

سوالات تشریحی (خوب فکر کنید و پاسخی با کیفیت را در پاسخنامه وارد کنید).

۱. سه شخص در اوج شلوغی به یک رستورانی چینی می‌روند. خدمتکار از این سه شخص عذرخواهی می‌کند و توضیح می‌دهد که تنها دو جفت چوب غذاخوری (در مجموع چهار چوب) باقی مانده است که این سه نفر می‌توانند از آن استفاده کنند.

الف) شخص A پیشنهاد می‌دهد که هر چهار چوب غذاخوری در وسط میز ناهار خوری قرار داده شوند و هر شخص پروتکل زیر را رعایت کند:

```
while (!had_enough_to_eat()) {
    acquire_one_chopstick();      /* May block. */
    acquire_one_chopstick();      /* May block. */
    eat();
    release_one_chopstick();      /* Does not block. */
    release_one_chopstick();      /* Does not block. */
}
```

ایا امکان دارد که این پروتکل منجر به بن‌بست شود؟ توضیح دهید. (۳ نمره)

ب) حال فرض کنید که به جای سه شخص، تعداد D شخص وجود دارند. از طرفی هر شخص ممکن است به تعداد متفاوتی از چوب غذاخوری نیاز داشته باشد. مثلاً شخصی تنها با وجود ۳ چوب غذاخوری شروع به غذا خوردن می‌کند. پارامتر دوم این سناریو C است که تعداد چوب‌های غذاخوری است که می‌تواند به طور همزمان نیاز همه اشخاص را برآورده سازد. مثلاً با ۹ چوب غذاخوری، سه شخص سناریو الف و شخص چهارم معرفی شده در سناریو ب می‌توانند همزمان غذا میل کنند. پروتکل هر فرد به شکل زیر است:

```
int s;
int num_sticks = my_chopstick_requirement();
while (!had_enough_to_eat()) {
    for (s = 0; s < num_sticks; ++s) {
        acquire_one_chopstick();    /* May block. */
    }
    eat();
    for (s = 0; s < num_sticks; ++s) {
        release_one_chopstick();    /* Does not block. */
    }
}
```

حداقل تعداد چوب‌های غذاخوری بر اساس C و D، چقدر باید باشد که بن‌بست رخ ندهد؟ پاسخ خود را توضیح دهید. (۷ نمره)

۲. یک سیستم صفحه‌بندی ساده (از ویژگی‌های پیشرفته‌ای مثل address space identifier پشتیبانی نمی‌کند) با اطلاعات زیر را در نظر بگیرید:

- اندازه حافظه فیزیکی: 2^{32} bytes
- اندازه حافظه منطقی یا مجازی: 2^{48} bytes
- اندازه هر صفحه: 2^{20} bytes
- فرض کنید که هر مدخل جدول صفحه شامل ۴ بیت دیگر نیز می‌شود که سطح حفاظت و اعتبار آن مدخل را نشان می‌دهد.

به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) چه تعداد بیت برای شماره فریم (frame number) و چه تعداد بیت برای frame offset استفاده می‌شود؟ (۱.۵ نمره)

ب) حجم کل جدول صفحه (total size of page table) چند بیت است؟ (۲ نمره)

پ) فرض کنید که اندازه working set یک پردازنده در طول اجرای آن ثابت و برابر با ۲۰ صفحه است. چه تعداد مدخل برای TLB این سیستم پیشنهاد می‌کنید؟ تعداد کل بیت‌های TLB چقدر خواهد بود؟ پاسخ خود را توضیح دهید. (۴ نمره)

ت) فرض کنید که زمان دسترسی به TLB برابر است با 20ns و TLB hit ratio برابر با 80% است. اگر زمان دسترسی به حافظه برابر با 100ns باشد، زمان دسترسی موثر به حافظه (effective access time) چقدر است؟ (فرمول و محاسبات را در پاسخ خود بگنجانید) (۳ نمره)

۳. به سوالات زیر در ارتباط با دسترسی به حافظه و دیسک پاسخ دهید.

الف) فرض کنید که دسترسی عادی به حافظه 100ns و خواندن یک صفحه از دیسک 10ms زمان می‌برد. اگر ۱ درصد از ارجاعات به حافظه باعث رخداد خطای صفحه شود، میانگین زمان دسترسی به حافظه (شامل سربار رخداد خطای صفحه) چقدر خواهد بود؟ می‌توانید فرض کنید که سربار بیشتری به واسطه TLB misses به سیستم تحمیل نمی‌شود. (۳.۵ نمره)

ب) اگر تنها مجاز به ۱۰ درصد کاهش در کارایی باشیم (زمان میانگین دسترسی به حافظه کمتر از 110ns باشد)، ماکزیمم نرخ رخداد خطای صفحه چقدر می‌تواند باشد؟ (۳.۵ نمره)

پ) چه پدیده‌ای یا اصلی (principle) است که سبب می‌شود که برنامه‌ها نرخ خطای صفحه بالایی نداشته باشند؟ دو جنبه (یا بعد) اصلی آن را به اختصار توضیح دهید. (۳ نمره)

۴. رشته ارجاع به حافظه زیر را در نظر بگیرید:

1, 2, 3, 4, 2, 1, 5, 6, 2, 1, 2, 3, 7, 6, 3, 2, 1, 2, 3, 6.

چه تعداد خطای صفحه برای هر کدام از الگوریتم‌های زیر رخ می‌دهد؟ فرض کنید که هر پردازش کار خود را با فریم‌های پر شده از صفحات دیگر پردازش‌ها شروع می‌کند و بنابراین همیشه اولین ارجاع یکتا به یک صفحه باعث رخداد خطای صفحه می‌شود. پاسخ شما به گونه‌ای باشد که صفحات موجود در حافظه در هر لحظه از زمان مشخص باشند.

الف) الگوریتم LRU (۳ فریم در دسترس است) (۲ نمره)

ب) الگوریتم FIFO (۴ فریم در دسترس است) (۲ نمره)

پ) الگوریتم بهینه (۵ فریم در دسترس است) (۲ نمره)

ت) آیا در مثال‌های بالا Belady's anomaly مشاهده کردید؟ توضیح بدهید. (۲ نمره)

ث) شما کدام الگوریتم جایگزینی صفحه را توصیه می‌کنید؟ منظور این بخش فراتر از مثال‌های بالا است و پاسخ خود را توضیح دهید. (۲ نمره)

۵. در ارتباط با مبحث حفاظت، به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) لیست کنترل دسترسی چیست؟ (۲ نمره)

ب) توانایی (capability) در مقوله کنترل دسترسی به چه معنی است؟ (۲ نمره)

پ) اصل حداقل مجوزها چیست؟ (۳ نمره)

ت) کدام یک از روش‌های لیست کنترل دسترسی یا لیست توانایی بهتر می‌تواند اصل حداقل مجوزها را حمایت (پیاده‌سازی) کند؟ پاسخ خود را تشریح کنید. (۳ نمره)

جدول کلمات:

Unsafe	ناایمن
Deadlock	بن بست
Starvation	قحطی
Page fault	خطای صفحه
CPU core	هسته CPU
Critical section problem	مسئله ناحیه بحرانی
Absolute code	کد مطلق
Global allocation	تخصیص سراسری
Local allocation	تخصیص محلی
Attacker	مهاجم
Protection	حفاظت
Validity	اعتبار
Access control list	لیست کنترل دسترسی
Capability	توانایی