فصل‌نامهٔ مطالعات اقتصاد انرژی/ سال پنجم / شمارهٔ ۱۷/ تابستان ۱۳۸۷/ صفحات ۸۷ - ۷۳

بررسی علل توقف نفتکش‌ها در انبارهای نفت با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی ریاضی

کامران شهانقی

استادیار دانشکدهٔ صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران: Shahanaghi@iust.ac.ir

مونا گلچین پور

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران: Golchinpour_mona@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۲

چکیده

یکی از مسائل مهمی که در زمینهٔ عملیات بارگیری فرآورده‌های نفتی در انبارهای نفت مطرح است و پدیده‌ای نامطلوب به شمار می‌رود، معطلی نفتکش‌ها قبل از ورود به انبار است. تخصیص مناسب و صحیح منابع، از اهداف اصلی بیش‌تر انبارهای نفت دنیا است. در این مقاله، به‌منظور دست‌یابی به نتایج کمی برای تجزیه و تحلیل سیستم عملکرد انبار نفت شمال‌غرب تهران، اقدام به طراحی مدل صف انبار با سرویس‌های متوالی گردیده است. با توجه به شرایط شبکه‌های جکسونی، این شبکه‌ها نمی‌توانند در بر دارنده تمامی شرایط سیستم انبار باشند. بنابراین نسبت به شبیه‌سازی این سیستم اقدام شده است. نتایج اعتبارسنجی خوبی در مقایسه با مقیاس‌های سیستم واقعی به‌دست آمده است. در نهایت با مقایسه نتایج مدل شبیه‌سازی با واقعیت مشخص شد که تغییر ترکیب بازوهای بارگیری یا افزایش ظرفیت برخی ایستگاه‌های انبار در پایین آوردن زمان‌های انتظار نفتکش‌ها نقش اساسی دارند. آنالیز حساسیت‌های مختلفی برای مطالعه اثر ترکیب‌های مختلف بازوهای بارگیری بر افزایش زمان انتظار نفتکش‌ها انجام گرفته است. در این مقاله، نتایج حاصل از آنالیز حساسیت‌ها به‌طور خلاصه آورده شده است.

طبقه‌بندی JEL: Q69 ,Q63, Q49

کلید واژه: انبار فرآورده‌های نفتی، بازوی بارگیری، نفتکش، شبکه صف، شبیه‌سازی کامپیوتری.

۱-مقدمه

مدیران انبارها با تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از اجرای مدل شبیه‌سازی انبار، به‌راحتی می‌توانند اثرات عوامل مختلف را بر میانگین زمان‌های انتظار فتکش‌ها، زمان‌های بارگیری و بهره وری تجهیزات انبار مشاهده کرده و تصمیمات مناسب را برای بهینه کردن شرایط حاکم بر عملیات انبار به انجام رسانند.آن‌ها باید شرایط را به‌گونه‌ای تغییر دهند که میزان معطلی نفتکش‌ها در انبار به حداقل برسد. در این مقاله با بررسی عملیات انبار نفت شمال‌غرب تهران، مدل شبیه‌سازی برای حل مساله، پیشنهاد و طراحی شده است. در سیستم مدل‌سازی شدهٔ انبار، همهٔ مسائل آماری مربوطه، لحاظ شده و بر اساس آن، رفتار سیستم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. سرویس‌های انبار شامل، عملیات کل قبل از بارگیری (شامل کنترل حراستی، کنترل ایمنی، بازدید صلاحیت بارگیری فتکش توسط کنترل کیفیت و مهمور کردن پروانهٔ بارگیری)، سرویس بارگیری، عملیات صدور بارنامه یا حواله، عملیات پلمپ زنی و بازرسی برای دادن مجوز خروج به نفتکش‌ها، هستند پس از شبیه‌سازی سیستم مورد مطالعه، به تجزیه و تحلیل اثر ترکیب بازوهای بارگیری بر روی زمان انتظار نفتکش‌ها با استفاده از آنالیز حساسیت مدل شبیه‌سازی پیشنهادی پرداخته و نتایج به‌طور خلاصه آورده شده‌اند.

برنامه‌ریزی و تحلیل منابع موجود در سیستم‌های مختلف، یکی از موضوعات مورد بحث در بیش‌تر مطالعات بوده است. شبیه‌سازی به‌عنوان تکنیکی کارا در این خصوص همواره مورد استفادهٔ محققان و پژوهشگران در کتاب‌های لا و کلتن[1] (۱۹۹۱)، کلاینن و گروانداال[2] (۱۹۹۲)، بنکس[3] (۱۹۹۸) و رابینسن[4] (۲۰۰۴)، موارد مربوط به شبیه‌سازی سیستم‌ها بسیار دقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مطالعات موردی تقریبا مشابه، در تحقیقات؛ شیخ و همکاران[5] (۱۹۸۷)، تهار وهاسین[6] (۲۰۰۰)، لگاتو و مازا[7] (۲۰۰۱) و اسپرن و همکاران[8] (۲۰۰۳)، بررسی شده‌اند. در تمامی این تحقیقات شبیه‌سازی

1- Law & Kelton.
2- Kleijnen & Groenendaal.
3- banks.
4- Robinson.
5- Sheikh et al.
6- Tahar and Hussain.
7- Legato and mazza .
8- Asperen et al .

به‌عنوان ابزار تجزیه و تحلیل سیستم مورد نظر انتخاب شده است. از جمله تحقیقات انجام شده در زمینهٔ اعتبارسنجی و ارزیابی صحت مدل‌های شبیه‌سازی می توان به ون هرن[1] (۱۹۷۱)، جاکوبسن و یوسزن[2] (۱۹۹۹)، چو و سالیوان[3] (۲۰۰۰)، کانول و همکاران[4] (۲۰۰۰) و سارجنت[5] (۲۰۰۷) هستند. تاکنون روش‌هایی که برای تعیین علل توقف نفتکش‌ها برای بارگیری در انبارهای کشور ارائه شده‌اند، تا حدودی توصیفی بوده‌اند و برای این کار از تکنیک قابل قبولی استفاده نکرده‌اند. بنابراین در این مقاله سعی شده است با بررسی سوابق و تحقیقات انجام گرفته در سیستم‌های مشابه، دیدگاه صحیح از تاریخچهٔ موجود در این زمینه به‌دست آید.

در ادامه در بخش ۲، معرفی انبار نفت شمال غرب تهران، بخش ۳، تشریح مدل صف انبار، بخش ۴، پیاده سازی مدل روی نرم افزار شبیه سازی، بخش ۵، تجزیه وتحلیل اثر ترکیب بازوهای بارگیری برروی زمان های انتظار نفتکش ها، بخش ۶، پیشنهادات برای کاهش زمان معطلی نفتکش ها در انبار نفت شمال غرب تهران و در بخش ۷، نتیجه گیری و پیشنهادات ارائه می گردد.

۲- معرفی انبار نفت شمال غرب تهران

یکی از قدیمی‌ترین سازمان‌های تابعهٔ وزارت نفت، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران[6] است. شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی منطقهٔ تهران به‌عنوان یکی از مناطق ۳۷ گانه شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران مطرح است. انبار نفت شمال‌غرب تهران، برای تأمین فرآورده‌های مورد نیاز مرکز و شمال‌غرب تهران در نظر گرفته شده است. در این انبار تعداد بازوهای بارگیری برای بنزین، ۸ دهنه، برای نفت سفید، ۴ دهنه و برای نفت‌گاز ۱۲ دهنه است. در این انبار تنها سه نوع فرآورده توسط نفتکش‌ها بارگیری می‌شوند که عبارتند از: بنزین[7]، نفت‌گاز[8] و نفت سفید[9]. لازم به ذکر

1- Van Horn .
2- Jacobson and Yucesan .
3- Chew and Sullivan.
4- Conwell et al.
5- Sargent .
6- http://www.niopdc.com/
7- Motor Sprit(MS).
8- Gasoil(GO).
9- Kerosene(KE).

است که 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 تحقیق به‌ۀ دسته طبقه‌بندی شده‌اند.

۳ -تشریح مدل صف انبار

مبحث شبکه‌ها در صف، از جمله مباحثی است که به علت گستردگی زیاد هم اکنون نیز بسیاری از محققان مشغول تجزیه و تحلیل موارد خاص آن هستند. شبکه‌ها در صف می‌تواند تحت عنوان یک گروه از گره‌ها که هر گره نمایانگر یک سیستم از تجهیزات خدمت دهی است، در نظر گرفته شود. در حالت کلی مشتری‌ها (نفتکش‌ها) ممکن است از خارج از سیستم (انبار نفت) به هر یک از گره‌ها وارد بشوند و یا این‌که از هر کدام از گره‌ها پس از دریافت خدمت وارد گره دیگری شده و یا از سیستم خارج شوند. هم‌چنین مشتری‌های داخل سیستم ممکن است دوباره به گره‌ای قبلاً از آن خارج شده‌اند وارد شوند و شاید هم برای همیشه بخواهند داخل سیستم باقی مانده و از آن خارج نشوند. در این‌جا بررسی بر روی شبکه‌هایی است که دارای خصوصیات زیرند:

-ورودی از خارج سیستم به گرۀ i، بر طبق فرآیند پولسان با نرخ مشخصی انجام می‌پذیرد.

-زمان خدمت‌دهی برای هر کانال خدمت دهی در گرۀ i، مستقل از یکدیگر و مستقل از سایر گره‌ها بوده و متغیر تصادفی نمایی با پارامتر مشخصی است.

-ظرفیت صف در تمامی ایستگاه‌ها نامتناهی است.

-احتمال این‌که یک عنصر که خدمت دهی آن در گرۀ i تمام شده است وارد گره j شود، برابر r_{ij} بوده و مستقل از وضعیت سیستم است و r_{i_o} احتمال خروج عنصر از سیستم، پس از دریافت خدمت از گره i را نشان می‌دهد.

شبکه‌هایی که دارای سه خاصیت بالا باشند شبکه‌های جکسون[1] هستند. در ساده‌ترین حالت، یعنی با فرض این که زمان خدمت‌دهی در تمامی ایستگاه‌ها از توزیع نمایی پیروی کند و ظرفیت تمامی صف‌ها در شبکه نامتناهی باشد، شبکۀ صف مسألۀ مورد مطالعه به‌شرح شکل (۱)، خواهد بود. ولی باز هم به‌دلیل آن که ورودی به برخی ایستگاه‌ها بر اساس نحوۀ عملکرد خدمت‌دهندگان در دیگر ایستگاه‌ها بوده و مستقل از

1 - Jackson Network.

وضعیت سیستم نیست، این سیستم را در هیچ حالتی نمی‌توان با شبکه‌های جکسون تحلیل کرد، در حالت کلی به‌علت وجود دلایل ذکر شده در جدول (۱) ، نمی‌توان شبکهٔ موجود را شبکهٔ جکسونی در نظر گرفت و تنها راه حل مناسب برای این مسأله، شبیه‌سازی است. (ایروانی، ۱۳۷۲؛ یزدی، ۱۳۷۰).

شکل ۱- تشریح مدل صف انبار نفت شمال‌غرب تهران

جدول ۱- تفاوت‌های شرایط مساله مورد مطالعه با شبکه جکسونی

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

۴ - پیاده‌سازی مدل روی نرم افزار شبیه‌سازی

در این بخش بطور خلاصه به نحوهٔ پیاده سازی مدل مورد بحث در این مقاله بر روی نرم افزار ED[1]، پرداخته می‌شود. برای تعیین کل شبکهٔ صف مورد نظر، از اتم‌ها استفاده شده است. شکل (۲)، نشانگر پیاده سازی مدل شبیه‌سازی در نرم افزار ED است. در این مدل برای تعیین کل شبکه صف از انواع مختلف اتم‌ها استفاده شده است

1- http://www.enterprisedynamics.com/

که تنها اتم‌های مربوط به منطق شبیه‌سازی در شکل نشان داده شده‌اند و از نشان دادن اتم‌های مربوط به داده‌ها و گزارش گیری از مدل صرف نظر شده است.

شکل ۲- پیاده سازی مدل شبیه‌سازی در ED7.2

۴-۱- تجزیه و تحلیل داده‌های ورودی

بر اساس نیاز مدل طراحی شده برای انبار نفت شمال‌غرب تهران، بررسی و برازش داده‌های خام و دسته بندی آن‌ها مشهود و مشخص است،عمده متغیرهای مورد مطالعه عبارتند از:

۱- نرخ ورود نفتکش‌ها با سه گروه فرآورده در سه شیفت کاری

۲- نرخ بارگیری نفتکش‌ها با سه گروه فرآورده و سه نوع ظرفیت

۳- زمان سرویس دهی به نفتکش‌ها در همهٔ ایستگاه‌های کاری در انبار

به‌منظور این کار، اطلاعات ۱۰ روز متوالی انبار در سل ۱۳۸۶، جمع آوری و به نرم افزار آماری EasyFit[1] وارد شده است. پس از انجام آزمون‌های کولموگروف‌اسمیرنف و آندرسن دارلینگ و نیکویی برازش، تابع توزیع‌های مذکور به همراه پارامترهای مربوطه به‌دست آمده‌اند.

1- http://www.mathwave.org/

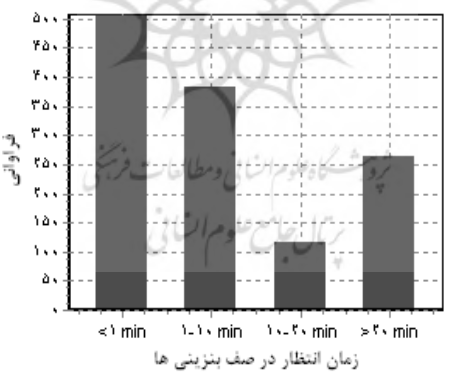
۴-۲-اجرا و نتایج شبیه‌سازی

اجرای شبیه‌سازی می‌تواند بر مبنای دو روش ختم کننده و یا رسیدن به شرایط پایدار انجام گیرد. در این مطالعه، سیستم مفروض بر اساس دومین شرط، اجرا و مدت زمان شبیه‌سازی به‌صورت ثابت وارد شده است. نتایج اجرای شبیه‌سازی به مدت ۱۰ روز در انبار نفت شمال‌غرب تهران، در جدول (۲) نشان داده شده است.

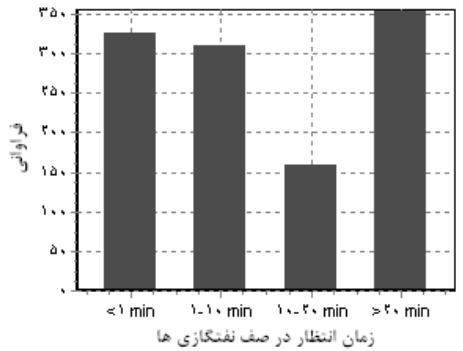
جدول ۲ -متوسط زمان‌های انتظار در صف نفتکش‌ها

دورهٔ شبیه‌سازی (ثانیه)	متوسط زمان‌های انتظار در صف بنزینی‌ها (ثانیه)	متوسط زمان‌های انتظار در صف نفت گازی‌ها (ثانیه)	متوسط زمان‌های انتظار در صف نفت سفیدی‌ها (ثانیه)
۸۶۴۰۰۰	۱۰۰۵/۲۸۸	۹۶۷/۱۲۱۱	۵۶۳۹۰

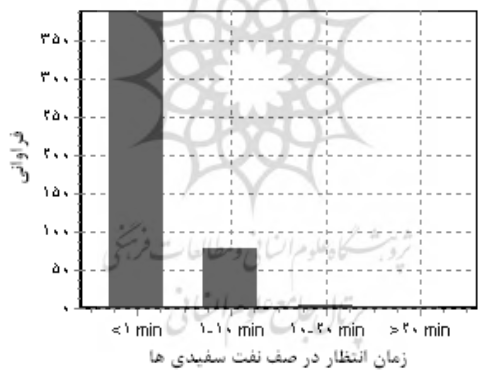
هم‌چنین زمان‌های انتظار در صف نفتکش‌ها برای ورود به انبار جهت بارگیری فرآوردهٔ درخواستی، در شکل‌های (۳) و (۴) و (۵) بر اساس نوع فرآوردهٔ مورد بارگیری نشان داده شده است.



شکل ۳ - زمان انتظار در صف بنزینی‌ها (در ۱۰ روز)

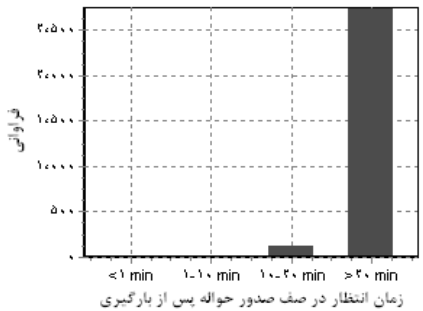


شکل ۴- زمان انتظار در صف نفت‌گازی‌ها(در ۱۰ روز)



شکل ۵ - زمان انتظار در صف نفت سفیدی‌ها (در ۱۰ روز)

زمان‌های انتظار در صف صدور حواله پس از بارگیری فرآوردهٔ درخواستی، در شکل (۶) نشان داده شده است.



شکل ۶- زمان انتظار در صف صدور حوالهٔ نفتکش‌ها پس از بارگیری (در ۱۰ روز)

۴-۳- *اعتبارسنجی مدل*

شاید یکی از مؤثرین شیوه‌های اعتبار سنجی مدل این باشد که خروجی‌های شبیه‌سازی باید حتی الامکان تفاوت معنی داری با خروجی‌های واقعی فرآیند نداشته باشند. در مدل ساخته شده، سیستم عملیات انبار، با توجه به مورد مذکور، مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این‌جا، از آزمون اختلاف دو میانگین در حالت قبل و بعد از شبیه‌سازی استفاده شده است. در جدول (۳)، سه آزمون نشان داده شده است (μ_{BSi}، میانگین زمان انتظار نفتکش‌ها برای ورود به انبار در وضعیت فعلی و μ_{ASi}، میانگین زمان انتظار نفتکش‌ها برای ورود به انبار پس از شبیه‌سازی، بر حسب نوع فرآورده است).

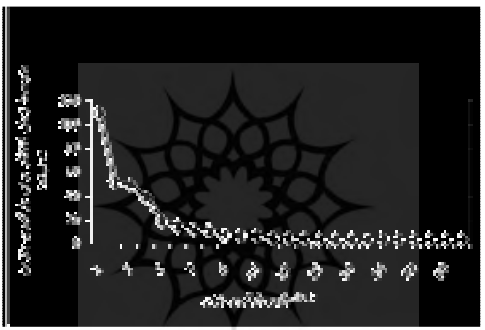
جدول ۳ - آزمون‌های بررسی اختلاف میانگین زمان‌های انتظار نفتکش‌ها قبل و بعد از شبیه‌سازی

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

با توجه به داده‌های زمان‌های انتظار نفتکش‌ها در صف قبل از ورود بـه محوطـهٔ انبـار، قبل و بعد از شبیه‌سازی و با استفاده از آزمون‌های فوق، درهرسه آزمـون فـرض صـفر را نمی‌توان رد کرد و بنابراین مدل معتبر است.

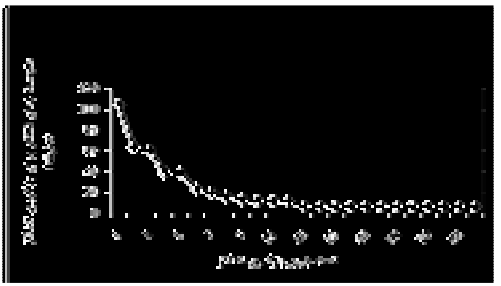
۵- تجزیه و تحلیل اثر ترکیب بازوهای بارگیری بر روی زمان‌های انتظار نفتکش‌ها

نمودارهای مقایسهٔ متوسط زمان انتظار نفـتکش‌هـا بـرای بـارگیری برحـسب تعـداد بازوی بارگیری فرآورده‌ها، درشکل‌های (۷)، (۸) و (۹) آورده شده‌اند.



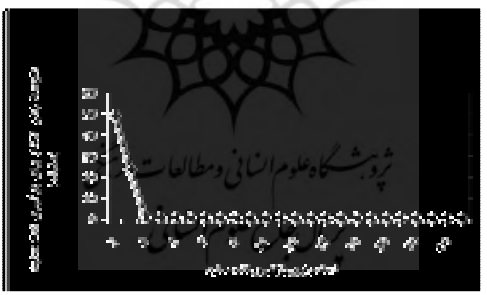
شکل ۷ - مقایسهٔ متوسط زمان انتظار نفتکش‌ها برای بارگیری بنزین بر حسب تعداد بازوی بارگیری بنزین

همان‌طور که در نمودار بالا مشاهده می‌شود، با اضافه کردن تنها یک بازوی بـارگیری بنزینی به حالت کنونی و رساندن تعداد بازوها به ۹ عدد، می‌توان میانگین زمـان انتظـار نفتکش‌ها را در حدود ۱۰ دقیقه کاهش داد. همان‌طور که ملاحظه می‌شـود بـا کـاهش تعداد سکوهای بارگیری بنزین از تعداد کنونی، زمان انتظـار نفـتکش‌هـا بـه‌سـرعت بـالا می‌رود.



شکل ۸ – مقایسهٔ متوسط زمان انتظار نفتکش‌ها برای بارگیری نفت‌گاز بر حسب تعداد بازوی بارگیری نفت‌گاز

با توجه به نمودار فوق، با افزودن تنها یک بازوی بارگیری نفت‌گازی به حالت کنونی و رساندن تعداد بازوها به ۱۳ عدد، می‌توان میانگین زمان انتظار نفتکش‌ها را در حدود ۱۳ دقیقه کاهش داد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با کاهش تعداد سکوهای بارگیری نفت‌گاز از تعداد کنونی، زمان انتظار نفتکش‌ها به‌سرعت بالا می‌رود.



شکل ۹– مقایسهٔ متوسط زمان انتظار نفتکش‌ها برای بارگیری نفت سفید بر حسب تعداد بازوی بارگیری نفت سفید

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با کاهش تعداد بازوهای بارگیری نفت سفید از تعداد کنونی به ۳ بازو، زمان انتظار نفتکش‌ها هیچ تغییری نخواهد کرد.

۶- پیشنهادات برای کاهش زمان معطلی نفتکش‌ها در انبار نفت شمال‌غرب تهران

در این بخش پیشنهاداتی برای حذف یا کاهش توقفات و معطلی نفتکش‌ها ارائه می‌شوند، که بر مبنای علل به‌وجود آمدن این توقفات بوده و سعی بر رفع مشکلات موجود دارند و به شرح موارد زیرند:

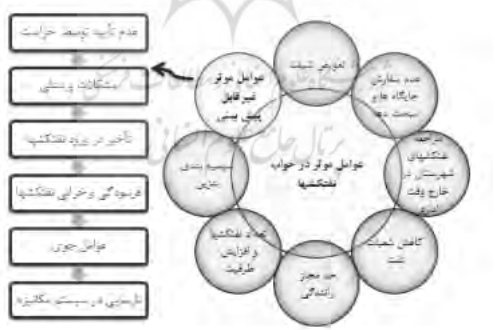
-افزایش ظرفیت در ایستگاه قبل از بارگیری و ایستگاه صدور حواله پس از بارگیری

-تغییر ترکیب بازوهای بارگیری از وضعیت فعلی

-مکانیزه شدن امورات انبار و استفاده از تجهیزات پیشرفته‌تر

-به نظم در آوردن ورود و خروج نفتکش‌ها (با توزیع آماری مناسب‌تر)

تا از یک سوی اتلاف وقت ناشی از نبود امکانات را شناسایی کرد و از سوی دیگر با استفادهٔ بهینه از ناوگان حمل و نقل (نفتکش‌ها) بازدهٔ کاری انبار را بالا برد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد اگر بتوان با تدابیر و هماهنگی‌های لازم ترکیب بازوهای بارگیری را به‌طور بهینه تعیین کرد، زمان انتظار نفتکش‌ها به طرز قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. در شکل (۱۰)، عوامل مؤثر ذهنی در خواب و توقف نفتکش‌ها بر اساس خروجی‌های مدل شبیه‌سازی و مشاهدهٔ سیستم واقعی انبار و نظرات افراد خبره به سیستم، در انبار نفت شمال‌غرب تهران نمایش داده شده‌است، که این عوامل را نیز می‌توان در تحقیقات دیگری وارد مدل شبیه‌سازی و با استفاده از ابزار مناسب اثر آن‌ها را بر زمان انتظار نفتکش‌ها تحلیل کرد.



شکل ۱۰ - عوامل مؤثر در خواب نفتکش‌ها

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

به‌کارگیری شبیه‌سازی ریاضی، همواره ابزاری مناسب و کارا برای تحلیل وضعیت‌های مختلف انبار بوده است. ارزیابی و مقایسهٔ تطابق مدل شبیه‌سازی با وضعیت موجود سیستم، برای اعتبارسنجی مدل مورد توجه قرار گرفته است. در بررسی‌های به‌عمل آمده، بهینه نبودن ترکیب بازوهای بارگیری، کمبود ظرفیت ایستگاه‌های قبل از بارگیری، و ایستگاه صدور بارنامه یا حواله پس از بارگیری از مهم‌ترین علل توقف نفتکش‌ها هستند. برنامه‌ریزی مناسب برای مقابله با این گلوگاه‌ها، می‌تواند سهم بسیاری در کاهش زمان‌های توقف نفتکش‌ها داشته باشد. در این مقاله به تجزیه و تحلیل اثر ترکیب بازوهای بارگیری به‌عنوان یک عامل عینی تأثیرگذار بر روی زمان‌های انتظار نفتکش‌ها، پرداخته شده است. علاوه بر عوامل عینی تأثیرگذار بر روی زمان‌های انتظار نفتکش‌ها، عوامل ذهنی بسیاری نیز بر زمان‌های انتظار نفتکش‌ها مؤثرند، که به‌طور خلاصه به آن‌ها در مقاله اشاره شده است. پیشنهاد می‌شود برای علل ذهنی مؤثر در خواب نفتکش‌ها، با استفاده از آمار دقیق، سهم هر یک از عوامل را در افزایش زمان انتظار نفتکش‌ها استخراج کرد. در صورت وجود آمارهای دقیق و مشخص از علل ذکر شده، تجزیه و تحلیل سیستمی عملیات انبار آسان شده، گلوگاه‌ها مشخص می‌شوند و می‌توان اهرم‌های کنترلی را اعمال نمود. هم‌چنین نحوهٔ تغییر روش‌های عملیاتی برای افزایش بهره‌وری انبار به‌خوبی درک می‌شود. با توجه به نتایج این تحقیق، پیشنهاد می‌شود تا تحقیقات مشابهی در مورد انبارهای شلوغ‌تر (از جمله انبار نفت‌ری)، انجام پذیرد تا ضمن مشخص شدن میزان استفاده از تجهیزات وامکانات موجود، ضرورت‌ها و نیازها نیز مشخص شوند. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود که تحقیقی در مورد حمل فرآورده‌های نفتی انبارها به مراکز مصرف انجام گیرد که در آن شبکه حمل فرآورده را در نظر گرفته (انبارها مبدا و مراکز مصرف کشور، مقاصد هستند) و با توجه به هزینهٔ حمل فراورده توسط نفتکش‌ها، حمل فراورده از انبارها به مراکز مصرف به‌نحوی سازماندهی می‌شود تا هزینه حمل فراورده از انبارها به مراکز مصرف حداقل گردد. در گسترش‌های آتی مدل، مطلوب است که به محدودیت‌های هزینه‌ای و تشکیل صف نفتکش‌ها در آب و هوای نامساعد توجه شود. مدل توسعه داده شده می‌تواند در برگیرنده زمان‌بندی حرکت نفتکش‌ها، ظرفیت مخازن، تأثیرات تغییرات جوی و... نیز باشد.

تقدیر و تشکر

این پژوهش با حمایت شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران انجام شده است که بدین وسیله مراتب قدردانی محققان ابراز می‌شود.

فهرست منابع

ایروانی سید محمدرضا (۱۳۷۲)، سیستم‌های صف، جلد ۱ و ۲، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

یزدی مدرس محمد (۱۳۷۰)، نظریهٔ صف، مرکز نشر دانشگاهی.

Asperen Eelco van, Dekker Rommert, Polman Mark, Arons Henk de Swaan (2003), Allocation of ships in a port simulation, 15th European Simulation Symposium2003.

Banks J. (1998), Handbook of Simulation, John Wiley and Sons Inc.

Chew Jennifer, Sullivan Cindy (2000), Verification, Validation, and Accreditation in the life cycle of models and simulations, Proceedings of the 2000 winter simulation conference.

Conwell Candace L., Enright Rosemary, Stutzman Marcia A. (2000), Capability maturity models support of modeling and simulation Verification, Validation, and Accreditation, Proceedings of the 2000 winter simulation conference.

Jacobson Sheldon H., Yucesan Enver (1999), On the complexity of verifying structural properties of Discrete Event Simulation Models, Operations Research, Vol. 47,No. 3.

Kleijnen, J.P.C., Van Groenendaal, W. (1992), Simulation: A statistical perspective, Wiley, Chichester, UK.

Law, A.M., Kelton, W.D. (1991), Simulation modeling and analysis, second ed. McGraw-Hill, New York.

Legato Pasquale, Mazza Rina M. (2001), Berth planning and resources optimization at a container terminal via discrete event simulation, European Journal of Operational Research, Vol.133, No. 3, pp. 537-547.

Robinson, S. (2004), Simulation: the practice of model development & use, John wiely & Sons Ltd.

Sargent Rabert G. (2007), Verification and Validation of simulation models, Proceedings of the 2007 winter simulation conference.

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

Tahar Razman Mat, Hussain Khalid (2000), Simulation and analysis for the Kelang Container Terminal operations, Logistics Information Management, Vol 13, No1, , pp. 14-20.

Van Horn Richard L. (1971), Validation of simulation results, Management Science, Vol. 17, No 5.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی