



دانشگاه مهندسی کامپیوتر  
و فناوری اطلاعات



بسته‌های

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشگاه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)

نمره	مسئله
	۸
	۹
	۱۰
	۱۱
	۱۲
	۱۳

نمره	مسئله
	۱
	۲
	۳
	۴
	۵
	۶
	۷

درس شبکه‌های کامپیوتری ۱، نیم سال دوم سال تحصیلی ۹۵-۹۶

تمرین سری دوم (موعد تحویل: ۱۳۹۵/۱۲/۲۴)

توجه: پاسخ تمرین‌ها باید به صورت دست‌نویس تحویل داده شود.

شماره دانشجویی:
نمره:

توجه: برای صرفه‌جویی در کاغذ تکالیف را یا دو رو پرینت بگیرید و یا از کاغذهای باطله یک رو سفید استفاده کنید.

### سوال ۱:

تأخیر ارسال یک بسته به طول  $L$  از پیوندی به مسافت  $d$  با سرعت انتشار  $s$  و نرخ ارسال  $R$  توسط یک مسیر یاب چقدر است؟

### سوال ۲:

دو میزبان A (host) و B می‌خواهند از طریق شبکه‌ای مبتنی بر بسته با یکدیگر ارتباط صوتی باشند (VoIP). میزبان A سیگنال صدا را به جریان 64 Kbps تبدیل کرده و در بسته‌های ۵۶ بیتی ارسال می‌کند. نرخ ارسال و تأخیر انتشار پیوند بین میزبان A و B به ترتیب 2 Mbps و ۱۰ میلی ثانیه است. گیرنده به محض اینکه کل بسته را دریافت کرد آن را به سیگنال آنالوگ تبدیل کرده و پخش می‌کند. کل تأخیر از زمان ارسال تا زمان پخش بسته در گیرنده را محاسبه نمایید.



### سوال ۳:

سه شبکه سوئیچینگ بسته‌ای داریم هر کدام  $n$  گره دارند. توپولوژی (هم‌بندی) این سه شبکه به ترتیب ستاره، حلقه و مش کامل (Fully Connected) است. از نظر تعداد گام، بهترین حالت، متوسط و بدترین مسیر در هر کدام از شبکه‌ها کدامند؟

### سوال ۴:

فرض کنید کاربری می‌خواهد  $x$  بیت داده را بر روی مسیری با  $k$  گام (hop) در یک شبکه سوئیچینگ بسته‌ای و در قالب بسته‌های پشت سرهم ارسال کند. اگر هر بسته حاوی  $p$  بیت داده و  $h$  بیت سرآیند ( $x \gg p + h$ )، نرخ ارسال پیوندها  $b$  بیت بر ثانیه و تأخیر انتشار نیز قابل صرف نظر کردن باشد. برای حداقل شدن تأخیر ابتدا به انتها مقدار  $p$  چقدر باید باشد؟



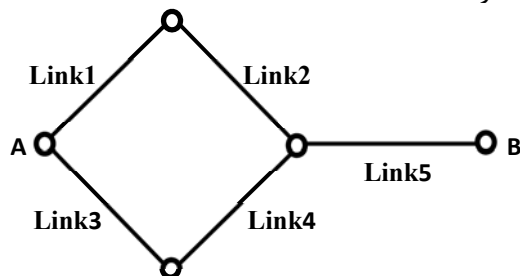
### سوال ۵:

یک بسته به اندازه  $L$  بایت را در نظر بگیرید که از سیستم A با حرکت بر روی سه پیوند به مقصد نهایی می رسد. هر پیوند توسط دو سوئیچ به هم متصل هستند. فرض کنید که  $R_i$ ،  $s_i$  و  $d_i$  به ترتیب نرخ ارسال، سرعت انتشار و طول پیوند نام را مشخص می کنند ( $i=1,2,3$ ). اگر تأخیر هر سوئیچ  $d_{proc}$  باشد. تأخیر انتها به انتها برای هر بسته را در قالب پارامترهای بیان شده را بدست آورید. سپس آن را برای مقادیر زیر محاسبه کنید.  
 $L=1500 \text{ bytes}$ ,  $d_{proc}=3 \text{ msec}$ ,  $s_i = 2.5 * 10^8 \text{ m/s}$ ,  $R_i = 2 \text{ Mbps}$ ,  $d_1 = 5000 \text{ km}$ ,  $d_2 = 4000 \text{ km}$



### سوال ۶:

شبکه زیر را در نظر بگیرید. اگر احتمال قطع شدن هر پیوند  $p$  باشد و احتمال قطع شدن پیوندها از هم مستقل باشند. احتمال این که از گره A به B حداقل یک مسیر متصل وجود داشته باشد، چقدر است؟





### سوال ۷:

پهنای باند موثر را برای هر یک از حالات زیر محاسبه کنید. برای قسمت های (الف) و (ب) فرض شود که داده به صورت ثابت و همیشگی ارسال می شود و برای قسمت (پ) میانگین در طول ۱۲ ساعت محاسبه شود.

الف) اترنت Mbps ۱۰۰ با سه سوئیچ که به روش forward-and-store عمل می کنند و اندازه هر پیام ۱۲۰۰۰ بیت است. فرض کنید تاخیر انتشار هر پیوند (لینک) ۱۰ میکرو ثانیه است و سوئیچ بلافاصله بعد از دریافت پیام آن را به گره بعدی ارسال می کند. سوئیچ می تواند همزمان با فرستادن داده روی یک پیوند، از پیوند دیگر داده دریافت کند.

ب) مانند قسمت قبل با این تفاوت که فرستنده باید بعد از ارسال هر پیام ۱۲۰۰۰ بیتی، برای یک پیام تأییده (acknowledgement) ۵۰ بیتی صبر کند.

پ) ارسال ۱۰۰ دیسک که هر کدام حاوی ۴,۷ گیگا بایت داده هستند توسط یک وانت هر ۱۲ ساعت یکبار.



### سوال ۸:

فرض کنید هدف ارسال یک فایل به اندازه  $F$  بیت از میزبان  $A$  به میزبان  $B$  است. اگر دو پیوند و یک مسیر یاب بین میزبان های  $A$  و  $B$  باشند و پیوندها نیز کاملاً غیر متراکم باشند (به عبارت دیگر تأخیر صف بندی وجود نداشته باشد). فرض کنید میزبان  $A$  این فایل را به قطعه های  $S$  بیتی تقسیم نموده و با اضافه کردن ۸۰ بیت سرآیند (header) به هر قطعه بسته هایی به طول  $L=80+S$  بیت تولید می کند. اگر نرخ ارسال هر پیوند  $R$  bps باشد، برای آنکه تأخیر جا به جایی این فایل حداقل شود مقدار  $S$  چقدر باید باشد. از تأخیر انتشار صرف نظر کنید.



### سوال ۹:

فرض کنید می خواهیم یک فایل  $n$  بایتی را در یک مسیر که شامل مبدا، مقصد و ۵ سوئیچ در بین آن ها است، ارسال کنیم. تأخیر انتشار برای هر پیوند ارتباطی ۲ میلی ثانیه و پهنای باند ۴ مگابیت بر ثانیه است. سوئیچ ها می توانند به هر دو شیوه circuit switching و packet switching عمل کنند. یعنی می توانیم یک فایل را به پیام های ۱ کیلو بایتی تقسیم کنیم یا اینکه با استفاده از circuit switching فایل را به صورت یک رشته بیت (bit-stream) ارسال کنیم. فرض کنید هر پیام ۱۰۰۰ بایت داده و ۲۴ بایت سرآیند دارد. تأخیر forward-and-store بعد از دریافت پیام به صورت کامل در هر سوئیچ ۱ میلی ثانیه است و پیام ها بدون نیاز به دریافت acknowledge ارسال می شوند. همچنین برای ایجاد (اولیه) مدار لازم است یک پیام کنترلی یک کیلو بایتی در شبکه یک بار از مبدا به مقصد و دوباره از مقصد به مبدا فرستاده شود که در هر سوئیچ بعد از اینکه پیام به صورت کامل دریافت شد، تأخیر یک میلی ثانیه ای دارد. فرض کنید وقتی از circuit switching استفاده می شود سوئیچ ها تأخیری در ارسال ایجاد نمی کنند. همچنین فرض کنید اندازه فایل مضربی از ۱۰۰۰ بایت است.

(الف)  $n$  را به گونه ای بیابید که تعداد بایت های فرستاده شده در شبکه توسط circuit switching کمتر از packet switching باشد.

(ب)  $n$  را به گونه ای بیابید که تأخیر رسیدن کل فایل به مقصد توسط circuit switching کمتر از packet switching باشد.

(پ) آیا نتایج به دست آمده به تعداد سوئیچ های در شبکه ربط دارد؟ به پهنای باند پیوندها چطور؟ به نسبت طول پیام بر اندازه سرآیند پیام چطور؟



### سوال ۱۰:

فرض کنید یک پروتکل خاص ارتباطی برای هر پیام سربار ۵۰ بیتی که شامل سرآیند است دارد و یک میلیون بایت داده با استفاده از این پروتکل ارسال می شود. اما یک بایت در این انتقال خراب شده است و کل پیام مربوط به آن گم می شود. تعداد کل بایت های (سربار+هدررفته) در سه حالتی که پیام ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ بیتی باشد چقدر است؟ کدام اندازه بهتر است؟ چرا؟





### سوال ۱۱:

فرض کنید یک لینک ۱۰۰ مگابایت بر ثانیه‌ای بین زمین و ماه ایجاد شده است. فاصله‌ی بین زمین و ماه حدوداً ۳۸۵۰۰۰ کیلومتر است و داده با سرعت نور یعنی  $3 \times 10^8$  متر بر ثانیه در لینک منتقل می شود.

الف) کمترین میزان RTT (Round Trip Time) را محاسبه کنید.

ب) فرض کنید از مرکز کنترل در زمین می‌خواهیم یک تصویر با اندازه ۲۵ مگابایت را از ماه دریافت کنیم. کمترین زمانی که یک درخواست برای ماه می رود و ارسال به اتمام می‌رسد چقدر است؟

پ) اگر RTT را به عنوان تاخیر در نظر بگیریم، حاصل پهنای باند ضرب در تاخیر را برای این لینک محاسبه کنید. عدد محاسبه شده چه مفهومی دارد؟

ت) فرض کنید مرکز کنترل زمین یک تصویر به اندازه ۲۵ مگابایت درخواست می‌دهد و منتظر دریافت فایل می‌ماند و درخواست دیگری نمی‌دهد. (فرض کنید اندازه درخواست ناچیز است). با استفاده از حاصل تاخیر ضرب در پهنای باند حساب کنید چند درصد از ظرفیت لینک استفاده شده است؟



### سوال ۱۲:

چه مدت زمان طول می کشد تا یک بسته به طول ۱۰۰۰ بایت از طریق یک پیوند 2500 km با سرعت انتشار  $2.5 \times 10^8$  m/s و سرعت 2 mbps انتقال یابد. به صورت کلی زمان لازم برای انتقال یک بسته به طول L، در فاصله d، سرعت انتشار s و سرعت پیوند R bps چقدر است؟ آیا زمان وابسته به طول بسته است؟ آیا می تواند وابسته به سرعت انتقال باشد، چرا؟



### سوال ۱۳:

به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) نحوه‌ی کار ابزار traceroute را به صورت مختصر توضیح دهید.

ب) این دستور را برای یک مقصد دلخواه اجرا کنید و نتیجه را ضمیمه کنید. سعی کنید ISP ها در طول مسیر را شناسایی کنید. تأخیرها در نقاط انتقال بین ISP ها را با تأخیر درون ISP ها مقایسه کنید.

ج) آیا ممکن است زمان رسیدن بسته ی  $i$  ام بیشتر از بسته  $i+1$  ام باشد؟ توضیح دهید.