بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای امین یزدخواستی پایان نامه ٦ واحدی خود را با عنوان **حل مساله مکان یابی هاب به صورت چند هدفه ودر شرایط عدم قطعیت جریان** در تاریخ ۱۳۹۱/٦/۲۷ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - مهندسی صنایع پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محمد رضا امین ناصری	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر سید حسام الدین ذگردی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر الیپس مسیحی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر فریبرز جولای	استاد	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر الیپس مسیحی	استادیار	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یک تبصره در تاریخ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب ..... دانشجوی رشته ..... ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۹
مقطع ..... دانشکده ..... متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا: .....
تاریخ: .....

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته است که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **امین یزدخواستی** دانشجوی رشته **مهندسی صنایع** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **امین یزرخواستی**

تاریخ و امضا:

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته: مهندسی صنایع گرایش: صنایع

عنوان پایان نامه:

حل مساله مکان‌یابی هاب به صورت چند هدفه و در شرایط عدم قطعیت جریان

نام دانشجو:

امین یزدخواستی

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا امین ناصری

شهریور ۹۱

تقدیم به پدر و مادرم :

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر و مادری فداکار نسبیم ساخته تا در سایه درخت پربار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم، چرا که این دو وجود، پس از پروردگار، مایه هستی ام بوده اند دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب آموختند. آموزگارانی که برایم زندگی، بودن و انسان بودن را معنا کردند.

و تقدیم به خواهرم:

که وجودش شادی بخش و صفایش مایه آرامش من است.

سپاس گزاری

با سپاس و تشکر فراوان از زحمات کلیه کسانیکه در طول انجام این پایان نامه با راهنمائی ها و حمایت های خود اینجانب را یاری رسانده اند.

به ویژه از استاد راهنمای ارجمندم، جناب آقای دکتر محمد رضا امین ناصری که زحمات و راهنمائیهای گرانقدرشان در حین تحصیل و در طول انجام این پایان نامه راهگشا و موجب غنای علمی این تحقیق بوده است، کمال تشکر را دارم.

چکیده

مدل‌های مکان‌یابی هاب سعی در طراحی شبکه‌ای دارند که محموله‌ها و اطلاعات را به بهترین شکل بین نقاط عرضه و تقاضا منتقل کند، به طوری که اهداف مد نظر طراحان تأمین شود. از آن جا که در عمل انتقال جریان بین دو نقطه تحت شرایط قطعی صورت نمی‌پذیرد، طراحی شبکه بدون در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های موثر بر حرکت جریان می‌تواند به تفاوت چشم‌گیری بین نتایج به دست آمده در عمل با آنچه مد نظر طراحان است بی انجامد. در این تحقیق ابتدا با معرفی مدل مکان‌یابی استوار p هاب میانه با فرض تخصیص تکی شبکه هاب به‌نحوی طراحی می‌شود که نه‌تنها هزینه کل حمل‌ونقل کمینه گردد بلکه عامل عدم قطعیت جریان نیز به نحوی مطلوب کنترل شود و شبکه به اصطلاح استوار عمل کند. در ادامه بر اساس این واقعیت که داشتن یک سیستم قابل اطمینان به‌عنوان موضوعی اساسی در طراحی زیربنای هر نوع شبکه‌ای مطرح است، مفهوم پایایی در طراحی شبکه‌های هاب مطرح می‌شود و مدل پایای مکان‌یابی هاب در شرایط عدم قطعیت جریان گسترش می‌یابد. این مدل علاوه بر دست‌یابی به اهداف مدل قبلی، با درنظرگیری این فرض که هاب‌ها همواره در دسترس نیستند، سعی در افزایش قابلیت اطمینان شبکه دارد. از آن‌جا که هر دو مدل مطرح به‌صورت چند هدفه و در قالب مدل‌های برنامه‌ریزی غیرخطی مختلط عدد صحیح هستند حل بهینه آن‌ها تنها در ابعاد کوچک امکان‌پذیر است. از این‌رو الگوریتم‌های فرابتکاری ترکیبی برمبنای جست‌وجو همسایگی و جست‌وجو پراکندگی (برای مساله اول) و الگوریتم ترکیبی حرکت دسته جمعی ذرات (برای مساله دوم) ارائه شد. به‌منظور اعتبارسنجی روش‌های حل پیشنهادی، ۴۸ مسئله برای مدل اول و ۶۳ مساله برای مدل دوم از سری‌های داده آمریکا و استرالیا حل و مقایسه شده است. همچنین، مدل پایای مکان یابی هاب در شرایط عدم قطعیت جریان به‌عنوان مدل نهایی تحقیق برروی سری داده هوایی ایرانیان و برای ۹ مساله پیاده‌سازی و تجزیه و تحلیل گشته است. بر این اساس حداکثر اختلاف الگوریتم‌های حل پیشنهادی با جواب بهینه ۱,۲۳٪ بدست آمد. نتایج نشان داد که در نظرگیری فاکتورهای عدم قطعیت و پایایی در مدل کلاسیک p هاب میانه منجر به بهبود ۱۰۰٪ در اکثر مسائل نمونه‌ای می‌شود.

واژگان کلیدی: مسئله مکان‌یابی هاب، عدم قطعیت، قابلیت اطمینان، بهینه‌سازی چندهدفه، الگوریتم‌های فراابتکاری

فهرست مطالب

فصل ۱ : کلیات **۱**

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- مسئله مکان‌یابی هاب ۲

۱-۳- اجزای شبکه ۳

۱-۳-۱- محدودیت‌ها ۴

۱-۳-۲- مزایا، معایب و کاربردهای شبکه هاب ۵

۱-۴- مدل‌های شبکه هاب ۷

۱-۴-۱- مدل مکان‌یابی تک هاب ۷

۱-۴-۲- مدل مکان‌یابی p-هاب میانه ۸

۱-۴-۳- مدل مکان‌یابی هاب با هزینه‌های ثابت ۸

۱-۴-۴- مدل مکان‌یابی p-هاب مرکز ۹

۱-۴-۵- مدل مکان‌یابی هاب پوشش ۹

۱-۵- اهمیت و ضرورت موضوع ۱۰

۱-۶- مسئله تحقیق و کاربرد عملی آن ۱۰

۱-۷- روش تحقیق ۱۱

۱-۸- ساختار گزارش پایان نامه ۱۲

۱-۹- نتیجه گیری ۱۳

فصل ۲ : مرور ادبیات **۱۴**

۲-۱- مقدمه ۱۵

۲-۲- معرفی ۱۵

۲-۳- طبقه بندی مدل‌های مکان‌یابی هاب ۱۵

۲-۳-۱- نوع تخصیص ۱۷

۲-۳-۲- محدودیت ظرفیت ۱۷

۲-۳-۳- نوع تابع هدف ۱۸

۲-۳-۴- ساختار کل شبکه ۲۱

۲-۳-۵- ساختار شبکه بین هابی ۲۱

۲-۳-۶- دوره برنامه‌ریزی ۲۲

۲-۳-۷- ضریب تخفیف ۲۲

۲-۳-۸- متغیرهای تصمیم ۲۲

۲-۳-۹- فضای جست‌وجو ۲۳

۲-۳-۱۰- محدودیت‌های جانبی ۲۳

۲-۳-۱۱- قطعی یا غیرقطعی بودن پارامترهای مدل مکانیابی هاب ۲۴

۲-۳-۱۲- قابلیت اطمینان اجزای شبکه ۲۵

۲-۴- روش‌های حل مسائل مکان‌یابی هاب ۲۵

۲-۴-۱- مدل‌ها و روش‌های حل مسئله مکان‌یابی هاب میانه (با فرض تخصیص تکی) ۲۶

۲-۴-۱- مدل‌ها و روش‌های حل سایر مکان‌یابی هاب ۳۰

۲-۵- مسئله مکان‌یابی هاب چند معیاری ۳۱

۲-۶- نقد ادبیات ۳۳
۲-۷- نتیجه گیری ۳۴

فصل ۳ : مدلسازی ریاضی ۳۵
۳-۱- مقدمه ۳۶
۳-۲- مساله p هاب میانه در حالت تخصیص تکی ۳۶
۳-۳- بررسی اثر عدم قطعیت بر زمان حرکت ۳۹
۳-۴- مکان‌یابی استوار p هاب میانه با فرض تخصیص تکی ۴۰
۳-۴-۱- فرض‌های مساله مکان‌یابی استوار p هاب میانه با فرض تخصیص تکی ۴۱
۳-۴-۲- پارامترها و متغیرهای مسئله مکان‌یابی استوار p هاب میانه با فرض تخصیص تکی ۴۲
۳-۴-۳- بهینه‌سازی چند هدفه برمبنای رویکرد تابع مطلوبیت ۴۴
۳-۵- بررسی تاثیر پایایی در مکان‌یابی هاب ۴۷
۳-۵-۱- تابع پایایی ۴۸
۳-۵-۲- تابع نرخ خرابی ۴۸
۳-۵-۳- پایایی مسیرهای شبکه ۵۱
۳-۶- مساله پایای مکان‌یابی هاب در شرایط عدم قطعیت جریان ۵۴
۳-۶-۱- فرض‌های مساله پایای مکان‌یابی هاب در شرایط عدم قطعیت جریان ۵۵
۳-۶-۲- پارامترها و متغیرهای مساله پایای مکان‌یابی هاب در شرایط عدم قطعیت جریان ۵۶
۳-۶-۳- بهینه‌سازی چند هدفه برمبنای رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی اصلاح شده ۵۹
۳-۷- نتیجه‌گیری ۶۳

فصل ۴ : روش‌های حل فرابتکاری ۶۴
۴-۱- مقدمه ۶۵
۴-۲- بررسی درجه پیچیدگی ۶۵
۴-۳- تجزیه و تحلیل ساختار ۶۶
۴-۳-۱- اندازه‌گیری توزیع ۶۹
۴-۳-۱-۱- اندازه‌گیری توزیع درفضای جواب ۶۹
۴-۳-۱-۲- اندازه‌گیری توزیع در فضای تابع هدف ۷۰
۴-۳-۲- اندازه‌گیری همبستگی ۷۰
۴-۳-۲-۱- تابع خود همبستگی ۷۰
۴-۳-۲-۲- همبستگی فاصله بین جواب‌ها با تابع هدفشان ۷۱
۴-۳-۳- تعیین نوع ساختار ۷۲
۴-۴- الگوریتم فرابتکاری ترکیبی برمبنای جستوجوی پراکندگی و جستوجوی همسایگی برای حل مساله مکان یابی استوار p هاب میانه با فرض تخصیص تکی ۷۲
۴-۴-۱- بررسی کلی الگوریتم‌های جستوجو پراکندگی و جستوجوی همسایگی سلسله مراتبی ۷۳
۴-۴-۲- روش فرابتکاری SSVNDRHMP ۷۶
۴-۴-۲-۱- نمایش جواب ۷۶
۴-۴-۲-۲- ایجاد جمعیت اولیه ۷۷
۴-۴-۲-۳- بهبود جمعیت اولیه ۷۷
۴-۴-۲-۴- ایجاد و بروز رسانی مجموعه مرجع ۷۷
۴-۴-۲-۵- ترکیب جواب ۷۸
۴-۴-۲-۶- بهبود جواب‌های ایجاد شده با استفاده از رویکرد جستوجوی همسایگی سلسله مراتبی ۷۹

۴-۴-۲-۷- ایجاد جمعیت جدید ۸۰
۴-۵- الگوریتم فرابتکاری ترکیبی حرکت دسته جمعی ذرات برای حل مساله پایای مکان‌یابی هاب در شرایط عدم قطعیت جریان ۸۲
۴-۵-۱- الگوریتم بهینه‌سازی حرکت دسته جمعی ذرات ۸۲
۴-۵-۲- الگوریتم بهینه‌سازی ترکیبی حرکت دسته جمعی ذرات ۸۵
۴-۵-۲-۱- نمایش جواب ۸۵
۴-۵-۲-۲- ایجاد جمعیت اولیه ۸۵
۴-۵-۲-۳- تعریف ذره ۸۶
۴-۵-۲-۴- سرعت ذره ۸۶
۴-۵-۲-۵- ایجاد جواب از طریق یک ذره ۸۷
۴-۵-۲-۶- شرط توقف ۸۹
۴-۶- نتیجه گیری ۸۹

فصل ۵ آزمایش‌ها و نتایج محاسباتی ۹۱
۵-۱- مقدمه ۹۲
۵-۲- پیاده سازی الگوریتم‌های کامپیوتری پیشنهادی ۹۲
۵-۳- نتایج محاسباتی برای مساله مکان‌یابی استوار p هاب میانه با فرض تخصیص تکی ۹۲
۵-۳-۱- تخمین اثر عامل ترافیک بر زمان حرکت ۹۳
۵-۳-۲- تخمین اثر عوامل پیش‌بینی نشده بر زمان حرکت ۹۳
۵-۳-۳- تشکیل تابع مطلوبیت ۹۵
۵-۳-۴- تنظیم پارامتر الگوریتم SSVNDRHMP ۹۵
۵-۳-۵--نتایج محاسباتی سری داده CAB ۹۶
۵-۳-۶- نتایج محاسباتی سری داده AP ۱۰۴
۵-۴- نتایج محاسباتی برای مساله پایای مکان‌یابی هاب در شرایط عدم قطعیت جریان ۱۱۵
۵-۴-۱- رویکرد تنظیم پارامتر پیشنهادی ۱۱۵
۵-۴-۱-۱- فاز ۱. طراحی آزمایشها ۱۱۶
۵-۴-۱-۲- فاز۲: متدولوژی سطح پاسخ ۱۲۰
۵-۴-۱-۳- فاز ۳: تعیین سطح بهینه پارامترهای الگوریتم ۱۲۰
۵-۴-۲- نتایج محاسباتی سری داده CAB ۱۲۲
۵-۴-۳- نتایج محاسباتی سری داده AP ۱۳۳
۵-۴-۴- سری داده IAD ۱۴۳
۵-۵- نتیجه گیری ۱۴۹

فصل ۶ : نتیجه‌گیری ۱۵۰
۶-۱- مقدمه ۱۵۱
۶-۲- جمع بندی ۱۵۱
۶-۳- مروری بر فصل‌های گذشته ۱۵۳
۶-۴- دستاوردهای تحقیق ۱۵۴
۶-۵- زمینه‌های تحقیقاتی آتی ۱۵۵

فهرست مراجع ۱۵۷

فهرست شکل‌ها

شکل (۱- ۱) : ساختار شبکه حمل ونقل با در نظر گیری هاب در مقایسه با شبکه حمل ونقل کلاسیک ۳

شکل (۱- ۲) : فرایند تحقیق ۱۳

شکل (۲- ۱) طبقه بندی شبکه هاب از لحاظ نوع تخصیص مراکز تقاضا به هاب‌های شبکه ۱۷

شکل (۲- ۲) شبکه هاب با دو سطح ۲۱

شکل (۳- ۱) نمای کلی مسئله مکان‌یابی هاب تک تخصیصه با ۴ هاب ۳۶

شکل (۳- ۲) تابع نرخ خرابی ۴۹

شکل (۳- ۳) مسیر تک هاب ۵۱

شکل (۳- ۴) مسیر دو هاب ۵۲

شکل (۴- ۱) شبه کد الگوریتم جست‌وجوی پراکندگی ۷۴

شکل (۴- ۲) ساختار مفهومی الگوریتم جست‌وجو همسایگی سلسله مراتبی ۷۵

شکل (۴- ۳) شبه کد الگوریتم VND ۷۵

شکل (۴- ۴) نحوه ایجاد جواب‌های فرزند از جواب‌های والد ۷۹

شکل (۴- ۵) دیاگرام الگوریتم SSVNDSHMP ۸۱

شکل (۴- ۶) جریان ذرات در فضای تصمیم ۸۳

شکل (۴- ۷) شبه کد الگوریتم بهینه‌سازی حرکت دسته جمعی ذرات ۸۴

شکل (۴- ۸) نمودار الگوریتم بهینه‌سازی ترکیبی حرکت دسته جمعی ذرات برای حل مساله پایای مکان‌یابی هاب در شرایط عدم قطعیت جریان ۹۰

شکل (۵- ۱) رفتار حد بالای زمان حرکت نسبت به زمان حرکت قطعی ۹۴

شکل (۵- ۲) نمایش ساختار قرار گرفتن هاب‌ها در ۳ حالت: حل تک هدفه مساله RUCSApHMP نسبت به هزینه کل حمل و نقل (رنگ آبی)، بیشینه حد بالای عدم قطعیت (رنگ قرمز) و حل مساله UCSApHMP (رنگ زرد) برای CAB-25 و به ازا $p = 3$ ۱۰۰

شکل (۵- ۳) نمایش ساختار قرار گرفتن هاب‌ها در ۳ حالت: حل تک هدفه مساله RUCSApHMP نسبت به هزینه کل حمل و نقل (رنگ آبی)، بیشینه حد بالای عدم قطعیت (رنگ قرمز) و حل مساله UCSApHMP (رنگ زرد) برای CAB-25 و به ازا $p = 4$ ۱۰۱

شکل (۵- ۴) حل مساله RUCSApHMP برای CAB-25 ، $p = 3$ و $w1 = 0.8, w2 = 0.2$ ۱۰۲

شکل (۵- ۵) حل مساله RUCSApHMP برای CAB-25 ، $p = 3$ و $w1 = 0.5, w2 = 0.5$ ۱۰۲

شکل (۵- ۶) حل مساله RUCSApHMP برای CAB-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.8, w2 = 0.2$ ۱۰۳
شکل (۵- ۷) حل مساله RUCSApHMP برای CAB-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.5, w2 = 0.5$ ۱۰۴
شکل (۵- ۸) نمایش ساختار قرار گرفتن هاب‌ها در ۳ حالت: حل تک هدفه مساله RUCSApHMP، نسبت به هزینه کل حمل و نقل (رنگ آبی)، بیشینه حد بالای عدم قطعیت (رنگ قرمز) و حل مساله UCSApHMP (رنگ سبز) برای AP-25 و به ازا $p = 3$ ۱۱۰
شکل (۵- ۹) نمایش ساختار قرار گرفتن هاب‌ها در ۳ حالت: حل تک هدفه مساله RUCSApHMP، نسبت به هزینه کل حمل و نقل (رنگ آبی)، بیشینه حد بالای عدم قطعیت (رنگ قرمز) و حل مساله UCSApHMP (رنگ سبز) برای AP-25 و به ازا $p = 4$ ۱۱۱
شکل (۵- ۱۰) حل مساله RUCSApHMP برای AP-25 ، $p = 3$ و $w1 = 0.8, w2 = 0.2$..... ۱۱۲
شکل (۵- ۱۱) حل مساله RUCSApHMP برای AP-25 ، $p = 3$ و $w1 = 0.5, w2 = 0.5$..... ۱۱۳
شکل (۵- ۱۲) حل مساله RUCSApHMP برای AP-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.8, w2 = 0.2$ ۱۱۴
شکل (۵- ۱۳) حل مساله RUCSApHMP برای AP-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.5, w2 = 0.5$ ۱۱۴
شکل (۵- ۱۴) مقایسه مقادیر تابع هدف مساله RHLUF در تکرارهای هر سری آزمایش با مقدار بهینه..... ۱۱۹
شکل (۵- ۱۵) مقدار میانگین هر سری آزمایش با مقدار بهینه تابع هدف مساله RHLUF ۱۱۹
شکل (۵- ۱۶) مقایسه مقادیر تابع هدف به‌دست آمده از الگوریتم CPSO تنظیم شده با جواب بهینه..... ۱۲۱
شکل (۵- ۱۷) نحوه همگرایی الگوریتم CPSO تنظیم شده ۱۲۱
شکل (۵- ۱۸) نمایش ساختار قرار گرفتن هاب‌ها در ۴ حالت: حل تک هدفه مساله RHLUF نسبت به هزینه کل حمل و نقل (رنگ آبی)، بیشینه حد بالای عدم قطعیت (رنگ قرمز)، کمینه پایایی مسیرهای شبکه (رنگ مشکی) و حل مساله UCSApHMP (رنگ زرد) برای CAB-25 و به ازا $p = 4$ ۱۳۰
شکل (۵- ۱۹) حل مساله RHLUF برای CAB-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.33, w2 = 0.33, w3 = 0.33$ ۱۳۱
شکل (۵- ۲۰) حل مساله RHLUF برای CAB-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.6, w2 = 0.2, w3 = 0.2$ ۱۳۲
شکل (۵- ۲۱) حل مساله RHLUF برای CAB-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.2, w2 = 0.2, w3 = 0.6$ ۱۳۲
شکل (۵- ۲۲) نمایش ساختار قرار گرفتن هاب‌ها در ۴ حالت: حل تک هدفه مساله RHLUF نسبت به هزینه کل حمل و نقل (رنگ آبی)، بیشینه حد بالای عدم قطعیت (رنگ قرمز)، کمینه پایایی مسیرهای شبکه (رنگ مشکی) و حل مساله UCSApHMP (رنگ سبز) برای CAB-25 و به ازا $p = 4$..... ۱۴۰
شکل (۵- ۲۳) حل مساله RHLUF برای AP-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.33, w2 = 0.33, w3 = 0.33$..... ۱۴۱
شکل (۵- ۲۴) حل مساله RHLUF برای AP-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.6, w2 = 0.2, w3 = 0.2$ ۱۴۲
شکل (۵- ۲۵) حل مساله RHLUF برای AP-25 و $p = 4$ و $w1 = 0.2, w2 = 0.2, w3 = 0.6$ ۱۴۲
شکل (۵- ۲۶) نمایش ساختار قرار گرفتن هاب‌ها در ۳ حالت: حل تک هدفه مساله RHLUF نسبت به هزینه کل حمل و نقل (رنگ آبی)، بیشینه حد بالای عدم قطعیت (رنگ قرمز)، کمینه پایایی مسیرهای شبکه (رنگ مشکی) برای IAD و به ازا $p = 2$ ۱۴۵
شکل (۵- ۲۷) نمایش ساختار قرار گرفتن هاب‌ها در ۳ حالت: حل تک هدفه مساله RHLUF نسبت به هزینه کل حمل و نقل (رنگ آبی)، بیشینه حد بالای عدم قطعیت (رنگ قرمز)، کمینه پایایی مسیرهای شبکه (رنگ مشکی) برای IAD و به ازا $p = 3$ ۱۴۶
شکل (۵- ۲۸) نمایش ساختار قرار گرفتن هاب‌ها در ۳ حالت: حل تک هدفه مساله RHLUF نسبت به هزینه کل حمل و نقل (رنگ آبی)، بیشینه حد بالای عدم قطعیت (رنگ قرمز)، کمینه پایایی مسیرهای شبکه (رنگ مشکی) برای IAD و به ازا $p = 4$ ۱۴۶

شکل (۵- ۲۹) حل مساله RHLUF برای IAD و $p = 2$ و $w1 = 0.6, w2 = 0.2, w3 = 0.2$ ۱۴۷
شکل (۵- ۳۰) حل مساله RHLUF برای IAD و $p = 3$ و $w1 = 0.6, w2 = 0.2, w3 = 0.2$ ۱۴۸
شکل (۵- ۳۱) حل مساله RHLUF برای IAD و $p = 4$ و $w1 = 0.6, w2 = 0.2, w3 = 0.2$ ۱۴۸

فهرست جدول‌ها

جدول (۱- ۱) دسته بندی مدل‌های مسئله هاب ۸

جدول (۲- ۱) طبقه‌بندی مسائل مکان‌یابی هاب ۱۶

جدول (۲- ۲) طبقه‌بندی روش‌های حل مسئله مکان‌یابی هاب ۲۶

جدول (۲- ۳) مطالعه‌های صورت پذیرفته در مساله مکان‌یابی p هاب میانه با فرض تخصیص تکی..... ۳۰

جدول (۴- ۱) نمایش ساختار فضای مساله با استفاده از مفاهیم جغرافیایی ۶۷

جدول (۴- ۲) نتایج حاصل از اندازه‌گیری توزیع در فضای جواب ۶۹

جدول (۴- ۳) نتایج حاصل از اندازه‌گیری توزیع در فضای تابع هدف ۷۰

جدول (۴- ۴) نتایج تابع خود همبستگی ۷۱

جدول (۴- ۵) همبستگی فاصله بین جواب‌ها با تابع هدفشان ۷۱

جدول (۵- ۱) مقادیر مورد استفاده برای پارامترهای SSVNDRHMP ۹۶

جدول (۵- ۲) حدود قابل قبول برای توابع مطلوبیت هزینه حمل و نقل و حد بالای بیشینه عدم قطعیت مسیرهای شبکه در مسائل سری داده CAB..... ۹۷

جدول (۵- ۳) حل مساله RUCSApHMP با استفاده از الگوریتم SSVNDRHMP برروی سری داده CAB ۹۸

جدول (۵- ۴) مقایسه نتایج مساله RUCSApHMP با UCSApHMP برروی سری داده CAB ۹۹

جدول (۵- ۵) حدود قابل قبول برای توابع مطلوبیت هزینه حمل و نقل و حد بالای بیشینه عدم قطعیت مسیرهای شبکه در مسائل سری داده AP..... ۱۰۵

جدول (۵- ۶) حل مساله RUCSApHMP با استفاده از الگوریتم SSVNDRHMP برروی سری داده AP ۱۰۶

جدول (۵- ۷) مقایسه نتایج مساله RUCSApHMP با UCSApHMP برروی سری داده AP ۱۰۸

جدول (۵- ۸) سطوح پارامترهای موثر بر الگوریتم CPSO ۱۱۷

جدول (۵- ۹) مجموعه آزمایش‌های طرح فاکتوری بخشی 2^{6-3} به‌همراه نسبت سیگنال به اختلال ۱۱۸

جدول (۵- ۱۰) سطح بهینه پارامترهای الگوریتم در فضای کد شده و عادی ۱۲۱

جدول (۵- ۱۱) مقادیر آرمان اهداف هزینه حمل و نقل و بیشینه حد بالای عدم قطعیت و کمینه پایایی در سری داده CAB..... ۱۲۳

جدول (۵- ۱۲) حل مساله RHLUF با استفاده از الگوریتم CPSO برای مساله CAB-15..... ۱۲۴

جدول (۵- ۱۳) حل مساله RHLUF با استفاده از الگوریتم CPSO برای مساله CAB-20..... ۱۲۵

جدول (۵- ۱۴) مقایسه نتایج مساله RHLUF با UCSApHMP و RUCSApHMP برای مساله CAB -15... ۱۲۶
جدول (۵- ۱۵) مقایسه نتایج مساله RHLUF با UCSApHMP و RUCSApHMP برای مساله CAB -20... ۱۲۷
جدول (۵- ۱۶) مقایسه نتایج مساله RHLUF با UCSApHMP و RUCSApHMP برای مساله CAB -25... ۱۲۸
جدول (۵- ۱۷) مقادیر آرمان اهداف هزینه حمل و نقل و بیشینه حد بالای عدم قطعیت و کمینه پایایی در سری داده AP ۱۳۳
جدول (۵- ۱۸) حل مساله RHLUF با استفاده از الگوریتم CPSO برای مساله AP-10..... ۱۳۵
جدول (۵- ۱۹) مقایسه نتایج مساله RHLUF با UCSApHMP و RUCSApHMP برای مساله AP -10..... ۱۳۶
جدول (۵- ۲۰) مقایسه نتایج مساله RHLUF با UCSApHMP و RUCSApHMP برای مساله AP -25..... ۱۳۷
جدول (۵- ۲۱) مقایسه نتایج مساله RHLUF با UCSApHMP و RUCSApHMP برای مساله AP -40..... ۱۳۸
جدول (۵- ۲۲) مقادیر آرمان اهداف هزینه حمل و نقل و بیشینه حد بالای عدم قطعیت و کمینه پایایی در سری داده IAD ۱۴۴
جدول (۵- ۲۳) نتایج حاصل از حل مسئله RHLUF بوسیله الگوریتم CPSO ۱۴۴

فصل ۱: کلیات

۱-۱- مقدمه

در این فصل، ابتدا تعاریف پایه‌ای از مسئله مکان‌یابی هاب[۱] ارائه می‌شود و در ادامه مزایا، معایب و کاربردهای شبکه هاب ذکر می‌گردند. سپس مدل‌های اصلی مربوط به مسئله مکان‌یابی هاب برگرفته از ادبیات موضوع، به اختصار شرح داده می‌شود و در نهایت مسئله تحقیق و کاربرد عملی آن بیان، و روش تحقیق و ساختار گزارش پایان‌نامه ارائه خواهد شد.

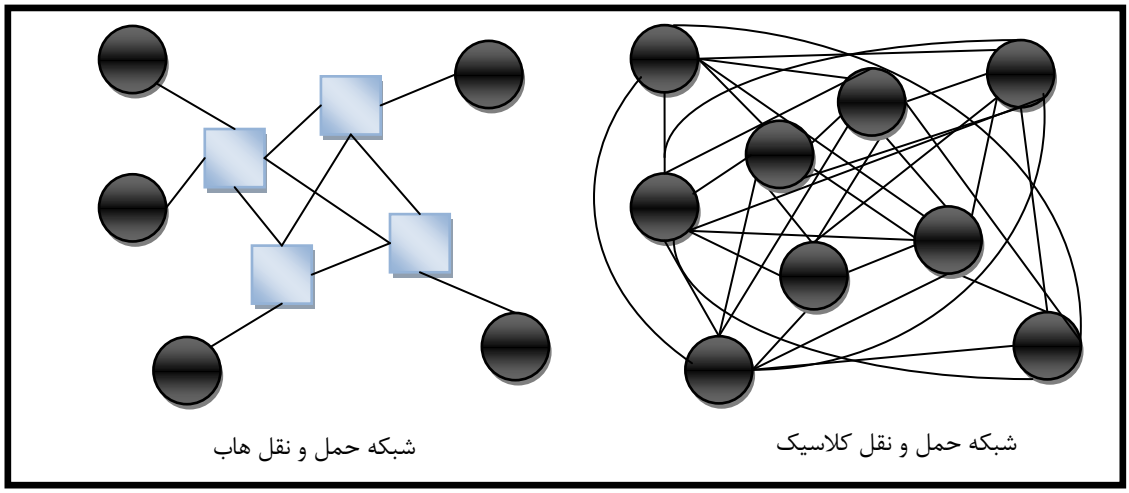
۱-۲- مسئله مکان‌یابی هاب

انتقال مناسب جریانی از محموله‌ها و یا اطلاعات، بین مجموعه‌ای از نقاط عرضه و تقاضا مهمترین مسئله در طراحی سیستم‌هایی نظیر پست، حمل ونقل، شبکه مخابرات و شبکه‌های کامپیوتری است که تاثیر زیادی در جلب رضایت مشتریان آن‌ها دارد. به‌عنوان یک سیاست توزیع جریان می‌توان به طراحی شبکه‌ای پرداخت که بتوان براحتی بین هردو نقطه دلخواه حرکت کرد. اما برقراری ارتباط مستقیم بین نقاط عرضه و تقاضا هرچند موجب افزایش رضایت مشتریان از طریق کاهش زمان انتقال محموله می‌شود، درشرایطی که تعداد مسیرهای ارتباطی زیاد باشد بسیار هزینه بر و اغلب غیر عملی است. به‌علاوه هزینه انتقال جریان بین دو نقطه با ظرفیت انتقال بین آن دو رابطه‌ای معکوس دارد (Topcuoglu,2005). بدین معنا که می‌توان با تجمیع جریان در مسیرهایی ویژه، راهی برای کاهش هزینه‌ها جست‌وجو کرد. از اینرو شبکه‌های هاب با انتخاب مجموعه‌ای ازنقاط (به‌عنوان هاب) که وظیفه جمع‌آوری[۲]، انتقال[۳] و توزیع[۴] جریان را دارند، هم از مزیت اقتصادی تجمیع جریان[۵] بهره می‌جویند و هم با کاهش ارتباطات مستقیم صرفه اقتصادی[۶] شبکه را افزایش می‌دهند (Ernst.AT et al 2009, Köksalan and Soylu, 2010). به عبارت دیگر مسائل مکان‌یابی هاب به‌دنبال مکان‌یابی تسهیلات هاب و تخصیص نقاط تقاضا به هاب‌ها به نحوی هستند که اهداف مدنظر طراحان برآورده شود.

---

[1] Hub Location Problem
[2] Collection
[3] Transfer
[4] Distribution
[5] Flow consolidation
[6] Cost efficiency

مسئله‌ی مکانیابی هاب چند تفاوت عمده با مسائل مکانیابی کلاسیک دارد. در مسئله مکانیابی کلاسیک، تقاضا برای خدمت در نقاط گسسته رخ می‌دهد و تسهیلات نیز در نقاط گسسته استقرار می‌یابند، در صورتی که در مسائل مکانیابی هاب جریان‌های بین مقاصد و مبادی بیانگر تقاضا هستند، و تسهیلات واسطه‌ای (هاب‌ها) به عنوان نقاط ارتباط یا یکپارچه‌سازی عمل می‌کنند (Campbell et al. 2002) به عبارت دیگر یک هاب به‌عنوان نقطه ارتباط نتنها اجازه می‌دهد که جریان در مسیر حرکت تغییر جهت دهد، بلکه امکان تجمیع چندین جریان مجزا با حجم کم از مبادی مختلف به یک جریان با حجم بیشتر را فراهم می سازد و یا بر خلاف حالت قبل یک جریان با حجم بالا را به چند جریان با حجم‌های پائین‌تر برای مقاصد متفاوت تقسیم می‌کند. ساختار شبکه حمل و نقل هاب را با مدل کلاسیک حمل و نقل مقایسه کرده است، به‌نحوی که مستطیل‌ها نمایان‌گر هاب‌ها هستند و دایره‌ها نقاط تقاضا را نشان می‌دهند.



شکل (۱- ۱) : ساختار شبکه حمل ونقل با در نظر گیری هاب در مقایسه با شبکه حمل ونقل کلاسیک

۱-۳- اجزای شبکه

یک شبکه هاب از دو نوع نقطه شامل نقاط مبدا/مقصد (یا نقاط غیر هاب) و نقاط هاب تشکیل می‌شود که بوسیله یک یا چند نوع خط ارتباطی به یکدیگر متصل هستند. در این قسمت اجزا شبکه[۷] هاب تعریف می‌گردد.

[7] Network Component