



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

## دانشگاه تفرش

دانشکده مهندسی صنایع

پایان نامه کارشناسی ارشد

# یکپارچه سازی دو روش AHP و VIKOR برای حل مسئله طرح ریزی واحدهای صنعتی

استاد راهنما:

آقای دکتر بهزاد اشجری

استاد مشاور:

آقای مهندس مرتضی صابری

دانشجو:

حمیدرضا شکری

شهریور ۱۳۹۲

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آمان که مهر آسمانی‌شان آرام بخش آلام زمینی ام است

به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پر مهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بگوختم قطره‌ای از دریای بی‌کران مهربانیتان را سپاس توانم بگویم.

امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشت رضای شما

راوردی‌گران سنگ ترا از این ارزان نداشتیم تا به خاک پایتان شاکر کنم، باشد که حاصل تلاشم نیم‌کوزه غبار سختکیشان را بزداید.

بوسه بر دستان پر مهربان

به مصداق «من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق» بسی شایسته است

از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر بهزاد اشجری

که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهمایی های کار ساز و سازنده بارور ساختند تقدیر

و تشکر نمایم.

## چکیده

به طور کلی مسئله طرح ریزی واحد های صنعتی و یا طراحی چیدمان تسهیلات به این صورت تعریف می گردد که ماشین آلات، تجهیزات، بخش ها، ایستگاه های کاری و هر آنچه که موجب تسهیل در فرایند تولید گردد، در یک واحد تولیدی به گونه ای هماهنگ و منسجم تخصیص و چیدمان یابند که برخی از معیارها و شاخص ها برآورده گردند یا بعضی از اهداف ماکزیمم یا مینیمم شوند. از اینرو می توان این مسئله را به صورت یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره به دلیل حضور معیارهای کمی مانند هزینه حمل و نقل مواد و یا معیارهای کیفی مانند انعطاف پذیری مورد توجه قرار داد. در این پایان نامه از یک روش ترکیبی کارآمد که متشکل از روش تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱</sup> و روش ویکور<sup>۲</sup> می باشد، بهره گرفته شده است. بدین منظور پس از بررسی و انتخاب معیارهای مهم و تاثیرگذار بر چیدمان و تولید چیدمان های مختلف توسط نرم افزارهای تجاری همچون آلدپ<sup>۳</sup>، به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی وزن معیارهای مختلف و همچنین مقادیر عملکرد معیارهای کیفی نسبت به هر طرح ایجاد شده را تعیین کرده و سپس با تشکیل ماتریس تصمیم گیری متشکل از مقادیر عملکرد معیارهای کیفی و کمی، به کمک روش VIKOR، رتبه بندی طرح های چیدمان تولید شده و انتخاب بهینه ترین طرح را انجام می گیرد. جهت پیاده سازی روش، از دو مطالعه عملی و واقعی استفاده شده است. در مطالعه اول، صنعت توزین الکتریک از داخل کشور انتخاب شده است و مطالعه دوم مربوط به یک مسئله ای می باشد که در سال ۲۰۰۶ مورد بررسی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: طراحی چیدمان تسهیلات، روش VIKOR، روش AHP

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
<b>فصل اول: مقدمه</b>	
۱-۱. اهداف اجرای طرح.....	۲
۲-۱. دلایل ضعف اجرای طرح در سازمان ها.....	۲
۳-۱. دلایل انتخاب روش پیشنهادی جهت اجرای طرح.....	۳
<b>فصل دوم: پیشینه تحقیق</b>	
۱-۲. مدل های بهینه سازی.....	۶
۲-۲. روش های نزدیک به بهینگی.....	۷
۳-۲. روش های MADM.....	۸
<b>فصل سوم: روش VIKOR</b>	
۱-۳. مقدمه.....	۱۲
۲-۳. ویژگی ها و مزیت های روش VIKOR.....	۱۳
<b>فصل چهارم: روش AHP</b>	
۱-۴. مقدمه.....	۱۶
۲-۴. روش پیاده سازی AHP.....	۱۷
<b>فصل پنجم: روش و الگوریتم پیشنهادی جهت انتخاب طرح چیدمان تسهیلات</b>	
۱-۵. مقدمه.....	۲۲
۲-۵. گام های الگوریتم پیشنهادی.....	۲۲

۲۲	..... ۱-۲-۵. تعریف مسئله.
۲۲	..... ۲-۲-۵. تولید طرح های مختلف چیدمان تسهیلات.
۲۲	..... ۱-۲-۲-۵. تکنیک کامپیوتری آلدپ.
۲۲	..... ۱-۲-۲-۲-۵. مقدمه.
۲۳	..... ۲-۲-۲-۲-۵. اطلاعات ورودی برنامه آلدپ.
۲۳	..... ۳-۲-۲-۲-۵. دستورالعمل اجرایی برنامه آلدپ.
۲۴	..... ۴-۲-۲-۲-۵. مزایا و معایب آلدپ.
۲۵	..... ۲-۲-۲-۵. نرم افزار VisFactory.
۲۵	..... ۱-۲-۲-۲-۵. مقدمه.
۲۵	..... ۲-۲-۲-۲-۵. بخش های کاربردی نرم افزار.
۲۶	..... ۳-۲-۵. تصمیم گیری در مورد معیارهای تاثیرگذار جهت طراحی چیدمان تسهیلات.
۲۶	..... ۴-۲-۵. تعیین وزن معیارها و مقادیر عملکرد معیارهای کمی و کیفی.
۲۶	..... ۵-۲-۵. تعیین ماتریس تصمیم گیری.
۲۶	..... ۶-۲-۵. تعیین بهترین مقدار $f_j^*$ و بدترین مقدار $f_j^-$ .
۲۷	..... ۷-۲-۵. تعیین مقادیر $R_i$ و $S_i$ .
۲۷	..... ۸-۲-۵. تعیین مقادیر $Q_i$ .
۲۷	..... ۹-۲-۵. رتبه بندی گزینه ها.
۲۷	..... ۱۰-۲-۵. انتخاب و تعیین بهترین گزینه.

## فصل ششم: مطالعه های موردی

۳۲	..... ۱-۶. مطالعه موردی اول.
----	------------------------------

۳۲	.....	۱-۶. مطالعه موردی اول
۴۶	.....	۱-۱-۶. مقایسه و بحث در مورد نتیجه
۴۹	.....	۲-۱-۶. آنالیز حساسیت
۵۱	.....	۲-۶. مطالعه موردی دوم
۶۶	.....	۱-۲-۶. مقایسه و بحث در مورد نتیجه
۶۷	.....	۱-۱-۲-۶. مقایسه نتیجه روش VIKOR/AHP با DEA/AHP
۶۸	.....	۲-۱-۲-۶. مقایسه طرح منتخب ۱۲ با طرح جاری صنعت (طرح ۱۹)
۶۹	.....	۲-۲-۶. آنالیز حساسیت

#### فصل هفتم: نتیجه گیری

۷۳	.....	۱-۷. نتایج حاصل شده از اجرای روش پیشنهادی
۷۳	.....	۲-۷. پیشنهادهای آینده
۷۵	.....	منابع



## پیشگفتار

این پایان نامه در هفت فصل سازماندهی شده است که در ادامه در مورد هر فصل توضیحاتی داده می شود :

۱. در فصل اول مقدمه ای از کار و اهداف دنبال شده در این پایان نامه تشریح شده است.
۲. در فصل دوم پیشینه ای از تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است.
۳. در فصل سوم به تشریح کامل پیشینه و روش VIKOR پرداخته شده است.
۴. در فصل چهارم تشریح کاملی از اصول روش AHP ارائه گردیده است.
۵. در فصل پنجم پیرامون روش و الگوریتم پیشنهادی مورد استفاده توضیحاتی را ارائه خواهیم نمود.
۶. در فصل ششم با ارائه دو مطالعه موردی که در واقع دو مطالعه عملی و واقعی می باشند، روش پیشنهادی را مورد بررسی و ارزیابی قرار داده و به کارائی و عملکرد آن پرداخته شده است.
۷. در فصل هفتم نتایج حاصل شده از این تحقیق و پژوهش بیان شده است.

# فصل اول

## مقدمه

در این فصل مقدمه ای جامع و کامل از کار پیش رو، همراه با دلایل و اهداف در نظر گرفته شده مرتبط با مسئله طراحی چیدمان تسهیلات، تشریح شده است.

## ۱-۱. اهداف اجرای طرح

در پاسخ به تقاضاهای متنوع و غیر منعطف مشتریان و تلاش برای بهبود مزیت رقابتی بودن، سازمان های صنعتی و تولیدی جهت کاهش هزینه ها، افزایش بهره وری، بهبود مستمر کیفیت، افزایش خدمات به مشتریان و عملکرد مناسب در تحویل به موقع کالا و خدمات، مجبور به اتخاذ تصمیماتی مهم و حیاتی هستند [۱].

انتخاب طرح جایگزین مناسب جهت چیدمان تسهیلات برای یک سازمان که در واقع نمایانگر ستون فقرات آن سازمان می باشد، یکی از مهمترین مسائل استراتژیک به شمار می رود تا به این ترتیب همه یا حداقل بخش مناسبی از اهداف اشاره شده برآورده گردند. در محیط های تولید و تجارت که به شدت بحث رقابت مطرح می باشد، سازمان ها همیشه با مشکلاتی در جهت تصمیم گیری و انتخاب مناسبترین و بهینه ترین طرح جهت چیدمان تسهیلات رو به رو هستند. دلیل آن موضوع این است که این تصمیم مبتنی بر وجود معیارها و شاخص های متضاد و نامتناسب با یکدیگر می باشد. تصمیم گیرنده می بایست، مسئله انتخاب چیدمان مناسب تسهیلات را در جهت برآورده شدن اهداف اشاره شده، به گونه ای مورد توجه قرار دهد که با برآورده شدن ویژگی هایی همچون توسعه و گسترش ظرفیت تولید موجود، ایجاد یک خط تولید جدید و یا حتی راه اندازی یک کارخانه و واحد تولیدی جدید، این اهداف تحقق یابند.

لذا در یک نگاه کلی و جامع می توان اینگونه نتیجه گیری و بیان نمود که تصمیم گیری در مورد انتخاب طرحی مناسب جهت چیدمان تسهیلات، به طور قابل توجهی روی کارآمدی کارگران در این زمینه که چگونه کارشان را انجام دهند، چگونه کالاها سریع تر و با کیفیت تر بتوانند تولید شوند، چه مشکلی در جهت اتوماتیک کردن و خودکار کردن سیستم وجود دارد و چطور سیستم می تواند در طراحی خدمت یا محصول، ترکیب محصول و حجم تقاضا که مدام در حال تغییر است، واکنش نشان دهد [۲].

همچنین طراحی چیدمان کارآمد، ممکن است به کاهش چرخه های زائد در تولید، زمان های بیکاری، تعداد گلوگاه ها یا زمان های حمل و نقل مواد و پیشرفت در کار، افزایش در خروجی تولید با پیامدهای آشکار در بهره وری کمک کند [۲].

## ۲-۱. دلایل ضعف اجرای طرح در سازمان ها

در بسیاری از سازمان ها به علت عدم آگاهی کافی در مورد اهمیت موضوع، به طور اختصاصی به مبحث طراحی چیدمان نمی پردازند و در بسیاری دیگر که به طراحی و پیاده سازی این کار اقدام می نمایند، اغلب از روشها و ابزارهای ساده ای استفاده می کنند که صرفاً یک طرح چیدمان رضایت بخش اما نه مطلوب را ارائه می دهند، که این موارد همگی بیانگر اهمیت موضوع

می باشد. در همین سازمان ها و صناعی که اقدام به طراحی و پیاده سازی می نمایند، الگوی چیدمان تسهیلات بر مبنای کمینه کردن کل هزینه حمل و نقل بین تسهیلات مختلف به طوری که مواد و خدمات بدون وقفه در درون کل سازمان و واحد تولیدی حرکت کنند، مورد توجه قرار گرفته است. اگر مسائلی همچون مسیرهای برگشت پذیر، تراکم و ازدحام، الگوی جریان آشفته و ... به دلیل طرح های ضعیف و بدون برنامه ریزی قبلی در سازمان آغاز و اجرا گردد، سبب خواهد شد که همین تک هدف کمی مورد توجه قرار گرفته یعنی کمینه کردن کل هزینه حمل و نقل، به عنوان یک مانع بزرگ و عمده برای سازمان محسوب شود. از این رو تصمیم گیری در مورد انتخاب چیدمان مناسب تسهیلات به عنوان یک مسئله استراتژیک برای یک سازمان خواهد بود و اثرات قابل توجهی بر روی اثر بخشی و عملکرد کلی آن خواهد داشت.

### ۱-۳. دلایل انتخاب روش پیشنهادی جهت اجرای طرح

در رویکرد طراحی چیدمان، مجموعه ای از معیارهای کمی و کیفی تاثیر گذارند، با این وجود برخی الگوریتم ها تنها داده های کمی را پذیرفته در حالیکه برخی دیگر فقط از داده های کیفی استفاده می کنند، همچنین الگوریتم های طراحی شده در نرم افزارها و روشهای دستی موجود تنها با در نظر گرفتن یک هدف مانند بیشینه سازی نرخ نزدیکی کل، اقدام به تولید طرح می کنند، که این ضعف ها در تاثیر همزمان داده های کمی و کیفی و همچنین تک هدفه بودن الگوریتم های طراحی، باعث کاهش کیفیت طرح استقرار می شود [۳].

همان طور که اشاره شد تصمیم گیری در مورد چیدمان بهینه، مبتنی بر شاخص های عملکردی کمی و کیفی می باشد که این مورد نیز خود به نزدیکی مطلوب یا نزدیکی روابط بین تسهیلات مرتبط می باشد. ”نزدیکی“ یک مفهوم پیچیده و غیر صریح می باشد که سلسله ای از مسائل همچون جریان مواد، افراد، تسهیلات، اطلاعات و ... و یا سهولت نظارت بر کارکنان، کارگاه، مواد و ... را شامل می شود [۴]. واضح است که ارزیابی معیارهای بحرانی مخصوصاً معیارهای کیفی برای طراحی چیدمان مناسب تسهیلات، اغلب به عنوان یک وظیفه پیچیده و چالش برانگیز به شمار رود. مسئله انتخاب چیدمان بهینه بر روی ارزیابی طرح های مختلف با توجه به معیارهای کمی و کیفی متمرکز می شود. در این مسئله به طور همزمان تمام معیارهای انتخاب شده نسبت به طرح های تولید شده ارزیابی می شوند. به این ترتیب معیارهای منتخب به طور بهتر و کامل تر در طرح ها گنجانده می شوند و مورد ارزیابی قرار می گیرند. علاوه بر این، ارزیابی مستقیم یک طرح تولید شده به جای یک طرح ناقص که به وسیله یک الگوریتم خاص ایجاد شده است، سبب می شود تا سطحی از اعتماد را در جستجو برای یک جواب با کیفیت با استفاده از روشهای تصمیم گیری

چند شاخصه (MADM) <sup>۱</sup> افزایش دهد. لذا مسئله به دنبال ارزیابی تعداد زیادی از طرح های تولید شده جهت چیدمان تسهیلات به وسیله یک الگوریتم کارآمد می باشد. ارزیابی تعداد زیادی از طرح های تولید شده بر مبنای هم معیارهای کمی و هم معیارهای کیفی موجب خواهد شد تا ریسک از دست رفتن جواب های مطلوب کاهش یابد [۵].

در اکثر روش های چند شاخصه باید وزن هایی از شاخص ها برای بیان اهمیت شان تعریف شوند. در اکثر مواقع در آنالیز چند شاخصه، جوابی که به طور همزمان همه شاخص ها را راضی کند، وجود نخواهد داشت. اغلب روش های متفاوت MADM، نتایج متفاوتی را برای انتخاب یا رتبه بندی یک مجموعه از طرح های تولید شده ایجاد می کند [۶]. در سال ۱۹۸۳ آقای ووگ نشان داد که در حداقل ۴۰٪ از مواقع، هر تکنیک، نتیجه متفاوتی را از تکنیک دیگر فراهم می کند [۷]. بنابراین اصل راه حل سازشی در مسائل MADM، حیاتی و مهم می باشد [۷]. یک راه حل سازشی به تصمیم گیرندگان و کارشناسان کمک می کند تا برای یک مسئله با معیارهای متضاد و نامتناسب یک پاسخ قابل قبول را شناسایی کنند [۸]. لذا در این پایان نامه ما روش VIKOR را به کار می بریم که برای بهینه سازی چند معیاره جهت سیستم های پیچیده و چالش برانگیز توسعه یافت تا بدین ترتیب یک اولویت سازشی رتبه بندی شده از گزینه ها مطابق با معیارهای منتخب بدست آید. همچنین از روش AHP جهت تعیین مقدار عملکرد هر طرح چیدمان نسبت به هر یک از معیارهای کیفی و نیز تعیین وزن هر یک از معیارهای کمی و کیفی استفاده شده است. بنابراین هدف از این پایان نامه تعیین اولویت رتبه بندی طرح های چیدمان تسهیلات و انتخاب بهینه ترین طرح ممکن با استفاده از رویکرد ترکیبی VIKOR/AHP، می باشد.

## فصل دوم

### پیشینه تحقیق

در این فصل به تشریحی کاملی از پژوهش‌ها و تحقیقات صورت گرفته در این حوزه پرداخته شده است. در ابتدا با توجه به دسته بندی کلیه روش‌های موجود برای حل این نوع از مسائل، نمونه‌ای از کارهای صورت گرفته مرتبط با هر روش معرفی شده است و در انتها که دسته بندی مرتبط با روش مورد استفاده خود را توضیح می‌دهم، به طور جامع در مورد پژوهش‌ها و تحقیقات صورت گرفته در این مجموعه از دسته بندی روش‌ها اشاره می‌نمایم.

مسئله طراحی چیدمان تسهیلات یکی از بهترین حوزه های مطالعاتی و پژوهشی می باشد، به طوری که ما را قادر می سازد تا به اهداف مورد توجه در این مسئله که از جمله مهمترین آنها یعنی بهره وری و سودآوری می باشد، دست یابیم. به دلیل اهمیت مسئله در بخش های مختلف سازمان های صنعتی و خدماتی، این مسئله به عنوان یک حوزه فعال تحقیقاتی در چند دهه مورد توجه و بررسی قرار گرفته است [۹]. لذا بر همین اساس و در جهت پوشش بخش های مختلف این مسئله، روش های متعددی با کارائی های مختلف معرفی گردید که در سه مجموعه کلی به صورت زیر قرار می گیرند.

## ۲-۱. مدل های بهینه سازی

وقتی مکان کارخانه به شبکه ها و بخش های گسسته مستطیل شکل تبدیل می شود و هر تجهیز یک یا چند مورد از این شبکه ها را به خود اختصاص می دهد، به عنوان مسائل تخصیص کوئادراتیک (QAP)<sup>۱</sup> معرفی و شناخته می شوند [۱۰]. ساده ترین نوع از این مسائل اولین بار توسط کوپمنس و بک من [۱۱]، معرفی شد که عبارت بود از مسئله مکان یابی فضای گسسته جهت چیدمان تسهیلات با هدف مینیمم سازی کل هزینه حمل و نقل مواد. اگرچه تعدادی از روش های دقیق و ابتکاری برای تقریب جواب های این نوع مسائل پیشنهاد گردید اما در کل این مسائل در مجموعه مسائل NP-hard قرار می گیرند. این نوع روش ها مخصوصاً در مواردی که معیارهای مهم کیفی در مسئله اثرگذار باشند و همچنین زمان محاسبات طولانی برای مسائل بزرگ لازم باشد، جواب های دقیقی را ارائه نکردند. از طرف دیگر اگر مکان کارخانه به صورت پیوسته در نظر گرفته شوند، غالباً مسئله چیدمان تسهیلات به صورت یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط (MIP)<sup>۲</sup> فرموله می شود [۱۰]. برای مثال، اسکین [۱۲]، یک مدل ریاضی MIP را برای برنامه ریزی سیستم تولیدی یکپارچه فرموله کرد. مدل تصمیم گیری اقتصادی اسکین، انتخاب محصول، برنامه ریزی ظرفیت، برنامه ریزی فرایند و چیدمان تسهیلات را یکپارچه می نمود. همچنین مونتریول [۱۳]، مدلی را پیشنهاد نمود که اندازه و مکان تسهیلات به عنوان متغیرها بودند و متغیرهای باینری برای محدودیت هایی که یکدیگر را همپوشانی نمی کنند، معرفی شدند. در این فرمول ها ممکن است همه تسهیلات هر جایی را در مکان در نظر گرفته شده به خود اختصاص دهند اما نباید بر روی همدیگر قرار گیرند. زی و زاهینیدیس [۱۴]، یک الگوریتم شاخه و کران را برای مسائل چیدمان تسهیلات پیوسته (CFL)<sup>۳</sup> معرفی کردند. با وجود این واقعیت که خود مسائل CFL، تصدیق می کنند که بی نهایت طرح چیدمان شدنی وجود دارد اما فقط کافی است تا تعدادی از جواب های کاندیدای محدود مورد توجه قرار گیرند تا یک جواب بهینه

- 
1. Quadratic Assignment Problems
  2. Mixed Integer Programming
  3. continuous facility layout

فراهم شود. متأسفانه این رویکردها اغلب برای مسائل بزرگ مناسب نمی باشند [۱۰].

## ۲-۲. روش های نزدیک به بهینگی

روش های نزدیک به بهینگی به طور کلی در دو دسته ابتکاری ها و فرا ابتکاری ها قرار می گیرند. خود روش های ابتکاری در دو گروه الگوریتمی و رویه ای قرار می گیرند.

روش های رویه ای مانند برنامه ریزی سیستماتیک چیدمان (SLP)<sup>۱</sup>، مسئله طراحی چیدمان تسهیلات را در سه مرحله آنالیز، جستجو و انتخاب که هر کدام از این مراحل نیز خود شامل زیر مرحله های دیگری نیز می شوند، اجرا و پیاده سازی می کند. همچنین رویکردهای الگوریتمی نیز در دو دسته یعنی رویکردهای بهبود دهنده و سازنده قرار می گیرند. از رویکردهای سازنده می توان به آلدپ، کورلپ<sup>۲</sup>، و پلنت<sup>۳</sup> و از رویکردهای بهبود دهنده نیز می توان به کرفت<sup>۴</sup> و کوفاد<sup>۵</sup> اشاره نمود. نکته مهم در مورد این روش ها این است که این رویکردها در دل خود محدودیت های مختلفی را دارند. مهمترین اشکال این رویکردها این است که آنها فقط یک هدف را برای مسئله طراحی چیدمان تسهیلات در نظر می گیرند که از جمله آن می توان به مینیم کردن کل هزینه حمل و نقل مواد یا ماکزیم کردن کل درجه نزدیکی اشاره نمود. علاوه بر این، اکثر الگوریتم ها (مانند کرفت، کوفاد و پلنت) برای مسائل طراحی چیدمان تسهیلات با چیدمان تک سطحی تسهیلات توسعه یافتند. به هر حال اخیراً تعدادی از الگوریتم ها نیز مانند مالتیپل<sup>۶</sup>، برای حل مسائل چیدمان چند سطحی تسهیلات ساخته شده اند که در آن هم جنبه های مسائل چیدمان تک سطحی تسهیلات و هم جریان های عمودی و محدودیت های نواحی برای سطوح اختصاصی مورد پوشش قرار گرفته است [۱۰].

تعدادی از نویسندگان از رویکردهای فرا ابتکاری برای فراهم کردن طرح های نزدیک به بهینگی استفاده کردند. در ابتدا مطالعات بسیاری از روش شبیه سازی تبریدی (SA)<sup>۷</sup> برای حل مسائل طراحی چیدمان تسهیلات استفاده کردند. برای مثال آلتاس و ایزلیر [۱۵]، الگوریتم انتخاب کلونال (CSA)<sup>۸</sup> را برای مسائل چیدمان تسهیلات پویا (DFL)<sup>۹</sup> ارائه کردند. برای ساده سازی، آنها ماشین ها را با ناحیه مساوی و تسهیلات حمل و نقل استاندارد را با هزینه های واحد یکسان در مثال خود در نظر گرفتند.

- 
1. Systematic Layout Planning
  2. Corelap
  3. Planet
  4. Craft
  5. Cofad
  6. Multiple
  7. Simulated Annealing
  8. Clonal Selection Algorithm
  9. Dynamic Facility Layout



در میان انواع دیگر از این رویکردها می توان به استفاده از الگوریتم ژنتیک<sup>۱</sup> نیز اشاره نمود. در برخی از مسائل، برای حل همزمان مسائل چیدمان و ساختار راهروها، از برش نقشه و کلونی مورچه گان (AC)<sup>۲</sup>، جایی که ابتدا مسئله چیدمان تک ردیفی ماشین ها به صورت مدل برنامه ریزی غیر خطی صفر و یک فرمول بندی می شود، مورد استفاده قرار گرفت. در این مدل مسافت بین ماشین ها وابسته به توالی می باشد. بنابراین از الگوریتم کلونی مورچه گان در حل این مدل استفاده گردید.

## ۲-۳. روش های MADM

گروه آخر از رویکردهای حل مسائل طراحی چیدمان تسهیلات شامل تکنیک های MADM یا ترکیبی از این تکنیک ها با یکدیگر و یا با رویکردهای دیگر مانند الگوریتم ژنتیک می باشد. با در نظر گرفتن این نکته که روش و الگوریتم پیشنهادی ما در پایان نامه، در این مجموعه از تکنیک های حل مسئله طراحی چیدمان تسهیلات قرار می گیرد، لذا کارها و پژوهش های مختلف صورت گرفته در این بخش مفصل تر و جامع تر تشریح گردیده است.

کامبرون و ایوانز [۱۶]، فولدز و پرتوی [۱۷] و یانگ و همکارانش [۱۸]، از جمله کسانی بودند که از روش AHP برای ارزیابی طرح های مختلف جهت چیدمان تسهیلات با در نظر گرفتن یک یا چند معیار گوناگون استفاده کردند. AHP همچنین بوسیله دی وری و مییر [۱۹]، برای فراهم کردن وزن هایی از جریان مواد، جریان اطلاعات و جریان تسهیلات استفاده شد. در مرحله بعد از رویکرد فازی برای تولید نمودار ارتباط فعالیت ها استفاده گردید، که در واقع ورودی الگوریتم کورلپ تغییر یافته برای تولید طرح های مختلف جهت چیدمان بود. سپس از فواصل و ارتباطات بین دپارتمان ها یا تسهیلات برای تعیین امتیاز هر طرح استفاده گردید.

شانگ و جن [۲۰]، از یک رویکرد چند هدفه برای حل مسئله طراحی چیدمان استفاده نمودند. ابتدا با استفاده از فرایند AHP وزن عوامل کیفی و همچنین ماتریس رتبه نزدیکی را محاسبه و سپس از یک برنامه ریزی ریاضی درجه دوم برای فرموله کردن ترکیب عوامل کمی و کیفی استفاده کردند. در نهایت از تکنیک شبیه سازی تبریدی برای یافتن جواب بهینه استفاده شد.

یانگ و کو [۲۱]، از روش یکپارچه AHP و تحلیل پوششی داده ها (DEA)<sup>۳</sup> برای رتبه بندی طرح ها استفاده نمودند به طوری که در این روش از AHP برای فراهم آوردن مقادیر عملکرد معیارهای کیفی، از نرم افزار اسپیرال<sup>۴</sup> برای تعیین مقادیر عملکرد

- 
1. Genetic Algorithm
  2. Ant Colony
  3. Data Envelopment Analysis
  4. Spiral

معیارهای کمی و تولید طرح های مختلف چیدمان استفاده کردند و سرانجام روش DEA را برای حل مسئله با در نظر گرفتن همزمان معیارهای کمی و کیفی اجرا نمودند. در حالی که هزینه های مرتبط با تغییرات وارده در مرحله طراحی چیدمان معمولاً ناچیز است، اما آنها از یک مدل (BCC)<sup>۱</sup> (این مدل مخفف نام سه نویسنده آن می باشد) برای حل این موضوع استفاده کردند.

در مطالعه ای [۲۲]، از یک روش چند هدفه برای حل مسئله طراحی چیدمان استفاده گردید. به این صورت که پژوهشگران آن، در گام اول جواب های بهینه ای با استفاده از الگوریتم ژنتیک تعیین کردند و در گام بعد جهت انتخاب جواب بهینه از روش تصمیم گیری چند معیاره حذف و انتخاب بیان واقعیت (ELECTRE)<sup>۲</sup> استفاده کردند. معیارهای منتخب به صورت معیارهای کمی هزینه جابجایی و نسبت ابعاد و معیارهای کیفی مجاورت و درخواست فاصله بین بخش ها در نظر گرفته شدند.

کو و همکارانش [۲۳]، برای حل مسئله انتخاب بین طرح های چیدمان پیشنهادی، از روش تحلیل رابطه خاکستری (GRA)<sup>۳</sup> به عنوان یک روش تصمیم گیری چند معیاره استفاده کردند. در این تحقیق طرح های چیدمان پیشنهادی به همراه شش معیار عملکرد در نظر گرفته شدند. مقایسه نتایج نشان داد که روش GRA در حل مسئله طراحی چیدمان تسهیلات موثر بوده است.

آزاده و همکارانش [۲۴]، از روش AHP/DEA با شبیه سازی کامپیوتری برای بهبود و بهینه سازی سیستم حمل و نقل ریلی استفاده نمودند.

اخیراً یانگ و هونگ [۶]، از تکنیک مطابقت با جواب ایده آل برای تعیین اولویت (TOPSIS)<sup>۴</sup> همراه با تئوری فازی یعنی (FTOPSIS)<sup>۵</sup> برای رتبه بندی طرح های مختلف چیدمان استفاده نمودند و سپس نتایج بدست آمده را با روش های TOPSIS و مدل یانگ و کو [۲۱]، مقایسه نمودند.

در مقاله دیگری قاسمی نژاد، نویدی و بشیری [۲۵]، به منظور حل مسئله انتخاب طرح چیدمان از الگوریتم 2-opt (الگوریتمی که با خاصیت جابه جایی زوجی دپارتمان ها، در هر مرحله طرح های جدیدی جهت چیدمان تسهیلات تولید می کند) در کنار DEA برای یافتن چیدمان مناسب استفاده نمودند و از TOPSIS نیز برای تست نتایج DEA و انتخاب کاراترین طرح چیدمان

- 
1. Banker-Charnes-Cooper
  2. Elimination and Choice Expressing Reality
  3. Grey Relational Analysis
  4. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
  5. Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

استفاده شد. معیارهای در نظر گرفته شده در این تحقیق شامل هزینه جابجایی مواد، درخواست نزدیکی، درخواست جدایی و نرخ شکل بودند.

در مطالعه ای [۲۶]، از یک روش تصمیم گیری چند معیاره بر اساس رویکرد شاخص انتخاب اولویت (PSI)<sup>۱</sup> جهت انتخاب طرح چیدمان مناسب استفاده گردید. در این روش طرح چیدمان مناسب جهت چیدمان تسهیلات بدون در نظر گرفتن اهمیت نسبی موجود بین شاخص های انتخاب طرح چیدمان بدست آمد.

گنزالز و همکارانش [۲۷]، برای حل مسئله طراحی چیدمان از یک الگوریتم مبتنی بر آنتروپی<sup>۲</sup> استفاده کردند. این الگوریتم هر ترکیب ممکن از طراحی را بوسیله تابع آنتروپی ارزیابی می کند و طرح با کمترین مقدار آنتروپی به عنوان حل بهینه انتخاب می شود.

یویا و همکارانش [۳]، از یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر روش های سازماندهی رتبه بندی اولویت برای ارزیابی غنی سازی (PROMETHEE)<sup>۳</sup> و PSI جهت چیدمان تسهیلات استفاده نمودند. آنها در پژوهش خود با استفاده از نرم افزار Layout add-in طرح های مختلف چیدمان را ایجاد کردند و سپس با روش PSI وزن معیارها را تعیین نمودند و در نهایت با استفاده از روش PROMETHEE و نرم افزار Decision Lab، طرح مناسب چیدمان را انتخاب نمودند.

محمد قاسمی و هادی ونجه [۲۸]، از یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر مقادیر بدست آمده از قضاوت های فازی و یک برنامه ریزی غیر خطی برای رتبه بندی و انتخاب طرح مناسب جهت چیدمان تسهیلات استفاده نمودند. همچنین آنها در مقاله ای دیگر از رویکرد مشابه با رویکرد قبلی استفاده نمودند با این تفاوت که به جای استفاده از مقادیر فازی از روش AHP بهره گرفتند [۱۰].

نکته قابل توجه در مورد هر کدام از روش های ذکر شده این است که متناسب با ویژگی های خود، دارای مزایا و معایبی در مقایسه با روش پیشنهاد شده در این پایان نامه یعنی روش یکپارچه VIKOR/AHP، دارا می باشند. اما با توجه به ویژگی های قابل توجه اشاره در مورد روش VIKOR در بخش ۳-۲ و نتایج حاصل شده از روش پیشنهادی مشخص گردید که نتایج دیگر روش ها، یا با روش پیشنهادی برابر هستند و یا عملکرد بدتری را ارائه می دهند.

---

5. Preference Selection Index

6. Entropy

1. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation

## فصل سوم

### روش VIKOR

در این فصل به تشریحی کاملی از اصول و مبنای ساختاری روش VIKOR پرداخته شده است. ابتدا مقدمه ای از پیدایش این روش تشریح گردیده است و در بخش های دیگر در مورد اصول کارکردی و قابلیت های این روش توضیحاتی ارائه شده است.