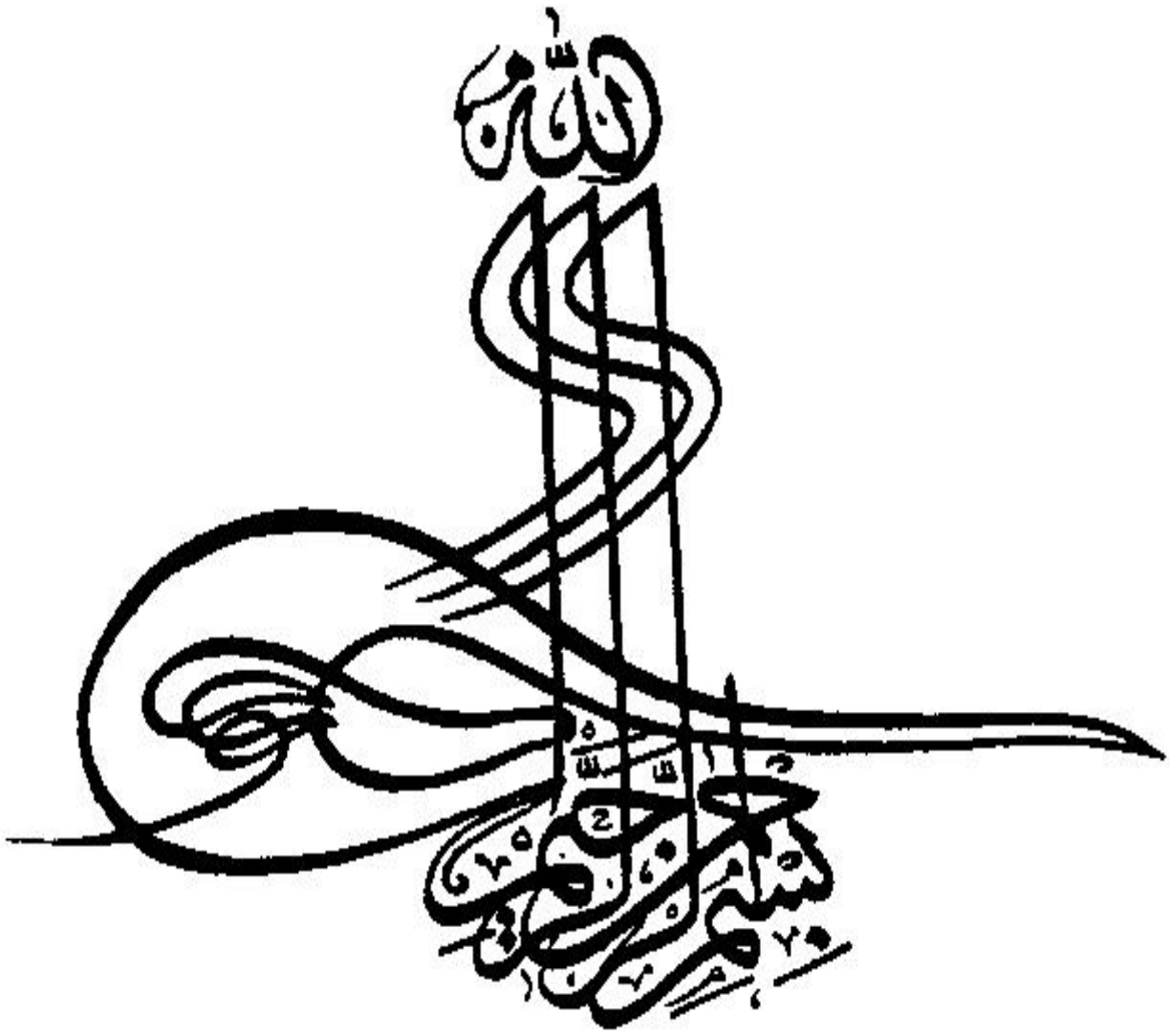
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه پیام نور تهران

پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد

عنوان :

یک روش اصلاح شده برای زمان‌بندی کارگاه جریانی جایگشتی

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر شهریار فرهمند راد

دانشجو:

زهرا معتمدی

۸۷۰۰۶۷۲۴۲

تابستان ۹۰

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم تحقیقات و فناوری

مجتمع علوم پایه و کشاورزی

شماره .....
تاریخ .....
پیوست .....

دانشگاه پیام نور
دانشگاه پیام نور استان تهران
العلم محل الوفیک الفرج والعافیه والنصر

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

جلسه دفاع ازپایان نامه کارشناسی ارشد خانم زهرا معتمدی
دانشجوی رشته ریاضی کاربردی(تحقیق در عملیات) به شماره دانشجویی: ۸۷۰۰۶۷۲۴۲

تحت عنوان:

" يك روش اصلاح شده براي زمان بندي كارگاه جرياني جايگشتي"

جلسه دفاع با حضور داوران نامبرده ذیل در روزدو شنبه مورخ: ۹۰/۰۷/۰۴ ساعت : ۱۴-۱۳ درمحل مجتمع علوم پایه و کشاورزی برگزار شد. و پس از بررسی پایان‌نامه مذکور با نمره به عدد.....۱۸.۵..... به حروف .....هجده و نیم..... و با درجه ارزشیابی.....عالی.....مورد قبول واقع شد ☑ نشد ☐

ردیف	نام و نام خانوادگی	هیات داوران	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه/ موسسه	امضاء
۱	دکترشهریار فرهمندراد	استاد راهنما	استادیار	پیام نور	
۲	دکترفیصل حسني	استاد مشاور	استادیار	پیام نور	
۳	دکترناصر بروجردیان	استاد داور	استادیار	امیرکبیر	
٤	دکترفهیمه سلطانیان	نماینده علمي گروه	استادیار	پیام نور	
٥	دکترفهیمه سلطانیان	نماینده تحصیلات تکمیلي	استادیار	پیام نور	

تهران، خیابان استاد نجات اللهی
خیابان شهید فلاح پور، پلاک ۲۷
تلفن: ۸۸۸۰۰۲۵۲
دورنگار: ۸۸۳۱۹۴۷۵
WWW.TPNU.AC.IR
science.agri@tpnu.ac.ir

چکیده:

زمان‌بندی کارگاه جریانی با تعیین ترتیب بهینه‌ی کارهایی که بر روی تعدادی ماشین در یک ترتیب ثابت پردازش می‌شوند سروکار پیدا می‌کند. در حالت کلی نشان داده شده است که مساله‌ی زمان بندی کارگاه جریانیNP–کامل است. الگوریتم‌های دقیق مانند برنامه ریزی صحیح و شاخه و کران، بهینگی را تضمین می کنند اما جواب بهینه را حتی برای مسائل کوچک، در زمان چند جمله‌ای نمی‌دهند. این روش‌ها نشان داده‌اند که جواب‌های کارآمد خوبی در زمان معقول می‌دهند (نه لزوما بهینه). بیش از چند دهه است که با شروع از الگوریتم جانسون، تحقیقات زیادی روی مسائل کارگاه جریانی انجام شده است اما فقط تعداد بسیار کمی الگوریتم خوب وجود دارد. روش نواز، انسکور و هم که برای می‌نیمم سازی ماکزیمم زمان صرف شده به کار می‌رود، به دلیل سادگی، کیفیت جواب و پیچیدگی زمانش، عمومی ترین الگوریتم موجود است. در این تحقیق ما الگوریتم NEH را به منظور رسیدن به بهبود معنی‌دار در کیفیت جواب، در حالیکه همان پیچیدگی الگوریتم حفظ شود، اصلاح کرده‌ایم. برخی از نویسندگان در سال‌های اخیر ادعا کرده‌اند که روش‌هایشان قابل مقایسه و یا حتی بهتر از NEH است که مطالعات ما این ادعاها را تصدیق نمی‌کند. در نهایت الگوریتم‌هایی را معرفی می‌کنیم که تا حدودی اشکالات موجود در روش NEH را برطرف می‌کنند.

فهرست مطالب

مقدمه..... ۲

فصل اول : زمان بندی

۱-۱- تعریف زمان بندی و نقش آن در زندگی روزمره..... ۵

۱-۲-تعریف زمان بندی کارگاه جریانی و زمان بندی کارگاه عمومی..... ۷

۱-۳-تعریف روشهای ساختاری و روشهای بهبود..... ۸

۱-٤-نمادگذاری مسائل زمان‌بندی..... ۹

۱-۵- تابع هدف مسأله زمان‌بندی..... ۹

۱-٦- فرضیات مسأله زمان‌بندی..... ۱۱

فصل دوم :مروری بر روش NEH

۲-۱- مقدمه..... ۱٤

۲-۲-روش‌های ابتکاری و ماورا ابتکاری..... ۱۵

۲-۳- الگوریتم NEH..... ۱٦

۲-٤- پیچیدگی روش NEH..... ۱۷

۲-٤-۱- الگوریتم ها و آشنایی با نظریه پیچیدگی ۱۷

۲-٤-۲- محاسبه‌ی پیچیدگی روش NEH..... ۲۰

فصل سوم :روش NEH بهبود داده شده

۳-۱- مقدمه ۲۶

۳-۲-الگوریتم پیشنهادی(NEH بهبود داده شده) ۲۷

۳-۳- حل یک مسأله ۲۸

۳-٤- محاسبه‌ی پیچیدگی مساله ۳۳

۳-۵- نتایج تجربی ۳۵

فصل چهارم :مروری بر جدیدترین روشهای NEH اصلاح شده

٤-۱- مقدمه ٤۳

٤-۲- معیارهای کارایی ٤٤

٤-۳- روش NEHNM ٤۵

٤-٤- NEH و مسأله دو ماشینه ٤۷

٤-۵-روش NEHKK ٤۹

٤-٦-روش های FRB_1و...و FRB_5 ..... ۵۱

٤-٦-۱-معرفی روشهای FRB_1و...و FRB_5 ..... ۵۱

٤-٦-۲- نتیجه گیری ۵۹

فصل پنجم :مرور و نتیجه گیری

۵-۱-مقدمه ٦۱

۵-۲- ارزیابی با استفاده از نمونه های تیلارد ٦۱

منابع.....٦٩

فهرست جداول

جدول٢-١..... ٢٤

جدول ٣-١ ..... ٢٩

جدول ٣-٢ ..... ٣٧

جدول ٣-٣ ..... ٣٩

جدول ٣-٤..... ٤٠

جدول ٤-١ ..... ٤٨

جدول ٥-١ ..... ٦٥

فهرست نمودارها

نمودار ٤-١ ..... ٥٢

مقدمه

مقدمه

تحقیق درعملیات به دو دسته‌ی تحقیق در عملیات پیوسته و تحقیق در عملیات ناپیوسته تقسیم می‌شود. برنامه‌ریزی خطی، برنامه ریزی غیر خطی و ... در دسته تحقیق در عملیات پیوسته قرار می‌گیرند و زمان‌بندی و ترتیب عملیات و ... در دسته‌ی تحقیق در عملیات ناپیوسته قرار می‌گیرند .

موضوع بحث ما زمان‌بندی می‌باشد که عبارت است از تخصیص تعدادی منابع محدود به مجموعه‌ای محدود از کارها در طول زمان. در واقع زمان‌بندی یک تابع تصمیم‌گیری است که یک یا چند هدف را بهینه‌سازی می‌کند. در زمان‌بندی دو مفهوم اصلی منابع و کارها حالت‌های مختلفی می‌توانند داشته باشند. ما در این‌جا (تا آخر پایان نامه) ماشین‌ها را به عنوان منابع و کارها را به عنوان پردازش-هایی که قرار است روی این ماشین‌ها انجام شوند، در نظر خواهیم گرفت .

بنا به حالت‌هایی که قرار است این ماشین‌ها داشته باشند، (سری ،موازی و...) و همچنین وجود تابع هدف‌های مختلف، مسأله زمان‌بندی به شاخه‌های مختلفی از جمله زمان‌بندی کارگاه جریانی، زمان-بندی کارگاه باز و... (که در فصل ۱به آن اشاره خواهد شد) تقسیم می‌شود .

برای حل مسأله زمان‌بندی که از ٦٠ سال پیش تا کنون مورد توجه بسیاری از ریاضی‌دانان بوده است، الگوریتم‌های متعددی که به آن‌ها ابتکاری می‌گوییم ارائه شده است. الگوریتم‌های قابل قبول در کتابخانه OR ثبت و ضبط شده‌اند، که یکی از این الگوریتم‌ها، الگوریتم NEH (۱۹۸۳) (الگوریتم ارائه شده توسط نواز و همکاران که خود یک مسأله زمان‌بندی کارگاه جریانی با تابع هدف می‌نیمم سازی زمان صرف شده است) می‌باشد. این روش که ثابت شده بعد از گذشت چند سال، هنوز بهترین روش موجود است، مورد بررسی و اصلاح بسیاری از ریاضی‌دانان بوده است و ما در این‌جا روشی را ارائه می‌کنیم که با یکسری تغییراتی در مراحل NEH، با حفظ پیچیدگی الگوریتم آن به جواب مطلوب‌تری برسیم.

در فصل ۱ این پایان نامه به طور کامل در مورد زمان‌بندی و شاخه‌های مختلف آن بحث خواهیم کرد. در فصل ۲ روش NEH را توضیح خواهیم داد .در فصل ۳ به روش اصلی مورد نظرمان که همان NEH اصلاح شده است می‌پردازیم. در فصل٤ دیگر روش‌های NEH اصلاحی به اختصار مورد

بحث قرار خواهند گرفت و در فصل ۵ با ادله‌ی محکم می‌گوییم که NEH هنوز بهتـرین الگـوریتم بـرای حل مساله‌ی کارگاه جریانی است .

فصل اول

زمان بندی

۱ ـ۱ -تعریف زمان بندی و نقش آن در زندگی روزمره

زمان‌بندی واژه‌ای است که در مکالمات روزمره بسیار به کاربرده می‌شود، هر چند که ممکن است تعریف روشنی از آن در ذهن خود نداشته باشیم، در حقیقت مفهوم زمان‌بندی در زندگی روزمره‌ی ما چندان نقشی ندارد، بلکه برنامه‌های زمان‌بندی شده هستند که با آن‌ها سر و کار داریم. یک برنامه‌ی زمان‌بندی عبارتست از یک طرح کمی قابل اندازه‌گیری و یا یک سلسله مدارک که بر اساس زمان تنظیم شده‌اند، مانند برنامه حرکت اتوبوس‌ها در یک پایانه مسافربری و یا برنامه زمان‌بندی شده کلاس‌ها در یک دانشکده. یک برنامه‌ی زمان‌بندی معمولا به ما می‌گوید که یک سلسله حوادث و وقایع چه زمانی اتفاق می‌افتند. به عبارت دیگر طرحی است بر اساس زمان و یک سلسله حوادث خاص که به سوال در چه زمانی چه پیشامدی به وقوع می‌پیوندد پاسخ می‌دهد. گاهی اوقات ما علاقمندیم که بدانیم شام در چه زمانی آماده می‌شود و یا چه زمانی می توان ماشین لباسشویی را روشن کرد. در چنین مواردی پیشامد مورد توجه، فعالیتی مانند آماده کردن شام و یا راه انداختن ماشین می‌تواند باشد. به سادگی می‌توان دریافت که پاسخ به سوالی که در آن عبارت "چه وقت" آمده باشد، باید همراه اطلاعاتی درباره‌ی زمان باشد،به طور مثال یک اتوبوس رأس ساعت ۸ صبح از مبدأ حرکت می‌کند و ساعت ۱۱/۳۰ صبح همان روز به مقصد می‌رسد [نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:ا].

امروزه در جهان صنعت شکل زمان‌بندی مانند شستن لباس یا تمیز کردن آشپزخانه نمی‌باشد، بلکه مسابقه بزرگی در جریان است که زمان، مهمترین عامل برای برندگان این مسابقه جهانی محسوب می‌گردد. این امر باعث شده که در سالهای اخیر توجه بسیار زیادی به مسأله زمان بندی معطوف گردد. این امر جدید از توالی عملیات، دیگر اجازه نمی دهد که کالاهای نیم ساخته بین خطوط تولید توقف داشته باشند و اگر هم بخواهند توقفی داشته باشند باید زمان توقف در کل مجموعه‌ی تولید نقش مثبتی ایفا کند. از طرف دیگر می‌دانیم که در یک پروسه واقعی تولید زمان پردازش‌های مختلف یکسان نمی‌باشند و حتی برای یک کار مشابه می توان ابزارهایی که با زمان های مختلف آن پردازش را انجام دهند تعریف کرد [نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:ب].

مهمترین هدف در بحث زمان‌بندی و توالی عملیات کاهش زمان بر اساس یکی از معیارهای سنجشی می‌باشد، که با توجه به نوع مسأله تعریف‌های متفاوتی قابل ارائه است. در نظریه‌ی زمان‌بندی سعی

می‌گردد که بهترین گزینه از بین تعداد بسیار زیاد گزینه‌های ممکن انتخاب گردد. برای رسیدن به چنین هدفی ریاضی‌دانان و متخصصین علم زمان‌بندی روش‌ها و رویکردهای ریاضی خاصی را بنا کرده‌اند، که زیبایی تلاش فکر انسان را در حل مسائل پیچیده در معرض دید قرار می‌دهد. این رویکردها می‌توانند الگوهای بسیار مناسبی برای مدیران صنایع جهت انجام هر تولیدی باشند. در نظریه‌ی زمان‌بندی مهمترین خصیصه یافتن گزینه‌ی بهینه می‌باشد، به عبارت دیگر ما در صدد به دست آوردن جوابی بهتر از آنچه در حال حاضر استفاده می‌کنیم نیستیم، بلکه دنبال بهترین جواب ممکن مسأله می‌گردیم. ولی متأسفانه به جز چند مسأله‌ی محدود و در واقع غیرکاربردی چنین چیزی در نظریه‌ی زمان‌بندی قابل تحقق نمی‌باشد و این علم بر خلاف سادگی ظاهریش روش‌هایی سریع برای حل مسائل حتی با حدود چند مرحله بسیار ساده نمی‌تواند ارائه کند. در نتیجه امروزه همت محققین معطوف به این مسأله شده است که چگونه می‌توان به جواب بهینه تا حد امکان نزدیک گردید [نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:ب].

شاید به نظر بعضی‌ها نظریه‌ی زمان‌بندی حالت خاصی از نظریه‌ی صف[۱] باشد، هر چند که این دو رشته با یکدیگر بی‌ارتباط نیستند، ولی هدف اصلی ما در این نظریه، بررسی این مسأله است که چگونه با تغییر ترتیب ورودی‌های یک صف می‌توان زمان مورد نظر را تا حد امکان کاهش داد. زمان‌بندی که در اینجا مکررا از آن استفاده می‌شود، اشاره به محاسبه‌ی زمان از ابتدای ورود یک کار به سیستم تا خروج کامل آن کار از سیستم دارد، وقتی که آن کار نیاز به سرویس خاصی در آن سیستم داشته باشد. به طور مثال، زمان‌بندی متروی تهران و برنامه‌ریزی زمانی برای قطارها به گونه‌ای است که بتواند در کمترین زمان ممکن وظایف محوله را انجام دهد. واژه‌ی "توالی عملیات" یا "ترتیب‌بندی[۲] " اشاره به نحوه‌ی مرتب کردن فعالیت‌ها در سیستم دارد تا بهترین ترکیب ممکن به‌دست آید، در نتیجه در جایی که زمان کلیه‌ی پردازش‌ها قطعی باشد، دو واژه‌ی زمان‌بندی و توالی عملیات دارای معنای یکسانی خواهند بود و می‌توانیم این دو واژه را به جای یکدیگر به کار ببریم [نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:ج].

۱- صف اولویت، ساختمان داده‌ای برای نگهداری مجموعه S از عناصر است، که هر عنصر مقداری به نام کلید دارد. صف دارای جلو وآخر است. وقتی عنصری به صف اضافه می‌شود، در آخر صف قرار می‌گیرد، درست مثل دانش‌آموزی که به صف اضافه می‌شود[جعفرنژادقمی،۱۳۸۸:۱۶۲] .

[2] Sequencing

زمان‌بندی عبارت از تخصیص تعدادی منابع[1] محدود به مجموعه‌ای از کارها[2]در طول زمان می‌باشد. در واقع زمان‌بندی یک تابع تصمیم‌گیری است که یک یا چند هدف را بهینه‌سازی می‌کند. در زمان‌بندی دو مفهوم اصلی منابع و کارها حالت‌های مختلفی می‌توانند داشته باشند، به طور مثال منابع قابل دسترسی دریک کارگاه صنعتی یا یک فرودگاه پرترافیک می‌تواند به ترتیب عبارت باشد از ماشین‌های صنعتی و ورودی پایانه‌های پرواز، به همین ترتیب کارها در محیطهای فوق می‌تواند به ترتیب، عملیات مختلف ماشین و پروازها و نشستن هواپیماها باشند [نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:ج].

۱ ۲ -تعریف زمان‌بندی کارگاه جریانی و زمان‌بندی کارگاه عمومی

دو مسأله‌ی رایج که به طور منظم در نوشتجات پنجاه سال پیش ظاهر می‌شود، زمان‌بندی کارگاه جریانی[3] و زمان‌بندی کارگاه عمومی[4] است. در زمان‌بندی کارگاه جریانی تعداد m ماشین به صورت سری مرتب شده‌اند و هر کار بایستی روی هر یک از این ماشین‌ها پردازش شود. در این محیط تمام کارها مسیر یکسانی را باید طی کنند، به این معنا که تمامی آنها ابتدا روی ماشین۱، سپس روی ماشین۲، وتا ماشین m باید پردازش شوند. بعد از تکمیل پردازش یک کار روی هر یک از ماشین‌ها ، آن کار به صف ماشین بعدی می‌پیوندد. در مسائل کارگاه عمومی اینطور فرض می شود که m ماشین وجود دارد و هر کار دارای مسیر مخصوصی بین ماشین‌هاست. دو حالت مهم در این محیط قابل تصور است؛ حالت اول اینکه هر کار روی هر ماشین حداکثر یکبار پردازش شود، وحالت دوم اینکه امکان دارد یک کار بیش از یکبار روی یک ماشین پردازش شود که اصطلاحا آن را گردش مجدد می‌گوییم[Chakraborty and Laha,2007:90].

[1] Resources

[2] Jobs

[3] Flow Shop Scheduling

[4] Job Shop Scheduling

۱ ۳ -تعریف روش‌های ساختاری و روش‌های بهبود

روش‌های حل مسأله‌ی زمان بندی کارگاه جریانی یـا بـه اختصـار PFSP بـه دو دسـته‌ی عمـده تقسیم می شوند: روش‌های ساختاری[۱] روش‌های بهبود یا اصلاحی[۲]. در روش سـاختاری طـرح زمان‌بندی کارها به گونه‌ای ایجاد می شود که به محض اینکه تصمیمی اخذ شد، بـرای اصـلاح، قابلیت تغییر ندارد. یک روش بهبود با ترتیب اولیه‌ای از کارها شروع می‌کند و تلاش می‌شود که تابع هدف با تغییر موقعیت‌های کارها در ترتیب، اصلاح شود. روش‌هـای سـاختاری مهـم بـرای حل این مسـأله شـامل روش‌هـای کمپبـل[۳] و همکـاران (CDS) ، نـواز[٤] و همکـاران (NEH) و کولاماس[٥]و همکاران (HFC) است. و روش‌های بهبود موثر شـامل اسـتراتژی‌هـای اتخـاذ شـده توسط عثمان[٦] و پاتس[۷]، اوگبو[۸] و اسمیت[۹]، ایشی بوچی[۱۰]و همکاران و تیلارد[۱۱] است.
.[Dong et al.,2008:3963]

[1] Constructive methods

[2] Improvement

[3] Campbell

[4] Nawaz

[5] Koulamas

[6] Osman

[7] Potts

[8] Ogbu

[9] Smith

[10] Ishibuchi

[11] Taillard

۱ ۴ -نماد گذاری مسائل زمان بندی

بنابرمدل طبقه‌بندی گراهام (R.L.Graham)، مسأله‌ی زمان‌بندی قطعی[۱] با سه‌تایی مرتب $\alpha/\beta/\gamma$ توصیف می گردد.

α محیط ماشین و تعریفی که از نظم و سازماندهی ماشین‌ها در نظر داریم را نشان می دهد، β جزئیات و ویژگی‌های پردازش و یا محدودیت‌ها را دربر می‌گیرد و γ تابع هدف زمان‌بندی را نشان می‌دهد که در واقع معیار عملکردی سیستم که بر اساس آن زمان‌بندی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد را بیان می‌کند. α فقط یک ورودی دارد، β یک یا چند ورودی دارد و حتی می تواند اصلا ورودی نداشته باشد($\alpha/\ /\gamma$) و γ معمولا یک ورودی دارد. در مسائل زمان‌بندی کارگاه جریانی با هدف می‌نیمم سازی زمان تکمیل آخرین کار، این نماد به صورت $F/Prmu/C_{max}$ نوشته می شود[Koulamas,1998:66].

۱-۵- تابع هدف مسأله‌ی زمان بندی

تابع هدف یک مسأله‌ی زمان‌بندی هم می‌تواند موارد مختلفی را در بر بگیرد، از میان اهداف مورد نظر، مهمترین توجه به می‌نیمم‌سازی زمان صرف شده[۲] و می‌نیمم‌سازی زمان در جریان[۳] شده است. البته توجه به معیارهایی همچون می‌نیمم سازی چرخه‌ی زمانی[۴] (C_t)،

[۱]- در سیستم هایی که کارها از زمان صفر شروع شده و زمان کلیه‌ی پردازش‌ها قطعی باشد، می‌گوییم زمان‌بندی قطعی است. در مقابل زمان‌بندی قطعی، زمان‌بندی غیر قطعی به این صورت تعریف می‌شود: اگر زمان‌های ورود کارها به محیط کاری ماشین، یا زمان پردازش کارها روی ماشین‌ها و یا سایر عوامل موثر در مساله غیرقطعی باشند، در نتیجه زمان‌ها به صورت ثابت قابل تعریف نیستند و زمان‌بندی، غیرقطعی است[نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:۷].

[2] Makespan

[3] Flowtime

[4] Cycletime

می‌نیمم‌سازی حداکثر تأخیر[1](L_{max}) و یا می‌نیمم‌سازی مجموع وزنی زمان‌های تکمیل[2] ($\Sigma w_j c_j$) خالی از لطف نیست. در ذیل هر یک از این معیارها به اختصار توضیح داده خواهند شد:

- **کل زمان صرف شده (C_{max})**: این مقدار که به صورت $\max(c_1,\ldots c_n)$ تعیین می‌شود و معادل است با حداکثر زمان تکمیل کارها که این خود معادل است با زمانی که در آن آخرین کار موجود در ترتیب، در ماشین m به پایان می‌رسد. این معیار معمولا به صورت C_{max} مشخص می شود[Framinan et al.,2002:559].

- **زمان حضور(F_j)** : عبارتست از مدت حضور کار j در سیستم، که شامل ثابت ماندن و یا حتی استفاده از منابع و یا گردش سریع کار j می‌باشد [Framinan et al.,2002:559]. البته لازم به ذکر است که تابع هدف در اینجا به صورت می‌نیمم‌سازی میانگین مدت حضور کلیه‌ی کارها در سیستم $\bar{f}()$، یا می‌نیمم سازی میانگین وزنی مدت حضور کلیه‌ی کارهای در سیستم($\bar{f}_w$) و یا می‌نیمم‌سازی ماکزیمم مدت حضور کارهای مختلف در سیستم(F_{max}) می باشد[نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:۱۶].

- **چرخه‌ی زمانی**: در محیطهایی که تولید به صورت تکراری می‌باشد، به طور مثال خطوط تولید خودرو در ژاپن که تولید انواع مختلف خودرو در یک خط تولید صورت می‌گیرد، این معیار بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد و به معنای زمان یک چرخه کامل جهت انجام یک دوره از کارهایی که مجددا تکرار می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. حداقل کردن چرخه‌ی زمانی (C_i) به معنای استفاده‌ی هرچه بیشتر از زمان در هر چرخه‌ی زمانی است[نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:۱۸].

[1] Tardiness

[2] Total Weighted Completion time

- **حداکثر تأخیر (L_{max})** : این مقدار که به صورت $\max(L_1 و ... و L_n)$ تعریف می‌شود بدترین تأخیر از موعدهای تحویل را اندازه می‌گیرد. لذا حداقل کردن این معیار در کاهش جریمه‌های تأخیر نقش بسزایی دارد[نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:۱۸].

- **مجموع وزنی زمان‌های تکمیل ($\Sigma w_i c_i$)** : مجموع وزنی زمان‌های تکمیل n کار، اگر وزن معادل مقدار هزینه‌ی اجاره یا هزینه‌ی انبار باشد، نشانگر مجموع هزینه‌های اجاره و یا انبار که توسط برنامه‌ی زمان‌بندی تحمیل می‌شود است[نخعی و احمدی زر،۱۳۸۲:۱۸].

۱-۶- فرضیات مسأله زمان بندی

در مقالات و کتاب‌های مختلف زمان‌بندی، فرضیات مختلفی مطرح شده است که موارد اساسی آن‌ها در زیر ذکر می گردد، البته در بعضی از مسائل تعدادی از فرضیات کنار گذاشته می‌شوند که دقیقا ذکر می‌گردند.

در تمامی مسائل زمان‌بندی تعداد محدودی کار و تعداد محدودی ماشین در نظر گرفته می شوند. n تعداد کارها و m تعداد ماشین‌ها بوده و از اندیس j برای کارها و نیز از اندیس i برای ماشین‌ها استفاده می شود.

الف- فرضیات مربوط به ماشین‌ها : [نخعی و احمدی زر۱۳۸۲:۸]

۱ -هیچ ماشینی در یک زمان نمی‌تواند بیش از یک کار را پردازش نماید و هر کاری که پردازشش روی ماشین شروع گردد تا اتمام پردازشش روی آن ماشین باقی می‌ماند. به عبارت دیگر، هیچ پردازشی ناتمام قطع نمی‌گردد .

۲ -هر عملیات که برای یک کار روی یک ماشین شروع می‌شود، تا اتمام آن عملیات، عملیات دیگری روی آن ماشین نمی‌تواند صورت بگیرد، مگر اینکه در مسأله حالت وقفه[1] را تعریف کنیم. (وقفه محیطی را نشان می دهد که ضرورت ندارد کاری تا اتمام پردازشش روی یک ماشین بدون توقف باقی بماند.مدیر برنامه ریزی در چنین حالتی می تواند پردازش یک کار را در هر زمانی که بخواهد قطع و کار دیگری را به ماشین تخصیص دهد.)

[1]Preemption