فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال دهم / شماره ۳۲ / پاییز ۱۳۹۴

توسعه مسأله فروشنده دوره گرد برای محصولات برگشتی با استفاده از الگوریتم خفاش (مطالعه موردی شرکت وزنه)

میثم جعفری اسکندری (نویسنده مسؤول)
استاد، دانشگاه پیام نور، گروه مهندسی صنایع، تهران، ایران
Email: Meisam_jafari@pnu.ac.ir
علی عموزادخلیلی
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور، گروه مهندسی صنایع، عسلویه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۳ ❋ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۸

چکیده

مسأله فروشنده دوره گرد یکی از مهم ترین مسائل در بهینه سازی ترکیباتی است که در بسیاری از علوم مهندسی مورد استفاده قرار می گیرد و توجه بسیاری از دانشمندان و محققین را به خود جلب کرده است. از جمله کاربردهای این مسأله بررسی مسائل حمل و نقل می باشد. در این مقاله با توسعه مدل TSP برای کالاهای برگشتی به کارخانه در صدد کمینه سازی هزینه های ناشی از حمل و نقل هستیم. از آنجا که مدل به دست آمده از نوع NP-Hard است، برای حل آن از الگوریتم فراابتکاری خفاش استفاده می کنیم.

کلمات کلیدی: مسأله فروشنده دوره گرد، محصولات برگشتی، الگوریتم خفاش.

۱- مقدمه

با گسترش روز افزون صنایع و ایجاد بازارهای رقابتی، صاحبان مراکز صنعتی و خدماتی به دنبال کاهش هزینه های عملیاتی و در نتیجه کاهش قیمت تمام شده محصولات و خدمات هستند، این مسئله افزایش توان رقابتی سیستم را موجب می شود. مدیریت زنجیره تامین و لجستیک می توانند نقش مهمی در کاهش هزینه ها داشته باشد و این هزینه ها سهم قابل توجهی از هزینه های تولیدی و عملیاتی را به خود اختصاص می دهند که معمولاً بیشتر این هزینه ها شامل هزینه های لجستیک رو به جلو است، در حالی که هزینه های حمل و نقل در لجستیک معکوس و کالاهای برگشتی حجم قابل توجهی از هزینه ها را شامل می شود.

مسأله فروشنده دوره گرد یکی از مهم ترین مسائل در بهینه سازی ترکیباتی است که در بسیاری از علوم مهندسی از جمله مسائل حمل و نقل مورد استفاده قرار می گیرد و توجه بسیاری از دانشمندان و محققین را به خود جلب کرده است.

TPS مسئله‌ای مشهور است که ابتدا در سده ۱۸مسائل مربوط به آن توسط ویلیام همیلتون و توماس کرکمن مطرح شد و سپس در دهه ۱۹۳۰ شکل عمومی آن به وسیله ریاضیدانانی مثل کارل منگر از دانشگاه هاروارد و هاسلر ویتنی از دانشگاه پرینستون مورد مطالعه قرار گرفت(Li. D & H.X. Sun, 2009). در این مسأله فروشنده ای از گره ای دلخواه به نام انبار شروع به حرکت می کند و بعد از ملاقات کردن n مشتری به محل شروع باز می گردد، به شرط آن که هر مشتری فقط یک بار مورد ملاقات قرار گیرد. هدف در این مسأله تعیین مسیری با هزینه کمتر برای فروشنده است. در این مسأله تعداد جواب های شدنی برای n گره بدون در نظر گرفتن انبار، برابر تعداد جایگشت هایی است که از اعداد 1 تا n تشکیل شده است. هدف مسأله یافتن جایگشتی با کمترین هزینه جابجایی است. چون تعداد جواب های شدنی این مسأله برابر با n! است، با افزایش گره های مسأله تعداد جواب های شدنی به شدت رشد می کند و دیگر نمی توان به راحتی و در یک زمان قابل قبول تمامی جواب ها را مقایسه کرد و به جواب بهینه دست یافت.

در این تحقیق با ارائه یک مدل ریاضی، مسئله فروشنده دوره گرد را در برگشتی محصولات از مشتریان توسعه می دهیم تا هزینه های حمل و نقل کمینه شود. از آنجا که مدل بدست آمده از نوع NP-HARD است لذا برای حل آن از الگوریتم فراابتکاری خفاش استفاده کردیم.

بعد از مطرح شدن شکل عمومی TSP در دهه ۱۹۳۰ توسط منگر و ویتنی، تحقیقات گسترده ای درباره این موضوع شد که برخی از آن ها عبارتند از:

چان و مرسیر(۱۹۸۹) مسأله فروشنده دوره گرد را به صورت کاربردی بررسی کردند. گرومیچو و همکاران(۱۹۹۲) حلی برای فروشنده دوره گرد چند هدفه ارائه کردند. اپگیلیت و همکاران(۲۰۰۶) مسأله فروشنده دوره گرد را بررسی کردند. پنگ و همکاران(۲۰۰۶) الگوریتم ژنتیک بهبود یافته برای TSP ارائه کردند. بکتاس(۲۰۰۶) مسأله فروشنده دوره گرد چندهدفه ارائه کرد. وانگ و همکاران(۲۰۰۸) الگوریتم بهینه سازی کلونی زنبور را برای TSP ارائه کردند. ژانگ و تانگ(۲۰۰۹) الگوریتم بهینه سازی کلونی مورچگان را برای TSP ارائه کردند. لی و همکاران(۲۰۰۹) یک تحقیق کاربردی درباره مسأله فروشنده دوره گرد بر پایه الگوریتم ژنتیک ارائه کرد. نعمتی (۲۰۱۱) یک الگوریتم رقابتی برای TSP ارائه کرد. سالاری و همکاران(۲۰۱۲) یک برنامه ریزی عدد صحیح برای پوشش مسأله TSP ارائه کردند. رابرتی و توس(۲۰۱۲) یک مدل و الگوریتم برای TSP ارائه دادند. سالاری و همکاران(۲۰۱۴) یک پوشش عمومی برای TSP ارائه کردند. کوردئو(۲۰۱۴) یک الگوریتم برای مسأله فروشنده دوره گرد وابسته به زمان ارائه کرد. هوگاردی و وایلد (۲۰۱۴) به روی نقش نزدیک ترین همسایه در TSP متریک کارکردند. تس و همکاران(۲۰۱۵) یک مدل TSP وابسته به زمان ارائه کردند. سویلو(۲۰۱۵) یک شیوه حل برای مدل MTSP ارائه کرد. ونکاتش و همکاران(۲۰۱۵) یک الگوریتم متاهیوریستیک برای مسأله فروشنده دوره گرد ارائه کردند.

بررسی ادبیات موضوع نشان می دهد علاوه بر موارد ذکر شده ، تحقیقات گسترده ای روی مساله TSP صورت گرفته است اما همه این بررسی ها در مسیر پیشرو و روبه جلو بوده است و به بررسی این موضوع در برگشتی محصولات پرداخته نشده است.

۲- مواد و روشها

مدل سازی مسئله فروشنده دوره گرد برای کالای برگشتی

پارامترها و متغیرهای تصمیم مدل به شرح زیر است:

R محصولات برگشتی

i مرکز مشتری (شامل مراکز a و b)

J نقاط ثابت مراکز احیا

D نقاط ثابت مراکز انهدام

L نقاط ثابت مراکز جمع آوری

τ اندازه های مراکز جمع آوری

cf_{ril} هزینه حمل یک واحد محصول برگشتی r از مرکز مشتری i به مرکز جمع آوری l

cs_{rlj} هزینه حمل یک واحد محصول برگشتی r از مرکز جمع آوری l به مرکز احیا j

ct_{rld} هزینه حمل یک واحد محصول برگشتی r از مرکز جمع آوری l به مرکز انهدام d

C_{ab} هزینه سفر از مشتری a به مشتری b

X_{ab} چنانچه تور از مشتری a به مشتری b برود، ۱ در غیر این صورت ۰

M_{ril} مقدار محصولات بازگشتیr که از مرکز مشتری i به مرکز جمع آوری l حمل می شود.

Z_{rlj} مقدار محصولات بازگشتی r که از مرکز جمع آوری l به مرکز احیا j حمل می شوند.

W_{rld} مقدار محصولات بازگشتی r که از مرکز جمع آوری l به مرکز انهدام d حمل می شوند.

b_{ri} مقدارمحصول برگشتی r از مرکز مشتری i

cas_{rj} حداکثرظرفیت مرکز احیا j برای محصول r

cat_{rd} حداکثر ظرفیت مرکز انهدام d برای محصول r

y_l^τ بازگشایی مرکز جمع آوری به اندازه τ در مرکز جمع آوری l

caf_l^τ حداکثر ظرفیت مرکز جمع آوری به اندازه τ در مکان l برای محصول r

مدل ارائه شده به شرح زیر است:

$$\min \sum_{i\in I}\sum_{l\in L}\sum_{r\in R} \mathrm{cf_{ril}}\,.\,\mathrm{M_{ril}} + \sum_{r\in R}\sum_{j\in J}\sum_{l\in L} \mathrm{cs_{rlj}}\,.\,\mathrm{Z_{rlj}} + \sum_{r\in R}\sum_{d\in D}\sum_{l\in L} \mathrm{ct_{rld}}\,.\,\mathrm{W_{rld}} \qquad (1)$$

$$\min \sum_{a=1}^{n}\sum_{b=1}^{n} \mathrm{C_{ab}\,X_{ab}} \qquad (2)$$

St:

$$\sum_{l\in L} \mathrm{M_{ril}} = \mathrm{b_{ri}} \qquad \forall i \in I, r \in R \qquad (3)$$

$$\sum_{i\in I} \mathrm{M_{ril}} \le \mathrm{y_l^\tau caf_l^\tau} \qquad \forall l \in L, r \in R, \tau \in \tau \qquad (4)$$

$$\sum_{l\in L} \mathrm{Z_{rlj}} \le \mathrm{cas_{rj}} \qquad \forall j \in J, r \in R \qquad (5)$$

$$\sum_{j\in J} \mathrm{W_{rlk}} \le \mathrm{cat_{rd}} \qquad \forall d \in D, r \in R \qquad (6)$$

$$\sum_{a=0}^{n} \mathrm{x_{ab}} = 1 \qquad b = 0,1,\ldots,n \qquad (7)$$

$$\sum_{b=0}^{n} X_{ab} = 1 \qquad a = 0,1, \dots, n \qquad (8)$$

$$x_{ab} \in (0,1)\ , i \geq 2 \qquad a, b = 0,1, \dots, n \qquad (9)$$

$$Z_{rlj}\ , W_{rlk}\ , M_{ril} \geq 0\ \forall i \in I, r \in R, d \in D, l \in L \qquad (10)$$

تابع هدف (۱) مجموع هزینه های ثابت حمل و نقل را کمینه می کند.
تابع هدف (۲) مجموع هزینه های مسأله فروشنده دوره گرد را کمینه می کند.
محدودیت (۳) تضمین می کند تمام انواع محصولات برگشتی از مشتریان جمع آوری شوند.
محدودیت های(۴)، (۵) و (۶) به ترتیب حداکثر ظرفیت مرکز جمع آوری ، احیا و انهدام را برای انواع محصولات نشان می دهد.
محدودیت های (۷) تا (۹) مربوط به TSP است که به ترتیب:
محدودیت (۷) تضمین می کند که از هر گره یک یال وارد می شود. در محدودیت (۸) تضمین می کند که از هر گره یک یال خارج می شود. محدودیت های(۹) و (۱۰) نشان دهنده صفر و یک و مثبت بودن متغیرهای تصمیم است.
از آنجا که شبکه پیشنهاد شده نهایی تحقیق از نوع NP-HARD است که زمان حل آن با افزایش ابعاد مسئله بسرعت زیاد می شود و از این رو برای حل مدل در ابعاد بزرگ باید از روش های ابتکاری یا فراابتکاری استفاده شود لذا برای آن که هم زمان حل کاهش یابد و هم هزینه نهایی مدل کمینه گردد، بر آن شدیم تا مدل را با الگوریتم خفاش حل کنیم.
الگوریتم خفاش یک الگوریتم فراابتکاری مبتنی بر جمعیت است که ایده اولیه آن توسط یانگ بیان شد(yang, 2008) و سپس در سال ۲۰۱۰ گسترش یافت(yang, 2010). یک بازنگری بر روی تحقیقات مرتبط با این الگوریتم و کاربردهای آن انجام داده است که نتایج نشان می دهد که این الگوریتم برای مسایل بهینه سازی مناسب است. ویژگی مکان یابی صوتی، خفاش ها را قادر می سازد تا بتوانند شکار خود را بیابند. خفاش ها پالس صوتی بسیار بلندی تولید می کنند و به بازگشت آن از اشیاء اطراف گوش می کنند. پالس ها ویژگی های مختلفی دارند که وابسته به استراتژی شکار خفاش ها و نوع موجودی که قصد شکار آن را دارند، است. خفاش ها از تأخیر انعکاس و تشخیص بازتاب، اختلاف زمانی بین دو گوش و تغییر بلندی صوت بازتابی، می توانند یک فضای سه بعدی اطراف خود بسازند. آن ها می توانند فاصله و جهت هدف و حتی سرعت شکار خود را تشخیص دهند. منطق این الگوریتم به این صورت است که هر خفاش مجازی با یک سرعت برابر V_i به طور تصادفی پرواز می کند. مکان آن یا X_i، جواب نهایی این الگوریتم است. یک خفاش در حین جستجویش برای یافتن شکار طول موج صدا A_i و نرخ انتشار پالس R_i را تغییر می دهد. همچنین جستجو توسط گام تصادفی تقویت می شود. انتخاب بهترین، تا زمانی که یکی از شرایط توقف برقرار گردد، ادامه دارد. این رفتار انعکاسی خفاش ها با فرض های زیر می تواند برای حل مسائل بهینه سازی مدل سازی شود:

۱. همه خفاش ها از انعکاس صدا برای تعیین فاصله استفاده می کنند.

۲. پرواز خفاش ها به صورت تصادفی با سرعت V_i و در مکان X_i با فرکانس ثابت f_{min}، طول موج مختلف $\boldsymbol{\lambda}$ و بلندی صدا A_0 برای جستجوی طعمه صورت می گیرد، خفاش ها می توانند به طور خودکار طول موج (یا فرکانس) امواج پخش شده خود را تنظیم کنند، و نرخ امواج انتشار(R_i) را با توجه به نزدیکی هدف خود تنظیم کنند. نرخ موج می تواند در بازه صفر و یک باشد که صفر یعنی هیچ موجی اصلا وجود ندارد و یک یعنی بیشترین نرخ انتشار موج بکاربرده گرفته شده است.

۳. فرض می کنیم که بلندی صدا از A_0 با (مقادیربزرگ) مثبت به مینیمم مقدار ثابت (A_{min}) قابل تغییر است. به طور کلی فرکانس f در محدوده [f_{max} ، f_{min}] متناظر با بازه طول موج [λ_{min} , λ_{max}] قرار دارد. نحوه تغییر مکان ها و سرعت ها را در یک جستجوی مرحله ای به صورت زیر مشخص می شود. راه حل های جدید در بازه زمانی T به صورت زیر به دست می آیند.

$$f_i = f_{min} + (f_{max} - f_{min})\beta$$

$$V_i^{t} = V_i^{t-1} + \left(X_i^{t} - X_*\right) f_i$$

$$X_i^{t} = X_i^{t-1} + V_i^{t}$$

که در آن $X_i{}^t$ و $V_i{}^t$ به ترتیب مکان و سرعت خفاش i ام در لحظه t ، $V_i{}^{t-1}$ سرعت همان خفاش در لحظه قبل و β یک بردار تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه [0,1] است. X_* بهترین مکان (راه حل) کلی است که پس از مقایسه تمام راه حل ها در میان n خفاش مکان یابی شده است. برای جستجوی محلی نیز، یک راه حل از بین بهترین راه حل های فعلی انتخاب می شود. راه حل جدید برای هرکدام از خفاش ها با استفاده از روش قدم زدن تصادفی به صورت محلی طبق رابطه زیر تولید می شود:

$$X_{new} = X_{old} + (X_* - X_{old})\varepsilon A^t$$

که در آن $\varepsilon \in [-1,1]$ یک عدد تصادفی است و $A^t = \langle A_i{}^t \rangle$ میانگین بلندی صوت تمام خفاش ها در این گام زمانی است. به ازای هر پالس، بلندی $A_i{}^t$ و رتبه انتشار موج r_i نیز در هر دوره تکرار باید تغییر کنند.

$$A_i{}^{t+1} = \alpha A_i{}^t$$

$$r_i{}^{t+1} = r_i{}^\circ \left(1 - e^{-\gamma t}\right)$$

که در آن α و γ مقادیری ثابت اند. به ازای هر $\circ < \alpha < 1$ و $\gamma > \circ$ با افزایش مقدار t ، $A_i{}^t$ به صفر و $r_i{}^{t+1}$ به $r_i{}^\circ$ میل می کند.

شرکت سهامی وزنه یکی از شرکت های وابسته به گروه توسعه اقتصادی ماموت می باشد. این شرکت با بیش از ۴۷ سال سابقه، مجری ساخت انواع جرثقیل ، تجهیزات کارخانجات از قبیل سیستم های نقاله ، فیدر ، الواتور و دستگاه های شن و ماسه می باشد. این شرکت دارای سیستم یکپارچه ERP تحت لیسانس SAP آلمان و نماینده انحصاری شرکت GH,S.A اسپانیا است. موتور و گیربکس های اصلی از شرکت GH اسپانیا وارد می شود و ساخت ، مونتاژ ، نصب و خدمات پس از فروش در شرکت وزنه انجام می گیرد.

۳- نتایج و بحث

برای ارزیابی مدل پیشنهادی و رویکرد حل آن از تعدادی مثال در ابعاد متفاوت استفاده شده است. از آنجا که برای مراکز احیاء و انهدام در شرکت مذبور با محدودیت مواجه بودیم، لذا تغییر ابعاد مسئله بر اساس مرکز مشتری صورت گرفته است و به همین دلیل مراکز احیاء و انهدام هرکدام یک مرکز در نظر گرفته شده است. برای حل مسائل از نوت بوکی با ۴ گیگابایت رم و cpu , core i5 ۲.۵ گیگاهرتز استفاده شده است. جدول زیر نتایج حل مدل کدنویسی شده در نرم افزار متلب بر اساس الگوریتم خفاش را نشان می دهد:

جدول شماره (۱): مسائل نمونه

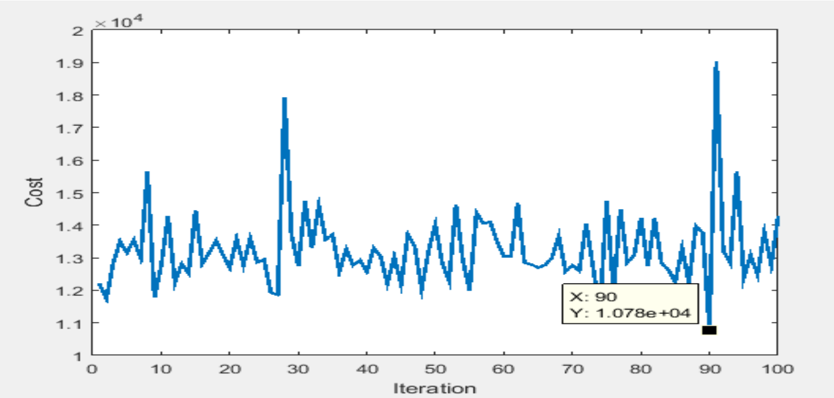
ردیف مسائل	مراکز		برگشتی ها
	مشتری	جمع آوری	
۱	۱۰	۵	۲
۲	۱۵	۵	۳
۳	۳۰	۱۰	۴
۴	۳۵	۱۰	۵
۵	۴۵	۱۵	۶
۶	۵۰	۲۰	۷

جدول شماره (۲): نتایج حل مسائل نمونه با الگوریتم خفاش

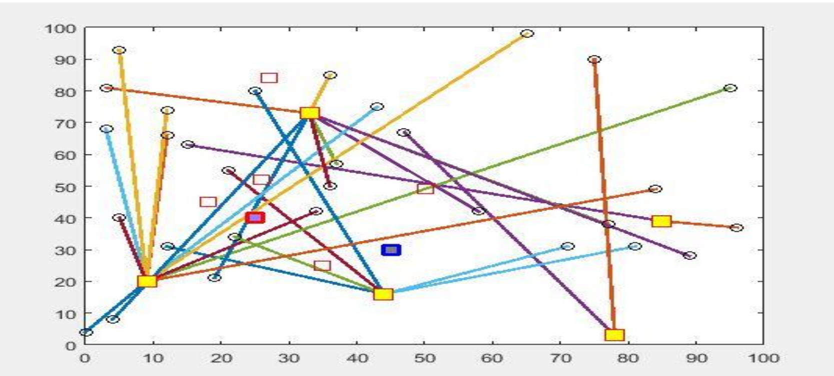
الگوریتم خفاش			الگوریتم ژنتیک	
زمان متوسط (ثانیه)	هزینه متوسط	تعداد تکرار	زمان متوسط (ثانیه)	هزینه متوسط
۸/۲۶۶	۱۵۳۸	۵۰	۱۰/۴۱۸	۱۶۸۱
۸/۴۸۰	۴۵۲۰	۵۰	۱۰/۴۶۱	۵۰۲۰

۱۸/۳۵۲	۱۰۷۸۰	۱۰۰	۲۰/۲۳۱	۱۲۰۰۰
۱۸/۶۳۱	۴۴۲۸۰	۱۰۰	۲۰/۹۷۲	۴۹۶۱۷
۳۴/۴۴۶	۵۷۲۲۰۰	۲۰۰	۳۷/۳۰۸	۵۹۷۵۱۵
۳۶/۳۴۷	۶۱۴۵۳۵	۲۰۰	۳۸/۹۰۳	۶۹۲۴۱۱

آنچه از این جدول حاصل می گردد آن است که با افزایش ابعاد مسئله زمان رسیدن به جواب بهینه افزایش می یابد که این میزان در الگوریتم خفاش بیانگر زمان حل کمتر و جوابی بهینه تر است. طی صحبت هایی که با مسئول نصب و راه اندازی، کنترل کیفیت و نگهداری وتعمیرات شرکت انجام شد، به این نتیجه رسیدیم که اگر تعداد مراکز مشتری برابر ۳۰ مرکز به ازای ۳۰ استان کشور (استان های تهران و البرز یک استان فرض شده)، تعداد مراکز جمع آوری ۱۰ مرکز و با توجه شرایط شرکت تعداد مراکز احیاء و انهدام، هر کدام یک مرکز در نظر گرفته شود، به شرایط واقعی شرکت نزدیک تر است. حل مسئله مورد نظر شرکت به شرح نمودارهای زیر است. در نمودار اولی مربع ها مراکز جمع آوری، دایره ها مراکز مشتری، مربع آبی مرکز احیاء، مربع قرمز مرکز انهدام و مربع های زرد مراکز انتخاب شده هستند. در نمودار ثانوی کمینه هزینه حل نشان داده شده است.



شکل شماره (۱): حل الگوریتم خفاش (هزینه ۱۰۷۸۰ در ۱۸.۳۵۲ ثانیه)



شکل شماره (۲): حل الگوریتم خفاش (مربع های زرد مراکز جمع آوری، دایره ها مراکز مشتری، مربع آبی و قرمز مرکز احیا و انهدام)

در این پژوهش مدل TSP برای کالاهای برگشتی توسعه داده شد و در ادامه مدل مذکور از طرق الگوریتم خفاش حل گردید، که قیاس آن با حل از طریق الگوریتم ژنتیک گویای کارایی مدل در کمینه سازی هزینه و زمان حل مسئله است.

اگرچه در این تحقیق سعی بر ارائه یک مدل توسعه یافته برای مسأله فروشنده دوره گرد شده است ولی آنچه مسلم است در همین حوزه مورد پژوهش نیز ابعادی وجود دارد که در اینجا به کار گرفته نشده است ، لذا پیشنهاد می گردد برای بررسی های بعدی مواردی چون: در نظر گرفتن هزینه های زیست محیطی در حمل و نقل، بررسی عدم قطعیت درمحصول برگشتی و ارائه پنجره زمانی نیز مورد بررسی قرار گیرند.

٤- منابع

1. Applegate, D. L.; Bixby, R. M.; Chvátal, V.; Cook, W. J. (2006), the Traveling Salesman Problem, ISBN 0-691-12993-2.
2. Bektas, T. (2006). The multiple traveling salesman problem: An overview of formulations and solution procedures. Omega, 34(3), 209–219.
3. Chan, D. and Mercier, D. (1989). IC insertion: An application of the traveling salesman Problem, International Journal of Production Research, 27, 1837–1841.
4. Cordeau,J.F.,Ghiani,G.,& Guerriero, E. (2014). Analysis and branch and-cut algorithm for the time dependent travelling salesman problem. Transportation Science, 48(1), 46–58.
5. Gromicho J., Paixao J. and Branco I. (1992). Exact solution of multiple traveling salesman problems, In: MustafaAkgül, et al., editors. Combinatorial optimization. NATO ASI Series, Berlin: Springer, F82, 291–292.
6. Hougardy Stefan, Mirko Wilde. (2014). On the nearest neighbor rule for the metric traveling salesman problem, Discrete Applied Mathematics.
7. Li. D, and H.X. Sun. (2009) "An Application Research of TSP Based on Genetic Algorithm," Science Technology of Heilongjiang Province, (13), 27.
8. Nemati, K., Shamsuddin, S.M. and Saberi Kamarposhti, M. (2011). Using Imperial Competitive Algorithm for Solving Traveling Salesman Problem and Comparing the Efficiency of the Proposed Algorithm with Methods in Use, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(10), 540-543.
9. Peng. D.P, Z.Y. Lin, and J.Q. Wang. (2002).An Improved Genetic Algorithm for TSP Problem, Computer Engineering and Applications, (13), 91-93.
10. Roberti, R., & Toth, P. (2012). Models and algorithms for the asymmetric traveling sales man problem: an experimental comparison. EURO Journal on Transportation and Logistics,1,113–133.
11. Salari M., Z. Naji Azimi. (2012). An integer programming-based local search for the covering salesman problem, Comput. Oper. Res. 39 (11), 2594–2602.
12. Salari Majid, Mohammad H. Shaelaiea, Zahra Naji-Azimib. (2014). The generalized covering traveling salesman problem, Applied Soft Computing.
13. Soylu Banu. (2015). A general variable neighborhood search heuristic for multiple traveling salesmen problem, Computers & Industrial Engineering.
14. Tas Duygu, Michel Gendreaub, Ola Jabali, Gilbert Laporte. (2015). The traveling salesman problem with time-dependent service times, European Journal of Operational Research2.
15. Venkatesh, P., & Singh, A. (2015). Two metaheuristic approaches for the multiple traveling salesperson problem. Applied Soft Computing, 26, 74–89.
16. Wong, L.P., Low, M.Y.H. and Chong, C.S. (2008). A bee colony optimization algorithm for traveling salesman problem, Modeling & Simulation, AICMS 08. Second Asia International Conference on, 818– 823.
17. Yang, X.S. (2008). Nature-inspired metaheuristic algorithms, 1stEdition, Luniver Press**.**
18. Yang, X.S. (2010). a new metaheuristic bat-inspired algorithm, in: Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization, NISCO 2010, Studies in Computational Intelligence, Springer Berlin**.** Available from: http://arxiv.org/
19. Yang, X.S. (2011). Bat algorithm for multi-objective optimization, International Journal Bio-Inspired Computation**.** Available from: http://arxiv.org/
20. Zhang, X. and Tang, L. (2009). A new hybrid ant colony optimization algorithm for the vehicle routing problem, Pattern Recognition Letters, 30, 848–855.