

«به نام خدا»

حل فوق تشریحی سوال ۵۸ شبکه‌های کامپیوتری

مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵

ارسطو خلیلی فر

موسسه بابان

انتشارات بابان

در حال آماده سازی کتاب شبکه‌های کامپیوتری...

@arastookhalilifar

Khalilifar.ir

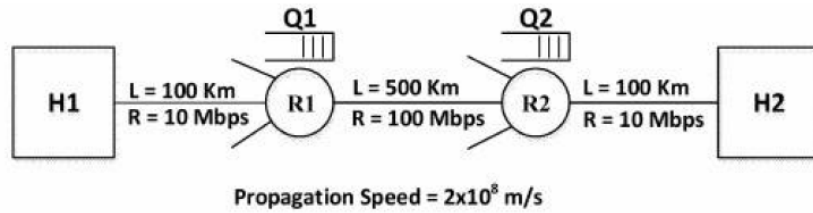
تهران، نارمک، چهارراه تلفنخانه، خیابان نوروزی، خیابان مراد شمس، بن بست لاله، پلاک ۲،  
ساختمان لاله، واحد ۱۳

تلفن دفتر بابان: ۰۲۱-۷۷۹۷۲۸۶۸

www.baban.ir shop.baban.ir www.khalilifar.ir

## تست‌های فصل ششم

۵۸- یک جریان داده (صوت و ویدیو) با نرخ ۵ مگابیت بر ثانیه که در بسته‌های ۱۰۰۰۰ بیتی قرار دارند از برنامه‌ای در کامپیوتر H1 به برنامه‌ای در کامپیوتر H2 مطابق با شکل زیر، در حال ارسال است. فرض کنید طول صف در بافرهای مسیریاب‌های R1 و R2، حداکثر ۴ بسته و حداقل صفر است. با توجه به اطلاعات داده شده در شکل حداقل تاخیر زمانی به میلی‌ثانیه که برنامه در کامپیوتر H2 باید بافر خود را قبل از پخش داده مشاهده (محاسبه) کند و حداقل اندازه بافر مورد نیاز به کیلوبیت برای پخش بدون وقفه این جریان چقدر هستند؟



(مهندسی II - دولتی ۹۵)

- (۱) ۸۰، ۸
- (۲) ۸۰، ۱۶
- (۳) ۱۶۰، ۸
- (۴) ۱۶۰، ۱۶

## پاسخ‌های فصل ششم

۵۸- گزینه ( ) صحیح است.

توجه: سازمان سنجش آموزش کشور، در کلید اولیه خود، گزینه دوم را به عنوان پاسخ اعلام کرده بود. اما در کلید نهایی این سوال حذف گردید، که کار درستی بوده است.

توجه: در شبکه‌های کامپیوتری چهار نوع تأخیر داریم:

تأخیر انتقال ( $T_F$ )، تأخیر انتشار ( $T_{Prop}$ )، تأخیر صف ( $T_{queue}$ )، تأخیر پردازش ( $T_{process}$ ).

توجه: تأخیر صف‌بندی داخل گره‌ها، یک تأخیر متغیر است که به حجم ترافیک لحظه عبور از آن گره بستگی دارد. به عبارت دیگر تأخیر صف در طول زمان نوسان دارد. پس تأخیری که از ابتدا به انتها ایجاد می‌شود، متغیر است و از قبل قابل پیش‌بینی نیست.

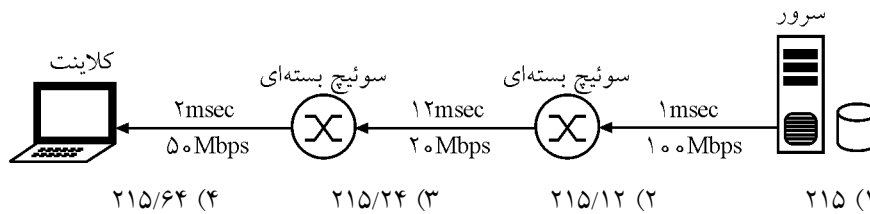
مثال: مثلاً دسترسی به سیستم آموزشی (پرتال)

۱- دیدن پرتال از داخل دانشگاه از طریق شبکه محلی (تأخیر در حد ۱ ms)

۲- دیدن پرتال از خانه از طریق اینترنت (هنوز در شبکه داخل کشور) (تأخیر در حد ۱ ms)

۳- دیدن پرتال از اروپا (تأخیر در حد ۱ ms)

مثال- در شبکه‌ای با مسیر شکل زیر بین سرور و کلاینت وجود دارد، حداقل زمان لازم برای انتقال پانصد بسته هزار بیتی بر حسب میلی‌ثانیه (msec) کدام است؟ (توجه:  $1 \text{ Mbps} = 10^6 \text{ bps}$ )



پاسخ- گزینه (۳) صحیح است.

به طور کلی حداقل زمان لازم برای انتقال بسته‌ها مابین دو گره انتهایی از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$T_{\text{Total Delay}} = [T_{F1}] + T_{\text{Prop1}} + [T_{\text{process1}} + T_{F2}] + T_{\text{Prop2}} + [T_{\text{process2}} + T_{F3}] + T_{\text{Prop3}} + T_{\text{queue}}$$

از  $T_F$  رابطه زیر بدست می‌آید:

$$T_F = \frac{L}{R}$$

$T_F$ ، زمان انتقال بسته به داخل کانال انتقال است.

که  $L$  برابر اندازه بسته و  $R$  برابر نرخ انتقال می‌باشد.

$T_{\text{Prop}}$  از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$T_{Prop} = \frac{D}{V}$$

$T_{Prop}$ ، زمان تأخیر انتشار است.

که  $D$  برابر طول کانال و  $V$  برابر سرعت انتشار می باشد.

$T_{Process}$  از رابطه زیر بدست می آید:

$$T_{Process} = \frac{b}{R}$$

$T_{Process}$ ، زمان پردازش موجود در مسیریاب (گره میانی) مربوط به کنترل خطای فریم، احيانا

قطعه قطعه شدن بسته و مسیریابی بسته است.

که  $b$  برابر تعداد بیت لازم برای پردازش و  $R$  برابر نرخ انتقال می باشد.

$T_{queue}$  از رابطه زیر بدست می آید:

$$T_{queue} = (N-1) \times \left( \frac{L}{\min(R_1, R_r, R_r)} \right)$$

$T_{queue}$ ، زمان تأخیر صف است.

که  $L$  برابر اندازه بسته،  $R$  برابر نرخ انتقال و  $N$  برابر تعداد بسته ها می باشد.

**توجه:** صف در جایی ایجاد می شود که پایین ترین نرخ انتقال را دارد یعنی  $\min(R_1, R_r, R_r)$

که در این حالت گلوگاه (bottleneck) در آن محل ایجاد شده است.

**توجه:** مطابق فلش موجود در نمودار صورت سوال حرکت بسته ها از سمت راست به چپ

یعنی از سمت سرور به سمت کلاینت است.

همچنین داده های مسئله به صورت زیر است:

$$L = 1000 \text{ Byte}$$

$$T_{Prop1} = 1 \text{ m sec}, T_{Prop2} = 12 \text{ m sec}, T_{Prop3} = 2 \text{ m sec}$$

$$T_{Process1} = 0, T_{Process2} = 0$$

$$R_1 = 10 \text{ Mbps}, R_r = 20 \text{ Mbps}, R_r = 50 \text{ Mbps}$$

همانطور که گفتیم به طور کلی حداقل زمان لازم برای انتقال بسته ها مابین دو گره انتهایی از رابطه زیر

محاسبه می گردد:

$$T_{Total Delay} = [T_{F1}] + T_{Prop1} + [T_{Process1} + T_{F2}] + T_{Prop2} + [T_{Process2} + T_{F3}] + T_{Prop3} + T_{queue}$$

که پس از جایگذاری اولیه رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$T_{Total Delay} = \left[ \frac{L}{R_1} \right] + 1 + \left[ 0 + \frac{L}{R_r} \right] + 12 + \left[ 0 + \frac{L}{R_r} \right] + 2 + (N-1) \times \left( \frac{L}{\min(R_1, R_r, R_r)} \right)$$

**توجه:** در صورت سؤال زمان پردازش موجود در مسیریاب ( $T_{Process}$ ) داده نشده است، بنابراین

در رابطه فوق، مقدار زمان پردازش را برابر صفر در نظر گرفتیم.

پس از جایگذاری نهایی رابطه زیر را خواهیم داشت:

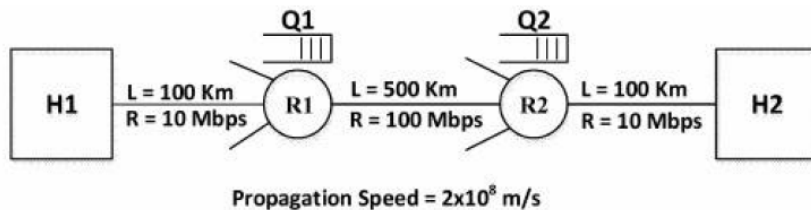
$$T_{\text{Total Delay}} = \left[ \frac{1000 \times 8}{10 \times 10^6} \times 10^3 \right] + 1 + \left[ 0 + \frac{1000 \times 8}{20 \times 10^6} \times 10^3 \right] + 12 + \left[ 0 + \frac{1000 \times 8}{50 \times 10^6} \times 10^3 \right] + 2 + (499) \times \left( \frac{1000 \times 8}{20 \times 10^6} \times 10^3 \right)$$

در نهایت داریم:

$$T_{\text{Total Delay}} = [0/0.8] + 1 + [0 + 0/4] + 12 + [0 + 0/16] + 2 + (499) \times (0/4)$$

$$T_{\text{Total Delay}} = [0/0.8] + 1 + [0/4] + 12 + [0/16] + 2 + 199/6 = 15/64 + 199/6 = 215/24 \text{ msec}$$

در صورت سوال گفته شده است که یک جریان داده (صوت و ویدیو) با نرخ ۵ مگابیت بر ثانیه که در بسته‌های ۱۰۰۰۰ بیتی قرار دارند از برنامه‌ای در کامپیوتر H1 به برنامه‌ای در کامپیوتر H2 مطابق با شکل زیر، در حال ارسال است. همچنین فرض شده است که طول صف در بافرهای مسیریاب‌های R1 و R2 حداکثر ۴ بسته و حداقل صفر است. همچنین در ادامه صورت سوال خواسته شده است که با توجه به اطلاعات داده شده در شکل حداقل تاخیر زمانی به میلی‌ثانیه که برنامه در کامپیوتر H2 باید بافر خود را قبل از پخش داده مشاهده (محاسبه) کند و حداقل اندازه بافر مورد نیاز به کیلو بیت برای پخش بدون وقفه این جریان چقدر هستند؟



همچنین داده‌های مسئله به صورت زیر است:

$$L = 10000 \text{ bit}$$

$$D_1 = 100 \text{ km}, D_2 = 500 \text{ km}, D_3 = 100 \text{ km}$$

$$V = 2 \times 10^8 \text{ mps}$$

$$T_{\text{Process1}} = 0, T_{\text{Process2}} = 0$$

$$R_{\text{Multimedia}} = 5 \text{ Mbps},$$

$$R_1 = 10 \text{ Mbps}, R_2 = 100 \text{ Mbps}, R_3 = 10 \text{ Mbps}$$

توجه: در صورت سوال مفهوم **Jitter** مورد پرسش قرار گرفته است.

**Jitter** یک پدیده در انتقال صوت و تصویر می‌باشد. برای محاسبه **Jitter** ابتدا باید حداقل زمان و حداکثر زمان تاخیر یک بسته محاسبه شود. همانطور که گفتیم در شبکه‌های کامپیوتری چهار نوع تاخیر داریم:

$$\text{تأخیر انتقال } (T_F), \text{ تأخیر انتشار } (T_{\text{Prop}}), \text{ تأخیر صف } (T_{\text{Queue}}), \text{ تأخیر پردازش } (T_{\text{Process}}).$$

توجه: تأخیر صف‌بندی داخل گره‌ها، یک تأخیر متغیر است که به حجم ترافیک لحظه عبور از آن گره بستگی دارد. به عبارت دیگر تأخیر صف در طول زمان نوسان دارد. پس تأخیری که از ابتدا به انتها ایجاد می‌شود، متغیر است و از قبل قابل پیش‌بینی نیست. بنابراین مدت زمان انتقال هر بسته

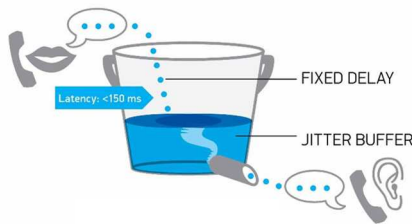
ممکن است تغییر کند. این تغییر در تاخیر انتقال بسته‌ها به عنوان «Jitter» یا «تغییر در تاخیر بسته‌ها» نامیده می‌شود. پیوسته و گسسته شدن صوت و تصویر به Jitter وابسته است. اگر Jitter کم باشد صوت و تصویر به صورت پیوسته قابل مشاهده خواهد بود و این یعنی افزایش کیفیت در مشاهده صوت و تصویر. اما اگر Jitter زیاد باشد صوت و تصویر به صورت گسسته قابل مشاهده خواهد بود و این یعنی کاهش کیفیت در مشاهده صوت و تصویر.

**Delay:** مدت زمانی که یک بسته از یک نقطه شبکه به نقطه دیگر منتقل می‌شود.

**Jitter:** وقتی که Delay متغیر شد Jitter به وجود می‌آید. بافر گره انتهایی (گیرنده) باید

ظرفیت لازم برای دریافت بسته‌ها به اندازه Jitter را داشته باشد.

بسته‌های ارسالی از سمت فرستنده، در سمت گیرنده باید مرتب و به ترتیب دریافت شوند اما این بسته‌ها در مسیر حرکت از سمت فرستنده به گیرنده به ترتیب حرکت نمی‌کنند و ممکن است از مسیرهای متفاوتی به سمت گیرنده روانه گردند و به تبع ممکن است تاخیرهای متفاوتی در مسیر رسیدن به گیرنده تجربه کنند. برای مقابله با پدیده Jitter از مکانیزمی به نام Jitter Buffer استفاده می‌گردد، Jitter Buffer یک فرصت‌ساز برای دریافت بسته‌ای است که باید می‌رسیده است ولی به دلیل تاخیر هنوز نیامده است، در حالی که بسته‌های جلویی آن در سمت گیرنده دریافت شده‌اند. در واقع Jitter Buffer باید آنقدر دلگنده و جادار باشد و آنقدر باید بسته‌های غیرمرتبط که شماره ترتیب مد نظر گیرنده نیست را بی‌مورد دریافت کند تا بالاخره بسته مورد نظر دریافتی گیرنده که دارای شماره ترتیب مد نظر گیرنده است از راه برسد. شکل زیر گویای مطلب است:



زمانیکه بسته‌های اطلاعاتی از مبدا به مقصد می‌رسند ابتدا Jitter Buffer یک برآورد از حداقل و حداکثر میزان تاخیر بسته‌ها محاسبه می‌کند و از تفاضل حاصل از حداکثر و حداقل تاخیر مقدار Jitter را محاسبه می‌کند و میزان Jitter Buffer را مشخص می‌کند. البته تا زمانی که مکانیزم Jitter Buffer قادر به مقابله با پدیده Jitter است که مقدار Jitter از ۱۵۰ میلی‌ثانیه تجاوز نکند، چون این تاخیر به این میزان برای گیرنده قابل پذیرش نیست.

همانطور که گفتیم به طور کلی حداقل زمان لازم برای انتقال بسته‌ها مابین دو گره انتهایی از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$T_{\text{Total Delay}} = [T_{F1}] + T_{\text{Prop1}} + [T_{\text{process1}} + T_{F2}] + T_{\text{Prop2}} + [T_{\text{process2}} + T_{F3}] + T_{\text{Prop3}} + T_{\text{queue}}$$

همچنین به طور کلی حداقل زمان لازم برای انتقال «یک بسته» مابین دو گره انتهایی از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$T_{\text{Total Delay}} = [T_{F1}] + T_{\text{Prop1}} + [T_{\text{process1}} + T_{F2}] + T_{\text{Prop2}} + [T_{\text{process2}} + T_{F3}] + T_{\text{Prop3}} + 0$$

در رابطه فوق مقدار  $T_{\text{queue}}$  یعنی صف حاصل از «تعداد» بسته‌های ارسالی مابین یک فرستنده و گیرنده مورد نظر برابر صفر در نظر گرفته شده است. چون در صورت سوال حداقل و حداکثر تاخیر «یک بسته» از زمان ارسال از کامپیوتر H1 و دریافت توسط کامپیوتر H2 مورد پرسش قرار گرفته است. دقت کنید که در صورت سوال «فقط» حداقل و حداکثر تاخیر «یک بسته» از زمان ارسال از کامپیوتر H1 و دریافت توسط کامپیوتر H2 مورد پرسش قرار گرفته است. یعنی مقدار  $T_{\text{queue}}$  در رابطه فوق برای ارسال فقط «یک بسته» به صورت زیر محاسبه شده است.

$$T_{\text{queue}} = (1-1) \times \left( \frac{L}{\min(R_1, R_2, R_3)} \right) = (0) \times \left( \frac{L}{\min(R_1, R_2, R_3)} \right) = 0$$

کنترل جریان در محیط زیست node-to-node توسط لایه پیوند داده انجام می‌گردد، اما کنترل ازدحام در محیط زیست end-to-end توسط لایه انتقال انجام می‌گردد. چه کنترل جریان در محیط زیست node-to-node باشد و چه کنترل ازدحام در محیط زیست end-to-end باشد، هر دو جلوگیری می‌کنند از سرریزی اما اولی جلوگیری می‌کند از سرریزی در گره‌های انتهایی مربوط به محیط زیست node-to-node یعنی دو گره موجود در دو طرف یک تک یال از گراف شبکه و دومی جلوگیری می‌کند از سرریزی در گره‌های میانی مربوط به محیط زیست end-to-end یعنی گره‌های میانی موجود در گراف کل شبکه. با وجود کنترل جریان لایه پیوند داده اما همچنان به کنترل ازدحام لایه انتقال نیاز است. چون در کنترل جریان لایه پیوند داده فقط سرریزی گره‌های انتهایی مربوط به محیط زیست node-to-node یعنی دو گره موجود در دو طرف یک تک یال از گراف شبکه بررسی می‌شود اما در کنترل جریان لایه انتقال همچنان نیاز است تا سرریزی در گره‌های میانی مربوط به محیط زیست end-to-end یعنی گره‌های میانی موجود در گراف کل شبکه نیز بازم بررسی گردد. در محیط زیست node-to-node حل مساله سرریزی فقط مابین دو گره انتهایی موجود در دو طرف یک تک یال از گراف شبکه است. یعنی طرفین مساله فقط دو گره انتهایی موجود در دو طرف یک تک یال از گراف شبکه است، که باید این دو مدارا کنند. اما در محیط زیست end-to-end حل مساله سرریزی مابین همه گره‌های انتهایی موجود در گراف کل شبکه است. یعنی طرفین مساله همه گره‌های انتهایی گراف کل شبکه است، که باید همه مدارا کنند. حل مساله کنترل ازدحام بر عهده پروتکل TCP موجود در لایه انتقال به شیوه واکنشی و ضمنی یعنی بر اساس نشانه‌ها و نیامدن پیام ACK توسط الگوریتم TCP یا TCP TAHOE

RENO است. در صورتی که TCP موجود در گره‌های انتهایی (فرستنده‌ها) به شکل بی‌رویه سگمنت‌های زیادی را ارسال کنند، باعث ازدحام در گره‌های میانی (مسیریاب‌ها) می‌شود. همچنین اگر تعداد سگمنت‌های ارسالی کم باشد از ظرفیت شبکه به درستی استفاده نمی‌شود. برای کنترل این مساله باید مکانیزمی وضع شود که مقدار مناسب سگمنت‌ها را مشخص کند، تا هم از ظرفیت شبکه به شکل بهینه استفاده شود و هم از سرریزی بافرهای گره‌های میانی (مسیریاب‌ها) جلوگیری کند. برای این امر مکانیزم دریچه ازدحام یا پنجره ازدحام یا congestion window یا cwnd ایجاد شده است. cwnd تعداد سگمنت‌های ارسالی توسط گره‌های انتهایی (فرستنده‌ها) را بر اساس بازخوردهای دریافتی از گره‌های میانی (مسیریاب‌ها) برعهده دارد. طوری که نه سرریزی در گره‌های میانی (مسیریاب‌ها) رخ دهد و نه از ظرفیت شبکه هدر رود.

همانطور که گفتیم در محیط زیست end-to-end حل مساله سرریزی مابین همه گره‌های انتهایی موجود در گراف کل شبکه است. یعنی طرفین مساله همه گره‌های انتهایی گراف کل شبکه است، که باید همه مدارا کنند. که این مدارا کردن و مدارا نکردن دو فرم زیر را ایجاد می‌کند:

**فرم اول:** اگر همه گره‌های انتهایی مرتبط با گره‌های میانی (مسیریاب‌ها) مدارا کنند و به دلیل ارسال نرمال سگمنت‌ها سبب ایجاد صف در هیچ یک از گره‌های میانی (مسیریاب‌ها) نشوند آنگاه طول صف در بافرهای مسیریاب‌های R1 و R2 برابر صفر خواهد بود. در این حالت روابط زیر را برای مسیریاب‌های R1 و R2 خواهیم داشت:

$$T_{queue-R1}^{min} = \left[ \text{cardinality}(\text{queue-router}1) \times \frac{L}{R_r} \right] = \left[ \cdot \times \frac{L}{R_r} \right] = \cdot \text{ msec}$$

$$T_{queue-R2}^{min} = \left[ \text{cardinality}(\text{queue-router}2) \times \frac{L}{R_r} \right] = \left[ \cdot \times \frac{L}{R_r} \right] = \cdot \text{ msec}$$

بنابراین «حداقل» زمان لازم برای انتقال فقط «یک بسته» مابین دو گره انتهایی H1 و H2 و «وابسته» به طول صف موجود در مسیریاب‌های R1 و R2 از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$T_{Total Delay}^{min} = [T_{F1}] + T_{Prop1} + [T_{queue-R1}^{min} + T_{process1} + T_{Fr}] + T_{Prop2} + [T_{queue-R2}^{min} + T_{process2} + T_{Fr}] + T_{Prop2}$$

که پس از جایگذاری اولیه رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$T_{Total Delay}^{min} = \left[ \frac{L}{R_r} \right] + \frac{D_r}{V} + \left[ \cdot + \cdot + \frac{L}{R_r} \right] + \frac{D_r}{V} + \left[ \cdot + \cdot + \frac{L}{R_r} \right] + \frac{D_r}{V}$$

توجه: در صورت سؤال زمان پردازش موجود در مسیریاب ( $T_{process}$ ) داده نشده است، بنابراین در رابطه فوق، مقدار زمان پردازش را برابر صفر در نظر گرفتیم.

پس از جایگذاری نهایی رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$T_{Total Delay}^{min} = \left[ \frac{10000}{10 \times 10^6} \times 10^3 \right] + \frac{100 \times 10^3}{3 \times 10^8} \times 10^3 + \left[ \cdot + \cdot + \frac{10000}{100 \times 10^6} \times 10^3 \right] + \frac{500 \times 10^3}{3 \times 10^8} \times 10^3 + \left[ \cdot + \cdot + \frac{10000}{100 \times 10^6} \times 10^3 \right] + \frac{100 \times 10^3}{3 \times 10^8} \times 10^3$$

در نهایت داریم:

$$T_{Total Delay}^{min} = [1] + \cdot / 5 + [ \cdot + \cdot + \cdot / 1 ] + 2 / 5 + [ \cdot + \cdot + \cdot ] + \cdot / 5 = 5 / 6 \text{ msec}$$

**فرم دوم:** اگر همه گره‌های انتهایی مرتبط با گره‌های میانی (مسیریاب‌ها) مدارا نکنند و به دلیل



ارسال غیرنرمال سگمنت‌ها سبب ایجاد صف در گره‌های میانی (مسیریاب‌ها) بشوند آنگاه طول صف در بافرهای مسیریاب‌های R1 و R2 مطابق فرض مساله برابر چهار خواهد بود. در این حالت روابط زیر را برای مسیریاب‌های R1 و R2 خواهیم داشت:

$$T_{\text{queue-R1}}^{\max} = \left[ \text{cardinality}(\text{queue-router}_1) \times \frac{L}{R_r} \right] = \left[ 4 \times \frac{10000}{100 \times 10^6} \times 10^3 \right] = 4 \times 0.1 = 0.4 \text{ msec}$$

$$T_{\text{queue-R2}}^{\max} = \left[ \text{cardinality}(\text{queue-router}_2) \times \frac{L}{R_r} \right] = \left[ 4 \times \frac{10000}{10 \times 10^6} \times 10^3 \right] = 4 \times 1 = 4 \text{ msec}$$

بنابراین «حداکثر» زمان لازم برای انتقال فقط «یک بسته» مابین دو گره انتهایی H1 و H2 و «وابسته» به طول صف موجود در مسیریاب‌های R1 و R2 از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$T_{\text{Total Delay}(\uparrow)}^{\max} = [T_{F1}] + T_{\text{Prop1}} + [T_{\text{queue-R1}}^{\max} + T_{\text{process1}} + T_{F2}] + T_{\text{Prop2}} + [T_{\text{queue-R2}}^{\max} + T_{\text{process2}} + T_{F3}] + T_{\text{Prop3}}$$

که پس از جایگذاری اولیه رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$T_{\text{Total Delay}(\uparrow)}^{\max} = \left[ \frac{L}{R_1} \right] + \frac{D_1}{V} + \left[ T_{\text{queue-R1}}^{\max} + \dots + \frac{L}{R_r} \right] + \frac{D_r}{V} + \left[ T_{\text{queue-R2}}^{\max} + \dots + \frac{L}{R_r} \right] + \frac{D_r}{V}$$

توجه: در صورت سؤال زمان پردازش موجود در مسیریاب ( $T_{\text{Process}}$ ) داده نشده است، بنابراین

در رابطه فوق، مقدار زمان پردازش را برابر صفر در نظر گرفتیم.

پس از جایگذاری نهایی رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$T_{\text{Total Delay}(\uparrow)}^{\max} = \left[ \frac{10000}{10 \times 10^6} \times 10^3 \right] + \frac{100 \times 10^3}{3 \times 10^4} \times 10^3 + \left[ 0.4 + 0 + \frac{10000}{100 \times 10^6} \times 10^3 \right] + \frac{50 \times 10^3}{3 \times 10^4} \times 10^3 + \left[ 4 + 0 + \frac{10000}{10 \times 10^6} \times 10^3 \right] + \frac{100 \times 10^3}{3 \times 10^4} \times 10^3$$

در نهایت داریم:

$$T_{\text{Total Delay}(\uparrow)}^{\max} = [1] + 0.5 + [0.4 + 0 + 0.1] + 2.5 + [4 + 0 + 1] + 0.5 = 5.6 + 4/4 = 10 \text{ msec}$$

حال در ادامه برای محاسبه **Jitter** رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$T_{\text{Jitter}} = T_{\text{Total Delay}(\uparrow)}^{\max} - T_{\text{Total Delay}(\uparrow)}^{\min} = 10 - 5.6 = 4.4 \text{ msec}$$

برای محاسبه حداقل اندازه **Jitter Buffer** رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$T_{\text{Jitter}} = \frac{L_{\text{JITTER BUFFER}}}{R_{\text{Multimedia}}}$$

همچنین بر اساس رابطه فوق داریم:

$$L_{\text{JITTER BUFFER}} = T_{\text{Jitter}} \times R_{\text{Multimedia}} = 4.4 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^3 = 22 \text{ kb}$$

اما متأسفانه، این پاسخ در گزینه‌ها موجود نیست. همانطور که گفتیم سازمان سنجش آموزش

کشور، در کلید اولیه خود، گزینه دوم را به عنوان پاسخ اعلام کرده بود. اما در کلید نهایی این

سوال حذف گردید، که کار درستی بوده است.

**انتشارات بابان**

w w w .baban.ir

## فروشگاه دائمی انتشارات بابان

منابع آزمون کارشناسی ارشد و دکتری

مهندسی کامپیوتر و مهندسی فناوری اطلاعات

شرق و شمال شرق تهران

---

تهران، نارمک، چهارراه تلفنخانه، خیابان نوروزی،

خیابان مراد شمس، بن بست لاله، ساختمان لاله،

پلاک ۲، طبقه ۵، واحد ۱۳

**۰۲۱-۷۷۹۷۲۸۶۸**

# باشگاه بابان

w w w .baban.ir

## ۱۰۰ درصدی‌های درس سیستم عامل

سرکار خانم فاطمه مصلحی موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.  
آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۴ (کلاس)

سرکار خانم شادی جعفری موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.  
آزمون دکتری مهندسی کامپیوتر دولتی ۱۳۹۵ (کلاس)

سرکار خانم فاطمه منصوری‌هانیس موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.  
آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵ (کلاس)

سرکار خانم هانیه شفیعی‌ثابت موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.  
آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵ (کلاس)

سرکار خانم ملیحه راد موفق شد به ۵ سوال از ۶ سوالات پاسخ دهد.  
آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵ (جزوه)

### ارسطو خلیلی فر

خالق قوانین چهارگانه ارسطو در سیستم عامل

## ۱۰۰ درصدی‌های درس پایگاه داده‌ها

- سرکار خانم حمیرا باباخانی موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.  
(کلاس) آزمون کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر دولتی ۱۳۹۵
- سرکار خانم مرضیه حسینی مطلق موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.  
(کلاس) آزمون کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر دولتی ۱۳۹۵
- جناب آقای محسن مهرانفر موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.  
(کتاب) آزمون کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر دولتی ۱۳۹۵
- سرکار خانم زهرا حیدری موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.  
(کتاب) آزمون کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر دولتی ۱۳۹۵
- جناب آقای سعید دهنوی موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.  
(کتاب) آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵
- جناب آقای حامد مطلب موفق شد به ۵ سوال از ۶ سوال پاسخ دهد.  
(کلاس) آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵
- جناب آقای مسعود صدری موفق شد به ۵ سوال از ۶ سوال پاسخ دهد.  
(کتاب) آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵

## ارسطو خلیلی فر

خالق قوانین چهارگانه ارسطو در پایگاه داده‌ها

مولف پرفروش‌ترین کتاب حل فوق تشریحی پایگاه داده‌ها در ایران

**باشگاه بابان**  
www.baban.ir

## ۱۰۰ درصدی‌های درس مهندسی نرم افزار

جناب آقای محمد صادق رفیعی موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۲ (کلاس)

سرکار خانم آرزو صالحی موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۳ (کلاس)

جناب آقای ابراهیم بابایی موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۳ (کلاس)

جناب آقای علی کاظمی آرانی موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۳ (کلاس)

جناب آقای محمد تاج‌زاد موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۳ (کلاس)

جناب آقای مسعود داورزنی موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۴ (کلاس)

جناب آقای عماد مظفری موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵ (کلاس)

سرکار خانم منصوره بزرگی موفق شد به ۱۰۰ درصد سوالات پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵ (کلاس)

سرکار خانم مهسا صاحب‌دل موفق شد به ۵ سوال از ۶ سوال پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵ (کلاس)

جناب آقای محمد لوسانی موفق شد به ۵ سوال از ۶ سوال پاسخ دهد.

آزمون کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات دولتی ۱۳۹۵ (کلاس)

**ارسطو خلیلی فر**

خالق قوانین چهارگانه ارسطو در مهندسی نرم افزار

مولف پرفروش‌ترین کتاب مهندسی نرم افزار ایران