندی رابطه برقرار می‌کند و بطور پیوسته آنها را با مسائل نظری و عملی محک می‌زند. زمانبندی از دیدگاه نظری غالباً با تفسیر اهداف تصمیم‌گیری در قالب یک تابع هدف و بیان موانع تصمیم‌گیری به صورت محدودیت‌های واضح روشن می‌شود. سه نوع هدف تصمیم‌گیری در زمانبندی عمده‌تر به نظر می‌رسد:

- بهره‌برداری کارا از منابع
 - پاسخ‌گویی سریع به تقاضا
 - انطباق دقیق زمان‌های تحویل با موعدهای تحویل تعیین شده
- غالباً می‌توان از یک ضابطه هزینه‌ای مربوط به سنجش عملکرد سیستم (مانند زمان بیکاری ماشین، زمان انتظار برای انجام کار یا تاخیر کار و غیره) به عنوان جانشینی برای هزینه کل سیستم استفاده کرد.

دو نوع محدودیت مربوط به امکان‌پذیری، شامل:

- محدودیت‌هایی برای در دسترس بودن منابع

- محدودیت‌های تکنولوژیکی در ترتیب انجام کارها

معمولاً در مسائل زمانبندی ظاهر می‌شود. جواب هر مسئله زمانبندی، یافتن راه‌حلی امکان‌پذیر

برای این دو نوع محدودیت است، به طوریکه پاسخ‌گوی دو سوال زیر نیز باشد:

- برای انجام هر وظیفه کدام منابع تخصیص داده خواهد شد؟

- هر وظیفه چه زمانی انجام خواهد شد؟

عناصر مهم مدل‌های زمانبندی، کارها^۱ و منابع^۲ هستند. منابع نوعاً بر حسب قابلیت‌های کمی و کیفی خود مشخص می‌شوند، به طوریکه هر مدل نشان دهنده‌ی نوع و میزان هر منبع است. هر کار مشخص بر حسب اطلاعاتی از قبیل منبع موردنیاز، مدت انجام کار، زمانی که می‌توان آن کار را آغاز کرد و زمان تحویل آن، توصیف می‌شود. به علاوه مجموعه‌ای از کارها را معمولاً می‌توان بر حسب محدودیت‌های تکنولوژیکی (روابط تقدمی) که در مورد عناصر متشکل از آن صدق می‌کند، بیان نمود.

تئوری زمانبندی همچنین شامل شیوه‌های متنوع و مختلفی است که در حل مسائل زمانبندی مفید هستند، در واقع حوزه زمانبندی به صورت نقطه کانونی ایجاد، بکارگیری و ارزیابی روش‌های ترکیبی شیوه‌های شبیه‌سازی، روش‌های شبکه‌ای و رویکردهای ابتکاری حل مسئله درآمده است. انتخاب شیوه مناسب به پیچیدگی مسئله، طبیعت مدل و انتخاب معیار کارایی و عوامل دیگر بستگی دارد. در بسیاری موارد بهتر است چند شیوه به عنوان گزینه‌های مختلف برخورد با مسئله در نظر گرفته شود. به همین دلیل، نظریه زمانبندی شاید به همان اندازه که به امر بررسی روش‌ها می‌پردازد، به بررسی مدل‌ها نیز توجه دارد. برای رده‌بندی مدل‌های عمده زمانبندی لازم است ترکیب منابع و رفتار کارها مشخص شود.

¹ Tasks

² Resources

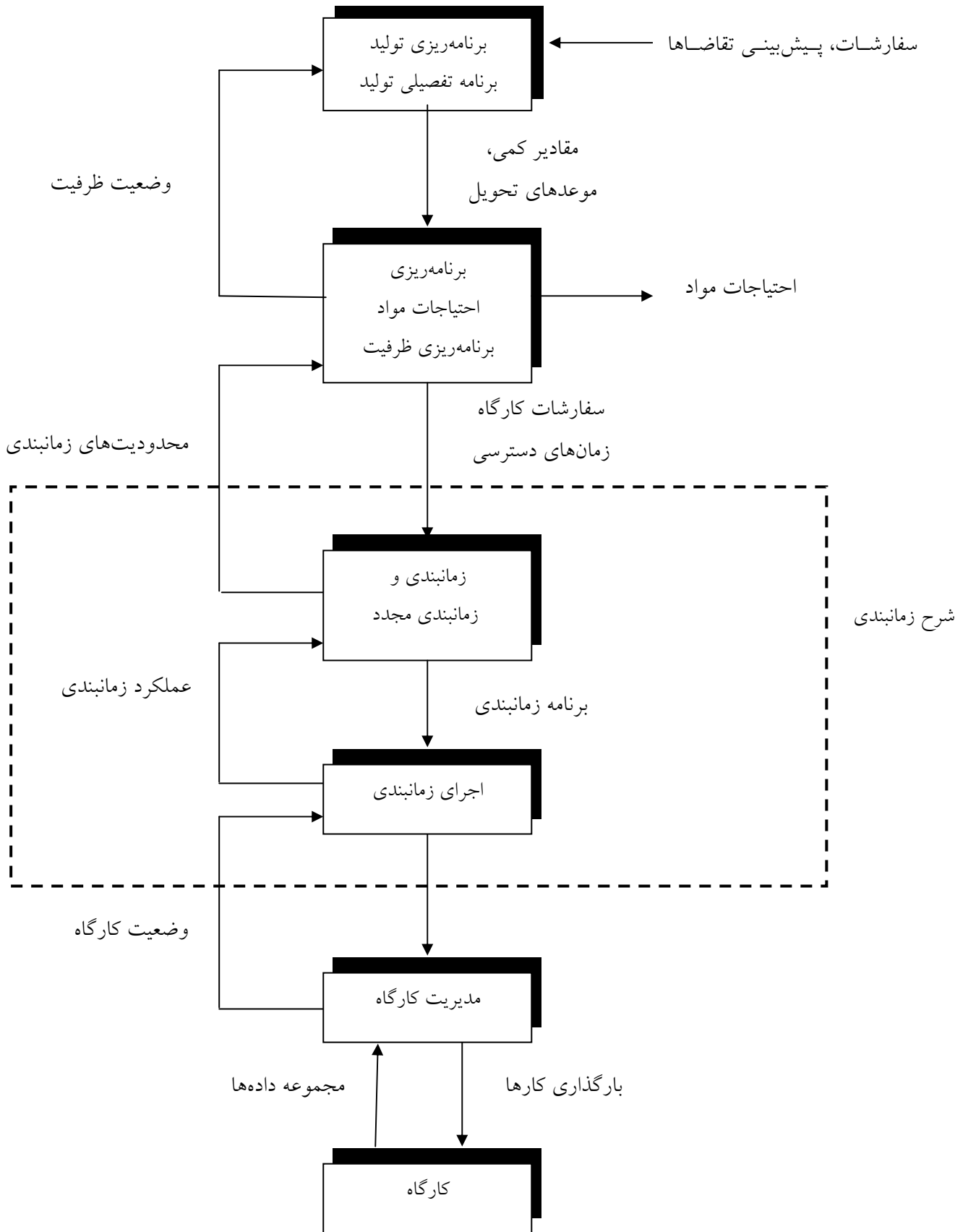
۱-۱-۲- جایگاه زمانبندی در یک سیستم تولیدی

عملیات زمانبندی در یک سازمان یا سیستم تولیدی با تعداد زیادی از عملیات دیگر ارتباط تنگاتنگی دارد. البته این ارتباطات به صورت سیستماتیک است و بطور قابل توجهی از یک موقعیت به موقعیت دیگر تفاوت زیادی پیدا می‌کند.

زمانبندی از نظر برنامه‌ریزی در پایین‌ترین سطح قرار دارد و متأثر از برنامه‌ریزی استراتژیک و برنامه‌ریزی میان مدت است، لذا هر گونه تغییری در سطوح بالاتر برنامه‌ریزی اثرات قابل توجهی در برنامه‌ریزی زمانبندی به جای می‌گذارد. به عبارت دیگر، برای بهینه‌سازی در زمانبندی ابتدا باید سایر مواردی که در سطوح بالاتر تصمیم‌گیری قرار دارند بهینه شده باشند.

شکل ۱-۱، یک جریان ساده اطلاعاتی و جایگاه زمانبندی در پروسه اطلاعاتی تولید را نشان می‌دهد.

امروزه اکثر صنایع پیشرفته مجهز به سیستم‌های اطلاعاتی تولیدی بسیار پیشرفته و مدرن هستند. در این صنایع بزرگ معمولاً یک کامپیوتر مرکزی و بانک اطلاعات مرکزی، کنترل کارهای تولیدی را بر عهده دارد. این کامپیوتر مرکزی توسط شبکه‌های اطلاعاتی داخلی با کامپیوترهای شخصی، ایستگاه‌های کاری و ترمینال‌های مختلف جهت ارسال و بازیابی اطلاعات در ارتباط است. عملیات زمانبندی بر روی کامپیوترهای شخصی و ایستگاه‌های کاری که به کامپیوتر مرکزی متصل است، انجام می‌گیرد. از طرف دیگر، اطلاعات اساسی مانند وضعیت ماشین‌ها، تغییرات در داده‌های کاری و غیره نیز از طریق بخش‌های مختلف تولیدی به کامپیوتر مرکزی منتقل می‌شوند. بنابراین برنامه زمانبندی باید در برابر تغییرات سایر بخش‌های تولیدی بسیار انعطاف‌پذیر باشد و بتواند در هر لحظه برنامه‌ها را مورد ارزیابی قرار داده و زمانبندی کارها را به نحو مطلوبی انجام دهد.



شکل ۱-۱. نمودار جریان اطلاعات در یک سیستم تولیدی

۱-۲- مسئله زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته

طی دو دهه اخیر، مسائل زمان‌بندی در سیستم‌های تولید انباشته^۱ مورد توجه خاص قرار گرفته‌اند. علت این انگیزش را می‌توان در افزایش سرعت تولید و کاهش هزینه‌های مرتبط با آن از طریق سیاست تولید انباشته‌ای جست. به عنوان یک تعریف، سیستم‌های تولید انباشته سیستم‌هایی هستند که در آنها با تغییر اندکی در خط تولید می‌توان محصولات متنوعی تولید کرد. در اینجا منظور از یک سیستم تولید انباشته، یک یا چند ماشین با قابلیت انجام نوع خاصی از عملیات، به طور همزمان بر روی بیش از یک قلم یا به عبارتی یک انباشته^۲ از اقلام است (برخلاف ماشین‌های تولید منفرد که در هر زمان قابلیت انجام عملیات بر روی حداکثر یک کار را دارند).

چند نمونه از حالاتی که در آن لازم است چندین کار به صورت همزمان تحت عملیات قرار گیرند، در ذیل آمده است:

- در نورد سرد یا گرم به علت وجود محدودیت‌های فنی نمی‌توان تمام سفارشات را به دنبال هم نورد کرد. فرض کنید بخواهیم بدون تعویض غلتک‌ها دو نوع ورقه با دو عرض متفاوت را بدنبال هم نورد کنیم، در این حالت ورق نوبت دوم باید عرض کمتری داشته باشد، زیرا هنگام نورد ورق نوبت اول خراش‌های ریزی که درست به اندازه عرض ورق است بر روی غلتک‌ها ایجاد می‌شود؛ اگر بخواهیم بلافاصله ورقی با عرض بیشتر را نورد کنیم، آثار استهلاک مزبور به صورت دو خط موازی بر روی آن باقی خواهد ماند.

- به علت بالا بودن هزینه‌های انرژی مصرفی در تمام صنایعی که از کوره‌ها استفاده می‌شود، آنها را وقتی راه‌اندازی می‌کنند که تعداد یا حجم قطعات به اندازه مقرون به صرفه‌ای رسیده باشد. بنابراین گروه‌بندی کارها جهت استفاده حداکثر از ظرفیت ماشین‌آلات لازم است.

- در صنایع تولید نیمه هادی، مرحله‌ی آخر تولید، تست حرارتی می‌باشد. این فرآیند علاوه بر آن که مهمترین مرحله تولید قطعات است، زمان برترین مرحله نیز می‌باشد. زمان حرارت دهی هر قطعه

^۱ Batch processing systems

^۲ Batch

معمولاً چندین برابر زمان تولید آن است. لذا مرحله‌ی مذکور به عنوان یک گلوگاه در تولید نیمه‌هادی‌ها و مدار مجتمع¹ (IC) مطرح است. از آنجا که زمان حرارت‌دهی می‌تواند بیش از زمان مشخصه هر قطعه باشد (ولی نبایستی کمتر باشد) می‌توان قطعات فوق را به صورت همزمان درون یک کوره قرار داد و در این صورت زمان حرارت‌دهی برابر با طولانی‌ترین زمان حرارت‌دهی قطعات داخل کوره خواهد بود.

با توجه به موارد فوق، دلایل عمده استفاده از سیستم‌های تولید انباشته را می‌توان به صورت زیر عنوان کرد:

- کاهش زمان‌های آماده‌سازی.
- قابلیت ماشین تولیدی در انجام همزمان یک عملیات بر روی بیش از یک قطعه (ماشین پردازنده انباشته).

- زمانبر بودن یک فرآیند خاص در تولید یک محصول و ایجاد گلوگاه.

- افزایش سرعت تولید و کاهش هزینه‌های مرتبط با آن.

ماشین‌های پردازنده انباشته² به ماشین‌هایی اطلاق می‌گردد که قابلیت پردازش دسته‌ای از کارها را در قالب یک انباشته به طور همزمان دارند. از انواع ماشین‌های پردازنده انباشته، می‌توان ماشین‌های پرس با ظرفیت و اندازه بزرگ، خطوط رنگ، خطوط نورد فولاد، کوره‌ها و خطوط ریخته‌گری و فرآیندهای شیمیایی و حرارتی درون یک تانک یا تنور، را نام برد.

به طور کلی مدل‌های مطرح در زمانبندی ماشین‌های پردازنده انباشته از نظر نوع انجام عملیات و زمان پردازش انباشته، میزان ظرفیت و تعداد ماشین‌های دخیل در تولید و مشخصه کارهایی که برای پردازش در یک ماشین پردازنده انباشته وجود دارند، طبقه‌بندی می‌شوند (که در فصل دوم به تفصیل شرح داده می‌شود).

¹ Integrated circuit

² Batch processing Machines