مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره دهم / بهار ۱۳۹۱

کاربرد روش بهینه سازی الگوریتم ژنتیک در طراحی بهینه مسیر انتقال و توزیع کالاهای تولیدی واحدهای صنعتی به منظور مدیریت زمان و هزینه

حسین بدیعی[۱]
علی میراخورلی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۲۱
تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۱

چکیده

بهینه‌سازی فرآیندی است که با در نظر گرفتن اهداف و محدودیت‌های مد نظر، بهینه‌ترین حالت ممکن را پیشنهاد می‌دهد تا سیستم مورد نظر بتواند در بهینه‌ترین حالت ممکنه به فعالیت ادامه دهد. یکی از شرایطی که عموما واحدهای صنعتی مختلف با آن روبه رو می‌باشند، یافتن بهترین مسیر برای انتقال کالاهای تولیدی به بازار مصرف است تا از میزان هزینه ها و زمان مصرفی کاسته شود. روش بهینه سازی الگوریتم ژنتیک یکی از روش های نوین بهنیه سازی است که عملکرد بالایی در حل مشکلات سیستم‌های مختلف دارد. این الگوریتم با الگو برداری از ساختار ژنتیکی انسان، قادر است تا همواره بهینه ترین جواب ممکن را ارائه نماید. در این راستا هدف از مقاله حاضر، استفاده از این الگوریتم جهت یافتن بهترین مسیر ممکن برای انتقال کالاهای تولیدی واحدهای صنعتی به بازار مصرف است. نتایج این بررسی نشان داد که الگوریتم ژنتیک با توجه به خصوصیات منحصر به فرد قادر است تا بهینه‌ترین مسیر ممکن برای انتقال کالاهای تولیدی به بازار را مشخص نماید.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم ژنتیک، بهینه سازی، زمان، هزینه، انتخاب مسیر انتقال کالا.

۱- مقدمه

در مطالعات و بررسی های مالی سیستم های اقتصادی در بسیاری موارد، هدف حداقل یا حداکثر نمودن یک پارامتر در خروجی سیستم، به عنوان مثال هزینه یا سود می باشد.

۱- دانشگاه آزاد اسلامي واحد گرمسار، گروه حسابداري، سمنان، ايران. badieihossein@yahoo.com
۲- دانشگاه آزاد اسلامي واحد گرمسار، سمنان، ايران. a_mirakhorli49@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

این در حالی است که پارامتر مد نظر ممکن است به عوامل و شرایط مختلفی وابسته باشد (Aven, 2003). در واقع ممکن است محاسبه سود یا هزینه به کمک یک رابطه به پارامترهای مختلفی بستگی داشته باشد که مقدار این پارامترها بر روی خروجی سیستم (نتیجه) تاثیر گذار هستند. بنابراین، مقادیر مناسبی باید به این پارامترها تخصیص یابد تا به ازای آن‌ها خروجی سیستم اقتصادی، حداقل یا حداکثر گردد (Abdellaoui and Hey, 2008). یکی از راه های دستیابی به این مهم استفاده از روشهای مختلف بهینه سازی است. در اصطلاح، فرآیند یافتن بهترین ترکیب از مقادیر پارامترهای ورودی که می‌تواند خروجی سیستم را حداقل یا حداکثر نمایند، بهینه‌سازی نام دارد. بهینه‌سازی در سیستم‌های متفاوت با استفاده از روش‌های متفاوتی مانند جدول سیمپلکس، برنامه ریزی خطی و غیرخطی، الگوریتم مورچگان، الگوریتم ژنتیک و ... انجام می‌شود (Griva et al, 2009). الگوریتم ژنتیک یکی از روش‌های بهینه سازی است که بر اساس شرایط بیولوژیکی ارگانیزم های زنده بنا شده است. این الگوریتم یکی از روش‌های نوین بهینه سازی است که از فرآیند تولید مثل ژن‌ها الگو برداری شده است و توانسته به صورت گسترده در سیستم‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد(Bandyopadhyay and Pal, 2007). در واقع این الگوریتم با در نظر گرفتن ترکیبی از تولید مثل، تبادل ژنی، انتخاب و جهش، همواره توانسته جواب مناسبی را برای اهداف مختلف ارائه نماید. این روش تا کنون در بسیاری از مسائل مانند طراحی شبکه های ارتباطی، طراحی سیستم توزیع آب، طراحی شبکه های عصبی پیشرفته و... به کار گرفته شده است و توانسته نتایج بسیار مناسبی را ارائه نماید (Beenstock and Szpiro, 2002). در این راستا در مطالعه حاضر، از این روش جهت بهینه سازی و مدیریت بر مسیر انتقال کالاهای واحدهای صنعتی استفاده می شود تا در کنار یافتن بهترین مسیر ممکن جهت عبور، از صرف زمان و هزینه اضافی خود داری شود. از آنجاکه انتخاب بهترین مسیر برای انتقال کالا می تواند به صورت قابل توجهی بر میزان سود واحدهای مربوطه تاثیر بگذارد، بنابراین یافتن این مسیر کمک شایانی به شرکت ها و واحدهای مربوطه که نیاز به انتقال کالای خود به بازار مصرف دارند، خواهد داشت.

۲- مبانی علمی و پیشینه

۲-۱- مدل‌های بهینه سازی

www.SID
Archive of SID

هدف نهایی اکثر تصمیمات مدیریتی کم کردن هزینه و افزایش سود است. اگر بتوان فرآیند مالی یک سیستم اقتصادی را به صورت یک تابع دارای متغیرهای تصمیم گیری[1] مدل‌سازی نمود، می‌توان بهینه‌سازی را به صورت فرآیندی تعریف کرد که می‌تواند کمترین یا بیشترین مقدار یک تابع را به ازای متغیرهای تصمیم ورودی در شرایطی خاص پیدا کند. اگر شناسایی، کنترل و محاسبه تمام راه حل‌های ممکن قابل اجرا باشد، مسئله بهینه‌سازی پیچیده نخواهد بود اما اگر فضای جستجو گسترده شود، محاسبه تابع هدف به ازای تمامی جواب‌ها به راحتی امکان پذیر نخواهد بود، در این موارد، باید از تکنیک‌های خاصی برای یافتن بهترین راه حل استفاده شود. بهترین روشی که تا کنون برای حل مسائل بهینه‌سازی ارائه شده است، تکنیک‌های برنامه ریزی ریاضی[2] است که به عنوان روشی علمی، کاربردی و تکنیکی در حل مشکلات تصمیم‌گیری به کار گرفته می‌شود. تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای پیدا نمودن کمترین یا بیشترین مقدار یک تابع که از چندین متغیر با محدودیت های مشخص تشکیل شده، مفید هستند (Griva et al, 2009).

اجزاء اصلی مدل ها در مسائل بهینه سازی تابع هدف[3] و مجموعه ای از مقادیر ورودی به عنوان متغیرهای تصمیم و محدودیت ها[4] می باشند. هدف از طراحی روش های بهینه سازی، پیدا نمون مدلی مناسب است که به صورت قابل قبولی تمامی جوانب مسئله را به صورت یک تابع ارائه دهد. هدف از بهینه سازی، انتخاب بهترین مدل از میان تمام مدل های قابل قبول موجود است. معیار انتخاب بهترین مدل، تابعی است که عملکرد متغیرهای ورودی و تصمیم گیری را مورد سنجش قرار می دهد و بتواند متغیرهای ورودی را به خروجی متصل می سازد و تابع هدف نامیده می شود (Griva et al, 2009). تابع هدف در مسائل اقتصادی، کاهش هزینه و افزایش سود است. متغیرهای تصمیم نیز در مسائل بهینه سازی، مجموعه ای از مقادیر ورودی است که تابع هدف وابسته به آنها می باشد. این متغیرهای ورودی، خروجی را تحت تاثیر قرار می دهند. اما محدودیت در مسائل بهینه سازی، در نظر گرفتن شرایطی است که بتواند نتایج مطمئن و راضی کننده ای را برای خروجی مدل به همراه داشته باشد. این محدودیت ها باید در عین مناسب بودن، تمام جوانب مسئله را پوشش دهد و جواب مورد قبولی را ارائه نماید. محدودیت های مدل، حدود رفتار و عملکرد متغیرهای ورودی را در سیستم مدل شده بیان می‌کنند (Abdellaoui and Hey, 2008).

www.SID.ir

۲-۲- الگوریتم ژنتیک

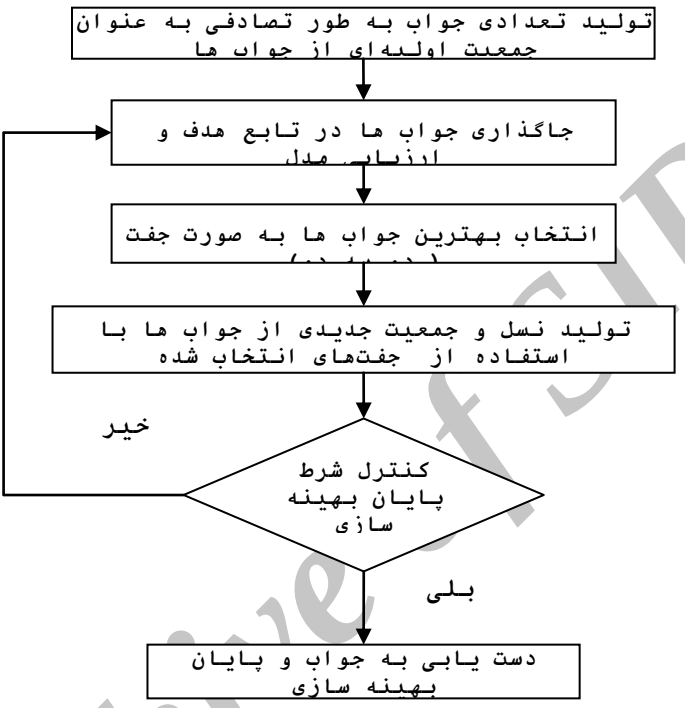
همان‌گونه که بیان گردید، الگوریتم ژنتیک روشی است که بر اساس فرآیندهای بیولوژیکی ارگانیزم های زنده بنا شده است. در این روش اصل بقای داروین با اصول ژنتیکی دیگر تلفیق شده است تا یک مکانیزم جستجو با راندمان بالا و کاربردهای بسیار متنوع شکل گیرد(Chena et al, 2006). الگوریتم ژنتیک روش پیشرفته است که به صورت گسترده در حل مسائل بهینه سازی و تحقیقاتی مورد استفاده قرار می گیرد. این الگوریتم می تواند در یافتن روش های محاسباتی بهتر و با عملکرد بالاتر مورد استفاده قرار گیرد. الگوریتم ژنتیک، به سرعت تمام راه حل های ممکن هر مسئله بهینه سازی را محاسبه می‌کند و راه حل مناسبی را ارائه خواهد نمود. در این روش پس از مدل‌سازی مسئله، مراحل حل مسئله و یافتن جواب در چندین مرحله خلاصه می شود (Cornuejols and Tutuncu, 2006). در مرحله اول، تعدادی جواب به طور تصادفی به عنوان جمعیت اولیه‌ای[۵] از راه حل ها برای متغیرهای ورودی تولید می شود. در مرحله بعد، با جاگذاری هر یک از جواب های تولید شده از مرحله قبل و مقایسه مقدار تابع هدف حاصل از این متغیرهای ورودی با تابع برازش[۶]، جواب تولید شده مورد ارزیابی[۷] قرار می‌گیرد. تابع برازش در واقع به میزان بهینه بودن یک راه حل ارزش می دهد تابع برازش مشخص می کند که چقدر یک راه حل با یک جواب بهینه تطابق دارد. در مرحله سوم، جواب هایی که به ازای آن‌ها بهترین خروجی در تابع هدف حاصل می شود به صورت جفت (دو به دو) انتخاب می شوند. سپس با توجه به جفت‌های انتخاب شده، جمعیت جدیدی[۸] از جواب‌ها تولید می شوند که یقینا بهتر از جواب‌های قبلی هستند زیرا با توجه به بهترین جواب ها تولید شده اند. در روش الگوریتم ژنتیک هر جواب یک کروموزوم در نظر گرفته می‌شود. هر کروموزوم از تعدادی ژن تشکیل شده است و مقدار در نظر گرفته شده برای هر متغیر می‌تواند شامل چند ژن باشد. این کروموزوم در واقع یک جواب است که شامل مقادیر در نظر گرفته شده برای تمام متغیرهای ورودی مدل می باشد. بنابراین با توجه به تعداد متغیرهای ورودی در هر مدل و ماهیت هر متـغیر و همچنین محدودیت های در نظر گرفته شده، تعداد ژن ها برای هر مدل می تواند با مدل دیگر متفاوت باشد(Hong and Kwong, 2008). از آنجا که در روش الگوریتم ژنتیک به جهت زیاد بودن تعداد دفعات محاسبه تابع هدف به ازای

www.SID
Archive of SID

تغییرات مداوم پارامترهای ورودی مدل، از کامپیوتر استفاده می‌شود و نیاز به طراحی برنامه کامپیوتری دارد بنابراین، برای اینکه تولید جمعیت جدید جواب ها و ارزیابی آنها به طور مداوم ادامه نیابد باید شرطی برای خروج از حلقه فوق اعمال شود تا هر بار پس از تولید جمعیت جدید جواب ها و ارزیابی تابع هدف، در صورتی که شرط برقرار شد، فرآیند بهینه سازی متوقف شده و جوابی که به ازای آن تابع هدف بهینه می شود، معرفی گردد (PingZeng et al, 2009). بنابراین پس از مرحله چهارم، فرآیند بعدی به صورت مرحله ۵ خواهد بود. در مرحله پنجم، شرط خروج از حلقه تکرار تولید جمعیت جدید و ارزیابی تابع هدف کنترل می شود. در صورتی که شرط برقرار نباشد، دوباره به مرحله دو برگشته و عملیات تکرار می گردد اما در صورت برقراری شرط، در مرحله بعد جواب بهینه معرفی می شود. در این شرایط، در واقع بهترین مقادیر از متغیر یا متغیرهای ورودی که به ازای آن‌ها تابع هدف بهینه می شود، به دست آمده‌اند. بنابراین بهینه سازی پایان می یابد. فرآیند فوق را می‌توان به صورت الگوریتم نشان داده شده در شکل ۱ ارائه نمود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: دیاگرام عملکرد الگوریتم ژنتیک (Wang et al, 2005)

در ادامه از الگوریتم ژنتیک جهت شناسایی بهترین مسیر برای انتقال کالاهای تجاری استفاده خواهد شد تا قابلیت این روش در بهینه سازی بهتر آشکار شود.

۳- نتایج اجرای مدل

۳-۱- انتخاب بهینه مسیر به منظور کمینه نمودن زمان و هزینه انتقال کالا

با توجه به موجود بودن اطلاعات کارخانه‌ای در نظر گرفته می شود که به منظور انتقال کالاهای تجاری خود به بازار مصرف شهرهای مختلف نیازمند عبور از تمامی شهرهای موجود در یک محدوده مشخص می باشد. در این شرایط، این سوال مطرح می شود که ترتیب حرکت به سمت شهرها چگونه باشد تا ضمن عبور از تمامی شهرها، کوتاهترین مسیر در کوتاهترین زمان طی شود. این مسئله نیاز به استفاده از یکی از روشهای بهینه

www.SID
Archive of SID

سازی مناسب دارد. در اینگونه مسائل، زمان مسافرت بین شهرهای مختلف به عنوان متغیر غیرقطعی در نظر گرفته می‌شود. این مسئله در حقیقت کل زمان مسافرت به تمام شهرها را با استفاده از زمان مسافرت بین هر دو شهر که در جدولی لیست شده است، به دست می آورد. برای حل این مسئله ابتدا باید مدلی ساخته شده و در آن روابط بین متغیرهای ورودی و خروجی مشخص گردد. در مطالعه حاضر دو تابع توزیع با نام‌های Routelength و Index مورد استفاده قرار گرفتند. تابع Index برای شناساندن شهرها به الگوریتم ژنتیک و تابع Routelength برای محاسبه طول مسیر بین شهرها به کار گرفته شده است. شکل های ۲ و ۳ مدل ساخته شده برای این مسئله را در نرم افزار Excel نشان می‌دهند.

شکل ۲: مدل ساخته برای مسئله بیان شده در محیط نرم افزار Excel به منظور شناساندن شهرها

www.SID.ir

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
23																						
24		Travel Time in hours	Anchorag	Calgary A	Chicago I	Dawson (	Edmonton AB	Halifax N	Montreal	New York	Ottawa O	Prince R	Quebec F	Regina S	Saint Joh	San Fran	Thunder	Toronto C	Vancouv	Whitehor	Windsor	Winnipeg MB
25	1	Anchorage AK	0	43.64	73.8	32.58	33.58	102.22	86	89.98	83.44	93.32	88.96	49.62	97.54	63.18	64.76	82.12	44.74	14.5	80.48	56.24
26	2	Calgary AB	43.64	0	32.16	11.06	3.66	63.5	46.64	48.54	44.72	18.98	48.82	9.58	58.16	27.1	26.04	43.4	13.04	29.14	38.08	16.88
27	3	Chicago IL	73.8	32.16	0	40.02	33.82	32.54	16.94	16.18	14.72	52.04	20.2	22.58	27.66	43.46	12.96	10.3	43.52	55.3	5.56	17.24
28	4	Dawson Creek BC	32.58	11.06	40.02	0	7.4	69.64	53.42	57.4	50.86	14.18	56.38	17.04	64.8	33.2	32.18	49.54	14.86	18.08	47.9	23.66
29	5	Edmonton AB	33.58	3.66	33.82	7.4	0	62.24	46.02	50	43.46	18.22	48.58	9.64	57.56	30.76	24.78	42.14	15.52	25.48	40.5	16.26
30	6	Halifax NS	102.22	63.5	32.54	69.64	62.24	0	16.56	18.46	19.02	80.46	13.36	53.62	5.18	77.06	37.8	23.98	76.84	87.72	28.72	46.32
31	7	Montreal PQ	86	46.64	16.94	53.42	46.02	16.56	0	7.64	2.54	64.24	3.2	37.06	11.52	59.18	21.34	6.88	60.28	71.5	10.8	29.76
32	8	New York NY	89.98	48.54	16.18	57.4	50	18.46	7.64	0	8.6	68.22	11.32	39.36	13.22	58.6	26.58	10.32	58.86	75.48	13.04	33.2
33	9	Ottawa ON	83.44	44.72	14.72	50.86	43.46	19.02	2.54	8.6	0	61.68	5.66	34.5	14.06	57.22	18.68	4.96	57.72	68.94	5.38	27.28
34	10	Prince Rupert BC	93.32	18.98	52.04	14.18	18.22	80.46	64.24	68.22	61.68	0	67.2	27.86	75.78	37.92	43	60.36	18.84	18.82	58.72	34.42
35	11	Quebec PQ	88.96	48.82	20.2	56.38	48.58	13.36	3.2	11.32	5.66	67.2	0	39.24	8.7	62.44	23.42	9.26	62.46	74.46	14	31.94
36	12	Regina SK	49.62	9.58	22.58	17.04	9.64	53.62	37.06	39.36	34.5	27.86	39.24	0	47.72	33.72	15.82	33.18	22.62	35.12	28.54	7.3
37	13	Saint John NB	97.54	58.16	27.66	64.8	57.56	5.18	11.52	13.22	14.06	75.78	8.7	47.72	0	71.42	32.76	17.58	71.8	83.04	22.32	41.28
38	14	San Francisco CA	63.18	27.1	43.46	33.2	30.76	77.06	59.18	58.6	57.22	37.92	62.44	33.72	71.42	0	44.46	52.54	15.08	48.68	48.04	39.02
39	15	Thunder Bay ON	64.76	26.04	12.96	32.18	24.78	37.8	21.34	26.58	18.68	43	23.42	15.82	32.76	44.46	0	17.36	39.64	50.26	15.68	8.56
40	16	Toronto ON	82.12	43.4	10.3	49.54	42.14	23.98	6.88	10.32	4.96	60.36	9.26	33.18	17.58	52.54	17.36	0	56.4	67.62	4.74	25.92
41	17	Vancouver BC	44.74	13.04	43.52	14.86	15.52	76.84	60.28	58.86	57.72	18.84	62.46	22.62	7.18	19.08	39.64	56.4	0	30.24	49.6	30.52
42	18	Whitehorse YT	14.5	29.14	55.3	18.08	25.48	87.72	71.5	75.48	68.94	18.82	74.46	35.12	83.04	48.68	50.26	67.62	30.24	0	65.98	41.74
43	19	Windsor ON	80.48	38.08	5.56	47.9	40.5	28.72	10.8	13.04	5.38	58.72	14	28.54	22.32	48.04	15.68	4.74	49.6	65.98	0	24.24
44	20	Winnipeg MB	56.24	16.88	17.24	23.66	16.26	46.32	29.76	33.2	27.28	34.42	31.94	7.3	41.28	35.02	8.56	25.92	30.52	41.74	24.24	0
45																						
47		Distances	Anchorag	Calgary A	Chicago I	Dawson (	Edmonton AB	Halifax N	Montreal	New York	Ottawa O	Prince R	Quebec F	Regina S	Saint Joh	San Fran	Thunder	Toronto C	Vancouv	Whitehor	Windsor	Winnipeg MB
48	1	Anchorage AK	0	2182	3630	1629	1999	5111	4300	4499	4172	1666	4448	2481	4877	3159	3238	4106	2237	725	4024	2812
49	2	Calgary AB	2182	0	1608	553	183	3175	2332	2427	2236	949	2441	479	2908	1355	1302	2170	652	1457	1904	844
50	3	Chicago IL	3630	1608	0	2001	1691	1627	847	809	736	2602	1010	1149	1383	2173	648	515	2176	2965	278	862
51	4	Dawson Creek BC	1629	553	2001	0	370	3482	2671	2870	2543	709	2819	852	3240	1680	1609	2477	743	904	2395	1183
52	5	Edmonton AB	1999	183	1691	370	0	3112	2301	2500	2173	911	2449	482	2878	1538	1235	2107	766	1274	2025	813
53	6	Halifax NS	5111	3175	1627	3482	3112	0	828	923	951	4023	668	2681	259	3853	1850	1159	3842	4386	1436	2316
54	7	Montreal PQ	4300	2332	847	2671	2301	828	0	382	127	3212	160	1853	576	2959	1067	344	3014	3575	540	1488
55	8	New York NY	4499	2427	809	2870	2500	923	382	0	430	3411	566	1968	661	2930	1225	516	2943	3774	652	1660
56	9	Ottawa ON	4172	2236	736	2543	2173	951	127	430	0	3084	283	1725	704	2861	934	248	2686	3447	469	1364
57	10	Prince Rupert BC	1666	949	2602	709	911	4023	3212	3411	3084	0	3360	1393	3789	1896	2150	3018	942	941	2936	1721
58	11	Quebec PQ	4448	2441	1010	2819	2449	668	160	566	283	3360	0	1962	435	3122	1171	463	3123	3723	700	1597
59	12	Regina SK	2481	479	1149	852	482	2681	1853	1968	1725	1393	1962	0	2386	1686	791	1659	1131	1756	1427	365
60	13	Saint John NB	4877	2908	1383	3240	2878	259	576	661	704	3789	435	2386	0	3571	1638	879	3559	4152	1116	2064
61	14	San Francisco CA	3159	1355	2173	1680	1538	3853	2959	2930	2861	1896	3122	1686	3571	0	2223	2627	954	2434	2402	1951
62	15	Thunder Bay ON	3238	1302	648	1609	1235	1850	1067	1225	934	2150	1171	791	1638	2223	0	868	1952	2513	784	428
63	16	Toronto ON	4106	2170	515	2477	2107	1159	344	516	248	3018	463	1659	879	2627	868	0	2820	3381	237	1296
64	17	Vancouver BC	2237	652	2176	743	766	3842	3014	2943	2686	942	3123	1131	3559	954	1952	2820	0	1512	2480	1526
65	18	Whitehorse YT	725	1457	2965	904	1274	4386	3575	3774	3447	941	3723	1756	4152	2434	2513	3381	1512	0	3293	2087
66	19	Windsor ON	4024	1904	278	2395	2025	1436	540	652	469	2936	700	1427	1116	2402	784	237	2480	3293	0	1212
67	20	Winnipeg MB	2812	844	862	1183	813	2316	1488	1660	1364	1721	1597	365	2064	1951	428	1296	1526	2087	1212	0

شکل ۳ : مدل ساخته شده در نرم افزار Excel برای محاسبه فاصله و زمان بین شهرها

همان طور که گفته شد در مسئله فوق، هدف کمینه کردن میانگین کل زمان حرکت و مسافرات بین شهرهاست. بر این اساس، جدولی ساخته شد (شکل ۳) که بر اساس مشخصه عددی که برای هر شهر وارد شده، زمان مسافرت بین آن شهر با شهرهای دیگر سنجیده می شود. بنابراین باید مشخصه شهرها به عنوان متغیرهای ورودی در نظر گرفته شوند تا بر اساس آن، قسمت نهایی بهینه سازی گردد. بنابراین، ابتدا جدول پایینی شکل ۳ یعنی فاصله بین شهرها به صورت اعداد ثابت وارد گردیدند و سپس در قسمت بالایی از آنجاکه زمان مسافرت بین هر دو شهر همیشه ثابت نیست، زمان به صورت توابع توزیع احتمالی وارد شد. لازم به ذکر است که این جداول به صورت ماتریسی بوده و در قسمت پایین ماتریس، آدرس سلول متناظر بالای ماتریس وارد می شود. در واقع پایین ماتریس، تکرار

www.SI

سلول های بالایی متناظر است اما از آنجا که اگر در سلول های پایینی نیز تابع توزیع وارد شود، ممکن است عدد تولید شده به صورت تصادفی با عدد تولید شده در سلول متناظر متفاوت باشد، در سلول های پایینی، آدرس سلول متناظر بالایی داده می شود تا از عدد تولید شده در سلول بالایی استفاده گردد. سپس با استفاده از قابلیت ماکروی نرم افزار Excel کد نویسی زیر نوشته و به مدل اعمال گردید تا تابع توزیع Routelength به توابع موجود در Excel اضافه شود.

```
Option Explicit
Function RouteLength (value1, value2) As Double
Dim i As Integer
Dim total As Double
Dim RangeOrder As Variant
Dim DistOrder As Variant
Dim first As Integer, second As Integer
RangeOrder = Application. ames ("theorder").RefersTo
DistOrder = Application.Names ("distances").RefersTo
total = 0
For i = 1 To Range(RangeOrder).Rows.Count
  first = Range (RangeOrder).Rows (i)
  If i = Range(RangeOrder).Rows.Count Then
    second = Range (RangeOrder).Rows (1)
  Else
    second = Range (RangeOrder).Rows (i + 1)
  End If
  total = total + Range (DistOrder).Rows (second).Columns (first)
Next
RouteLength = total
End Function
```

پس از این مرحله تابع توزیع Routelength برای محاسبه طول مسیر بین شهرها در مدل مورد استفاده قرار گرفت. تابع توزیع Index برای شناساندن شهرها به الگوریتم ژنتیک مد نظر قرار گرفت. با در نظر گرفتن زمان کل حرکت به عنوان پارامتری که بهینه سازی آن (حداقل نمودن میانگین) مد نظر است و وارد کردن مشخصه شهرهای مختلف به عنوان پارامترهای ورودی تلاش شد تا بهینه ترین جواب ممکن ارائه شود. پس از انجام مراحل فوق و اجرای بهینه سازی، جدول نتایج نمایش یافته و بهترین مسیر که میانگین زمان کل سفر بین شهرها را به حداقل می رساند، نشان داده شد. خروجی حاصله در شکل ۴ نشان داده شد.

Archive of SID
www.SID.ir

Adjustable Cell	SALESMAN!$A$3	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$13
ORIGINAL	1	ORIGINAL	11
BEST	1	BEST	20
Adjustable Cell	SALESMAN!$A$4	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$14
ORIGINAL	2	ORIGINAL	12
BEST	14	BEST	18
Adjustable Cell	SALESMAN!$A$5	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$15
ORIGINAL	3	ORIGINAL	13
BEST	3	BEST	10
Adjustable Cell	SALESMAN!$A$6	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$16
ORIGINAL	4	ORIGINAL	14
BEST	16	BEST	15
Adjustable Cell	SALESMAN!$A$7	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$17
ORIGINAL	5	ORIGINAL	15
BEST	11	BEST	2
Adjustable Cell	SALESMAN!$A$8	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$18
ORIGINAL	6	ORIGINAL	16
BEST	19	BEST	4
Adjustable Cell	SALESMAN!$A$9	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$19
ORIGINAL	7	ORIGINAL	17
BEST	7	BEST	17
Adjustable Cell	SALESMAN!$A$10	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$20
ORIGINAL	8	ORIGINAL	18
BEST	8	BEST	12
Adjustable Cell	SALESMAN!$A$11	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$21
ORIGINAL	9	ORIGINAL	19
BEST	9	BEST	6
Adjustable Cell	SALESMAN!$A$12	Adjustable Cell	SALESMAN!$A$22
ORIGINAL	10	ORIGINAL	20
BEST	13	BEST	5

شکل ۴: جدول نشان دهنده انتخاب مسیر بهینه عبور از شهرهای مختلف

همان گونه که از شکل ۴مشاهده می‌شود، ترتیب شهرها بر اساس اولویت در جدول پایانی ارائه شده است. بر اساس این شکل، ماشین حامل کالاهای تجاری کارخانه باید از شهر ۱ به شهر ۱۴ (سانفرانسیسکو)، از آنجا به شهر۳ (داوسون کریک)، سپس به شهر ۱۶ (تورنتو)، بعد از آن به شهر ۱۱(کوبک) و ... حرکت کند. با توجه به خروجی بهینه سازی مسیر فوق کوتاهترین مسیر برای عبور از تمام شهرها در کوتاهترین زمان ممکن خواهد بود.

۴- نتیجه گیری

هدف از مطالعه حاضر، استفاده از الگوریتم ژنتیک جهت یافتن بهترین مسیر ممکن برای انتقال کالاهای تولیدی واحدهای صنعتی به بازار مصرف بوده است که با توجه به بررسی‌های انجام شده، بهبود خروجی مدل‌های تصمیم‌گیری در مدیریت سیستم‌های اقتصادی با کاربرد روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک اثبات گردید. با توجه به خروجی مدل

www.SI
Archive

طراحی شده در انتخاب بهینه مسیر انتقال کالاهای واحدهای صنعتی مشاهده می‌شود که الگوریتم ژنتیک می‌تواند به نحو مناسبی بهترین مسیر را برای انتقال کالاها بین شهرها معرفی نموده و ضمن کاهش زمان و هزینه انتقال، سطح کیفی مدیریت حمل و نقل را ارتقا دهد. نظر به نتایج مطلوبی که از تحقیق حاضر استنتاج شده، پیشنهاد می‌شود که روش الگوریتم ژنتیک به طور عملی برای واحدهای تولیدی بزرگ که محصولات آن‌ها در سراسر کشور توزیع می شود، اجرا شده تا با توجه به وسعت کشور که باعث طولانی شدن مسافت شهرها می گردد، بتوان با بهینه نمودن مسیرهای انتقال موجب کاهش مصرف سوخت و صرفه جویی در سایر هزینه‌های انتقال گردید.

فهرست منابع

1) Abdellaoui M., Hey, J. D. (2008). Advances in Decision Making Under Risk and Uncertainty, Springer.
2) Aven, T.(2003). Foundations of RISK Analysis, John Wiley & Sons, Ltd.
3) Bandyopadhyay S., Pal S. K. (2007). Classification and learning using Genetic Algorithm, Springer.
4) Beenstock M., Szpiro G. (2002). Specification search in nonlinear time-series models using the genetic algorithm", Journal of Economic Dynamics & Control, 26, 811-835.
5) Chena Ch., Xiab J., Liua J., Feng G. (2006). Nonlinear inversion of potential-field data using a hybrid-encoding genetic algorithm, Computers & Geosciences, 32, 230–239.
6) Cornuejols G., Tutuncu R. (2006). Optimization Methods in Finance, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, January.
7) Griva I., Nash S. G., Sofer A. (2009). Linear and Nonlinear Optimization, Society for Industrial and Applied Mathematics-Philadelphia.
8) Hong Y., Kwong S. (2008). To combine steady-state genetic algorithm and ensemble learning for data clustering, Pattern Recognition Letters 29, 1416-1423.
9) PingZeng X., Li Y., Qin, J. (2009). A dynamic chain-like a genetic algorithm for global numerical optimization and feature selection, Neurocomputing 72, 1214-1228.

Archive of SID
www.SID.ir

10) Wang Z.G., Wong Y.S., Rahman M. (2005). Development of a parallel optimization method based on genetic simulated annealing algorithm, Parallel Computing 31, 839–857

یادداشت‌ها

[1] Decision Variable
[2] Mathematical programming technique
[3] Objective Function
[4] Constraint
[5] Initialize population
[6] Fitness function
[7] Evaluation
[8] Reproduction

Archive of SID

www.SID