مدیریت بهینه عملیات بارگیری فرآورده‌های نفتی با استفاده از بهینه‌سازی شبیه‌سازی

مونا گلچین‌پور[۱]

تاریخ دریافت مقاله:
۸۸/۹/۳۰

تاریخ پذیرش مقاله:
۸۹/۱/۳۰

چکیده:

سیستم ذخیره سازی، بارگیری و انتقال فرآورده های نفتی مهم ترین بخش زنجیره تامین فرآورده های نفتی را تشکیل می دهد. مدیریت این سیستم، نقش به سزایی در عملکرد زنجیره تامین فرآورده های نفتی دارد. به علت گستردگی عملیات انبارهای نفتی، استفاده از روش های علمی و بهینه سازی به جای روش های سنتی برای استفاده بهینه از منابع موجود انبارهای ذخیره سوخت و کاهش هزینه های سیستم ضروری به نظر می رسد. در این مطالعه، جهت دستیابی به نتایج کمی برای آنالیز عملکرد انبار، اقدام به طراحی مدل صف انبار با سرویس های متوالی گردیده است. مدل شبیه سازی طراحی شده با بهره گیری از اطلاعات مربوط به انبار نفت شمال غرب تهران پیاده سازی شده است. پس از آن با استفاده از روش متاهیوریستیک شبیه سازی تبرید سعی در یافتن ترکیب بهینه بازوهای بارگیری در انبار برای رسیدن به حداقل زمان انتظار نفتکش ها در صف قبل از ورود به انبار مذکور بوده است. جواب به دست آمده با جواب بهینه نرم افزار تجاری بهینه سازی شبیه سازی OptQuest مقایسه شده است. نتایج حاصل به طور خلاصه ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی:
بارگیری فرآورده های نفتی، شبکه صف، شبیه سازی، بهینه سازی شبیه سازی، شبیه سازی تبرید، نرم افزار OptQuest

۱) کارشناس عرضه انرژی وزارت نفت Golchinpour@nioc.ir

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

مقدمه

یکی از مسایلی که مدیران انبارهای ذخیره سوخت همواره با آن روبرو هستند، برنامه ریزی مناسب جهت مقابله با گلوگاههای موثر در افزایش زمانهای انتظار نفتکش ها در صف قبل از بارگیری می باشد. با توجه به گستردگی عملیات بارگیری فرآورده های نفتی، تنوع نوع نفتکش ها و فرآورده های نفتی مورد بارگیری، استفاده از روش های بهینه سازی و سیستمی به جای روش های سنتی برای استفاده بهینه از منابع (بازوهای بارگیری فرآورده های نفتی)، کاهش زمانهای انتظار نفتکش ها برای بارگیری ، برآورده ساختن نیاز جایگاهها و مراکز مصرف، سهولت در امر تصمیم گیری، نگرش یکپارچه و متمرکز اجتناب ناپذیر خواهد بود. در این مقاله، با بررسی عملیات انبار نفت شمالغرب تهران، مدل شبیه سازی جهت حل مساله پیشنهاد و طراحی گردیده است. یکی از مزایای استفاده از شبیه سازی در این مساله، تقویت ابزار تصمیم گیری مدیریت در مراحل مختلف سیستم عملیات انبار می باشد. برنامه ریزی و تحلیل منابع موجود در سیستم های مختلف، یکی از موضوعات مورد بحث در اکثر مطالعات بوده است. شبیه سازی به عنوان تکنیکی کارا در این خصوص همواره مورد استفاده محققین و پژوهشگران می باشد. مطالعات موردی تقریبا مشابه در تحقیقات بررسی شده اند در تمامی این تحقیقات شبیه سازی به عنوان ابزار تجزیه و تحلیل سیستم مورد نظر انتخاب شده است [۸،۱۹،۲۲ و۳]. از جمله تحقیقات انجام شده در خصوص اعتبارسنجی و ارزیابی صحت مدلهای شبیه سازی می باشند [۱۵،۲۰،۲۳،۲۴ و۶]. از عمده ترین پژوهش های مورد استفاده در این تحقیق در زمینه بهینه سازی شبیه سازی بوده اند [۷،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴، ۵ و۴]. در این راستا می توان به تحقیقات در زمینه روش بهینه سازی شبیه سازی تبرید اشاره نمود [۱۶،۱۷،۱۸،۲۱ و۹]. تاکنون روش هایی که برای تعیین ترکیب بهینه منابع بارگیری فرآورده های نفتی درانبارهای کشور ارائه شده اند تا حدودی توصیفی بوده اند و کماکان به روش سنتی و بر اساس تجربه کارشناسان اکتفا شده است و هیچ مدل جامعی برای پشتیبانی سیستم تصمیم گیری طراحی نشده است. بنابراین، در این مقاله سعی شده است با بررسی سوابق و تحقیقات انجام شده در سیستم های مشابه، دیدگاه صحیح از تاریخچه موجود در این زمینه بدست آید. در این نوشتار، پس از شبیه سازی سیستم مورد مطالعه، با استفاده از روش بهینه سازی شبیه سازی به تعیین ترکیب بهینه منابع انبار نفت مورد مطالعه پرداخته شده است.

معرفی انبارنفت شمال غرب تهران

انبار نفت شمالغرب تهران (کن)، جهت تامین فرآورده های مورد نیاز مرکز و شمال غرب تهران در نظر گرفته شده است. در انبار نفت شمال غرب تهران، منابع زیر موجود می باشند:

- تعداد بازوهای بارگیری برای بنزین ۸ دهنه می باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

- تعداد بازوهای بارگیری برای نفت سفید ۴ دهنه می باشد.
- تعداد بازوهای بارگیری برای نفت گاز ۱۲ دهنه می باشد.

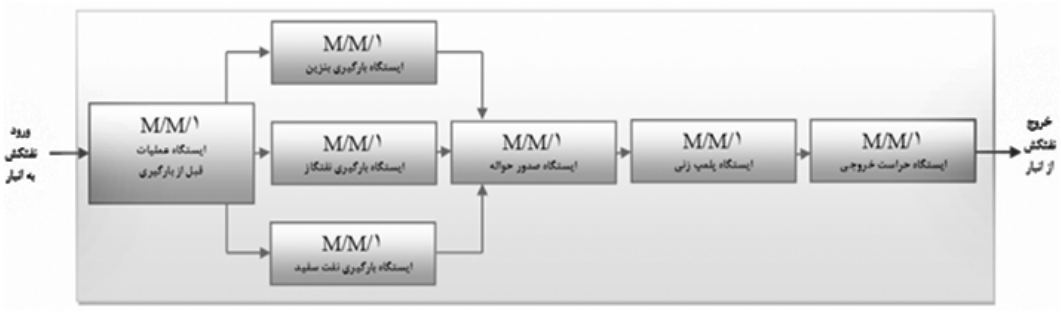
در این انبار، تنها سه نوع فرآورده توسط نفتکشها بارگیری می گردد که عبارتند از: بنزین[۱]، نفتگاز[۲] و نفت سفید[۳]. لازم به ذکر است نفتکشها و تقاضاهای انبار بر اساس میزان ظرفیت (کمتر از ۱۵۰۰۰ لیتر، بین ۱۶۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ لیتر، بین ۲۵۰۰۰ تا ۳۵۰۰۰ لیتر) و نوع فرآورده درخواستی (بنزین، نفتگاز، نفت سفید) در این پروژه به نه دسته طبقه بندی گردیده اند.

تشریح مدل صف انبار نفت شمال غرب تهران

سرویس های انبار، شامل عملیات کل قبل از بارگیری (شامل کنترل حراستی، کنترل ایمنی، بازدید صلاحیت بارگیری نفتکش توسط کنترل کیفیت و مهمور نمودن پروانه بارگیری)، سرویس بارگیری، عملیات صدور بارنامه یا حواله، عملیات پلمپ زنی و بازرسی برای دادن مجوز خروج به نفتکش ها، می باشند. در ساده ترین حالت، یعنی با فرض این که زمان خدمت دهی در تمامی ایستگاهها از توزیع نمایی پیروی کند و ظرفیت تمامی صف ها در شبکه نامتناهی باشند، شبکه صف مساله مورد مطالعه به شرح شکل (۱)، خواهد بود. ولی بازهم بدلیل آن که ورودی به برخی ایستگاهها بر اساس نحوه عملکرد خدمت دهندگان در دیگر ایستگاهها بوده و مستقل از وضعیت سیستم نمی باشد، این سیستم را در هیچ حالتی نمی توان با شبکه های جکسون تحلیل کرد، در حالت کلی، به خاطر وجود دلایل موجود در جدول (۱)، نمی توان شبکه موجود را شبکه جکسونی در نظر گرفت و تنها راه حل مناسب برای این مساله شبیه سازی به نظر می رسد [۲و۱].

۱) Motor Sprit(MS)
۲) Gasoil(GO)
۳) Kerosene(KE)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]



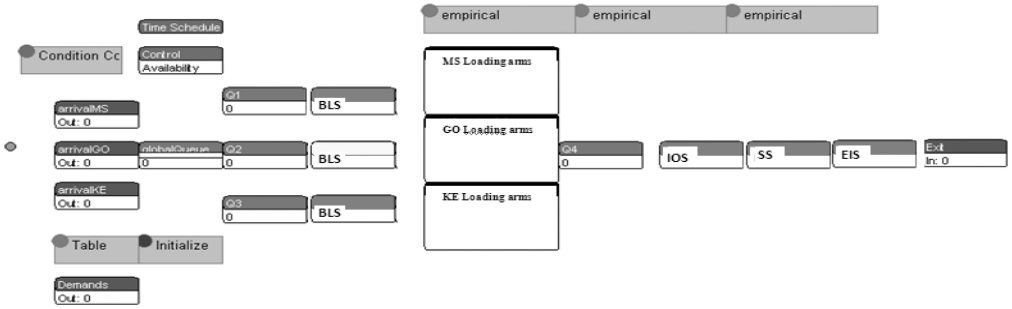
شکل۱: تشریح مدل صف انبار نفت شمال غرب تهران

جدول (۱): تفاوت های شرایط مساله مورد مطالعه با شبکه جکسونی

شرایط شبکه جکسونی	شرایط شبکه مساله مورد مطالعه
توزیع زمان خدمت دهی تمامی ایستگاهها نمایی می باشد.	توزیع زمان خدمت دهی برخی ایستگاهها نمایی نمی باشد.
احتمال اینکه یک عنصر که خدمت دهی آن در گره i تمام شده است وارد گره j شود برابر r_{ij} بوده و مستقل از وضعیت سیستم باشد.	ورودی به برخی ایستگاهها بر اساس نحوه عملکرد خدمت دهندگان در دیگر ایستگاهها بوده و مستقل از وضعیت سیستم نمی باشد.
ظرفیت صف در تمامی ایستگاه ها نامتناهی می باشد.	ظرفیت صف در بیشتر ایستگاه ها متناهی می باشد.

پیاده سازی مدل صف انبار بر روی نرم افزار شبیه سازی

مدل پیاده سازی شده در این مقاله بر روی نرم افزار ED[۱]، در شکل (۲) نشان داده شده است. این مدل، برای تعیین کل شبکه صف از انواع مختلف اتم ها تشکیل شده است که تنها اتم های مربوط به منطق شبیه سازی در شکل نشان داده شده اند. از نشان دادن اتم های مربوط به داده ها و گزارش گیری صرف نظر شده است.



شکل ۲: پیاده سازی مدل شبیه سازی در ED7.2

۱) http://www.enterprisedynamics.com/

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

تجزیه و تحلیل داده های ورودی مدل شبیه سازی

تا زمانی که مدل توسط داده ها تغذیه نگردد، امکان اجرای شبیه سازی غیر ممکن خواهد بود. یکی از مهم ترین الگوهایی که باید برای سیستم مورد نظر براورد گردد، الگوهای ورود نفتکشها به انبار و سرویس دهی به آنها در ایستگاههای مختلف انبار می باشد. جهت انجام این امر، اطلاعات ۱۰ روز متوالی انبار در سال ۱۳۸۶، جمع آوری و به نرم افزار آماری EasyFit[1] وارد شده اند پس از انجام آزمونهای کولموگروف اسمیرنف و آندرسن دارلینگ و نیکویی برازش، تابع توزیعهای مذکور به همراه پارامترهای مربوطه به دست آمدند. جداول (۲) و (۳)، به ترتیب الگوی توزیع احتمال زمانهای ما بین ورود نفتکش ها و الگوی توزیع احتمال زمانهای سرویس نفتکش ها در انبار مذکور را نشان می دهند.

جدول۲: نوع و پارامتر های توزیع های آماری زمان های بین دو ورود متوالی نفتکش ها

نوع فرآورده	شیفت کاری	توزیع مابین ورود	پارامتر توزیع (دقیقه)	میانگین توزیع (دقیقه)
بنزین	اول	نمایی	λ=0.0703	14.232
	دوم		λ=0.1166	8.577
	سوم		λ=0.0782	12.781
نفت گاز	اول	نمایی	λ=0.0171	58.545
	دوم		λ=0.1407	7.105
	سوم		λ=0.0854	11.716
نفت سفید	اول	نمایی	λ=0.0312	32.042
	دوم			
	سوم			

۱) http://www.mathwave.org/

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

جدول ۳: نوع و پارامتر های توزیع های آماری زمان های بارگیری نفتکش ها

نوع فرآورده	ظرفیت نفتکش (لیتر)	توزیع زمان سرویس	پارامترهای توزیع (دقیقه)
بنزین	کمتر از ۱۵۰۰۰	نرمال	μ=۱۱,۲۷ б=۲,۵۷
	کمتر از ۲۰۰۰۰	نرمال	μ=۱۴,۵۳ б=۲,۸۶
	کمتر از ۳۵۰۰۰	تجربی	بر اساس آمار گذشته
نفت گاز	کمتر از ۱۵۰۰۰	تجربی	بر اساس آمار گذشته
	کمتر از ۲۰۰۰۰	نرمال	μ=۱۴,۴۲ б=۲,۹۱
	کمتر از ۳۵۰۰۰	تجربی	بر اساس آمار گذشته
نفت سفید	کمتر از ۱۵۰۰۰	عدد ثابت	۱۰
	کمتر از ۲۰۰۰۰	نرمال	μ=۱۵,۰۳ б=۳,۰۸
	کمتر از ۳۵۰۰۰	نرمال	μ=۱۸,۷۴ б=۳,۷۷

جدول (۴)، اطلاعات مربوط به توزیع سرویس دیگر ایستگاههای کاری انبار را ارائه نموده است که کلیه پارامترها از اطلاعات واقعی انبار استخراج شده اند.

جدول٤: اطلاعات زمان سرویس دیگرایستگاهها

ایستگاه کاری	توزیع زمان سرویس	مقدار(دقیقه)
قبل از بارگیری	مقدار ثابت	۶
صدور بارنامه یا حواله	مقدار ثابت	۴
پلمپ زنی	مقدار ثابت	۲
بازرسی خروجی	مقدار ثابت	۱

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

اجرا و نتایج شبیه سازی

اجرای شبیه سازی می تواند بر مبنای دو روش ختم کننده و یا رسیدن به شرایط پایدار انجام گیرد. در این مطالعه، سیستم مفروض بر اساس دومین شرط اجرا گردیده و مدت زمان شبیه سازی به صورت ثابت وارد گردیده است. نتایج اجرای شبیه سازی به مدت ۱۰ روز در انبار نفت شمال غرب تهران، در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۵: متوسط زمانهای انتظار در صف نفتکش ها

دوره شبیه سازی (ثانیه)	Q1 صف بنزینی ها (ثانیه)	Q2 صف نفتگازی ها (ثانیه)	Q3 صف نفت سفیدی ها (ثانیه)
۸٦٤۰۰۰	۱۰۰۵/۲۸۸	۱۲۱۱/۹٦۷	٥٦/۳۹۰

بررسی اعتبار مدل شبیه سازی

لازم به ذکر است که موثرترین بررسی برای اعتبار سنجی مدل شبیه سازی شده این نکته است که خروجی های شبیه سازی باید در حد امکان تفاوت معنی داری با خروجیهای واقعی فرایند نداشته باشند. در مدل ساخته شده سیستم عملیات انبار، با توجه به مورد مذکور، سیستم مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این جا، از آزمون اختلاف دو میانگین در حالت قبل و بعد از شبیه سازی استفاده شده است. در جدول (۶)، سه آزمون ترتیب داده شده نشان داده شده است (μ_{BSi} میانگین زمان انتظار نفتکشها برای ورود به انبار در وضعیت فعلی و μ_{ASi} میانگین زمان انتظار نفتکش ها برای ورود به انبار پس از شبیه سازی، بر حسب نوع فرآورده می باشد).

جدول ٦ :آزمون های بررسی اختلاف میانگین زمانهای انتظار نفتکشها قبل و بعد از شبیه‌سازی

$H_0: \mu_{BSms} = \mu_{ASms}$ $H_1: \mu_{BSms} \neq \mu_{ASms}$ $\alpha=0.05$
$H_0: \mu_{BSgo} = \mu_{ASgo}$ $H_1: \mu_{BSgo} \neq \mu_{ASgo}$ $\alpha=0.05$
$H_0: \mu_{BSke} = \mu_{ASke}$ $H_1: \mu_{BSke} \neq \mu_{ASke}$ $\alpha=0.05$

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

مقادیر پارامترهای مورد استفاده در آزمونهای جدول فوق در جدول (۷) آورده شده اند.

جدول ۷: پارامترهای مورد استفاده در آزمونهای تست اعتبار مدل شبیه سازی

پس از اجرای شبیه سازی			وضعیت فعلی		
$\mu_{A:ms}$	16.75	n=1270	$\mu_{B:ms}$	16.04	n=1251
$S_{A:ms}$	31.83		$S_{B:ms}$	30.94	
$\mu_{A:go}$	20.20	n=1153	$\mu_{B:go}$	22.08	n=1085
$S_{A:go}$	29.23		$S_{B:go}$	30.26	
$\mu_{A:ke}$	0.94	n=473	$\mu_{B:ke}$	1.24	n=452
$S_{A:ke}$	3.29		$S_{B:ke}$	2	

با عنایت به داده های زمانهای انتظار نفتکش ها در صف قبل از ورود به محوطه انبار قبل و بعد از شبیه سازی و با استفاده ار آزمون های فوق، نتایج به شرح جدول (۸) می باشند. با توجه به اطلاعات جدول مذکور، درهرسه آزمون فرض صفر را نمی توان رد کرد و بنابراین مدل معتبر می باشد.

جدول (۸): نتایج آزمون های بررسی اختلاف میانگین زمانهای انتظار نفتکش ها

```
Two-sample T for  BSms vs  ASms

         N      Mean     StDev   SE Mean
 BSms  1251      16,0      30,9      0,87
 ASms  1270      16,8      31,8      0,89

Difference = mu  BSms - mu  ASms
Estimate for difference:  -0,71
95% CI for difference: (-3,16; 1,74)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0,57  P-Value = 0,568  DF = 2518
```

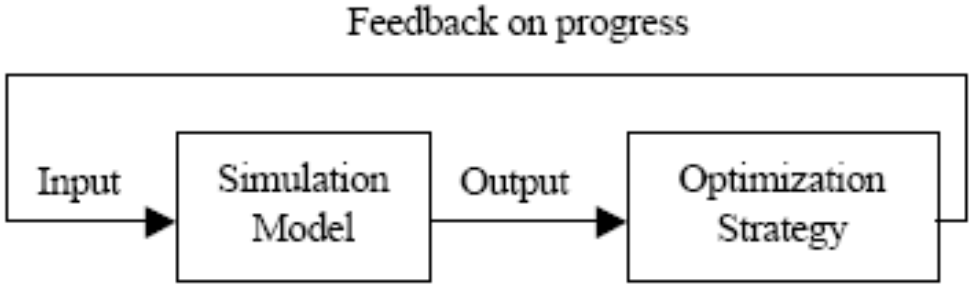
```
Two-sample T for  BSgo vs  ASgo

          N      Mean     StDev   SE Mean
 BSgo  1085      22,1      30,3      0,92
 ASgo  1153      20,2      29,2      0,86

Difference = mu  BSgo - mu  ASgo
Estimate for difference:  1,88
95% CI for difference: (-0,59; 4,35)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1,49  P-Value = 0,135  DF = 2215
```

```
        Two-sample T for  BSke vs  ASke

                N      Mean     StDev   SE Mean
         BSke  452      1,24      2,02     0,095
         ASke  473      0,94      3,31      0,15

        Difference = mu  BSke - mu  ASke
        Estimate for difference:  0,300
        95% CI for difference: (-0,052; 0,653)
        T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1,67  P-Value = 0,094  DF = 786
```

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

بهینه سازی شبیه سازی[۱]

شکی نیست که شبیه سازی، تنها ابزار مدل سازی همه منظوره و با کاربرد عمومی برای سیستمهای پیچیدهٔ طبیعی و یا مصنوعی است[14]. بهینه سازی شبیه سازی یافتن مجوعه ای از متغیرهای ورودی است که باعث بهینه شدن متغیر(های) خروجی می شوند. مدل بهینه سازی شبیه سازی در شکل (۳) نشان داده شده است[12].



شکل ۳: مدل بهینه سازی شبیه سازی

مدل سازی ریاضی

در این بخش مساله بارگیری نفتکش ها در انبار نفت شمال غرب تهران، به صورت یک مساله برنامه ریزی ریاضی مدل شده است. برای این منظور موارد موجود در جدول (۹) در نظر گرفته شده اند.

جدول ۹: مفروضات و اختصارات

متغیرهای تصمیم: V_1 تعداد بازوهای بنزین، V_2 تعداد بازوهای نفت گاز و V_3 تعداد بازوهای نفت سفید
تابع هدف: $\text{Min } E\,[f(v_1, v_2, v_3)]$
محدودیت ها: $v_1 + v_2 + v_3 \leq 24$ $۱ \leq v_i \leq ۱۲$

۱) Simulation Optimization

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

هدف ما مینیمم کردن زمانهای انتظار نفتکش ها در صف قبل از بارگیری است. تابع هدف این مساله عبارت از $f(v_1=ms, v_2=go, v_3=ke)$ می باشد که در حقیقت مجموع متوسط زمانهای انتظار نفتکش های بنزینی و نفتگازی و نفت سفیدی در صف قبل از ورود به محوطه انبار بوده و با متوسط گیری از اجرای مدل شبیه سازی به مدت ۲۴۰ ساعت محاسبه می گردد. محدودیت های مساله بیانگر آن هستندکه فعال بودن کلیه بازوهای بارگیری موجود در انبار الزامی نمی باشد و سرمایه گذاری روی ساخت بازوی جدید در انبار ممکن نمی باشد.

روش شبیه سازی تبرید[۱]

ایده شبیه سازی تبرید از مقاله ای که توسط متروپولیس و همکارانش در سال ۱۹۵۳ منتشر شد، گرفته شده است. پس از آن، روش عملکرد شبیه سازی تبرید توسط کیرکپاتریک و همکارانش [20] پیشنهاد گردید. با توجه به مدل معرفی شده در بخش قبلی، نتایج حاصل از به کارگیری روش شبیه سازی تبرید به شرح زیر می باشند. لازم به ذکر است که خروجی ها، با در نظر گرفتن ۲۴۰ ساعت طول هر اجرای شبیه سازی ومفروضات موجود در جدول (۱۰) (که تمامی آنها بر اساس آزمایشات سعی و خطا برای مساله مورد مطالعه مناسب به نظر آمده اند)، در جدول (۱۱) آورده شده است.

جدول ۱۰: پارامترهایSA

جواب اولیه	$v_1=ms=1, v_2=go=1, v_3=ke=1$
درجه حرارت اولیه	۱۰۰۰
تابع زمانبندی سردشدن	خطی با مقدار $\alpha=0.98$
ساختار همسایگی	هر بار ۲ درایه ثابت مانده و به درایه منتخب یک عدد اضافه می شود، درایه منتخب در تکرارهای زوج درایه اول و در تکرارهای فرد درایه دوم و در تکرارهای مضرب یازده درایه سوم می باشد.
شرط توقف	بهبود نیافتن در مقادیر بهترین جواب در ۲۰ تکرار متوالی

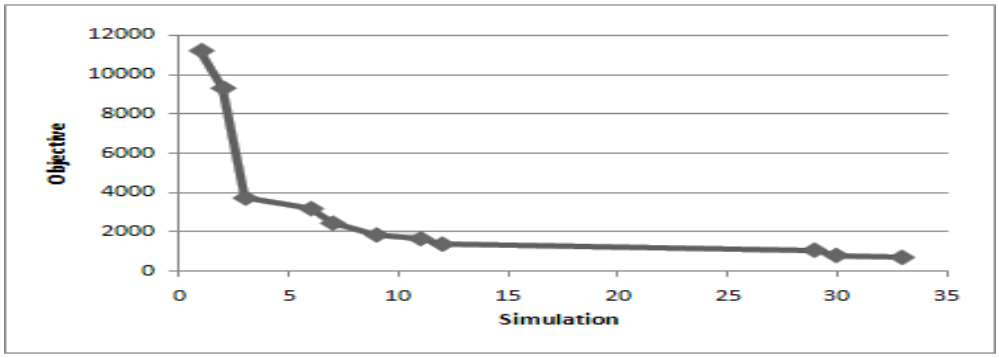
۱) Simulated Annealing

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

جدول ۱۱: نتایج SA

simulation	Minimize Objective	Var 1	Var 2	Var 3
1	11230	1	1	1
2	9326	2	1	1
3	3740	2	2	1
6	3200	4	3	1
7	2465	4	4	1
9	1866	5	5	1
11	1678	5	6	1
12	1397	6	6	1
29	1091	8	9	2
30	826	9	9	2
Best: 33	725	10	11	2

شکل (۴)، نشانگر مراحل بهبود تابع هدف در روش شبیه سازی تبرید به کارگیری شده می باشد.



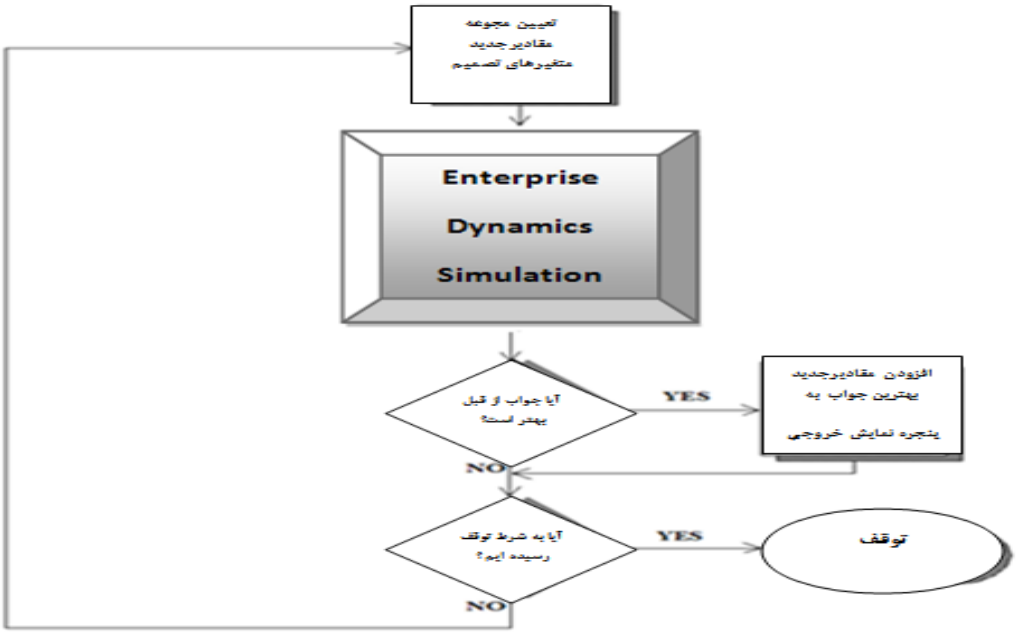
شکل ٤: مراحل بهبود تابع هدف

نتایج حاصل از شبیه سازی تبرید نشان می دهد که در انبار نفت شمالغرب تهران با تغییر ترکیب بازوهای بارگیری فعلی (۸ بنزینی، ۱۲ نفتگازی و ۴ نفت سفیدی) به ترکیب جدید (۱۰ بنزینی، ۱۱ نفتگازی و ۲ نفت سفیدی)، می توان به طور بهینه تری جوابگوی تقاضاها در انبار بود. این تکنیک به مقدار بهینه خود در سی و سومین تکرار الگوریتم رسیده است.

نرم افزار تجاری بهینه سازی شبیه سازی OptQuest

این نرم افزار با مدل شبیه سازی به عنوان یک جعبه سیاه رفتار می کند. شیوه جستجوی بهینه این نرم افزار تجاری، ترکیبی از روش های متاهیوریستیک Tabu Search، Neural Networks و Scatter Search می باشد. فرایند جستجوی جواب بهینه OptQuest مطابق با شکل (۵) می باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]



شکل ۵: فرآیند نرم افزار تجاری بهینه سازی شبیه سازی OptQuest

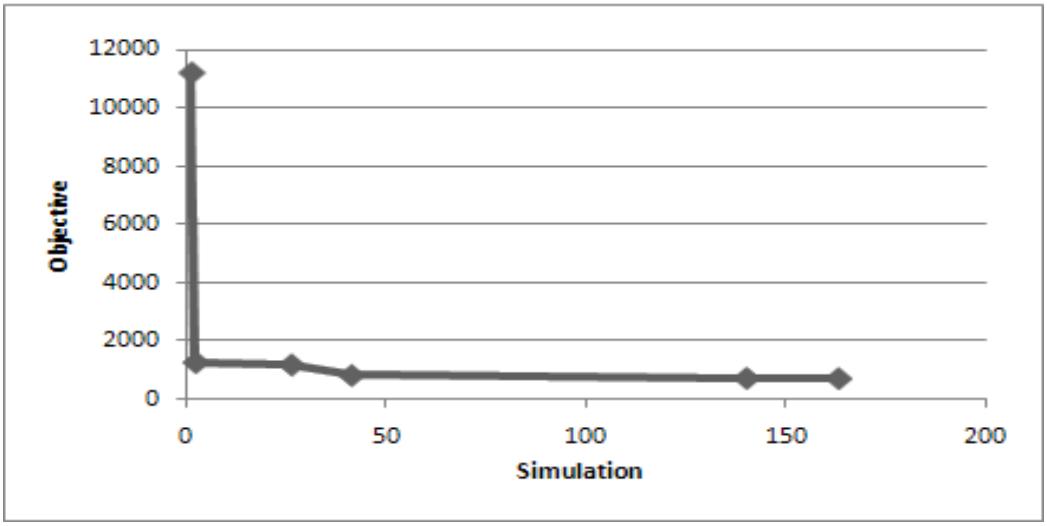
هدف از این بسته نرم افزاری، تنظیم مقادیر متغیرهای تصمیم به نحوی می باشد که تابع هدف به جواب بهینه و یا نزدیک بهینه دست یابد [19]. در این بخش نتایج بهینه سازی با استفاده از نرم افزار تجاری OptQuest ارائه شده است خروجی های نرم افزار تجاری OptQuest با در نظر گرفتن ۲۴۰ ساعت طول هر اجرای شبیه سازی و جواب اولیه $v_1=1, v_2=1, v_3=1$ ،در جدول (۱۲) آورده شده است.

جدول ۱۲: نتایج OptQuest

simulation	Minimize Objective	Var 1	Var 2	Var 3
1	11230	1	1	1
2	1282	7	7	7
26	1197	8	7	9
41	833	10	9	5
140	735	8	10	2
Best: 163	725	10	11	2

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

شکل (۶)، نشانگر مراحل بهبود تابع هدف می باشد.



شکل ٦: مراحل بهبود تابع هدف

نتایج حاصل از نرم افزار OptQuest نشان می دهد که در انبار نفت شمال غرب تهران با تغییر ترکیب بازوهای بارگیری فعلی (۸ بنزینی، ۱۲ نفتگازی و ۴ نفت سفیدی) به ترکیب جدید (۱۰ بنزینی، ۱۱ نفتگازی و ۲ نفت سفیدی)، می توان به طور بهینه تری جوابگوی تقاضاها بود. این تکنیک به مقدار بهینه خود در صد و شصت و سومین تکرار رسیده است.

مقایسه روش های بهینه سازی شبیه سازی بکار گرفته شده

با توجه به موارد فوق، الگوریتم SA با همان دقت OptQuest ولی تعداد تکرارهای کمتری (زمان کمتر) به جواب بهینه احتمالی رسیده است. بطور خلاصه نتایج این دو روش به شرح جدول (۱۳) می باشند.

جدول ۱۳: مقایسه نتایج دو روش بهینه سازی شبیه سازی بکار گرفته شده

روش بهینه سازی شبیه سازی	خروجی تابع هدف	تعداد تکرار تا رسیدن به بهینه
شبیه سازی تبرید (SA)	۷۲۵	۳۳
نرم افزار تجاری OptQuest	۷۲۵	۱۶۳

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

نتایج

مدل شبیه سازی پیشنهادی در این نوشتار، یک مدل انعطاف پذیر می باشد و با توجه به اهداف مدیریت قابلیت تغییر پارامترها را بسادگی به کاربر می دهد. مدل پیشنهاد شده با استفاده از نرم افزار Enterprise Dynamics کد شده و به عنوان پایلوت روی انبار نفت شمال غرب تهران پیاده سازی شده است که نتایج حاصل از آن بطور خلاصه در مقاله ارائه گردیده است. هدف اصلی این مقاله، ارائه یک مدل شبیه سازی انبار ذخیره سوخت برای بارگیری فراورده های نفتی بوده است. با استفاده از این مدل می توان ترکیب بهینه منابع انبار برنامه ریزی نمود. مدل پیشنهادی دارای قابلیت سهولت تغییر در تابع هدف و همچنین اضافه و کم کردن محدودیت ها، تعیین تعداد بازوهای بارگیری از هر نوع فرآورده و ... می باشد. بر اساس بررسی های کمی انجام شده توسط مدل شبیه سازی، ترکیب و تعداد سکوهای بارگیری از هر نوع فرآورده عاملی موثر در میزان انتظار نفتکش ها در انبار بوده است. طبق خروجی های روش بهینه سازی شبیه سازی تبرید و همچنین نرم افزار OptQuest، تخصیص ۱۰ بازوی بارگیری به بنزین، ۱۱ بازوی بارگیری به نفت گاز و ۲ بازوی بارگیری به نفت سفید باعث بیشترین کاهش در زمانهای انتظار نفتکش ها در انبار خواهد شد. با توجه به نتایج این تحقیق پیشنهاد می گردد تا از تکنیک های دیگر بهینه سازی شبیه سازی برای به دست آوردن ترکیب بهینه بازوهای بارگیری در انبارهای ذخیره سوخت استفاده کرده و نتایج با شبیه سازی تبرید یکدیگر مقایسه گردند. همچنین، پیشنهاد می گردد علاوه بر فاکتورهای عینی که در این مقاله بررسی شده اند فاکتورهای ذهنی موثر در خواب نفتکش ها نیز در مدل وارد گردیده و با استفاده از ابزار مناسب تجزیه و تحلیل گردند.

تقدیر و تشکر

از واحد پژوهش و توسعه شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران، بعلت حمایت از این تحقیق تشکر فراوان دارم. همچنین، پیشاپیش از اساتید و مؤلفان محترم که نشریه را در ارتقای کیفی آن یاری می کنند، سپاسگزارم.

منابع

[۱] ایروانی، سید محمدرضا؛ سیستم های صف (جلد اول و دوم)، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، مهر ۱۳۷۲.

[۲] مدرس یزدی، م؛ نظریه صف، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۰.

[3] Asim A. R. El Sheikh; Ray J. Paul; Alan S. Harding; David W. Balmar;1987, "*A Microcomputer-Based Simulation Study of a port*", The Journal of the Operational Research Society, Vol. 38, No. 8, pp. 673-681.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

[4] Averill M. Law; Michael G. McComas; "*Simulation-Based Optimization*", Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference.

[5] Azadivar, F. ; "*Simulation Optimization Methodologies*", Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, pp. 93-100.

[6] Candace L.Conwell; Rosemary Enright; Marcia A. Stutzman; "*Capability maturity models support of modeling and simulation Verification, Validation, and Accreditation*", Proceedings of the 2000 winter simulation conference.

[7] Carson, Y.; A. Maria; "Simulation Optimization: Methods and Applications" , Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference, pp. 118- 126.

[8] Eelco van Asperen; Rommert Dekker; Mark Polman; Henk de Swaan Arons; "*Allocation of ships in a port simulation*",15th European Simulation Symposium, 2003.

[9] Fred Glover; Gary A. Kochenberger; 2003, "*Handbook of metaheuristics*", Kluwer Academic publishers.

[10] Fu, M. C. ; "*Optimization for Simulation: Theory vs. Practice*", INFORMS Journal on Computing, Vol. 14, pp. 192-215, 2002.

[11] Fu, M. C. ; "*Simulation Optimization*", Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, pp. 53-61.

[12] Fu, M. C., S. Andradottir, J. S. Carson, F. Glover, C. R. Harrell, Y. C. Ho, J. P. Kelly, S. M. Robinson Panel Session; "*Integrating Optimization and Simulation: Research and Practice*", Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, pp. 610-616.

[13] Jack P.C. Kleijnen; Jie Wan; "*Optimization of simulated systems: OptQuest and alternatives*", Simulation Modelling Practice and Theory, Vol.15, pp. 354–362, 2007.

[14] Jay April; Fred Glover;James P. Kelly; Manuel Laguna; "*Practical Introduction To Simulation Optimization*", Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference.

[15] Jennifer Chew; Cindy Sullivan; "*Verification, Validation, and Accreditation in the life cycle of models and simulations*", Proceedings of the 2000 winter simulation conference.

[16] Kirkpatrick, S. ; C. D. Gelatt; J. M. P. Vecchi; "*Optimization by Simulated Annealing*", Science, Vol.220, No. 4598, 1983.

[17] Larry Goldstein; Michael Waterman; "*Neighborhood Size In The Simulated Annealing Algorithm*", American Journal Of Mathematical And Management Sciences, 1988, VOL. 8, pp.409-423.

[18] Naderi B.; Zandieh M.; Roshanei V.; 2008, "*Scheduling hybrid flowshops with sequence-dependent setup times to minimize makespan and maximum tardiness*", International Journal of Advanced Manufacturing Technology .

[19] Pasquale Legato; Rina M. Mazza; 2001, "*Berth planning and resources optimization at a container terminal via discrete event simulation*",European Journal of Operational Research, Vol.133, pp. 537-547.

[20] Rabert G. Sargent; "*Verification and Validation of simulation models*", Proceedings of the 2007 winter simulation conference.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]

[21] Rachida Hadiby Ghoul; Abdelhamid Benjelloul; Sihem Kechida and Hicham Tebbikh,2007; "*A Scheduling Algorithm Based on Petri Nets and Simulated Annealing*", American Journal of Applied Sciences, Vol.4, pp. 269-273.

[22] Razman Mat Tahar; Khalid Hussain; "*Simulation and Analysis for the Kelang Container Termal Operation"* ,Logistics Information Management, Vo 13,pp. 14-20,2000.

[23] Richard L. Van Horn; "*Validation of simulation results*", Management Science, Vol. 17,No 5, 1971.

[24] Sheldon H. Jacobson ; Enver Yucesan; " *On the complexity of verifying structural properties of Discrete Event Simulation Models*", Operations Research, Vol. 47,No. 3, 1999.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-25]