



پاسخنامه آزمون میان نیم سال

درس سیستم‌های عامل ۱۴۰۳۲ (۴۰۴۲۴۱)

مدرس: دکتر رسول جلیلی - ۱۴۰۴/۰۲/۰۷

دانشکده مهندسی کامپیوتر

نام و نام خانوادگی:

شماره دانشجویی:

توجه: ترتیب سوالات گروه اول از چپ به راست '۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸' و ترتیب سوالات گروه دوم از چپ به راست '۳،۲،۱،۸،۷،۶،۵،۴' هستند.

۱- با داشتن یک پردازنده تک هسته و تک ریس، و ۷۵ برنامه که اجرای آن‌ها به صورت همروند شروع شده است، و وجود هسته سیستم‌عامل در حافظه، چند تا پردازنده داریم؟ در هر لحظه از زمان، چند تا پردازنده در حال اجرا هستند؟ چند تا PCB^۱ داریم؟ چند تا PC^۲ داریم (اعم از واقعی و مجازی)؟ (۱.۵ نمره)

- تعداد پردازنده‌ها: در مجموع ۷۵ پردازنده. (هسته سیستم‌عامل پردازنده ندارد.) (۰.۲۵ نمره)
 - تعداد پردازنده‌های در حال اجرا در هر لحظه: تنها ۱ پردازنده به دلیل تک ریس و تک پردازنده بودن. (۰.۲۵ نمره)
 - تعداد PCB ها: ۷۵ عدد، یکی به ازای هر برنامه (۰.۵ نمره)
 - تعداد PC های واقعی: ۱ عدد در پردازنده. (۰.۲۵ نمره)
 - تعداد PC های مجازی: ۷۵ عدد (یکی به ازای هر پردازنده) (۰.۲۵ نمره)
- در صورت نوشتن پاسخ ۷۶ به جای مواردی که در بالا ۷۵ ذکر شده‌اند، بخشی از نمره اختصاص داده شده است.

^۱ Process Control Block

^۲ Program Counter

- ۲- کارکرد صف حالت آماده^۳ چیست؟ چند تا صف حالت آماده ممکن است یا ضرورت دارد؟ درمورد صف انتظار چی؟ کارکرد؟ تعداد؟ (۱.۵ نمره)
- کارکرد صف حالت آماده: صف آماده، پردازنده‌هایی را نگه می‌دارد که در حافظه بارگذاری شده‌اند، آماده اجرا هستند و منتظر اختصاص زمان CPU می‌مانند. زمان‌بند پردازنده بعدی را از این صف انتخاب می‌کند. (۰.۵ نمره)
 - تعداد صف‌های حالت آماده: تعداد به عوامل زیادی همچون تعداد پردازنده، هسته، و الگوریتم زمان‌بندی وابسته است. تعداد ضروری، به تعداد پردازنده‌ها و یا هسته‌های موجود در سیستم خواهد بود (حداقل یکی). (۰.۲۵ نمره)
 - کارکرد صف انتظار: صف انتظار، پردازنده‌هایی را نگه می‌دارد که در انتظار یک رویداد هستند (مثلاً تکمیل I/O، قفل منبع، یا یک سیگنال). (۰.۵ نمره)
 - تعداد صف‌های انتظار: به تعداد منابع و رویدادهای موجود در سیستم. (۰.۲۵ نمره)

³ Ready Queue

۳- در مدیریت حافظه صفحه‌بندی شده، چنانچه هزینه جستجوی تی‌ال‌بی^۴، برابر با ۲۰ نانوثانیه، و هزینه دسترسی به حافظه اصلی، ۳۰۰ نانوثانیه باشد، و نرخ موفقیت دسترسی^۵ به TLB، برابر با ۷۵٪ باشد، زمان دسترسی موثر به حافظه را به دست آورید. (۲ نمره)

- TLB lookup time: 20 ns
- Main memory access time: 300 ns
- TLB hit rate: 75% (0.75)
- TLB miss rate: 0.25
- $EMAT \text{ (Effective Memory Access Time)} = (TLB \text{ hit Rate} \times TLB \text{ hit time}) + (TLB \text{ miss Rate} \times TLB \text{ miss time}) = (TLB \text{ Hit Rate} \times (TLB \text{ Time} + \text{Memory Access Time})) + (TLB \text{ Miss Rate} \times (TLB \text{ Time} + 2 \times \text{Memory Access Time}))$ (نمره ۱)
- $EMAT = (0.75 \times (20 + 300)) + (0.25 \times (20 + 2 \times 300)) = (0.75 \times 320) + (0.25 \times 620) = (0.75 \times 320) + (0.25 \times 620) = 240 + 155 = 395 \text{ ns}$ (نمره ۱)

⁴ TLB⁵ Hit Ratio

۴- سیستم‌های عامل برای مدیریت منابع سیستم و محافظت از آن‌ها، بین دو حالت هسته^۶ و کاربر^۷ تمایز قائل می‌شوند.

الف) علت ضروری بودن تمایز بین حالت هسته و حالت کاربر را شرح دهید. (۱ نمره)

در حالت هسته، سیستم عامل دارای دسترسی کامل به سخت افزار سیستم است و می‌تواند هر دستورالعملی را اجرا کند (۰.۲۵ نمره). در مقابل، حالت کاربر دسترسی محدودی دارد و نمی‌تواند مستقیماً به سخت افزار دسترسی داشته باشد (۰.۲۵ نمره). این تمایز برای حفاظت از سیستم عامل در برابر نرم افزارهای مخرب یا نادرست طراحی شده کاربر ضروری است (۰.۵ نمره).

ب) در صورت عدم وجود این تمایز، چه خطراتی سیستم‌عامل را تهدید خواهد کرد؟ (۰.۵ نمره)

امنیت و پایداری سیستم‌عامل به شدت به خطر می‌افتد. برنامه‌های کاربر می‌توانند مستقیماً به منابع حساس سیستم مانند حافظه، پردازنده و دستگاه‌های سخت‌افزاری دسترسی پیدا کنند، که این امر منجر به خطاهایی مثل خرابی سیستم، دسترسی غیرمجاز به داده‌ها، یا اجرای کدهای مخرب می‌شود. بدون این جداسازی، هر برنامه مخرب یا ناپایدار می‌تواند کل سیستم را مختل کند، زیرا هیچ محدودیتی برای جلوگیری از تداخل یا سوءاستفاده وجود ندارد. (اشاره به هرکدام از این موارد ۰.۲۵ نمره)

ج) با فرض وجود محیط ماشین مجازی، تفکیک بین این دو حالت در کدام سطح انجام می‌شود؟ آیا همین دو حالت کفایت می‌کند؟ (۰.۵ نمره)

در محیط ماشین مجازی، تفکیک بین حالت کاربر و حالت کرنل همچنان در سطح سیستم‌عامل مهمان انجام می‌شود، اما یک لایه اضافی به نام هایپروایزر یا ناظر ماشین مجازی وجود دارد که مدیریت منابع سخت‌افزاری و جداسازی ماشین‌های مجازی را بر عهده دارد (۰.۲۵ نمره). این دو حالت برای اجرای برنامه‌ها و مدیریت سیستم‌عامل کافی هستند، اما در محیط‌های مجازی‌سازی، لایه‌های اضافی مانند حالت ریشه و غیرریشه و غیره نیز وجود دارند. در نتیجه وجود دو حالت مذکور به تنهایی کفایت نخواهد کرد (۰.۲۵).

⁶ Kernel Mode

⁷ User Mode

۵- سیستم‌های عامل، رویکردهای متفاوتی در ساختار خود دارند.

الف) تفاوت‌های اساسی بین دو ساختار ریز هسته^۸ و هسته یکپارچه^۹ را بیان کنید. (۱ نمره)

- **Monolithic Kernels:** در این ساختار، تمام خدمات سیستم عامل در داخل هسته (kernel) قرار دارند. این باعث می‌شود ارتباط بین اجزا سریع باشد، اما می‌تواند منجر به پیچیدگی و کاهش قابلیت اطمینان (reliability) شود، زیرا یک خطا در یک بخش می‌تواند کل سیستم را تحت تأثیر قرار دهد. (۰.۵ نمره)
 - **Microkernels:** در این ساختار، هسته تا حد امکان کوچک است و فقط ضروری‌ترین خدمات (مانند ارتباط بین پردازنده‌ها و زمان‌بندی) را شامل می‌شود. سایر خدمات سیستم عامل به صورت برنامه‌های کاربردی اجرا می‌شوند. این باعث افزایش قابلیت اطمینان و انعطاف‌پذیری می‌شود، اما می‌تواند سربار عملکردی به دلیل نیاز به ارتباط بین پردازنده‌ای (IPC) بیشتر داشته باشد. (۰.۵ نمره)
- ب) دو مورد از مزایا و دو مورد از معایب استفاده از رویکرد مبتنی بر پودمان^{۱۰} را در طراحی سیستم‌های عامل بیان کنید. (۱ نمره)
- مزایا:
- قابلیت توسعه: افزودن ویژگی‌های جدید به سیستم‌عامل از طریق اضافه کردن ماژول‌ها امکان‌پذیر است، بدون نیاز به تغییر در هسته اصلی.
 - انعطاف‌پذیری: ماژول‌ها می‌توانند به صورت پویا بارگذاری یا حذف شوند، که این امکان را فراهم می‌کند تا سیستم‌عامل متناسب با نیازهای خاص تنظیم شود.
- معایب:
- سربار بالا: ارتباط بین ماژول‌ها ممکن است باعث سربار عملکردی شود، به‌ویژه زمانی که تعاملات بین آن‌ها زیاد باشد.
 - پیچیدگی: مدیریت ماژول‌ها و وابستگی‌های آن‌ها می‌تواند فرآیندی پیچیده و دشوار باشد.

⁸ Micro-Kernel

⁹ Monolithic Kernel

¹⁰ Module

۶- قطعه کد روبرو را در نظر بگیرید. (بارها مطابق صورت سوالات محاسبه شده و نه تصویر پاسخ ارائه شده)

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
int main() {
```

الف) درخت پردازش حاصل از اجرای این کد را رسم کنید. (۱ نمره)

(ب) با احتساب پردازه والد، تعداد کل پردازه‌ها چند عدد است؟ (۵۰ نمره)

ج) تعداد چاپ 'A' و 'B' را به طور مجزا تعیین کنید. نحوه دستیابی به این مقادیر را توجیه کنید. (۵. نمره)

(د) تولید کدام یک از دنباله‌های زیر توسط این قطعه کد از لحاظ منطقی ناممکن است؟ چرا؟

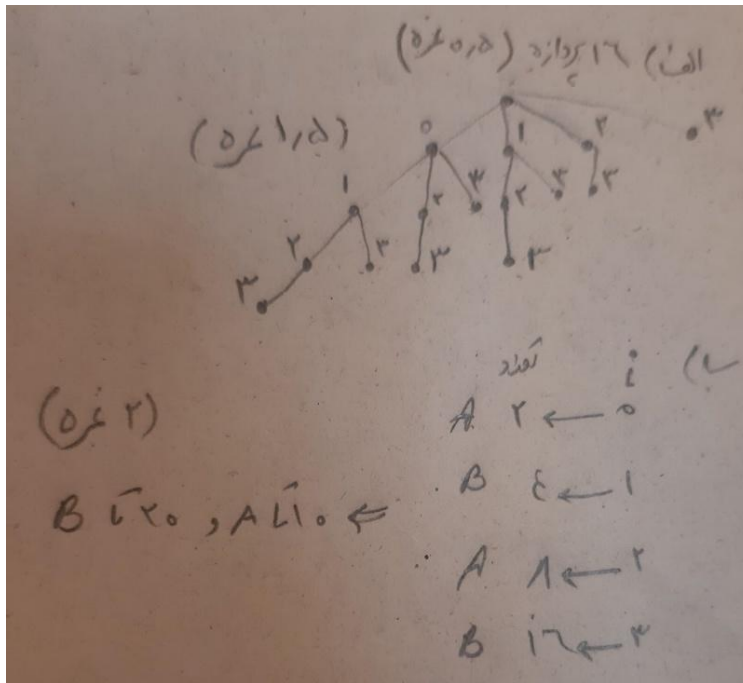
(دنباله‌ها از چپ به راست و از ابتدای اجرای این قطعه کد در نظر گرفته شده‌اند). (۰.۵ نمره)

AABBAABB ... -

ABBBABAA ... -

ه) آیا اجرای این قطعه کد، ممکن است منجر به ایجاد پدازه یتیم و یا پدازه زامبی شود؟ (۰.۵ نمره)

و) قطعه کد را به گونه‌ای تغییر دهید که از وقوع حالت مطرح شده در مورد بالا (یتیم و زامبی شدن) جلوگیری شود. (۱ نمره)



د) دومی (۰.۲۵ نمره)، زیرا در ابتدا پردازش والد (P0) با اجرای fork به دو پردازش P0 و P1 تبدیل می‌شود که در هر دوی آنها $i=0$ است و هر دوی آنها در صورت اجرا A چاپ می‌کنند. با اجرای یکی از آنها مثلاً P0 یک A چاپ می‌شود و P3 تولید می‌شود و الان در P0 و P3 داریم: $i=1$ پس هر دوی آنها می‌توانند B تولید کنند. پس با اجرای این دو ABB تولید می‌شود اما هر کدام از این دو فرزندی ایجاد کند هم خودش هم فرزندش به $i=2$ منتقل می‌شوند و باید A تولید کنند پس همه پردازش‌هایی که تا اینجا تولید شده اند در وضعیتی قرار می‌گیرند که باید A تولید کنند پس تولید ABBB ناممکن است. (۰.۲۵ نمره)

ه) هم منجر به ایجاد پردازش یتیم و هم منجر به ایجاد پردازش زامبی خواهد شد. البته که ایجاد پردازش یتیم به مدت محدودی خواهد بود چراکه فرایند Reparenting صورت خواهد گرفت.

(و) تغییر کد به صورت مطرح شده در کد صورت سوال (۱ نمره). * به تمامی پاسخ‌های صحیح با راهکار متفاوت نیز نمره اختصاص داده شده است.

۷- حالتی را در نظر بگیرید که در آن، یک سرور وب برای مدیریت همزمان درخواست‌های متعدد کاربران طراحی شده است.

الف) رویکرد چندریسه‌ای^{۱۱}، چگونه می‌تواند عملکرد و پاسخگویی این وب سرور را در مقایسه با رویکرد تک‌ریسه‌ای^{۱۲} بهبود بخشد؟ (۱.۵ نمره)

در یک وب سرور تک‌ریسمانی، سرور تنها قادر است یک درخواست کلاینت را در یک زمان پردازش کند. این بدان معناست که اگر سرور در حال پردازش درخواست یک کلاینت باشد، سایر کلاینت‌ها باید تا زمان تکمیل آن درخواست منتظر بمانند (۰.۵ نمره) تا درخواست‌هایشان رسیدگی شود. این مسئله می‌تواند منجر به زمان انتظار طولانی برای کلاینت‌ها شود، به ویژه اگر سرور شلوغ باشد یا برخی از درخواست‌ها زمان زیادی برای پردازش نیاز داشته باشند. چندریسمانی به وب سرور این امکان را می‌دهد که برای هر درخواست کلاینت یک ریسمان جدید ایجاد کند. هر ریسمان می‌تواند یک درخواست جداگانه را به طور همزمان مدیریت کند. به این ترتیب، سرور می‌تواند به طور همزمان به چندین کلاینت رسیدگی کند (۰.۵ نمره) و پاسخگویی و عملکرد کلی را بهبود بخشد. اگر یک ریسمان مسدود شود (مثلاً در انتظار ورودی/خروجی)، ریسمان‌های دیگر می‌توانند به اجرا ادامه دهند. (۰.۵ نمره)

ب) تفاوت بین همروندی^{۱۳} و موازی‌سازی^{۱۴} را در یک سیستم چندهسته‌ای^{۱۵} شرح دهید. (۱ نمره)

همروندی به این معناست که چند وظیفه (ریسمان) می‌توانند پیشرفت داشته باشند. در یک سیستم تک هسته‌ای، این با جابجایی سریع بین اجرای ریسمان‌ها به دست می‌آید و توهم اجرای همزمان ایجاد می‌شود. CPU به سرعت بین ریسمان‌ها سوییچ می‌کند. (۰.۵ نمره) موازی‌سازی به این معناست که چند وظیفه (ریسه) می‌توانند به طور واقعی و همزمان اجرا شوند. این نیازمند یک سیستم چند هسته‌ای است که در آن هر هسته می‌تواند یک ریسمان مختلف را در یک لحظه اجرا کند. (۰.۵ نمره)

ج) یکی از چالش‌های برنامه‌نویسی چندریسه‌ای که ممکن است توسعه‌دهندگان این وب سرور با آن مواجه شوند را بیان کنید. (۰.۵ نمره)

یک چالش رایج در برنامه‌نویسی چندریسمانی، مدیریت داده‌های به اشتراک گذاشته شده است. ممکن است چند ریسمان به طور همزمان سعی در دسترسی و تغییر یک داده یکسان داشته باشند که این مسئله منجر به خراب شدن داده‌ها یا نتایج ناسازگار (race condition) می‌شود. (۰.۵ نمره)

¹¹ Multi-Threading

¹² Single-Threading

¹³ Concurrency

¹⁴ Parallelism

¹⁵ Multi-Core

۸- سیستمی داریم که از یک هسته پردازنده و یک الگوریتم زمان بندی مداخله جویانه^{۱۶} مبتنی بر اولویت استفاده می کند. هرچه مقدار عددی اولویت یک پردازش کمتر باشد، اولویت اجرای آن بالاتر خواهد بود. علاوه بر این، اگر دو پردازش اولویت یکسان داشته باشند، از زمان بندی Round Robin با برش زمانی دو میلی ثانیه استفاده خواهد شد. (اگر پردازش های با اولویت یکسان با پردازش در حال پردازش وارد شود، مدت زمان سپری شده برای پردازش در حال پردازش، در کوانتوم زمانی محاسبه نخواهد شد). همچنین، سریار زمانی تعویض بافتار^{۱۷} را برابر با نیم (۰.۵) میلی ثانیه در نظر بگیرید. الف) نمودار گانت^{۱۸} مربوط به اجرای این پردازش ها را رسم کنید. (۱ نمره)

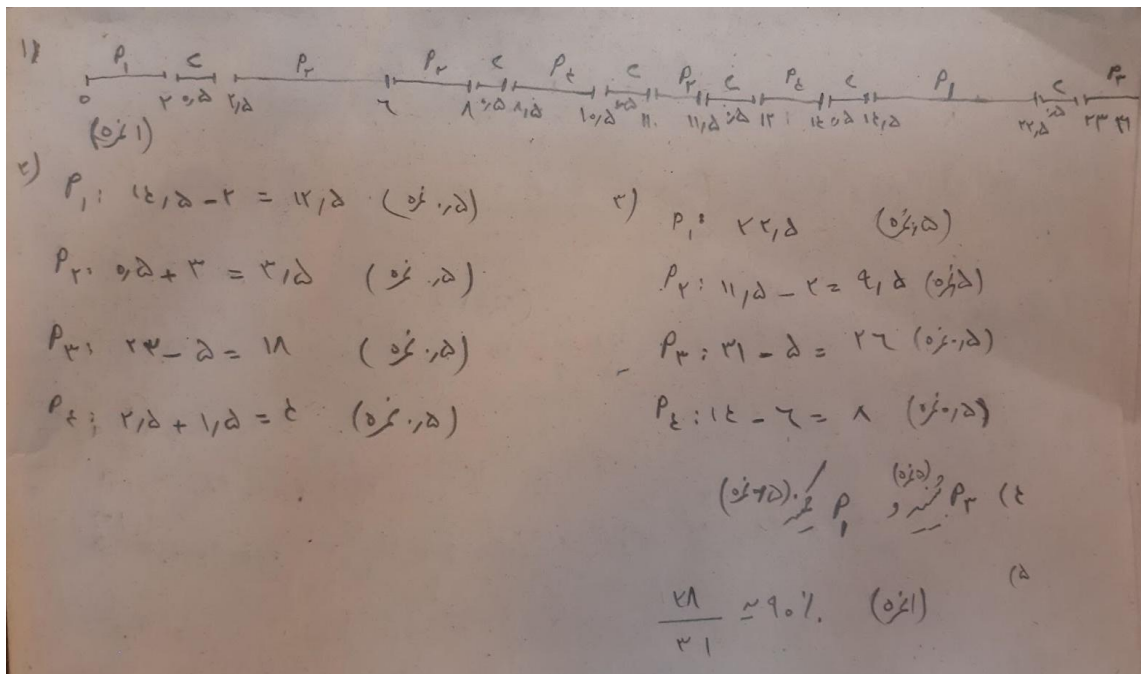
اولویت	زمان اجرای کامل (میلی ثانیه)	زمان ورود (میلی ثانیه)	پردازش
۲	۱۰	۰	P1
۱	۶	۲	P2
۳	۸	۵	P3
۱	۴	۶	P4

ب) زمان انتظار^{۱۹} هر پردازش را محاسبه کنید. (۱ نمره)

ج) زمان اتمام کار^{۲۰} برای هر پردازش را محاسبه کنید. (۱ نمره)

د) کدام پردازش ها زمان پاسخ^{۲۱} بیشینه و کمینه را از بین این پردازش ها دارند؟ (۰.۵ نمره)

ه) درصد کارایی^{۲۲} سیستم را محاسبه کنید. (۰.۵ نمره)



¹⁶ Preemptive

¹⁷ Context Switch

¹⁸ Gantt Chart

¹⁹ Waiting Time

²⁰ Turnaround Time

²¹ Response Time

²² Performance