



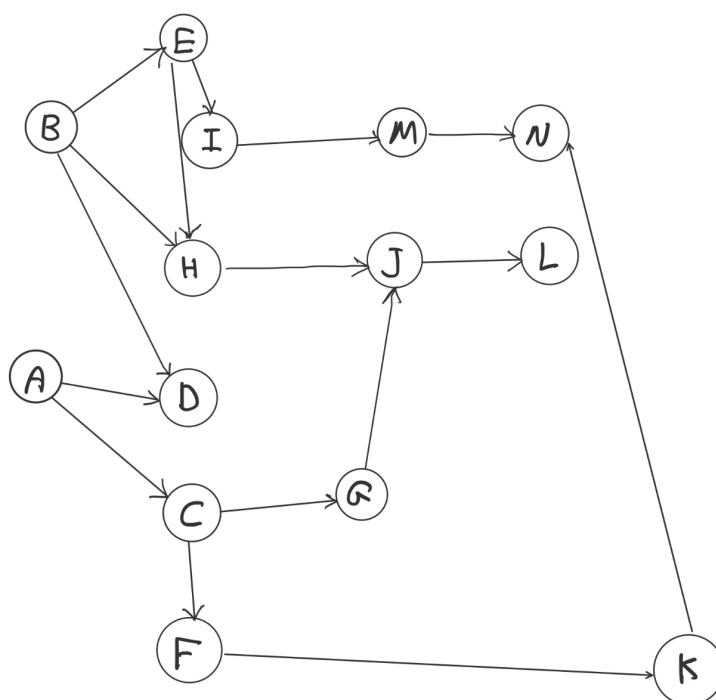
---

## امتحان پایانترم

---

- زمان در نظر گرفته شده برای نوشتن پاسخ سه ساعت و ۵۰ دقیقه است و برای آپلود جواب‌ها ۱۰ دقیقه زمان در نظر گرفته شده است. بنابراین مهلت نهایی ارسال پاسخ به سوالات تا ساعت ۱۳ است. هیچ ارسالی پس از این زمان پذیرفته نخواهد شد.
- هر گونه هم‌فکری ممنوع بوده و پاسخ شما باید کاملاً حاصل تفکر و به نگارش خودتان باشد.
- امتحان به صورت کتاب و اینترنت باز است، با این حال جواب همه سوالات باید به بیان خودتان بوده و مشاهده مشابهت‌های غیر عادی به منظره تقلب در نظر گرفته خواهد شد. همچنین منابع استفاده شده برای پاسخ‌دهی به هر یک از سوال (در صورت وجود) باید مشخصاً ذکر شود.
- لطفاً تصویری واضحی از پاسخ سوالات خود بارگذاری کنید، در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.
- در تمامی سوالات باید برای پاسخ‌های خود توضیحات لازم را بیاورید و تنها نوشتن پاسخ نهایی برای دریافت نمره کامل، کافی نمی‌باشد.

۱. (۱۰ نمره) با توجه به شبکه‌ی بیزین زیر، درستی یا نادرستی عبارات را با ذکر دلیل مشخص کنید.



الف)  $G \perp H | D, N$

ب)  $G \perp H | D, N, C$

پ)  $G \perp F | L, N, C$

ت)  $G \perp E | D, J, H$

۲. (۱۲ نمره) می‌خواهیم شرایط کرونایی حاکم را مدلسازی کنیم. مدل به این صورت است که هر فرد اگر به کرونا مبتلا باشد، مستقل از ملاقات‌هایش با افراد دیگر، در روز بعد با احتمال ۹۰ درصد مبتلا باقی می‌ماند و با احتمال ۱۰ درصد خوب می‌شود. هر فردی که به کرونا مبتلا نباشد و با کسی که مبتلا است بدون استفاده از ماسک ملاقات کند، بیماری به احتمال ۷۵ درصد منتقل شده و شخص مبتلا خواهد شد. همواره مستقل از ملاقات‌ها، هر فردی که سالم باشد به احتمال ۱۰ درصد از محیط کرونا گرفته و مبتلا می‌شود. همچنین فردی که از حالت ابتلا به حالت سالم رفته است، مجدداً با همان احتمال‌های قبلی شانس ابتلا دارد. در این مدل، از احتمال مرگ افراد صرف نظر می‌کنیم.

(آ) برای یک فرد دو حالت (state) «سالم» و «مبتلا» در نظر گرفته می‌شود. فرد در هر روز یکی از این وضعیت‌ها را دارد و با توجه به احتمالات گفته شده، در روز بعد این وضعیت می‌تواند تغییر کند. نمایش گرافیکی جدول احتمالات شرطی ابتلا برای یک فرد، در حالتی که با شخص دیگری ملاقات نمی‌کند را رسم کنید. همچنین تعداد روزهای مورد انتظار تا گذار از حالت مبتلا به سالم برای چنین شخصی را بیابید.

(ب) حال فرض کنید شخصی هر روز با فردی که مبتلا است ملاقات داشته باشد. نمایش گرافیکی جدول احتمالات شرطی ابتلا برای این شخص را رسم کنید.

(ج) فرض می‌کنیم در روز صفرم، سعید سالم و علی به کرونا مبتلا است. احتمال مبتلا بودن سعید در روز دوم را محاسبه کنید.

(د) دانشمندان با پژوهش‌هایی تخمین می‌زنند که استفاده از ماسک، احتمال انتقال ویروس بین دو فرد را حدود ۶۵ درصد کاهش می‌دهد (احتمال ابتلا از ۷۵ به ۱۰ کاهش می‌یابد). حال مورد «ج» را با فرض استفاده‌ی علی و سعید از ماسک محاسبه کنید.

۳. (۱۲ نمره) مجموعه داده‌های آموزش زیر را در اختیار داریم.

$X_1$	$X_2$	$y$
T	T	+
T	F	+
F	T	-
F	F	-
T	F	+
F	F	+

الف) با رعایت هر سه حالت پایه و با محاسبه‌ی معیار بهروزی اطلاعات (IG)، درخت تصمیم جهت دسته‌بندی این داده‌ها را بدست آورده و رسم نمایید.

ب) در صورتی که داده‌های سنجش زیر را داشته باشیم، دقت مدل را بدست آورید. (در حالتی احتمال مثبت و منفی بودن برچسب یکسان است، برچسب را + فرض کنید.)

$X_1$	$X_2$	$y$
F	T	+
T	F	+
F	T	-
F	F	-

ج) می‌خواهیم با توجه به داده‌های سنجش و با استفاده از روش کاهش خطا درخت تصمیم را هرس کنیم، درخت هرس شده‌ی نهایی را رسم کرده و علت هرس کردن و یا نکردن گره‌ها را توضیح دهید.

۴. (۱۴ نمره)

آ (۵ نمره) برای استفاده از گرادینان کاهشی نیاز به محاسبه‌ی گرادینان تابع داریم. فرض کنید که از تابع SSE به همراه مقدار منظم‌ساز (رگولاریزیشن) که در زیر داده شده استفاده می‌کنیم. با توجه به این تابع مقدار مورد استفاده برای بروزرسانی وزن‌ها را بدست آورید. (تصور کنید که  $N$  عدد داده داریم که هر کدام  $M$  ویژگی دارند که یک ستون تماماً یک به سمت چپ داده‌های  $X$  برای جمله‌ی  $w_0$  اضافه شده است)

$$f(X) = W^T X = \sum_{i=0}^M w_i x_i$$

$$L = \sum_{i=1}^N (f(X_i) - Y_i)^2 + \frac{\lambda}{2} \sum_{j=1}^M (w_j)^2$$

ب) (۳ نمره) ایراد استفاده از تابع قسمت قبل برای مسائل دسته‌بندی چیست؟

ج) (۶ نمره) گرادیان تابع هزینه لاجیستیک رگرشن (که در زیر داده شده) برای مسئله دسته‌بندی دو کلاسه به دست آورید و استفاده از آن را با حالت قبل مقایسه کنید و دلیل برتری تابع لاجیستیک رگرشن (برای حالت دو کلاسه) را بیان کنید.

$$f(X) = \frac{1}{1 + e^{-W^T X}}$$

$$L = - \sum_{i=1}^N (Y_i \log(f(X_i)) + (1 - Y_i) \log(1 - f(X_i))) + \frac{\lambda}{2} \sum_{j=1}^M (w_j)^2$$

۵. (۱۲ نمره) علی برای شبکه‌ی CNN خود معماری زیر را طرح کرده‌است، اما به هنگام اجرا با خطایی مواجه شده و متوجه می‌شود که در انتخاب اندازه‌ی هسته (kernel size) یکی از لایه‌های خود دچار اشتباه شده‌است، اگر بدانیم که ورودی این شبکه تصاویر رنگی  $224 \times 224$  می‌باشد و اندازه‌ی ورودی مورد انتظار علی برای لایه‌ی FC برابر ۸۷۰۰ می‌باشد، به سوالات زیر پاسخ دهید.

(آ) با محاسبه‌ی اندازه‌ی خروجی هر لایه، لایه‌ای که اندازه‌ی هسته آن اشتباه است را پیدا کرده و صورت صحیح آن لایه را بدست آورید.

(ب) با در نظر گرفتن بایاس، تعداد پارامترهای به کار رفته در شبکه را بدست آورده و مشخص کنید چه درصدی از پارامترها مربوط به لایه‌ی FC هستند.

(راهنما: متغیرها در لایه‌های Conv به ترتیب ابعاد هسته، عمق خروجی، طول گام (stride) و میزان zero-padding آمده‌اند. این ترتیب برای لایه‌های Max Pool نیز برقرار است. متغیر آمده در لایه‌ی FC تعداد نرون‌های خروجی آن است.)

Conv  $3 \times 3, 96(s : 1, p : 1)$

Conv  $4 \times 4, 128(s : 2, p : 1)$

Conv  $5 \times 5, 168(s : 1, p : 2)$

MaxPool  $2 \times 2(s : 2, p : 0)$

Conv  $3 \times 3, 212(s : 1, p : 1)$

Conv  $5 \times 5, 256(s : 2, p : 1)$

MaxPool  $2 \times 2(s : 2, p : 0)$

Conv  $7 \times 7, 324(s : 1, p : 3)$

Conv  $2 \times 2, 348(s : 1, p : 0)$

MaxPool  $5 \times 5(s : 2, p : 0)$

FC 1000 neurons

۶. (۱۰ نمره) یک MDP را در نظر بگیرید که سه حالت مختلف دارد  $(A, B, C)$  و دو تا action در هر حالت می‌توان انجام داد  $(\leftarrow, \rightarrow)$ . فرض کنید agent بر اساس یک استراتژی  $\pi$  عمل می‌کند و جدول زیر مقدار جایزه دریافتی به ازای ۴ حرکت نمونه‌برداری شده از حرکات agent را نشان می‌دهد.

$s$	$a$	$s'$	$r$
$A$	$\rightarrow$	$B$	10
$C$	$\leftarrow$	$B$	5
$B$	$\rightarrow$	$C$	-5
$A$	$\rightarrow$	$C$	3

فرض کنید مقدار ضریب تخفیف برابر 1 است  $(\gamma = 1)$  و مقدار ضریب یادگیری  $\alpha = \frac{1}{2}$  می‌باشد. با استفاده از الگوریتم Q-Learning و مقدار دهی اولیه صفر تمامی مقادیر  $Q(s, a)$  را به ازای ۴ حرکت داده شده بدست بیاورید.