

## شرح تمرین

نان و غلات از گروه‌های اصلی غذایی هستند و بزرگترین بخش هرم غذایی را تشکیل می‌دهند. این گروه نقش مهمی را در تامین انرژی و تغذیه سالم ایفا می‌کند و استفاده از آن به سلامتی دستگاه گوارش، سلامت قلب، کاهش خطر بیماری‌های مزمن و حفظ سلامتی عمومی بدن کمک می‌کند. همچنین کربوهیدرات‌های اصلی برای بدن را نیز این گروه تامین می‌کند.



شکل ۱: هرم غذایی

با توجه به اهمیت نان و غلات و سهم عمده‌ای از هرم که به این گروه اختصاص داده می‌شود تامین و تهیه نان یکی از دغدغه‌های روزمره انسان‌ها می‌باشد. مردم محله علیراد برای تهیه نان‌های خود به دو نانوايي با نام‌های تک‌پز و چندپز مراجعه می‌کنند. در نانوايي تک‌پز، یک نانوا و یک صف از افراد وجود دارند که منتظر دریافت نان هستند. اما در نانوايي چندپز تعداد دو یا چند نانوا وجود دارند و به تعداد نانواها نیز صف انتظار برای مشتریان وجود خواهد داشت. هر مشتری سفارش خود را به نانواي متناظر آن صف می‌دهد. لازم به ذکر است که نانواها برای پخت نان از یک تنور مشترک استفاده می‌کنند.

شما در این تمرین به شبیه‌سازی این دو نانوايي پرداخته و آن‌ها را با یکدیگر مقایسه خواهید کرد تا در نهایت اطلاعات به‌دست آمده از شبیه‌سازی را به مردم محله ارائه کنید.

## نحوه کارکرد نانوا:

- نانوا منتظر سفارش از سمت مشتری می‌ماند.
- نانوا به محض دریافت سفارش از سمت مشتری، نان‌ها را در تنور قرار می‌دهد. این تنور میان تمامی نانواها مشترک است و دارای ظرفیت معینی است (حداکثر تعداد نان‌هایی که همزمان می‌توانند در تنور در حال پخت باشند برابر با حاصل ضرب تعداد نانواهای آن نانوايي در عدد ۱۰ می‌باشد).\*
- نانوا صبر می‌کند تا نان(ها) پخته شوند (پخت هر نان دو دقیقه از لحظه ورود به تنور طول می‌کشد).

- پس از پخت، نانوا نان(ها) را از تنور در آورده و در فضای مشترک تحویل نان قرار می‌دهد. در این فرایند، تنور و فضای مشترک تحویل نان به‌روز می‌شوند.\*
- نانوا منتظر می‌ماند تا مشتری نان‌هایش را از فضای مشترک تحویل نان، تحویل گرفته و پس از انجام این کار، مجدداً منتظر سفارش بعدی خواهد ماند.
- نان‌هایی که نانوا در فضای مشترک تحویل قرار می‌دهد به نام مشتری ثبت شده است.

### نحوه سفارش‌دهی مشتریان:

- مشتریان در صف انتظار برای خرید نان قرار می‌گیرند.
- پس از رسیدن مشتری به ابتدای صف، سفارش (تعداد نان‌ها) و نام خود را به نانوا اعلام می‌کند.\*
- مشتری تا آماده شدن نان و قرار گرفتن آن در فضای مشترک تحویل نان که با اعلام نانوا صورت می‌گیرد منتظر می‌ماند.
- پس از اعلام آماده شدن نان توسط نانوا، مشتری برای تحویل نان به فضای مشترک تحویل نان مراجعه کرده و نان(ها)ی که به نام او ثبت شده‌اند را تحویل می‌گیرد (در پیاده‌سازی، هر نان را یک رشته کاراکتری و به اسم فرد سفارش‌دهنده در نظر بگیرید).
- هر مشتری حداکثر می‌تواند ۱۵ عدد نان سفارش دهد.

**نکته:** برای جلوگیری از وضعیت مسابقه<sup>۱</sup> و رقابت داده<sup>۲</sup> هر کدام از مشتریان و یا نانوا(ها)، به منظور ایجاد تغییرات در فضاهای مشترک، قفل‌های مورد نیاز را گرفته و یا رها می‌کنند (با \* علامت زده شده است).

### مقایسه نانوایی تک‌پز و چندپز:

پس از پیاده‌سازی نانوایی تک‌پز و چندپز، شبیه‌سازی را با فرمت نمونه ورودی انجام داده و میانگین و انحراف معیار مدت زمان سفارش تا تحویل و دریافت یک نان را برای هر کدام از نانوایی‌ها مقایسه کنید. در این مرحله می‌توانید مقیاس دقیقه را به مقیاس دلخواه خود در شبیه‌سازی نگاشت کنید. این مقایسه را به ازای تعداد نانواهای مختلف در نانوایی چندپز انجام داده و نتایج را گزارش کنید.<sup>۳</sup> همچنین برای درک بهتر کارکرد نانوایی‌ها می‌توانید از شکل ۲ کمک بگیرید.

### بی‌نظمی<sup>۴</sup>:

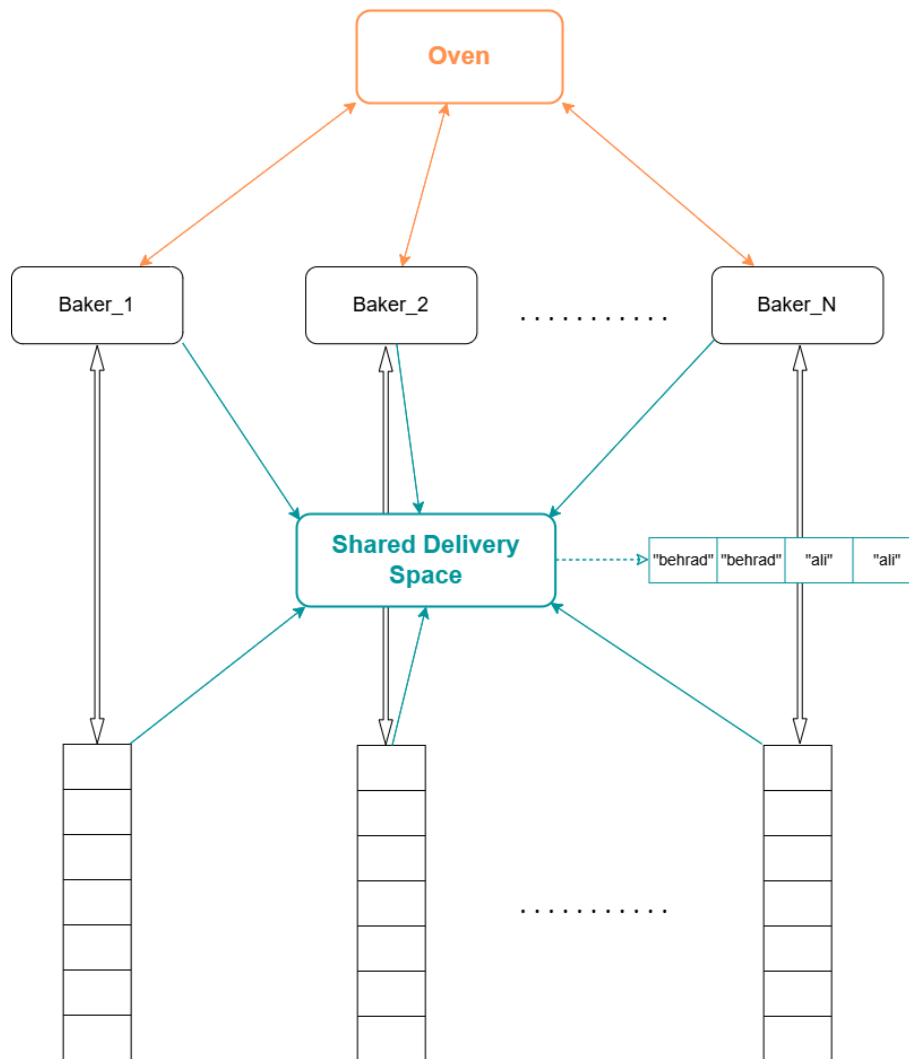
همان‌طور که مشاهده کردید هر کدام از مشتریان برای سفارش نان در صف قرار می‌گیرند و پس از رسیدن نوبت خود سفارش داده و در نهایت نان خود را تحویل می‌گیرند. حالتی را متصور شوید که در آن، افراد موجود در صف به صورت نوبتی به نانوا صف متناظر، اعلام سفارش نکنند (بر اساس تقاضا پخت انجام نشود) و هر کدام قصد داشته باشد به صورت فعال به نانوا اعلام سفارش کند. در این حالت، تمامی افراد داخل صف برای به‌دست آوردن توجه نانوا رقابت خواهند کرد. در این شرایط نیز نانوا نیز پس از قبول کردن یک سفارش، تا آماده شدن کامل آن و قرار دادن آن در صف و تحویل توسط مشتری مربوطه به سفارش‌های دیگر پاسخ نخواهد داد. نانوایی چندپز را در این شرایط، با شرایطی که مشتریان به ترتیب و در صف سفارش خود را می‌دادند از منظر میانگین و انحراف معیار مدت زمان سفارش تا تحویل یک نان مقایسه کنید.

<sup>۱</sup> Race Condition

<sup>۲</sup> Data Race

<sup>۳</sup> تعداد نانواها از دو، تا تعداد هسته‌های موجود در سیستم‌تان افزایش می‌یابد.

<sup>۴</sup> Chaos



شکل ۲: نحوه کارکرد نانوايي

### بخش امتیازی:

برای افزایش بازدهی و صرف زمان کمتر در نانوايي چندپز، می‌توانیم از فضای مشترک تحویل نان بصورت همزمان بهره‌برداری کنیم. در این باره مطالعه کرده و سعی کنید پیاده‌سازی آن را با الگوریتم دلخواه انجام دهید و معیارهای میانگین و انحراف معیار مدت زمان سفارش تا تحویل یک نان را مجدد با نانوايي تک‌پز مقایسه کرده و نتیجه را توجیه کنید.

### پیاده‌سازی:

پیشنهاد می‌شود قبل از شروع تمرین، ابتدا یک نمونه ساده از مسئله تولیدکننده-مصرف‌کننده<sup>۵</sup> را درک کرده و پیاده کنید و سپس به انجام پروژه بپردازید. موارد زیر را در پیاده‌سازی تمرین لحاظ کنید:

- میان نانوا و مشتری و همچنین تنور و نانوا از متغیر وضعیت<sup>۶</sup> استفاده کنید تا هرکدام از نخ‌ها را از وضعیت اتمام/شروع کار و یا هر وضعیت دلخواه نخ دیگر با خبر کنید.
- برای تنظیم تایمر برای پخت یک نان می‌توانید ابتدا با استفاده از ثبت یک تابع مدیریت‌کننده سیگنال تایمر و سپس با استفاده از توابع [timer\\_create](#) و [timer\\_settime](#)، تایمر مورد نظر و رفتاری که با

<sup>۵</sup> Producer-Consumer

<sup>۶</sup> Condition Variable

- وقوع رویداد تایمر انجام می‌شود را تنظیم کنید. برای استفاده از این توابع در بعضی سیستم‌ها نیازمند کامپایل با پرچم `-lrt` خواهید بود.
- دقت کنید که در محدوده<sup>7</sup> تابع مدیریت کننده سیگنال، تنها متغیرهای جهانی<sup>8</sup> قابل دسترسی خواهند بود.
- به جهت استفاده از `pthread_cond_wait` آن را در یک حلقه صدا بزنید که در قسمت شرط، شرط منتظر ماندن/نماندن نخ بررسی شود.

### نمونه ورودی:

ورودی برنامه نانویی تک‌پز:

mohsen abbas bahar mohammd sepehr ali behrad amirali pasha sahar sobhan javad baran  
shamim hananeh soroosh misagh  
5 15 10 6 1 3 15 12 7 1 1 15 12 1 1 3 3

توضیح ورودی:

در خط اول نام افراد موجود در صف نانویی که با فاصله از هم جدا شده‌اند و در خط دوم تعداد نان‌های درخواستی هرکدام از افراد به ترتیب داده خواهد شد.

ورودی برنامه نانویی چندپز:

3  
mohsen abbas bahar mohammd sepehr  
5 15 10 6 1  
ali behrad amirali pasha  
3 15 12 7  
sahar sobhan javad baran shamim hananeh soroosh misagh  
1 1 15 12 1 1 3 3

توضیح ورودی:

در خط اول تعداد نانواها (و تعداد صف‌های متناظر آن‌ها) داده خواهد شد. سپس در خط‌های بعدی نام افراد موجود در صف‌ها و تعداد نان‌های درخواستی‌شان داده خواهد شد.

---

<sup>7</sup> Scope

<sup>8</sup> Global

## نکات و نحوه تحویل

- کدهای شما می‌بایست به زبان C++/C و در سیستم عامل Linux کامپایل شوند.
- تنها یکی از اعضای گروه پاسخ تمرین را آپلود کند.
- در محل بارگذاری در سایت درس، فایل‌ها و کدهای مورد نیاز را به همراه Makefile با فرمت <SID1>-<SID2>-PP-CA3 بارگذاری کنید.
- اعضای گروه می‌بایست در انجام پروژه به میزان کافی نقش داشته و بر آن مسلط باشند.
- تمامی مواردی که در گروه و فروم درس ذکر می‌شوند جزئی از این تمرین خواهند بود.
- در صورت داشتن سوال می‌توانید از طریق ایمیل با طراحان تمرین در ارتباط باشید.
- کدهای شما می‌بایست بازتاب قدرت تفکر، توانایی حل مسئله و روحیه پژوهش‌گری شما باشند. در صورت مشاهده هرگونه تخلف نظیر تقلب و یا شباهت بالا با هوش مصنوعی به نحو مقتضی برخورد خواهد شد.

موفق باشید.