



ارائه چیدمان های بهبود دهنده  
در واحدهای صنعتی به کمک  
روش های متاهیوریستیک

مؤلف

کیانا صالحی

ویراستار

دانیال صارمی

انتشارات قانون یار

۱۳۹۷

# فهرست مطالب

۴	فصل اول
۴	کلیات
۱۴	فصل دوم
۱۴	مروری بر ادبیات علمی این کتاب
۵۳	فصل سوم
۵۳	روش شناسی علمی
۹۷	فصل چهارم
۹۷	تجزیه و تحلیل داده ها
۱۷۷	فصل پنجم
۱۷۷	نتیجه گیری
۱۸۸	پرسشنامه (AHP)
۲۱۰	پرسشنامه (DEMATEL)
۲۲۳	پرسشنامه (سهام تردد)
۲۳۵	منابع و مأخذ

# فصل اول

## کلیات

### ۱-۱ بررسی موضوعی این اثر علمی

در گذشته بسیاری از واحدهای تولیدی بدون در نظر گرفتن فاکتورها و شاخص های مهندسی طراحی می شد. با گذشت زمان و پیشرفت تکنولوژی، محدودیت ها نیز پیشرفته تر شدند به طوریکه مدیران و تصمیم گیرندگان را بیش از پیش به رعایت نمودن ملزومات و مشخصه های مهندسی سوق داده است [۱].

از جمله فاکتورهای مهندسی یاد شده می توان به چیدمان ماشین آلات در ایستگاه های کاری اشاره نمود. هدف از ارائه یک چیدمان بهینه ممکن است کاهش هزینه های استقرار، کاهش هزینه های جابجایی و یا هر دو مورد باشد. و اغلب تعداد ایستگاه ها و تجهیزات برابر می باشند.

مسئله استقرار ماشین آلات در ایستگاه ها به مسئله تخصیص درجه دو (QAP) شهرت یافته است، چرا که تابع

هدف مورد استفاده در این مدل غیرخطی و از درجه دوم می باشد [۲]. به بیان ساده تر در مسائل تخصیص خطی فرض جمع پذیری برقرار است اما در مسئله QAP این فرض برقرار نیست. بنابراین برای حل آن از الگوریتم های دقیق مرتبط با مسائل تخصیص نمی توان استفاده نمود.

در حالت کلی (یعنی برای مسائل با ابعاد بزرگ) مساله QAP به دلیل قرارگیری در گروه مسائل NP-Hard دارای راه حل دقیق نبوده و اغلب از الگوریتم های ابتکاری برای حل آن استفاده می شود [۶].

تلاش های زیادی برای حل QAP صورت گرفته است که هر یک به نوعی در صدد هموار نمودن مشکلات پیرامون مسئله بر آمده اند. از جمله راه کارهای آزموده شده برای حل مسئله تخصیص درجه دوم می توان به روش برنامه ریزی پویا، روش صفحه برش و همچنین روش انشعاب و تحدید اشاره نمود. روش انشعاب و تحدید نسبت به دو روش قبل عملکرد بهتری را از خود نشان داده است [۳-۵]. از جمله مشکلات هر سه روش مذکور عدم توانایی حل مسائل با ابعاد

بزرگ می باشد. به بیان دیگر با افزایش تعداد ماشین ها و ایستگاه ها فضای جواب بزرگتر شده و زمان کشف جواب های بهینه به شدت افزایش می یابد. عمدتاً استفاده از الگوریتم های گفته شده برای مسائل بیش از  $n = 15$  امکان حل مسئله با استفاده از روش های مذکور وجود نخواهد داشت [۵۵].

در این شرایط ( $n > 15$ ) می توان از الگوریتم هایی نظیر الگوریتم های ابتکاری و یا فراابتکاری نظیر الگوریتم ژنتیک استفاده نمود [۷].

اما الگوریتم ژنتیک هم که خود پایه و اساس بسیاری از الگوریتم های فراابتکاری می باشد در بسیاری از موارد کارایی خود را برای حل مسئله از دست می دهد و در اکثر موارد محلی گیر می کند [۸].

در واقع به طور خلاصه می توان گفت، هدف از انجام تحقیق پیشنهادی ارائه یک چیدمان بهینه دقیق برای استقرار ماشین آلات در ایستگاه های کاری مختلف با چندین محدودیت در یک کارگاه صنعتی می باشد. هرچند تحقیقات زیادی در این راستا صورت پذیرفته، اما در این

تحقیق‌ها غالباً امکان استقرار همه ماشین‌آلات در همه ایستگاه‌ها وجود داشته است. این درحالیست که در دنیای واقعی چنین امری همواره امکان‌پذیر نیست. لذا در تحقیق پیشنهادی ابتدا مدل ریاضی توصیف‌کننده شرایط جابجایی‌ها در کارگاه تعریف می‌شود و سپس در مرحله دیگری به حل مسئله ساخته شده به کمک نرم‌افزار قدرتمند گمز پرداخته می‌شود. کارگاه مذکور در حال حاضر از یک چیدمان سلیقه‌ای برخوردار می‌باشد و به نظر می‌رسد که هیچیک از عوامل کلیدی استقرار ماشین‌آلات از قبیل هزینه‌های حمل و نقل، میزان تردد در مسیرها در آن لحاظ نشده است.

## ۱-۲ اهمیت و ضرورت تالیف این کتاب

در گذشته بسیاری از واحدهای تولیدی ایرانی بدون در نظر گرفتن فاکتورها و شاخص‌های مهندسی طراحی می‌شد و همین امر هزینه‌های زیادی را بر سازمان‌ها تحمیل می‌نمود و این طراحی‌های سلیقه‌ای با روش‌های سعی و خطا پیامدی جز تنزل بازدهی، کارایی و افزایش ریسک جابجایی را به

دنبال نداشت. مسئله طراحی چیدمان یکی از زمینه های مطالعاتی پر کاربرد برای افزایش کارایی منابع در سازمان ها می باشد که تاثیر آن بر قیمت تمام شده بر کسی پوشیده نیست. این امر در خصوص کارگاه های صنعتی که شامل تجهیزات و تعاملات زیادی می باشند مشهودتر است. لذا انتخاب یک چیدمان بهینه در این کارگاه ها امری ضروری و مهم به نظر می رسد که برای دستیابی به طراحی چیدمان مناسب لازم است معیارهای کمی و کیفی زیادی با یکدیگر تلفیق، و در نظر گرفته شوند. در تحقیق جاری یک رویکرد نسبتا جامع برای مدل کردن مسئله یاد شده و حل آن در کارگاه های صنعتی با شرایطی نظیر شرایط کارگاه مورد مطالعه (ویژگی تولید متنوع یا چند محصولی) ارائه خواهد گردید که با اندک تغییری می تواند در دیگر کارگاه ها و واحدهای صنعتی مورد استفاده قرار بگیرد.

## ۱-۳ جنبه جدید بودن و نوآوری در این اثر

### علمی

تحقیقات زیادی پیرامون حل مسئله تخصیص درجه دوم (چه به صورت مطالعه موردی، چه در راستای توصیف



مسئله و چه در راستای حل مسئله) جهت جاییابی تجهیزات، صورت گرفته است و نهایتاً منجر به توسعه الگوریتم هایی فرا ابتکاری مطابق با شرایط مسئله گردیده، اما در این میان کمتر به این مسئله پرداخته شده است که اهمیت نسبی مسیرهای بین ایستگاهی در شرایط تولید محصولات چندگانه چقدر است و چگونه می توان این اهمیت ها را در تعریف مدل ریاضی مسئله مذکور مورد استفاده قرار داد. این مسئله در شرایطی که داده ها غیر قطعی باشند پیچیده تر خواهد شد. بخش عمده ای از این پیچیدگی از نبود داده های کمی نشأت گرفته که در این تحقیق به کمک تئوری فازی و رویکردهای شبکه ای فازی سعی در استخراج اهمیت وزنی مسیرهای حمل و نقل بر پایه داده ها و نظرات نادقیق و عمدتاً زبانی استفاده خواهد گردید. با توجه به اینکه سازوکار مغز انسان بیشتر بر قضاوت های شهودی-کلامی استوار است لذا به نظر می رسد که رهیافت ذکر شده توان غلبه بر چالش مطرح شده (تعیین وزن های کمی از اهمیت های کیفی کلامی) را دارا می باشد و در راستای ساده سازی مسائل تخصیص درجه دوم در سازمان

های مختلف راهگشا می باشد. بنابراین در صورت موفق عمل نمودن رویکرد پیشنهادی یک نوآوری در تعریف و پیاده سازی مسائل تخصیص با پیوندهای شبکه ای محسوب می گردد که تا کنون کمتر به آن پرداخته شده است.

## ۱-۴ اهداف مشخص این کتاب

- ۱) ارائه یک رویکرد ساده جهت تعیین اهمیت هر یک از مسیرهای حمل و نقل میان ایستگاهی.
- ۲) تعیین چیدمان بهینه برای کارگاه صنعتی مورد مطالعه، جهت کاهش هزینه، زمان و ترافیک در جابجایی مواد و کالاهای نیمه ساخته.

## ۱-۵ اهداف کاربردی این کتاب

- هدف کاربردی تحقیق جاری یافتن بهترین چیدمان تجهیزات در ایستگاه های کاری موجود در واحد صنعتی مورد مطالعه می باشد.

## ۱-۶ سؤالات این اثر علمی

- ۱) محدودیت های استقرار تجهیزات در کارگاه مورد مطالعه چه می باشد؟
- ۲) چگونه می توان میزان اهمیت مسیرهای بین ایستگاه

های کاری را در شرایط تولید چند محصولی تعیین نمود؟  
(۳) چگونه می توان در شرایط تولید چند محصول مختلف  
یک چیدمان بهینه برای تجهیزات در ایستگاه های کاری پیدا  
نمود؟

(۴) برای ارائه یک طرح مهندسی بهینه جهت استقرار  
تجهیزات در ایستگاه ها، بهتر است کدام تجهیز در کدام  
ایستگاه مستقر شود؟

## ۱-۷ فرضیه های این اثر علمی

تحقیق جاری از نوع مدل سازی ریاضی می باشد و ماهیت  
آماري ندارد، لذا شامل فرضیه نمی باشد.

## ۱-۸ تعریف واژه ها و اصطلاحات فنی و

### تخصصی

بهینه سازی: منظور از بهینه سازی یک سامانه کمینه یا  
بیشینه کردن تابعی است که این تابع معیاری از عملکرد  
سامانه می باشد. این عمل در نهایت به بهبود کارایی سامانه  
می انجامد.

**مدل ریاضی:** مدل سازی یا مدل سازی ریاضی عبارت

است از تلاش برای توسعه یک مدل ریاضی برای یک سامانه مشخص.

**مسئله تخصیص:** نوع خاصی از مسئله حمل و نقل است که در آن تصمیم گیرنده قصد تخصیص تعدادی کار را به تعدادی از افراد به صورت یک به یک دارد به طوریکه هیچ فردی بیش از یک کار را انجام ندهد و هیچ کاری نیز به بیش از یک نفر اختصاص نیابد. هزینه کل در مسئله تخصیص باید حداقل گردد.

**مسئله تخصیص درجه دوم:** یکی از مسایل بهینه سازی ترکیبی است که هدف آن تخصیص تعدادی تسهیل به تعدادی مکان در شرایط بهینه می باشد.

**مکان یابی تسهیلات:** مسئله مکان یابی تسهیلات، شاخه‌ای از مسائل تحقیق در عملیات و هندسی محاسباتی می باشد که بر روی یافتن بهترین مکان برای تسهیلات به طوری که هزینه حمل و نقل را به حداقل برساند، تمرکز دارد.

**خطوط مونتاژ مدل مخلوط:** منظور خطوط مونتاژی است که بیش از یک مدل محصول پردازش می شود که در پاسخ دهی به تغییرات در نیاز ( تقاضای ) مشتری سریعتر می

باشد .

**الگوریتم ژنتیک:** یک تکنیک جستجویی در علم رایانه برای یافتن راه حل تقریبی برای بهینه سازی و مسائل جستجو است. الگوریتم ژنتیک نوع خاصی از الگوریتم های تکامل است که از تکنیک های زیست شناسی فرگشتی مانند وراثت و جهش استفاده می کند. این الگوریتم برای اولین بار توسط جان هالدن معرفی شد.

## ۹-۱ متغیرهای مورد بررسی

مهم ترین متغیر مورد بررسی در تحقیق پیشنهادی عبارتست از متغیر تخصیص دودویی که نشان دهنده تخصیص یا عدم تخصیص یک تجهیز دلخواه به یک ایستگاه پیشنهادی می باشد. گفتنی است که مسئله تخصیص مورد نیاز به صورت جایگشتی نیز قابل توصیف می باشد که در این حالات متغیرهای تصمیم به صورت عدد صحیح در خواهد آمد.

# فصل دوم

## مروری بر ادبیات علمی این کتاب

### ۱-۲ مقدمه

در این فصل، مختصراً تعاریف و مفاهیم مربوط به مکان یابی (چیدمان) تجهیزات و تسهیلات صنعتی، ادبیات و تاریخچه مربوط به این حوزه، جایگاه این دانش (مکان یابی و چیدمان) در علوم مهندسی از جمله مهندسی صنایع و همچنین لزوم بررسی و انجام پژوهش در این حوزه مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ادامه فصل نیز گزیده‌ای اجمالی از فعالیت‌های پژوهشی صورت گرفته در این حوزه نیز مطرح خواهد شد. پایان فصل نیز به نتیجه‌گیری از تحقیقات پیشین اختصاص خواهد یافت.

### ۲-۲ نقش مکان یابی در صنعت

یکی از تخصص‌های مهندسان صنایع نحوه چینش و تعیین محل منایب قرار گرفتن ماشین‌آلات، تجهیزات، و دستگاه‌های موجود در خط تولید کارخانجات و کارگاه‌های صنعتی

است. مسئله چینش وسایل یکی از مسائل متداول در زندگی روزمره انسان ها است: از تعیین محل مناسب برای قرار گرفتن مبل در اطاق پذیرایی منزل گرفته تا نحوه چینش وسایل اداری در محیط کار. البته اغلب ما در مواجهه با چنین مسئلی سعی می کنیم از روش ساده سعی و خطا در حل آن استفاده کنیم: آنقدر وسیله مورد نظر را در فضایی که در اختیار داریم جابجا می کنیم تا به وضعیتی برسیم که بیشتر مورد علاقه مان باشد. متأسفانه چنین روشی هنگامی که وسایل مورد نظر ماشین آلات و تجهیزات غول پیکر خطوط تولیدی باشند امکانپذیر نیست. طراحی نحوه استقرار چنین وسایلی با توجه به اینکه اغلب ماشین آلات صنعتی پرحجم و پر وزن اند و امکان جابجایی آن ها بدون صرف وقت و هزینه های فراوان میسر نیست مسئله ای در اغلب واحدهای صنعتی است و عدم بهره گیری از روش های علمی در حل آن می تواند به نتایج مصیبت باری منجر شود [۹].

مکان یابی<sup>۱</sup> یکی از علوم مهندسی صنایع است که توجه به

---

<sup>۱</sup> - Facility Location.

آن سبب کاهش هزینه ها و موفقیت واحدهای صنعتی می شود. مکان یابی مراکز (مکان یابی ساختمان ها و مراکز) را انتخاب مکان برای یک یا چند مرکز، با در نظر گرفتن سایر مراکز و محدودیت های موجود می دانند، به گونه ای که هدف ویژه ای بهینه شود. این هدف می تواند هزینه حمل و نقل، ارائه خدمات عادلانه به مشتریان، در دست گرفتن بزرگترین بازار و غیره باشد. انجام مطالعات مکان یابی نیازمند تخصص هایی، از جمله: تحقیق در عملیات، روش های تصمیم گیری، جغرافیا (زمین شناسی و آب و هوا)، اقتصاد مهندسی، علوم کامپیوتر، ریاضی، بازاریابی، طراحی شهر و ... است [۱۰].

مکان یابی یکی از پرکاربردترین تصمیم گیری های مکانی است که تحت تاثیر بسیاری از عوامل می تواند قرار گیرد هدف از مکان یابی یافتن مجموعه ای از گزینه های مکانی مناسب برای یک کاربرد خاص است. مسئله مکان یابی یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره است و روش های ارزیابی چند معیاره با ساده سازی تعریف راهبردهای تصمیم گیری و تسهیل پردازش مکانی می تواند در مسائل مختلف تصمیم



گیری به شیوه های گوناگون مورد استفاده قرار بگیرد. در مسائل مکان یابی با توجه به اینکه مجموعه ای از اهداف به صورت همزمان بایست بهینه شود از روش فرایند تصمیم گیری چند معیاره استفاده می شود و علاوه بر این مطلب از دانش انسانی نیز به کار گرفته می شود. انتخاب مکان یکی از فعالیت های مهم در برنامه ریزی استراتژیک برای طیف وسیع ای از شرکت های دولتی و خصوصی در مسائل تصمیم گیری چند معیاره که شامل کمیت و کیفیت معیارها می شود مورد استفاده قرار می گیرد که روش های سنتی مکان یابی نمی تواند به طور موثر بکار گرفته شود زیرا در بسیاری از شرایط توانائی اندازه گیری اطلاعات به صورت دقیق وجود ندارد [۱۱].

## ۲-۳ ضرورت انجام مطالعات مکان یابی

انجام مطالعات مکان یابی درست و مناسب، علاوه بر تاثیر اقتصادی بر عملکرد واحد صنعتی، اثرات اجتماعی، محیط زیستی، فرهنگی و اقتصادی در منطقه محل احداث خود خواهد داشت. در ضمن ویژگی های منطقه ای نیز به عنوان

عوامل کلیدی موثر در تعیین محل در مسائل مکان یابی محسوب می شوند [۱۲].

## ۲-۴ انواع مسائل مکان یابی

مسائل مکان یابی دارا تنوع بسیار زیادی هستند، از این رو برای سهولت در بیان، این مسائل را به راههای مختلفی دسته بندی کرده اند، اما به طور کلی مسائل تحلیل مکان در یکی از دسته های زیر قرار می گیرند [۱۴, ۱۵]:

➤ مسئله وبر یا مسئله  $P - Median$

➤ مسئله  $P - Center$

➤ مسئله مکان یابی مراکز با ظرفیت نامحدود

➤ مسئله مکان یابی مراکز با ظرفیت محدود

➤ مسائل مکان یابی نمایی

## ۲-۵ مسئله وبر یا مسئله $P - Median$

این قبیل مسائل برای مکان یابی  $P$  مرکز، در  $P$  مکان انجام می شود و یک معیار هزینه ای را مینیمم می کند. هزینه ممکن است بر حسب زمان، پول، تعداد سفر، مسافت کل یا هر مقیاس دیگری بیان شود. به علت اینکه در این گونه مسائل، هدف حداقل کردن هزینه کل است، با نام مسائل

حداقل مجموع (Mini Sum) یا مسئله وبر نیز مطرح می شوند.

## ۶-۲ مسئله P – Center

این مسائل برای تعیین مکان **P** مرکز به منظور حداقل کردن حداکثر فاصله هر مرکز، تا نقطه تقاضایی که برای خدمت دادن به آن نقطه مورد تقاضا تعیین شده است، استفاده می شوند. در واقع این گونه مسائل برای استقرار خدمات اورژانس، مانند: آتش نشانی، خدمات آمبولانس و مراکز پلیس در جامعه مورد استفاده قرار می گیرند. در این مسائل تعداد مراکز از پیش مشخص است. این مسائل به دو دسته تقسیم می شوند. **P – Center** محذب که مسئله را به مجموعه ای از مکان های کاندید برای استقرار مراکز محدود می کنند و **P – Center** مطلق که در آن مراکز می توانند در هر جایی از مکان مستقر شوند.

## ۷-۲ مسئله مکان یابی مراکز با ظرفیت

### نامحدود

این مسائل در دسته مسائل حداقل مجموع قرار می گیرند اما در این مسائل هزینه، هزینه ثابت را نیز شامل می شود و

هزینه ثابت به مکانی بستگی دارد که مرکز در آن قرار می گیرد. تعداد مراکزی که باید استقرار یابند از پیش مشخص شده نیست، اما به گونه ای معین می شوند که هزینه را کمینه کنند. به علت اینکه در این گونه مسائل ظرفیت هر مرکز نامحدود در نظر گرفته می شود، تخصیص یک تقاضا به بیش از یک نقطه تأمین، هرگز سودبخش نخواهد بود.

## ۲-۸ مسئله مکان یابی مراکز با ظرفیت محدود

این مسائل شبیه به مسائل مکان یابی مراکز با ظرفیت نامحدود هستند، فقط در این مسائل ظرفیت هر کدام از مراکز محدود است. ممکن است در این مورد جواب بهینه به گونه ای باشد که یک مشتری به بیش از یک منبع تأمین، ارجاع داده شود. در واقع ممکن است پس از تخصیص مشتری به یک مرکز، پس از برآوردن بخشی از تقاضای مشتری، ظرفیت مرکز به پایان برسد و برای برآوردن باقی مانده تقاضای مشتری مجبور به اختصاص آن به دیگر مراکز که هزینه بیشتری نیز دربر دارند، شویم. البته گاهی ممکن است با وجود اینکه اختصاص یک مشتری به یک مرکز ویژه کمترین هزینه را در بردارد، به دلیل اینکه ظرفیت آن مرکز

توسط مشتریان دیگر پر شده است، مجبور به اختصاص کل تقاضای آن مشتری به مراکز دیگر شویم.

## ۲-۹ مسائل مکان یابی نمایی

مسئله مکان یابی نمایی مسئله ای را بیان می کند که  $n$  مرکز، مانند  $n$  ماشین که بین آن ها جریان برقرار است به گونه ای در  $n$  مکان قرار داده شوند تا هزینه کل مینیمم شود. اگر ۴ ماشین داشته باشیم که بخواهیم مستقر کنیم،  $4! = 24$  ترکیب ممکن وجود خواهد داشت. برای مسئله ۱۰ ماشین، ۱۰ جواب ممکن وجود دارد که در حدود  $10! = 3628800$  ارزیابی نیاز خواهد داشت که این کار حتی برای کامپیوترهای پرسرعت امروزی دشوار است. از این رو این مسائل دارای پیچیدگی زمانی نمایی داشته و در دسته مسائل بسیار پیچیده قرار دارند و حل دقیق آن ها بسیار مشکل و یا غیر ممکن است. یکی از پرکاربردترین این نوع مسئله تخصیص درجه دو (QAP) می باشد.

## ۲-۱۰ اشتباه های متداول در مطالعات مکان

یابی

اشتباه در تعیین محل (مکان) ضررهای جبران ناپذیری به دنبال خواهد داشت و گاهی منجر صرف هزینه های زیاد شده و به رکود و تعطیلی کامل کارخانه می انجامد. عموماً اشتباه در تعیین محل، هنگامی پیش می آید که تعریف درستی از آنچه از ما خواسته می شود در دست نباشد. ولی اشتباه های دیگری نیز وجود دارد که حتی مدیران زیرک نیز دچار آن می شوند. برخی از این نوع اشتباه ها برای توجه بیشتر مدیران، محققان و افراد کلیدی و تصمیم گیری در مسائل مکان یابی به این شرح بیان می شود [۱۶]:

- ۱) فقدان بازرسی و شرح دقیق عوامل و نیازمندی ها.
- ۲) چشم پوشی از بعضی شرایط مورد نیاز و بررسی ناقص نیازمندی های طرح.
- ۳) علایق شخصی یا تعصبات مسئولان در پذیرش حقایق و دلایل منطقی و علمی.
- ۴) مقاومت مدیران اجرایی در انتقال به مکان جدید.
- ۵) بی توجهی به هزینه حمل و نقل و عدم برآورد درست آن.
- ۶) قضاوت در مورد نیروی انسانی بالقوه بر مبنای نرخ

دستمزد و بدون توجه به کارایی، مهارت، سابقه و تاریخچه کارگری و سایر عوامل مؤثر در انتخاب نیروی انسانی.

۷) انتخاب جامعه ای با سطح فرهنگ و تحصیلات پایین به گونه ای که جذب نیروی متخصص بسیار مشکل باشد.

۸) پافشاری در منافع آنی و کوتاه مدت و بی توجهی به آینده.

۹) کافی نبودن اطلاعات و یا نادرست بودن آن ها در مورد بازار، شیوه های حمل و نقل، مواد خام و سایر عوامل که در برآورد هزینه ها تأثیر دارند.

۱۰) عوامل محیطی از جمله فشارهای سیاسی.

۱۱) خطا در به کارگیری روش ها و تکنیک های تصمیم گیری مکان یابی.

۱۲) عدم اولویت بندی (وزن دهی) مناسب به معیارهای تصمیم گیری.

۱۳) نبود اطلاعات دقیق و کافی در زمینه معیارهای مورد نظر.

۱۴) بی توجهی به استراتژیک بودن و اثرات بلندمدت

تصمیم های مکان یابی.

۱۵) بی توجهی به تغییر و تحولات آینده (تهدیدها،

فرصتها، رشد تقاضا، به هم خوردن توازن مناطق و ...)

۱۶) در نظر نگرفتن تغییرات سازمانی لازمه مکان یابی.

تا کنون بیشتر مطالب و تعاریف بر مبنای مکان یابی تک

تجهیز و بعضا چند تجهیز به صورت جزئی بوده است از این

پس بیشتر به مسائل مکان یابی چند تجهیز در کارخانه ها و

کارگاه ها پرداخته خواهد گردید.

## ۲-۱۱ تعریف استقرار تسهیلات

طرح چیدمان (استقرار) تسهیلات، آرایش مکانی از وسایل

تولید کالا یا ارائه خدمات است. کوپمن<sup>۱</sup> و بکمن<sup>۲</sup> اولین

کسانی بودند که مسئله چیدمان تسهیلات را به عنوان یک

مسئله رایج صنعتی تعریف کردند، به این صورت که هدف

آن، پیکر بندی تسهیلات است، به گونه ای که هزینه مواد

حمل و نقل شونده بین آن ها حداقل شود. آزادیوار<sup>۳</sup> و

---

<sup>۱</sup>-Koopmans.

<sup>۲</sup>-Beckmann.

<sup>۳</sup>-Azadivar.



وانگ<sup>۱</sup> مسئله طراحی چیدمان را به صورت تعیین مکان های نسبی و تخصیص فضای موجود به تسهیلات تعریف کردند. مسئله طراحی چیدمان یک مسئله بهینه سازی است که سعی می نماید با در نظر گرفتن تعاملات مختلف بین تسهیلات و سیستم حمل و نقل مواد، طرح استقرار را کارا تر نماید [۱۷].

## ۲-۱۲ متغیرهای طرح استقرار تسهیلات

متغیرهای در نظر گرفته شده در طرح استقرار عموماً از نوع کمی و شامل مسافت بین دپارتمان ها و حجم حمل و نقل مواد ( جریان مواد) می باشد و متغیرهای تأثیر گذار دیگری شامل آلودگی، سرو صدا و.... در نظر گرفته نشده است. در تمامی روش های حل مسئله طرح استقرار عمدتاً متغیر در نظر گرفته شده برای دپارتمان ها مسافت است و به تأثیر سایر متغیرها پرداخته نشده است حال آنکه متغیرهای کیفی مانند آلودگی، میزان سرو صدا و..... نیز در طراحی استقرار مؤثر و بسیار مهم است. با توجه به محدودیت مدل های فوق الذکر با زیاد شدن متغیرها به روش معمول نمی

---

<sup>۱</sup>-Wang.

توان چیدمان و استقرار بهینه را بدست آورد و از این حیث مدل به حالت بسیار پیچیده تبدیل می شود که روش های معمول یا قادر به حل این مدل ها نیستند و برای حل می توان از الگوریتم های فرا ابتکاری استفاده کرد [۱۷].

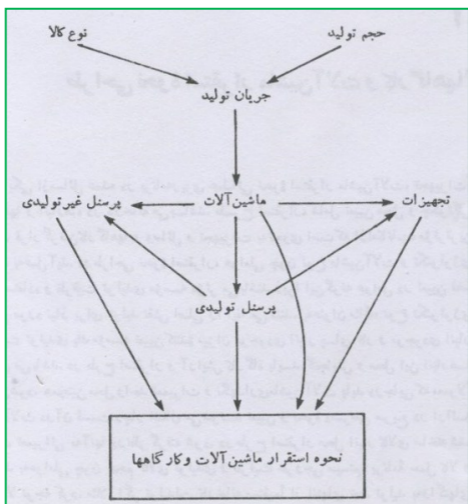
## ۲-۱۳ طراحی نحوه استقرار ماشین آلات و

### کارگاه ها

یکی از مسائل عمده در برنامه ریزی عملیاتی نحوه استقرار ماشین آلات، تجهیزات، کارگاه ها و انبارها، در کارخانه می باشد. طرح استقرار، شامل تعیین محل و چگونگی ترکیب قرار گرفتن کارگاه ها و وسایل و تجهیزات به نحوی است که از امکانات، موثرترین استفاده به عمل آید. در طراحی نحوه استقرار عواملی چون نوع ماشین آلات و تکنولوژی مورد استفاده و ظرفیت تولیدی موسسه موثر می باشند زیرا این گونه عوامل در تعیین فضا و سطوح مورد نیاز برای تولید نقش اساسی را ایفا می کنند.

به طور کلی پس از آنکه تعیین نوع کالا و طراحی آن توسط واحدهای مربوط انجام و حجم تولید مشخص شد، آرایش کارگاه آغاز می شود. هدف از آرایش کارگاه

طراحی سیستمی است که قادر به تولید کالای مورد نظر به میزان خواسته شده با کمترین هزینه باشد. بدین ترتیب آرایش کارگاه و نحوه استقرار کارگاه ها و ماشین آلات در تحقق هدف های برنامه ریزی عملیاتی نقش حساسی را بازی می کنند. شکل (۱-۲) مراحل عمده در طراحی آرایش کارگاه را نشان می دهد [۱۸].



شکل (۱-۲): مراحل عمده در نحوه استقرار ماشین آلات و کارگاه ها [۱۸].

## ۲-۱۴ انواع سیستم های تولیدی و خدماتی

اساسا دو نوع سیستم پیوسته و ناپیوسته در عملیات تولیدی و خدماتی وجود دارند که در هر یک از آن ها نحوه استقرار ماشین آلات و تجهیزات متفاوت می باشند [۱۹]:

۱- سیستم پیوسته

۲- سیستم ناپیوسته (سفارشی)

## ۲-۱۵ سیستم پیوسته

در سیستم پیوسته ، تولید به طور انبوه و برای کالاهای یکسان صورت می گیرد. ماشین آلات تخصصی است و کارگران با تخصص های عمومی می توانند کارها را انجام دهند. برنامه تولید کمتر تغییر می کند و کالاها به طور استاندارد تولید شده ، به فروش رسیده یا انبار می شوند. در این سیستم معمولا بین بار ماشین آلات توازن برقرار است . در مورد خدمات نیز مشخصات سیستم همین گونه است و خدمات یکسانی به طور انبوه ارائه می شوند [۱۹].

## ۲-۱۶ سیستم ناپیوسته

در این سیستم تولید به صورت کالاهای گوناگون و متنوع و در حجم کم انجام می گیرد. ماشین آلات در این سیستم

کاربرد عمومی دارد و این کارگر متخصص است که باید کارهای مختلف را با این ماشین آلات عمومی انجام دهد. برنامه تولید همواره تغییر می کند و کارها بر اساس سفارشات دریافت شده انجام می پذیرد. در مورد خدمات نیز مشخصات سیستم همین گونه است و برای هر مشتری خدمتی مطابق درخواست او انجام می شود [۱۹].

## ۲-۱۷ انواع روش های نحوه استقرار

در یک تقسیم بندی کلی روش های نحوه استقرار شامل سه دسته بعدی می باشند [۱۸]:

- ۱- نحوه استقرار بر اساس فرایند تولید
- ۲- نحوه استقرار بر اساس نوع تولید یا خدمات
- ۳- نحوه استقرار در حالت ثابت

## ۲-۱۸ نحوه استقرار بر اساس فرایند تولید

این نوع نحوه استقرار (استقرار بر اساس فرایند تولید)<sup>۱</sup> زمانی به کار گرفته می شود که جریان کار استاندارد و یکنواخت نباشد و تمام کالاهای مورد ساخت یکسان نیستند.

---

<sup>۱</sup> -Process Layout.

بنا بر این ، این نحوه استقرار در سیستم سفارشی مورد عمل فراوان دارد. جریان های غیر استاندارد کار ، زمانی رخ می دهند که ما کالاهای متفاوت و مختلفی تولید می کنیم یا زمانی که یک نوع خاص کالا به صورت ها و اشکال متفاوت تولید می شود. در روش استقرار بر اساس فرایند تولید اجزاء ، فرایند تولید (کارگاه ها و قسمت های تولید و تجهیزات) بر اساس نوع وظیفه ای که انجام می دهند در کنار هم قرار می گیرند. موسسات تولید کننده کالا ، درمانگاه ها ، بیمارستان ها و دانشگاه ها نمونه هایی از فعالیت هایی را نشان می دهند که با این نحوه استقرار سازگار می باشند. مشخصه دیگر این نحوه استقرار آنست که ماشین آلات و تجهیزات مشابه در کنار هم قرار می گیرند و کالا برای ساخت یا مشتری برای کسب خدمات به مجموعه های فوق فرستاده می شود. در شکل (۲-۲) نحوه استقرار بر اساس فرایند تولید در ساخت یک کالای خاص نشان داده شده است [۱۸].