بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه پیام نور

دانشكده فني و مهندسي

گروه علمي مهندسي صنايع

عنوان پايان نامه:

ارائه مدل رياضي چندهدفه برنامه ريزي حمل و نقل درون كارخانه اي (ارابه هاي خود راهنما)وتوسعه الگوريتم حركت توده ذرات براي حل آن

نگارش:

عباس شکری اوجقاز

استاد راهنما:

دکتر حسن حاله

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی صنایع

اردیبهشت ۱۳۹۰

تقدیر و تشکر

با سپاس از درگاه ایزد منان،لازم می دانم از زحمات و راهنمایی های استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر حسن حاله که مرا در اجرا و پیاده سازی این رساله یاری نمودند،تشکر نمایم و موفقیت روز افزون ایشان را از خداوند متعال خواستارم.

همچنین از خانواده و تمام اساتید،دوستان وهمه کسانی که به طور مستقیم وغیر مستقیم مرا در تهیه این رساله کمک نمودند کمال تشکر را بنمایم.

چکیده

دراین تحقیق ابتدا یک مدل ریاضی جدید (MODM) [1] برای برنامه ریزی همزمان AGV [2]ها و ماشین آلات پیشنهاد می گردد که این مدل جدید دارای سه تابع هدف از نوع کمینه سازی است . این اهداف عبارت اند ازحداقل سازی گستره زمانی تولید و زمان حرکت AGV ها ، کمینه سازی انحراف معیار متغییرهای تعداد دفعات استفاده از هر کدام از ماشین آلات و حداقل سازی انحراف معیار متغییر تعداد دفعات حرکت مستقیم AGV ها بین دو ماشین مفروض. در ادامه یک الگوریتم جدید به نام Mino-PSO معرفی وارائه می گرددکه در واقع توسعه ای از الگوریتمPSO [3]استاندارد می باشد.الگوریتمMino-PSO که یک الگوریتم ترکیبی ازمتاهیوریستیک های PSO استاندارد و الگوریتم SA [4]است، برای حل مسائل گسسته باینری توسعه یافته است. پس از شرح مفهوم الگوریتمMino-PSO ، برای بررسی کارایی الگوریتم Mino-PSO چند مسئله معروف TSP [5]با استفاده از الگوریتم پیشنهادی در این تحقیق حل خواهد شد و بانتایج بدست آمده از سایر روش های حل نظیر الگوریتم های SA،GA [6]،ACA [7]وPSO-SA مقایسه خواهد شد. در انتها نیزبا ارائه یک مسئله واقعی در یکی از خطوط تولید قطعات خودرو، مدل ریاضی پیشنهادی برنامه ریزی AGV ها وماشین آلات بررسی خواهدشد.که برای حل مدل پیشنهادی ابتدا مدل را به صورت یک مسئله تصمیم گیری سه شاخصه (MADM) [8]درنظر می گیریم وباحل مسئله با استفاده از روش Topsis یک راه حل اولیه برای تعیین ضرایب هرکدام از عناصر در بردارترکیب خطی توابع مدل MODM انتخاب می گردد. با تعیین ضرایب عناصر بردار ترکیب خطی توابع مدل ریاضی پیشنهادی ، با استفاده از الگوریتم Mino-PSOمدل برنامه ریزی AGV ها وماشین آلات حل خواهد گردید. نتایج بدست آمده از حل مسائل TSP با استفاده از الگوریتم پیشنهادی نشان می دهد که الگوریتم Mino-PSO توانسته بهترین جواب بدست آمده برای دو مسئله معروف TSP را بهبود بخشد و رکورد های جدیدی برجای بگذارد. همچنین مدل ریاضی پیشنهادی برنامه ریزی AGV ها و ماشین آلات نیز توانسته است عملکرد تولید محصول مورد نظر را بهبود بخشد.

کلمات کلیدی: ارابه های خود راهنما ، تصمیم گیری چند شاخصه ، تصمیم گیری چند هدفه ، بهینه سازی همزمان ، Mino-PSO، Topsis .

1- Multiple objective decision making
2- Automated guided vehicles
3- Particle swarm optimization
4- Simulated annealing
5-Traveling salesman problem
6-Gentic algorithm
7-Ant colony algorithm
8-Multiple attribute decision making

فهرست مطالب

مقدمه..... ۱

فصل اول کلیات

۱-۱ موضوع تحقیق..... ۴

۱-۲ اهداف تحقیق..... ۴

۱-۳ اهمیت و ارزش تحقیق..... ۵

۱-۴ مفروضات تحقیق..... ۵

۱-۵ سوالات تحقیق..... ۶

۱-۶ قلمرو تحقیق..... ۶

۱-۷ روش تحقیق..... ۷

۱-۸ **نوآوری های تحقیق**..... ۷

۱-۹ محدودیت های تحقیق..... ۷

۱-۱۰ کلمات کلیدی..... ۷

۱-۱۱ خلاصه گزارش تحقیق..... ۸

فصل دوم مرور ادبیات تحقیق

۲-۱ مقدمه..... ۱۰

۲-۲ مرورادبیات..... ۱۱

۲-۳ مرور مفاهیم کلی تصمیم گیری چند معیاره(MCDM)..... ۱۷

۲-۳-۱ مدل های تصمیم گیری چند هدفه (MODM)..... ۱۸

۲-۳-۱-۱ انواع روش های حل مدل های چند هدفه (MODM)..... ۱۸

۲-۳-۲ مدل های ریاضی چند شاخصه(MADM)..... ۱۹

۲-۳-۲-۱ انواع روش های MADM ۱۹

۲-۳-۲-۲ روش Topsis ۲۰
۲-۴ AGV ها ۲۰
۲-۴-۱ مقدمه ۲۰
۲-۴-۲ انواع وسایل انتقال مواد در درون کارخانه ۲۱
۲-۵ مروری بر الگوریتم PSO استاندارد ۲۶
۲-۵-۱ مقدمه ۲۶
۲-۵-۲ اصول الگوریتم PSO استاندارد ۲۶
۲-۶ مروری بر الگوریتم SA ۲۸

فصل سوم مدل ریاضی پیشنهادی حل مسئله

۳-۱ مقدمه ۳۲
۳-۲ مدل سازی مسئله ۳۲
۳-۲-۱ حداقل سازی مجموع گستره زمانی تولید قطعات و زمان حرکت AGV ها ۳۳
۳-۲-۲ حداقل سازی انحراف معیارمتغییرتعداد دفعات استفاده از هر ماشین تولیدی ۳۶
۳-۲-۳ حداقل سازی انحراف معیار متغییر تعداد دفعات حرکت مستقیم AGV ها بین دو ماشین مفروض ۳۷

فصل چهارم مفهوم الگوریتم PSO توسعه یافته پیشنهادی یا Mino-PSO

۴-۱ مقدمه ۴۳
۴-۲ بیان مفهوم متاهیوریستیک پیشنهادی Mino-PSO ۴۴
۴-۳ مثالی از حل مسئله فروشنده دوره گرد(TSP) به روش Mino-PSO ۵۰

فصل پنجم نتایج حاصل از کاربرد مدل ریاضی والگوریتم پیشنهادی Mino-PSO

۵-۱ مقدمه ۵۶
۵-۲ مثال ها ۵۷
۵-۲-۱ مثال ۱ ..... ۵۷

۵-۲-۲ مثال۲.....۶۱
۵-۳ حل مدل برنامه ریزی AGV ها وماشین آلات با الگوریتم پیشنهادی Mino-PSO.۶۴
۵-۴ نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات آتی.....۷۲
فهرست منابع ومراجع.....۷۵
واژگان و اصطلاحات (فارسی به انگلیسی).....۷۹
واژگان و اصطلاحات (انگلیسی به فارسی).....۸۱
ضمائم
داده های مثال ۵-۲-۱.....۸۴
برنامه شماره ۱.....۸۵
داده های ارائه شده خط تولید میله بادامک.....۸۸
برنامه شماره ۲.....۹۰
برنامه شماره ۳.....۹۰
برنامه شماره ۴.....۹۱
برنامه شماره ۵.....۹۷

فهرست جداول

فلوچارت الگوریتم پیشنهادی Mino-PSO ۴۹
جدول(۵-۱)..... ۵۸
جدول(۵-۲)..... ۶۰
جدول(۵-۳)..... ۶۱
جدول(۵-۴)..... ۶۲
جدول(۵-۵)..... ۶۲
جدول(۵-۶)..... ۶۳
جدول(۵-۷)..... ۶۴
جدول(۵-۸)..... ۶۸
جدول(۵-۹)..... ۶۸
جدول(۵-۱۰)..... ۶۹
جدول(۵-۱۱)..... ۶۹
جدول(۵-۱۲)..... ۷۰
جدول(۵-۱۳)..... ۷۱
جدول(ضمائم-۱)..... ۸۴
جدول(ضمائم-۲)..... ۸۹

فهرست واژه های اختصاری

AGV…… Automated guided vehicles
MODM…….…….. Multiple objective decision making
PSO…… Particle swarm optimization
Mino-PSO……...…… Mino- Particle swarm optimization
SA…….. Simulated annealing
FMS…….…….. Flexible manufacturing system
MADM…… Multiple attribute decision making
MRP……..……. Material requirments planning
AGA…….…… Asyncrhronous genetic algorithms
CP……..…….. Constraint programming
CSP……. Constraint satisfaction programing
AS/RS……...…….. Automated storage and retrieval system
AIS…….…….. Automatic identification system
S/R…….……. storage and retrieval
TSP……...……. Traveling salesman problem
GA…….……. Genetic algorithm
ACA……. Ant colony algorithm
P/D…….….. Pick-up/drop-off
TS……..….. Tabu search
QAP……...… Quadratic assignment problem
WMS…….…….. Warehouse management system
SGV……. Self guided vehicle
LGV…….. Laser guided vehicle

مقدمه

در دنیای رقابتی امروز و بویژه در دنیای صنعت، برای باقی ماندن در عرصه تولید و رقابت با دیگر تولیدکنندگان، عوامل متعددی وجود دارد که بهبود در هرکدام از این عوامل می تواند به باقی ماندن در عرصه تولید کمک نماید. یکی از این عوامل که می تواند در کاهش هزینه ها و در نتیجه افزایش سود دهی تولید کمک شایانی نماید حمل و نقل درون کارخانه ای است که برنامه ریزی هرچه مناسب تر آن می تواند میزان سوددهی و جذابیت تولید را برای سرمایه گذاران این بخش بیشتر نماید.اما برای آن که بتوان به یک برنامه ریزی مناسب در حمل و نقل درون کارخانه ای دست یافت بهتر است که این امر با سایر عوامل دخیل در تولید همانند تخصیص ماشین آلات به عملیات های مختلف تولید ، بطور همزمان برنامه ریزی گردد.لذا در این تحقیق سعی شده تا با ارائه یک مدل ریاضی چندهدفه تا حدودی این اهداف برآورده گردند.اما از طرفی با افزایش پارامترها، توابع و متغییرهای گوناگون به مدل برای برنامه ریزی دقیق تر، مسئله در عمل به گونه ای پیچیده می شود که حل آن با استفاده از از روش های دقیق متداول و حتی روش های غیر دقیق و فراابتکاری موجود نیز منجر به دست یابی جواب های قابل قبول و مناسب نمی گردد.لذا باید همواره سعی نمود تا این روش های حل را به گونه ای توسعه داد تا بتوانند جواب های با کیفیت بالاتر وبهتر را برای مسائل مورد نظر بیابند.در نتیجه یکی دیگر از اهداف این تحقیق توسعه یکی از این روش های فراابتکاری یعنی الگوریتم حرکت توده ذرات (PSO) استاندارد است که در واقع برای حل مسائل گسسته باینری توسعه یافته است. بنابراین در این تحقیق پس از مدل سازی مسئله برنامه ریزی حمل و نقل درون کارخانه ای و نیز توسعه الگوریتم PSO استاندارد، ابتدا کارائی الگوریتم پیشنهادی جدید که به اختصارMino-PSO نامگذاری شده است ، مورد بررسی قرار خواهد گرفت و سپس در ادامه با ارائه یک سری داده های واقعی که درواقع از یکی از شرکت های تولیدقطعات خودروجمع آوری شده اند ، مسئله برنامه ریزی حمل و نقل درون کارخانه به عنوان یک مسئله تصمیم گیری چند هدفه با استفاده از الگوریتم Mino-PSO ونیز الگوریتم SA حل خواهد شد. اما قبل از حل مدل به عنوان

یک مسئله تصمیم گیری چند هدفه ، برای بدست آوردن ضرایب هر کدام از عناصر در بردار ترکیب خطی توابع مسئله به عنوان یک مدل تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) در نظر گرفته خواهد شد و با استفاده از روش Topsis حل خواهد گردید. در انتها نیز نتایج بدست آمده از دو روش حل یعنی الگوریتم Mino-PSO و الگوریتم SA باهم مقایسه خواهد شد و بهترین جواب بدست آمده از دو روش حل نیز با جواب یا روشی که به طور واقعی برای حمل ونقل محصول مورد نظردر شرکت تولید محصول استفاده و اجرا می گردد، مقایسه خواهد شد تا کارائی مدل ریاضی پیشنهادی نیز بررسی گردد. امید است که نتایج حاصل از این تحقیق بتواند راهگشایی هرچند کوچک برای برخی از مسائل علمی و کاربردی باشد.

۱-۱-موضوع تحقیق

در این تحقیق برای برنامه ریزی همزمان مسیر حرکت AGV ها وماشین آلات یک مدل ریاضی چند هدفه ارائه خواهدشد. سپس برای حل مدلMODM پیشنهادی ،الگوریتم متاهیوریستیک PSO استاندارد چنان توسعه داده خواهد شد تا قابلیت حل آسان تروبهتر مدل را داشته باشد.این الگوریتم جدید که به اختصارMino-PSO نامیده خواهد شد ،درواقع ترکیبی از دوالگوریتم PSO استانداردو SA است که در این تحقیق برای اولین بار ارائه خواهدشد.

در مدل برنامه ریزی همزمان AGVها و ماشین آلات ، داده های ورودی شامل پارامترهایی چون تعداد ماشین آلات ، سرعت AGVها ، درصد ضایعات ماشین آلات ، نرخ دسترسی به ماشین آلات ، جدول از- به فاصله بین ماشین آلات، تعداد مورد نیاز از هرکدام از محصولات ، اندازه واحد بار ، زمان انجام عملیات گوناگون روی هر ماشین و نمودار توالی عملیات مورد نیاز هر محصول می باشد. حل مدل با استفاده از متاهیوریستیک Mino-PSO منجر به تخصیص وانتخاب ماشین آلات برای عملیات گوناگون و تعیین مسیر بهینه حرکت AGV ها خواهد شد.

۱-۲- اهداف تحقیق

این تحقیق با ارائه یک مدل چند هدفه برای برنامه ریزی همرمان AGVها و ماشین آلات درون کارخانه و سپس حل آن با استفاده از یک نوع نگرش جدید و توسعه یافته از الگوریتم متاهیوریستیک حرکت توده ذرات استاندارد به نام Mino-PSO ، سعی در تعیین مسیر حرکت AGV ها و تخصیص ماشین آلات به عملیات گوناگون و تعیین مسیر جریان مواد با هدف کاهش گستره زمانی مورد نیاز برای تکمیل سفارشات خواهد داشت.

مسیر انتخاب شده برای حرکت AGVها و نیز ماشین آلات انتخابی برای تکمیل محصولات باید به گونه ای باشد که کل زمان جابجایی AGV ها و نیز زمان تکمیل محصولات مینیمم شود. همچنین مدل ارائه شده به گونه ای است که تخصیص ماشین آلات به مراحل مختلف عملیات تولید را طوری انجام دهد که بار روی ماشین آلات و نیز بار ترافیک در شبکه بین ماشین آلات ، متعادل گردد.

از اهداف دیگر می توان به جلوگیری از به حالت بن بست رسیدن سیستم را نام برد. یکی دیگر از اهداف مهم انجام این تحقیق ارائه الگوریتم متاهیوریستیک Mino-PSO برای اولین بار و بررسی کارایی آن در حل مسائل گوناگون است.که از این متاهیوریستیک جدید برای حل مدل برنامه ریزی AGV ها و ماشین آلات نیز استفاده خواهد شد و نتایج آن با متاهیوریستیک SA مقایسه خواهد شد.

۱-۳-اهمیت و ارزش تحقیق

مدیریت کارای سیستم های حمل و نقل مواد و قطعات نقش بسیار مهمی را در نحوه انجام عملیات در یک سیستم FMS [1] ایفا می کند.بنابراین مدل سازی و بهینه سازی مدل هایی که ما در رسیدن به این هدف یاری کند امری بسیار مهم است. هرچند مدلهای بهینه سازی در قرن اخیر و بویژه پس از جنگ جهانی دوم همواره مورد توجه ریاضی دانان و صنعت گران بوده اند، اما در دهه های اخیر توجه محققین معطوف به مدل های چند معیاره برای تصمیم گیری های پیچیده شده است که در آنها به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار استفاده می شود.

در بیشتر تحقیقات برنامه ریزی AGVها وماشین آلات به صورت دو مسئله مستقل از هم مورد بررسی قرار گرفته اند و اکثرا فقط روی یک تابع هدف (معیار) متمرکز شده اند.

مسائل چند هدفه برنامه ریزی با اهداف متناقض در دنیای واقعی وجود دارند که به سختی می توان برای آنها جواب مرجح پیدا نمود.یکی از اهداف این پروژه ایجاد یک مدل ریاضی جدید است که برخی از این اهداف متناقض را در بر داشته باشد.از طرفی برای یافتن یک جواب قابل قبول برای چنین مسائل پیچیده ای نیز، نیاز به روش های جدیدتر جستجوی جواب وجوددارد که بتوانند جوابهای مرجح را با شرایط آسان تری بیابند.لذا در این تحقیق با ارائه یک متاهیوریستیک جدید بنام Mino-PSO سعی در تامین این هدف خواهد شد.

۱-۴-مفروضات تحقیق

در این رساله مفروضات درنظرگرفته شده در مدل سازی مسئله برنامه ریزی همزمان AGV ها و

1-Flexible manufacturing system

ماشین آلات به شرح زیر است:

* مکان بارگیری و تخلیه AGV ها در کنار ماشین آلات تولیدی یکسان فرض شده است.
* فاصله بین ماشین آلات در جدول از- به به صورت کوچکترین فاصله شکسته بین دو ماشین در نظر گرفته شده است.
* مسیرحرکت (راهروها) بین دوماشین مختلف ازقبل مشخص و دوسویه بوده و AGV ها می توانند از این راهروها و از کنار هم عبور کنند.
* در تعیین توالی حرکت AGV ها از یک ماشین به ماشین دیگر ، دو ماشین متوالی انتخابی باید متمایز باشند.

۱-۵- سوالات تحقیق

سوالاتی که باید در این تحقیق پاسخ داده شوند نیز عبارتند از:

* مدل ارائه شده چگونه باعث برنامه ریزی همزمان AGV ها و ماشین آلات می شود ؟
* الگوریتم متاهیوریستیک Mino-PSO چگونه به بهینه سازی مدل ها و مسائل می پردازد ؟
* مزایای الگوریتم Mino-PSO نسبت به سایر الگوریتم های توسعه یافته از PSO چیست ؟
*کارایی الگوریتم Mino-PSO چگونه است؟

۱-۶-قلمرو تحقیق

در این تحقیق برای بررسی مدل ارائه شده ، ما با استفاده از داده های واقعی که از یکی از کارخانجات کشور بدست آمده اند به برنامه ریزی همزمان AGV ها و ماشین آلات می پردازیم و در واقع در این پروژه مطالعه موردی نیز خواهیم داشت.

۱-۷-روش تحقیق

اطلاعات مورد نیاز برای اجرای این رساله بصورت مطالعات کتابخانه ای و با کمک گرفتن از اینترنت برای دستیابی به مقالات داخلی و خارجی و سایر مراجع وگردآوری منابع انجام شده است .همچنین برای پیاده سازی مدل برنامه ریز ی همزمان AGVها و ماشین آلات نیز از داده های واقعی موجود در یکی از شرکت های موجود کشور استفاده شده است.

۱-۸-نوآوری های تحقیق

دراین تحقیق برای برنامه ریزی هم زمان AGV ها و ماشین آلات یک مدل ریاضی جدید شامل سه تابع هدف ارائه و پیشنهاد خواهد شد. همچنین برای حل مدل ریاضی نیز یک الگوریتم جدید که در واقع توسعه ای از الگوریتم PSO استاندارد است،پیشنهاد خواهد گردید. از این الگوریتم جدید که به اختصار Mino-PSO نامگذاری شده است، می توان برای حل مسائل گسسته باینری استفاده نمود.

۱-۹- محدودیت های تحقیق

مهمترین محدودیتی که در این تحقیق وجود داشته است عبارتنداز:

* وجود مشکلاتی درراه دسترسی به شرکتها برای اجرای مدل برنامه ریزی AGV هاو ماشین آلات
* وجود مشکل در استخراج دقیق داده ها ی برای حل مدل
* وجود برخی مشکلات در دسترسی به منابع و مقالات مورد نیاز

۱-۱۰-کلمات کلیدی

ارابه های خود راهنما (AGV) ، تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) ، تصمیم گیری چند هدفه (MODM) ،بهینه سازی همزمان [1] ، Mino-PSO،Topsis .

1-Simultaneous optimization

۱-۱۱- خلاصه گزارش تحقیق

در فصل دوم این رساله مروری بر ادبیات تحقیق خواهدشد. همچنین مفاهیم MCDM ، PSO ، SA وAGV نیزمرورخواهندشد. در فصل سوم مدل ریاضی مسئله برنامه ریزی همزمان AGV ها و ماشین آلات ارائه خواهد شد در فصل چهارم نیز مفهوم واصول الگوریتم متاهیوریستیکMino-PSO را توضیح داده و برای روشن تر شدن مفهوم آن مثالی ارائه خواهدگردید. در نهایت در فصل پنجم با ارائه مثال هایی الگوریتم Mino-PSO با سایر متاهیوریستیک ها مقایسه خواهد گردید و کارایی الگوریتم بررسی خواهد شد. درادامه با استفاده از داده های واقعی گردآوری شده از خطوط تولیدیکی از شرکت های تولید قطعات خودرو،با استفاده از مدل ریاضی ارائه شده در فصل سوم وحل آن بااستفاده از الگوریتم Mino-PSO ، فرایند تخصیص ماشین آلات به عملیات تولید ومسیرنقل وانتقال قطعات انجام خواهدشد. و درانتها نیزپیشنهاداتی برای انجام تحقیقات بعدی ارائه خواهدشد.

پس از بیان کلیات تحقیق، در فصل بعد برای بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه برنامه ریزی AGVها ، مروری بر پاره ای از تحقیقات و مقالات مرتبط با موضوع تحقیق انجام خواهد شد. همچنین مفاهیمی که در این تحقیق برای برنامه ریزی و نیز حل مسئله مورد نیاز اند نیز یادآوری خواهند شد.

۲-۱-مقدمه

در دنیای رقابتی امروز برای پیشی گرفتن از رقبا به خصوص در کارخانجات و صنایع تولیدی ، عوامل متعددی وجود دارند که برخی از آنها قابل کنترل و برخی دیگر غیر قابل کنترل اند. از جمله عوامل قابل کنترل در کارخانجات تولیدی میزان بهره وری در تولید است ، که این امر با کنترل و برنامه ریزی دقیق سیستم تولید امکان پذیر است.

درکارخانجات تولیدی غالباروزانه یک لیست ازسفارشات برای ساخت ارائه می شود که برنامه ریزی درست فرایندتولید ونحوه حمل و نقل این محصولات در داخل کارخانه، تاثیر به سزایی در بهره وری و افزایش راندمان تولید و کاهش هزینه ها و در نتیجه افزایش سوددهی تولید برای سرمایه گذاران دارد. ازجمله تکنولوژی های حمل ونقل در داخل کارخانه که امروزه کاربرد فراوان وسیعی در صنعت دارند، می توان به AGV ها اشاره نمود که مسیریابی دقیق آن ها تاثیر به سزایی در بهبود فرایند تولید دارد والبته تحقیقات زیادی در زمینه مسیریابی AGV ها به طور مستقل ازدیگر فرایند های تولید انجام شده است .

اما برای کارایی و بازدهی بیشتر تولید به نظر می رسد که بهتر است فرایند برنامه ریزی AGV ها بطور همزمان با سایر عوامل موثر در افزایش بازدهی سیستم های تولید، از جمله برنامه ریزی جریان مواد و توالی عملیات وانتخاب ماشین آلات توام باشد . به نظر می رسد با این نوع برنامه ریزی همزمان، می توان از ماشین آلات و نیروی انسانی نیز به صورت مناسبی استفاده نمود و تا حد ممکن با توزیع یکنواخت کارها بین نیروی انسانی و حتی ماشین آلات ، مانع فرسودگی آنها و به طور غیر مستقیم ایجاد رضایت میان کارکنان شد.بنابراین تحقیق و پیاده سازی پروسه ای که بتوان این امور را به طور همزمان بهینه نماید برای رشد در صنعت با شدت با تکاپوی امروز الزامی است. در نتیجه به خاطر اهمیت موضوع در این زمینه تحقیقات زیادی به خصوص در کشور های صنعتی از جمله ژاپن که در این زمینه پیشتاز هستند،انجام شده است. درنتیجه همان طور که در فصل قبل نیز اشاره شد در این فصل مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه برنامه ریزی AGV ها خواهدشد.

۲-۲-مرور ادبیات

اینترانته وهمکاران [۱]بااستفاده همزمان ازتکنیک های هوش مصنوعی ،تحقیق در عملیات و شبیه سازی یکسری از روشهای علمی برای برنامه ریزی همزمان ایستگاه های کاری و تدوین استراتژی های کنترل سیستم های AGV ارائه کرده اند. سئو و همکاران [۲] یک متدولوژی برای برنامه ریزی همزمان عملیات تولید وسیستم حمل و نقل AGV ارائه نموده اند.این مدل برنامه ریزی یکپارچه براساس تحلیل و بررسی روابط متقابل پیچیده بین سیستم های حمل و نقل و ایستگاه های کاری استخراج شده است. در این مدل ، کار تخصیص عملیات تولید به ماشین آلات، طراحی مسیر حرکت خودروها، تعیین توالی عملیات روی ماشین آلات با هدف حداقل سازی زمان کل تولید بطور همزمان انجام می گردد. شاه و همکاران [۳] برای مدیریت پویا وموثر سیستمهای حمل و نقل از یک رویکرد شی گرا برای ترکیب سیستم های AGV و مدول های برنامه ریزی تولید نظیر MRP [۱] استفاده کردند. سیستم شامل دو مسئله است: اولا پروسه تعیین کوتاه ترین مسیر بدون تقاطع و ثانیا استراتژی برنامه ریزی و زمان بندی وسایل حمل و نقل. سپهری و همکاران [۴] در مقاله خود الگوریتمی یکپارچه برای برنامه ریزی همزمان AGV و ماشین آلات با استفاده از شبکه های پتری والگوریتم های جستجوی ابتکاری ارائه نموده اند. در ابتدا با استفاده از شبکه های پتری مدل مسئله مرکب از مدول AGV ،محصول و ماشین آلات ایجاد می شود. مدول AGV برای مدل سازی حرکت AGV ، محصول برای مدل سازی فرایند تولید وحرکت قطعات و در انتها مدول ماشین آلات برای مدل سازی تخصیص ماشین آلات طراحی شده است. در ادامه با ترکیب ویکپاچه سازی قوانین توزیع AGV ها و ماشین آلات ، با روشهای جستجوی درخت دسترسی شبکه پتری مسئله، یک الگوریتم کارا توسعه داده شده است. جرالد و همکاران [۵] به برنامه ریزی همزمان محصولات و AGV ها برای نوع خاصی از FMS با استفاده از یک تکنیک جدید بهینه سازی به نام الگوریتم ژنتیک غیرهمزمان (AGA) [۲]پرداخته اند.درتحقیق آنهامسئله باابعادبزرگ(۱۶ ماشین و۴۳قطعه) مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق دو تابع هدف شامل مینیمم کردن هزینه جریمه و مینیمم سازی زمان بیکاری ماشین ترکیب شده اند . اگر قطعات و AGV ها به طور همزمان برنامه ریزی شوند، زمان

1-Material requirments planning
2-Asyncrhronus genetic algorithms

بیکاری ماشین ها می تواند مینیمم گردد. و درنتیجه استفاده از آنها ماکزیمم گردد. نتایج بدست آمده از این روش ها با نتایج الگوریتم ژنتیک معمولی مقایسه شده است.رائو و همکاران [۶] یک مسئله برنامه ریزی چند هدفه مربوط به FMS ها را مدل سازی نموده اند وسپس مدل ساخته شده را با استفاده از الگوریتم تکامل تدریجی حل نموده اند. در این مقاله هدف برنامه ریزی همزمان AGV و ماشین آلات به گونه ای است که ترکیب دو هدف یعنی فاصله زمانی ساخت (زمان جریان) وزمان تاخیر حداقل گردد.ایوب و همکاران [۷] از یک روش ترکیبی برای حل مسئله مسیریابی بدون تقاطع AGV ها در یک FMS استفاده نموده اند.این مسئله شامل تعیین همزمان زمان بندی و مسیریابی بدون تقاطع وسایل می باشد. این روش به مدل سازی مسئله اصلی با برنامه ریزی محدویت ها و مسئله فرعی (مسیریابی بدون تقاطع) می پردازد.این روش ترکیبی برای نمونه های دارای تعداد AGV بالا ۶ عدد مجاز است. در این مقاله هدف پیدا کردن یک مسیر بدون تقاطع برای AGV ها و تخصیص سفارشات به AGV ها به گونه ای است که مجموع تاخیرات حداقل شود. جواب پایانی مسئله بیان کننده مواردی چون، تعیین تعداد AGV های مورد نیاز، واگذاری سفارشات به AGV ها، موقعیت هر AGV در دوره های FMS، برنامه ریزی بارگیری و تخلیه AGV وبرنامه اصلاح برای ماشین آلات در برنامه ریزی حمل و نقل می باشد. بطور کلی آنها از یک روش ترکیبی برای حل مسئله برنامه ریزی ومسیر یابی بدون تقاطع استفاده نموده اند این روش ترکیبی شامل تقسیم مسئله به دو زیر مسئله است . اولین زیر مسئله، با استفاده از CP [1] که یک ابزار بسیار قوی برای مسائل زمان بندی است، مدل سازی می شود. دومین زیر مسئله که اساسا یک مسئله CSP [2] است ، بصورت یک مسئله MIP مدل سازی شده است تا از ساختار آن سود ببرد. تاکاهیرو و همکاران [۸] روشی را برای برنامه ریزی تولید و مسیر یابی انتقال AGV ها و طراحی حرکت ربات های حمل مواد، به طور همزمان مورد مطالعه قرار داده اند. سیستم شامل برنامه ریزی تولید و مسیریابی بدون تقاطع چند AGV و تعیین طرح انتقال به سیستم حمل مواد است.همه مولفه ها تکرار می شودو اطلاعات معاوضه می شود تا یک جواب شدنی تولید شود.ریوهی و همکاران [۹] مسئله سیستم تولیدی را به مسئله زمان بندی تولید ومسئله انتقالAGV هاوتعیین توالی سیستم حمل مواد

1-Constraint programming
2- Constraint satisfaction programing

همچون ذخیره کننده ها و بافرها تجزیه نموده اند. مسئله برنامه ریزی تولید و مسئله مسیر جابجایی AGV ها با استفاده از یک الگوریتم بهینه سازی وبااستفاده ازتجزیه مسیر حل شده است. تعیین توالی روباتهای حمل مواد با استفاده از الگوریتم آنیلینگ همزمان(SA) حل شده است. برنامه ریز ی تولید و مسیر یابی AGV ها با استفاده ازتجزیه فضای جواب بهینه شده است. جرالد و همکاران [۱۰]در تحقیق خود به برنامه ریزی همزمان کارها (AS/RS) [۱]و دو AGV در یک FMS پرداخته اند. در این مقاله برنامه ریزی ، با وزن دهی و رقابت اهداف در FMS و با استفاده از یک تکنیک بهینه سازی به نام (AIS) [۲] برای یافتن بهینه سراسری انجام شده است.تحقیق آنها با هدف مینیمم سازی هزینه جریمه ، مینیمم کردن زمان بیکاری ماشین ها و نیز حداقل سازی مسافت های طی شده توسط S/R [۳] انجام شده است . که همه این موارد به طور همزمان بهینه شده اند.

اما در زمینه استفاده از روشهای MADM برای مسائل حمل و نقل، بهبهانی و همکاران[۱۱] در تحقیق خود به حل وبهینه سازی یک مدل ریاضی چند معیاره با استفاده از الگوریتم MADM پرداخته اند. در این تحقیق محققان اقدام به مدل سازی ریاضی زمان تاخیر مسافران مترو براساس مدت زمان انتظار آنها در ایستگاه ها با استفاده از الگوریتم تصمیم گیری چند شاخصه نموده وبا روش رگرسیون غیر خطی چند متغییره، مدل بهینه سازی آن برای عوامل موثر طراحی شده است. براین اساس در ابتدا به شناسایی ارتباط منطقی هر یک از پارامترها و شاخص های تاثیر گذار با شرایط ایستگاه ها بر مبنای مطالعات موردی در متروی تهران پرداخته شده است و سپس با یافتن رابطه معنی دار، درجه وابستگی و میزان اثرگذاری آن ها با مقوله زمان تاخیر در ایستگاه ها ومتوسط زمان انتظار مسافران بااستفاده ازروش تصمیم گیری چند شاخصه انجام شده است.در نهایت در قالب سناریو های تصمیم گیری مختلف ، مدل بهینه سازی ریاضی برای تاخیر مسافران در ایستگاه به ازای کاهش زمان انتظار مسافران بدست آمده است.نکته ای که باید در این تحقیقات مد نظر قرار گیرد ، این است که مدل های ارائه شده در این تحقیقات ، یا مدل های تک هدفه هستند (سئو و همکاران) که همانطور که می دانیم اکثر مسائل در دنیای واقعی از نوع چند هدفه هستند و مسائل تک هدفه جامعیت آنها را ندارند. نکته دیگری که باید در این تحقیقات مدنظر قرار گیرد این است که روش

1- Automated storage and retrieval system
2-Automatic identification system
3- storage and retrieval