



## درس شبیه سازی کامپیوتری

دکتر صفایی

پاییز ۱۴۰۲

مهلت ارسال پاسخ: ۶ آبان ۱۴۰۲

تمرین اول

فصل اول و دوم

### لطفا موارد زیر را به دقت مطالعه کنید

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده در بخش مهلت ارسال است.
- برای تمرینات تاخیر (چه مجاز، چه غیرمجاز) در نظر گرفته نشده است. بنابراین، نهایتا تا مهلت تعیین شده امکان ارسال پاسخ‌های خودتان را دارید و هرگونه جواب ارسال شده پس از این زمان، پذیرفته نخواهد شد.
- تاکید می‌شود پاسخ خود را حتما در سامانه‌ی CW آپلود کنید. ارسال در جاهای دیگر قابل قبول نیست و در صورت آپلود نکردن در سامانه‌ی CW، نمره‌ی صفر برای تمرین مربوطه لحاظ می‌شود.
- حتما نام و نام خانوادگی و شماره دانشجویی خود را در پاسخ‌هایتان درج کنید.
- کل پاسخ‌های سوالات نظری را در قالب یک فایل pdf آماده کنید و به همراه پاسخ سوال عملی (کد، نتایج و توضیحات ذکر شده در صورت سوال) در یک فایل zip قرار دهید و آن را با شماره دانشجویی‌تان، به فرمت **HW1-[STU\_ID].zip** نام‌گذاری کرده و در سامانه‌ی CW بارگذاری کنید.
- لطفا تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری تهیه کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.
- در حل سوالات به نوشتن جواب آخر اکتفا نکنید. همه‌ی مراحل میانی را نیز بنویسید. در غیر این صورت نمره‌ی سوال مربوطه را دریافت نخواهید کرد.
- در صورت مشاهده‌ی هرگونه شباهت نامتعارف میان پاسخ‌های دو (یا چند) نفر، همگی کل نمره‌ی این تمرین را از دست خواهند داد.
- حتما بر اساس موارد ذکر شده در صورت سوالات، آن‌ها را حل کنید. در صورت داشتن ابهام، در تالار پرسش و پاسخ مربوط به همین تمرین، مطرح کنید و به پاسخ‌هایی که دستیار آموزشی مربوطه در تالار بیان می‌کند، توجه کنید.
- آخرین مهلت طرح پرسش درباره‌ی صورت سوالات در تالار، تا ساعت ۲۱ روز ددلاین است. دستیار آموزشی مربوطه وظیفه‌ای در قبال سوالاتی که پس از این زمان پرسیده شوند، ندارد و به آن‌ها پاسخی داده نخواهد شد.

## سوالات نظری

۱. برای هریک از سیستم‌های زیر حداقل دو نمونه برای موجودیت‌ها (Entities)، ویژگی‌ها (Attributes)، فعالیت‌ها (Activities)، رویدادها (Events) و متغیرهای حالت (State Variables) نام ببرید. در بخش رویدادها یک رویداد داخلی (Endogenous Event) و یک رویداد خارجی (Exogenous Event) باید ذکر شود.

الف) بانک

ب) پیام‌رسان

پ) سایت رزرو هتل

ت) کارخانه‌ی ساخت مبل

۲. به موارد زیر پاسخ دهید.

الف) درباره‌ی صحیح یا غلط بودن جملات زیر استدلال کنید (در صورت غلط بودن برای آن مثال نقضی بیاورید).

۱) مدل‌های شبیه‌سازی گسسته را فقط برای مدل کردن سیستم‌های گسسته می‌توان استفاده کرد.

۲) مدل‌های شبیه‌سازی پیوسته را فقط برای مدل کردن سیستم‌های پیوسته می‌توان استفاده کرد.

ب) طبق اسلایدها می‌دانیم هنگامی که محیط تاثیر اندکی روی سیستم دارد، می‌توانیم به سه صورت آن را در شبیه‌سازی استفاده کنیم. این روش‌ها را شرح داده و برای هریک مثالی که استفاده از آن روش مطلوب است را بیان کنید.

۳. در مورد فلوچارت موجود در اسلایدهای ۲۸ و ۲۹ سری اول به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) تفاوت دو مرحله‌ی Verification و Validation در چیست؟

ب) چه زمانی در مرحله‌ی ۱۰ به تعداد اجرای بیشتری نیاز داریم؟ سناریویی را ذکر کنید که در آن نیاز باشد تعداد اجراهای بیشتری را در نظر بگیریم.

پ) آیا Model Conceptualization اثری بر نوع داده‌هایی که باید جمع‌آوری شود دارد؟

ت) پس از انجام شبیه‌سازی در مرحله‌ی ۱۰، چه زمانی به مرحله‌ی ۸ (Experimental Design) می‌رویم و چه زمانی

به مرحله‌ی ۹ (Production Runs and Analysis)؟

۴. در این سوال یک مرکز واکسن را بررسی می‌کنیم. هر روز تعدادی نفر به این مرکز مراجعه می‌کنند. ممکن است نوبت واکسن مراجعین بسته به موجودی واکسن به روزهای بعد منتقل شود. این مرکز یک مسئول دارد که تنها انبار واکسن مرکز را هر 4 روز یک بار بررسی می‌کند و تعدادی واکسن سفارش می‌دهد. تعداد واکسن سفارش داده شده از فرمول زیر پیروی می‌کند.

$$\text{ordered vaccines} = 6 - \#(\text{remaining vaccines}) + \#(\text{vaccine shortage})$$

منظور از  $\#(\text{vaccine shortage})$  تعداد کل مراجعینی است که واکسن خود را هنوز دریافت نکرده‌اند. برای مثال اگر در انتهای روز چهارم ۳ واکسن در انبار باقی مانده باشد و کمبودی نداشته باشیم ۳ واکسن سفارش داده می‌شود. همچنین اگر تنها ۲ واکسن کمبود داشتیم و انبار خالی بود، ۸ واکسن سفارش داده می‌شود. تعداد مراجعین (تقاضا) هر روز از جدول آبی پیروی می‌کند. برای بدست آوردن مقدار رندوم از لیست ۱ مشابه اسلایدهای درس استفاده کنید (بخش بندی به ترتیب تعداد مراجعین باشد). هنگامی که مسئول واکسن سفارش می‌دهد، نهایتاً تا ۳ روز طول می‌کشد تا واکسن‌ها وارد انبار شوند. زمان مورد نیاز تا افزایش ذخیره انبار از جدول قرمز پیروی می‌کند. برای اعداد رندوم، از لیست ۲، مشابه مورد قبل استفاده کنید. دقت کنید که سفارش‌ها آخر شب ثبت شده و ابتدای صبح به انبار اضافه می‌شوند. همچنین **lead time** صفر روز به معنی اضافه شدن واکسن‌ها در صبح روز بعد از سفارش است.

برای ۲۰ روز سیستم را شبیه سازی کرده و جدول مربوطه را رسم کنید. فرض کنید در انتهای روز صفر (آغازین) ۳ واکسن در انبار موجود بوده و کمبودی نداریم. همچنین این روز، روز بررسی انبار است به عبارت دیگر در پایان این روز ۳ سفارش واکسن انجام می‌گیرد. جدول شما باید شامل ستون روزها، ذخیره انبار در ابتدای روز، تعداد مراجعین روز، ذخیره انبار در انتهای روز، میزان کمبود در انتهای روز، روز سفارش بودن، مقدار سفارش و تعداد روزهای مانده تا افزایش ذخیره انبار باشد. همچنین برای ستون‌هایی که میانگین معنادار است، آن را نمایش دهید.

Demand	Probability
0	0.1
1	0.25
2	0.45
3	0.2

در این مسئله استفاده از دستورات اکسل مجاز نیست و جدول باید دستی پر شود.

lead time	Probability
1	0.5
2	0.4
3	0.1

List 1: 68,32,83,6,82,21,12,32,59,48,58,12,18,48,22,57,18,89,84,51

List 2: 76,30,96,37,48,70

۵. در این سوال یک مرکز بازسازی کالا را شبیه سازی می کنیم. کالاهایی که به دلیل معیوب بودن توسط مشتریان به محل های مشخص مانند خرده فروشان بازگشت داده می شوند، جمع آوری شده و به این مرکز ارسال می شوند. فاصله زمانی بین ورود کالاها به مرکز از ستون **Interarrival Time** در جدول ۱ به دست می آید.

Interarrival Time	Probability	Able Service Time	Probability	Baker Service Time	Probability
1	0.2	4	0.32	5	0.38
2	0.45	5	0.26	6	0.26
3	0.2	6	0.24	7	0.19
4	0.15	8	0.18	8	0.17

جدول ۱

برای تولید اعداد رندوم مورد نیاز در به دست آوردن زمان ها می توانید از روش دلخواه خود استفاده کنید. هر کالا پس از ورود به ایستگاهی در این مرکز مورد بررسی قرار می گیرد تا عیوب آن شناسایی شده و در نتیجه نیازهای آن جهت تعمیر مشخص گردد. زمان مورد نیاز برای هر کالا در یک ایستگاه یک مقدار تصادفی می باشد. نام ایستگاه نخست **Able** و نام ایستگاه دوم **Baker** می باشد. برای به دست آوردن زمان مورد نیاز بازسازی هر کالا از ستون های هر ایستگاه در جدول ۱ استفاده کنید.

از آنجا که زمان بازسازی کالاها نسبتاً طولانی است و هر ایستگاه در یک لحظه تنها می تواند یک کالا را بازسازی کند، یکی از مشکلات، طولانی شدن انتظار هر کالا در صف و همچنین زمان کل لازم برای بازسازی کالاها می باشد. بدین منظور قصد داریم سه حالت را برای ساختار صف های مرکز و همچنین پالیسی ورود کالاها به صف ها بررسی کنیم. برای هر یک از حالات زیر، ۲۰ کالای ورودی را با رسم جدول، شبیه سازی کرده و میانگین مدت زمان انتظار در صف و مدت زمان کل شبیه سازی را با یکدیگر مقایسه کنید.

دقت کنید که هر ایستگاه تنها به یک کالا در هر زمان سرویس می دهد. همچنین محدودیتی برای طول صف نداریم.

حالت ۱: هر یک از ایستگاه ها صف انتظار مخصوص خود را دارد. کالاها هنگام ورود به مرکز، وارد صف ایستگاهی می شوند که مدت زمان کمتری برای بازسازی آن لازم دارد (از زمان شناسایی شدن عیب ها صرف نظر کنید).

حالت ۲: مشابه حالت ۱ هر ایستگاه صف انتظار مخصوص خود را دارد. در این حالت کالاها هنگام ورود به مرکز، وارد صف کوتاه تر می شوند. در صورت تساوی طول صف ها، صف مشابه حالت ۱ (ایستگاه با زمان بازسازی کمتر) انتخاب می گردد.

حالت ۳: در این حالت تنها یک صف انتظار کلی وجود دارد. همچنین مشابه حالت ۱ هر کالا توسط ایستگاهی که زمان کمتری نیاز دارد، بازسازی می شود. هر کالا پس از رسیدن به ابتدای صف، اگر ایستگاه مطلوبش خالی بود، وارد ایستگاه شده و صف یکی جلو می رود، وگرنه در ابتدای صف منتظر می ماند تا ایستگاه خالی شود (دقت کنید در این حالت تمام صف منتظر می ماند).

نکته: در هر حالت در صورت حالت تساوی زمان بازسازی یا طول صف ایستگاه **Able** انتخاب می گردد.

در این سوال مجاز به استفاده از اکسل هستید.

## سوال عملی

۶. سناریویی را در نظر بگیرید که در آن دو سرور داریم که نام یکی از آنها Able و نام دیگری Baker است (مشابه مثال اسلاید ۳۱ سری دوم).

هنگام ورود مشتریان، مشتری وارد صف سروری می شود که زودتر می تواند به مشتری سرویس دهی کند. اگر هر دو سرور در زمان یکسانی می توانند به این مشتری جدید خدمت بدهند مشتری وارد صف سروری می شود که کار او را سریع تر به اتمام می رساند. بنابراین هر سرور یک صف جداگانه برای خودش خواهد داشت.

زمان بین ورود مشتری ها از توزیع زیر پیروی می کند.

Time between Arrivals (Minutes)	Probability
1	0.20
2	0.35
3	0.15
4	0.30

همچنین زمان سرویس گرفتن مشتریان برای هر کدام از سرورها از توزیع های زیر پیروی می کند.

Service Time (Minutes-Able)	Probability	Service Time (Minutes-Baker)	Probability
1	0.15	3	0.45
2	0.25	4	0.30
3	0.40	9	0.15
4	0.20	11	0.10

قصد ما این است که با انجام شبیه‌سازی، وضعیت فعلی سرویس‌دهی را بررسی کنیم. برای این کار، با استفاده از یکی از زبان‌های برنامه‌نویسی C، C++، Python، یا Java این سناریو را برای ۲ ساعت شبیه‌سازی کنید و پارامترهایی مانند طول صف، میزان **utilization** هر سرور، زمان **idle** بودن هر سرور و میانگین زمان انتظار برای مشتری‌ها را بررسی کنید. در نهایت، با توجه به همه‌ی این پارامترها، بگویید که آیا وضعیت فعلی سرویس‌دهی مناسب است یا خیر. پارامترهای خواسته شده از جمله‌ی **utilization** برای هر سرور، مدت زمان **idle** بودن و طول صف هر یک از سرورها را با استفاده از نمودار نشان دهید و تحلیل خودتان را نیز در انتهای فایل پاسخ‌های تئوری بیاورید. همچنین توجه کنید که برای پاسخ دادن به سوال باید از یکی از زبان‌های برنامه‌نویسی اشاره شده استفاده کنید و استفاده از ابزارهایی مانند اکسل مجاز نیست.