

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم اداری و اقتصادی

گروه آموزشی مدیریت

عنوان پایان نامه

طراحی مدل تلفیقی تصمیم‌گیری چند معیاره فازی جهت انتخاب طرح جانمایی

تسهیلات

نگارش :

سید جواد علوی طبری

ارائه شده جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مدیریت صنعتی گرایش تولید

استاد راهنما :

احمد توگلی

استاد مشاور :

علیرضا پویا

تاریخ تدوین:

بهار ۱۳۹۲

باعنایت خداوند متعال این تلاش علمی هر چند کوچک را تقدیم می‌کنم به:

پویندگان راه علم و حقیقت

و همه کسانی که علم را برای عمل کردن می‌آموزند

باسپاس فراوان از

استاد گرامی جناب آقای دکتر احمد توکلی

که بارها بنیانی‌های ارزشمند خود مایاری رساندند

استاد ارجمند جناب آقای دکتر علیرضا پویا

که با مشورت‌های خردمندانه، پشتیبانم بودند

مدیریت محترم و کارکنان صنعت مورد مطالعه

که زمینه و امکان انجام تحقیق را برایم مهیا ساختند.

و با تشکر صمیمانه از

**مهربانی‌های بی‌دریغ مادر فداکار و پدر دلسوزم**

## چکیده

جانمایی تسهیلات مسأله‌ای است که به نحوه‌ی چیدمان دپارتمان‌ها در حوزه کاری می‌پردازد. از آنجا که یک طرح جانمایی خوب افزایش کارایی عملیات، استفاده مؤثر از فضا و کاهش میزان حمل و نقل را به دنبال دارد آن را جزء مسائل استراتژیک می‌دانند که تأثیر فراوانی بر عملکرد سیستم تولیدی خواهد داشت. به همین دلیل شرکت‌ها معمولاً به دنبال ارزیابی طرح‌های چیدمان فعلی خود و همچنین طراحی یک طرح چیدمان مناسب برای بخش تولید خود می‌باشند. در این راستا این تحقیق به ارائه مدلی ترکیبی جهت انتخاب طرح چیدمان مناسب می‌پردازد. در این تحقیق ابتدا با استفاده از نرم‌افزار -Layout add in طرح‌های چیدمان پیشنهادی بر اساس داده‌های استخراج شده از واحد تولیدی ایجاد شد. سپس جهت ارزیابی طرح‌های چیدمان، معیارهای مؤثر بر طرح‌های چیدمان از ادبیات‌های موجود در این زمینه شناسایی گردید و با استفاده از تکنیک AHP گروهی فازی نظرات تیم تصمیم‌هست نفره در این تحقیق در مورد ارزیابی زوجی طرح‌های چیدمان با توجه به معیارهای کیفی استخراج شد که در نهایت به تعیین اندازه عملکرد طرح‌ها در هر معیار انجامید. به منظور تعیین وزن معیارها از روش آنتروپی شانون استفاده شد، گاهی اوقات به علت عدم آگاهی تیم تصمیم، قضاوت در مورد معیارها به تعیین وزن‌های نامناسب می‌انجامد که این باعث کاهش کیفیت در انتخاب طرح مناسب خواهد شد، که جهت رفع این ضعف، این تکنیک تنها با استفاده از داده‌های ماتریس تصمیم به تعیین وزن معیارها می‌پردازد. در نهایت جهت رتبه‌بندی طرح‌های چیدمان و انتخاب طرح مناسب‌تر از تاپسیس استفاده شد. در واقع در روش ترکیبی ارائه شده به طور همزمان از مزیت‌های سه تکنیک استفاده گردید که این بر قوت روش ارائه شده می‌افزاید.

**کلید واژه‌ها:** انتخاب طرح چیدمان تسهیلات؛ آنتروپی شانون؛ تاپسیس؛ تصمیم‌گیری چند معیاره فازی؛ AHP گروهی فازی

## فهرست مطالب

فصل اوّل: مقدّمه.....	۸
۱-۱ مسأله اصلی تحقیق.....	۹
۲-۱ تشریح و بیان موضوع.....	۹
۳-۱ ضرورت انجام تحقیق.....	۱۱
۴-۱ سؤالات اصلی تحقیق.....	۱۲
۵-۱ اهداف اساسی تحقیق.....	۱۲
۶-۱ نتایج مورد انتظار تحقیق.....	۱۲
۷-۱ قلمرو تحقیق.....	۱۲
۸-۱ تعریف واژه‌ها و اصطلاحات تخصصی تحقیق.....	۱۳
فصل دوم: مبانی نظری.....	۱۵
۱-۲ ادبیات موضوع.....	۱۶
۱-۱-۲ تاریخچه.....	۱۶
۲-۱-۲ طرح ریزی واحدهای صنعتی.....	۱۶
۳-۱-۲ اهمیت طراحی کارخانه.....	۱۸
۴-۱-۲ اهداف طراحی کارخانه.....	۲۰
۵-۱-۲ مراحل طراحی کارخانه.....	۲۲
۶-۱-۲ واحدهای تأثیر گذار بر طراحی کارخانه.....	۲۷
۷-۱-۲ انواع مسائل طراحی کارخانه.....	۲۸
۸-۱-۲ ویژگی‌های یک طرح مناسب.....	۳۱
۹-۱-۲ جایگاه بخش طراحی کارخانه در تشکیلات سازمانی.....	۳۲
۱۰-۱-۲ روش‌های استقرار دستگاه‌ها.....	۳۳
۱-۱۰-۱-۲ طرح ایستگاه یا محل ثابت.....	۳۳
۲-۱۰-۱-۲ طرح فرآیندی (کارگاهی) یا عملیاتی.....	۳۴
۳-۱۰-۱-۲ طرح بر اساس محصول یا خط تولید.....	۳۵
۴-۱۰-۱-۲ تکنولوژی گروهی.....	۳۶
۱۱-۱-۲ طرح ریزی سیستماتیک استقرار.....	۳۷

۱۲-۱-۲	برخی جداول مورد استفاده در طراحی استقرار.....	۳۷
۱۳-۱-۲	انواع تکنیک‌های طراحی استقرار.....	۴۰
۲-۲	معیارهای مؤثر در ارزیابی طرح‌های چیدمان.....	۴۳
۳-۲	سوابق تحقیقات صورت گرفته.....	۴۷
۱-۳-۲	تحقیقات داخلی.....	۴۷
۲-۳-۲	تحقیقات خارجی.....	۴۹
۴-۲	جمع‌بندی.....	۵۵
فصل سوم: روش تحقیق.....		
۵۹		
۱-۳	مقدمه.....	۶۰
۱-۱-۳	تعریف تحقیق.....	۶۰
۲-۱-۳	مفهوم تحقیق علمی.....	۶۰
۳-۱-۳	هدف تحقیق علمی.....	۶۱
۲-۳	متغیرها.....	۶۱
۳-۳	نوع تحقیق حاضر.....	۶۲
۴-۳	روش‌های گردآوری اطلاعات.....	۶۳
۵-۳	روایی و پایایی ابزار سنجش.....	۶۳
۶-۳	شرکت مورد مطالعه و تیم تصمیم.....	۶۴
۷-۳	تجزیه و تحلیل داده‌ها.....	۶۵
۸-۳	مراحل انجام تحقیق حاضر.....	۶۵
فصل چهارم: یافته‌ها.....		
۷۷		
۱-۴	اطلاعات توصیفی تیم تصمیم.....	۷۸
۲-۴	معیارهای مؤثر در ارزیابی طرح‌های چیدمان.....	۷۹
۳-۴	اطلاعات جمع‌آوری شده جهت ایجاد طرح‌های چیدمان.....	۷۹
۴-۴	طرح‌های چیدمان.....	۸۲
۵-۴	نظرات تیم تصمیم در مورد ارزیابی طرح‌های چیدمان.....	۸۸
۶-۴	تشریح مدل تصمیم‌گیری.....	۸۹

۱۰۹	فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری
۱۱۰	۱-۵ پاسخگویی به سؤالات تحقیق
۱۱۰	۱-۱-۵ پاسخ پرسش اول تحقیق
۱۱۲	۲-۱-۵ پاسخ پرسش دوم تحقیق
۱۱۲	۳-۱-۵ پاسخ پرسش سوم تحقیق
۱۱۳	۲-۵ نتیجه گیری
۱۱۴	۳-۵ پیشنهادها
۱۱۵	۴-۵ پیشنهادات برای تحقیقات آتی
۱۱۵	۵-۵ محدودیت‌های تحقیق
۱۱۷	۶ منابع و مآخذ
۱۲۲	۷ پیوست‌ها
۱۲۲	۱-۷ پرسشنامه مقایسات زوجی
۱۳۶	۲-۷ شاخص‌های سازگاری ماتریس‌ها
۱۳۸	۳-۷ جداول میانگین هندسی فازی نظرات تیم تصمیم

## فهرست اشکال و جداول

- شکل ۱-۲ واحدهای تأثیرگذار بر طراحی کارخانه..... ۲۸
- شکل ۲-۲ نمای شماتیک برنامه‌ریزی سیستماتیک استقرار یا SLP..... ۳۸
- شکل ۳-۲ نمونه‌ای از جدول رابطه فعالیت‌ها..... ۳۹
- جدول ۱-۲ نمونه‌ای از جدول از- به..... ۳۹
- جدول ۲-۲ معیارهای مؤثر در طراحی چیدمان..... ۴۶
- شکل ۴-۲ درختواره‌ای از مسائل طراحی چیدمان..... ۵۸
- شکل ۱-۳ ماتریس تصمیم..... ۶۸
- جدول ۱-۳ جدول اعداد فازی مورد استفاده در مقایسات زوجی..... ۷۲
- جدول ۱-۴ جدول مساحت بخش‌های کاری..... ۸۰
- جدول ۲-۴ جدول از- به جریان بین بخش‌های کاری..... ۸۱
- شکل ۱-۴ طرح چیدمان شماره ۱..... ۸۲
- شکل ۲-۴ طرح چیدمان شماره ۲..... ۸۳
- شکل ۳-۴ طرح چیدمان شماره ۳..... ۸۳
- شکل ۴-۴ طرح چیدمان شماره ۴..... ۸۴
- شکل ۵-۴ طرح چیدمان شماره ۵..... ۸۴
- شکل ۶-۴ طرح چیدمان شماره ۶..... ۸۵
- شکل ۷-۴ طرح چیدمان شماره ۷..... ۸۵
- شکل ۸-۴ طرح چیدمان شماره ۸..... ۸۶
- شکل ۹-۴ طرح چیدمان شماره ۹..... ۸۶
- شکل ۱۰-۴ طرح چیدمان شماره ۱۰..... ۸۷
- شکل ۱۱-۴ طرح چیدمان شماره ۱۱..... ۸۷



شکل ۴-۱۲ طرح چیدمان شماره ۱۲.....	۸۸
جدول ۴-۳ جدول مقایسات زوجی تکمیل شده توسط یکی از صاحب نظران برای معیار انعطاف پذیری.....	۹۴
جدول ۴-۴ جدول معادل مقدار وسط اعداد فازی.....	۹۴
جدول ۴-۵ جدول مقدار RI با توجه به مقادیر N.....	۹۵
جدول ۴-۶ جدول مربوط به محاسبات مقدار شاخص سازگاری.....	۹۵
جدول ۴-۷ میانگین هندسی فازی نظرات تیم تصمیم در مقایسه زوجی طرح‌های چیدمان با توجه به.....	۹۸
جدول ۴-۱۹ میزان عملکرد نهایی هر کدام از طرح‌های چیدمان با توجه به هر معیار.....	۱۰۳
جدول ۵-۱ معیارهای مؤثر در طراحی چیدمان.....	۱۱۱

## فصل اوّل: مقدّمه

## ۱-۱ مسأله اصلی تحقیق

جانمایی تسهیلات به نحوه‌ی چیدمان دپارتمان‌ها در واحد تولیدی می‌پردازد (نوبدی و مسی بیدگلی، ۱۳۸۹). یک جانمایی خوب باعث افزایش کارایی عملیات، امنیت، استفاده موثر از منابع انسانی، تجهیزات، فضا و انرژی شده کاهش حمل و نقل مواد و دوری از انسداد حرکات را در پی خواهد داشت (خاضکی، شاهنده و حجازی، ۱۳۸۷). بر این اساس یکی از دغدغه‌های اساسی مدیران در شرکت‌ها دست یافتن به یک طرح چیدمان مناسب می‌باشد. لذا با توجه به طبیعت چند معیاره بودن مسأله جانمایی تسهیلات و وجود همزمان معیارهای کمی و کیفی در این مسائل، هدف نهایی از تحقیق حاضر ارائه مدل ترکیبی مناسب جهت ارزیابی و انتخاب طرح چیدمان مطلوب می‌باشد.

## ۲-۱ تشریح و بیان موضوع

برنامه‌ریزی تسهیلات که از مباحث عمده در مهندسی صنایع است دو بخش عمده جایابی و طراحی را شامل می‌شود که مهمترین بخش طراحی، استقرار یا جانمایی و بخش‌های دیگر آن حمل و نقل و طراحی ساختمان و تأسیسات است. در طرح استقرار نحوه قرار گرفتن اجزای یک وسیله برای رسیدن به بهترین بهره‌روی تعیین می‌شود. تصمیمات مربوط به استقرار، نه تنها در مسائل صنعتی بلکه در مسائل گوناگونی در بخش‌های دولتی و خصوصی اعم از صنعتی و غیر صنعتی ظاهر می‌شود (کریاسیان و تگریان، ۱۳۸۸).

طرح‌ریزی واحدهای صنعتی عبارت است از برنامه‌ریزی، طراحی، بهبود و پیاده‌سازی سیستم‌های متشکل از طرح استقرار و حمل و نقل که سبب حداکثر کارایی از تلفیق منابع می‌شود (غضنفری و جعفریان، ۱۳۸۸، ص ۱). مسأله چیدمان تسهیلات، مسأله‌ای است که به مکان‌یابی و چیدمان دپارتمان‌ها یا ماشین‌آلات در یک منطقه کاری مثل سوله یک کارخانه تولیدی یا دفاتر کاری در یک واحد اداری و یا شعب یک واحد تولیدی و یا خدماتی در یک منطقه مشخص می‌پردازد (نوبدی و مسی بیدگلی، ۱۳۸۹). به بیان دیگر منظور از یک مسأله طراحی چیدمان تسهیلات، استقرار منسجم و هماهنگ ماشین‌آلات، تجهیزات، بخش‌ها و ایستگاه‌های کاری در یک واحد تولیدی به نحوی است که با توجه به مجموعه اهداف، محدودیت‌ها و سایر شرایط بتوان بیشترین بهره‌برداری را از ترکیب منابع، مانند نیروی انسانی، مواد، تجهیزات و ماشین‌آلات به منظور تولید محصول با حداکثر بهره‌وری و سودآوری بدست آورد. از این رو

مسئله طراحی چیدمان تسهیلات معمولاً یک مسأله چند هدفه است که در آن علاوه بر معیارهای کمی، ممکن است معیارهای کیفی نیز تأثیر گذار باشند (غضنفری و جعفریان، ۱۳۸۸، ص ۱ و وینچه و قاسمی، ۱۳۸۸). باید توجه داشت که هر جا سخن از تسهیلات می‌شود، آن می‌تواند یک ماشین، مجموعه‌ای از ماشین‌آلات، تجهیزات، دپارتمان، واحد صنعتی و یا واحد خدماتی باشد (انتظار هروی، ۱۳۸۳، ص ۳).

بنابراین، مسأله طراحی چیدمان را می‌توان به عنوان یک موضوع استراتژیک در نظر گرفت که تأثیر بسزایی در عملکرد سیستم تولیدی خواهد داشت (یانگ و هانگ، ۲۰۰۷) و بدین ترتیب اهمیت مسأله استقرار تسهیلات و ضرورت پرداختن به آن بر همگان روشن می‌شود. به منظور کارآمد کردن سیستم‌های تولیدی و خدماتی، آن‌ها نباید فقط مجبور باشند که مسائل سیاست‌های عملیاتی و برنامه‌ریزی بهینه را در نظر بگیرند بلکه همچنین بایدست خوب طراحی شوند. بهترین کار انتخاب یک طراحی مناسب در مرحله طراحی کارخانه است تا حداکثر بهره‌وری و سودآوری برآورده شود (وینچه و قاسمی، ۱۳۸۸).

در تحقیقات انجام گرفته تا کنون، روش‌ها و الگوریتم‌های مختلفی جهت حل مسأله طراحی چیدمان ارائه شده است. این الگوریتم‌ها به طور کلی به سه بخش تقسیم می‌شوند: الگوریتم‌های دستی، الگوریتم‌های ریاضی و الگوریتم‌های رایانه‌ای. این الگوریتم‌ها اغلب با در نظر گرفتن یک هدف، به عنوان مثال حداقل کردن هزینه‌های جابجایی، به تهیه طرح چیدمان می‌پردازند. در روش‌های فرا ابتکاری مانند الگوریتم ژنتیک، الگوریتم مورچگان و غیره که عموماً دو هدفه می‌باشند تنها با در نظر گرفتن معیارهای کمی و بدون توجه به معیارهای کیفی به ایجاد طرح چیدمان پرداخته می‌شود. بسیاری از تحقیقات نیز از نظر بکارگیری جامعیت معیارهای مؤثر در طراحی چیدمان محدود می‌باشند که تمامی این موارد در نهایت موجب کاهش کیفیت طرح چیدمان خواهند شد. همچنین در تحقیقاتی که به منظور ارزیابی طرح‌های چیدمان، معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان در نظر گرفته شدند، برای تعیین وزن معیارها و عملکرد پیشنهادی طراحی با توجه به معیارهای کیفی، از روش‌های قطعی استفاده شده در صورتیکه قضاوت در این موارد حالت عدم قطعیت و ابهام دارد. شرکت‌های صنعتی نیز عمدتاً به علت عدم آگاهی کافی در مورد اهمیت موضوع، به طور اختصاصی به بحث طراحی چیدمان نمی‌پردازند و شرکت‌هایی که به پیاده‌سازی این کار اقدام می‌نمایند اغلب از روش‌ها و ابزارهای ساده‌ای استفاده می‌کنند که صرفاً یک طرح چیدمان رضایتبخش اما نه مطلوب را، ارائه می‌دهند. لذا با توجه به موارد ذکر شده بالا و اهمیت داشتن و استراتژیک بودن موضوع طراحی چیدمان و تأثیر بسزای آن در عملکرد صنایع، در این تحقیق قصد داریم پس از ایجاد طرح‌های چیدمان پیشنهادی با استفاده از روش‌ها و الگوریتم‌های طراحی موجود، به شناسایی جامع معیارهای کمی و کیفی مؤثر در طراحی چیدمان پرداخته و با استفاده از نظرات خبرگان در تیم تصمیم و بکارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره AHP فازی به تعیین میزان عملکرد پیشنهادی طراحی با توجه به معیارهای مورد نظر پردازیم.

با توجه به اینکه در اکثر روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره جهت تعیین وزن معیارها از قضاوت‌های ذهنی خبرگان استفاده می‌شود و در صورت عدم آگاهی و تجربه کافی خبرگان از موضوع مورد نظر، این قضاوت‌ها در نهایت به انتخاب طرح چیدمان نامناسب منجر خواهند شد، قصد داریم از تکنیک آنتروپی شانون جهت تعیین وزن معیارها استفاده کنیم که بدون در نظر گرفتن قضاوت‌های خبرگان، از ماتریس تصمیم بدست آمده برای تعیین وزن معیارها استفاده می‌کند. و در نهایت از تاپسیس جهت رتبه‌بندی طرح‌های چیدمان و انتخاب طرح چیدمان مناسب استفاده خواهیم کرد.

هدف نهایی از تحقیق حاضر ارائه مدلی مناسب برای انتخاب طرح چیدمان مطلوب جهت رفع ضعف‌های ذکر شده در روش‌های قبلی می‌باشد.

### ۳-۱ ضرورت انجام تحقیق

هر طراحی استقراری باید هدف یا اهداف خاصی را تأمین کند (نوری و رادفورد، ۱۳۸۸، ص ۴۳۸). از جمله مزایای یک طرح چیدمان مناسب می‌توان به افزایش کارایی عملیات، استفاده مؤثر از منابع انسانی، تجهیزات، فضا، انرژی، کاهش حمل و نقل مواد و اجتناب از انسداد حرکات اشاره نمود (خاضکی و دیگران، ۱۳۸۷). همچنین طراحی چیدمان تسهیلات می‌تواند به طور مستقیم در ارضاء مشتریان نیز مؤثر باشد (نوری و رادفورد، ۱۳۸۸، ص ۴۳۸). برنامه‌ریزی چیدمان تسهیلات ممکن است بین ۱۰ تا ۳۰ درصد از طریق تأثیرگذاری بر سیستم‌های جابجایی مواد، تعداد نیروی انسانی و غیره روی هزینه عملیاتی مؤثر باشد. یک طراحی چیدمان تسهیلات نامناسب نه تنها باعث بازآرایی چیدمان موجود و سیستم‌های جابجایی مواد خواهد شد بلکه هزینه‌های سنگین‌تر پیامد آن مانند تغییر محل انبار، تغییر طراحی کارخانه و توقف خط تولید و هزینه‌های پیامد آن نظیر بیکار ماندن نیروی انسانی را نیز متحمل می‌شود (وینچه و قاسمی، ۱۳۸۸) که این موارد نشان دهنده اهمیت و ضرورت بحث طراحی چیدمان می‌باشند.

طراحی استقرار معمولاً به منظور کمینه کردن یک معیار، مانند زمان جابجایی کل، هزینه‌ها یا تأخیرها و یا بیشینه کردن معیاری دیگر مانند کیفیت یا انعطاف‌پذیری، برنامه‌ریزی می‌شود (نوری و رادفورد، ۱۳۸۸، ص ۴۳۸). در رویکرد طراحی چیدمان، مجموعه‌ای از معیارهای کمی و کیفی تأثیر گذارند. با این وجود الگوریتم‌ها و روش‌های موجود قابلیت بکارگیری تنها یک نوع از این معیارها را دارا می‌باشند و الگوریتم‌های طراحی شده در نرم‌افزارها تنها با در نظر گرفتن یک هدف مانند کمینه‌سازی کل هزینه جابجایی یا بیشینه‌سازی نرخ نزدیکی کل اقدام به تولید طرح می‌کنند که این ضعف‌ها در تأثیر همزمان معیارهای کمی و کیفی باعث کاهش کیفیت طرح استقرار می‌شود.

بنابراین، با توجه به ماهیت چند معیاره بودن مسأله طراحی چیدمان و همچنین حالت عدم قطعیت برخی معیارهای طراحی، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی می‌تواند در رفع این نواقص مؤثر واقع شود و در نهایت با انتخاب طرح چیدمان مناسب با توجه به جامعیت معیارهای در نظر گرفته موجب افزایش کارایی و اثر بخشی

سیستم شود. با توجه به اینکه مورد مطالعه در این تحقیق به دنبال ارزیابی طرح چیدمان موجود و همچنین دستیابی به طرح چیدمان مطلوب برای بخش‌های تولیدی خود می‌باشد، در این تحقیق قصد داریم با بکارگیری تکنیک‌های ذکر شده، به ارزیابی و در نهایت انتخاب چیدمان مطلوب پردازیم.

## ۴-۱ سؤالات اصلی تحقیق

سؤالاتی که تحقیق حاضر به دنبال پاسخگویی به آن‌ها است به صورت زیر می‌باشند:

۱. چه معیارهایی در انتخاب طرح چیدمان مؤثر می‌باشند؟
۲. مدل مناسب جهت انتخاب طرح چیدمان مطلوب با توجه به معیار شناسایی شده در بند یک، چگونه مدلی است؟
۳. هزینه‌های جابجایی تا چه میزان در اثر بهبود طرح چیدمان کاهش خواهد یافت؟

## ۵-۱ اهداف اساسی تحقیق

مطالعه حاضر به دنبال دست یافتن به هدف‌های زیر می‌باشد:

۱. شناسایی معیارهای مؤثر در انتخاب طرح چیدمان تسهیلات.
۲. دستیابی به مدلی مناسب جهت انتخاب طرح چیدمان مطلوب.
۳. بهبود هزینه‌های جابجایی مواد در نتیجه بهبود طرح چیدمان.

## ۶-۱ نتایج مورد انتظار تحقیق

از جمله نتایج مورد انتظار در این تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. ارزیابی طرح چیدمان فعلی و دستیابی به یک طرح چیدمان مطلوب برای شرکت مورد مطالعه.
۲. دستیابی به فهرستی جامع از معیارهای مؤثر در ارزیابی طرح‌های چیدمان.
۳. ارائه مدلی مناسب جهت ارزیابی و انتخاب طرح چیدمان مطلوب.
۴. کاهش هزینه‌های جابجایی در اثر بهبود طرح چیدمان.

## ۷-۱ قلمرو تحقیق

از لحاظ قلمرو زمانی این تحقیق در سال ۱۳۹۱ انجام شد.

از لحاظ مکانی، مطالعه حاضر در شرکت هامون‌پی که تولید کننده مصالح ساختمانی می‌باشد، انجام پذیرفت.

## ۸-۱ تعریف واژه‌ها و اصطلاحات تخصصی تحقیق

### طراحی چیدمان تسهیلات:

مسئله چیدمان تسهیلات یا طراحی مجدد از جمله رایج‌ترین و پیچیده‌ترین مسائل در بسیاری از صنایع می‌باشد و به عنوان یک اصل کلیدی برای بهبود بهره‌وری کارخانه در نظر گرفته می‌شود. چیدمان تسهیلات عبارت است از قرار دادن  $n$  تسهیل در  $n$  مکان ثابت به منظور حداکثر کردن یا حداقل نمودن یک تابع هدف خاص با این محدودیت که تنها یک تسهیل می‌تواند به هر مکان اختصاص یابد. در واقع چیدمان تسهیلات با پیدا کردن اثربخش‌ترین ترتیب فیزیکی از تسهیلات، منابع انسانی و هر منبع مورد نیاز دیگر؛ به منظور تسهیل نمودن تولید محصولات و خدمات سروکار دارد. چیدمان تسهیلات ترتیبی از ماشین‌آلات، ایستگاه‌های کاری، مواد، بخش‌ها، انبارها و نواحی مشترک برای تولید محصول در کارآمدترین روش ممکن می‌باشد.

### تسهیلات:

در طراحی چیدمان تسهیلات، منظور از تسهیل نهادی می‌باشد که اجرای کار را آسان می‌کند که ممکن است یک ابزار ماشینی، ایستگاه کاری، یک سلول تولید، یک کارگاه ماشین، یک بخش، انبار و غیره باشد.

### تصمیم‌گیری چند معیاره فازی:

اغلب مسائل تصمیم‌گیری در دنیای واقعی دارای معیارهای سنجش متفاوت، متضاد و چندگانه هستند. چنانچه در تصمیم‌گیری، عوامل کیفی متعادل و متضاد مورد ارزیابی قرار گیرند و راهکار مناسب از بین چند گزینه انتخاب شود، این نوع تصمیم‌گیری را تصمیم‌گیری چند معیاره می‌نامند. هرگاه وزن‌های عوامل و ارزش‌های مورد ارزیابی به وسیله اعداد فازی یا متغیرهای زبانی ارائه شود، آن را تصمیم‌گیری چند معیاره فازی گویند.

### فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی:

این روش زمانی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رو به رو است، استفاده می‌شود و اساس آن بر مقایسات زوجی نهفته است. از آنجا که در مسائل کیفی، نظرات غالباً شفاهی و تا حدودی مبهم است، تعیین وزن هر یک از عوامل به صورت دقیق، نامناسب است. به منظور مدل کردن این بخش در رتبه‌دهی از طرف افراد، می‌توان از مجموعه اعداد فازی در مقایسه دودویی بهره جست.

## فرآیند تحلیل سلسله مراتبی گروهی:

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی گروهی همان فرآیند تحلیل سلسله مراتبی معمولی است، با این تفاوت که به جای نظر یک فرد، نظرات تعدادی افراد مطرح است و برای تأثیر دادن نظرات آن‌ها از میانگین هندسی استفاده می‌شود.

## روش چانگ:

در سال ۱۹۶۶ روشی تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای توسط یک محقق چینی به نام یونگ چانگ ارائه گردید. اعداد مورد استفاده در این روش، مثلثی فازی هستند. مراحل این روش شامل انجام مقایسات زوجی و انجام محاسبات در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی می‌باشد.

## تاپسیس:

روش تاپسیس یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که  $m$  گزینه را با توجه به  $n$  معیار رتبه‌بندی می‌کند. اساس کار در این روش انتخاب گزینه‌ای است که کمترین فاصله را از جواب ایده‌آل مطلوب و بیشترین فاصله را از جواب ایده‌آل نامطلوب دارد.

## آنتروپی شانون:

آنتروپی یک مفهوم عمده در علوم فیزیکی، علوم اجتماعی و تئوری اطلاعات می‌باشد به طوری که نشان دهنده مقدار عدم اطمینان موجود از محتوای مورد نظر اطلاعاتی از یک پیام است. یک ماتریس تصمیم‌گیری از یک مدل MADM حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می‌تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی آن به کار رود. از آنتروپی جهت تعیین درجه اهمیت نسبی شاخص‌ها استفاده می‌شود.



## فصل دوم: مبانی نظری

در این فصل ابتدا مبانی نظری در مورد طراحی چیدمان بیان می‌شود، سپس معیارهای شناسایی شده جهت ارزیابی طرح‌های چیدمان ارائه می‌شوند و در پایان به ارائه سوابق تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می‌پردازیم.

## ۱-۲ ادبیات موضوع

### ۱-۱-۲ تاریخچه

مسئله‌ی طراحی چیدمان موضوع مورد علاقه متخصصان علم مدیریت و ارگونومی از اوایل دهه ۶۰ بوده است (گروبلنی، ۱۹۸۷). با به وجود آمدن انقلاب صنعتی و تخصصی شدن کار کارگران مطالعه و بررسی طرح استقرار واحدهای تولیدی برای صاحبان آن اقتصادی نمود. اولین دست‌آورد این مطالعه مکانیزه کردن وسایل و دستگاه‌هایشان بود. آن‌ها دریافتند که نظم و ترتیب و همچنین کارگاه‌های منظم و تمیز عامل مهمی در افزایش راندمان است. قبل از پایان قرن نوزدهم تخصصی نمودن کار کارگران آنقدر اهمیت یافت که حمل و نقل مواد بین مراحل ساخت مورد توجه خاص واقع گردید. در این زمان بود که صاحبان صنعت متخصصین را برگزیدند، تا مسائل طرح‌ریزی واحدهایشان را مطالعه نمایند. اصول اولیه طرح‌ریزی طلب می‌کرد که ماشین‌های مشابه با هم گروه‌بندی شوند و به طور منظم ردیف گردند به طوریکه از یک طرف مواد و از طرف دیگر محصول را خارج کرد، اما امروزه این اصول کامل نیستند و حتی در بعضی حالات با یک استقرار خوب در تناقضند. آنچه امروزه با عنوان دستور العمل، روش‌ها و اصول طرح‌ریزی واحدهای صنعتی مطرح است مجموعه‌ای است از اصول و روش‌های عملی که در قالب تجارب طراحین واحدهای صنعتی شکل فرآیند طرح‌ریزی واحدهای صنعتی به خود گرفته است (انتظار هروی، ۱۳۸۳، ص ۲).

### ۲-۱-۲ طرح‌ریزی واحدهای صنعتی

طرح‌ریزی واحدهای صنعتی عبارت است از برنامه‌ریزی، طراحی، بهبود و پیاده‌سازی سیستم‌های متشکل از طرح استقرار و حمل و نقل که سبب حداکثر کارایی از تلفیق منابع می‌شود (غضنفری و جعفریان، ۱۳۸۸، ص ۱). در واقع طرح‌ریزی فرآیندی است که سرانجام آن، انتخاب و سپس استقرار مناسب اجزای فیزیکی مورد نیاز کارخانه به طوری که ورودی‌های کارخانه با کارایی مطلوب از اجزای فیزیکی عبور کرده و خروجی‌های مورد نظر را فراهم آورند، است

(سول، ۱۳۸۷، ص ۲۳). یک زمینه مشترکی است از چیدمان ماشین‌آلات و انتخاب یک سیستم حمل و نقل برای کسب حداکثر راندمان طرح‌ریزی با تمرکز بر ترتیب قرار گرفتن تجهیزات، امکانات، مواد و نیروی انسانی.

منظور از طرح استقرار، چیدمان منسجم و هماهنگ تجهیزات، ماشین‌آلات و بخش‌ها در یک واحد تولیدی بصورتی است که بیشترین بهره‌برداری از ترکیب نیروی انسانی، مواد، تجهیزات و ماشین‌آلات حاصل شود و منظور از سیستم حمل و نقل، طراحی سیستمی است که با حداقل هزینه ممکن، جریان مواد را طوری برقرار سازد که مطلوبیت مکانی برای کلیه ماشین‌آلات، تجهیزات و بخش‌ها مطابق نقشه استقرار به بهترین شکل ممکن برقرار گردد (غضنفری و جعفریان، ۱۳۸۸، ص ۱). مسأله چیدمان تسهیلات عبارت است از قرار دادن  $n$  تسهیل در  $n$  مکان ثابت به منظور حداکثر کردن یا حداقل نمودن یک تابع هدف خاص با این محدودیت که، تنها یک تسهیل می‌تواند به هر مکان اختصاص یابد. مهندسان تولید تسهیلات را به عنوان ایستگاه‌های کاری تفکیک شده، ماشین‌ها، بخشی از تجهیزات و یا بخش‌های جداگانه تعریف می‌کنند (گروبلنی، ۱۹۸۷).

هدف کلی از هر مطالعه‌ای که به منظور طرح‌ریزی صورت گیرد، تعیین ورودی‌های مورد نظر و طراحی صحیح استقرار اجزای فیزیکی است، به نحوی که ورودی‌ها با کارایی مطلوب از وسایل بگذرند و با انجام فرآیندهای لازم به خروجی‌های مورد نظر تبدیل گردند. یک نکته را هم نباید فراموش کرد که طراحی کارخانه به معنی طراحی ساختمان کارخانه نیست، زیرا ساختمان کارخانه به معنی پوششی که به دور و در بالای کارخانه کشیده می‌شود توسط مهندسين معمار طراحی می‌گردد. طرح نهایی معمولاً به صورت شمای کف کارخانه که نحوه قرار گرفتن ساختمان‌ها را در محوطه کارخانه، چیدن ماشین‌آلات و تجهیزات را در داخل سالن‌های تولید، جزئیات داخلی انواع قسمت‌های خدماتی و کمک تولیدی و همچنین شبکه‌های تاسیساتی را نشان می‌دهد، ارائه می‌گردد. هدف طرح در واقع ایجاد بهترین رابطه متقابل بین جریان مواد، جریان اطلاعات و افراد و همچنین برقرار کردن روش‌های مطلوب برای خلق مجموعه-ای هم‌پیوند و منسجم، در شرایطی کارآمد و اقتصادی و مناسب است. در مجموع، هدف کلی طراحی کارخانه این است که ورودی‌ها (مواد، قطعات، لوازم و غیره) را به طرف، از میان، و به خارج دستگاه‌های مورد نظر در کوتاهترین زمان ممکن، با هزینه‌ای قابل قبول و در شرایط کاری مناسب انتقال دهد. در اصطلاح صنعتی، هر چه زمانی که مواد در کارخانه می‌گذرانند کمتر باشد، فرصت کمتری برای جذب هزینه‌ها خواهند داشت (اپل، ۱۳۸۶، ص ۱۵-۱۴).

باید توجه داشت که یک طرح‌ریزی کامل و درست، حتی برای کارشناسانی که مسئولیت این کار را به دوش دارند، نباید خود هدف کار باشد. بلکه طرح‌ریزی وسیله‌ای برای رسیدن به هدف‌های بهره‌برداری درست از سرمایه، بهبود جریان و اداره تولید، گسترش تولید، افزایش بازدهی تولید، کاهش هزینه، بهبود خدمت به مصرف‌کننده، و بالاخره آسایش و خوشنودی کارکنان است (زعیم، ۱۳۶۲، ص ۱۴).

به منظور کارآمد کردن سیستم‌های تولیدی و خدماتی، سیستم‌ها نباید تنها به برنامه‌ریزی بهینه و سیاست‌های عملیاتی متمرکز شوند، بلکه همچنین باید خوب طراحی شوند. طراحی بهینه چیدمان فیزیکی، مسأله مهمی در مرحله اولیه طراحی سیستم می‌باشد و تأثیر بسیار زیادی روی قابلیت ماندگاری بلند مدت سیستم تولیدی دارد. یک طرح چیدمان ضعیف موجب کاهش بهره‌وری، افزایش کار در جربان، افزایش زمان پیشبرد ساخت، بی‌نظمی جابجایی مواد و غیره می‌شود (پیلای، هوناگوند و کریشانان، ۲۰۱۰).

طرح‌ریزی کارخانه شامل زنجیره خدماتی است که به ترتیب لزوم به اجرا در آوردن آنها، در زیر فهرست می‌شوند:

۱. برنامه‌ریزی جریان‌های تولید لازم برای تبدیل مواد خام به فرآورده.
۲. تعیین نظام تولیدی.
۳. گزینش ماشین‌ها و تجهیزات.
۴. تدوین مشخصات فنی تجهیزات و وسایل.
۵. گردآوری استانداردهای تولیدی مربوطه.
۶. طرح جایگذاری ایستگاه‌های کار.
۷. طرح چگونگی روابط میان ایستگاه‌های کار.
۸. طرح‌ریزی جابجایی مواد و قطعات نیم ساخته.
۹. تهیه نقشه کلی کارخانه از نظر تولیدی.
۱۰. طرح تجهیزات و وسایل جنبی و تجهیزات.
۱۱. تهیه نقشه‌های اجرایی ساختمان.
۱۲. سرپرستی و نظارت در کارهای اجرایی.
۱۳. سرپرستی و نظارت در نصب ماشین‌آلات و تجهیزات.
۱۴. محاسبه هزینه طرح و محاسبه کاهش هزینه‌ها در صورت طرح تغییرات.
۱۵. تدوین استانداردها و راهنماهای تولید.
۱۶. تهیه برنامه عملیات غیر تولیدی مربوط به جریان‌های تولید (زعیم، ۱۳۶۲، ص ۱۵-۱۴).

## ۲-۱-۳ اهمیت طراحی کارخانه

در یک محیط تولیدی و خدماتی پیوسته در حال تغییر، چیدمان تسهیلات بخش قابل توجهی از اهمیت را در کل طراحی چیدمان دارا می‌باشد به طوریکه یک طراحی چیدمان مناسب، امکان پاسخگویی به موقع و سریع را به سیستم تولیدی یا خدماتی جهت تغییر در طراحی محصول یا خدمت می‌دهد (کوچهار، فاستر و هراگ، ۱۹۹۸) از این رو تسهیلات تولیدی باید توانایی ارائه سطوح بالایی از انعطاف‌پذیری و استواری را به منظور مقابله با این تغییرات داشته