

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شاهد
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی صنایع – گرایش صنایع

مدلسازی و حل مسئله مکان‌یابی پوشش تدریجی در حالت پویا

استاد راهنما:

آقای دکتر مهدی بشیری

نام دانشجو

یونس گرمه‌ای

تابستان ۱۳۹۲

صفحه صور تجلسه



اظهار نامه دانشجو

شماره:

تاریخ:

اینجانب یونس گرمه‌ای دانشجوی کارشناسی ارشد رشته صنایع دانشکده فنی مهندسی دانشگاه شاهد، گواهی می‌دهم که پایان نامه/ رساله تدوین شده حاضر با عنوان؛ "مدلسازی و حل مسئله مکان‌یابی پوشش تدریجی در حالت پویا" به راهنمایی استاد جناب آقای دکتر مهدی بشیری، توسط شخص اینجانب انجام و صحت و اصالت مطالب تدوین شده در آن، مورد تأیید است و چنان چه هر زمان، دانشگاه کسب اطلاع کند که گزارش پایان نامه/ رساله حاضر صحت و اصالت لازم را نداشته، دانشگاه حق دارد، مدرک تحصیلی اینجانب را مسترد و ابطال نماید هم چنین اعلام می‌دارد در صورت بهره‌گیری از منابع مختلف شامل؛ گزارش‌های تحقیقاتی، رساله، پایان نامه، کتاب، مقالات تخصصی و غیره، به منع مورد استفاده و پدید آورنده آن به طور دقیق ارجاع داده شده و نیز مطالب مندرج در پایان نامه/ رساله حاضر تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب و یا سایر افراد به هیچ کجا ارایه نشده است. در تدوین متن پایان نامه/ رساله حاضر، چارچوب (فرمت) مصوب تدوین گزارش‌های پژوهشی تحصیلات تکمیلی دانشگاه شاهد به طور کامل مراعات شده و نهایتاً این که، کلیه حقوق مادی ناشی از گزارش پایان نامه/ رساله حاضر، متعلق به دانشگاه شاهد می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو (دست نویس):

امضاء دانشجو:

تاریخ:

چو کرمی از تو سینم

چه باک از خصم دم سردم

تقدیم به همسر مهربانم

چکیده

مکان‌یابی پوشش تدریجی تسهیلات به منظور حداکثر کردن پوشش نقاط تقاضا یکی از مسایل مهم و پرکاربرد در حوزه مسایل مکان‌یابی است. در تحقیق حاضر تسهیلات مورد نظر به صورت سلسله مراتبی با ظرفیت‌های متفاوت در نظر گرفته شده است. از آنجا که در دنیای واقعی تعداد تسهیلات و شعاع‌های پوشش آن‌ها (بعلت مسایلی نظیر ترافیک، آب و هوا و ...) در دوره‌های زمانی مختلف متفاوت است، مدل پیشنهادی بصورت مدل پوشش تدریجی پشتیبان سلسله مراتبی پویا ارائه شده است. با ارائه یک رویکرد جدید در این تحقیق، نقاط تقاضایی که در شعاع پوشش تسهیلات با ارائه دهنده سطوح سرویس بالا نیستند، به کمک تسهیلات واسطه تخصیص تحت پوشش قرار می‌گیرند. در این مدل با داشتن شعاع‌های پوششی مختلف در دوره‌های زمانی متفاوت، تخصیص نقاط تقاضا به تسهیلات و مکان قرار گیری تسهیلات واسطه به صورت پویا تعیین می‌شود. لازم به ذکر است که در مدل پیشنهادی این تحقیق علاوه بر موارد فوق، وزنه‌های نقاط تقاضا با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در اندازه‌های کوچک و شبکه عصبی در اندازه‌های بزرگ محاسبه می‌گردد. کاربرد اصلی مدل در مسایل خدمات اورژانسی است، هدف اصلی مسایل خدمات اورژانسی نجات زندگی انسانهاست و مفاهیمی همچون سلسله مراتب، پشتیبانی نقاط تقاضا، دوره‌های مختلف زمانی، ظرفیت پذیرش و پوشش به صورت واقعی در اورژانس تحقق می‌یابند. بررسی مثال‌های عددی نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی می‌تواند حجم بالاتری از تقاضا را نسبت به مدل‌های موجود، با امکانات یکسان پوشش دهد. در ادامه برای حل مسایل با اندازه‌های بزرگتر از روش فرا ابتکاری شبیه سازی تبرید و الگوریتم زنبور عسل مصنوعی استفاده شده است و پارامترهای استفاده شده در روش‌های فرا ابتکاری با استفاده از تحلیل آزمایش‌ها (روش تاگوچی) تنظیم شده‌اند. نتایج نشان دهنده کارایی مطلوب مدل پیشنهادی در کیفیت جواب است.

کلید واژه: پوشش تدریجی، سلسله مراتب، پوشش پشتیبان، ماهیت پویا، تسهیل واسطه.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

ج	فهرست جدول‌ها	.....
ه	فهرست شکل‌ها	.....
۱	فصل ۱- کلیات تحقیق	.....
۲	مقدمه	.....
۵	۱-۱- بیان سؤالات اصلی تحقیق	.....
۶	۲-۱- اهداف پایان نامه	.....
۶	۳-۱- نوآوری	.....
۷	۴-۱- روش تحقیق	.....
۸	۵-۱- کاربردهای مسئله	.....
۸	۶-۱- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات	.....
۹	۷-۱- ساختار پایان نامه	.....
۱۱	فصل ۲- مرور ادبیات مسائل مرتبط با پوشش	.....
۱۱	مقدمه	.....
۱۱	۱-۲- مسئله پوشش	.....
۱۳	۱-۱-۲- مسئله پوشش کلی	.....
۱۵	۲-۱-۲- مسئله پوشش جزئی	.....
۱۶	۳-۱-۲- تقسیم بندی پوشش کلی و جزئی	.....
۲۰	۲-۲- مسئله مکان یابی پوشش تدریجی	.....
۲۱	۱-۲-۲- مدل پوشش تدریجی	.....
۲۳	۲-۲-۲- انواع مدل‌های پوشش تدریجی	.....
۲۹	۳-۲-۲- مدل میانه ترتیبی پوشش تدریجی	.....
۳۶	۴-۲-۲- پوشش تدریجی با شعاع‌های احتمالی	.....
۳۶	۵-۲-۲- مدل پوشش تدریجی احتمالی به همراه وزنه‌های تصادفی تقاضا	.....
۳۷	۳-۲- مباحث استفاده شده پوشش تدریجی در مدل تحقیق	.....
۳۸	۴-۲- مسئله حداکثر پوشش سلسله مراتبی	.....
۳۹	۵-۲- مسئله مکان یابی خدمات اورژانسی	.....
۴۲	۱-۵-۲- پوشش استاندارد دوبل	.....
۴۳	۲-۵-۲- بیشترین پوشش مورد انتظار	.....

۴۴	پوشش پویا	۶-۲
۴۵	مسئله پوشش استاندارد دوبل پویا	۱-۶-۲
۴۶	مدل بیشترین پوشش مورد انتظار در حالت پویا	۲-۶-۲
۴۸	مقایسه مدل پیشنهادی با مدل‌های موجود از منظر مفهومی	۷-۲
۵۴	روش‌های حل مدل مسئله‌های پوشش	۸-۲
۶۱	جمع بندی فصل دوم	۹-۲
فصل ۳- مدلسازی مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا		
۶۴	مقدمه	
	مدلسازی مسئله پوشش تدریجی پشتیبان سلسله مراتبی با در نظر گرفتن تسهیلات واسطه	۱-۳
۶۶	در حالت پویا	
۶۷	روش پیشنهادی برای وزن دهی نقاط تقاضا در مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا	۱-۱-۳
۷۴	خطی سازی مدل مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا	۲-۳
۷۷	ارائه مثال عددی و بررسی نتایج	۳-۳
۸۴	تحلیل پارامتریک مسئله	۴-۳
۸۵	نتیجه گیری	۵-۳
فصل ۴- بررسی روش حل مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا		
۸۷	مقدمه	
۸۷	مقایسه مدل پیشنهادی با مدل‌های موجود از منظر جواب‌های بدست آمده	۱-۴
۹۲	حل مثال‌های عددی مختلف بر اساس داده‌های فرضی	۲-۴
۹۵	تحلیل کارایی استفاده از شبکه عصبی در بدست آوردن وزن نقاط تقاضا	۳-۴
۹۹	الگوریتم شبیه سازی تبرید	۴-۴
۱۰۶	الگوریتم زنبور عسل مصنوعی	۵-۴
۱۱۳	مقایسات روش‌های حل بین پوشش تدریجی ساده و مدل این تحقیق	۶-۴
۱۲۲	نتیجه گیری	۷-۴
فصل ۵- نتیجه گیری و پیشنهادات آتی		
۱۲۴	مقدمه	
۱۲۴	جمع بندی و نتیجه گیری	۱-۵
۱۲۶	پیشنهادات آتی	۲-۵
فهرست مراجع		
۱۲۷		
۱۳۰	واژه نامه فارسی به انگلیسی	
۱۳۱	واژه نامه انگلیسی به فارسی	

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

جدول ۱-۲: محاسبه سطح پوشش دهی با استفاده از تابع خطی کاهنده در مثال مورد بررسی.....	۲۵
جدول ۲-۲: محاسبه پارامتر α در مثال مورد بررسی.....	۲۷
جدول ۳-۲: محاسبه سطح پوشش دهی با استفاده از تابع پوشش تقسیم بندی شده در مثال مورد بررسی.....	۲۷
جدول ۴-۲: محاسبه سطح پوشش دهی با استفاده از پوشش شعاع ماکسیمم و مینیمم در مثال مورد بررسی.....	۲۹
جدول ۵-۲: محاسبه سطح پوشش ترتیبی با استفاده از تابع خطی کاهنده در مثال مورد بررسی.....	۳۲
جدول ۶-۲: تبدیل مسئله پوشش تدریجی ترتیبی به حالت p-median با استفاده از $\lambda=(1,1,1,1,1)$	۳۲
جدول ۷-۲: مقایسات انجام شده بین مسئله میانه و مسئله میانه ترتیبی در مثال‌های مورد نظر.....	۳۴
جدول ۸-۲: مقایسات انجام شده بین مسئله مرکز و مسئله میانه ترتیبی در مثال‌های مورد نظر.....	۳۵
جدول ۹-۲: مباحث استفاده شده پوشش تدریجی در مدل تحقیق.....	۳۷
جدول ۱۰-۲: مقایسه مدل پیشنهادی با مدل‌های موجود از منظر تابع هدف.....	۴۹
جدول ۱۱-۲: مقایسه مدل پیشنهادی با مدل‌های موجود از منظر پویایی.....	۵۰
جدول ۱۲-۲: مقایسه مدل پیشنهادی با مدل‌های موجود از منظر پوشش.....	۵۱
جدول ۱۳-۲: مقایسه مدل پیشنهادی با مدل‌های موجود از منظر نوع پوشش.....	۵۲
جدول ۱۴-۲: مقایسه مدل پیشنهادی با مدل‌های موجود از منظر سلسله مراتب.....	۵۳
جدول ۱۵-۲: مقایسه مدل پیشنهادی با مدل‌های موجود از منظر تنوع تسهیلات.....	۵۴
جدول ۱۶-۲: روش‌های حل در مسایل مختلف پوشش.....	۵۵
جدول ۱-۳: معیارهای نقاط کاندید در مثال مورد بررسی.....	۷۷
جدول ۲-۳: محاسبه وزن نقاط با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی.....	۷۸
جدول ۳-۳: شعاع‌های پوششی تسهیلات در مثال مورد بررسی.....	۷۹
جدول ۴-۳: هزینه جابجایی آمبولانس در دوره‌های زمانی مختلف در مثال مورد بررسی.....	۸۰
جدول ۵-۳: هزینه جابجایی هلیکوپتر در دوره‌های زمانی مختلف در مثال مورد بررسی.....	۸۱
جدول ۱-۴: مقایسه عددی مدل پیشنهادی و مدل پوشش تدریجی سلسله مراتبی.....	۹۱
جدول ۲-۴: حل مثال‌های شبیه سازی شده مدل تحقیق.....	۹۳
جدول ۳-۴: حل مثال‌های شبیه سازی شده مدل تحقیق بدون جابجایی تسهیلات.....	۹۵
جدول ۴-۴: معیارهای وزن دهی نقاط تقاضا.....	۹۶
جدول ۵-۴: محاسبه وزن نقاط با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی.....	۹۶
جدول ۶-۴: بررسی کارایی شبکه عصبی با استفاده از آزمون رتبه علامت دار.....	۹۸
جدول ۷-۴: سطوح و پارامترهای استفاده شده شبیه سازی تبرید در آزمایش تاگوچی.....	۱۰۱

- جدول ۴-۸: جواب‌های آزمایش تاگوچی در تکرارهای شبیه سازی تبرید ۱۰۱
- جدول ۴-۹: پارامترهای شبیه سازی تبرید استفاده شده در تحقیق ۱۰۶
- جدول ۴-۱۰: سطوح و پارامترهای استفاده شده الگوریتم زنبور عسل مصنوعی در آزمایش تاگوچی ۱۰۹
- جدول ۴-۱۱: جواب آزمایش تاگوچی در تکرارهای الگوریتم زنبور عسل مصنوعی ۱۰۹
- جدول ۴-۱۲: پارامترهای الگوریتم زنبور عسل مصنوعی استفاده شده در تحقیق ۱۱۳
- جدول ۴-۱۳: مقایسه حل دقیق مسئله پوشش تدریجی و حل شبیه سازی تبرید مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا ۱۱۵
- جدول ۴-۱۴: مقایسات حل دو مسئله پوشش تدریجی در حالت ساده و مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا با شبیه سازی تبرید ۱۱۸
- جدول ۴-۱۵: مقایسات حل روش‌های الگوریتم زنبور عسل مصنوعی و شبیه سازی تبرید در مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا ۱۲۰

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

شکل ۱-۲: نمایش حل شدنی مسئله پوشش کلی	۱۴
شکل ۲-۲: نمایش مسئله تور پوشش	۱۸
شکل ۳-۲: شبکه مسافت بین نقاط تقاضا در مثال مورد بررسی	۲۴
شکل ۴-۲: نمایش سلسله مراتب در مدل تحقیق	۳۹
شکل ۵-۲: نمودار روش‌های حل مسایل مکان یابی پوشش	۵۷
شکل ۱-۳: پوشش یک نقطه خارج از شعاع پوششی بیمارستان بوسیله تسهیل واسطه (هلی کوپتر)	۶۶
شکل ۲-۳: الگوریتم روش پیشنهادی برای وزن دهی در مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا	۶۸
شکل ۳-۳: شبکه نقاط تقاضا در مثال مورد بررسی	۸۲
شکل ۴-۳: دیاگرام مکان‌های قرارگیری تسهیلات در دوره زمانی اول در مثال مورد بررسی	۸۲
شکل ۵-۳: دیاگرام مکان‌های قرارگیری تسهیلات در دوره زمانی دوم در مثال مورد بررسی	۸۳
شکل ۶-۳: دیاگرام تخصیص نقطه تقاضای دوم با سطح سرویس سوم توسط هلیکوپتر واقع در مکان دوم به سمت بیمارستان فوق تخصصی در مکان چهارم در دوره زمانی دوم در مثال مورد بررسی	۸۳
شکل ۱-۴: نمودار میانگین پارامترها در سطوح مختلف برای تابع هدف شبیه سازی تبرید	۱۰۳
شکل ۲-۴: نمودار SN ratios پارامترها در سطوح مختلف برای تابع هدف شبیه سازی تبرید	۱۰۴
شکل ۳-۴: نمودار میانگین پارامترها در سطوح مختلف زمان محاسبات شبیه سازی تبرید	۱۰۵
شکل ۴-۴: نمودار SN ratios پارامترها در سطوح مختلف برای زمان محاسبات شبیه سازی تبرید	۱۰۵
شکل ۵-۴: نمودار میانگین پارامترها در سطوح مختلف برای تابع هدف الگوریتم زنبور عسل مصنوعی	۱۱۰
شکل ۶-۴: نمودار SN ratios پارامترها در سطوح مختلف برای تابع هدف الگوریتم زنبور عسل مصنوعی	۱۱۱
شکل ۷-۴: نمودار میانگین پارامترها در سطوح مختلف زمان محاسبات الگوریتم زنبور عسل مصنوعی	۱۱۲
شکل ۸-۴: نمودار SN ratios پارامترها در سطوح مختلف زمان محاسبات الگوریتم زنبور عسل مصنوعی	۱۱۲
شکل ۹-۴: مقایسه کیفیت جوابهای بدست آمده از حل دقیق مسئله پوشش تدریجی و حل شبیه سازی تبرید مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا	۱۱۶
شکل ۱۰-۴: نمودار زمان محاسبات در مسئله پوشش تدریجی	۱۱۹
شکل ۱۱-۴: مقایسه کیفیت جوابهای بدست آمده از الگوریتم زنبور عسل مصنوعی و حل شبیه سازی تبرید مسئله پوشش تدریجی در حالت پویا	۱۲۱
شکل ۱۲-۴: نمودار زمان محاسبات الگوریتم زنبور عسل مصنوعی و حل شبیه سازی تبرید در مسئله پوشش تدریجی پویا	۱۲۱

فصل اول – کلیات تحقیق

فصل ۱ - کلیات تحقیق

مقدمه

مفهوم پوشش به عنوان زیر مجموعه‌ای از مسائل مکان‌یابی کاربرد زیادی در زندگی روزمره ما دارد و مسایل زیادی همچون پوشش یک منطقه یا مناطق با ایستگاه‌های آتش‌نشانی، بیمارستان‌ها، مراکز تعلیم و تربیت، مراکز رفاهی و... مورد توجه بوده است. محققین همواره به دنبال حداکثر پوشش نقاط تقاضا با استفاده از حداقل تسهیلات (حداقل هزینه) هستند. مسئله پوشش خود به دو زیر مجموعه پوشش کلی و پوشش جزئی تقسیم می‌شود. هدف‌های عام‌المنفعه بیشتر در پوشش کلی مورد توجه قرار می‌گیرد و هدف پیدا کردن حداقل تعداد تسهیلات برای پوشش همه نقاط تقاضا است. در پوشش جزئی هدف حداکثر پوشش در بخشی از محدوده نقاط تقاضا است [۱]، در بیشتر مواقع حداکثر تعداد تسهیلی که می‌توانیم احداث کنیم را از قبل با توجه به شرایط و هزینه برآورد کرده‌ایم.

در یکی از دسته بندی‌های پوشش کلی و جزئی، مسئله مکان‌یابی پوشش به انواع پوشش تدریجی، پوشش رقابتی، پوشش پشتیبان و پوشش سلسله مراتبی، تقسیم می‌شود. در دسته بندی دوم پوشش، شعاع پوشش و نقاط تقاضا در حالت‌های احتمالی، پویا و فازی بررسی می‌گردد و در نوع دیگر، پوشش به حالت‌های معین و نامعین بودن شعاع تقسیم می‌گردد [۲].

پوشش سلسله مراتبی در مورد مکان‌یابی و تخصیص نقاط به تسهیلاتی که چند نوع خدمت را عرضه می‌نماید، بحث می‌کند و به طور معمول از چهار منظر الگوی جریان، تنوع خدمت، وابستگی و تابع هدف مورد توجه قرار می‌گیرد [۳]. در نظر گرفتن پوشش تدریجی سلسله مراتبی یکی از مدل‌هایی بود که پوشش کلایسک را بسیار تحت تاثیر قرار داد [۴]. در پوشش تدریجی که اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته و به دنیای واقعی نیز نزدیکتر است، افزایش فاصله از تسهیل در ناحیه پوشش، موجب کم شدن سطح پوشش دهی می‌گردد و تحت عنوان پوشش تدریجی با حداقل دو شعاع پوششی (شعاع کوچکتر و شعاع بزرگتر) در نظر گرفته می‌شود. اگر فاصله مشتری از تسهیل کمتر از شعاع پوششی کوچکتر باشد، مشتری به طور

کامل پوشش داده می‌شود، اگر فاصله مشتری از تسهیل بیشتر از شعاع پوششی بزرگتر باشد، مشتری پوشش داده نمی‌شود و اگر فاصله مشتری تا تسهیل بین دو شعاع پوششی بزرگتر و کوچکتر باشد، هر چه فاصله به شعاع بزرگتر نزدیکتر شود سطح پوشش دهی کمتر می‌گردد. می‌توان اینگونه بیان نمود که در مساله مکان یابی پوشش تدریجی، تابع هدف پوشش وابسته به مسافت مشتری از تسهیل ارائه دهنده سرویس است [۵]. در مدل پوشش تدریجی سلسله مراتبی فرض بر این شده بود که یک تسهیل خاص می‌تواند سطوح مختلف را پوشش دهد و مکان‌یابی و تخصیص حول این تسهیل صورت می‌گیرد.

یکی از بخش‌های مهم دیگر از مجموعه گسترده مسئله مکان‌یابی پوشش، مسئله پوشش خدمات اورژانس است. هدف اصلی مسئله خدمات اورژانس کاهش درد و رنج، نقصان و مرگ انسان‌ها است، بنابراین موضوع بسیار حساس و قابل توجهی است و هرگونه خطا ممکن است منجر به ضررهای غیر قابل جبران شود. در مسایل کلاسیک خدمات اورژانس مکان تسهیلات به صورت ایستا در نظر گرفته می‌شد و مدل ارائه شده در مسئله پوشش، به منظور حل استفاده می‌گردید که در این مدل خطاهای فراوانی وجود داشت. از جمله مسئله ترافیک در طول زمان‌های مختلف مانند ماه، هفته و حتی روز منجر به اشتباه در محاسبات و به خطر افتادن جان انسان‌ها می‌شد، بدون پوشش ماندن بخشی از محدوده پوشش به علت اعزام آمبولانس تخصیص داده شده به یک محدوده خاص، یکی دیگر از این خطاها بود. در نظر گرفتن حالت پویا برای تسهیلات که نتیجه آن سطح پوشش متفاوت است، موجب کمتر شدن این خطاها در سال‌های اخیر شده است.

پوشش در حالت پویا اولین بار در سال ۱۹۸۱ توسط جیمز کریس^۱ و همکاران با هدف بدست آوردن کمترین تعداد تسهیل در مسئله پوشش خدمات اورژانس ارائه گردید، ورودی مسئله نقاط تقاضا در دوره‌های زمانی متفاوت و خروجی مسئله قرار گرفتن تسهیلات در مکان‌های مختلف با توجه به زمان‌های متفاوت است [۶].

^۱ James W. Chrissis

در مبحث پوشش کلی خدمات اورژانس، طی سال‌های اخیر مدل خدمات اورژانس با دو زمان r_1 و r_2 (r_1 شعاع کوچکتر به عبارتی زمان کمتر، r_2 شعاع بزرگتر) مورد بررسی قرار گرفته، در زمان r_1 (به عنوان مثال کمتر از ۲ دقیقه)، α درصد از نقاط تقاضا و در زمان r_2 (به عنوان مثال کمتر از ۱۰ دقیقه) تمامی نقاط تقاضا پوشش داده می‌شوند [۷]. در این مدل حالت بسیار ضعیفی از پوشش تدریجی مشاهده می‌شود و فقط دو شعاع پوششی همراه با یک تابع ساده برای حل مدل مورد توجه قرار گرفته است، با در نظر گرفتن سایر مدل‌های پوشش به خصوص پوشش تدریجی با تابع خطی کاهنده جواب‌های بدست آمده از مدل دقیقتر خواهد بود. برخی از محققین با اضافه کردن محدودیت‌هایی از جمله توجه به مدت زمان اشغالی اپراتور در زمان درخواست تقاضا، اعمال محدودیت ظرفیت مدل را توسعه دادند [۸].

برخی از محققین نیز با تغییرات جزئی در سطح پوشش مانند در نظر گرفتن حداقل دو آمبولانس برای پوشش α درصد از نقاط تقاضا در زمان r_1 و حداقل یک آمبولانس برای پوشش کل در زمان r_2 مدل را کمی تغییر دادند [۹]. در سال ۲۰۱۲ ورنا اسمید^۱ با تغییر روش حل و استفاده از برنامه ریزی پویا توانست بهبود قابل توجهی در حداکثر کردن خدمت حاصل کند [۱۰].

تمامی مقالات مطالعه شده در مدل پوشش خدمات اورژانس از جمله مقاله [۷] و [۹] پوشش را در حالت کلاسیک پوشش، (پوشش یا عدم پوشش) مورد بررسی قرار داده‌اند و می‌توان با استفاده از مدل‌های پوشش تدریجی از جمله تابع خطی کاهنده، در مسایل پویا نتایج دقیقتری بدست آورد. البته ایراد دیگری که به مدل‌های خدمات اورژانسی وارد است در مقاله [۸] مکان بیمارستان‌ها از قبل مشخص است و هیچ پوشش پشتیبانی برای نقاط در نظر گرفته نشده یعنی با اعزام آمبولانس آن منطقه بدون پوشش خواهد ماند، مدلی که به طور همزمان تسهیلات را به صورت پویا و ایستا در نظر بگیرد و در این مدل پوشش پشتیبان نیز وجود داشته باشد، پوشش دهی یک محدوده به مراتب بهتر از زمانی که مدل به طور جداگانه حل شود جواب خواهد داد و علت این امر اینست که شرایط محیطی از جمله ترافیک لحاظ می‌شود. مثال دیگری که در این مورد می‌توان بیان نمود، اسکان‌های موقت و دائم در زمان بحران‌های طبیعی از قبیل

^۱ Verena Schmid

سیل و زلزله است. اگر از قبل مدلی برای این حالت ارائه شود و مکان تسهیلات مشخص شوند، به پیشبرد هدف‌های اصلی مسئله اورژانس که همانا نجات زندگی انسان‌هاست، کمک شایانی خواهد نمود.

نوع تسهیلات بکار رفته در مقاله [۹] و [۱۰] یکسان و شعاع پوشش ثابت است، حال آنکه در دنیای واقعی تسهیلات اورژانس متفاوت هستند. در مقاله [۱۱] که دو نوع تسهیل متفاوت هوایی و زمینی را در نظر گرفته، حالت پوشش به صورت ایستا مطرح شده و شعاع پوشش نیز ثابت است.

تکنیک‌های زیادی برای حل مسایل پوشش وجود دارد که می‌توان به روش‌های دقیق مانند شاخه و کران، روش‌های ابتکاری و روش‌های فرا ابتکاری اشاره کرد [۱۲].

در مسئله پوشش تدریجی پشتیبان با در نظر گرفتن تسهیلات واسطه و متفاوت با سطوح مختلف در حالت پویا با افزایش نقاط تقاضا، دوره‌های زمانی و نوع تسهیلات زمان حل به شدت افزایش می‌یابد و با توجه به این نکته که در دنیای واقعی تعداد نقاط تقاضا زیاد است، استفاده از روش‌های فرا ابتکاری ضرورت بیشتری خواهد داشت.

۱-۱- بیان سؤالات اصلی تحقیق

- تسهیلات در چه مکان‌هایی قرار گیرند تا بیشترین پوشش تدریجی با در نظر گرفتن شرایط محیطی را فراهم سازند؟
- تخصیص نقاط تقاضا به هر یک از نقاط ارایه دهنده سرویس با در نظر گرفتن حالت پویا چگونه خواهد بود؟
- با در نظر گرفتن پویایی تسهیلات تابع هدف و محدودیت‌های مسئله چیست؟
- سلسله مراتب در مدل به چه صورت در نظر گرفته شود؟
- پوشش پشتیبان در مدل چگونه است؟
- آیا می‌توان با امکانات یکسان پوشش بیشتری ایجاد کرد؟

- تعداد تسهیلات در دسترس در دوره‌های مختلف چگونه تغییر می‌نماید؟
- مکان‌های تسهیلات در دوره‌های مختلف به چه طریقی مشخص شوند تا بیشترین پوشش صورت گیرد؟
- با تغییر شعاع تسهیلات در دوره‌های مختلف سطح پوشش دهی به چه صورتی خواهد بود؟
- روش حل مناسب برای مدل مکان یابی پوشش تدریجی در حالت پویا چیست؟
- وزن نقاط تقاضا در مسئله پوشش تدریجی آیا همواره ثابت است؟

۱-۲- اهداف پایان نامه

هدف از این تحقیق ارائه مدل و حل مسئله پوشش تدریجی پشتیبان با در نظر گرفتن تسهیلات واسطه و متفاوت با سلسله مراتب خدمت دهی به همراه محدودیت ظرفیت در حالت پویا است، در این مدل بیمارستان‌ها با سطوح مختلف خدمت دهی با تخصیص‌های پویا (در دوره‌های مختلف تخصیص به نقاط متفاوت است) مکان‌یابی می‌شود، آمبولانس و هلیکوپتر امداد با توجه به برآورد هزینه‌ها و پویا بودن شعاع تسهیلات در مدل جایابی خواهند شد. تسهیلات برای نقاط پوشش پشتیبان خواهند داشت و مناطقی که در شعاع پوشش بیمارستان‌ها نیست به کمک دو تسهیل واسطه (آمبولانس و هلیکوپتر امداد) پوشش داده خواهد شد. تعداد تسهیلات واسطه در دوره‌های مختلف متفاوت است.

۱-۳- نوآوری

با توجه به مرور ادبیات در فصل دوم، نوآوری این تحقیق ارائه مدل‌سازی و حل مسئله پوشش تدریجی پشتیبان با در نظر گرفتن تسهیلات واسطه و متفاوت با سلسله مراتب خدمت دهی به همراه محدودیت ظرفیت در حالت پویا است.

در این تحقیق بیمارستان‌ها با سطوح مختلف خدمت دهی با تخصیص‌های پویا (در دوره‌های مختلف تخصیص به نقاط متفاوت است) مکان‌یابی می‌شود، آمبولانس و هلیکوپتر امداد با توجه به برآورد هزینه جابجایی و پویا بودن شعاع تسهیلات در مدل جایابی خواهند شد.

نقاط تقاضا دارای پوشش پشتیبان خواهند بود یعنی هر تسهیل در مکانی قرار دارد که بتواند حداقل یک نقطه تقاضا را با استفاده از شعاع پوششی کوچکتر، پوشش دهد.

نقاط تقاضایی که در شعاع پوشش تسهیلات با سطوح خدمت بالاتر نیستند توسط تسهیلات با سطوح خدمت پایین‌تر به سطوح خدمت بالاتر انتقال داده می‌شوند و نوآوری دیگر این تحقیق استفاده از روش‌های فرا ابتکاری برای حل مدل از جمله الگوریتم زنبور عسل مصنوعی است.

۴-۱- روش تحقیق

در این مطالعه ضمن تمرکز بر مدل‌های ارائه شده مسئله مکان‌یابی در حالت پویا ابتدا مقالات مرتبط: پوشش تدریجی، پوشش پویا، خدمات اورژانس، پوشش پشتیبان، سلسله مراتب و سایر موارد مرتبط مورد مطالعه قرار گرفته و سپس مدل پیشنهادی این تحقیق در برگیرنده پوشش تدریجی پشتیبان سلسله مراتبی با در نظر گرفتن تسهیلات واسطه در حالت پویا با بهره‌گیری از مدل‌های مقالات مطالعات پیشین ارائه می‌گردد.

تحلیل حساسیت نتایج حاصله برای مثال‌های عددی به منظور اطمینان از صحت مدلسازی انجام پذیرفته و برای حل مسائل در اندازه بزرگ روش‌های فرا ابتکاری شبیه‌سازی تبرید و الگوریتم زنبور عسل

برای مساله حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نهایت به منظور اطمینان از صحت عملکرد الگوریتم‌های ارائه شده برای برخی مثال‌های عددی نتایج با جواب‌های دقیق مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

۱-۵- کاربردهای مسئله

مراکز خدمات اورژانسی به عنوان اصلی‌ترین ارگانی هستند که می‌توانند از نتیجه این تحقیق استفاده کنند. با توجه به مدلسازی و روش‌های حل بکار رفته در تحقیق مراکز امداد رسانی و تسهیلات آن‌ها از جمله هلیکوپتر امداد، آمبولانس با توجه به شعاع پوششی آن‌ها در دوره‌های مختلف زمانی مکان‌یابی می‌شوند و نقاطی که به این تسهیلات اختصاص داده می‌شوند نیز مشخص می‌گردند، همچنین در این تحقیق مراکز درمانی با سلسله مراتب مختلف خدمت دهی مکان‌یابی می‌گردند و نقاط تقاضایی که در شعاع پوشش تسهیلات درمانی نیستند، توسط تسهیلات واسطه (همان هلیکوپتر امداد و آمبولانس) به این مراکز اختصاص داده می‌شوند.

گروه دیگری که می‌توانند از این تحقیق استفاده کنند، امداد خودروها هستند. با استفاده از این تحقیق مکان قرارگیری تسهیلات امداد با توجه به شعاع پوششی آن‌ها طی دوره‌های مختلف زمانی مشخص می‌شود و نقاط تقاضا اگر نیاز به خدمت بالاتری داشته باشند، به نمایندگی‌های مجاز انتقال پیدا کنند.

۱-۶- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای اطمینان از مدلسازی مسئله، پارامترهای مدل مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرند، در ادامه با تغییر پارامتر مدل را به مدل‌های پیشین تبدیل کرده و به مقایسه جواب‌های بدست آمده از مدل پیشنهادی با سایر مدل‌های ارائه شده در مقالات پرداخته می‌شود. ارائه روش‌های حل متناسب با مسئله مکان‌یابی پوشش تدریجی در حالت پویا از جمله روش‌های حل دقیق و متاهیورستیک یکی از ارکان اصلی پایان نامه است و جواب‌های بدست آمده از هر دو روش را با یکدیگر و داده‌های مراجع مرتبط با استفاده از تعییرات پارامتر مقایسه نموده تا از صحت جواب‌های بدست آمده از حل اطمینان حاصل شود. پارامترهای روش‌های فرا ابتکاری نیز با استفاده از طراحی آزمایشات (روش تاگوچی) تنظیم خواهند شد.

۱-۷- ساختار پایان نامه

در فصل بعدی مرور ادبیات در حوزه مورد مباحث تحقیق به لحاظ کاربرد و مقالات مندرج از جمله مسئله مکان‌یابی پوشش تدریجی، پویا، سلسله مراتبی، پشتیبان و ... عنوان گردیده است. در فصل سوم مدل پیشنهادی پوشش تدریجی پشتیبان با در نظر گرفتن تسهیلات متفاوت با سلسله مراتب خدمت دهی در حالت پویا، خطی سازی مدل به همراه یک مثال برای تفهیم بیشتر و تحلیل حساسیت ارائه گردیده است. در فصل چهارم مقایسه این مدل با مدل‌های پیشین و مقایسات روش‌های حل پیشنهادی (شبه سازی تبرید و الگوریتم زنبور عسل مصنوعی) مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند و در فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات آتی مطرح می‌گردد.