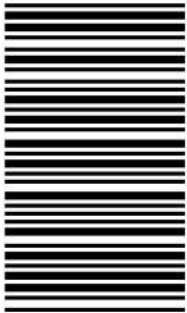


کد کنترل

529

A



529A

## آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۴۰۰

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۹/۱۲/۱۵



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»

امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

رشته مهندسی کامپیوتر - شبکه و رایانش - (کد ۲۳۵۷)

مدت پاسخ گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: - ساختمان داده‌ها و طراحی الگوریتم‌ها - سیستم‌های عامل پیشرفته - شبکه‌های پیشرفته	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- اگر به یک گراف جهت‌دار یک یال اضافه کنیم، تعداد اجزای قویا همبند در گراف چه مقدار تغییر می‌کند؟  
 (۱) حداکثر یک واحد کمتر می‌شود. (۲) حداکثر دو واحد کمتر می‌شود.

(۳) ممکن است بیش از دو واحد کم شود. (۴) تغییر نمی‌کند یا ممکن است افزایش پیدا کند.

۲- فرض کنید شکل زیر، درخت حاصل از اجرای DFS روی یک گراف همبند و بدون جهت  $G$  است. با فرض این‌که می‌دانیم گراف  $G$  دقیقاً یک رأس برشی دارد، کدام گزاره در مورد درجه رأس  $a$  در این گراف صحیح است؟ (یک رأس گراف  $G$  برشی است، اگر حذف آن تعداد مؤلفه‌های همبندی  $G$  را افزایش دهد.)



- (۱) درجه رأس  $a$  در  $G$  هر عددی بین ۴ تا ۷ می‌تواند باشد.
- (۲) درجه رأس  $a$  در  $G$  هر عددی بین ۸ و ۱۰ است.
- (۳) درجه رأس  $a$  در  $G$  هر عددی بین ۹ و ۱۰ است.
- (۴) درجه رأس  $a$  در  $G$  دقیقاً برابر ۴ است.

۳- آرایه‌ای شامل  $n$  عدد متمایز داده شده است. می‌خواهیم از روی این اعداد یک درخت دودویی بسازیم، با این خاصیت که به ازای هر رأس درخت ساخته شده این خصوصیت را نیز داشته باشد که پیمایش میان ترتیب آن دقیقاً معادل ترتیب عناصر در آرایه شود. کدام گزاره درست است؟

- (۱) چنین درختی لزوماً به ازای هر آرایه وجود دارد، اما یکتا نیست.
- (۲) چنین درختی لزوماً به ازای هر آرایه شامل  $n$  عدد متمایز وجود ندارد.
- (۳) بهترین زمان برای ساخت چنین درختی از روی یک آرایه  $O(n)$  است.
- (۴) بهترین زمان برای ساخت چنین درختی از روی یک آرایه  $O(n \log n)$  است.

۴- فرض کنید می‌خواهیم  $n$  تومان را با استفاده از سکه‌های  $a$  و  $b$  و  $c$  تومانی خرد کنیم. به ازای چه تعداد از سه تایی‌های  $(a, b, c)$  زیر، الگوریتم حریصانه،  $n$  تومان را با کمترین تعداد سکه خرد می‌کند؟

- (۵, ۲, ۱)
- (۵, ۴, ۱)
- (۶, ۳, ۱)

(۱) ۰ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۵- آرایه  $A$  حاصل ترکیب دو زیر آرایه  $B$  و  $C$  است که  $B$  یک آرایه صعودی و  $C$  یک آرایه نزولی است. به‌عنوان نمونه،  $A$  می‌تواند به صورت  $[۱, ۵, ۶, ۷, ۹, ۲]$  باشد، که در واقع ترکیب آرایه صعودی  $[۲, ۴, ۶, ۸]$  و آرایه نزولی  $[۹, ۷, ۵, ۱]$  است. این آرایه را در چه زمانی می‌توان مرتب کرد؟ (بهترین گزینه را انتخاب کنید.)

- (۱)  $O(n)$
- (۲)  $O(n \log n)$
- (۳)  $O(n/\log n)$
- (۴)  $O(n \log \log n)$

۶- فرض کنید یک آرایه مرتب از اعداد طبیعی به طول  $n$  داریم، که در آن هر عدد به غیر از یکی دقیقاً دو بار ظاهر شده است. عضو غیر تکراری را در چه زمانی می‌توان پیدا کرد؟

- (۱)  $O(n \log n)$       (۲)  $O(\log n)$   
 (۳)  $O(n)$               (۴)  $O(1)$

۷- یک هرم کمینه شامل  $n$  عنصر داده شده است. سومین کوچک‌ترین عنصر این آرایه را در چه زمانی می‌توان پیدا کرد؟

- (۱)  $O(1)$                       (۲)  $O(n)$   
 (۳)  $O(\log n)$               (۴)  $O(n \log n)$

۸- اگر در الگوریتم هافمن نویسه‌ای بیش از  $\frac{2}{5}$  کل متن تکرار شود، در آن صورت کد این نویسه چند بیت می‌تواند باشد؟

- (۱) هر عددی بین ۱ تا ۳      (۲) فقط ۱  
 (۳) فقط ۲                      (۴) ۱ یا ۲

۹- در یک درخت  $T$  با  $n$  گره، فرض کنید تعداد برگ‌ها  $B$  و تعداد فرزندان هر گره غیربرگ  $2$  باشد. همچنین فرض کنید  $E[T]$  و  $I[T]$  به ترتیب مجموع عمق برگ‌ها و مجموع عمق عناصر غیربرگ  $T$  باشند. اگر  $n = 9999$  باشد، کدام گزینه همیشه درست است؟

- (۱)  $B = 50000$                       (۲)  $E[T] = 99999$   
 (۳)  $I[T] = 99998$                       (۴)  $E[T] - I[T] = 100000$

۱۰- چند تا از گزاره‌های زیر صحیح است؟

- اگر پس از اتمام الگوریتم بلمن فورد، به‌روزرسانی فاصله‌ها را ادامه دهیم و فاصله مربوط به یک رأس  $u$  باز هم به روز شود،  $u$  در یک دور منفی قرار دارد.
- اگر در جست‌وجوی عمق اول گراف جهت‌دار  $G$  تنها یک یال بازگشتی (back edge)  $e$  وجود داشته باشد، آنگاه یال  $e'$  به جز یال  $e$  وجود دارد که  $e' - G$  بدون دور است.
- اگر در الگوریتم دایکسترا که روی یک DAG و از مبدأ اجرا شده، فقط برخی از یال‌های خروجی  $s$  وزن منفی داشته باشند، الگوریتم ممکن است به درستی فاصله‌ها را محاسبه نکند.

- (۱) ۰                                      (۲) ۱  
 (۳) ۲                                      (۴) ۳

۱۱- در یک مجموعه از اعداد صحیح به اندازه  $n$ ، دنبال یک ۴ تایی‌هایی مثل  $(a, b, c, d)$  هستیم که

$$d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

(بهترین گزینه را انتخاب کنید.)

- (۱)  $O(n^3)$                               (۲)  $O(n^4)$   
 (۳)  $O(n \log n)$                       (۴)  $O(n^2 \log n)$

۱۲- با فرض درهم‌سازی یکنواخت ساده، احتمال این‌که سه عضو متفاوت  $a$  و  $b$  و  $c$  به یک خانه جدول درهم‌سازی نگاهت شوند برابر کدام گزینه است؟ (فرض کنید اندازه جدول  $m$  است.)

- (۱)  $\sqrt{m}$                                       (۲)  $\sqrt{m^2}$   
 (۳)  $\sqrt{m^3}$                                       (۴) بستگی به مقادیر  $a$  و  $b$  و  $c$  دارد.

۱۳- خانواده  $H = \{h_1, \dots, h_k\}$  از توابع درهم‌ساز را در نظر بگیرید که  $h_i : \{a, b, c, d\} \rightarrow \{0, 1\}$  برای آن که این خانواده یک خانواده درهم‌ساز سراسری باشد،  $k$  حداقل چقدر باید باشد؟ (خانواده توابع  $H$  سراسری است اگر و فقط

اگر به ازای هر دو مقدار  $u$  و  $v$  داشته باشیم  $\Pr_{h \in H}[h(u) = h(v)] \leq \frac{1}{m}$  که  $m$  اندازه جدول درهم‌سازی است).

۱۶ (۱) ۴ (۲)

۲ (۳) ۱ (۴)

۱۴- آرایه  $A[1..n]$  از اعداد صحیح داده شده است. زیر دنباله متوالی  $A[i..j]$  یک «بازه مثبت» نامیده می‌شود، اگر جمع اعضای  $A[i]$  تا  $A[j]$  مثبت (بزرگ‌تر از ۰) باشد. می‌خواهیم کمترین تعداد بازه‌های مثبت که تمام اعداد مثبت آرایه را پوشش می‌دهد پیدا کنیم. اگر ورودی آرایه زیر باشد، جواب کدام است؟

$A[1..15] = \langle 3, -5, 4, 1, -9, -8, 2, 3, 4, -10, 1, -2, -3, 6, -1 \rangle$

۵ (۱) ۴ (۲)

۳ (۳) ۲ (۴)

۱۵- یک گراف ۵ رأسی همبند و بدون جهت داریم که رأس‌های آن با شماره‌های ۱ تا ۵ شماره‌گذاری شده‌اند. فرض کنید از رأس ۱ الگوریتم BFS را اجرا می‌کنیم و تمام حالت‌هایی که BFS می‌تواند رؤس را ملاقات کند عبارتند از  $\langle 1, 2, 3, 4, 5 \rangle$ ،  $\langle 1, 3, 2, 4, 5 \rangle$ ،  $\langle 1, 3, 2, 5, 4 \rangle$ ،  $\langle 1, 2, 3, 4, 5 \rangle$ ،  $\langle 1, 2, 3, 5, 4 \rangle$ ، حال اگر از رأس ۵ الگوریتم DFS را اجرا کنیم، کدام گزینه نمی‌تواند ترتیب ملاقات‌ها رؤس گراف باشد؟

۵, 4, 3, 1, 2 (۱) ۵, 4, 3, 2, 1 (۲)

۵, 3, 4, 1, 2 (۳) ۵, 4, 1, 2, 3 (۴)

۱۶- برنامه زیر چه کاری می‌کند و زمان اجرای آن کدام است؟

SS(A[0..n-1])

If n = 2 and A[0] > A[1] then

Swap (A[0], A[1])

else if n > 2

m = ⌈ 2n/3 ⌉

SS(A[0..m-1])

SS(A[n-m..n-1])

SS(A[0..m-1])

(۱) آرایه A را مرتب می‌کند و زمان اجرای آن  $\theta(n^{\log_{3/2} 3})$  است.

(۲) آرایه A را مرتب می‌کند و زمان اجرای آن  $\theta(n^{\log_{2/3} 3})$  است.

(۳) آرایه A را لزوماً مرتب نمی‌کند اما زمان اجرای آن  $\theta(n^{\log_{3/2} 3})$  است.

(۴) آرایه A را لزوماً مرتب نمی‌کند اما زمان اجرای آن  $\theta(n^{\log_{2/3} 3})$  است.

۱۷- دنباله  $\langle 3, 1, 4, 1, 5, 9, 2, 6, 5, 3, 8, 9, 7, 9, 3, 2, 3, 8, 4, 6, 2, 7, 9 \rangle$  را در نظر بگیرید. چند عضو متوالی این دنباله را می‌توان به صورت یک عدد تصور کرد. مثلاً سه عنصر متوالی ۵ و ۳ و ۸ را عدد ۵۳۸ تصور کرد. دو عدد به این شکل را مجزا گوئیم، اگر هیچ‌یک از عناصر دنباله در ساخت هر دوی آن‌ها نقش نداشته باشند. حداکثر چند عدد مجزا به این شکل می‌توان ساخت که به ترتیب از چپ به راست صعودی باشند؟

۱۱ (۱) ۱۰ (۲)

۹ (۳) ۸ (۴)

۱۸- فرض کنید تابعی داریم که به عنوان ورودی دو دنباله گرفته و به عنوان خروجی طول بزرگ‌ترین زیر دنباله مشترک آن‌ها را برمی‌گرداند. با حداکثر یک بار فراخوانی این تابع به علاوه هزینه  $O(n)$  چند مورد زیر را می‌توان محاسبه کرد؟

- محاسبه طول بزرگ‌ترین زیر دنباله آینه‌ای یک دنباله
- تشخیص این‌که آیا یک دنباله زیر دنباله یک دنباله دیگر است.
- تشخیص این‌که آیا یک دنباله آینه‌ای است.

- (۱) ۱  
(۳) ۲  
(۴) ۳

۱۹- درخت فراگیر  $T$  از گراف وزن دار  $G$  یک درخت گلوگاهی است، اگر سنگین‌ترین یال آن در بین تمامی درخت‌های فراگیر  $G$  سبک‌ترین باشد، کدام گزینه در خصوص گزاره‌های زیر درست است؟

- (الف) هر درخت گلوگاهی یک درخت فراگیر کمینه است.  
(ب) هر درخت فراگیر کمینه یک درخت گلوگاهی است.

- (۱) (الف) درست - (ب) درست  
(۳) (الف) نادرست - (ب) درست  
(۲) (الف) درست - (ب) نادرست  
(۴) (الف) نادرست - (ب) نادرست

۲۰- گراف جهت دار  $G$  با وزن یال‌های صحیح و دو رأس خاص  $s$  و  $t$  از گراف داده شده است. فرض کنید شار بیشینه از  $s$  به  $t$  در گراف داده شده است. کدام گزینه در خصوص گزاره‌های زیر درست است؟

(الف) اگر ظرفیت یکی از یال‌های  $G$  یک واحد افزایش داده شود، شار بیشینه در گراف جدید در زمان خطی قابل محاسبه است.

(ب) اگر ظرفیت یکی از یال‌های  $G$  یک واحد کاهش داده شود، شار بیشینه در گراف جدید در زمان خطی قابل محاسبه است.

- (۱) (الف) درست - (ب) درست  
(۳) (الف) نادرست - (ب) درست  
(۲) (الف) درست - (ب) نادرست  
(۴) (الف) نادرست - (ب) نادرست

۲۱- در سیستم‌های کامپیوتری توزیع شده برای کاربردهای مختلفی نیاز به هماهنگی ساعت‌ها وجود دارد. دو گزینه اصلی یکی هماهنگ‌سازی فیزیکی ساعت‌ها است و دیگری هماهنگ‌سازی منطقی آن‌ها. روش Leslie Lamport مبتنی بر هماهنگی منطقی است. در این روش استناد به رابطه **happened before** می‌شود و یک مسئله مهم تضمین **mutual exclusion** برای استفاده از یک منبع انحصاری به صورت توزیع شده و اجرای درخواست‌های استفاده از این منبع به ترتیب زمان درخواست حل می‌شود. در این ارتباط کدام گزینه درست است؟

(۱) در هر گره یک صف وجود دارد که همه درخواست‌ها به ترتیب زمان درخواست در این صف‌ها قرار می‌گیرند. زمان درخواست هم با ساعت صادرکننده درخواست مشخص می‌شود.

(۲) در هر گره یک صف وجود دارد که همه درخواست‌ها به ترتیب زمان درخواست در این صف‌ها قرار می‌گیرند. زمان درخواست هم با ساعت دریافت‌کننده درخواست مشخص می‌شود.

(۳) در کل سیستم یک صف وجود دارد که همه درخواست‌ها به ترتیب زمان درخواست در این صف‌ها قرار می‌گیرند. زمان درخواست هم با ساعت دریافت‌کننده درخواست مشخص می‌شود.

(۴) در کل سیستم یک صف وجود دارد که همه درخواست‌ها به ترتیب زمان درخواست در این صف‌ها قرار می‌گیرند. زمان درخواست هم با ساعت صادرکننده درخواست مشخص می‌شود.

۲۲- یک سیستم چند پردازنده‌ای (Multiprocessor) با تعداد ۳ پردازنده (Processor) برای زمان بندی پردازنده‌ها از روش بسته بندی اقسام در ظروف (Bin-Packing) استفاده می کند. در صورتی که زمان های مورد نیاز اجرای وظایف برابر مجموعه  $\{18, 14, 13, 11, 8, 4, 2, 1, 1\}$  باشد، مقدار  $FT_{opt}$  که برابر حداکثر زمان بهینه اختصاصی در هر پردازنده برای اجرای این مجموعه وظایف باشد، کدام است؟

- (۱) ۱۱                      (۲) ۱۸                      (۳) ۲۴                      (۴) ۳۰

۲۳- راه حل نرم افزاری زیر برای حل مسئله ناحیه بحرانی برای دو نخ (Thread) پیشنهاد شده است. کدام گزینه درست است؟ (بهترین گزینه را انتخاب کنید).

```
Thread 0:
while (true) {
    // non-critical work
    flag[0] = true;
    while(turn != 0) {
        while (flag[1]);
        turn = 0;
    }
    critical_work();
    flag[0] = false;
    // non-critical work
}
```

```
Thread 1:
while (true) {
    // non-critical work
    flag[1] = true;
    while(turn != 1) {
        while (flag[0]);
        turn = 1;
    }
    critical_work();
    flag[1] = false;
    // non-critical work
}
```

- (۱) این الگوریتم انحصار متقابل (Mutual-Exclusion) ندارد.  
 (۲) این الگوریتم انتظار محدود (Bounded Waiting) ندارد.  
 (۳) این الگوریتم امکان پیشرفت (Progress) ندارد.  
 (۴) این الگوریتم انحصار متقابل و انتظار محدود ندارد.

۲۴- در سیستمی  $p$  پردازنده (Processor) و  $r$  منبع (resource) یکسان وجود دارند. هر پردازنده در بیشترین حالت به  $m$  منبع احتیاج دارد. بین  $m, r, p$  چه شرطی برقرار باشد، تا بتوان تضمین داد که بن بست (Deadlock) رخ نمی دهد؟

- (۱)  $r > p(m - 1) + 1$   
 (۲)  $r < (pm - 1) + 1$   
 (۳)  $r = p(m - 1) + 1$   
 (۴)  $r = pm$

۲۵- در سیستم های توزیع شده و در ارتباط با مهاجرت پردازنده ها از یک سیستم به سیستم دیگر، flushing به کدام معنی است؟

- (۱) انتقال همه صفحات پردازنده در حافظه اصلی و حافظه جانبی کامپیوتر مبدأ به حافظه اصلی کامپیوتر مقصد.  
 (۲) انتقال همه صفحات پردازنده در حافظه اصلی کامپیوتر مبدأ به حافظه اصلی کامپیوتر مقصد.  
 (۳) انتقال همه صفحات پردازنده در حافظه اصلی کامپیوتر مبدأ به حافظه جانبی کامپیوتر مقصد.  
 (۴) انتقال همه صفحات تغییر یافته پردازنده در حافظه اصلی به حافظه جانبی کامپیوتر مقصد.

۲۶- اجرای زیر را در یک سیستم توزیع شده متشکل از پردازش‌های  $p^0$ ،  $p^1$  و  $p^2$  در نظر بگیرید. رویدادها به ترتیبی

که در زمان فیزیکی رخ داده‌اند، آمده‌اند.

۱.  $p^0$  یک پیغام به  $p^2$  می‌فرستد.
۲.  $p^0$  یک پیغام به  $p^1$  می‌فرستد.
۳.  $p^2$  پیغام  $p^0$  را دریافت می‌کند.
۴.  $p^1$  پیغام  $p^0$  را دریافت می‌کند.
۵. یک رویداد داخلی در  $p^2$  رخ می‌دهد.
۶.  $p^1$  یک پیغام به  $p^0$  می‌فرستد.
۷.  $p^0$  پیغام  $p^1$  را دریافت می‌کند.

کدام یک از عبارات زیر براساس رابطه **happens-before**، تعریف شده توسط **Lamport** درست است؟

- (a) رویدادهای ۳ و ۴ همروند هستند.
- (b) رویداد ۱ به صورت علی قبل از رویداد ۵ رخ می‌دهد.
- (c) رویدادهای ۲ و ۶ همروند هستند.
- (d) رویداد ۳ به صورت علی قبل از رویداد ۶ رخ می‌دهد.

(۱) a, b

(۲) c, d

(۳) a, b, c, d

(۴) a, b, d

۲۷- محدودیت **Lamport clock** نسبت به **vector clock** در کدام گزینه درست است؟

- (۱) اندازه کلاک
- (۲) پیچیدگی پیاده‌سازی
- (۳) اگر  $C(a) < C(b)$ ، لزوماً  $a$  به صورت علی قبل از  $b$  رخ نداده است.
- (۴) اگر رویداد  $a$  به صورت علی قبل از رویداد  $b$  رخ دهد، لزوماً  $C(a) < C(b)$  برقرار نیست.

۲۸- کدام گزینه در مورد الگوریتم **Ricart-Agrawala** برای مسئله **mutual exclusion** درست است؟

- (۱) یک الگوریتم متمرکز است.
- (۲) براساس ساعت فیزیکی کار می‌کند.
- (۳) هر پردازش به محض دریافت درخواست پردازش دیگر به آن پاسخ می‌دهد.
- (۴) هر پردازش پیش از ورود به **critical section**، باید به همه پردازش‌ها پیغام بفرستد.

۲۹- کدام مورد در خصوص الگوریتم‌های **Election** نادرست است؟

- (۱) در الگوریتم حلقه، زمانی الگوریتم شروع می‌شود که حداقل یک گره تشخیص دهد که گره رهبر از کار افتاده است.
- (۲) در الگوریتم **Bully** هر گره شروع کننده الگوریتم در ابتدا به همه گره‌های دیگر پیغام می‌دهد.
- (۳) برای استفاده از الگوریتم حلقه، باید شکلی از ترتیب روی گره‌ها وجود داشته باشد.
- (۴) در الگوریتم حلقه هر گره سالم، پیغام مربوط به انتخاب را دوبار دریافت می‌کند.

۳۰- در یک سیستم توزیع شده دو گره  $A$  و  $B$  می‌خواهند که زمان‌های خود را هماهنگ نمایند. لینک (ارتباط)  $A$  به  $B$  دارای تأخیر  $40\text{ ms}$  و لینک  $B$  به  $A$  دارای تأخیر  $20\text{ ms}$  است. این تأخیرها برای این دو گره ناشناخته است. این گره‌ها توسط الگوریتم Cristian در یک دور زمان‌ها را هماهنگ می‌کنند. زمان  $A$  برابر با  $500\text{ ms}$  و زمان  $B$  برابر  $632\text{ ms}$  است و گره  $A$  فرایند هماهنگ‌سازی را آغاز می‌کند، پس از کامل شدن فرایند هماهنگ‌سازی،  $A$  چه زمانی خواهد داشت؟

- (۱)  $632$
- (۲)  $692$
- (۳)  $702$
- (۴)  $712$

۳۱- در یک پروتکل پنجره لغزان، اندازه پنجره  $10$  (بسته) است و فرض می‌کنیم طول بسته‌ها یکسان هستند. فرض کنید ارسال یک بسته  $5$  میلی‌ثانیه طول می‌کشد و زمان انتشار یک طرفه از فرستنده به گیرنده  $50$  میلی‌ثانیه است. کدام نسبت میزان بهره‌وری کانال ارتباطی را نشان می‌دهد؟ (از خطا در ارسال بسته‌ها و دریافت  $\text{ack}$  ها صرف نظر می‌کنیم.)

- (۱)  $\frac{10}{21}$
- (۲)  $\frac{10}{23}$
- (۳)  $\frac{11}{21}$
- (۴)  $\frac{11}{22}$

۳۲- می‌خواهیم یک فایل بزرگ با حجم  $F$  بیت را از هاست  $A$  به هاست  $B$  بفرستیم.  $A$  و  $B$  از طریق مسیری شامل  $L$  لینک به هم متصل هستند و لینک‌ها تأخیر  $\text{queuing}$  ندارند. هاست  $A$  فایل را به قسمت‌های  $s$  بیتی می‌شکند (فرض بر این است که  $F$  مضرب  $s$  است) و به هر قسمت یک  $\text{header}$  با حجم  $h$  بیت اضافه می‌کند. به این ترتیب بسته‌های  $s + h$  بیتی ایجاد می‌شود. فرض کنید از هاست  $A$  به  $B$  لینک اول نرخ ارسال برابر  $R$ ، و لینک‌های بعدی (لینک دوم تا لینک  $L$  ام) نرخ ارسال  $2R$  دارند. مقدار  $s$  برابر کدام گزینه باشد به نحوی که تأخیر انتقال فایل از  $A$  به  $B$  کمینه شود؟ (از تأخیر  $\text{propagation}$  صرف نظر کنید. فرض کنید گره‌های میانی از روش  $\text{store and forward}$  استفاده می‌کنند و هم‌زمان توانایی دریافت بر روی یک لینک و ارسال بر روی لینک دیگر خود را دارند.)

$$(۱) \quad s = \sqrt{F}$$

$$(۲) \quad s = \sqrt{\frac{2hF}{L-1}}$$

$$(۳) \quad s = \sqrt{\frac{hF}{\frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{L}}}$$

$$(۴) \quad s = \sqrt{\frac{hF}{1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{L}}}$$



۳۳- اگر در یک سیستم تشخیص خطای CRC، چند جمله‌ای مولد  $g=11010$  را داشته باشیم و بخواهیم داده  $m=01111010$  را ارسال کنیم، چه داده‌ای در نهایت در شبکه ارسال می‌شود؟ (دقت کنید بیت سمت راست کم‌ارزش‌ترین و بیت سمت چپ پرارزش‌ترین بیت است.)

(۱)  $d=011110101100$

(۲)  $d=011110101001$

(۳)  $d=011110101011$

(۴)  $d=011110101101$

۳۴- فرض کنید یک مرورگر می‌خواهد یک صفحه اینترنتی که شامل یک فایل اصلی HTML و  $n$  شی دیگر (مانند عکس و غیره) است را دانلود کند. فرض کنید زمان رفت و برگشت بین مرورگر و سرور را با  $RTT$  نمایش دهیم. همچنین زمان انتقال فایل اصلی HTML را با  $T_0$  و شی‌های بعدی را با  $T_i$ ،  $i \in [1:n]$ ، نمایش دهیم. اگر مرورگر از ارتباط غیرپایدار (non-persistent) ولی به صورت موازی (parallel) استفاده کند و سرور هم بتواند فایل‌های درخواستی را هم‌زمان ارسال کند، زمان تأخیر کلی برای بارگیری صفحه مورد نظر کدام است؟

(۱)  $2RTT + \max_{i \in [0:n]} T_i$

(۲)  $4RTT + \max_{i \in [0:n]} T_i$

(۳)  $2RTT + T_0 + \max_{i \in [1:n]} T_i$

(۴)  $4RTT + T_0 + \max_{i \in [1:n]} T_i$

۳۵- دو سر یک نشست VoIP توسط مسیری با ۴ روتر به یکدیگر متصل شده‌اند. فرض کنید سرعت همه لینک‌ها  $1\text{Mb/s}$  و فاصله بین دو سر نشست برابر با  $3000\text{km}$  باشد. اندازه همه بسته‌ها  $1500$  بایت و سرعت انتشار بیت برابر با  $2 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است. در صورت چشم‌پوشی از تأخیر ناشی از پردازش بسته‌ها و تأخیر صف روترها، حداقل مقدار  $RTT$  چند میلی‌ثانیه است؟

(۴) 150

(۳) 126

(۲) 30

(۱) 15

۳۶- سه کاربر A، B و C یک لینک با نرخ  $1\text{Mbps}$  را به شکل مشترک مورد استفاده قرار می‌دهند. کاربر A در حال دریافت یک فایل بزرگ است، اما نرخ دریافت در شبکه محلی او حداکثر  $x\text{Mbps}$  است. کاربر B از کاربردی استفاده می‌کند که حداکثر به  $x\text{Mbps}$  نرخ دریافت نیاز دارد. کاربر C در حال دریافت ویدئویی است، که نیاز به نرخ بالا دارد و محدودیت دریافت ندارد. اگر بر مبنای معیار انصاف Max-Min لینک مشترک را تسهیم کنیم، سهم هر کدام از کاربران کدام است؟

(۱) هر سه کاربر  $\frac{1}{3}\text{Mbps}$  اختصاص یابد.

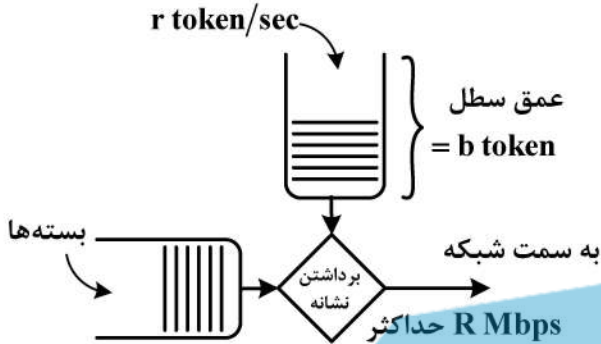
(۲) اگر  $x > \frac{1}{3}$  باشد، کاربر A و B نرخ  $x\text{Mbps}$  را دریافت کنند و کاربر C نرخ  $(1-2x)\text{Mbps}$  را در صورتی که بزرگ‌تر از صفر باشد، دریافت می‌کند.

(۳) اگر  $x > \frac{1}{3}$  باشد، به کاربر A و C نرخ  $\frac{1}{3}\text{Mbps}$  و به کاربر B نرخ  $(1-2x)\text{Mbps}$  را در صورتی که بزرگ‌تر از صفر باشد، دریافت می‌کند.

(۴) اگر  $x < \frac{1}{3}$  باشد، به کاربر A و B نرخ  $x\text{Mbps}$  و به کاربر C نرخ  $(1-2x)\text{Mbps}$  اختصاص می‌یابد، ولی

اگر  $x > \frac{1}{3}$  هر سه کاربر  $\frac{1}{3}\text{Mbps}$  اختصاص می‌یابد.

۳۷- یک سطل نشانه (token bucket) برای تنظیم ترافیک مطابق شکل زیر استفاده می شود. هدف داشتن حداکثر نرخ  $R = 20\text{Mbps}$  به سمت شبکه است و مدت ارسال با این نرخ نباید از ۵ ثانیه فراتر رود. همچنین می خواهیم که در هر بازه ۱۰ ثانیه ای حداکثر ۱۵۰Mb به شبکه ارسال شود. نرخ تولید نشانه  $r$  و اندازه عمق سطل  $b$  چقدر باید باشد؟



- (۱)  $r = 10\text{Mbps}$  ,  $b = 50\text{Mb}$
- (۲)  $r = 20\text{Mbps}$  ,  $b = 50\text{Mb}$
- (۳)  $r = 10\text{Mbps}$  ,  $b = 100\text{Mb}$
- (۴)  $r = 20\text{Mbps}$  ,  $b = 100\text{Mb}$

۳۸- بخشی از هسته شبکه ای را در شکل زیر می بینید. مسیریابها با حروف  $a$  به بعد مشخص شده اند. مسیریابها از الگوریتم مسیریابی بردار فاصله (Distance Vector) استفاده می کنند. هزینه لینک بین  $d$  و  $e$  «دو» و هزینه لینک بین  $e$  و  $f$  «سه» است. مسیریابهای  $d$  و  $f$  به ترتیب جداول  $d$  table و  $f$  table را در اختیار دارند. مسیریاب  $e$  این دو جدول را دریافت کرده و با استفاده از آنها جدول  $e$  table را می سازد.  $x_1$  تا  $x_4$  چه مقادیری دارند؟



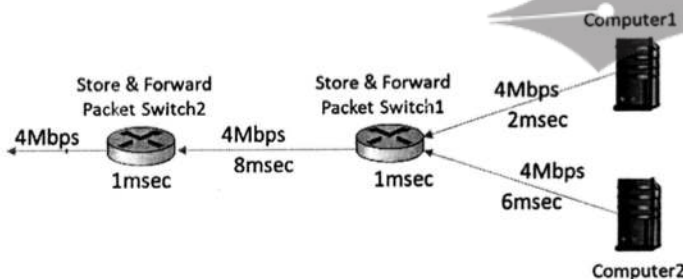
- (۱)  $x_1 = 2$  ,  $x_2 = 7$  ,  $x_3 = 8$  ,  $x_4 = 7$
- (۲)  $x_1 = 3$  ,  $x_2 = 5$  ,  $x_3 = 2$  ,  $x_4 = 8$
- (۳)  $x_1 = 4$  ,  $x_2 = 7$  ,  $x_3 = 8$  ,  $x_4 = 5$
- (۴)  $x_1 = 2$  ,  $x_2 = 9$  ,  $x_3 = 5$  ,  $x_4 = 6$

d table		cost to	
from		m	n
a		13	5
b		2	7
c		4	9

f table		cost to	
from		m	n
g		6	2
h		5	9
i		8	7

e table			cost to	
from			m	n
d		$x_1$	$x_2$	
f		$x_3$	$x_4$	

۳۹- در شبکه ای مطابق با شکل زیر، کامپیوترهای ۱ و ۲ طوری تنظیم شده اند، که همزمان با هم اقدام به ارسال بسته های ۱۵۰۰ بایتی می کنند. بسته ها پشت سرهم و بدون فاصله زمانی ارسال می شوند. پهنای باند و زمان انتشار هر لینک روی آن نوشته شده است. زمان صرف شده در هر سویچ بسته ای (شامل زمان های مسیریابی و سویچینگ) زیر هر سویچ نوشته شده است. پنجمین بسته ارسال شده از کامپیوتر ۲، چه مدت در سویچ بسته ای ۱ در صف معطل می ماند؟



- (۱) ۱۳ میلی ثانیه
- (۲) ۱۴ میلی ثانیه
- (۳) ۱۶ میلی ثانیه
- (۴) ۱۷ میلی ثانیه

۴۰- دو رکن اساسی برای ارائه خدمت مجتمع (Integrated Service) در شبکه های سوئیچ بسته کدام است؟

- (۱) علامت گذاری بسته ها در لبه شبکه و ارائه خدمت براساس علامت بسته در مسیریاب های هسته شبکه
- (۲) کنترل پذیرش درخواست و ارائه خدمت براساس علامت بسته در مسیریاب های هسته شبکه
- (۳) علامت گذاری بسته ها در لبه شبکه و رزرو منابع برای جریان های ترافیکی
- (۴) کنترل پذیرش درخواست و رزرو منابع برای جریان های ترافیکی

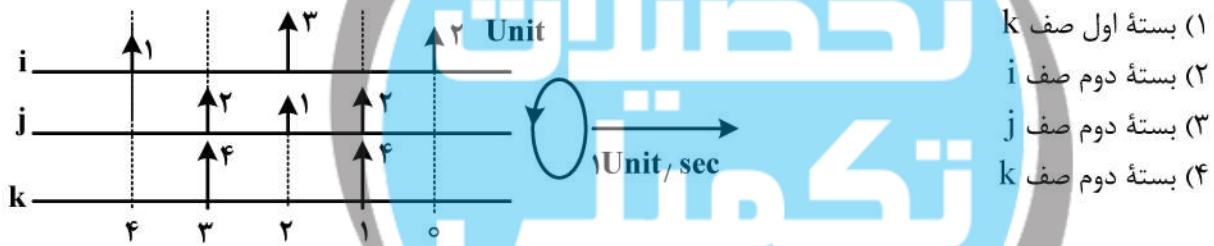
۴۱- در هنگام ایجاد TCP Socket در بسیاری از سیستم‌های عامل، الگوریتم Nagle اجرا می‌شود. یک شبهه کد ساده از این الگوریتم در ذیل آمده است. به جای گزاره‌های  $s_1$  و  $s_2$  کدام گزینه باید قرار گیرد؟ (MSS حداکثر اندازه سگمنت ارسالی است.)

```

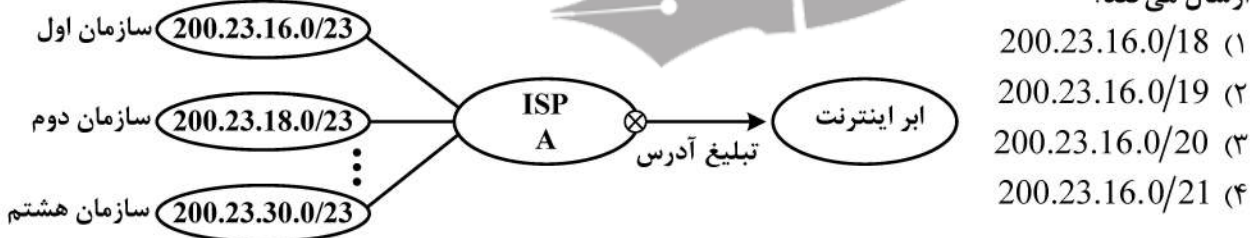
if available data ≥ MSS AND window ≥ MSS
    send a full segment
else
    if there is UnAked data in flight
        else
            s1
            s2
    
```

- (۱)  $s_1$ : انتظار برای تجمیع داده به اندازه MSS -  $s_2$ : ارسال بلافاصله داده جدید
- (۲)  $s_1$ : ارسال بلافاصله داده جدید -  $s_2$ : انتظار برای تجمیع داده به اندازه MSS
- (۳)  $s_1$ : ارسال بلافاصله داده جدید -  $s_2$ : بافر کردن داده جدید تا رسیدن یک Ack جدید
- (۴)  $s_1$ : باز کردن داده جدید تا رسیدن یک Ack جدید -  $s_2$ : ارسال بلافاصله داده جدید

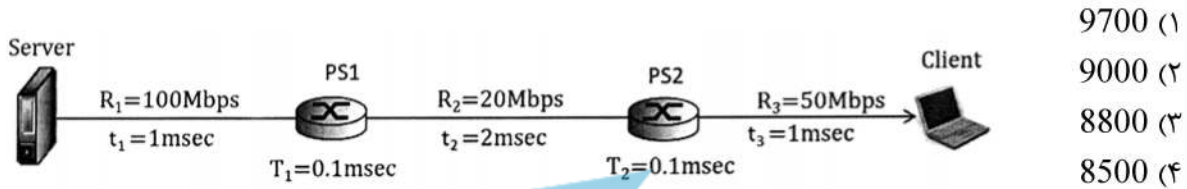
۴۲- اگر از مکانیزم WFQ در شکل زیر استفاده شود، سومین بسته‌ای که ترخیص می‌شود کدام است؟ (وزن صف‌ها  $\phi_i = \phi_k = 0.25$  و  $\phi_j = 0.5$  است. هر بردار نشان‌دهنده زمان ورود و عدد کنار آن اندازه بسته بر حسب واحد است.)



۴۳- ISP A در شکل زیر به هشت سازمان سرویس‌دهی می‌کند. اگر محدوده آدرس‌های سازمان اول 200.23.16.0/23 و محدوده آدرس‌های سازمان دوم 200.23.18.0/23 باشد و به همین ترتیب ادامه داده و محدوده آدرس‌های سازمان هشتم 200.23.30.0/23 باشد، مسیریاب کدام ISP را در شبکه اینترنت ارسال می‌کند؟



۴۴- شکل زیر مسیر ارتباطی بین کامپیوترهای سرور و کلاینت را نشان می‌دهد. PS1 و PS2 سویچ‌های بسته‌ای بوده و به صورت ذخیره ارسال (store&forward) کار می‌کنند. R1، R2، R3 پهنای باند و  $t_1$ ،  $t_2$  و  $t_3$  زمان انتشار لینک‌ها را نشان می‌دهد. T1 و T2 زمان مسیریابی و سویچینگ هر یک از سویچ‌ها است. چنانچه درون سویچ‌ها بسته‌ای وجود نداشته باشد و سرور اقدام به ارسال 11 بسته هزار بایتی برای کلاینت کند، حداقل اندازه بافر در PS1 چند بایت باشد که سرریز نکند؟ (یازده بسته به صورت پشت سرهم و بدون فاصله زمانی ارسال می‌شوند).



۴۵- یک سرویس توزیع فایل از نوع همتا - همتا (peer to peer) را مطابق شکل زیر در نظر بگیرید. فایلی به اندازه F بایت در کامپیوتر مبدأ وجود دارد. می‌خواهیم این فایل را در حداقل زمان ممکن بین 4 کامپیوتر دیگر توزیع کنیم. رابطه بین پهنای باندهای ارسال عبارت است از:  $U_2 = 3 * U_1$ ,  $U_3 = 2 * U_1$ ,  $U_4 = 3 * U_1$ . هر یک از پهنای باندهای d1 تا d4 بزرگ‌تر از Us است. فایل به چند تکه مساوی (chunk) تقسیم شود که زمان توزیع

