دانشگاه علامه طباطبایی
دانشکده مدیریت و حسابداری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مدیریت صنعتی (گرایش تولید)

مسئله تعیین مسیر حرکت خودرو ها در بارانداز دوطرفه

(مورد مطالعه ایران خودرو)

Vehicles Routing Problem in cross dock

(Case study Iran Khodro Co.)

استاد راهنما :دکتر لعیا الفت

استاد مشاور :دکتر مقصود امیری

نگارش: احمد جعفریان

دی ماه ۸۹

چکیده:

بارانداز متقاطع یکی از ابزارهای ناب سازی لجستیک بوده که برای یکی کردن بارها درطول حلقه های جایگزینی از آن استفاده می شود. بارانداز متقاطع، فرایند حرکت محصول از طریق مراکز توزیع، بدون انبارش می باشد. یکی از مواردی که تاثیر زیادی بر هزینه های بارانداز متقاطع دارد، مساله تعیین مسیر حرکت خودروها (VRP) در محیط بیرونی بارانداز متقاطع می باشد، هدف از این نوشتار ارائه مدلی جهت کمینه کردن مجموع مسافت طی توسط خودروها در محیط بیرونی بارانداز متقاطع می‌باشد. در این نوشتار با بررسی فاکتورهای موثر در انتخاب مدل VRP مناسب در بارانداز متقاطع شرکت ایران خودرو، مدل VRP محدودیت ظرفیت (CVRP) انتخاب گردید و جهت حل مدل از روش الگوریتم ژنتیک استفاده گردید. همچنین جهت بررسی اعتبار پاسخ بدست آمده توسط الگوریتم ژنتیک از الگوریتم دیگری به نام الگوریتم شبیه سازی تبریدی(SA) استفاده گردید. همچنین جهت بررسی کارایی دو الگوریتم در مسائل مختلف CVRP در بارانداز متقاطع به بررسی ۱۰ مساله با ابعاد متفاوت پرداخته شد. نتایج حاکی از کارایی بیشتر الگوریتم ژنتیک در مسائلی با حجم کوچکتر و کارایی بیشتر الگوریتم شبیه سازی تبریدی در مسائلی با حجم بزرگتر می‌باشد. همچنین ازآنجا که مثال عددی این نوشتار از نوع مسائل با ابعاد کوچک می باشد، لذا این مثال با الگوریتم ژنتیک حل گردید. لازم به ذکر است که تمامی الگوریتم‌ها (الگوریتم ژنتیک و الگوریتم شبیه سازی تبریدی) با استفاده از نرم افزار MATLAB در کامپیوتر شخصی با 2.33GHz حل گردیده اند.

فهرست مطالب

موضوع	صفحه
فصل اول کلیات تحقیق	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۱-۲- بیان مسئله و اهمیت آن	۵
۱-۳- سوالهای تحقیق	۷
۱-۳-۱- سوال های اصلی	۷
۱-۳-۲- سوال های فرعی	۷
۱-۴- اهداف تحقیق	۷
۱-۴-۱- هدف اصلی	۷
۱-۴-۲- اهداف فرعی	۸
۱-۵- روش شناسی تحقیق	۸
۱-۵-۱- نوع تحقیق	۸
۱-۵-۲- مراحل انجام تحقیق	۹
۱-۶- روش تجزیه و تحلیل داده ها	۱۰
۱-۷- تعریف مفاهیم و واژگان اختصاصی طرح	۱۰
۱-۸- قلمرو تحقیق	۱۱
۱-۸-۱- قلمرو مکانی تحقیق	۱۱
۱-۹- مشکلات و تنگناهای تحقیق	۱۱
فصل دوم ادبیات تحقیق	۱۲
۲-۱- مدیریت زنجیره تامین	۱۳
۲-۲- بارانداز متقاطع	۱۴
۲-۲-۱- مقدمه	۱۴
۲-۲-۲-کاربرد ساختارهای شبکه ای در انبارداری	۱۵
۲-۲-۳- بارانداز متقاطع	۱۸
۲-۲-۴- تفاوت بارانداز متقاطع با ارسال محموله به صورت مستقیم	۲۳
۲-۲-۵- انواع بارانداز متقاطع در زنجیره تامین	۲۴

۲-۲-۶- استراتژی پیاده سازی بارانداز متقاطع	۲۵
۲-۲-۷- طراحی فیزیکی بارانداز متقاطع	۲۸
۲-۲-۸- مطالعات صورت گرفته در زمینه بارانداز متقاطع	۳۰
۲-۳- مسئله مسیر حرکت خودرو ها	۳۴
۲-۳-۱- مقدمه	۳۴
۲-۳-۲-مساله مسیریابی وسایل نقلیه (VRP)	۳۴
۲-۳-۳-مساله فروشنده دوره گرد (TSP)	۳۷
۲-۳-۴- مساله پرکردن ظرف (BPP)	۳۸
۲-۳-۵- انواع مسئله مسیر حرکت خودرو ها	۳۹
۲-۳-۵- ۱- مساله VRP ظرفیت دار (CVRP)	۴۰
۲-۳-۵-۲- مساله VRP با چندین دپو (MDVRP)	۴۰
۲-۳-۵-۳- مساله VRP همراه با شکستن عرضه محصولات به مشتریان (SDVRP)	۴۱
۲-۳-۵-۴- مساله VRP دوره ای (PVRP)	۴۲
۲-۳-۵-۵- مساله VRP احتمالی (SVRP)	۴۳
۲-۳-۵-۶- مساله VRP همراه با کالاهای مرجوعی (VRPB)	۴۵
۲-۳-۵-۷- مساله VRP همراه با سفارش وتحویل (VRPPD)	۴۷
۲-۳-۵-۸- مساله VRP همراه با پنجره زمانی (VRPTW)	۴۸
۲-۳-۶- تاریخچه ای بر موضوع مساله مسیریابی وسایل نقلیه	۵۰
۲-۳-۷- مروری روش های حل مسئله مسیر حرکت خودرو ها	۵۸
۲-۴- الگوریتم های فراابتکاری جهت حل مساله	۶۲
۲-۴-۱- الگوریتم ژنتیک (GA)	۶۷
۲-۴-۲- الگوریتم شبیه سازی تبریدی	۶۷
فصل سوم چارچوب تحقیق	۷۰
۳-۱- بررسی فاکتور های موثر در طراحی بیرونی بارانداز متقاطع	۷۱
۳-۲- مدل سازی مسأله مسیریابی وسیله نقلیه ظرفیت دار	۷۴
۳-۳- ساختمان الگوریتم ژنتیک در مساله	۷۷
۳-۳-۱- نمایش کروموزم	۷۷

۳-۳-۲- تولید جمعیت اولیه	۷۸
۳-۳-۳- تابع برازندگی	۷۸
۳-۳-۴- انتخاب	۷۸
۳-۳-۵- عملگر تقاطعی	۷۹
۳-۳-۶- عملگر جهش	۸۰
۳-۳-۷- احتمال عملگرهای ژنتیک	۸۱
۳-۴- الگوریتم شبیه سازی تبریدی	۸۲
فصل چهارم یافته های تحقیق	۸۵
۴-۱- مقدمه	۸۶
۴-۲- مورد مطالعه (شرکت ایران خودرو)	۸۷
۴-۲-۱- فرضیات مسئله	۸۷
۴-۲-۲- نتایج حل مساله	۹۲
۴-۲-۱-۱- نتایج قسمت دریافت	۹۲
۴-۲-۱-۲- نتایج قسمت ارسال	۹۴
۴-۲-۲- نتایج الگوریتم شبیه سازی تبریدی	۹۵
۴-۲-۳- مقایسه هزینه های سیستم فعلی و بارانداز متقاطع	۹۶
۴-۲-۴- مقایسه حل مدل الگوریتم ژنتیک با مسئله شبیه سازی تیبریدی در مسائل CVRP	۹۷
فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۰۰
۵-۱- نتیجه گیری	۱۰۱
۵-۲- تحقیقات آتی	۱۰۳
مراجع	۱۰۴

فهرست جداول

موضوع	صفحه
جدول (۱-۲): تفاوتهای اساسی مابین انبارهای ادغامی سنتی و انبار بارانداز همزمان	۱۷
جدول (۲-۲) : دستور العمل استفاده از بارانداز همزمان	۲۲
جدول (۳-۲) : لیست استراتژی های مختلف در طراحی بارانداز متقاطع	۲۶
جدول (۴-۲) : ترکیبات مختلف ارائه سرویس به هر مشتری با توجه به تقاضای روزانه و تعداد ملاقات ها	۴۳
جدول (۵-۲): الگوریتم های حل مساله VRP	۶۱
جدول (۶-۲): لغات رایج در الگوریتم ژنتیک	۶۵
جدول (۱-۴): تقاضای هر از مشتریان (مراکز تحویل)	۸۷
جدول (۲-۴): میزان ارسال هر یک از تامین کنندگان	۸۷
جدول (۳-۴): موقعیت مکانی هر یک از مشتریان	۸۷
جدول (۴-۴): موقعیت مکانی هر یک از تامین کنندگان	۸۸
جدول (۵-۴): فواصل شرکت های تامین کننده از یکدیگر	۹۰
جدول (۶-۴): فواصل شرکت های تامین کننده از بارانداز متقاطع	۹۱
جدول (۷-۴): فاصله مراکز دریافت کننده نسبت به یکدیگر	۹۱
جدول (۸-۴): فاصله مراکز دریافت کننده از بارانداز متقاطع	۹۱
جدول (۹-۴): ظرفیت خودرو های محدوده دریافت و ارسال(بر اساس تعداد پالت)	۹۲
جدول (۱۰-۴): هر یک از تامین کنندگان از چه خودویی خدمت می گیرند	۹۲
جدول (۱۱-۴): هر یک از خودرو های منطقه دریافت به چه شرکتی خدمت رسانی می کنند	۹۲
جدول (۱۲-۴): میزان استفاده از ظرفیت خودرو های منطقه دریافت	۹۲
جدول (۱۳-۴): هر یک از مشتریان از چه خودویی خدمت می گیرند	۹۳
جدول (۱۴-۴): هر یک از خودرو های منطقه ارسال به چه شرکتی خدمت رسانی می کنند	۹۳
جدول (۱۵-۴): میزان استفاده از ظرفیت خودرو های منطقه دریافت	۹۳
جدول (۱۶-۴): هر یک از مشتریان از چه خودویی خدمت می گیرند	۹۵
جدول (۱۷-۴): هر یک از خودرو های منطقه ارسال به چه شرکتی خدمت رسانی می کنند	۹۵
جدول (۱۸-۴): میزان استفاده از ظرفیت خودرو های منطقه ارسال	۹۵
جدول (۱۹-۴): میزان ارسال هر یک از تامین کنندگان به مشتریان در حالت بدون بارانداز متقاطع	۹۶

جدول (۲۰-۴): فاصله هر یک از تامین کنندگان با مشتریان	۹۶
جدول (۲۱-۴): نتایج اجرای الگوریتم های ژنتیک و شبیه سازی تبریدی برای ۱۰ مدل تصادفی	۹۷
جدول (۲۲-۴): تعداد محدودیت های هر از مدل های ارائه شده	۹۷
جدول (۲۳-۴): نتایج آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن	۹۸

فهرست اشکال

موضوع	صفحه
شکل(۱-۱): شمایی از یک بارانداز متقاطع	۴
شکل(۲-۱): نمایش فرضی حرکت ماشین آلات درمحیط بیرونی بارانداز متقاطع	۶
شکل(۳-۱): مراحل انجام تحقیق	۹
شکل (۱-۲): ساختار شبکه ای برای انبار ترکیبی	۱۶
شکل (۲-۲): ساختار شبکه ای برای انبار تفکیک	۱۶
شکل (۳-۲): ساختار شبکه ای برای انبار تفکیک	۱۷
شکل (۴-۲): شمایی از تکنیک ترکیب محموله ها در فرایند ارسال و دریافت	۲۰
شکل(۵-۲): هزینه در مقابل مقادیر ارسالی به صورت مستقیم و غیر مستقیم	۲۴
شکل(۶-۲): استراتژی مختلف در طراحی بارانداز متقاطع	۲۶
شکل(۷-۲): تصویر برخی از باراندازهای	۲۷
شکل(۸-۲): نمونه ای بارانداز های T شکل	۲۹
شکل (۹-۲): تصویر نمونه ای از از باراندازهای U شکل	۲۹
شکل(۱۰-۲): تصویر نمونه های از باراندازهای E شکل	۲۹
شکل(۱۱-۲) : شبکه تولیدکننده – خرده فروش	۳۱
شکل(۱۲-۲) : یک نمونه ورودی برای مساله VRP	۳۶
شکل(۱۳-۲) : یک نمونه خروجی برای مساله VRP	۳۶
شکل(۱۴-۲): یک نمونه ورودی وخروجی برایTSP	۳۸
شکل(۱۵-۲): یک نمونه ورودی برای BPP	۳۹
شکل(۱۶-۲): نمونه خروجی برای BPP	۳۹
شکل (۱۷-۲): یک نمونه از مساله VRP همراه با کالاهی مرجوعی (VRPB)	۴۶
شکل (۱۸-۲): یک نمونه حل شده برای مساله VRPTW	۵۰
شکل (۱۹-۲): نمایش اپراتور باز ترکیبی یک نقطه ای	۶۶
شکل (۲۰-۲): نمایش یک جواب برای VRP	۶۶
شکل (۱-۳): تصویر عملگر بازترکیبی مرتبه یک	۸۰
شکل (۲-۳): تصویر عملگر جهش	۸۱
شکل (۳-۳): تصویر عملگر تعویض	۸۱

شکل(۱-۴): موقعیت مکانی مشتریان	۸۸
شکل(۲-۴): موقعیت مکانی یک از مراکز ارسال(شرکت های تامین کننده)	۸۸
شکل (۳-۴): موقعیت مکانی مشتریان، تامین کنندگان و بارانداز متقاطع	۸۹
شکل (۴-۴): موقعیت مکانی تغییر پیدا کرده مشتریان به همراه تامین کنندگان و بارانداز متقاطع	۸۹
شکل (۵-۴): نمودار هزینه در تکرارها در قسمت دریافت	۹۳
شکل (۶-۴): مسیر بهینه حرکت خودرو ها در قسمت دریافت	۹۳
شکل (۷-۴): نمودار هزینه در تکرار ها در قسمت ارسال	۹۴
شکل (۸-۴): مسیر بهینه حرکت خودرو ها در قسمت ارسال	۹۴
شکل (۹-۴): تصویر مسیر حرکت خودرو ها به صورت بهینه در قسمت ارسال و دریافت	۹۴
شکل (۱۰-۴): مسیر بهینه حرکت خودرو ها در قسمت ارسال	۹۵
شکل (۱۱-۴): تصویری از حمل و نقل در حالت بدون بارانداز متقاطع	۹۶
شکل (۱۲-۴): میانگین اجرای ۱۰ مرتبه الگوریتم ژنتیک با الگوریتم شبیه سازی تبریدی در ده مدل تصادفی	۹۸
شکل (۱۳-۴): تفاوت میانگین اجرای ۱۰ مرتبه الگوریتم ژنتیک با الگوریتم شبیه سازی تبریدی در ده مدل تصادفی	۹۸

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

تائیچی اوهنو[1] در سال ۱۹۸۲ در شرکت تویوتا تفکر تولید به هنگام را پایه گذاری نمود(Hirano, 2009)، وی تولید به هنگام را به عنوان یک بخش معین و صحیح در زمان دقیق و با کیفیت خوب برای حرکت به سمت تولید گروهی، تعریف نموده است(Sohel & Schroder, 2003). تلاش تولید به هنگام در جهت حذف ضایعات و کاهش موجودی ها با استفاده از ساده سازی فرایند تولید محصولات می باشد (Mehra & Inman, 1992; Golhar & Stamm, 1991; Lee & Ebrahimpour, 1984; Crawford, 1988). تاکید تولید به هنگام بر مواردی از قبیل کاهش زمان آماده سازی، کاهش حجم دسته تولیدی، استفاده از کانبان، برنامه ریزی دقیق تولید، تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه می باشد (Schonberger, Schonberger, 1982; 1986; Monden, 1983). تعدادی زیادی از محققین بر رابطه پیاده سازی تولید به هنگام بر دیگر پیامدها مطالعاتی انجام داده اند که برخی از آنها عبارتند از فروش و ارتباط با مشتری(Ansari & Moddaress, 1990; Sakakibara, 1993)، کاربردهای تولید ناب (Inman, 1990; HandGeld, 1992; Sakakibara,1993)، تاثیر استراتژی های تولید ناب بر کارایی و بر کارایی تولید کنندگان جزئی و همچنین تحقیقات دیگری بر مزایای پیاده سازی تولیدناب بر کاهش موجودی ها(Callen at el., 2000;Huson & Nanda, 1995)، افزایش کیفیت کالاها (Lawrence & Hottenstein, 1995; Im & Lee, 1989) و از این طریق منجر به افزایش کارایی شده اند(White at el., Nakamura at el., 1997; Flynn at el., 1995; 1999). همچنین تعدادی از تحقیقات شواهدی بر بهبود کارایی کسب و کار از طریق استفاده از تولید ناب پرداخته اند که منجر به کسب مزایایی در منظر مالی(Callen at el., 2000; Schonberger, 1982) و افزایش کارایی بازار (Germain & Toge, 1998; Germain & Toge, 1996) شده است.

هدف تولید ناب حذف اتلاف ها،کاهش موجودی در جریان ساخت، افزایش سرعت مواد در زنجیره تامین، کاهش زمان آماده سازی در فرایند تولید و حمل و نقل می باشد. تولید ناب همچنین یک فرهنگ حیاتی برای کاهش اتلاف ها در سیستم لجستیک است. هزینه حمل و نقل بین ۱۵ تا ۴۰ درصد قیمت تمام شده محصولات را شامل می گردد، لذا با کاهش میزان موجودی ها و حمل و نقل‌های سیستم لجستیک از طریق به کارگیری تولید ناب، نقش بسزایی در کاهش قیمت تمام شده، توان رقابتی شرکت و بهبود فرایندهای کسب و کارخواهیم داشت (Goldsby & Martichenko, 2005).

[1] Taiichi Ohno

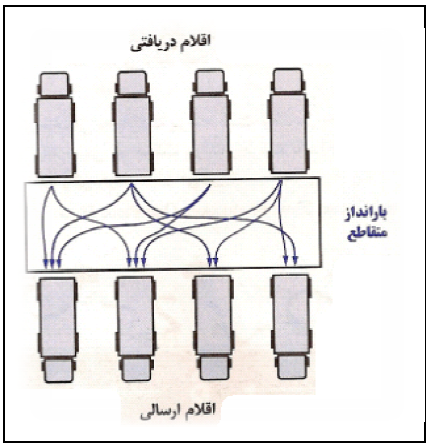
محققین با مرور دیدگاه های تحقیقات توصیفی درمورد فلسفه تولید به هنگام، اقدام به شرح سیستم کانبان، جریان حرکت محصولات در تولید به هنگام و پیشنهاداتی درجهت کاهش زمان حمل و نقل نموده اند (Nunnally at el,1995; White & Ruch,1990). یکی از پیشگامان تولید به هنگام شون برگر[1] است که ساده سازی فرایند را به عنوان راهنمایی جهت پیاده سازی سیستم تولید به هنگام ارائه نموده است (Inman & Lee, 1989). در تحقیقی دیگر در سال ۱۹۹۳، ساکاکیبارا[2] و همکارانش به صورت عملی و تجربی اثبات نمودند که سه عامل مستقل می توانند نقاط بحرانی و عوامل سقوط تولید به هنگام باشند، این عوامل عبارتند از مدیریت برنامه ها و مواد، ساده سازی جریان فیزیکی و مدیریت عرضه(Hall, 1987). با گذشت زمان سیستم تولید به هنگام توسعه یافته و علاوه بر فرایندهای تولیدی، وارد کلیه مفاهیم سازمانی، سیستمی و برنامه ریزی کلان شرکت ها گردید و با نام تولید ناب به محیط کسب و کار معرفی گردید. از طرفی روشتون[3]، لجستیک را شامل فعالیت های تامین مواد، مدیریت مواد و توزیع مواد می داند (Rushton et al, 2006). همان طور که از تعاریف مشهود است، سیستم تولید ناب در حوزه های سیستم لجستیک تاثیرات شایانی دارد، بنابر این با به کارگیری فلسفه تولید ناب در سیستم لجستیک می توان تاثیر چشم گیری در فرایند های تامین مواد، مدیریت مواد و توزیع مواد حاصل کرد و از این طریق باعث افزایش کارایی سازمان در فرایند های لجستیک گردید. اگر چه لجستیک بیشتر درگیر عملیات داخلی در شرکت ها می باشد ولی از طریق اثرگذاری بر مباحث مالی، به اعضای تجاری بالا دست و پایین دست زنجیره تامین ادامه پیدا می کند و از این طریق بر برنامه ریزی های کلان شرکت تاثیر گذار می باشد. لجستیک را مدیریت موجودی ها تعریف کرده اند که در این تعریف، موجودی ها شامل سخت افزار (نیروی انسانی و مواد) و نرم افزار (اطلاعات) می‌باشند(Goldsby & Martichenko, 2005) همچنین به جریان های فیزیکی و اطلاعاتی مواد اولیه که در مراحل مختلف تولید، تهیه مواد اولیه و همچنین توزیع محصول نهایی مربوط می شوند، لجستیک گفته می‌شود و شامل مدیریت مواد(به داخل و از میان فرایند ها) و توزیع (از آخرین نقطه تولید تا مشتری) می‌باشد (Rushton et al, 2006). لجستیک دارای پنج جزء اصلی طراحی شبکه، تبادل اطلاعات، حمل و نقل مواد، موجودی، انبارش، جابجای مواد و بسته بندی است(Bowersox & Closs, 1996; Baudi, 2004). لجستیک یک سیستم جامع نگر بوده که هدف اصلی آن در نظر گرفتن راه حل بهینه برای رسیدن به هدف

[1] Schonberger
[2] Sakakibara
[3] Rushton

نهایی است. یعنی همه ابزارها را در دسترس قرار می دهد و آنگاه با توجه به موقعیت، تصمیم می گیرد که از چه روش و ابزاری استفاده کند(جوان مرد، ۱۳۸۵).

از به کارگیری تولید ناب در سیستم لجستیک، سیستم لجستیک ناب پدید می آید، سیستم لجستیک ناب، سیستمی است کششی با جایگزینی پیاپی محصول در محموله های کوچک، که در میان شرکت ها و تاسیسات حاضر در طول جریان ارزش مستقر می شود.(رادنژاد و موتابیان، ۱۳۸۴).لجستیک ناب نیازمند بعضی از انواع روش های علامت دهی مانند تبادل الکترنیکی داده ها،کانبان و اینترنت (Zylstra, 2006)، بعضی از ابزارهای هموارسازی در هر مرحله از جریان ارزش مانند هی جونکا، بعضی از شکل های ارسال پیاپی محصول در محموله های کوچک از قبیل ارتباطات میلک رانی در بسیاری از موارد می باشد و برای یکی کردن بارها درطول حلقه های جایگزینی از اشکال مختلف بارانداز متقاطع استفاده می کند (رادنژاد و موتابیان، ۱۳۸۴).

بارانداز متقاطع یک استراتژی ارتباطی در انبار داری نوین در سیستم لجستیک می باشد، بارانداز متقاطع به عنوان یک ترکیب کننده محصولات از محموله های خروجی، که این محموله ها به سادگی می توانند در یک مرکز توزیع چیده و دسته بندی شوند، می باشد(Cook et al, 2005). برای محموله های خروجی، یک مرکز توزیع در این حالت به عنوان بارانداز متقاطع تعریف می گردد. این ابزار به صورت اساسی به حذف عملیات نگهداری موجودی ها در انبارهای سنتی دسته بندی مواد و ارسال آنها به مقاصد می پردازد. همان طور که در شکل (۱-۱) نشان دهده شده است، محموله های رسیده از منابع جدا از هم، دوباره از بسته ها خارج شده و گروه بندی می گردند و به وسیله تریلرها بدون انبارش از بارانداز خارج می گردند.



شکل (۱-۱): شمایی از یک بارانداز متقاطع(رادنژاد، و موتابیان، ۱۳۸۴)

محموله ها معمولاً زمانی کمتر از بیست و چهار ساعت را در بارانداز متقاطع می گذرانند. بعضی وقت ها این زمان به کمتر از یک ساعت نیز می رسد، از این طریق بارانداز متقاطع نه تنها کالای مشتریان را تامین می‌کند بلکه مزایای زیادی را نسبت به انبارداری سنتی از قبیل کاهش سرمایه موجودی ها، کاهش فضای انبارش، کاهش هزینه های جابجایی و زمان سیکل کاری ایجاد می کند. بارانداز متقاطع همان طور که باعث افزایش سرعت جابجایی موجودی ها می گردد باعث تسریع جریان های مالی نیز می گردد(Cook et al, 2005; Apte & Viswanathan, 2000).

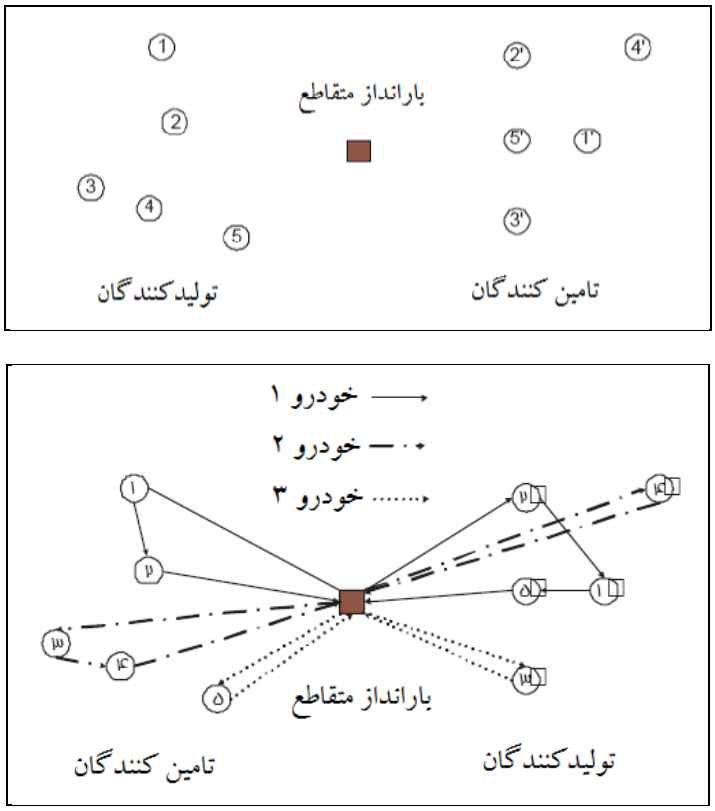
۱-۲- بیان مسئله و اهمیت آن

بر طبق منافع ذکر شده، بارانداز متقاطع به صورت گسترده ای به صورت عملی به وسیله تولیدکنندگان و شرکت های خرده فروش مطابقت پیدا کرده است. یک نمونه موفقیت آمیز بارانداز متقاطع را می توان در شرکت والمارت[1] پیدا کرد، که بزرگترین و بیشترین سود خرده فروشی را در جهان دارا می باشد. سیستم مورد استفاده والمارت به این صورت است که محصولات به صورت پیوسته دریافت شده به بارانداز متقاطع والمارت می روند، در آنجا محصولات انتخاب شده، از بسته بندی خارج شده و به انبار ها می روند، اغلب بدون اینکه حتی در موجودی های انبار قرار گیرند، دسته بندی می گردند، دوباره بسته بندی شده و ارسال می گردند. به وسیله اجتناب از پرداخت زمان زیاد و کاهش هزینه ها باعث کمک به افزایش سهم بازار در شرکت ها و سود آوری آنها می‌گردد(Stalk et al, 1992). شرکت کومپویواس‌آ[2] یکی از اصلی ترین استفاده کننده های بارانداز متقاطع می باشد، این شرکت توانست هفتاد درصد حجم مالی محصولات خود را از طریق بارانداز متقاطع جابجا کند (Gentry, 2005).

یکی از مهم ترین مواردی که در بارانداز متقاطع باید مورد توجه قرار گیرد و تاثیر زیادی بر هزینه های بارانداز متقاطع دارد، تعیین مسیر حرکت خودرو ها در محیط بیرونی بارانداز متقاطع می باشد(Lee et al, 2006)، همان طور که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است، خودروها محوله های ارسالی از تامین کنندگان را جمع آوری کرده و به بارانداز متقاطع می آورند، همچنین محموله هایی که در بارانداز متقاطع دوباره با ترکیب جدید بسته بندی می شوند، به تولید کنندگان ارسال می گردند. در این بین مسئله مهم تعیین

[1] Wall mart
[2] CompUSA

مسیری است که خودرو ها باید طی کنند، خودروها می توانند در یک مسیر راه شیری[1] محموله چند تامین کننده را جمع آوری کنند(تامین کنندهای ۳و ۴) و یا اگر میزان حجم ارسال تامین کننده بالا بوده و یا در فاصله ای دور تر از دیگر تامین کنندگان قرار داشته باشد(تامین کننده ۵ و تولید کننده ۴)، به صورت انفرادی در یک مسیر قرار گیرد (این موضوع در مورد تولید کنندگان نیز صادق است).



شکل(۲-۱): نمایش فرضی حرکت ماشین آلات درمحیط بیرونی بارانداز متقاطع

همان طور که در شکل (۲-۱) (برای مثال) نشان داده شده است، در یک مسیر تامین کننده های ۱ و ۲ قرار دارند و در مسیر دیگر فقط تامین کننده ۵ قرار دارد، در طرف دیگر بارانداز متقاطع نیز تولید کنندگان ۳ و ۴ به صورت انفرادی در یک مسیر قرار دارند و تولید کنندگان ۱ و ۲ و ۵ به صورت راه شیری در یک مسیر دیگر قرار گرفته اند.

از آنجا که از یک سو بارانداز متقاطع نقش بسزایی در کاهش هزینه های حمل و نقل دارد و از سوی دیگر تعداد و تنوع زیاد مواد اولیه و گستردگی سیستم لجستیک در شرکت های خودرو ساز اهمیت بالایی دارد، سیستم بارانداز متقاطع می تواند نقش بسزای در کاهش هزینه های سیستم لجستیک این شرکت ها داشته

[1] Milk run

باشد. شرکت های خودروساز ایرانی نیز از جمله ایران خودرو و سایپا، که به دنبال پیاده سازی تکنیک های نوین حمل و نقل از قبیل راه شیری، کاهش حجم محموله ها، کاهش موجودی انبار و غیره از طریق به کارگیری سیستم کششی در شبکه حمل و نقل خود می باشند، می توانند از مزایای پیاده سازی این ابزار در سیستم لجستیک خود بهره مند شوند.

در این راستا جهت راه اندازی سیستم بارانداز متقاطع در شرکت های مورد نظر، نیاز به شناسایی معیارهایی که در انتخاب مدل تعیین مسیر حرکت ماشین آلات در محیط بیرونی بارانداز متقاطع اهمیت دارند، می باشد، همچنین از آنجا که شرکت صنعتی ایران خودرو بانی بررسی این تحقیق در شرکت خود می باشد، دلیلی بر کمبود این ابزار و اهمیت پیاده سازی و آن در سیستم لجستیک این شرکت می باشد.

۱-۳- سوالهای تحقیق

به منظور دستیابی بهتر به اهداف تحقیق که در قسمت قبلی مشخص شدند، سؤالات زیر را تدوین می کنیم:

۱-۳-۱- سوال اصلی:

- خودروهایی که از تامین کنندگان به بارانداز متقاطع ارسال می گردند و یا از بارانداز متقاطع به تولیدکنندگان ارسال می گردند چه مسیری را باید طی کنند؟

۱-۳-۲- سوال های فرعی:

- چه تامیین کنندگان و چه تولیدکنندگانی می توانند به صورت ارسال انفرادی ویا راه شیری با بارانداز متقاطع مرتبط شوند؟
- مؤلفه هایی که در تعیین مدل مسیر حرکت خودرو ها در محیط بیرونی بارانداز متقاطع در شرکت صنعتی ایران خودرو تاثیر گذار می باشند، کدامند؟

۱-٤- اهداف تحقیق

اهداف این پژوهش را در قالب ۲ دسته اهداف اصلی و فرعی بیان می کنیم:

۱-٤-۱- هدف اصلی

هدف اصلی از انجام این تحقیق، تعیین مسیر حرکت خودروها در محیط بیرونی بارانداز متقاطع در شرکت صنعتی ایران خودرو برای تعدادی از تامین کنندگان می باشد.

۱-٤-۲- اهداف فرعی

اهداف فرعی این تحقیق عبارتند از:

- طراحی مدل کمی مناسب جهت حل مسئله تعیین مسیر حرکت خودرو ها در محیط خارجی بارانداز متقاطع در شرکت صنعتی ایران خودرو.
- بررسی مؤلفه هایی که در حرکت خودروها در شرکت صنعتی ایران خودرو مهم می باشند از قبیل محدودیت خودروهای موجود، وجود یا عدم وجود محدودیت ظرفیت خودروها، باز یا بسته بودن مسیر حرکت خودرو ها، امکان بازگردادن اقلام ضایعاتی و غیره.

۱-۵- روش شناسی تحقیق

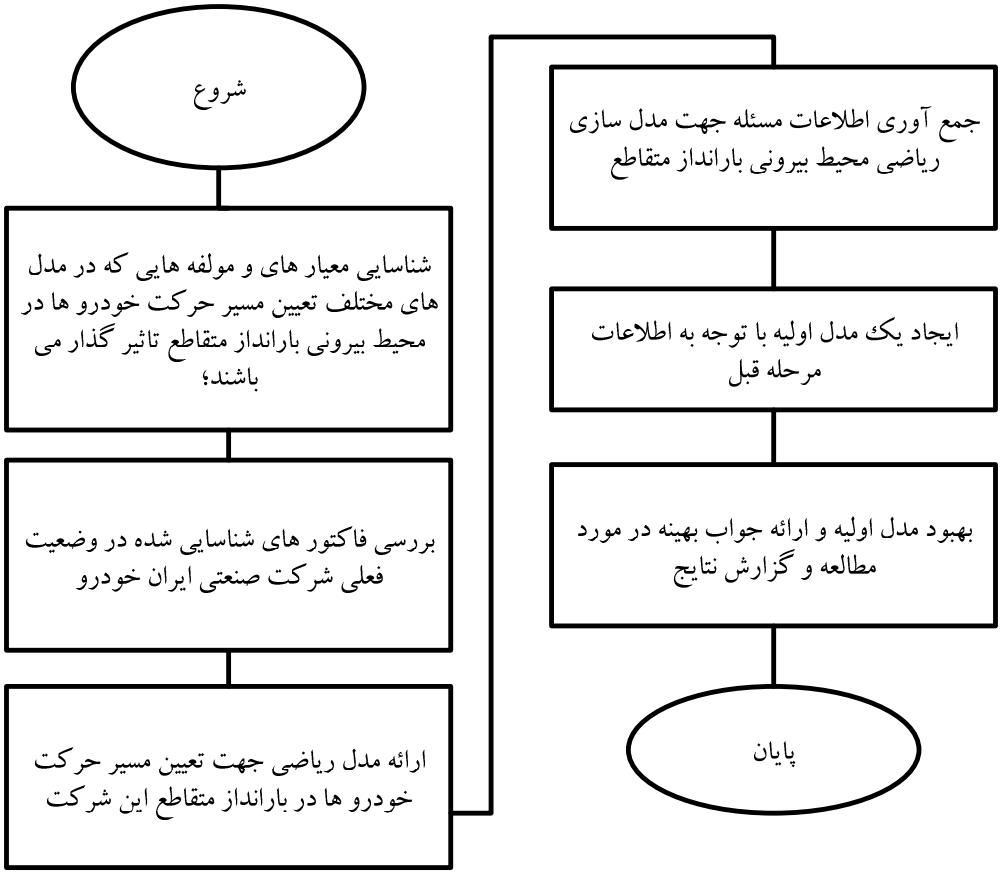
۱-۵-۱- نوع تحقیق

تحقیق حاضر، از نظر هدف، کاربردی است. تحقیق کاربردی تحقیقی است که هدف آن توسعه دانش در یک زمینه خاص است. به عبارت دیگر تحقیقات کاربردی به سمت کاربرد عملی دانش، هدایت می‌شوند (سرمد و دیگران،۱۳۸۱). هدف از این تحقیق، توسعه دانش در مدیریت زنجیره عرضه و مخصوصاً بارانداز متقاطع می باشد. همچنین از نظر نحوه گردآوری داده ها، یک تحقیق توصیفی، پیمایشی و مطالعه موردی می‌باشد. تحقیق توصیفی شامل مجموعه روش هایی است که هدف آنها توصیف کردن شرایط یا پدیده های مورد بررسی است(سرمد و دیگران،۱۳۸۱).

همچنین به این جهت که تحقیق فوق به صورت یک مدل در شرکت صنعتی ایران خودرو بررسی و ارائه گردیده است و در مورد نتایج آن بحث و پیشنهاد خواهد شد، لذا می توان گفت که تحقیق حاضر یک مطالعه موردی در شرکت صنعتی ایران خودرو می باشد.

۱-۵-۲- مراحل انجام تحقیق

مراحل انجام تحقیق همان طور که در شکل (۳-۱) نشان داده شده است، به شرح زیر است:



شکل (۳-۱): مراحل انجام تحقیق

۱. شناسایی معیارها و مولفه هایی که در مدل های مختلف تعیین مسیر حرکت خودرو ها در محیط بیرونی بارانداز متقاطع تاثیر گذار می باشند؛
۲. بررسی فاکتور های شناسایی شده در وضعیت فعلی لجستیک شرکت صنعتی ایران خودرو،
۳. ارائه مدل مناسب جهت تعیین مسیر حرکت خودرو ها در بارانداز متقاطع این شرکت،
۴. جمع آوری اطلاعات(از قبیل انتخاب تامیین کننده ها، میزان ارسال هریک، ظرفیت خودرو ها، میزان دریافت هر یک از مشتریان(انبار ها یا مراکز تحویل ایران خودرو، میزان فاصله هر یک از شرکت ها با یکدیگر و دپو، تعداد خودرو ها و غیره) جهت مدل سازی کمی محیط بیرونی بارانداز متقاطع،
۵. ایجاد یک مدل اولیه (شبیه سازی مساله در نرم افزار مطلب) با توجه به اطلاعات مرحله ۴؛
۶. بهبود مدل اولیه و ارائه پاسخ بهینه در مورد مطالعه و گزارش نتایج.

۱-٦- روش تجزیه و تحلیل داده ها

- از آنجا که مدل بدست آمده برای حل برنامه مسیریابی وسایل نقلیه با فاکتور های زیاد به مساله NP-Hard است، لذا نیاز به حل مدل از طریق روش هایی از قبیل الگوریتمهای فراابتکاری از قبیل الگوریتم های ژنتیک گردید، این عمل توسط نرم افزار Matlab انجام گردید (Laporte & Semet, 2001; Prins, 2004; Duhamel et al,. 2011).
- جهت بررسی صحت محاسبات انجام شده توسط الگوریتم ژنتیک، این مسئله توسط الگوریتم دیگری به نام الگوریتم شبیه سازی تبریدی حل و نتایج و کاربرد ی این دو با یکدیگر مقایسه گردید، الگوریتم شبیه سازی تبریدی نیز توسط نرم افزار Matlab اجراء گردید.
- جهت مقایسه پاسخ های ارائه شده توسط الگوریتم ژنتیک و الگوریتم شبیه سازی تبریدی، از ضریب اسپیرمن توسط نرم افزار SPSS استفاده گردید.

۱-۷- تعریف مفاهیم و واژگان اختصاصی طرح

- **بارانداز متقاطع (Cross dock):** یکی ازاستراتژی‌های خلاقانه انبارداری است، که دارای توانایی بالقوه جهت کنترل هزینه‌های لجستیک، توزیع و نیز حفظ سطح خدمت دهی به مشتریان می باشد (Ballua,1999). تاسیساتی که در آن اقلام دریافتی از تامین کنندگان مختلف، ازهم جداشده و به صورت محموله های جدیدی از اقلام متنوع، دوباره با هم ترکیب می شوند تا برای مشتریان ارسال شوند را بارانداز متقاطع گویند.
- **سیستم لجستیک ناب(Lean logistic):** سیستمی است کششی با جایگزینی پیاپی محصول در محموله های کوچک، که در میان شرکت ها و تاسیسات حاضر در طول جریان ارزش مستقر می‌شود.(رادنژاد و موتابیان، ۱۳۸۴).لجستیک ناب نیازمند بعضی از انواع روش های علامت دهی مانند تبادل الکترنیکی داده ها،کانبان و اینترنت می باشد (Zylstra, 2006).
- **مسئله مسیریابی وسایل نقلیه (Vehicle Routing Problem):** مساله ای که در آن می بایست یک مجموعه ای از مسیرها برای جریانی از وسایل نقلیه که مستقر در یک یا چند انبار هستند تعیین گردد تا به مجموعه ای از مشتریان و یا شهرهایی که به صورت جغرافیایی پراکنده شده اند، خدمت دهند. هدف از (VRP) ارائه خدمت به این مجموعه از مشتریان یا شهرها می باشد که می بایست در