



دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌های مدیریت

اصول شبیه‌سازی تمرین یک

اعضا:

حسام الدین ابراهیمی - ۹۹۲۵۰۷۶

امیر رضاقره‌باغ - ۴۰۰۲۵۰۲۴

فرید محمدزاده - ۴۰۰۲۵۰۷۳

استاد: دکتر عباس احمدی

اسفند ۱۴۰۳

فهرست

مسئله اول.....	۳
مقدمه و صورت مسئله.....	۳
مدل مفهومی.....	۳
فرض های ساده ساز.....	۴
نمودارهای جریان و کنترلر شبیه سازی.....	۵
کنترلر شبیه‌سازی.....	۵
نمودارهای جریان.....	۷
نتایج به دست آمده.....	۹
تحلیل و نتیجه‌گیری.....	۹
مسئله دوم.....	۱۰
مقدمه و صورت مسئله.....	۱۰
فرض‌های ساده‌ساز.....	۱۰
مدل مفهومی.....	۱۲
نمودارهای جریان و کنترلر شبیه‌سازی.....	۱۳
کنترلر شبیه‌سازی.....	۱۳
نمودار جریان پیشامد خرابی.....	۱۵
نتایج شبیه‌سازی.....	۱۶
تحلیل و نتیجه‌گیری.....	۱۸
جدول گزارش عملکرد اعضای گروه.....	۱۹

مسأله اول

مقدمه و صورت مسأله

یک ایستگاه کاری (با یک خدمت‌دهنده) را بر اساس توزیع مدت زمانهای بین دو ورود (یکنواخت بین یک الی ۸ دقیقه) و مدت خدمتدهی (یکنواخت بین ۳ الی ۸ دقیقه)، برای ۵ ساعت شبیه‌سازی نمایید. آماره‌های زیر را بدست آورید:

۱. متوسط انتظار مشتریان در صف

۲. درصد بیکاری خدمت‌دهنده

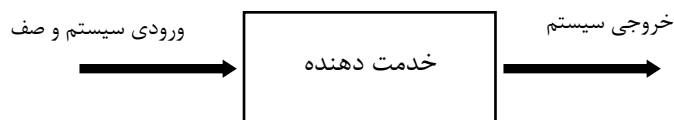
۳. متوسط مدت زمان انتظار مشتریان در سیستم

۴. تعداد مشتریان وارد شده به سیستم

نمودارهای جریان را برای کنترلر شبیه‌سازی و پیشامدهای اصلی ترسیم نمایید. کدهای خود را بر اساس این نمودارها تهیه نمایید. فرض کنید در ابتدا سیستم خالی است و در پایان، همه افرادی که در سیستم هستند پس از دریافت خدمت، باید از سیستم خارج شوند.

مدل مفهومی

مدل مفهومی سیستم شامل اجزای زیر است:



ورودی سیستم: مشتریان به صورت تصادفی با توزیع یکنواخت بین ۱ تا ۸ دقیقه وارد می‌شوند.

صف: اگر خدمت‌دهنده مشغول باشد، مشتریان در صف منتظر می‌مانند.

خدمت دهنده: یک خدمت دهنده که مدت زمان خدمت دهی آن بین ۳ تا ۸ دقیقه است.

خروجی سیستم: مشتریان پس از دریافت خدمت از سیستم خارج می‌شوند.

متغیرهای حالت: (Q, S)

Q : تعداد افراد در صف

S : وضعیت خدمت دهنده (۰ بیکار، ۱ مشغول)

پیشامدهای اصلی:

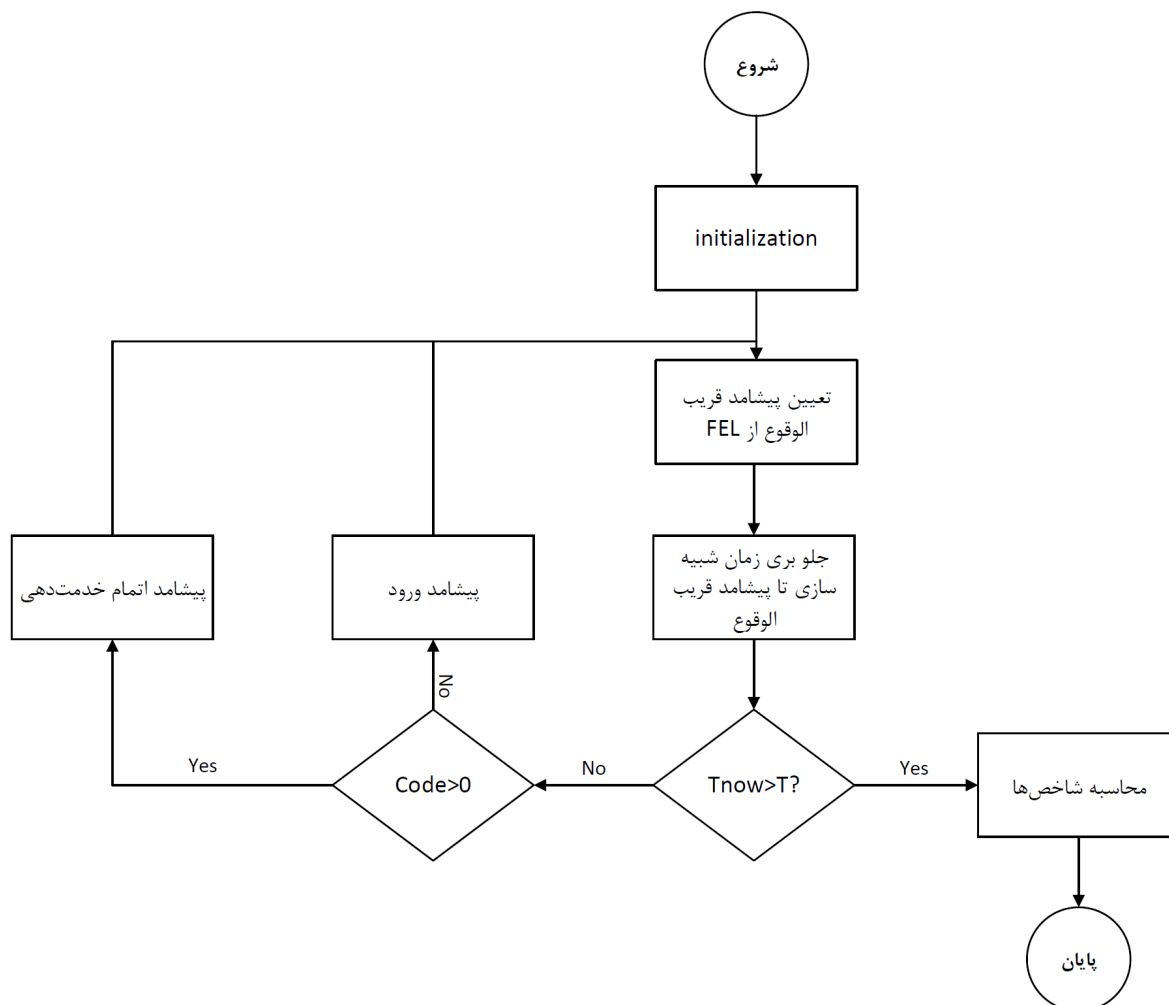
ورود با کد ۰ و اتمام خدمت دهی با کد ۱

فرض‌های ساده ساز

- سیستم در ابتدا خالی است (هیچ مشتری در صف یا در حال خدمت دهی وجود ندارد).
- زمان بین ورود مشتریان از توزیع یکنواخت بین ۱ تا ۸ دقیقه پیروی می‌کند.
- زمان خدمت دهی از توزیع یکنواخت بین ۳ تا ۸ دقیقه پیروی می‌کند.
- سیستم یک صف دارد و مشتریان به صورت FIFO (اولین ورود، اولین خروج) خدمات دریافت می‌کنند.
- هیچ مشتری سیستم را ترک نمی‌کند (همه مشتریان صبر می‌کنند تا خدمت دریافت کنند).
- شبیه‌سازی تا زمانی ادامه می‌یابد که آخرین مشتری خدمت خود را دریافت کند، حتی اگر زمان شبیه‌سازی (۵ ساعت) به پایان رسیده باشد.

نمودارهای جریان و کنترلر شبیه سازی

کنترلر شبیه سازی



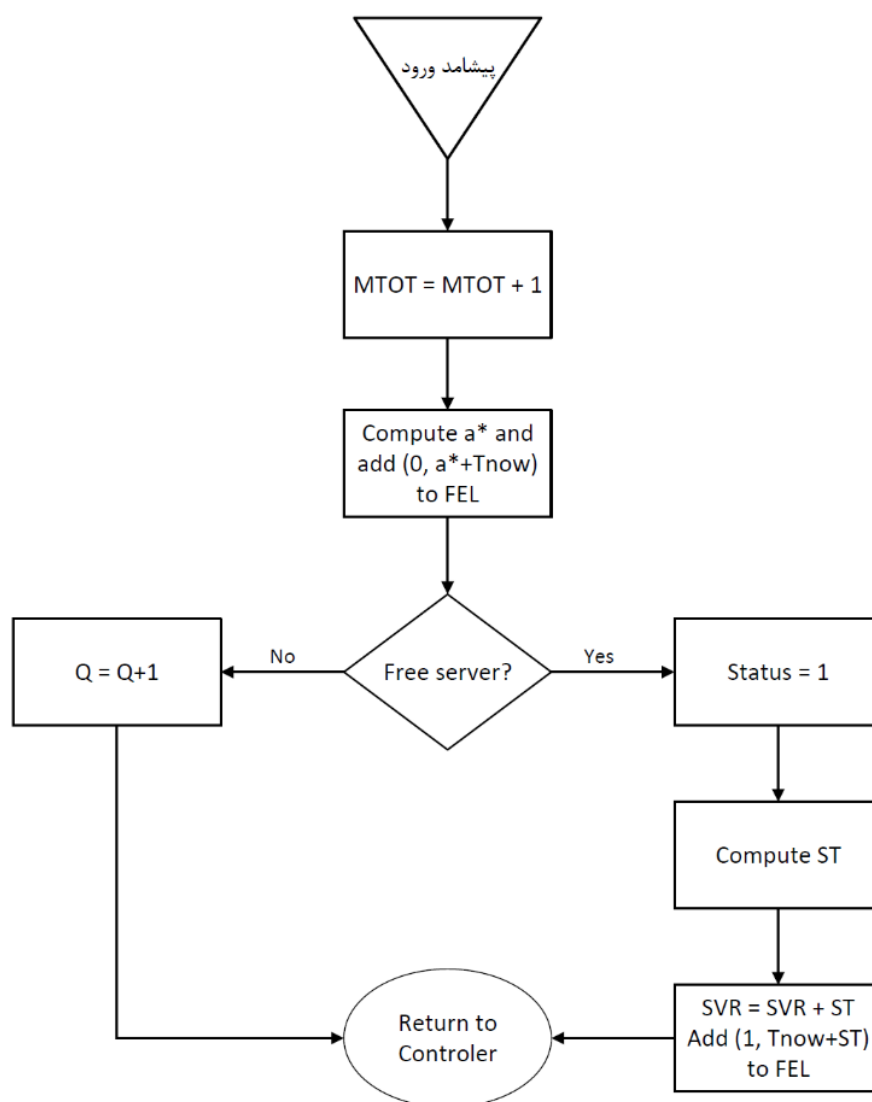
قسمت (Initialization) مقادیر اولیه را به صورت زیر تعیین می‌کنیم:

متغیر	توضیح	مقدار
T	مدت زمان شبیه‌سازی	300 min
Tnow	ساعت شبیه‌سازی	0
MTOT	تعداد مشتریان وارد شده به سیستم	0
SVR	مدت زمان اشتغال خدمت دهنده	0
Code	کد پیشامد (0 ورود، 1 اتمام خدمت دهی)	0
WT	زمان انتظار مشتریان	0
TWT	زمان انتظار تجمعی مشتریان	0
Q	تعداد افراد در صف	0
Status	وضعیت خدمت دهنده (0 بیکار و 1 مشغول)	0

نمودارهای جریان

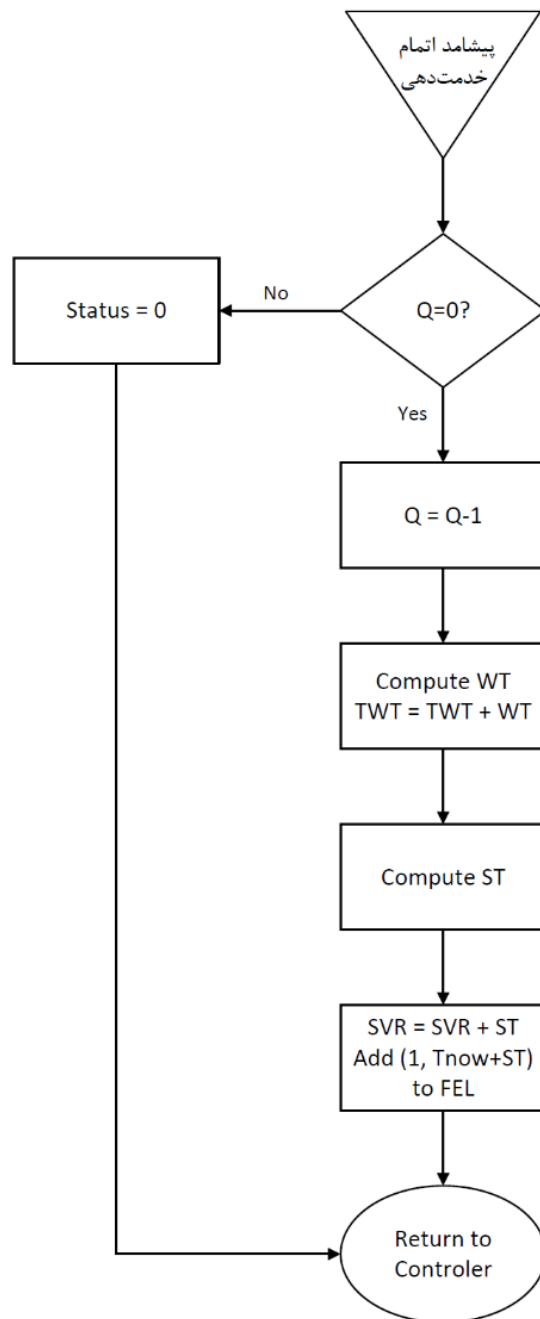
پیشامد ورود

پس از ورود یک شخص جدید به سیستم رویداد ورود بعدی اضافه می‌شود، و سپس اگر خدمت دهنده در حالت مشغول قرار داشت به تعداد افراد داخل صف یک عدد اضافه می‌شود و در غیر این صورت خدمت دهنده به حالت مشغول در می‌آید و زمان خدمت دهی محاسبه شده و به FEL اضافه می‌شود.



پیشامد اتمام خدمت دهی

پس از اتمام خدمت دهی اگر مقدار افراد داخل صف برابر صفر باشد وضعیت خدمت دهنده به حالت غیر مشغول در می‌آید و در غیر این صورت از افراد داخل یک نفر به داخل می‌آید و تعداد افراد داخل صف، یک عدد کاهش پیدا می‌کند و زمان اتمام خدمت دهی آن محاسبه و به داخل FEL اضافه می‌شود.



نتایج به دست آمده

63	Total Customers
294.21 min	Total Server Busy Time
736.17 min	Total Waiting Time
11.69 min	Average Waiting Time

تحلیل و نتیجه‌گیری

با توجه به اعداد به دست آمده زمان انتظار مشتریان در سیستم زیاد است و برای بهینه کردن سیستم لازم است یک خدمت دهنده دیگر به سیستم اضافه شود تا زمان انتظار مشتریان در صف به حداقل برسد.

نتایج یک شبیه‌سازی به صورت تصادفی به شرح زیر می‌باشد.

Average waiting time in queue	15.5 minutes
The Percentage of Server Idle Time	7.63%
Average time in system	20.04 minutes
Total customers	63 people

مسئله دوم

مقدمه و صورت مسئله

در این پروژه، فرآیند نگهداری و تعمیرات یک دستگاه فرز در یک کارخانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. دستگاه فرز دارای سه برینگ است که پس از طی عمر مشخصی خراب می‌شوند. در صورت خرابی هر یک از برینگ‌ها، دستگاه از کار می‌افتد و برای تعمیر آن، تعمیرکار باید در محل حاضر شده و قطعه خراب را تعویض کند. مدت زمان رسیدن تعمیرکار و عمر برینگ‌ها دارای توزیع‌های احتمالی مشخصی هستند.

دو سناریو برای بررسی هزینه‌های مرتبط با تعمیر و نگهداری دستگاه در نظر گرفته شده است:

سناریوی تعمیر: در این حالت، تعمیرکار تنها برینگ خراب‌شده را تعویض می‌کند.

سناریوی تعمیر و نگهداری: در این حالت، تعمیرکار هنگام مراجعه، هر سه برینگ را به‌طور همزمان تعویض می‌کند.

هدف این سوال شبیه‌سازی عملکرد دستگاه فرز به مدت ۳۰ هزار ساعت و مقایسه هزینه‌های هر دو سناریو است.

فرض‌های ساده‌ساز

- خرابی برینگ‌ها مستقل از یکدیگر رخ می‌دهد.
- توزیع تأخیر تعمیرکار و عمر برینگ‌ها به‌طور دقیق مطابق جداول زیر در نظر گرفته می‌شود.

احتمال	مدت زمان تأخیر بر حسب دقیقه
0.6	5

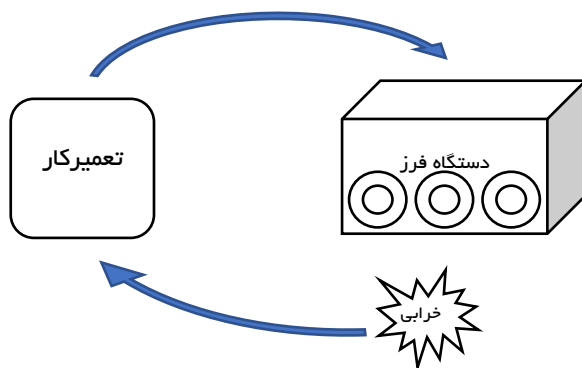
0.3	10
0.1	15

احتمال	عمر بر حسب ساعت
0.10	1000
0.13	1100
0.25	1200
0.13	1300
0.09	1400
0.12	1500
0.02	1600
0.06	1700
0.05	1800
0.05	1900

- هزینه‌های برینگ، دستمزد تعمیرکار و هزینه فرصت از دست‌رفته ثابت و مشخص هستند.

(هزینه دستمزد تعمیرکار \$ 15 و هزینه فرصت از دست‌رفته \$ 5 به ازای هر دقیقه)

مدل مفهومی

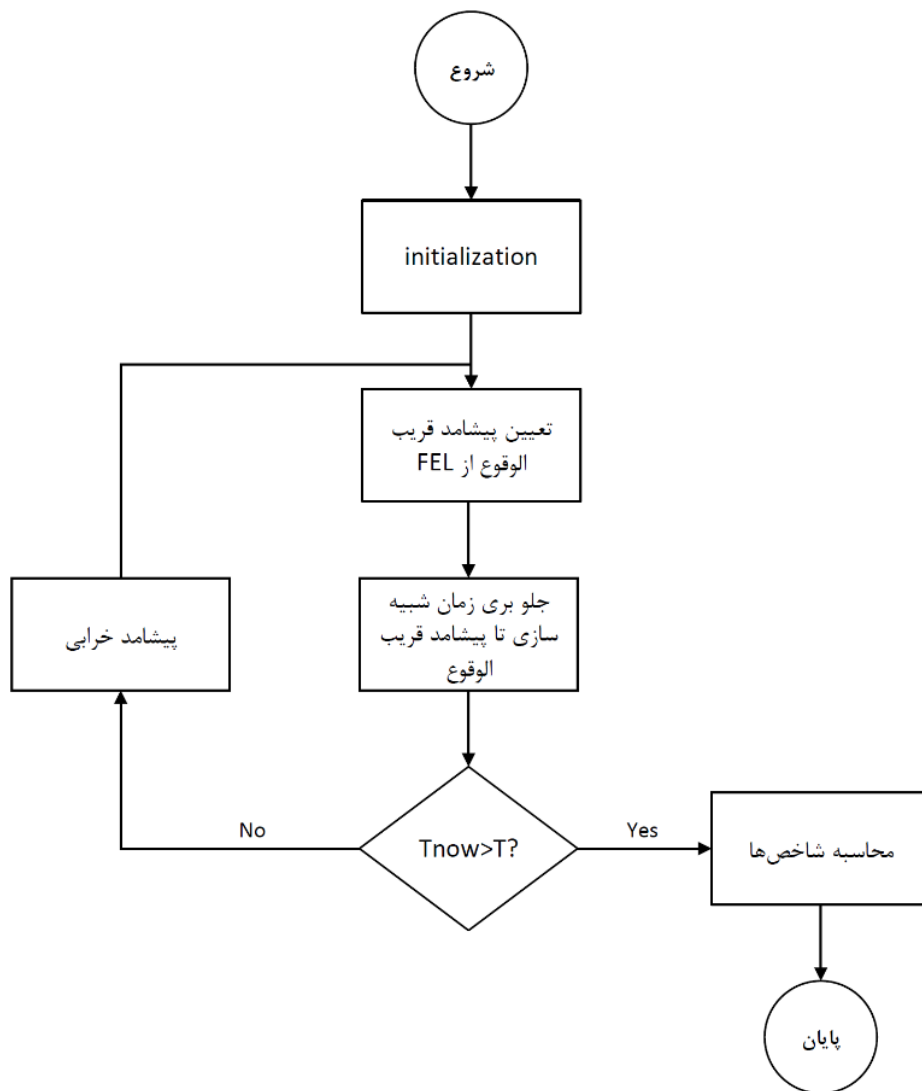


متغیرهای حالت: وضعیت برینگ‌ها Si

پیشامدهای اصلی: خرابی یک برینگ، خرابی دو برینگ و خرابی سه برینگ

نمودارهای جریان و کنترلر شبیه‌سازی

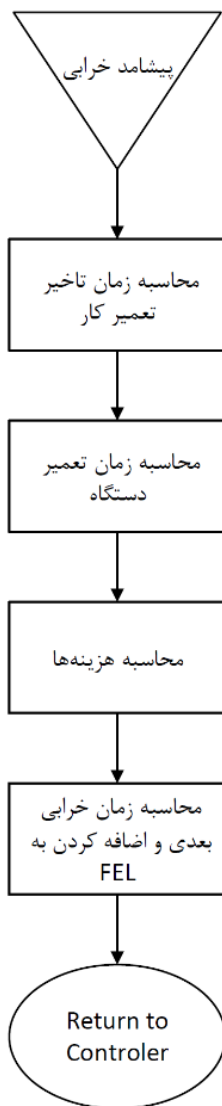
کنترلر شبیه‌سازی



قسمت (Initialization) مقادیر اولیه را به صورت زیر تعیین می‌کنیم:

متغیر	توضیح	مقدار
T	مدت زمان شبیه‌سازی	0
Mb	تعداد برینگ‌ها	0
TTC	کل هزینه فرصت از دست رفته ناشی از خرابی	0
TBC	کل هزینه تهیه برینگ	0
TW	کل هزینه دستمزد تعمیرکار	0
Rt	مدت زمان تعمیر	0
Dt	مدت زمان خرابی یا از کار افتادگی دستگاه	0
Counter_1,2,3	شمارنده خرابی برینگ‌ها	0,0,0

نمودار جریان پیشامد خرابی

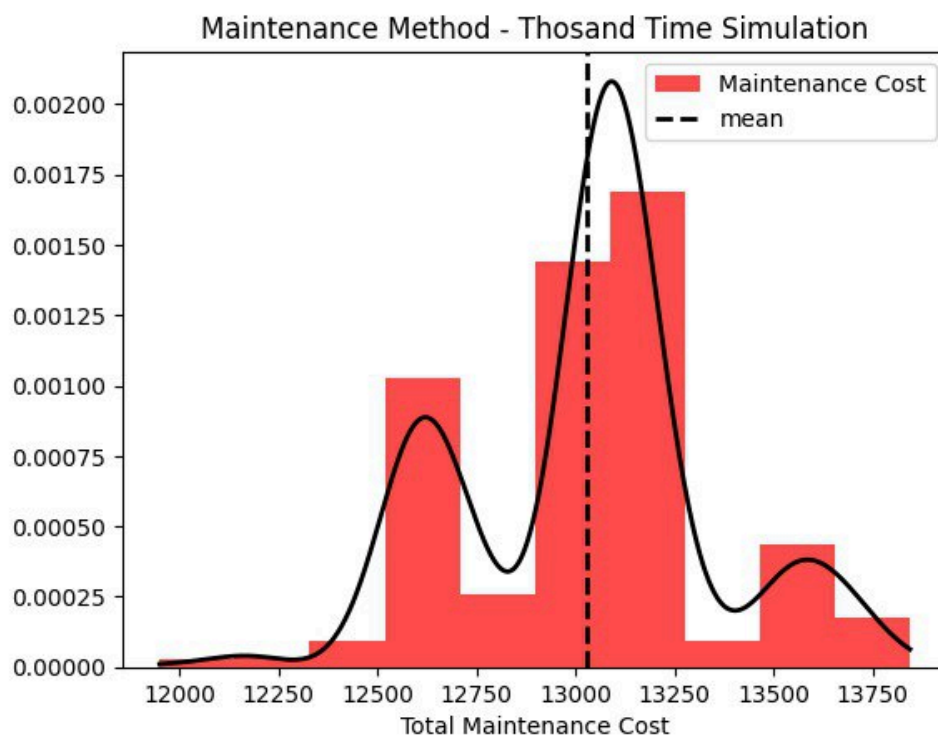


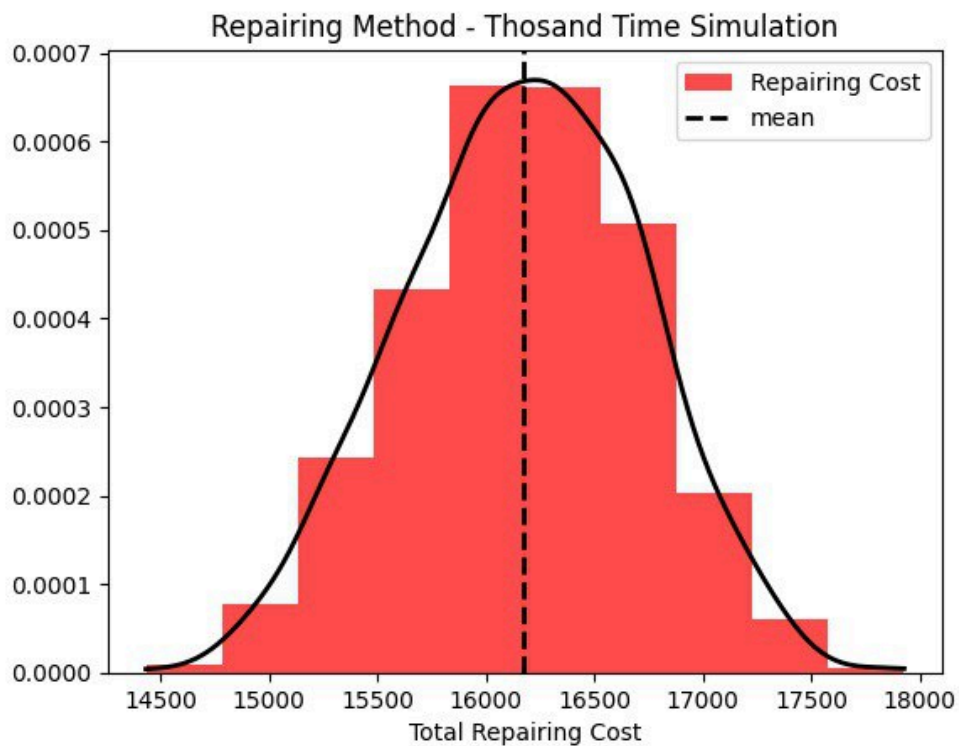
نتایج شبیه‌سازی

نتایج یک شبیه‌سازی به صورت تصادفی برای هر دو سناریو شامل موارد زیر خواهد بود:

شاخص	سناریوی اول (تعمیر)	سناریوی دوم (تعمیر و نگهداری)
تعداد تعویض	67	20
مدت زمان تعمیر	1290 min	1260 min
هزینه کل	16222 \$	12748 \$

در ادامه این شبیه‌سازی را ۱۰۰۰ مرتبه انجام شد تا تخمین بهتری از هزینه نهایی داشته باشیم که نتایج به صورت نمودارهای زیر است:





با توجه به نمودارهای بالا مشخص است که میانگین هزینه‌ی تعمیر و نگهداری حدود \$ 13000 است و هزینه تعمیر حدود \$ 16000 است. بنابراین با دقت و اطمینان بیشتری می‌توان گفت هزینه روش تعمیر و نگهداری به مراتب کمتر از روش تعمیر است.

تحلیل و نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهد که تعمیر و نگهداری هزینه‌های کلی را به مقدار حدود ۳۰۰۰ دلار کاهش می‌دهد. این کاهش هزینه عمدتاً ناشی از کاهش تعداد دفعات خرابی و کاهش هزینه‌های توقف تولید است.

- در سناریوی تعمیر، هر خرابی به صورت مستقل مدیریت می‌شود، بنابراین تعداد خرابی‌ها بیشتر است و هزینه‌های مرتبط با تعمیر و توقف تولید نیز افزایش می‌یابد.

- در سناریوی تعمیر و نگهداری، هر مراجعه تعمیرکار به طور مؤثر استفاده شده و با تعویض هم‌زمان سه برینگ، تعداد دفعات خرابی کاهش یافته و در نتیجه هزینه کلی کمتر شده است.

بنابراین، توصیه می‌شود که در صورت امکان، استراتژی تعویض هم‌زمان سه برینگ در هنگام خرابی یک برینگ در کارخانه اجرا شود، زیرا باعث کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش بهره‌وری می‌شود.

جدول گزارش عملکرد اعضای گروه

وظایف							نام
ویرایش گزارش	نگارش گزارش	طراحی نمودارها	کدنویسی مسئله ۲	کدنویسی مسئله ۱	مدل‌سازی مسئله ۲	مدل‌سازی مسئله ۱	
							حسام الدین ابراهیمی
							امیر حسین رضاقره باغ
							فرید محمدزاده