



به نام خدا

## امتحان میان ترم درس شبکه های مخابرات نوری

۱. کدام یک از گزینه های زیر درست است؟

- (۱) هر اسپن به تکه فیبرهای بین هردو نود در توپولوژی شبکه گفته می شود.
- (۲) مسئله ی Traffic Engineering یک مسئله ی dynamic محسوب می شود؛ زیرا به ترافیک های درخواستی به محض ورود به شبکه باید منابع موردنیاز (نظیر طول موج و ...) تخصیص داده شود.
- (۳) بدلیل نزدیک تر بودن شبکه ی Access به کاربران فیزیکی نسبت به شبکه های Back-bone، از تعداد طول موج های بیشتری در این شبکه ها نسبت به Back-bone استفاده می شود.
- (۴) تبدیل client-side و network-side سیگنال در یک نود، به صورت کاملاً نوری (-all optically) انجام می پذیرد.

۲. چگالی طیف توان نویز ASE برای EDFA ای با بهره ی 30dB و Noise Figure برابر با 5dB حدوداً چقدر است؟

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda = 1550 \text{ nm}$$

$$4 \mu\text{W/THz} \quad (۱)$$

$$40 \mu\text{W/THz} \quad (۲)$$

$$400 \mu\text{W/THz} \quad (۳)$$

$$4000 \mu\text{W/THz} \quad (۴)$$

۳. جدول های زیر، مربوط به نحوه‌ی فورواردینگ یک WSS (Wavelength-Selective Switch)، هستند و نشان می‌دهند که هر طول موج ورودی به درگاه های ورودی WSS ها، از کدام درگاه خروجی خارج می‌شود. فرض کنید عدد نشان داده شده در سطر i-ام و ستون j-ام، برابر با شماره درگاه خروجی باشد زمانی که طول موج i-ام به درگاه ورودی j-ام وارد شده باشد. کدام یک از جدول‌های زیر می‌تواند مربوط به یک WSS باشد؟

(۱)

طول موج				جدول ۱
1	2	3	درگاه ورودی	
1	1	1	2	1
2	2	3	3	2
3	3	2	1	3

(۲)

طول موج				جدول ۲
1	2	3	درگاه ورودی	
1	1	3	2	1
2	2	1	3	2
3	3	2	1	3

(۳)

طول موج				جدول ۳
1	2	3	درگاه ورودی	
1	3	1	2	1
2	2	1	3	2
3	3	2	1	3

(۴) جداول ۱ و ۲

۴. سه لینک نوری داده شده اند:

- لینک اول شامل ۳ اسپن ۴۰ کیلومتری که در هر اسپن، تقویت کننده ای با  $NF=5.5dB$  وجود دارد.
- لینک دوم شامل ۲ اسپن ۶۰ کیلومتری که در هر اسپن، تقویت کننده ای با  $NF=5.5dB$  وجود دارد.
- لینک سوم شامل ۱ اسپن ۱۲۰ کیلومتری که در هر اسپن، تقویت کننده ای با  $NF=5.5dB$  وجود دارد.

فرض کنید تمام تقویت کننده ها، تلفات فیبر را به طور کامل جبران می کنند؛ به گونه ای که گین خطی اسپن برابر ۱ شود. اگر بخواهیم توان یکسانی را از هر سه لینک ارسال کنیم، نرخ سیگنال به نویز (SNR) این سه لینک، در کدام نامساوی زیر صدق می کند؟

$$SNR_1 > SNR_2 > SNR_3 \quad (۱)$$

$$SNR_1 < SNR_2 < SNR_3 \quad (۲)$$

$$SNR_1 > SNR_2 = SNR_3 \quad (۳)$$

$$SNR_1 < SNR_2 = SNR_3 \quad (۴)$$

۵. فرض کنید یک لینک شامل N اسپن به طول ۸۰ کیلومتر با تضعیف 0.22 dB/km که هر اسپن شامل تقویت کننده هایی با NF=4dB که تلفات فیبر را به طور کامل جبران کنند (مشابه سوال پیش؛ به گونه ای که گین خطی اسپن برابر ۱ شود)، در اختیار داریم. اگر SNR ورودی لینک برابر 14 dB و مینیمم SNR قابل تحمل در خروجی لینک برابر 1 dB باشد، حداکثر طول لینک چند می تواند باشد؟ (راهنمایی: از رابطه ی

$$F_{total} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 G_2 \dots G_{n-1}}$$

استفاده کنید که Noise Factor کلی را برای n تقویت کننده ی پشت سر هم به ترتیب با بهره های خطی  $G_1$  تا  $G_n$  و Noise Factor های  $F_1$  تا  $F_n$  به دست می دهد).

$$960 \text{ km} \quad (۱)$$

$$480 \text{ km} \quad (۲)$$

$$320 \text{ km} \quad (۳)$$

$$1920 \text{ km} \quad (۴)$$

۶. اگر N کانال دو بدو متمایز در یک فیبر به طور همزمان ارسال شوند، کدام گزینه تعداد فرکانس های بوجود آمده ی ناشی از FWM را بدرستی نشان می دهد؟

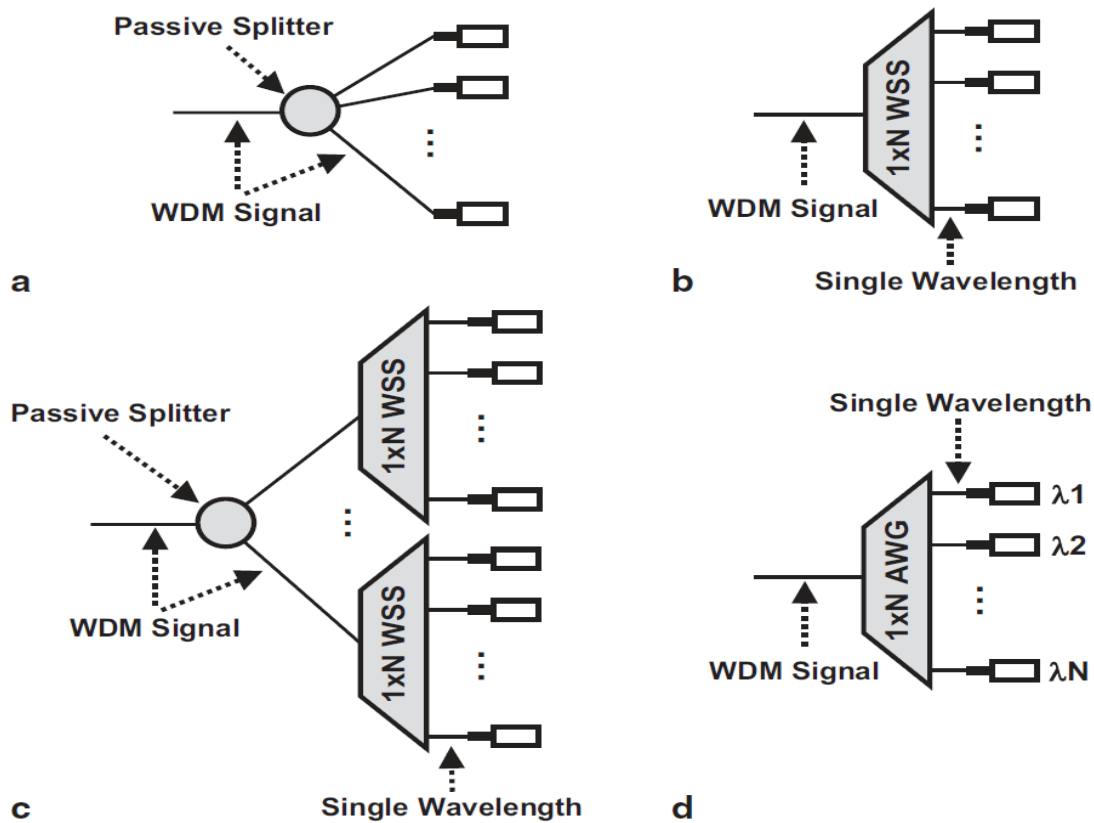
$$\frac{N^2(N-1)}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{N^2(N+1)}{2} \quad (۲)$$

$$\frac{N^3(N-1)}{2} \quad (۳)$$

$$\frac{N(N-1)^2}{2} \quad (۴)$$

۷. با توجه به شکل زیر کدام گزینه نادرست است؟



۱) معماری های ترمینال نوری (optical terminal) و fixed در مقابل هم قرار دارند (متضاد هم هستند).

۲) همه ی چهار معماری نشان داده شده در شکل فوق به غیر از d، colorless هستند.

۳) ساختار c، به منظور کاهش محدودیت در ظرفیت تعداد ترانسپوندرهای WSS پیشنهاد شده، و در صورت استفاده از دو WSS اتلاف توان آن برابر با  $10\log_{10}2N(\text{db})$  می باشد که مقدار قابل توجهی است.

۴) بر خلاف ساختار a در ساختار d به وجود فیلتر نوری در ترنسپوندر نیاز نیست.

۸. کدام یک از گزاره های ذیل نادرست است؟

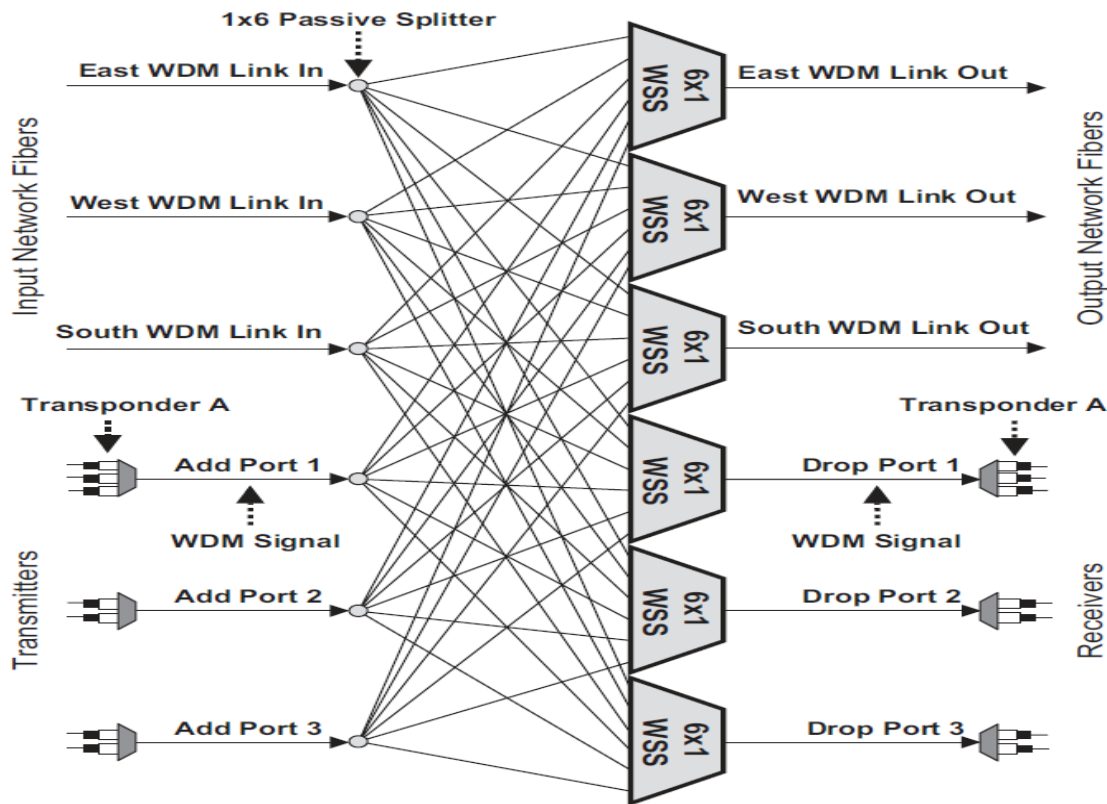
۱) در معماری O-E-O at the hubs برای نودهایی با درجه ی سه به بالا از optical terminal استفاده میشود و سایر نودها با ROADM پیاده سازی می شوند.

۲) در صورتی که از دو ROADM برای پیاده سازی یک نود با درجه ی چهار استفاده کنیم، تنها بین برخی از لینک ها قابلیت Optical by pass وجود خواهد داشت.

۳) ROADM های Gridless قادرند بر روی طول موج های مختلف با هر پهنای باند دلخواه و بدون اتلاف پهنای باند، کار کنند.

۴) کاهش تعداد ترنسپوندرها و سایر تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در نودها از انگیزه های اصلی روی آوردن به تکنولوژی های مبتنی بر optical bypass می باشد.

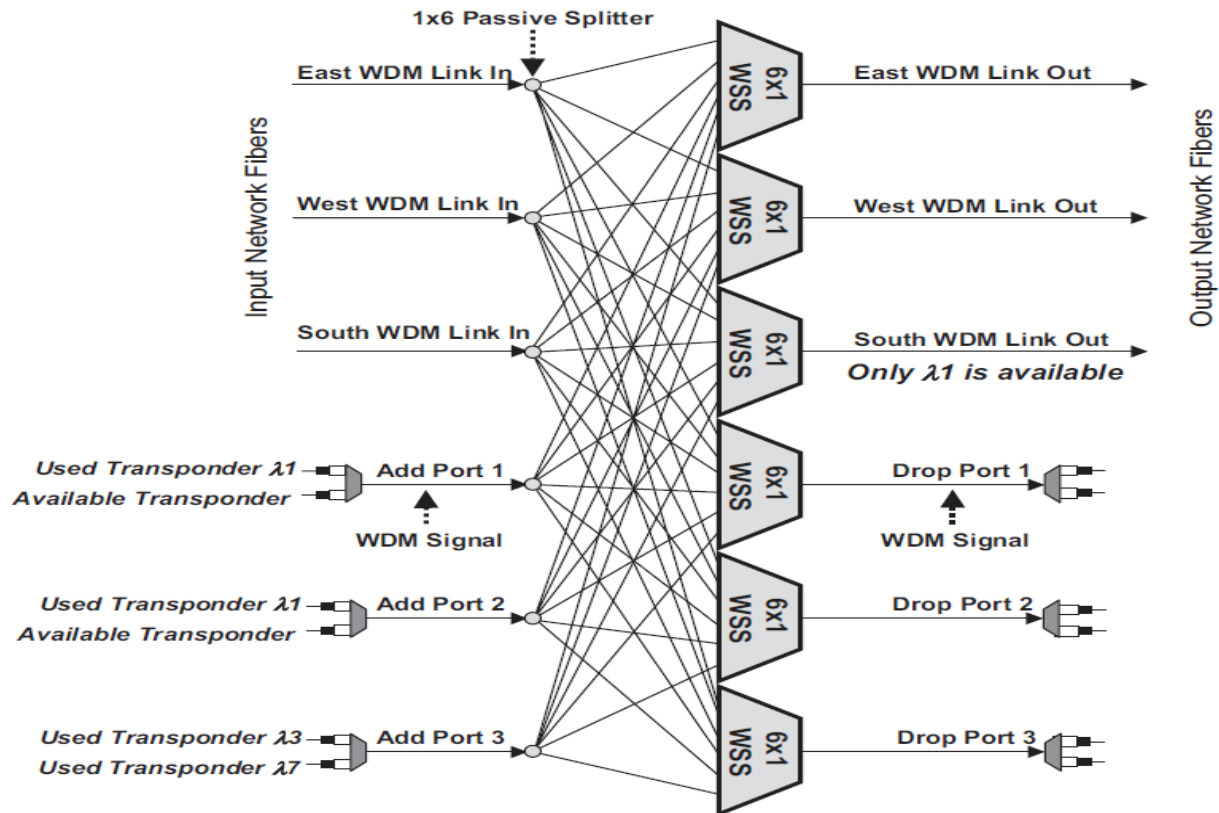
۹. در ساختار broadcast and select که به منظور پیاده سازی ROADM ها پیشنهاد شده کدام یک از گزینه های زیر صحیح نمیباشد.



۱) splitter عمل broadcast را انجام می دهد و در قالب پیاده سازی ها توان به صورت یکسان میان پرت های شبکه و پرت های drop تقسیم میشود.

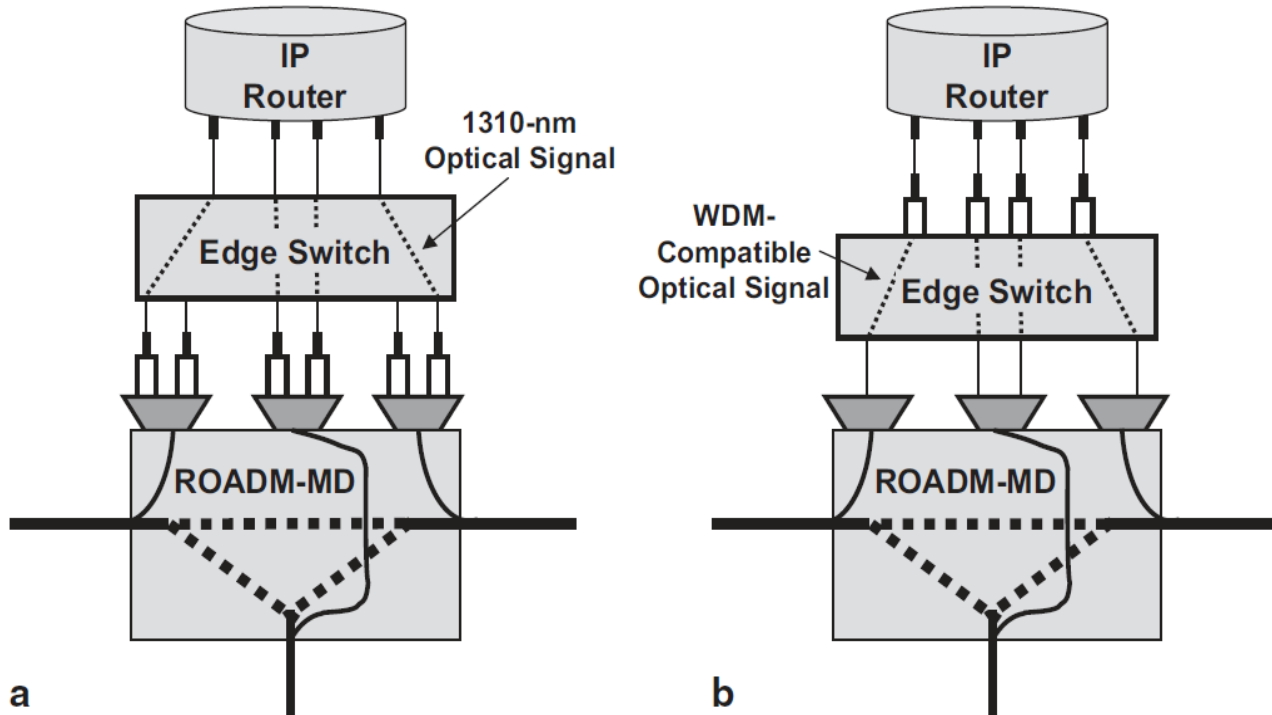
- (۲) سیگنال ورودی از لینک غرب میتواند به همان لینک غرب باز گردد، به این ویژگی loopback میگویند که میتواند در مقابله با خرابی لینک های مسیر به ما کمک کند.
- (۳) منظور از قابلیت drop and continue این است که یک سیگنال علاوه بر این که میتواند در یک نود drop شود همچنان میتواند به مسیر خود ادامه دهد و از این قابلیت به منظور مقابله با خرابی لینکها میتوان بهره برد.
- (۴) گزینه های الف و ج.

۱۰. شکل زیر را نظر بگیرید:



فرض کنید در شبکه ای با شرایط فوق، بخواهیم سیگنالی جدید بر روی لینک south ارسال کنیم و تنها طول موج در دسترس بر روی این لینک  $\lambda_1$  باشد، در این شرایط به وضوح تداخل رخ خواهد داد

اگر بخواهیم برای رفع مشکل از edge switch استفاده کنیم، کدام یک از حالات زیر را پیشنهاد میکنید؟



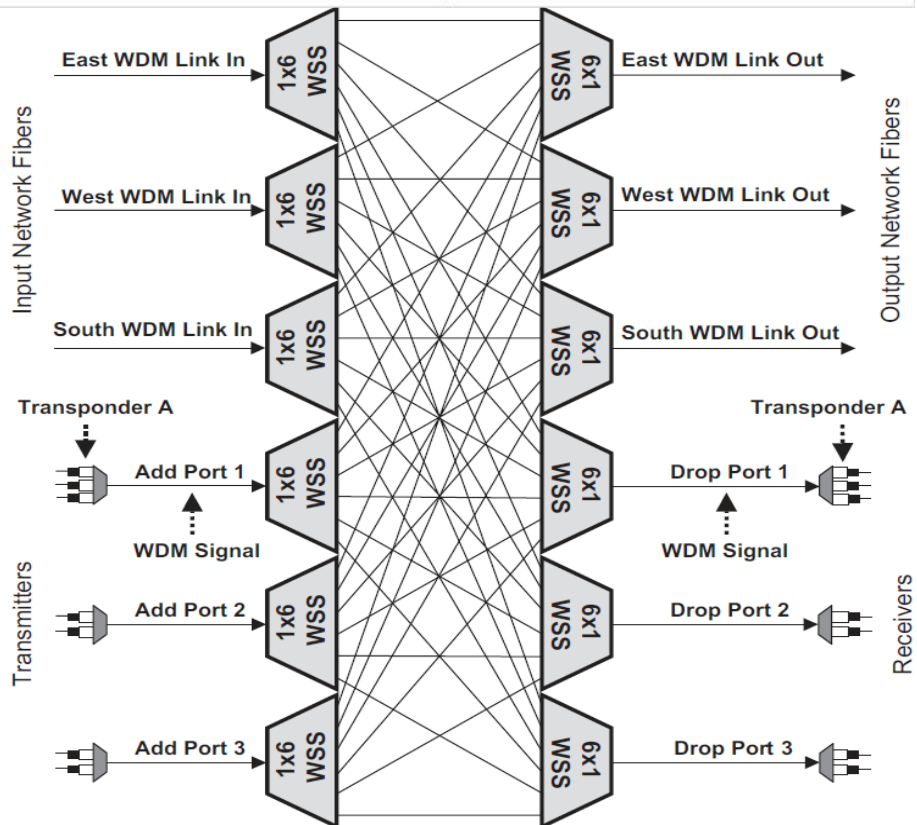
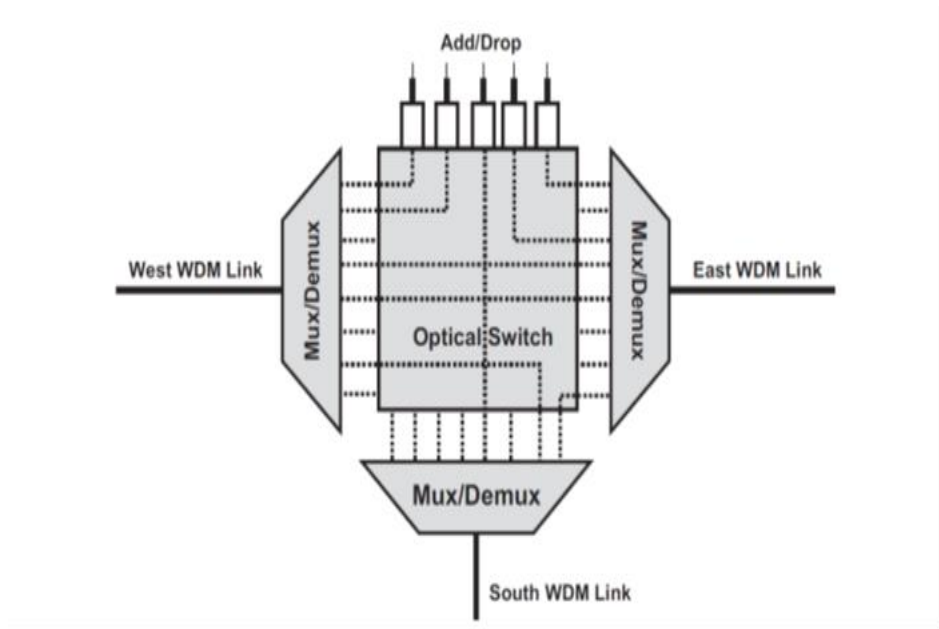
a (۱)

b (۲)

(۳) هر دو

(۴) هیچکدام نمیتوانند تداخل را برطرف کنند.

۱۱. ساختارهای Route and select و wavelength selective نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید در صورتی که معماری wavelength selective به کمک AWG پیاده سازی شده باشد مجموعاً چند مورد از خواص Colorless، Contentionless و Directionless را خواهد داشت؟



1 (1)

4 (2)

5 (3)

6 (4)



۱۲. کدام یک از الگوریتم های مسیریابی زیر در هر مرحله جواب بهینه را بدون در نظر گرفتن

مراحل بعدی محاسبه می کند؟

- (۱) BFS
- (۲) Bellman-ford
- (۳) Dijkstra
- (۴) همه موارد

۱۳. کدام یک از روش های مسیریابی زیر کمترین تعداد طول موج را استفاده می کنند؟

- (۱) Minimum-distance
- (۲) Minimum-hop
- (۳) Minimum-regeneration
- (۴) گزینه دو و سه

۱۴. اگر کمترین تعداد Regeneration مورد نیاز در خروجی الگوریتم KSP برابر ۸ باشد و حداکثر مسافتی که سیگنال میتواند به صورت نور منتشر شود برابر ۱۸۰۰ کیلو متر باشد. حداقل یک مسیر می توان یافت که طول آن بیشتر از ..... کیلومتر باشد.

- (۱) ۱۸۰۰۰
- (۲) ۱۶۲۰۰
- (۳) ۱۹۸۰۰
- (۴) ۲۱۶۰۰

۱۵. مهمترین بخش طراحی شبکه های Optical-by-pass کدام مورد است؟

- (۱) مسیریابی
- (۲) جایابی بازتولید کننده ها
- (۳) تخصیص طیف
- (۴) گزینه یک و دو

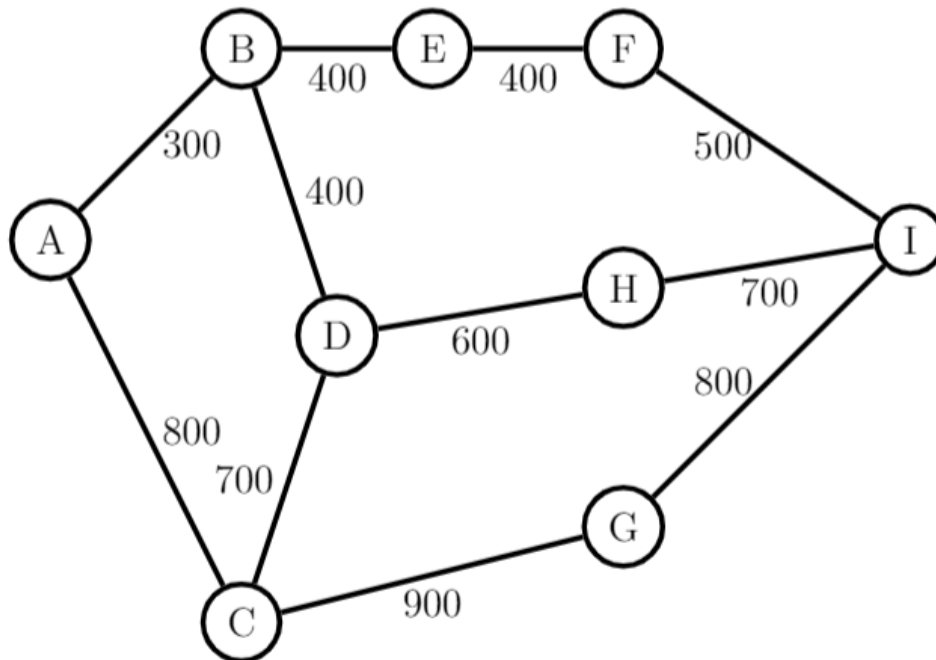
۱۶. برای بدست آوردی تنوع بالای لینک در مسیر یابی از روش ..... استفاده می شود.

- (۱) تکنیک KSP
- (۲) Fixed-Path Routing
- (۳) Minimum-Hop
- (۴) Bottleneck-Avoidance

۱۷. با توجه به شبکه زیر کدام یک از گزاره های زیر درست است؟

(Optical reach = 1200km)

- i. بین دو نود A و I، تنها یک مسیر با حداقل تعداد Regenerator وجود دارد.
- ii. بین دو نود A و I مسیر با کمترین تعداد پرش حداقل تعداد Regenerator را دارد.
- iii. کوتاهترین مسیر بین دو نود A و I حداقل تعداد Regenerator را داراست.
- iv. بین دو نود A و I دو مسیر وجود دارد که فقط به یک Regenerator نیاز دارد.



- (۱) i-ii-iii
- (۲) i-iii
- (۳) iii-iv
- (۴) ii-iv

۱۸. در شبکه زیر که در آن Optical reach=1200km می باشد اگر درخواست Multicast

از مبدا A به مقاصد F,I,G,H داشته باشیم مسیر بهینه (از نظر مسافت و تعداد Regenerator )

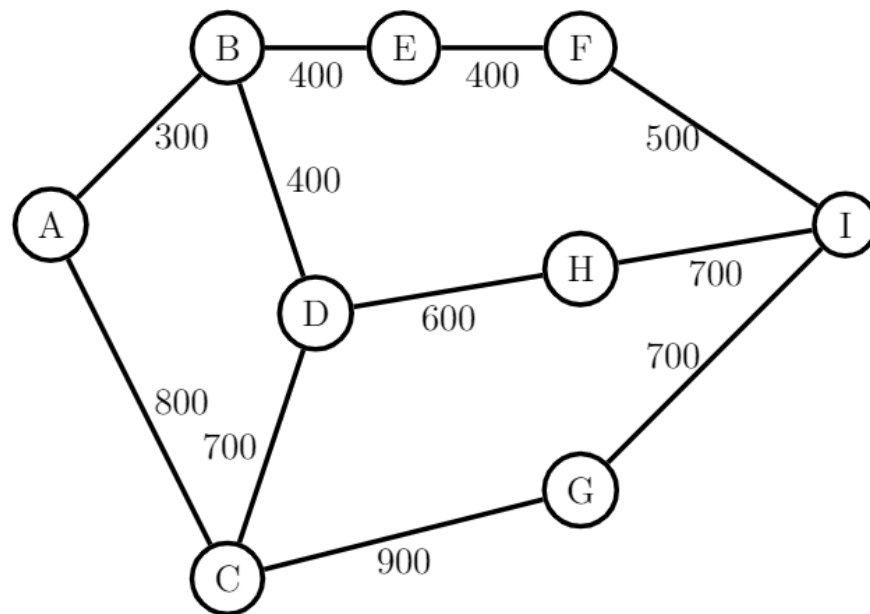
کدام گزینه است؟

(۱) A-B-D-H-I-(F and G)

(۲) A-B-E-F-I-(H and G)

(۳) A-C-G-I-(H and F)

(۴) A-C-D-H-I-(F and G)



موفق باشید!