

به نام خدا

این آزمون دارای سه بخش اصلی است که به ترتیب موضوعات مطرح شده در گراف‌ها و شبکه‌های پروتئینی، شبکه‌های تنظیم بیان ژن، و شبکه‌های متابولیکی را مورد سوال قرار می‌دهد.

مدت زمان پاسخگویی ۹۰ دقیقه است.

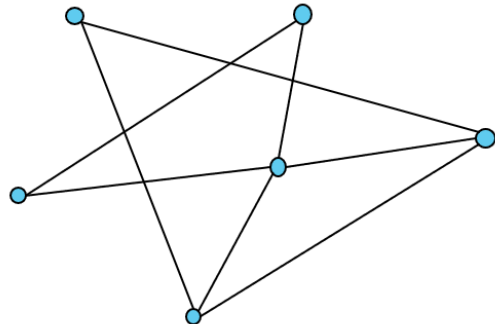
کل آزمون ۵۰ نمره دارد.

بارمبندی در انتهای هر سوال آمده است.

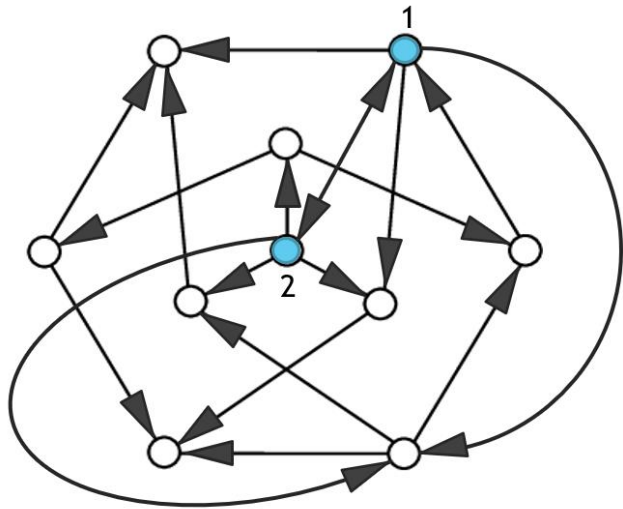
نمره منفی برای هر سوال به اندازه نصف نمره آن در نظر گرفته می‌شود.

بخش اول، گراف‌ها و شبکه‌های پروتئینی

۱. در گراف زیر، تعداد مثلث‌ها A عدد و تعداد تریپلت‌های باز B عدد است. مقدار عددی A و B و global clustering coefficient را به دست آورید (۳ نمره)



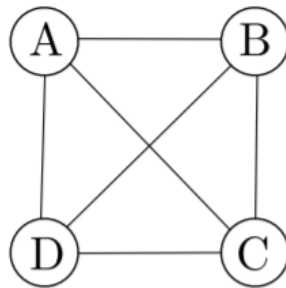
۲. در گراف زیر تعداد همسایه‌های رئوس 1 و 2 به ترتیب برابر با و عدد بوده و مقدار local clustering coefficient برای آن دو راس به ترتیب و است. (۴ نمره)



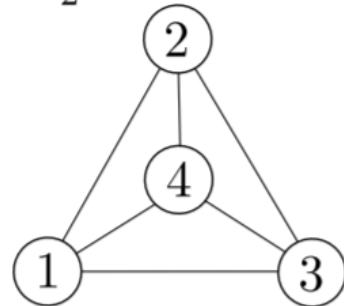
* به ۴ سوال آتی، صرفاً بله یا خیر پاسخ دهید:

۳. آیا میانگین local clustering coefficients در دو گراف زیر با هم برابر است؟ (۱ نمره)

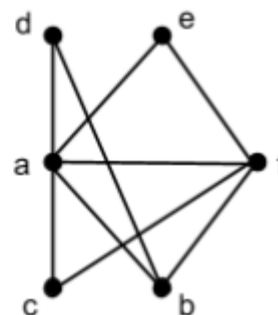
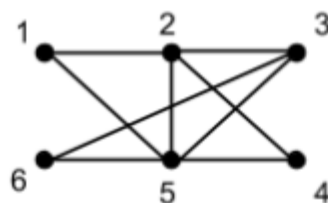
G_1



G_2



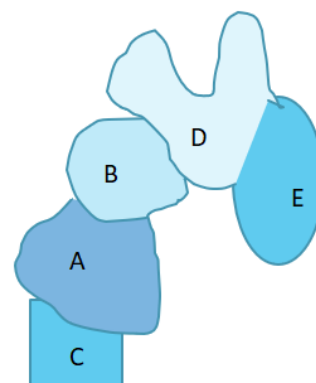
۴. آیا مقدار global clustering coefficient در گراف سمت راستی از سمت چپی بیشتر است؟ (۱ نمره)



۵. آیا روش Co-immunoprecipitation برای شناسایی تعاملات بین پروتئینی که برای مدت زمان کوتاهی شکل می-گیرند، مناسب است؟ (۱نمره)

۶. با به کارگیری پنج نوع آنتی-بادی در یک روش Co-immunoprecipitation نتایج زیر به دست آمده است. آیا ممکن است تعاملات بین این پنج پروتئین به صورت نمایش داده شده باشد؟ (۱نمره)

نوع آنتی بادی	پروتئین های جدا شده با هر آنتی بادی
آنتی A	C
آنتی B	A, C
آنتی C	A, B, D, E
آنتی D	A, B, C, E
آنتی E	-



۷. در مورد مدل های ریاضیاتی که برای شبکه های زیستی کاربرد دارند، کدام عبارت ها صحیح و کدام غلط هستند؟ (هر عبارت ۱ نمره)

الف. در یک شبکه scale-free احتمال اینکه راسی با درجه صد داشته باشیم، بیشتر از ۰/۰۱ درصد است.

ب. مدل های اردوش-رینی و مدل های واتس-اشتروگاتس small-world هستند و clustering coefficient بالا دارند.

ج. مدل های باراباشی-آلبرت scale-free نیستند.

بخش دوم، شبکه‌های تنظیم بیان ژن

۱. در یک شبکه زیستی با ۶۵ راس و ۱۹۵ یال، احتمال وجود self-edge ۴ برابر شبکه اردوش-رینی است. تعداد self-edge در شبکه زیستی چند بوده است؟ (۱نمره)

۲. در شبکه تنظیم ژن، برای هر فاکتور بیانی انتخابی Y ، اگر $\alpha_{deg} = 0$ باشد، response time برابر با نسل سلولی خواهد بود. (۱نمره)

۳. یک گراف جهت‌دار حداکثر چند موتیف سه راسی و چند موتیف چهار راسی می‌تواند داشته باشد؟ (۲نمره)

۴. در مورد شبکه‌های تنظیم بیان ژن و خودتنظیمی‌ها یا auto-regulation‌های موجود در این شبکه‌ها، صحیح یا غلط بودن هر عبارت را مشخص نمایید. (هر عبارت، ۱ نمره)

ا. آشکالی که در شبکه‌های زیستی بیشتر از معمول تکرار می‌شوند، مازول نام دارند.

ب. بیشتر خود تنظیمی‌ها در شبکه‌های تنظیم بیان ژن از نوع مثبت هستند.

ج. در یک گراف ساده جهت‌دار (دارای self-arrow) احتمال بروز هر یال $1/N^2$ است.

د. در طول تکامل ممکن است β با بروز جهش در جایگاه اتصال RNA پلمیراز به پروموتور، تغییر کند.

ه. اگر ژن X دارای خودتنظیمی منفی باشد، مقدار آن در زمان steady-state (بینهایت) به β بستگی دارد.

و. اگر ژن X دارای خودتنظیمی منفی باشد، مقدار آن در زمان steady-state (بینهایت) نسبت به α_{deg} دارای خاصیت robustness نیست.

۵. در شبکه تنظیم ژن، یک فاکتور بیانی انتخابی Y با سرعت ثابت β_1 (و تحت تنظیم ساده) تولید می‌شود. فرض کنید که در زمان صفر، این مقدار ناگهان به مقدار β_2 افزایش پیدا کند. در این حالت، $Y(t=0)$ برابر با A بوده و تغییرات Y بر حسب زمان از فرمول

$$Y(t) = B + (C + D)e^{-\alpha t}$$

پیروی می‌کند. همچنین $Y(t=\infty)$ برابر با E می‌شود. در مورد این اعداد، کدام رابطه‌ها صحیح و کدام غلط هستند؟ (هر قسمت ۱نمره)

الف) $A=C$

ب) $B=-E$

ج) $D=-A$

۶. اگر یک مقایسه‌ی از لحاظ ریاضیاتی کنترل شده بین تنظیم ساده ژن X و خود تنظیمی منفی ژن X برقرار کنیم، آیا نسبت زمان پاسخ تنظیم ساده بر علیه زمان پاسخ دارای خود تنظیمی برابر با $\beta_{\text{simple}} / \beta_{\text{NAR}} \log(2)$ خواهد بود؟ (۱ نمره)
(بله/خیر)

۷. با توجه به شبکه‌های تنظیم بیان ژن و انواع حلقه‌های پیش‌خوراند یا همان Feed Forward Loops (FFLs) موجود در این شبکه‌ها، صحیح یا غلط بودن هر عبارت را مشخص نمایید. (هر عبارت، ۱ نمره)

ا. عملکرد سنسور نوری انسدادی درب آسانسور (وقتی انسدادی نداشته باشیم، عبور نور برقرار و سنسور روشن است) برای بستن درب مشابه CFF I با AND در شبکه‌های تنظیمی است.

ب. اتصال مولکول سیگنال به فاکتور بیانی و تغییر آن به حالت فعال یک ثانیه طول می‌کشد.

ج. در شبکه بیان ژن، در حالتی که $X \rightarrow Y$ و $Y \rightarrow Z$ و $X \rightarrow Z$ باشد، coherent FFL type 4 داریم.

د. در شبکه بیان ژن، در حالتی که $X \rightarrow Y$ و $Y \rightarrow Z$ و $X \rightarrow Z$ باشد، incoherent FFL type 4 داریم.

ه. در coherent FFL type 2 (AND gate) حالت نهایی ژن Z در حالت steady-state فقط به نقیض سیگنال X بستگی دارد.

و. یک گیت AND از CFF‌های نوع یک و یا دو تنها در یک چهارم از کل حالات steady-state روشن است.

ز. دو نوع اصلی معرفی شده از گیت‌های CFF II همیشه inverted out محسوب نمی‌شوند.

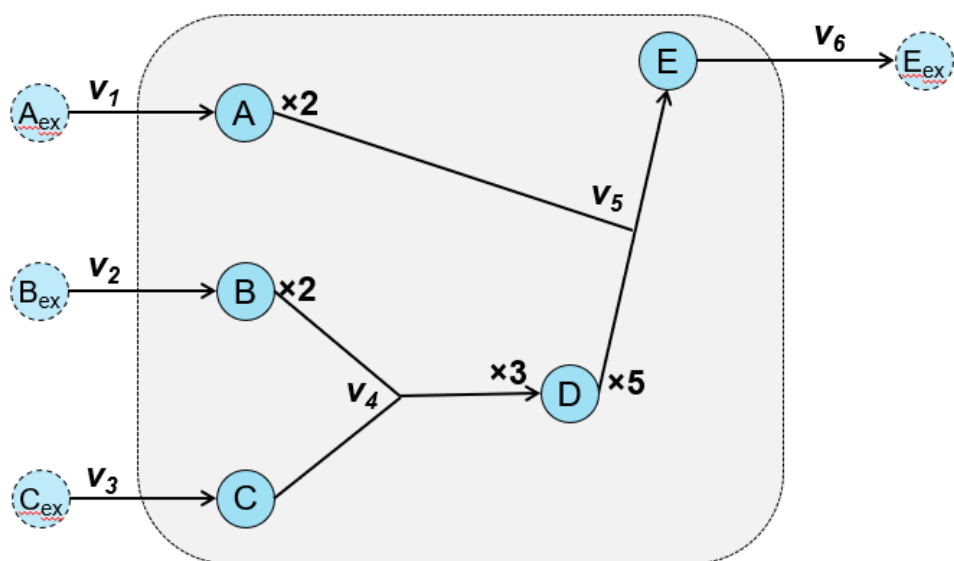
ح. گیت OR از نوع دوم CFF نسبت به روشن شدن سیگنال S_X تاخیر دارد.

ط. در شبکه تنظیم ژن، در حالتی که $X \rightarrow Y$ ، ضریب فعالیت K بر حسب واحد غلظت است.

ی. در شبکه تنظیم ژن، در حالتی که $X \rightarrow Y$ ، ضریب فعالیت K بر اساس مقدار تمایل شیمیایی بین X^* و جایگاه اتصال X^* بر روی پروموتور تعیین می‌شود.

بخش سوم، شبکه‌های متابولیکی

۱. برای شبکه متابولیکی فرضی زیر،



الف) ماتریس ضرایب استوکیومتری را مطابق شکل زیر پر کنید (۳ نمره) (هر عدد اشتباه در ماتریس، کل ماتریس غلط می شود و نمره ای نمیگیرد)

$$S = \begin{matrix} & v1 & v2 & v3 & v4 & v5 & v6 \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{matrix} & \left(\begin{array}{cccccc} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{array} \right) \end{matrix}$$

ب) اگر شارها فقط اعداد صحیح و مثبت (یا صفر) باشند و سرعت (یا شار) واکنش v_6 برابر با ۳ باشد، سرعت سایر واکنشها باید چه عددی باشند تا یک پخش شار صحیح در حالت steady-state داشته باشیم؟ (۵ نمره)

۲. در شبکه متابولیکی فرضی زیر، هر یک از شارها فقط می توانند ۰، ۱، ۲، و ۳ باشند.

الف) بیشترین مقدار v_7 چند است؟ (۱ نمره)

ب) پخش شاری را که بیشترین مقدار را برای v_7 به دست می دهد بنویسید. (۳ نمره)

