



نشریه علمی پژوهشی جدید برای حل مساله فروشنده دوره گرد متقارن



دوره 1492، شماره 2، زمستان 1403، گروه کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران
MNR-509-2-6D5545

استناد به مقاله: پورشیخی، محسن، (1400). الگوریتمی جدید برای حل مساله فروشنده دوره گرد متقارن، نشریه علمی پژوهشی علم، فرهنگ و هنر، اول (اول)، 8-18.

چکیده

تاریخچه مقاله: دریافت شده: پذیرفته شده: 1403/07/30 در دسترس آنلاین: 1403/08/01	فروشنده دوره گرد از مسائل NP-Complete است که تا کنون محققین بسیاری روی آن کار کرده اند تا بتوانند یا این مشکل را بصورت کلی حل یا حل آن را چند قدم جلوتر ببرند که ما نیز در این مقاله یک راه کار جدید را ارائه کرده ایم تا بتوانیم حل این مسائله را به حل کامل نزدیک کرده و در راهکار جدید ما سه مشکل اصلی پیش روی مسیر فروشنده دوره گرد یعنی بن بست، تقاطع و مسیر های بحرانی را تشخیص و اقدام به رفع آنها کنید و در نهایت مسیری را که برای فروشنده ارائه می دهد یک مسیری که خالی از سه مشکل بالاست، می باشد و نتایج شبیه سازی راهکار جدید نیز نشان دهنده این است که راهکار ما توانسته است نسبت به راهکارهای گذشته برتری داشته باشد که همه این ها از مزایای راهکار نو ما است.
واژگان کلیدی: فروشنده دوره گرد، بن بست، تقاطع، مسیر بحرانی	

1. مقدمه:

مسئله را از قبیل بهینه ترین مسیر را در یک زمان بسیار مقبول را برای هر ورودی تضمین تا این برتری را به اسم خود ثبت نمایند. این مسئله اولین بار در سال 1759 میلادی توسط اولرو به نام مسئله مسیر شوالیه ها مطرح شد که این مسئله بدینگونه بود که نودهای آن 46 مربع صفحه شطرنج بودند که هر کدام با دو راس دیگر مجاورت داشتند و شوالیه هر بار تنها می توانست به اولین بار در دهه 1930 توسط (TSP) یک مربع مجاور خود حرکت کند. ولی مسئله فروشنده دوره گرد

فروشنده دوره یکی از مسائل مورد علاقه پژوهشگران است چرا که این مسئله از مسائل و تاکنون کسی نتوانسته است که یک راهکار ارائه دهد که تمام بهینگی و زمان مقبول فروشنده NP-Complete دوره گرد را تضمین کند و از این رو است که پژوهشگران زیادی وجود دارند که سعی و تلاش شان بر این است تا بتوانند یک راهکار جدید ارائه دهند که تمام خصوصیات این

نشان di_j را با j و i در مسئله فروشنده دوره گرد اگر فاصله میان دو گره $(F.P.García Márquez, 2012)$

وجود $d_{j,i} = di_j!$ باشد را متقارن و در صورتیکه حداقل یک مقدار $d_{j,i} = di_j$ دهیم، اگر در تمام حالات مقدار داشته باشد را نامتقارن گویند.

مسئله فروشنده دوره گرد متقارن با نامتقارن از دو جهت عمده با هم متفاوت اند. اول اینکه حافظه رایانه برای مسئله فروشنده دوره گرد متقارن نصف حافظه رایانه لازم برای نامتقارن است و دوم اینکه در مسائل نامتقارن، بهینه کردن و تقریب زدن مشکل تر از مسائل متقارن است (Jill cirasella, david s.johnson)

- کاربردها و ارتباط های TSP با سایر مشکلات را می توان: 1- زمانبندی چاپ مطبوعات 2- زمانبندی خدمه ها 3- مشکل مسیریابی اتوبوس مدارس 4- زمانبندی مصاحبه ها 5- برنامه ریزی ماموریت ها 6- زمانبندی گرم آلیاژها 7- طراحی شبکه ناوبری سیستم های نقشه برداری جهانی نام برد. (Tolga Bektas, 2006)

پژوهش هایی برای حل مسئله فروشنده دوره گرد و انتقال ذرات و انرژی حاکم بر لوله ها و معادلات حاکم بر ذرات توسط توسط محققان علمی مختلف ارائه شده است [7-18]. تحقیقاتی برای الگوریتمی جدید به همراه بن بست، تقاطع، مسیر بحرانی و معادلات و انرژی های حاکم بر ذرات توسط پژوهشگران مختلف بررسی شده است [19-31].

2- تئوری

- 1-2- الگوریتم جدید برای حل مساله

فروشنده دوره گرد

- 2-1-2- انتخاب نود برای مسیر

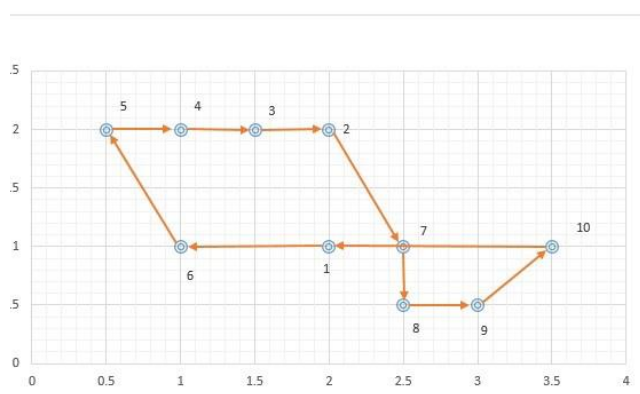
ما در الگوریتم جدیدمان برای انتخاب نودهای بعدی، اولویت را به نودهایی که بدون بررسی نودهای ملاقات شونده نسبت به آخرین نود موجود در لیست نودهای ملاقات شوند، کمترین فاصله را داشته باشند.

ریاضیدانانی به نام های کارل منگر و هاسلر ویتنی به عنوان یک مسئله ریاضی مطرح شد. شرح مسئله بدین شکل است که یک فروشنده می خواهد تعدادی نود (شهر) را ملاقات کند و هدفش پیدا کردن کوتاهترین مسیر است، بطوری که از همه نودها عبور کرده و هر نود را تنها یکبار ملاقات کند و در نتیجه به نقطه شروع بازگردد.

اندازه و پیچیدگی مسائل بهینه سازی مانند مسئله فروشنده دوره گرد و مسائل دنیای واقعی، موجب شده است تا روش هایی توسعه پیدا کنند که کارایی آنها، با پیدا کردن نتایج منطقی در زمان قابل قبول، سنجیده شود. بعنوان مثال، رویکردهای مبتنی بر علوم زیست شناسی و علوم اجتماعی، همچون الگوریتم های تکاملی، شبکه های عصبی و موارد دیگر، نشان داده اند که بسیار عملی بوده و راه حل هایی مناسب برای مسائل بهینه سازی گوناگون مسئله فروشنده دوره گرد از NP -، Hard در میان مجموعه مسائل (B.K.Panigrahi, فراهم کرده اند) 2010 محبوبیت بیشتری نسبت به دیگر مسائل در بین محققان برخوردار است. از دلایل مهم این موضوع می توان به سادگی آن در بعد فهم و رابطه مند شدن، دشواری آن در بعد حل و در نهایت نزدیکی آن به مسائل دنیای واقعی مسئله فروشنده دوره گرد نقش مهمی در تکامل بخش عمده ای از تحقیقات (G.GUTIN, اشاره کرد) 2001 علمی و حتی کاربردی بازی می کند. این مسئله تا بحال نقشی بسیار حساس و کلیدی را هم در تکامل نظریه (Holger H. Hoos, پیچیدگی محاسباتی و هم در توسعه ابزارهای جدید محاسباتی ایفا کرده است.

برای حل مسئله فروشنده دوره گرد دو نوع الگوریتم وجود دارد که عبارت اند از 1- الگوریتم (Thomas St. بسیاری از مسائل مدیریتی نظیر مساله El-Ghazali Talbi, های دقیق 2- الگوریتم های تقریبی) 2009 هستند TSP یابی، مکان یابی تسهیلات، برنامه ریزی فعالیت ها و طراحی شبکه ها و ... ، قابل مدل سازی به

2-2 تشخیص بن بست در مسیر فروشنده و رفع آن
ی کی از مشکلات عمده ای که بین راه مسیر فروشنده وجود دارد نودی است که ایجاد بن بست می نماید، بن بست زمانی رخ می دهد که ما از یک مسیری عبوری و تعدادی نود را ملاقات نموده ایم و اکنون که بخواهیم به نود دیگر مهاجرت نماییم مجبور باشیم از نود یا نودهایی که قبلا عبور نموده ایم دوباره عبور نماییم. ما در شکل 1 یک نمونه از مسیر دارای بن بست را به نمایش در آورده ایم.



شکل (1): یک نمونه از مسیر با بن بست

برای تشخیص نود ایجاد بن بست ما ابتدا حالت دو نود مبدا و مقصد را نسبت به یکدیگر بدست می آوریم که دو نود نسبت به یکدیگر می توانند در چهار حالت قرار گیرند که عبارت اند از:

هر نود نود X شان ثابت و Y شان متفاوت باشد.

تمام نقاطی که X شان برابر X یکی از دو نقطه مبدا و مقصد باشد و Y شان از کمترین Y دو نقطه بیشتر و از بیشترین Y دو نقطه کمتر باشد را به عنوان نقاط بین این دو نود معرفی می کنیم.

هر دو نود Y شان ثابت و X شان متفاوت باشد.

تمامی نقاطی که Y شان برابر Y یکی از دو نقطه مبدا و مقصد باشد و X شان از کمترین X دو نقطه بیشتر و از

بیشترین X دو نقطه کمتر باشد را به عنوان نقاط بین این دو نود معرفی می کنیم.

X و Y نود اولی از X و Y نود دومی بزرگتر باشد و برعکس

در این حالت ما ابتدا فاصله X ها را با هم و فاصله Y ها با یکدیگر جمع می کنیم سپس اختلاف آنها را محاسبه و بر اساس آن اقدام می کنیم.

$$X = x - x \text{ (کوچکتر) - (بزرگتر)}$$

$$Y = y - y \text{ (کوچکتر) - (بزرگتر)}$$

ما زمانی که فاصله X ها را با فاصله Y ها محاسبه نمودیم. ممکن است سه حالت نسبت به یکدیگر داشته باشند که عبارت اند از :

فاصله Y ها از X ها بیشتر باشد.

در این حالت، کافیت که ما همانند فرمول زیر عمل کرده تا نقطه بین آنها را تشخیص دهیم.

$$Y1 = Y / X$$

$$X1 = x - x \text{ (کوچکتر)}$$

$$M = (X1 * Y1) + y \text{ (کوچکتر)}$$

چنانچه Y نود مورد بررسی برابر با M باشد پس در بین دو نقطه هست و چنانچه برابر نبود پس مابین دو نقطه مبدا و مقصد نیست.

فاصله Y ها از فاصله X ها کمتر باشد.

در این حالت، کافیت که ما مطابق فرمول زیر عمل کرده تا نقطه بین آنها را تشخیص دهیم.

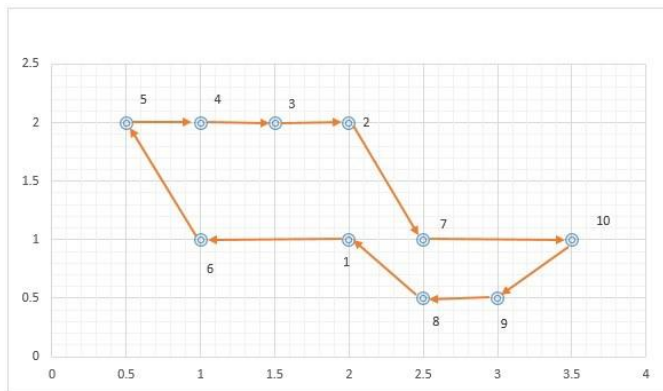
$$X1 = X / Y$$

$$Y1 = y - y \text{ (کوچکتر)}$$

$$M = (Y1 * X1) + x \text{ (کوچکتر)}$$

چنانچه X نود مورد بررسی برابر با M باشد. پس در بین دو نقطه هست و چنانچه برابر نباشد پس در بین دو نقطه مبدا و مقصد نیست.

فاصله Y ها برابر فاصله X ها باشد



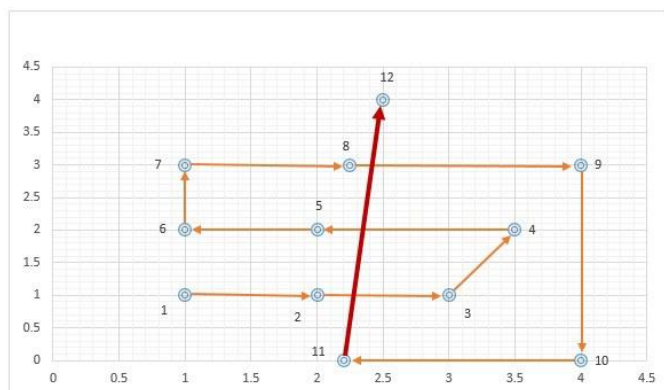
شکل (2): رفع بن بست شکل 1

$M = 1 \ 6 \ 5 \ 4 \ 3 \ 2 \ 7 \ 8 \ 9 \ 10$
 $M = 1 \ 6 \ 5 \ 4 \ 3 \ 2 \ 7 \ 10 \ 9 \ 8$

در شکل 2 ما با توجه تشخیص نود 5 که ایجاد کننده بن بست بود در لیست نودهای ملاقات شوند از 5 به بعد را برعکس نموده ایم که باعث رفع بن بست شده است.

- تشخیص تقاطع و رفع آن

تقاطع یکی دیگر از مشکلات پیش روی فروشنده دوره گرد است که باعث طولانی شدن مسیر فروشنده دوره گرد می شود. تقاطع زمانی رخ می دهد که ما اگر بین دو نود اولی یک خط مجازی بکشیم که از دو نود عبور کند و دو نود دیگر که مقایسه می شوند در دو طرف خط باشند و برای دو نود دیگر نیز چنین باشد. ما در شکل 9 یک نمونه تقاطع را به نمایش در آورده ایم.



شکل (3): یک نمونه مسیر دارای تقاطع

برای تشخیص تقاطع نیز ما دوباره حالت دو نود را نسبت به یکدیگر بدست می آوریم که آنها نیز چهار حالت بالا را

در این حالت نیز کافی است که مطابق حالت 1 یا 3 عمل کنیم تا نقاط بین را تشخیص دهیم.

X اولی از X دومی بزرگتر و Y اولی از Y دومی کوچکتر باشد و برعکس

در این حالت ما ابتدا فاصله X ها را با هم و فاصله Y ها را با یکدیگر جمع می کنیم سپس اختلاف آن ها را محاسبه و بر اساس آن اقدام می کنیم.

$$X = x \text{ (کوچکتر)} - x \text{ (بزرگتر)}$$

$$Y = y \text{ (کوچکتر)} - y \text{ (بزرگتر)}$$

ما زمانی که فاصله X ها را با فاصله Y به دست آوریم. ممکن است سه حالت نسبت به یکدیگر داشته باشند که عبارتند از:

فاصله Y ها از X ها بیشتر باشد.

مطابق فرمول زیر عمل خواهیم کرد:

$$Y1 = Y / X$$

$$X1 = x \text{ (بزرگتر)} - x$$

$$M = ((X1 * Y1) + y \text{ (کوچکتر)})$$

چنانچه Y نود مورد بررسی برابر با M باشد پس در بین دو نقطه مبدا و مقصد نیست.

فاصله Y ها از X ها کمتر باشد .

بر اساس فرمول زیر عمل می نمایم:

$$X1 = X / Y$$

$$Y1 = y \text{ (کوچکتر)} - y$$

$$M = (x \text{ (بزرگتر)} - (Y1 * X1))$$

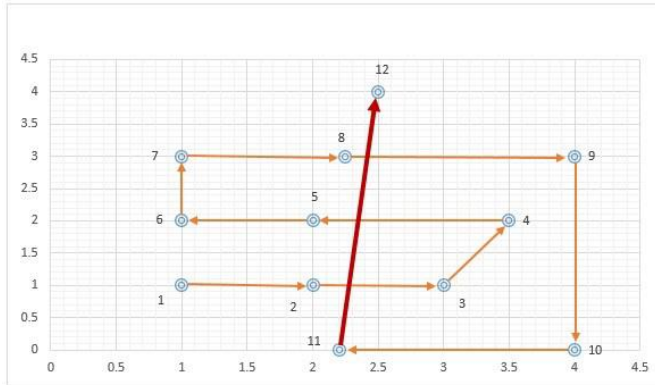
فاصله Y ها با X ها برابر باشد .

مطابق فرمول اول یا دوم عمل خواهیم کرد.

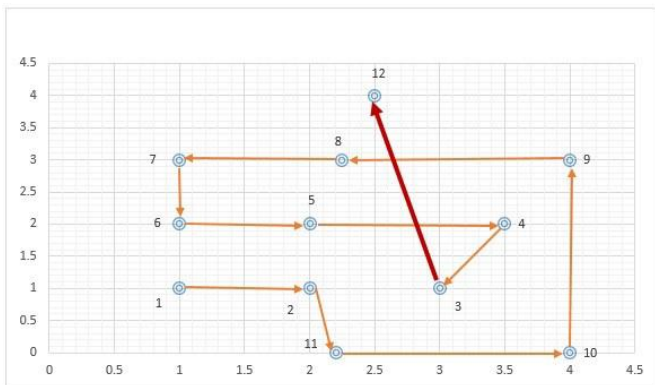
ما زمانی که بن بست را تشخیص دادیم الان زمان آن فرا رسیده است که اقدام به رفع بن بست نماییم، برای رفع بن بست کافیهست که ما در لیست نودهای ملاقات شوند، از نودی که ایجاد بن بست نموده است به بعد را برعکس نماییم. مانند شکل 2 که رفع بن بست شکل 1 می باشد.

عمل را تا زمانی که بین مبدا و مقصد تقاطعی وجود نداشته باشد انجام و از نود آخری که به عنوان تقاطع شناخته شده را به بعد بر عکس می نماییم.

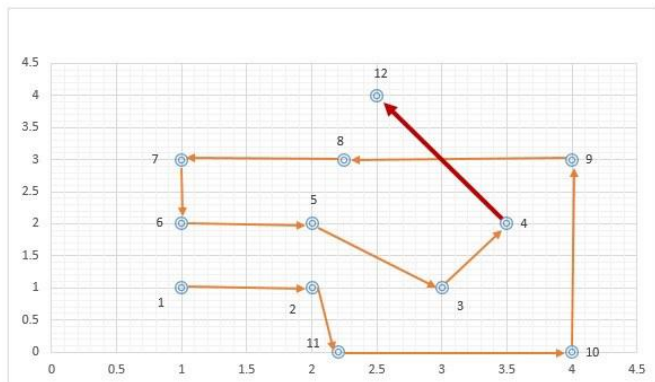
ما در شکل 4 نمای تصویری رفع تقاطع را در شکل 3 به نمایش در آورده ایم.



D = 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11
D = 1-2-11-10-9-8-7-6-5-4-3



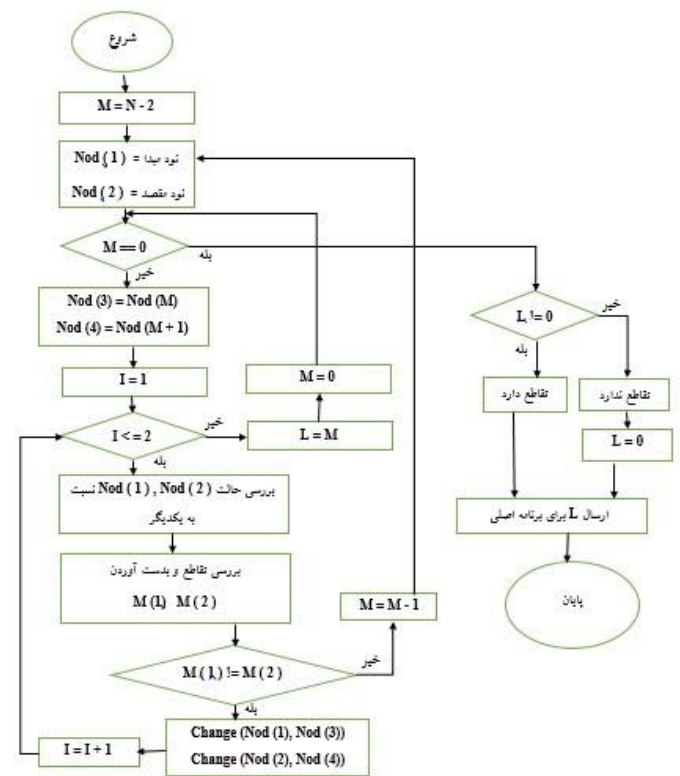
D = 1-2-11-10-9-8-7-6-5-4-3
D = 1-2-11-10-9-8-7-6-5-3-4



D = 1-2-11-10-9-8-7-6-5-3-4
D = 1-2-11-10-9-4-3-5-6-7-8

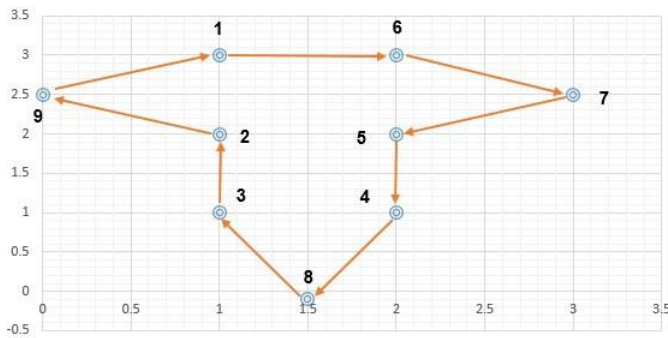
دارا هستند سپس بین این دو نقطه یک خط بی نهایت کشیده که از دو نقطه عبور کند و دو نود دیگر را که قرار است بررسی تقاطع را انجام دهیم را نسبت به این خط مقایسه و چنانچه در دو طرف خط باشند، سپس خط بی نهایت دو نقطه بعدی را کشیده و اینبار دو نقطه قبلی را مقایسه و چنانچه دوباره این دو نقطه در دو طرف خط بودند تقاطع را اعلام و در غیر این صورت تقاطع بوجود نمی آید. ما در الگوریتم 1 نمای کلی فلوچارت تشخیص تقاطع را به نمایش در آورده ایم.

بعد از تشخیص تقاطع حالا نوبت آن رسیده است که رفع تقاطع بنماییم. ما برای رفع تقاطع نیز نودی را که توسط الگوریتم تشخیص تقاطع ارسال می شود را در لیست نودهای ملاقات شوند را پیدا و از آن به بعد را برعکس می کنیم.

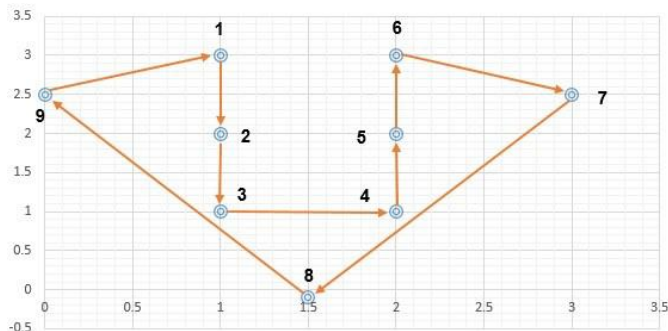


الگوریتم (1): نمای کلی فلوچارت تشخیص تقاطع

نکته: در زمان تشخیص تقاطع و برای رفع تقاطع، ما نودی که ایجاد تقاطع نموده را به عنوان مبدا و مبدا قبلی را به عنوان مقصد در نظر گرفته و چنانچه تقاطع بوجود نیامد از آن نود را به بعد بر عکس می نماییم و در صورت تشخیص تقاطع، آن نود را به عنوان مبدا در نظر می گیریم و این



شکل (5): نمای تصویری یک مسیر بدون بحران

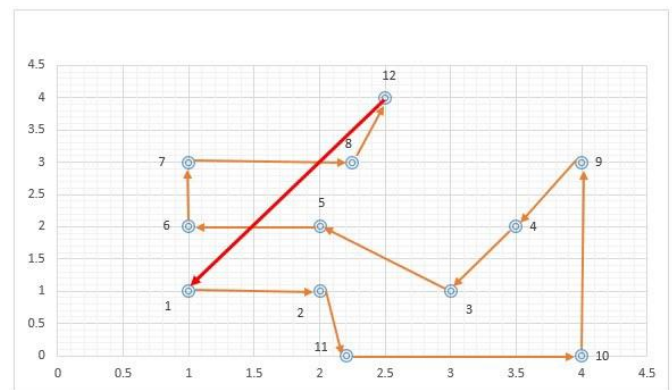


شکل (6): نمای تصویری یک مسیر بحرانی

ما برای تشخیص مسیر بحرانی اینگونه اندیشیده ایم که: برای نود مبدا ماتریس فاصله ها را محاسبه و چنانچه نود مقصد در ماتریس جز دو تا کمترین فاصله اش نباشد و برای مقصد نیز اینگونه باشد را مسیر بحرانی تشخیص می دهیم. برای رفع مسیر بحرانی نیز نود مبدا را به نزدیکترین اش بجز نود قبل از خودش در لیست نودهای ملاقات شوند چسبانده و دو نودی که بر اثر جابجایی نود مبدا به نزدیکترینش از هم جدا خواهند شد را در لیست ممنوعه قرار داده و تا زمانی که یک نود به لیست نودهای ملاقات شونده اضافه نشود، دو نود موجود در لیست ممنوعه در کنار

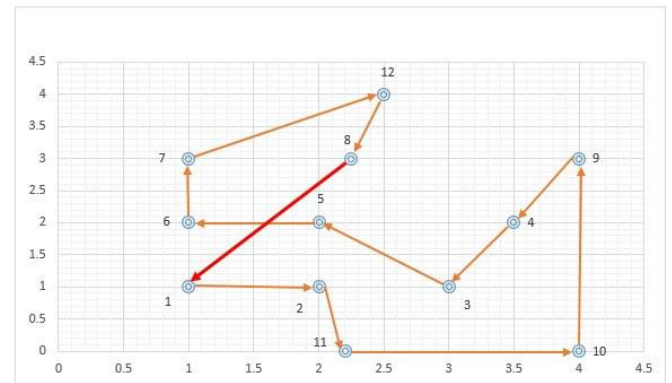
همدیگر قرار نمی گیرند و به محض اضافه شدن یک نود به لیست نودهای ملاقات شونده، لیست ممنوعه حذف و لیست جدید تعریف می شود.

ما در شکل 7 و 8 به ترتیب، انتخاب مسیر برای استاندارد Uleysses 22 که یکی از نمونه های استاندارد خود فروشنده دوره گرد می باشد را با اعمال رفع مسیر بحرانی و بدون اعمال رفع مسیر بحرانی در راهکار جدید به نمایش در آورده ایم تا متوجه شویم که رفع مسیر بحرانی در راهکار جدید ما چقدر تاثیر گذار می باشد.



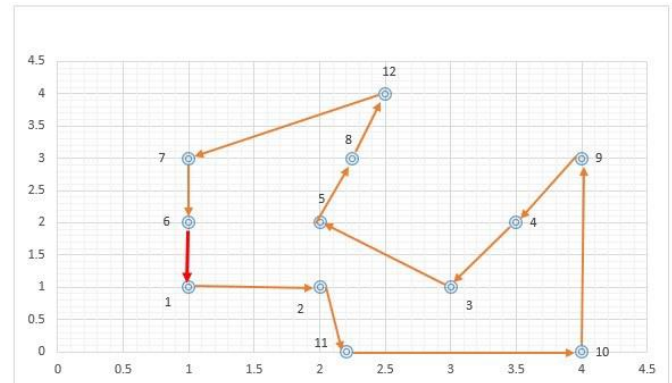
D = 1-2-11-10-9-4-3-5-6-7-12-8

D = 1-2-11-10-9-4-3-5-8-12-7-6



D = 1-2-11-10-9-4-3-5-6-7-12-8

D = 1-2-11-10-9-4-3-5-6-7-12-8



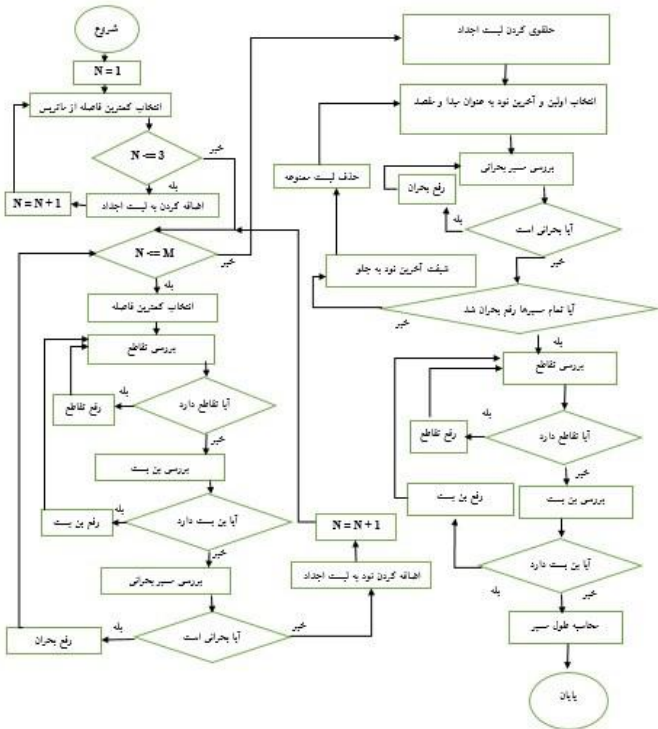
D = 1-2-11-10-9-4-3-5-6-7-12-8

D = 1-2-11-10-9-4-3-5-8-12-7-6

شکل (6): نمای تصویری مراحل رفع تقاطع

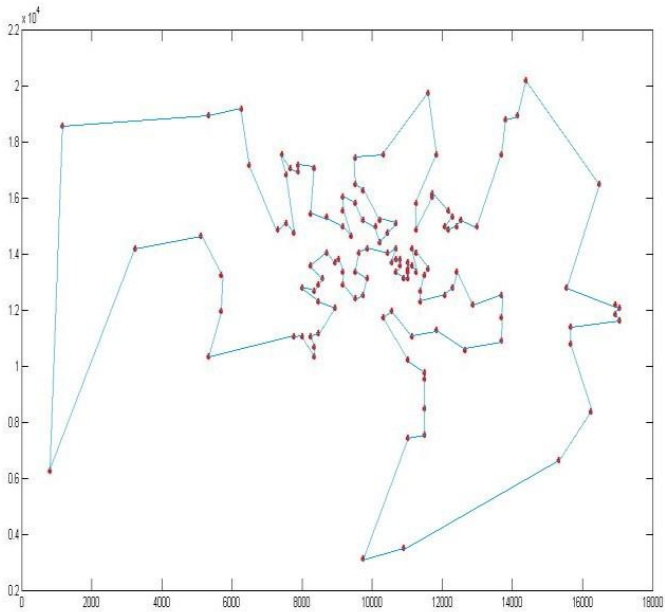
مسیر بحرانی و رفع آن

یکی دیگر از مشکلات مسیر فروشنده دوره گرد، مسیر بحرانی است. مسیر بحرانی زمانی رخ می دهد که یک مسیری که نه تقاطع و نه بن بست وجود داشته باشد که می توانستیم بهتر از آن مسیر داشته باشیم. ما در شکل 5 و 6 به ترتیب نمای تصویری یک مسیر بدون بحران و یک مسیر بحرانی را به نمایش در آورده ایم.

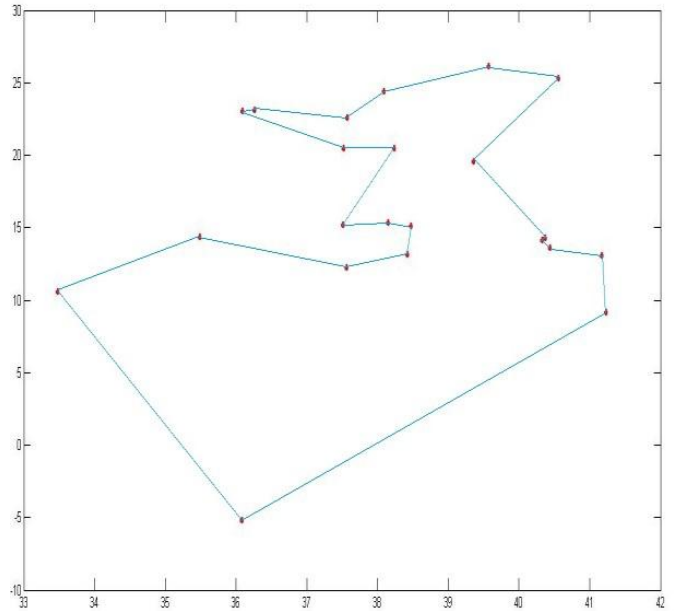


الگوریتم (2): نمای کلی فلوچارت الگوریتم پیشنهادی

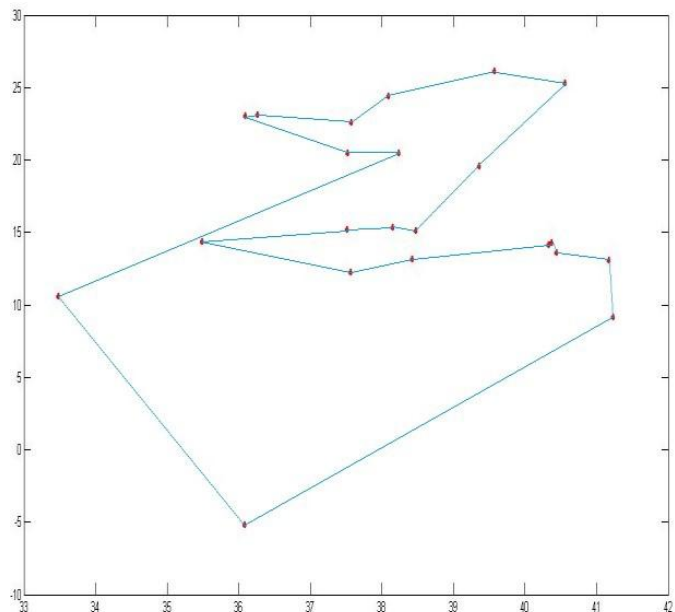
ما در شکل 9، 10، 11 و 12 چند نمونه مسیر انتخابی نمونه استانداردها را توسط راهکار جدید در معرض نمایش قرار میدهم. تا متوجه شویم که راهکار جدید چگونه می تواند مسیر را انتخاب کند.



شکل (9): مسیر انتخابی برای استاندارد Bier127 توسط راهکار جدید



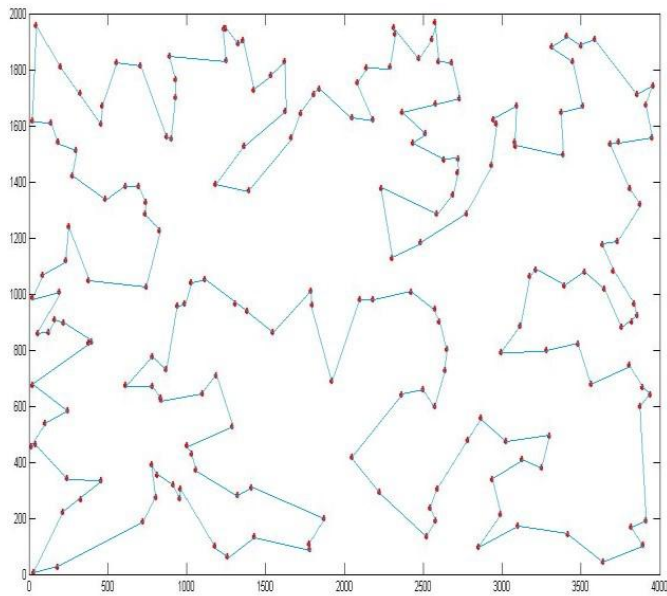
شکل (7): انتخاب مسیر بهیبه برای استاندارد Uleysses22 با اعمال رفع مسیر بحرانی



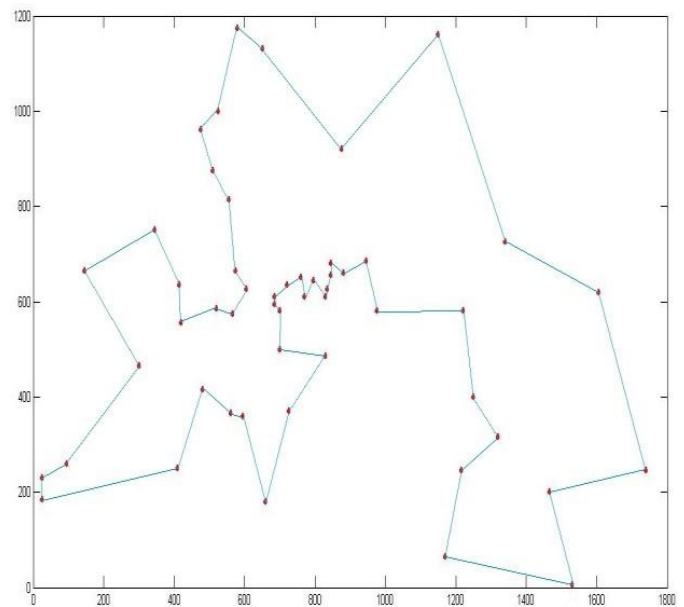
شکل (8): انتخاب مسیر بهیبه برای استاندارد Uleysses22 بدون اعمال رفع مسیر بحرانی

5.2: نمای کلی الگوریتم پیشنهادی

ما در الگوریتم 2 نمای کلی فلوجارت الگوریتم پیشنهادی را به نمایش آورده ایم.



شکل (12) مسیر انتخابی برای استاندارد *KroA200* توسط راهکار جدید



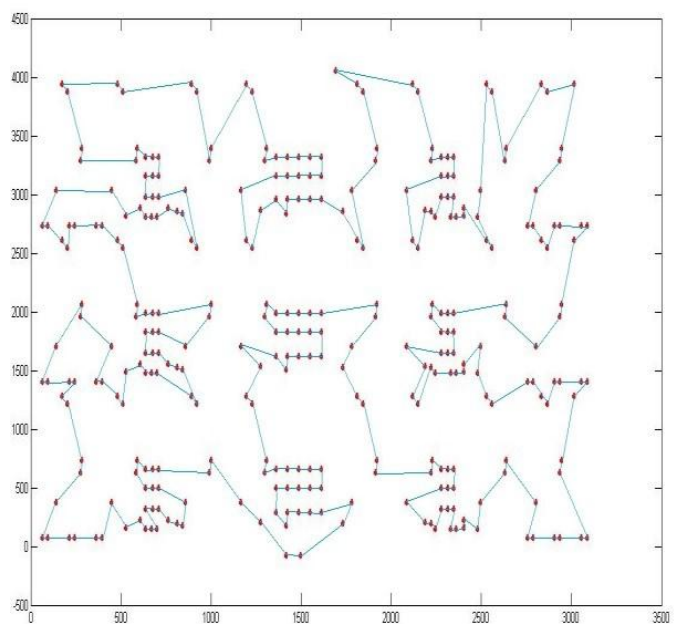
شکل (10) مسیر انتخابی برای استاندارد *Berlin52* توسط راهکار جدید

3- بحث و نتیجه گیری:

مساله فروشنده دوره گرد از مسائل Np -Complete است که تا کنون کسی نتوانسته است بتواند یک راهکاری ارائه دهد تا هر گونه داده ای را به آن بدهیم و در زمانی معقول بهینه ترین دور هامیلتونی را برای آن داده ها بدست آورد و از این رو است که محققین سعی دارند که این مسائله را به حل کامل نزدیک کنند و ما نیز بر این اساس تلاش نموده ایم که این مساله را چند پله به حل کامل نزدیکتر و با توجه به نتایج شبیه سازی این را به ما نشان می دهد که این راهکار می تواند مسیری تقریباً "بهینه را برای فروشنده دوره گرد پیدا کند و مسیری را ارائه می دهد که خالی از بن بست، تقاطع و تا حدالامکان سعی می نماید تا نزدیکترین نودها را به یکدیگر انتخاب نماید که همه این ها می تواند از برتری های راهکار جدید مان باشد.

4- سپاسگزاری

از اساتید، داوران، ویراستاران و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی اراک به خاطر حمایت مالی و معنوی و همکاری در اجرای پژوهش قدردانی، تشکر و سپاسگزاری میشود.



شکل (11): مسیر انتخابی برای استاندارد *Lin318* توسط راهکار جدید

5- منابع:

- [15] Reza. kakulvand, Effect of Non-uniform Convection on Entropy Generation and Enthalpy for the Laminar Developing Pipe Flow of a High Prandtl Number Fluid. *World Journal of Applied Chemistry*, 4 (2019) 69-78.
- [16] R. kakulvand, The effects of transient heat flux on the tube in contact with the natural convection, on enthalpy and entropy generation, for developed laminar flow of fluid with high Prandtl number. *Chem. Rev. Lett.*, 2 (2019) 165-175.
- [17] R. kakulvand, The effects of transient radiant flow on pipe in contact with natural convection, for developed laminar flow of fluid with high Prandtl number, on enthalpy and entropy generation, *Journal of Chem. Rev. Lett.*, 2 (2019) 130-137.
- [18] R. kakulvand, Effect of non-uniform temperature distribution on entropy generation and enthalpy for the laminar developing pipe flow of a high Prandtl number fluid. *Journal of Chem. Rev. Lett.*, 2 (2019) 98-106.
- [19] Reza Kakulvand, Population balancing methods to describe the increase and decrease of particle size. *Science, Culture and Art*, 1 (1) (1400) 19-25.
- [20] Reza Kakulvand, Population balancing methods to describe the increase and decrease of particle size. *Science, Culture and Art*, 1 (1) (1400) 19-25.
- [21] کاکولوند، رضا، (1400). بررسی ضریب پسا در سیستم های گاز مایع، نشریه علمی پژوهشی علم، فرهنگ و هنر، اول (اول)، 1-7.
- [22] Reza Kakulvand, Population balancing methods to describe the increase and decrease of particle size. *International Journal of Science, Culture and Art* 1 (1) (1400) 19-25.
- [23] کاکولوند، رضا، (1401). روش های موازنه ی جمعیت برای توصیف بزرگ شدن و کوچک شدن اندازه ذرات، نشریه علمی پژوهشی علم، فرهنگ و هنر، اول (اول)، 19-23.
- [24] شهریار، بتول، (1399). اثر تنش سرمازدگی بر رشد گیاهان پاییزه و راهکارهای مقابله، نشریه علمی پژوهشی علم، فرهنگ و هنر، 1، 1، 7-9.
- [25] R. kakulvand, Review of drag coefficients on gas – liquid tower: the drag coefficient independent and dependent on bubble diameter in bubble column experiment, *Chem. Rev. Lett.*, 2 (2019) 48-58.
- [26] R. Kakulvand. Investigation of drag coefficient in gas-liquid systems. *Journal of Science Culture and Art*, 1 (1) (2021) 1 – 6.
- [27] Mohsen Poursheikhi. A new algorithm to solve the symmetric iterative Marketer problem. *Iranian International Journal of Science, Culture and Art* 1 (11) (2021) 12-18.
- [28] Reza. kakulvand, Effect of Non-uniform Convection on Entropy Generation and Enthalpy for the Laminar Developing Pipe Flow of a High Prandtl Number Fluid. *World Journal of Applied Chemistry*, 4 (2019) 69-78.
- [29] R. kakulvand, The effects of transient heat flux on the tube in contact with the natural convection, on enthalpy and entropy generation, for developed laminar flow of fluid with high Prandtl number. *Journal of Chem. Rev. Lett.*, 2 (2019) 165-175.
- [30] R. kakulvand, The effects of transient radiant flow on pipe in contact with natural convection, for developed laminar flow of fluid with high Prandtl number, on enthalpy and entropy generation, *Chem. Rev. Lett.*, 2 (2019) 130-137.
- [31] R. kakulvand, Effect of non-uniform temperature distribution on entropy generation and enthalpy for the
- [1] Bijaya Ketan Panigrahi, Yuhui Shi, and Meng-Hiot Lim, "Handbook of Swarm intelligence", Vol. 4. Anyong Qing and Ching Kwang Lee Differential Evolution in Electromagnetics, 2010 ISBN 978-3-642-12868-4.
- [2] GREGORY GUTIN, ABRAHAM PUNNEN, "THE TRAVELING SALESMAN ROBLEM AND ITS VARIATIONS", Chapter 1 2001.
- [3] Holger H. Hoos, Thomas Stützle, "STOCHASTIC LOCAL SEARCH FOUNDATIONS AND APPLICATIONS" El-Ghazali Talbi, "METAHEURISTICS FROM DESIGN TO IMPLEMENTATION", Copyright ©2009
- [4] John Wiley & Sons, Fausto Pedro García Márquez and Marta Ramos Martín Nieto, "Heuristic Approaches for a Dual Optimization Problem", Chapter 1 2012
- [5] Jill cirasella, david s.johnson, lyle a.mcgoch, and weixiong zhang, "the asymmetric traveling salesman problem: algorithms, instance generators, and tests", ALENEX 2001 .
- [6] Proceeding Tolga Bektas, "The multiple traveling salesman problem: an overview of formulations and solution procedures", Omega 34 (2006) 209 – 219.
- [7] کاکولوند، رضا، (1400). بررسی ضریب پسا در سیستم های گاز مایع، نشریه علمی پژوهشی علم، فرهنگ و هنر، اول (اول)، 1-7.
- [8] Reza Kakulvand, Population balancing methods to describe the increase and decrease of particle size. *Iranian International Journal of Science, Culture and Art* 1 (1) (1400) 19-25.
- [9] کاکولوند، رضا، (1401). روش های موازنه ی جمعیت برای توصیف بزرگ شدن و کوچک شدن اندازه ذرات، نشریه علمی پژوهشی علم، فرهنگ و هنر، اول (اول)، 19-23.
- [10] شهریار، بتول، (1399). اثر تنش سرمازدگی بر رشد گیاهان پاییزه و راهکارهای مقابله، نشریه علمی پژوهشی علم، فرهنگ و هنر، 1، 1، 7-9.
- [11] R. kakulvand, Review of drag coefficients on gas – liquid tower: the drag coefficient independent and dependent on bubble diameter in bubble column experiment, *Chem. Rev. Lett.*, 2 (2019) 48-58.
- [12] R. Kakulvand. Investigation of drag coefficient in gas-liquid systems. *Iranian International Journal of Science Culture and Art*, 1 (1) (2021) 1 – 6.
- [13] Mohsen Poursheikhi. A new algorithm to solve the symmetric iterative Marketer problem. *Iranian International Journal of Science, Culture and Art* 1 (11) (2021) 12-18.
- [14] Batul Shahriyar, Ciruc Mansourifar, The effect of frost stress on the growth of autumn plants and ways to deal with them. *Science, Culture and Art* 1 (1) (2021) 7-11.

laminar developing pipe flow of a high Prandtl number fluid. Journal of *Chem. Rev. Lett.*, 2 (2019) 98-106.