بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم ریاضی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ریاضی کاربردی

گرایش ریاضی کاربردی

عنوان

یک نمایش زمانی پیوسته جدید بر اساس شبکه

برای زمان بندی پردازش

استاد راهنما

دکتر روح ا... یوسف پور

استاد مشاور

دکتر سید هادی ناصری

نگارش

سید عسگری حسینی

شهریور ۱۳۹۱

دانشگاه مازندران

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب سید عسگری حسینی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضی کاربردی با شماره دانشجویی ۸۹۵۲۴۷۷۰۸ تعهد می نمایم که کلیه مطالب مندرج در پایان نامه اینجانب با عنوان یک نمایش زمانی پیوسته جدید براساس شبکه برای زمان بندی پردازش حاصل فعالیت پژوهشی خودم بوده که به راهنمایی یا مشاورت اساتید دانشگاه مازندران تهیه شده است و در هر جا که از دستاوردها یا آثار علمی دیگران استفاده شده با رعایت حقوق مالکیت مادی و معنوی به صورت مستقیم یا غیر مستقیم در متن پایان نامه، ارجاع داده شده و در منابع پایانی ذکر شده است.

این اثر پژوهشی قبلا برای هیچ مدرک هم سطح، بالاتر یا پایین تر در هیچ یک از دانشگاه ها و موسسات دولتی یا غیر دولتی ارائه نشده است، در صورت احراز تخلف و اثبات خلاف هر یک از موارد فوق، دانشگاه مازندران حق دارد بدون نیاز به حکمی از مراجع قضایی یا غیر قضایی، نسبت به ابطال مدرک تحصیلی اینجانب اقدام کند و حق پیگیری قضایی موضوع نیز برای دانشگاه مازندران محفوظ است و اینجانب حق هر گونه اعتراض را از خود ساقط می نمایم.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این اثر، متعلق به دانشگاه مازندران است و هر گونه استفاده از نتایج علمی و عملی، واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، نسخه برداری ترجمه و اقتباس از پایان نامه، بدون موافقت دانشگاه مازندران یا استاد راهنما و مشاور، ممن.ع است، نقل مطالب با ذکر ماخذ بلامانع است.

صحت امضای دانشجو مورد گواهی است　　نام و نام خانوادگی و امضای دانشجو

مدیر گروه آموزشی:

معاون پژوهشی دانشکده:

تقدیم به:

پدر و مادر عزیز و مهربانم، که در تمام مراحل زندگی یار و

یاور و پشتیبان من بوده اند.

قدردانی:

منت خدای را عزوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت .

قدردانی فراوان از استاد راهنمای گرامی ام، جناب آقای دکتر روح الله یوسف پور که همواره خوشه چین دانش و خرد ایشان بوده ام و تداوم همکاری با ایشان مایه ی افتخارم می باشد.

مراتب قدردانی ام تقدیم به جناب آقای دکتر سید هادی ناصری که مشاوره این پایان نامه را به عهده داشته اند و در طول دوران تحصیل با راهنمایی شان مرا در پیشبرد کارها یاری رسانده اند.

همچنین تشکر فراوان دارم از جناب دکتر ندیمی که به عنوان داور در جلسه دفاع اینجانب حضور داشتند و با راهنمایی هایشان مرا در ادامه مسیر امیدوار کرده اند.

قدردانی ویژه تقدیم به جناب دکتر علیزاده که ریاست جلسه دفاع را به عهده دشته اند.

در نهایت سپاس بی شائبه دارم از خانواده عزیزم که همواره مشوق اصلی من در تمامی دوران تحصیل بودند و موفقیت خود را از آغاز دوره تحصیل تاکنون مرهون زحمات آنها هستم. امیدوارم در ادامه زندگی بتوانم ذراه ای از زحمات آنان را جبران کنم و فرد مفیدی برای خانواده و جامعه باشم.

سید عسگری حسینی مرزنگو - شهریور ۱۳۹۱

چکیده

این پایان نامه یک مساله زمان بندی کوتاه مدت ابزارهای گروهی چند هدفه براساس شبکه را نمایش می دهد. نمایش پیشنهاد شده منجر به فرمول های برنامه ریزی عدد صحیح آمیخته MILP [1]می شود که محدودیت های روش های زمان بندی موجود را نشان می دهد.

روش های مطرح شده برای حل این مساله به سه گروه روش های دقیق مبتنی بر نمایش گسسته زمان، روش های دقیق مبتنی بر نمایش پیوسته زمان و روش های ابتکاری تقسیم شده اند. از معایب اصلی روش برنامه ریزی خطی این است که، تعداد حالت هایی که باید بررسی شود، با افزایش ابعاد مساله به طور نمایی افزایش می یابد. به علاوه، این روش ها به دلیل وجود محدودیت ها و تابع هدف غیر خطی و مفروضات متعددی که برای شدنی بودن به آن ها نیاز دارند، ضعیف تلقی می شود.

به همین دلیل ما الگوریتم ژنتیک را به عنوان یک روش ابتکاری برای حل این مساله معرفی می کنیم. بدین منظور ابتدا مساله را به فرم الگوریتم ژنتیک تبدیل کرده و سپس با اعمال توابع جدید ترکیبی و جهش بر روی آن، به یک جواب جدید می رسیم که از جواب قبلی بهتر است. با ادامه این روند، الگوریتم به یک جواب بهینه همگرا می شود. جواب بهینه این مساله در قالب یک نمودار زمان بندی، که در آن زمان انجام کار های مختلف در پردازش تعیین شده است، نشان داده می شود.

کلمات کلیدی. برنامه ریزی عدد صحیح آمیخته، الگوریتم ژنتیک، زمان بندی پردازش، نمایش زمانی پیوسته براساس شبکه.

[1] Mixed-Integer Linear Programming

فهرست مطالب

فهرست تصاویر . . . . . ح

فهرست جداول ۱

۱ مقدمه **۲**

۱.۱ تعاریف پایه ای ۳

۱.۱.۱ ابزارهای گروهی چند هدفه ۳

۲.۱.۱ بررسی ساختار نمایش های براساس شبکه ۴

۳.۱.۱ روش های مدل سازی ۷

۴.۱.۱ انتخاب دودویی ۸

۵.۱.۱ قیود تحمیلی ۸

۶.۱.۱ ارتباط میان متغیر ها ۹

۲ نمایش های زمان **۱۲**

۱.۲ بررسی ساختار نمایش های زمانی گسسته، پیوسته و آمیخته ۱۲

۱.۱.۲ نمایش زمانی گسسته ۱۳

۲.۱.۲ نمایش زمانی پیوسته ۱۳

۳.۱.۲ نمایش زمانی آمیخته ۱۴

۴.۱.۲ روش های ابتکاری ۱۶

۳ نمایش زمانی پیوسته و شرح مساله **۱۷**

۱.۳ نمایش زمان ۱۷

۲.۳ حالت های فعالیت واحد پردازش ۱۹
۱.۲.۳ حالت اجرای کار ۱۹
۲.۲.۳ حالت های ذخیره سازی ورودی و خروجی ۲۱
۳.۲.۳ حالت بیکاری ۲۲
۳.۳ تعادل های زمان ۲۲
۴.۳ انتقال مواد ۲۲
۵.۳ ذخیره سازی مواد ۲۵
۱.۵.۳ واحدهای پردازش ۲۵
۲.۵.۳ تانکرهای ذخیره سازی ۲۵

۴ مدل سازی ریاضی ۲۸

۱.۴ محدودت های حالت اجرا ۲۹
۲.۴ محدودیت های کمکی زمان ۲۹
۳.۴ محدودیت های دوره بیکاری و ذخیره سازی ۳۲
۴.۴ محدودیت های تعادل زمان ۳۲
۵.۴ محدودیت های اندازه دسته ۳۴
۶.۴ محدودیت های ذخیره سازی مواد در تانکرهای ذخیره سازی ۳۴
۷.۴ محدودیت های ذخیره سازی مواد در واحدهای پردازش ۳۵
۸.۴ محدودیت های ابزار ۳۶
۹.۴ محدودیت های اضافی ۳۶
۱۰.۴ تابع هدف ۳۷

۵ الگوریتم ژنتیک ۳۸

۱.۵ مقدمه ۳۸
۲.۵ پیش زمینه بیولوژیکی (زیست شناختی) ۳۹

۱.۲.۵ سلول ۳۹
۲.۲.۵ کروموزوم ۳۹
۳.۲.۵ تولید مثل ۴۱
۳.۵ الگوریتم ژنتیک ساده ۴۱
۴.۵ انواع کد گذاری ۴۳
۱.۴.۵ کدگذاری دودویی ۴۴
۲.۴.۵ کدگذاری جا به جایی ۴۴
۳.۴.۵ کدگذاری مقداری ۴۵
۵.۵ انتخاب ۴۵
۱.۵.۵ انتخاب به روش چرخ رولت ۴۵
۲.۵.۵ انتخاب رتبه ای ۴۶
۳.۵.۵ انتخاب مسابقه ای ۴۶
۶.۵ عملگر های ترکیب ۴۶
۱.۶.۵ ترکیب یک نقطه ای ۴۷
۲.۶.۵ ترکیب دو نقطه ای ۴۷
۳.۶.۵ ترکیب چند نقطه ای ۴۸
۴.۶.۵ ترکیب یکنواخت ۴۸
۷.۵ جهش ۴۹
۱.۷.۵ معکوس سازی ۴۹
۲.۷.۵ جا به جایی ۴۹
۸.۵ مزایا و محدودیت های الگوریتم ژنتیک ۴۹
۹.۵ استفاده از الگوریتم ژنتیک برای حل مساله زمان بندی ۵۱

۶ آزمون های عددی **۵۷**

۱.۶ مثال ۱ . . . . . ۵۸

۲.۶ مثال ۲ . . . . . ۷۴
۳.۶ مثال ۳ . . . . . ۷۶

۷ نتیجه گیری **۷۹**

کتاب‌نامه **۷۹**

۸ پیوست **۸۶**

چکیده انگلیسی ۸۸

فهرست تصاویر

۱.۱ مثالی از ابزار های گروهی چند هدفه ۴

۲.۱ نمایش STN ۵

۳.۱ نمایش RTN ۶

۴.۱ روش های جستجو ۱۱

۱.۲ نمایش زمانی گسسته ۱۲

۲.۲ نمایش زمانی پیوسته ۱۴

۳.۲ انواع نمایش های زمانی موجود ۱۵

۱.۳ نمایش زمان : نقاط زمانی و بازه ها ۱۸

۲.۳ موقعیت کار و متغیرهای کمکی تخصیص داده شده ۱۹

۳.۳ حالت های فعالیت واحد پردازش ۲۰

۴.۳ تعادل جزیی و سراسری ۲۳

۵.۳ جریان انتقال مواد بین واحدهای پردازش و تانکرهای ذخیره سازی ۲۳

۶.۳ انتقال همزمان مواد ۲۴

۷.۳ انتقال غیر همزمان مواد ۲۴

۸.۳ تکامل تدریجی مواد ورودی و خروجی در واحد پردازش R-103 . . . . . ۲۶

۹.۳ تکامل سطح موجودی ماده در دو تانکر ذخیره سازی ۲۶

۱۰.۳ نمودار کلی از عناصر موجود در مثال تحت مطالعه ۲۷

۱.۴ مقادیر متغیرهای حالت، اجرا و زمانی برای یک زمان بندی ساده ۳۳

۱.۵ کروموزوم ۴۰
۲.۵ کدگذاری دودویی ۴۴
۳.۵ کدگذاری جا به جایی ۴۴
۴.۵ کدگذاری مقداری ۴۵
۵.۵ انتخاب ۴۶
۶.۵ ترکیب یک نقطه ای ۴۷
۷.۵ ترکیب دو نقطه ای ۴۸
۸.۵ ترکیب یکنواخت ۴۹
۹.۵ معکوس سازی ۴۹
۱۰.۵ جا به جایی ۵۰
۱۱.۵ کروموزوم تخصیص کار ۵۴
۱۲.۵ کروموزوم ترکیب کارها ۵۵
۱۳.۵ کروموزوم های نهایی تولید شده ۵۵
۱۴.۵ کروموزوم جهش یافته ۵۶

۱.۶ واحدهای پردازش، اندازه دسته، ابزارها و بیشترین دسترسی به ابزار ها برای مثال های ۳-۱. . . . . ۵۷
۲.۶ قیمت مواد، ظرفیت تانکرهای ذخیره سازی و سطح موجودی اولیه برای مثال های ۳-۱. . . . . ۵۷
۳.۶ مرتب سازی کارها برای مثال۱ . . . . . ۵۸
۴.۶ الگوی مرتب سازی شدنی و نشدنی کارها ۵۹
۵.۶ مدل و جواب آماری برای مثال ۱ . . . . . ۵۹
۶.۶ زمان بندی بهینه برای مثال ۱ . . . . . ۶۰
۷.۶ مدل و جواب آماری برای مثال ۲ . . . . . ۷۵
۸.۶ زمان بندی بهینه برای مثال ۲ مورد سوم ۷۵
۹.۶ شبکه پردازشی برای مثال ۳ . . . . . ۷۶
۱۰.۶ الگوی مرتب سازی کار برای مثال ۳ . . . . . ۷۷

۱۱.۶ مدل و جواب برای مثال ۳ . . . . . ۷۷
۱۲.۶ زمان بندی بهینه برای مثال ۳ . . . . . ۷۸

فهرست جداول

۱.۴ نمادهای به کار رفته درقیود ۳۰

۲.۴ نمادهای به کار رفته درقیود ۳۱

۱.۵ مقایسه بین تکامل طبیعی و اصطلاحات الگوریتم ژنتیک ۴۱

فصل ۱

مقدمه

هر زمانی که فعالیتی ما بین کارهای با منابع محدود در دسترس باشد، زمان بندی مورد نیاز می شود. آنالیز بهتر هر کار پردازشی از جمله فرآیندهای شیمیایی، سبب استفاده بهینه از منابع می شود. برای کاهش هزینه ها، تولید محصولات و پردازش مواد به صورت پیوسته، دارای اهمیت زیادی است. ابزارهای گروهی چند هدفه دارای ساختار پیچیده هستند زیرا:

(۱) یک کار پردازشی می تواند مواد شیمیایی متعددی را تولید و یا مصرف کند که به ترتیب مواد ورودی و خروجی نامیده می شوند.

(۲) یک ماده تولید شده به وسیله یک کار می تواند به وسیله چند کار بعدی مصرف شود [۱] و مواد تولید شده به وسیله چند کار قبلی می تواند به وسیله یک کار بعدی مصرف شود[۲].

(۳) واحدهای پردازش ما بین کارهای رقابتی مشترک می شوند[۳].

(۴) تانکرهای ذخیره سازی می توانند شامل مواد گوناگونی باشند که برای ورود به آن به صورت دایمی در حال رقابت هستند.

(۵) ابزارهای با مقادیر محدود به وسیله کارهای متعدد مورد نیاز می شوند.

یک مشخصه اساسی از چنین مسایلی نداشتن روند پردازش یکسان است. بنابراین توسعه کارآیی روش ها برای زمان بندی ابزارهای گروهی چند هدفه نقش مهمی را ایفا می کند. اکثر روش های موجود به نمایش های براساس شبکه تکیه دارند. برای مثال، تحت نمایش شبکه کار حالت (STN) [۴] که توسط [۲۰] ارایه شد کارها و حالت ها (مواد) به صورت گره هایی از یک شبکه در نظر گرفته می شوند لذا یک کار-گره به وسیله یک کمان به یک حالت-گره متصل می شود اگر حالت

[۱] batch splitting
[۲] batch mixing
[۳] multi- purpose units
[۴] state-task network

(ماده) به وسیله کار مصرف یا تولید شود. اگر کارها، حالت ها(مواد) و ابزار به عنوان منابع مصرفی یا تولیدی به وسیله کارها در نظر گرفته شوند در این صورت نمایش به شبکه کار منبع RTN [۵] تبدیل می شود که توسط [۲۸] ارایه شد. نمایش های موجود براساس شبکه بر این فرض استوار هستند که می توانند شامل یک تعداد از زمان بندی های شدنی باشند. بنابراین، اغلب منجر به زیر جواب های بهینه می شوند.

هدف از این پایان نامه توسعه یک شبکه جدید براساس نمایش زمانی پیوسته می باشد که می تواند بر نواقص موجود غلبه کند.

۱.۱ تعاریف پایه ای

۱.۱.۱ ابزارهای گروهی چند هدفه

ابزارهای گروهی چند هدفه یک مجموعه به هم پیوسته از واحدهای پردازش و تانکرهای ذخیره سازی می باشد که واحدهای پردازش انواع مختلفی از کارها را می تواند انجام دهد و تانکرها برای ذخیره سازی مواد به کار می روند. کارها یک مجموعه از مواد ورودی را به یک مجموعه از مواد خروجی تبدیل می کنند. مفاهیم مواد ورودی و خروجی نسبی هستند، زیرا یک محصول داده شده در ارتباط با کارهایی که آن را تولید می کنند به عنوان یک ماده خروجی در نظر گرفته می شود در حالی که به عنوان یک ماده ورودی برای کارهایی که آن را مصرف می کنند است. به هرحال یک ماده به توسط اجزایش از قبیل: فاز(مرحله)، فشار و دما تعریف می شود. بنابراین مواد شیمیایی یکسان که دو دمای متفاوت دارند به عنوان دو ماده متفاوت رفتار می کنند. به عبارت دیگر، تانکرهای ذخیره سازی می توانند اختصاصی باشند (فقط برای ذخیره سازی یک ماده به کار برده شوند) یا مشترکی باشند (برای ذخیره سازی چند ماده به کار برده شوند) و یک ماده داده شده می تواند در یک تانکر تنها یا در تانکرهای متعدد ذخیره شود. ابزارها معمولاً به وسیله کارها استفاده می شوند و با مقادیر محدود در دسترس هستند. در پایان، ارتباط فیزیکی ما بین واحدهای پردازش و تانکرهای ذخیره سازی دقیقاً به دو روش می باشد:

(۱) واحدهای پردازش به همه واحدهای پردازش بالایی و پایینی متصل نیستند (این مفاهیم نیز نسبی هستند، زیرا به واحدهای پردازشی که به ترتیب مواد ورودی را تولید و مواد خروجی را مصرف می کنند، بستگی دارد).

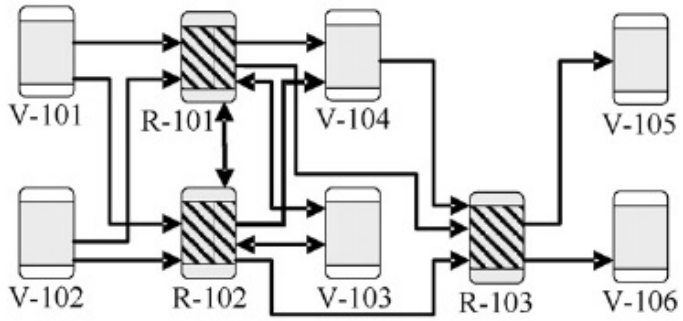
(۲) واحدهای پردازش به همه تانکرهایی که برای ذخیره سازی مواد ورودی و خروجی به کار برده می شوند متصل نمی باشد.

بنابراین، هر روش برای زمان بندی ابزارهای گروهی چند هدفه باید شامل پنج عنصر اصلی کارها، واحدهای پردازش،

[۵] resource-task network

تانکرهای ذخیره سازی، مواد و ابزار و نیز ارتباطات ما بین آنها باشد. یک مثال از ابزارهای گروهی چند هدفه در شکل ۱.۱ نشان داده شده است. شکل ۱.۱ مثالی ساده از ابزارهای گروهی چند هدفه می باشد که چهار کار T1,T2,T3,T4 دو نوع ابزار CW,HS را استفاده می کنند که این عملیات در سه واحد پردازش R-101,R-102,R-103 انجام می شود. دو نوع محصول P2,P1 از دو نوع ماده خام RM1,RM2 و سه ماده واسطه INT1,INT2,INT3 به دست می آید و شش تانکر ذخیره سازی اختصاصی V-101,V-102,V-103,V-104,V-105,V-106 در دسترس می باشد.

Elements	
Processing Units: R-101, R-102, R-103 Tasks: T1, T2, T3, T4 Storage Units: V-101, V-102, V-103, V-104, V-105, V-106 Materials: RM1, RM2, INT1, INT2, INT3, P1, P2 Utilities: Hot Steam (HS), Cooling Water (CW)	
Logical Connections	
Task/Processing Unit: T1/R-101, T1/R-102, T2/R-101, T2/R-102, T3/R-103, T4/R-103 Task/Utility: T1/HS, T2/CW, T3/HS, T4/CW Material/Storage Unit: RM1/V-101, RM2/V-102, INT1/V-103, INT2/-, INT3/V-104, P1/V-105, P2/V-106	
Stoichiometric Relations	
T1	0.8 RM1 + 0.2 INT1 → INT3
T2	RM2 → 0.3 INT1 + 0.7 INT2
T3	INT3 → P1
T4	0.6 INT2 + 0.4 INT3 → P2
Plant Topology	

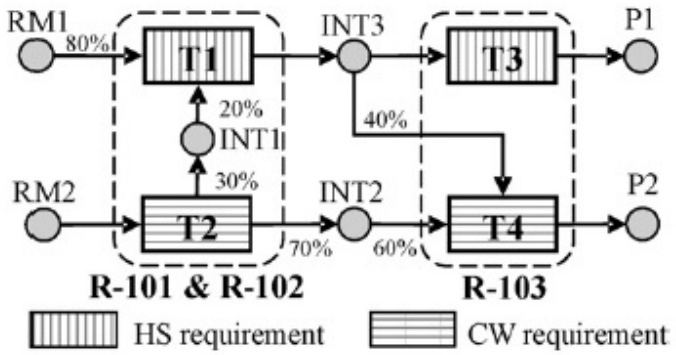


شکل ۱.۱: مثالی از ابزار های گروهی چند هدفه

۲.۱.۱ بررسی ساختار نمایش های براساس شبکه

نمایش ایجاد شده از ساختار فرآیند های گروهی در اصطلاح، شبکه دستورالعمل نامیده می شود. به منظور نشان دادن طرحی کلی از ساختار دقیق و درست یک فرآیند شیمیایی، دو نوع شبکه نمایشی وجود دارد. در نمایش شبکه کار - واحد (STN)، که توسط [۲۰] ارایه شد اولین روش کلی برای زمان بندی ابزارهای گروهی چند هدفه می باشد حالت ها(مواد موجود در فرآیند پردازش را حالت می نامند) و کارها به صورت گره هایی از یک شبکه نمایش داده می شوند. اگر یک کار یک حالت را

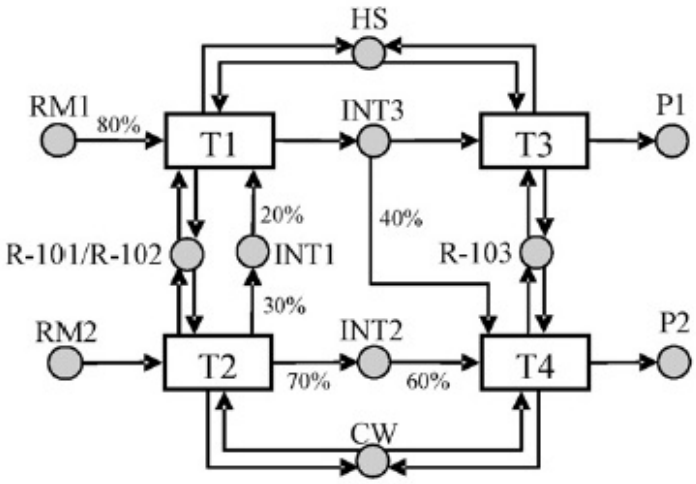
مصرف و یا تولید کند گره های مربوط به آنها به هم متصل می شوند. واحدهای پردازش و ابزارها به طور ضمنی بر روی شبکه، نمایش داده می شوند. اولین نگاشت به هر واحد پردازش با مجموعه ای از کارهایی که در چنین واحد پردازشی می تواند انجام شود اختصاص دارد. دومین نگاشت هم به هر ابزار با مجموعه ای از کارهایی که این ابزار را مصرف می کنند اختصاص دارد، در نتیجه تانکرهای ذخیره سازی به حالت اختصاص می یابد. در فرمول اصلی هر حالت به هر دو حالت تانکرهای اختصاصی یا مشترکی تخصیص داده می شود اما نمایش می تواند برای مخازن ذخیره سازی مشترکی توسعه داده شود. تولید و مصرف حالت ها به وسیله کارها بر روی محدودیت های تعادل مواد مدل می شوند که شبیه محدودیت های گردش مواد در شبکه ها می باشد. در پایان، تخصیص کار - واحد شدنی و سطح مصرف ابزار بر روی محدودیت های تخصیص و ابزار اعمال می شود. نمایش STN ابزارهای گروهی چند هدفه شکل ۱.۱ در شکل ۲.۱ نشان داده می شود. توجه کنید که فقط حالت ها و کارها به طور دقیق به ترتیب به صورت دایره ها و مستطیل ها نمایش داده می شوند. برازندگی واحد پردازش و اطلاعات مورد نیاز ابزار به طور قراردادی به وسیله خط چین و الگوی گره کارها به ترتیب نمایش داده می شود.



شکل ۲.۱: نمایش STN

در تلاشی برای توسعه دادن نمایش پیشرفته تری که فقط کار- حالت نباشد بلکه ارتباطات کار - واحد پردازش و کار - ابزار هم به طور دقیق مدل شود، [۲۸] نمایش شبکه کار - منبع(RTN) را پیشنهاد داد که حالت ها (مواد)، واحدهای پردازش و ابزارها به عنوان منابع مصرف شده (تولید شده) به وسیله یک کار در زمان شروع (پایان) آن کار رفتار می کنند. بنابراین نمایش RTN شامل گره - منبع و گره - کار و کمان های متناظر، تولید و مصرف حالت ها (مواد) و نیز نگاشت کار - ابزار و کار - واحد پردازش می باشد. لذا محدودیت های تعادل مواد، تخصیص و مصرف ابزار همگی به عنوان محدودیت های تعادل جریان کار بیان می شوند. نمایش RTN شکل ۱.۱ در شکل ۳.۱ نمایش داده می شود که گره - منابع به نگاشت مدل کار - ابزار و کار - واحد پردازش اضافه می گردند.

باید یادآور شد که مفهوم کار به عنوان مرکزیت هر دو فرمول می باشد زیرا، همه تغییرات در واحدهای پردازش، تخصیص،



شکل ۳.۱: نمایش RTN

سطح موجودی و سطح مصرف ابزار همگی به (شروع و پایان) کارها وابسته هستند. بنابراین، یک جواب شدنی است اگر و تنها اگر همه محدودیت ها به طور همزمان در همه نقاط زمانی که کارها شروع یا تمام می شوند صدق کند. انتخاب این نقاط زمانی و بازه های زمانی متناظر، پنجره زمانی و متعاقبا نمایش زمانی برای فرمول MILP را تعریف می کند.

فرآیند چند هدفه:

در این سیستم همه محصولات دقیقا از یک دنباله عملیات یکسان برای تولید محصول و پردازش مواد پیروی می کنند.

فرآیند چند محصوله:

بر خلاف فرآیند چند هدفه، در این سیستم محصولات متفاوت از مسیرهای متفاوت برای پردازش مواد و تولید محصول پیروی می کنند.

مسایل مرتب سازی:

در مورد تعداد گروه هایی از مواد متفاوت که برای تکمیل کردن فرآیند تولید مورد نیاز می باشند، تصمیم گیری می کند.

مسایل زمان بندی:

اولویت زمانی هر گروه از مواد را که در پردازش مواد و تولید محصول نقش دارند تعیین می کند.

در مسایل بهینه سازی گسسته، به دنبال یک جواب x^* درمجموعه گسسته F هستیم که تابع هدف $c(x)$ را برای همه $x \in F$ ، بهینه (مینیمم یا ماکزیمم) می کند. مسایل بهینه سازی گسسته در رده وسیعی از زمینه های علوم و مهندسی ظاهر می شوند. یکی از روش های طبیعی و سیستماتیک برای مطالعه دسته ای از مسایل بهینه سازی گسسته، تبدیل آن ها

به یک مساله برنامه ریزی صحیح می باشد.

مساله برنامه ریزی (خطی) صحیح [۶]، همان مساله برنامه ریزی خطی[۷] است به جز این که برخی از متغیر های آن محدود شده اند به این که تنها مقادیر صحیح را اختیار کنند. به طور کلی با در نظر گرفتن ماتریس های A و B و بردار های b، c و d مسأله

$$\begin{aligned} minimize \quad & c^{'}(x) + d^{'}(x) \\ s.t \quad & A(x) + B(y) = b, \\ & x, y \geq ۰, \\ & x\ integer, \end{aligned}$$

یک مساله برنامه ریزی خطی صحیح آمیخته[۸] است. توجه داشته باشید، اگر محدودیت های نامساوی هم وجود داشته باشد، باز هم می توان مساله را با اضافه یا کم کردن متغیر های کمکی به فرم بالا نوشت. اگر متغیر پیوسته y وجود نداشته باشد، این مساله را، مساله برنامه ریزی صحیح گوییم. اگر هیچ متغیر پیوسته ای وجود نداشته باشد و مولفه های بردار x تنها مقادیر ۰ و ۱ باشند، این مساله، مساله برنامه ریزی صحیح صفر و یک $(ZOIP)$ نامیده می شود.

برنامه ریزی صحیح، ساختار مدل سازی قدرتمندی است که انعطاف پذیری بالایی برای حل مسایل بهینه سازی گسسته دارد. اما از طرف دیگر بهای این انعطاف پذیری این است که حل مساله برنامه ریزی صحیح نسبت به برنامه ریزی خطی خیلی مشکل تر است.

۳.۱.۱ روش های مدل سازی

در این بخش تکنیک های مدل سازی را مطرح می کنیم که به فرمول بندی مسایل بهینه سازی گسسته به عنوان یک مساله برنامه ریزی صحیح، کمک می کند. در مقایسه با برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی صحیح از لحاظ مدل سازی قوی تر است. متأسفانه هیچ روش عمومی برای فرمول بندی مسایل بهینه سازی گسسته وجود ندارد و بدست آوردن یک مدل خوب در واقع یک هنر است. به این دلیل به ذکر چند مثال اکتفا می کنیم.

[۶] Linear Integer Programming
[۷] Linear Programming
[۸] Mixed-Integer Linear Programming