

دانشگاه شاهرود

دانشکده فنی و مهندسی

ارائه و حل مدل جدید مسأله مسیر یابی وسیله نقلیه ناهمگن با
چند انبار

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

نام دانشجو

آرش جعفری نسب

۸۹۷۵۲۴۰۰۵

استاد راهنما:

دکتر راشد صحرائیان

بهار ۱۳۹۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



اظهار نامه دانشجو

شماره:

تاریخ:

اینجانب آرش جعفری نسب دانشجوی کارشناسی ارشد رشته صنایع گرایش صنایع دانشکده فنی دانشگاه شاهد، گواهی می‌دهم که پایان نامه تدوین شده حاضر با عنوان؛ "ارائه و حل مدل جدید مسأله مسیریابی وسیله نقلیه ناهمگن با چند انبار" به راهنمایی استاد محترم جناب آقای دکتر راشد صحرانیان، توسط شخص اینجانب انجام و صحت و اصالت مطالب تدوین شده در آن، مورد تأیید است و چنانچه 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 منبع 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:

امضاء دانشجو:

تاریخ:

فهرست مطالب

۱	چکیده.....
۲	فصل ۱: کلیات تحقیق
۳	۱-۱- انتخاب حوزه تحقیق.....
۳	۱-۲- نحوه بررسی ادبیات موضوع.....
۳	۱-۳- ضرورت تحقیق.....
۵	۱-۴- تبیین اهداف عمده تحقیق.....
۶	۱-۵- نوآوری های تحقیق.....
۶	۱-۶- روش تحقیق.....
۶	۱-۷- روش های جمع آوری داده های تحقیق.....
۷	۱-۸- تحلیل خروجی تحقیق.....
۸	فصل ۲: مروری بر ادبیات موضوع
۹	۲-۱- معرفی مسأله VRP.....
۹	۲-۲- تاریخچه مختصری از VRP.....
۱۱	۲-۳- دسته بندی مسائل VRP.....
۱۲	۲-۳-۱- تابع هدف.....
۱۲	۲-۳-۲- انبار.....
۱۳	۲-۳-۳- مشتری.....
۱۴	۲-۳-۴- وسایل نقلیه.....
۱۵	۲-۳-۵- روابط.....
۱۶	۲-۴- مروری بر مسائل مسیر یابی وسایل نقلیه در حالت برداشت و تحویل.....
۱۷	۲-۴-۱- حمل و نقل بین مشتریان.....
۱۸	۲-۴-۲- حمل و نقل از مشتریان به انبار(ها) و بالعکس.....
۲۴	۲-۴-۳- مسیر یابی وسایل نقلیه با نقاط برداشتی و دریافتی مختلط (VRPMB).....
۲۶	۲-۴-۴- مسیر یابی وسایل نقلیه در حالت برداشت و تحویل همزمان (VRPSPD).....
۳۵	۲-۴-۵- مسیریابی وسایل نقلیه با برداشت و تحویل تفکیک پذیر (VRPDDP).....
۳۶	۲-۵- نوآوری انجام شده.....
۳۸	فصل ۳: مدل پیشنهادی
۳۹	۳-۱- مقدمه.....

- ۳۹-۲-۳- مدل پیشنهادی..... ۳۹
- ۳۹-۱-۲-۳- خصوصیات مسأله مورد بررسی..... ۳۹
- ۴۲-۲-۲-۳- پارامترهای مدل..... ۴۲
- ۴۳-۳-۲-۳- مدل ریاضی..... ۴۳

۴۶ فصل ۴: رویکرد حل

- ۴۷-۱-۴- مقدمه..... ۴۷
- ۴۷-۲-۴- طبقه بندی استراتژیهای حل مسائل مسیریابی..... ۴۷
- ۴۹-۳-۴- رویکرد پیشنهادی..... ۴۹
- ۴۹-۱-۳-۴- فاز اول: خوشه بندی..... ۴۹
- ۵۱-۲-۳-۴- فاز دوم: تخصیص انبار..... ۵۱
- ۵۲-۳-۳-۴- فاز سوم: یافتن مسیر مناسب..... ۵۲

۶۰ فصل ۵: مثال عددی و نتیجه گیری

- ۶۱-۱-۵- مقدمه..... ۶۱
- ۶۱-۲-۵- حل مسأله VRPSPD با استفاده از رویکرد ارائه شده..... ۶۱
- ۶۵-۳-۵- حل مسأله HVRPSPD با استفاده از رویکرد ارائه شده..... ۶۵
- ۷۰-۴-۵- حل مسائل MDVRPSPD با رویکرد ارائه شده..... ۷۰
- ۷۳-۵-۵- حل مسائل MDHVRPSPD با رویکرد ارائه شده..... ۷۳

۷۷ فصل ۶: جمع بندی و پیشنهادها

- ۷۸-۱-۶- نتیجه گیری..... ۷۸
- ۸۰-۲-۶- تحقیقات آتی..... ۸۰
- ۸۱-۱-۲-۶- تحقیقات آتی در مدل..... ۸۱
- ۸۱-۲-۲-۶- تحقیقات آتی در رویکرد پیشنهادی..... ۸۱

۸۲ مراجع

فهرست اشکال

- شکل (۱-۲) تعداد مقالات چاپ شده در زمینه‌ی VRP ۱۱
- شکل (۲-۲) انواع مسائل VRPB ۲۰
- شکل (۱-۴) قیل از عمل تابع تعویض موضعی ۵۶
- شکل (۲-۴) بعد از عمل تابع تعویض موضعی ۵۶
- شکل (۳-۴) قیل از عمل تابع تعویض ۵۷
- شکل (۴-۴) بعد از عمل تابع تعویض ۵۷

فهرست جداول

۳۴	جدول (۱-۲) خلاصه تحقیقات انجام شده در زمینه VRPSPD
۶۲	جدول (۱-۵) نتایج مثالهای CON3
۶۳	جدول (۲-۵) نتایج مثالهای CON8
۶۴	جدول (۳-۵) مسیرهای بدست آمده برای مثالهای CON3
۶۵	جدول (۴-۵) مسیرهای بدست آمده برای مثالهای CON8
۶۶	جدول (۵-۵) نتایج بدست آمده از مثالهای HCON3
۶۸	جدول (۶-۵) نتایج حاصل از مثالهای HCON8
۶۸	جدول (۷-۵) مسیرهای بدست آمده برای مثالهای HCON3
۶۹	جدول (۸-۵) مسیرهای بدست آمده برای مثالهای HCON8
۷۱	جدول (۹-۵) نتایج بدست آمده از مثالهای MDCON3
۷۱	جدول (۱۰-۵) نتایج بدست آمده از مثالهای MDCON8
۷۲	جدول (۱۱-۵) مسیرهای بدست آمده برای مثالهای MDCON3
۷۲	جدول (۱۲-۵) مسیرهای بدست آمده برای مثالهای HCON8
۷۴	جدول (۱۳-۵) نتایج بدست آمده از مثالهای MDHCON3
۷۴	جدول (۱۴-۵) نتایج بدست آمده از مثالهای MDHCON8
۷۵	جدول (۱۵-۵) مسیرهای بدست آمده برای مثالهای MDCON3
۷۵	جدول (۱۶-۵) مسیرهای بدست آمده برای مثالهای HCON8
۷۸	جدول (۱-۶) جدول مقایسات نتایج بدست آمده

چکیده

در این تحقیق رویکرد حل نوینی برای مسأله مسیریابی وسایل نقلیه با برداشت و تحویل همزمان کالا ارائه شده است. در مطالعات مشابه پیشین تعداد انبارها یک و نیز ظرفیت تمامی وسایل نقلیه یکسان در نظر گرفته شده است، در حالی که برای این مسأله با وجود تعداد بیش از یک انبار و وسایل نقلیه ناهمگن روش های حل موجود قابلیت یافتن جواب مناسب را نخواهند داشت. در این پژوهش یک الگوریتم سه مرحله ای برای مسأله مطروحه ارائه می گردد به گونه ای که در مرحله اول مشتریان بنا بر میزان فاصله نسبت به یکدیگر خوشه بندی شده و در مرحله دوم مناسب ترین انبار تأمین کننده برای هر خوشه تعیین می گردد. در مرحله پایانی با استفاده از الگوریتم ژنتیک و دو تابع همسایگی، بهترین مسیر برای هر یک از خوشه ها مشخص می شود. برای تشریح روش پیشنهادی چند مثال عددی به صورت گام به گام مورد تحلیل واقع شده و نیز مسأله جدید با مدل مسیریابی وسایل نقلیه با برداشت و تحویل همزمان کالا مورد ارزیابی قرار می گیرد. بدین ترتیب روش حل صحنه گذاری می شود. سپس نتایج به دست آمده از مثال های عددی، در حالت ناهمگن بودن وسایل نقلیه، داشتن چند انبار و ترکیب هر دو حالت نشان می دهد که رویکرد پیشنهادی توانایی ارائه جواب های مناسب برای مدل جدید ارائه شده را دارد. همچنین مقایسه ای بین جواب های بدست آمده از مدل مسیریابی وسایل نقلیه با برداشت و تحویل همزمان کالا با مدل جدید ارائه شده انجام شده است که نشان می دهد این تغییرات در مدل مسأله باعث بهبود در هزینه سفر خواهد شد.

واژه های کلیدی: مسیریابی وسایل نقلیه، مسیریابی وسایل نقلیه با برداشت و تحویل همزمان کالا، چند انبار، ناهمگن بودن وسایل نقلیه، الگوریتم ژنتیک، توابع همسایگی، تابع تعویض، تابع تعویض موضعی.

فصل ١:

كليات تحقيق

۱-۱- انتخاب حوزه تحقیق

تحقیق انجام شده در زمینه مسیریابی وسایل نقلیه با توجه به علاقه نگارنده و با مشورت و کمک استاد راهنما و استفاده از تجربه تحقیقاتی ایشان انتخاب شده است. حوزه تحقیق با توجه به کاستی های مدل ها و روش های پیشنهاد شده برای موضوع مربوطه و در راستای پیشرفت دانش فنی و نیاز صنعت کشور انتخاب شده است.

۱-۲- نحوه بررسی ادبیات موضوع

با توجه به اینکه کارهای علمی بسیار زیادی در زمینه مسیریابی وسایل نقلیه انجام شده است، بررسی دقیق و ادبیات موضوع و شناسایی خلاءهای موجود و راهکارهای ممکن برای حل مسائل امری بدیهی است، به همین دلیل سعی بر آن شد تا با جستجو در سایت های معتبر علمی مقالات مرتبط با این حوزه را یافته و در پایان نامه استفاده شود. همچنین برای مطالعه مفهومی از کتب مرجع داخلی و خارجی و پایان نامه ای مرتبط استفاده شده است.

۱-۳- ضرورت تحقیق

مسئله مسیریابی وسایل نقلیه^۱ (VRP) نامی کلی است که به دسته‌ی وسیعی از مسائل برای تعیین مسیرهای وسایل نقلیه اطلاق می شود که در آن هر یک وسیله از یک انبار مشخص خارج شده، به مجموعه ای از مشتریان سرویس دهی کرده و در نهایت به انبار باز می گردد. انواع مختلفی از سرویس دهی در مسائل دنیای واقعی مشاهده می شود، اما تحویل فیزیکی کالاها متداول ترین نوع آن است.

¹Vehicle Routing Problem

مسأله مسیر یابی وسایل نقلیه در حالت عادی شامل یک انبار، ناوگانی از وسایل نقلیه که مکان آن ها در محل انبار بوده و مجموعه ای از مشتریان که نیاز به تحویل گرفتن کالا از انبار دارند. هدف مسأله VRP در ساده ترین و معمول ترین حالت، حداقل سازی هزینه‌ی کلی طی مسیر بر اساس حداکثر زمان کاری و حداکثر محدودیت ظرفیت وسایل نقلیه است. با توجه به خصوصیات مسائل دنیای واقعی، در کنار حالت ساده‌ی VRP، انواع بسیار زیاد دیگری را هم می توان در نظر گرفت، برای مثال، تعداد انبارها، نوع وسایل نقلیه و نیازمندی‌های مشتریان هر کدام می تواند منجر به تعریف دسته‌ی جدیدی از مسائل شود. تات و ویگو در کتابی به طور مفصل در مورد جزئیات مسأله VR، انواع، فرمول بندی و روش های حل این مسائل بحث نمودند.

دسته‌ی خاصی از مسائل VRP، مسائلی هستند که تحویل و برداشت را در نظر می-گیرند^۱ (VRPPD). از میان این مسائل، آن دسته که مشتریان در خواست برداشت و تحویل به صورت همزمان دارند^۲ (VRPSPD) از اهمیت بیشتری نسبت به سایر انواع VRPPD برخوردار هستند. این دسته از مسائل نخستین بار توسط مین معرفی شدند، مشتری نه تنها نیاز به تحویل گرفتن کالا از انبار دارد، بلکه همچنین باید تعدادی کالا را به سوی انبار ارسال نماید؛ و البته این دو عمل باید در یک بار بازدید وسیله نقلیه از این مشتریان به عمل آید.

نمونه های بسیاری از این دست مسائل را می توان در دنیای واقع مشاهده نمود. از بارزترین انواع آن می توان به صنعت توزیع نوشابه اشاره کرد که در هنگام فرستادن پالت‌های پر، پالت‌های خالی از مشتریان تحویل گرفته می شود. مثال‌های بسیاری را می توان در سیستم‌های توزیع یافت که در آن، مشتریان نیاز به برداشت و تحویل همزمان کالاها دارند این امر به دلیل صرفه جویی در وقت، برنامه ریزی برای مدیریت تأمین کنندگان، محدودیت انبار و ... از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد).

لجستیک معکوس^۳ زمینه‌ی دیگری است که در آن برنامه ریزی برای مسیرهای وسایل نقلیه، شکل مسأله VRPSPD را به خود می گیرد. در حقیقت لجستیک معکوس عبارت

¹Vehicle Routing Problem Pickup and Delivery

²Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery

³Reverse Logistics

است از تحویل کالا از انبارها به مشتریان و جمع آوری همزمان کالاهای مصرف شده یا زباله‌ها از مشتریان به انبارها یا محل‌های تعیین شده برای بازیافت. این موضوع در کشورهایی که قانون شرکت‌ها را ملزم به جمع آوری کالاهای بازیافتی خود می‌کند، به خصوص در مواردی که مسائل زیست محیطی در میان باشد (مانند نبود سازی کارت‌ریج-های پرینترهای لیزری)، اهمیت بیشتری می‌یابد. مدیریت کالاهای برگشتی نیز از جمله موارد استفاده از مسائل برداشت و تحویل همزمان به شمار می‌آید. علاوه بر این‌ها گستره‌ی وسیعی از سایر مسائل را نیز می‌توان تحت مسائل VRPSPD فرمول بندی و حل نمود. به عنوان مثال گالوانو و گویمارانس مسأله‌ی حمل و نقل افراد توسط هلیکوپتر بین خشکی و سکوه‌های اکتشاف و تولید نفت واقع در ریودوژانیرو را با استفاده از این مسأله فرمول بندی نموده‌اند.

۱-۴- تبیین اهداف عمده تحقیق

هدف اصلی این تحقیق تعمیم مدل مسأله VRPSPD است در حالتی که تعداد انبارها بیش از یک در نظر گرفته شود و وسایل نقلیه به صورت ناهمگن انتخاب شوند. در این مدل تابع هدف می‌نیمم مجموع هزینه وسایل نقلیه و هزینه سفر است. تابع هدف مدل جدید متشکل از مجموع هزینه‌های سفر و هزینه‌های وسایل نقلیه است و مفروضات آن به شرح زیر است:

انبار: تعداد چند انبار با ظرفیت نامحدود وجود دارد.

مشتریان: مشتریان از نوع گره هستند، در این مدل تحویل و دریافت کالا به صورت همزمان انجام می‌شود و تقاضا به صورت قطعی بوده و مدل بدون پنجره زمانی در نظر گرفته شده است.

وسایل نقلیه: وسایل نقلیه به صورت ناهمگن و با تعداد ثابت فرض شده‌اند.

۱-۵- نوآوری های تحقیق

ویژگی عمده و نوآوری های تحقیق شامل موارد زیر است:

- (۱) تبدیل مدل مسیر یابی وسایل نقلیه با تحویل و برداشت همزمان به مدلی با چند انبار و وسایل نقلیه ناهمگن
- (۲) استفاده از یک روش تلفیقی که از سه فاز تشکیل شده و توانایی حل مسأله مسیر یابی وسایل نقلیه با تحویل و برداشت همزمان در حالت های مختلف را دارد.

۱-۶- روش تحقیق

پس از مرور ادبیات موضوع، مدل تغییر یافته مسأله مسیر یابی وسایل نقلیه با تحویل و برداشت همزمان ارائه می شود. سپس روش حلی در سه مرحله ارائه می شود که در مرحله اول خوشه بندی مشتریان انجام می شود، در مرحله دوم انبار متعلق به هر خوشه شناسایی می شود و در مرحله آخر نیز هر یک خوشه ها با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل می شود و بهترین مسیر حرکت برای آن خوشه پیدا می شود. در انتها نیز با انجام چند الگوریتم جستجوی محلی بهترین جواب مسأله پیدا می شود. نتایج بدست آمده از مثال های ارائه شده در زمینه VRPSPD نشان می دهد که الگوریتم ارائه شده جواب های مناسبی ارائه می دهد. در انتها نیز مثال های جدیدی با تغییر در مثال های دثلوف^۱ برای مدل ارائه شده حل می شود.

۱-۷- روش های جمع آوری داده های تحقیق

برای جمع آوری اطلاعات و داده های تحقیق سعی شده است که از اطلاعات موجود در مقالات معتبر استفاده شود و چون اکثر داده های موجود در مقالات بر اساس داده های واقعی هستند، نتایج محاسبات به واقعیت نزدیک هستند.

¹ Dethloff

۱-۸- تحلیل خروجی تحقیق

در این تحقیق پس از ارزیابی رویکرد ارائه شده با حل مدل‌های مسیریابی وسایل نقلیه با برداشت و تحویل همزمان کالا با مقایسه نتایج بدست آمده با بهترین جواب‌های ارائه شده از تحقیقات گذشته و همچنین ارزیابی با مدل مسیریابی وسایل نقلیه ناهمگن با برداشت و تحویل همزمان کالا و مقایسه آن با نتایج پایان نامه نوری زاده نشان داد که رویکرد ارائه شده قادر به حل مسائل و بدست آوردن جواب‌های مناسب است. این رویکرد توانایی حل مدل مسیریابی وسایل نقلیه ناهمگن با برداشت و تحویل همزمان کالا با چند انبار را نیز دارد که مثال‌هایی برای این حالت نیز توسط الگوریتم ارائه شده حل شده است. مقایسه نتایج بدست آمده از مثال‌های حل شده هر یک از مدل‌ها نشان می‌دهد که با تغییر مدل از حالت همگن بودن وسایل نقلیه به حالت ناهمگن در مسائل حدود ۴٪ بهبود در هزینه سفر خواهیم داشت این بهبود بدون در نظر گرفتن هزینه استفاده از انواع وسایل بدست آمده است. همچنین نشان داده شده است که افزایش تعداد انبارها می‌تواند باعث بهبود در هزینه سفر شود البته انتخاب مکان انبار اهمیت بسیاری در این حالت دارد، هزینه سفر در این حالت در صورت انتخاب انبار مناسب بین ۰ تا ۴ درصد کاهش می‌یابد. در صورت ترکیب دو حالت قبلی و تولید مدل جدید مسیریابی وسایل نقلیه با برداشت و تحویل همزمان کالا با چند انبار در صورت انتخاب انبار درست به طور میانگین حدود ۶٪ بهبود در هزینه مسیره‌های مناسب بدست می‌آید.

فصل ۲:

مروری بر ادبیات موضوع

۱-۲- معرفی مسأله VRP

مسأله مسیر یابی وسایل نقلیه یکی از قدیمی ترین و در عین حال معروف ترین و پرکاربردترین مسائل در زمینه‌ی تحقیق در عملیات است که از ابتدای پیدایش آن در دهه‌ی ۵۰ میلادی تا کنون، موضوع بیش از هزار مقاله بوده و توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب نموده است. هر چند توجه به نقش حیاتی حمل و نقل در زنجیره تأمین و لجستیک و همچنین تأثیر هزینه‌ای آن، دلیل چنین تمرکزی بر روی آن را روشن می‌سازد. بر خلاف آنچه در نگاه نخست به نظر می‌رسد، کاربرد VRP تنها در حمل و نقل اجناس بین واحدهای صنعتی و یا تجاری نبوده و در بسیاری از زمینه‌ها قابل مشاهده است. بارتیکا و هال لیستی غیر جامع از کاربردهای مسیر یابی وسایل نقلیه در صنعت ارائه داده‌اند. برخی از این موارد عبارتند از:

تحویل نوشابه به رستوران‌ها، برنامه ریزی و تحویل پول به دستگاه‌های خودپرداز، حمل و تأمین پویای سوخت، خدمات تعمیر دستگاه در محل، تحویل خواربار در محل بر مبنای سفارشات اینترنتی، مدیریت موجودی و برداشت شیر از محل تأمین کنندگان، جمع‌آوری مبالغ خیریه از محل منازل، انتقال زندانیان بین زندان و دادگاه، انتقال نمونه‌های خون از موسسات پزشکی به آزمایشگاه‌ها، جمع‌آوری زباله و ارسال آن‌ها، انتقال عمده از انبارها به خرده‌فروشان و مسیریابی وسیله نقلیه تحویل بسته‌های پستی (کاتای^۱، ۲۰۱۰).

۲-۲- تاریخچه مختصری از VRP

♦ مقاله دنزیگ^۲ و همکارانش (۱۹۵۴) نخستین مقاله در تحقیقات انجام شده در زمینه VRP بوده که یک مسأله TSP نسبتاً در مقیاس بزرگ را بررسی کرده و

¹ Catay

² Dantzing

روشی برای حل آن ارائه می دهد. این مقاله توسط بسیاری دیگر در زمینه TSP دنبال شد. می توان TSP را گونه‌ای خاص از VRP در نظر گرفت.

◆ کلارک^۱ و راییت^۲ (۱۹۶۴) برای اولین بار مسأله را با بیش از یک وسیله نقلیه در نظر گرفتند و بنابراین می توان آن را به عنوان نخستین مقاله در زمینه VRP به شمار آورد.

◆ اولین مقاله ای که اصطلاح "مسیر یابی وسیله" را در عنوانش به کار برد متعلق به گلدن^۳ و همکاران (۱۹۷۲) است.

◆ گلدن و استوارت^۴ (۱۹۷۸) برای نخستین بار مفاهیم احتمالی را به مسائل VRP اضافه کردند.

◆ سلامون^۵ (۱۹۸۳) محدودیت پنجره زمانی را به مسأله کلاسیک VRP اضافه کرده و مجموعه ای از مسائل مبنای معروف که ما امروزه آن‌ها را با نام مسائل سلامون^۶ می شناسیم معرفی کرد.

◆ پاول^۷ (۱۹۸۶) نخستین مسأله VRP پویا را ارائه کرد.

◆ در دهه‌ی ۹۰ به دلیل افزایش قابلیت‌های میکرو کامپیوترها، در دسترس قرار گرفتن آن‌ها، افزایش حافظه و تبادل تصویر توسط کامپیوترها و توسعه‌ی زبان‌های برنامه نویسی، تحقیقات VRP سرعت گرفتند.

به دلیل اهمیت این مقوله، از ابتدای پیدایش بیش از ۱۰۰۰ مقاله در زمینه‌ی VRP و سایر اشکال آن ارائه شده است. شکل زیر تعداد مقالات چاپ شده در زمینه VRP را تا سال ۲۰۰۶ نشان می دهد.

¹ Clarke

² Wright

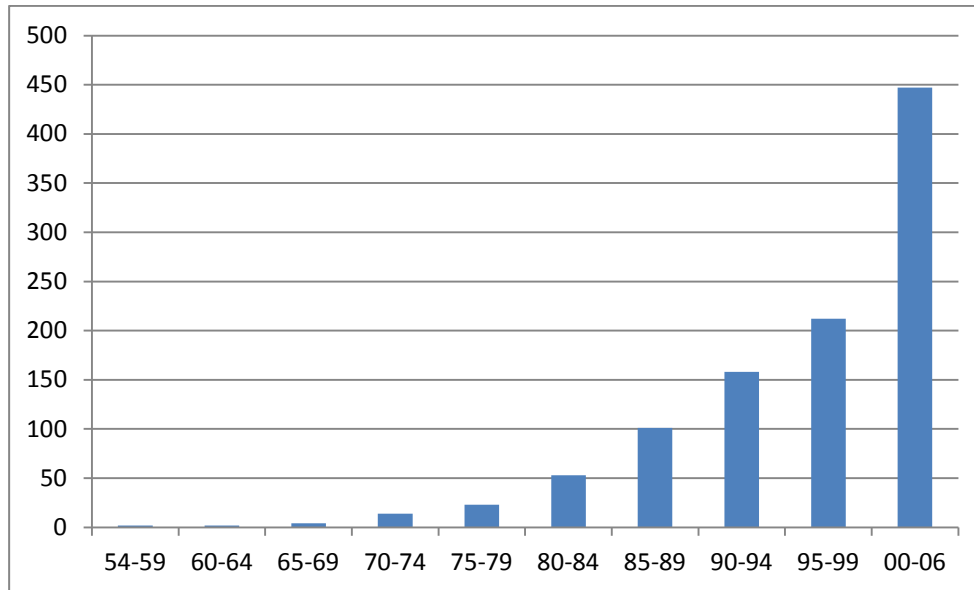
³ Golden

⁴ Stewart

⁵ Solomon

⁶ Salamon Instances

⁷ Powell



شکل (۱-۲) تعداد مقالات چاپ شده در زمینه‌ی VRP

۲-۳- دسته بندی مسائل VRP

برای طبقه‌بندی مسائل مسیریابی وسایل نقلیه ابتدا به تعیین عناصر مهم و تأثیرگذار در این مدل‌ها نیاز است. مدل‌های مسائل مسیریابی از دو بخش اصلی تشکیل می‌شوند: تابع هدف و محدودیت‌ها، به طور کلی تابع هدف منعکس کننده دستاوردهای سیستم مسیریابی بوده که جهت ارزیابی عملکرد روش‌های متفاوت حل مساله مورد استفاده قرار می‌گیرد. در دیگر سو، محدودیت‌ها، ویژگی‌های مساله را تعریف می‌نمایند. از آنجا که انبارها، مشتریان و وسایل نقلیه تنها عناصر اصلی مسائل مسیریابی هستند، از این رو ویژگی‌های مساله توسط آنها تعریف و طبقه‌بندی می‌گردد.

با تغییر یکی از این عناصر یا تغییر ارتباطات متقابل میان عناصر دسته‌بندی‌های مختلفی شکل می‌گیرد. بنابراین عناصر مهم در طبقه بندی مدل‌های مسائل مسیریابی در پنج بخش تابع هدف، انبار، مشتری، وسایل نقلیه و روابط متقابل تعریف می‌شوند. حال با بررسی هر یک از موارد ذکر شده برخی پژوهش‌ها و تحقیقات مربوط به هر یک از بخش‌ها بیان می‌گردد (پیسینگر و روپکه، ۲۰۰۵).

۲-۳-۱- تابع هدف:

تابع هدف از نوع توابع هزینه است. این هزینه هنگام حرکت وسایل نقلیه از انبارها به مشتری ها اتفاق می افتد. هزینه مورد نظر در تابع اغلب از جنس فاصله یا زمان است. بنابراین می توان انواع تابع هدف را در مسأله به شکل زیر دسته بندی نمود.

□ حداقل کردن کل هزینه های حمل و نقل

□ حداقل کردن هزینه های متغیر حمل و نقل

□ حداقل کردن مجموع کل طول مسیر پیموده شده

□ حداقل کردن تعداد وسایل نقلیه مورد استفاده

□ حداقل کردن زمان انتظار مشتری

البته برخی پژوهش ها در جهت ترکیب این اهداف اقدام نموده اند به طوری که هانگ و پارکیک مدل دو هدفی تعریف نمودند (هانگ^۱ و پارک^۲، ۱۹۹۹) این اهداف، حداقل کردن کل زمان طی مسیر وسایل نقلیه و کل زمان انتظار مشتریان است.

۲-۳-۲- انبار

انبارها بر اساس سه عامل مختلف تعداد، نوع و ظرفیت قابل تقسیم بندی هستند.

□ تقسیم بندی بر اساس تعداد

۱. تک انبار^۳

¹ Hang

² Park

³ single depot

۲. چند انبار^۱

در اغلب مدل‌ها تعداد انبارها، یک فرض شده ولی در ادبیات موضوعی جدید توجه به مسائل چند انباری بیشتر (سلیمی ونقی ۱۹۹۹)، (چان ۲۰۰۱) مورد توجه قرار گرفته است.

□ تقسیم بندی بر اساس نوع انبار

۱. انبار حقیقی: در این انبار، وسایل پس از ارائه خدمات به مشتری بایستی به انبار بازگردند.
۲. انبار مجازی: این انبارها، همان ویژگی‌های انبارهای حقیقی را داشته با این تفاوت که در آن‌ها، وسایل پس از طی مسیر نیازی به بازگشت به انبار ندارند. (بارد^۲ و همکاران ۱۹۹۸).

□ تقسیم بندی بر اساس ظرفیت انبار

۱. ظرفیت نامحدود: در برخی موارد ظرفیت انبار محدود و کافی فرض می‌شود.
۲. ظرفیت محدود: در این حالت انبار دارای ظرفیت محدود است.

۲-۳-۳- مشتری

طبقه بندی مسائل مسیریابی وسایل نقلیه بر اساس مشتری به چند طریق انجام می‌گیرد: موقعیت استقرار مشتریان، نوع خدمات، نوع تقاضا و محدودیت‌های زمانی

□ تقسیم بندی بر اساس موقعیت استقرار مشتریان

۱. استقرار مشتریان بر روی گره‌های گراف^۳
۲. استقرار مشتریان بر روی کمان‌های اتصال^۴

□ تقسیم بندی بر اساس نوع خدمات

¹ Multiple depot

² Bard

³ Node Routin

⁴ Arc Routing