

نمره از ۱۰۰ (A)	نام و نام خانوادگی:	<b>امتحان میان ترم هوش مصنوعی</b>  نیم سال اول ۱۴۰۲-۱۴۰۳  وقت امتحان: ۱۰۰ دقیقه
	شماره دانشجویی:	

**"دقت کنید در بخش سوالات تستی ممکن است یک یا بیش از یک گزینه جواب سؤال باشد یا هیچ کدام جواب سؤال نباشند"**

۱. در الگوریتم جستجوی محلی شبیه ساز حرارت (SA) کدامیک از زمانبندی های زیر برای متغیر دما (T) مناسب تر است؟ (n اندیس تکرار در این الگوریتم و C یک مقدار ثابت بزرگتر از ۱ است.) (۸ نمره)

الف)  $e^{Cn}$       ب)  $e^{-Cn}$       ج)  $\frac{C}{\log(n)}$       د)  $C \log(n)$

۲. در حل یک مسئله ارضای محدودیت (CSP) با استفاده از روش FC که در آن الگوریتم AC3 در هر گره اجرا می شود، کدامیک از موارد زیر درست است؟ (۸ نمره)

الف) در صورتی که در یک مرحله از اجرای الگوریتم، مجموعه مقادیر مجاز یک متغیر تهی شود، مسئله پاسخ ندارد.  
ب) در یک بار اجرای الگوریتم AC3، همه یال های گراف محدودیت حداکثر d بار پردازش می شوند که d اندازه دامنه متغیرها است.

ج) در صورتی که در یک مرحله از اجرای الگوریتم، مجموعه مقادیر مجاز همه متغیرها غیر تهی باشد، مسئله حتما جواب دارد.

د) در صورتی که پس از اجرای AC3 یک مقدار مجاز از یک متغیر حذف شود، الگوریتم در پاسخ نهایی حتما آن مقدار را به متغیر مذکور نسبت خواهد داد.

۳. در جستجوی درختی  $A^*$  از تابع هیوریستیک  $h(n)$  استفاده کرده ایم. همچنین هزینه رسیدن به هر گره n را با  $g(n)$  و مقدار  $f(n)=g(n)+h(n)$  را به عنوان معیار انتخاب گره ها از لیست fringe تعریف کرده ایم. مقادیر هزینه هر عمل مقداری مثبت فرض می شود. می دانیم که راه حل بهینه حداکثر هزینه  $C>0$  دارد. کدامیک از تغییرات زیر در الگوریتم  $A^*$ ، الزاما منتهی به یافتن جواب بهینه می شود؟ (۸ نمره)

الف) حذف گره های با مقدار  $f(n)>C$

ب) استفاده از تابع h بجای f در انتخاب گره ها از لیست fringe

ج) اضافه کردن مقدار متفاوت به برخی خروجی های تابع هیوریستیک

د) محدود کردن تابع هیوریستیک در بازه  $0 \leq h \leq h^*$  برای تمام گره ها

۴. کدامیک از موارد زیر در مورد الگوریتم  $A^*$  روی گراف حالت با تعداد گره های متناهی درست است؟ (۴ نمره)

الف) زمان جستجو برای رسیدن به حالت هدف بهینه حتما کمتر از جستجوی هزینه یکنواخت است.

ب) حتی با بکارگیری یک تابع هیوریستیک قابل قبول، اولین گره هدفی که به لیست fringe اضافه می شود، الزاما بهینه نیست.

ج) در صورت کران دار بودن تابع هیوریستیک، الزاما یک هدف در زمان متناهی یافت می شود.

د) میزان مصرف حافظه نسبت به تعداد گره های گراف حالت، چند جمله ای است.

۵. در حل یک مسئله به روش جستجوی **BFS درختی**، ۶۲۹ گره در لیست fringe قرار دارند. در صورتی که تعداد همسایه‌های هر گره در گراف برابر با ۵ باشد، حداکثر عمق گره‌های موجود در fringe کدام است؟ (۸ نمره)
- الف) ۳      ب) ۴      ج) ۵      د) ممکن نیست این تعداد گره در fringe باشد.
۶. فرض کنید می‌خواهیم مسئله یافتن یک مسیر همیلتونی (مسیری که از همه رئوس گراف بگذرد و هیچ رأسی بیش از یک بار تکرار نشود) از گراف داده شده  $G$  با  $n$  گره را با جستجوی محلی تپه‌نوردی حل کنیم. کدامیک از موارد زیر نمایش مناسب‌تری برای حالت‌های جستجو است؟ (۴ نمره)
- الف)  $(V_1, V_2, \dots, V_n)$  که نشان‌دهنده یک ترتیب دلخواه از رئوس گراف  $G$  است که الزاما مسیر همیلتونی نیست.
- ب)  $(V_1, V_2, \dots, V_k)$  که  $k < n$  نشان‌دهنده مسیر ساخته شده تا زمان فعلی است.
- ج)  $(V_i)$  که به معنی اضافه کردن گره  $V_i$  از گراف  $G$  به مسیر ساخته شده است.
- د) هر سه مورد مناسب است.
۷. در مورد جستجوی اول-عمق با محدودیت عمقی  $L$  (DLS) کدام مورد درست است؟ (۴ نمره)
- فاکتور انشعاب مسئله:  $b$ ، عمق کم عمیق‌ترین جواب:  $d$
- الف) در صورتی که  $L=d$  باشد، الگوریتم کامل است.
- ب) پیچیدگی حافظه‌ای الگوریتم از مرتبه  $O(b^d)$  است.
- ج) پیچیدگی زمانی الگوریتم از مرتبه  $O(bL)$  است.
- د) در صورتی که  $d < L$  باشد، الگوریتم بهینه است.
۸. فرض کنید در یک مسئله جستجو که توسط  $A^*$  درختی حل می‌شود، تابع ارزیابی برای هر گره  $n$  به صورت  $f(n)=g(n)+h(n)$  باشد که  $g(n)$  مجموع هزینه اعمال انجام شده برای رسیدن از حالت شروع به گره  $n$  است و  $h(n)$  تابع هیوریستیک قابل قبول در گره  $n$  است. اگر گره هدف بهینه را با  $G$  نشان دهیم و  $m$  یک گره هدف غیر بهینه باشد، کدام گزینه **نادرست** است؟ (۸ نمره)
- الف) الگوریتم حتما حالت  $G$  را به عنوان حالت هدف بهینه برمی‌گرداند.
- ب) الگوریتم هیچ حالتی که  $f$  آن بزرگتر از  $f(G)$  باشد را به صف اولویت (fringe) اضافه نمی‌کند.
- ج)  $f(m) < f(G)$
- د) اندازه صف اولویت (fringe) می‌تواند در طول زمان به صورت نمایی بزرگ شود.
۹. مسئله ارضاء قیود زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید متغیرهای  $A, B, C, D$  و  $E$  متغیرهای مسئله باشند. دامنه هر متغیر عددی صحیح بین ۱ تا ۶ است. فرض کنید پاسخی که تا الان ساخته شده است، به صورت باشد. در گام بعد، کدام متغیر بررسی می‌شود؟ (۸ نمره)

$$A + B \geq 3$$

$$B - C \leq 0$$

$$B + D \geq 4$$

$$D - E - C \leq 0$$

$$E + C \geq 2$$

ب)  $E$

الف)  $A$

ج)  $D$

د) هیچ کدام بر دیگری ارجحیتی ندارد.

۱۰. فاکتور انشعاب یک درخت جستجو ۴ است. جواب مسئله در سمت چپ‌ترین رأسی است که در عمق ۵ قرار دارد. در صورتی که از جستجوی عمیق کننده تکراری استفاده کنیم، چه تعداد رأس باید تولید شود تا هدف بدست آید؟ (گره ریشه را در عمق صفر در نظر بگیرید). (۸ نمره)

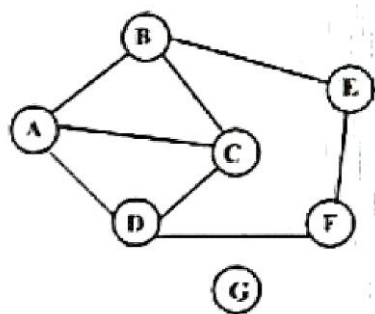
الف) ۴۷۴

ب) ۱۰۲۴

ج) ۴۵۳

د) ۲۵۶

۱۱. می‌خواهیم گراف زیر را با سه رنگ قرمز (r)، سبز (g) و آبی (b) به گونه‌ای رنگ‌آمیزی کنیم که هیچ دو رأس همجوار، هم‌رنگ نباشند. بر اساس هیوریستیک‌های حل مسائل CSP کدام گزینه زیر ترتیب بهتری برای دو کشوری که اول انتخاب می‌شوند است؟ (۴ نمره)



الف) 1-C , 2-A

ب) 1-A , 2-B

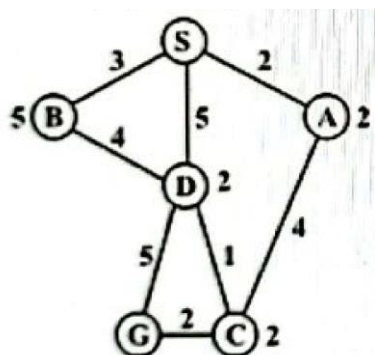
ج) 1-D , 2-E

د) 1-G , 2-B

۱۲. گراف زیر را در نظر بگیرید:

گره S وضعیت شروع، گره G وضعیت هدف، اعداد روی یال‌های هزینه انجام آن عمل و اعداد کنار گره‌ها مقدار تابع h را نشان می‌دهد. در صورت استفاده از روش جستجوی UCS، کدام گزینه از چپ به راست ترتیب ملاقات گره‌ها را نشان

می‌دهد؟ (۸ نمره)



الف) SABDGC

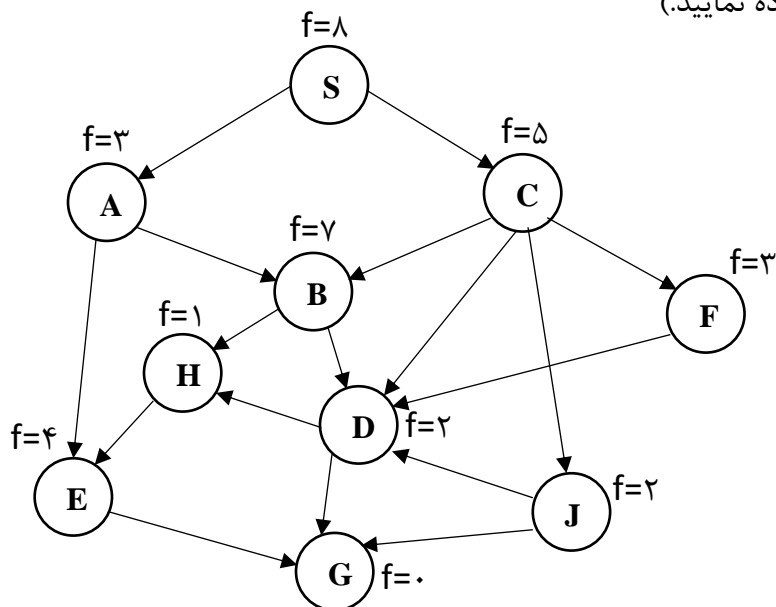
ب) SABCDG

ج) SABDCG

د) SADCG

۱۳. گراف زیر فضای حالات یک مسئله بهینه‌سازی را نشان می‌دهد. عدد نوشته شده در کنار هر گره مقدار تابع هدف به ازای آن حالت بوده و هدف کمینه‌سازی مقدار تابع هدف می‌باشد. اگر برای حل این مسئله بهینه‌سازی از الگوریتم تپه‌نوردی با شروع مجدد تصادفی استفاده کنیم، چهار تکرار اول این الگوریتم در کدامیک از حالات متوقف خواهد شد؟ مراحل حرکت الگوریتم بر روی گراف را به طور مشخص کنید. (۲۰ نمره)

(راهنمایی: در طول مسیر الگوریتم در صورتی که نیاز به تولید یک عدد تصادفی داشتید، می‌توانید اعداد تصادفی موجود در جدول زیر را به ترتیب از چپ به راست استفاده نمایید.)



اعداد تصادفی	۰/۶۲	۰/۱۲	۰/۸۳	۰/۵۸	۰/۳۲	۰/۴۵	۰/۲۹	۰/۷۱	۰/۹۴
--------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

ترتیب استفاده از اعداد تصادفی

امام علی (ع): شرافت به خرد و ادب است نه به دارایی و نژاد.

موفق باشید

پارسه