

بسمه تعالی

هوش مصنوعی

حل مسئله – ۵

نیمسال اول ۱۴۰۲-۱۴۰۱

دکتر مازیار پالهنک

آزمایشگاه هوش مصنوعی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

یادآوری

- بررسی جستجوهای ناآگاهانه
- جستجوی عرض نخست، جستجوی هزینه یکنواخت
- جستجوی عمق نخست، جستجوی عقبگرد (در نظر گرفتن فقط یکی از فرزندان در هر سطح)
- جستجوی عمق محدود شده، جستجوی عمیق ساز تکراری
- جستجوی دوطرفه

جستجوی آگاهانه

- در چه محلی می توان دانش اضافه را استفاده نمود؟
- در هنگام بسط رئوس
- بررسی این که چه رئوسی بر رئوس دیگر جهت بسط داده شدن برتری دارند.
- استفاده از یک تابع ارزیابی $f(n)$
- جستجوی بهترین نخست

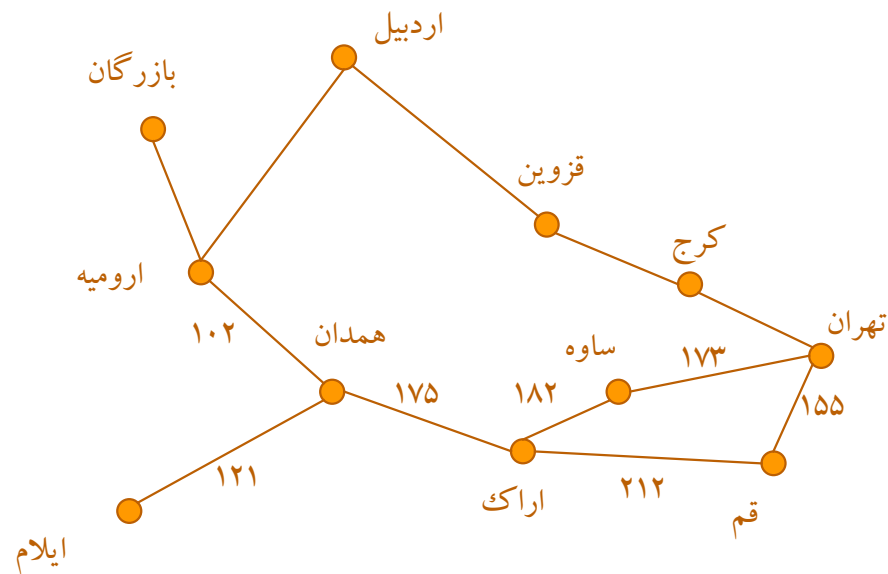
جستجوی بهترین نخست حریصانه

■ $f(n) = h(n)$

■ h تخمین هزینه ارزانترین مسیر تا یک حالت هدف

■ اگر n هدف است $h(n)=0$

■ رأسی را بسط می دهد که فکر می کند به هدف نزدیکتر است به امید زودتر رسیدن به جواب

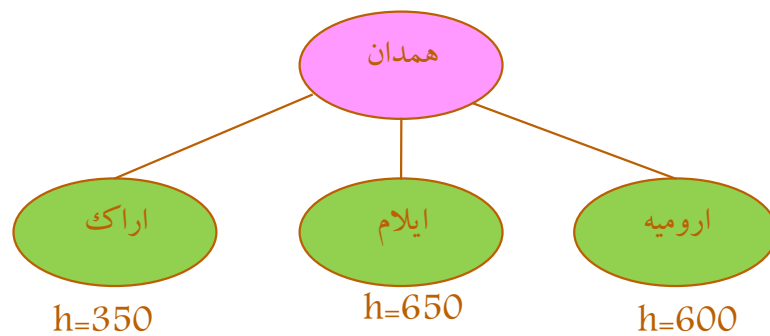


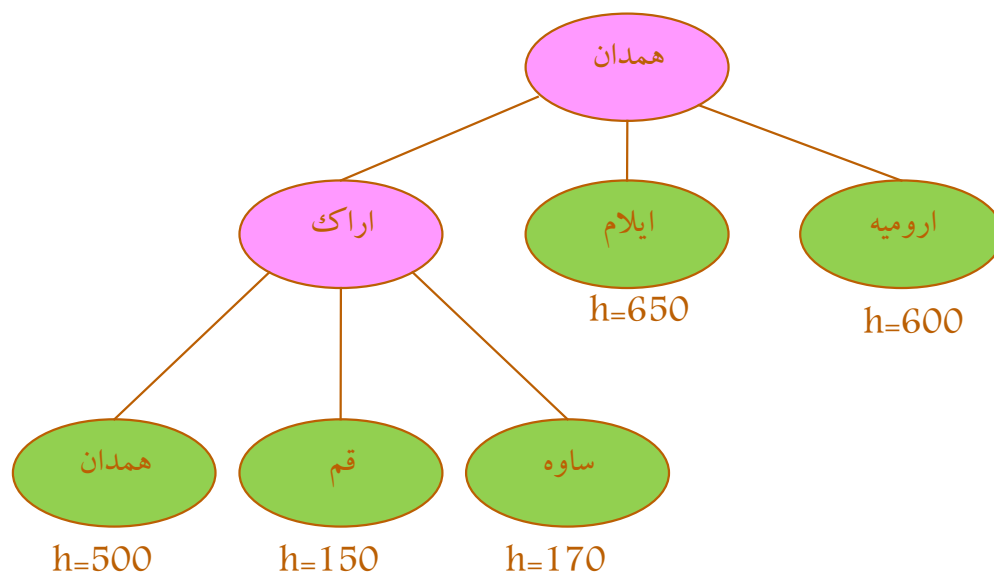
مسافت خط مستقیم	
۵۰۰	همدان
۰	تهران
۶۰۰	ارومیه
۶۵۰	ایلام
۳۵۰	اراک
۱۵۰	قم
۸۷۰	اردبیل
۹۰۰	بازرگان
۱۷۰	ساوه

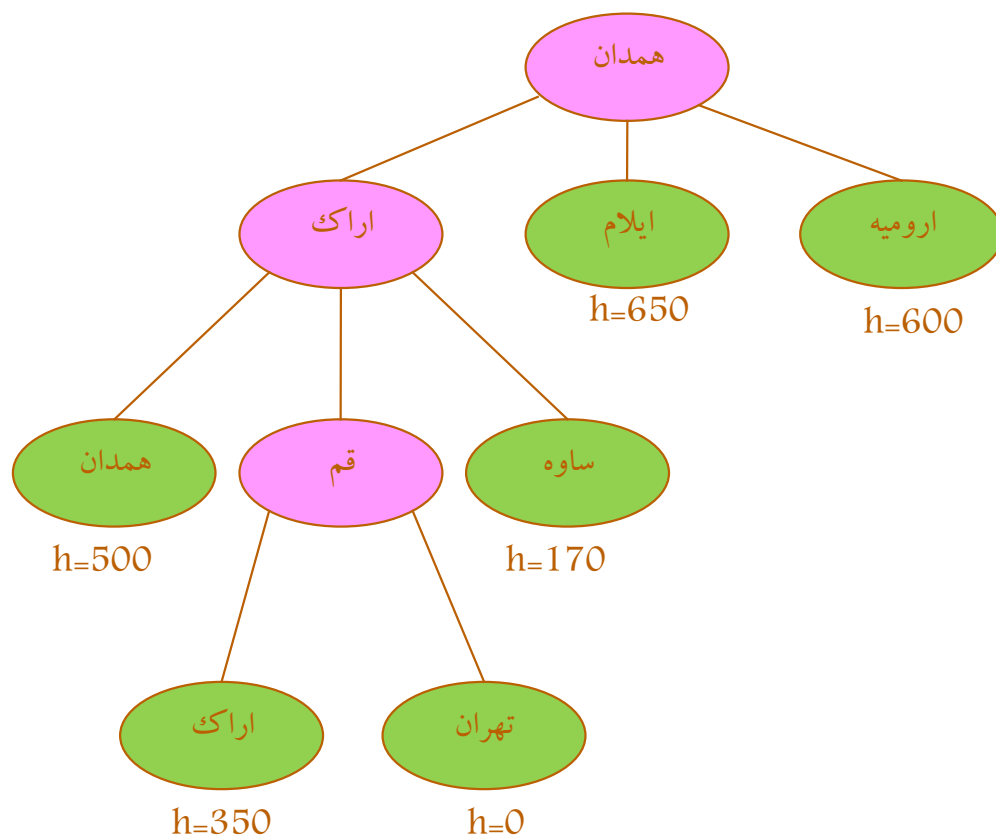
مقادیر مسافتها واقعی نیستند



$h=500$



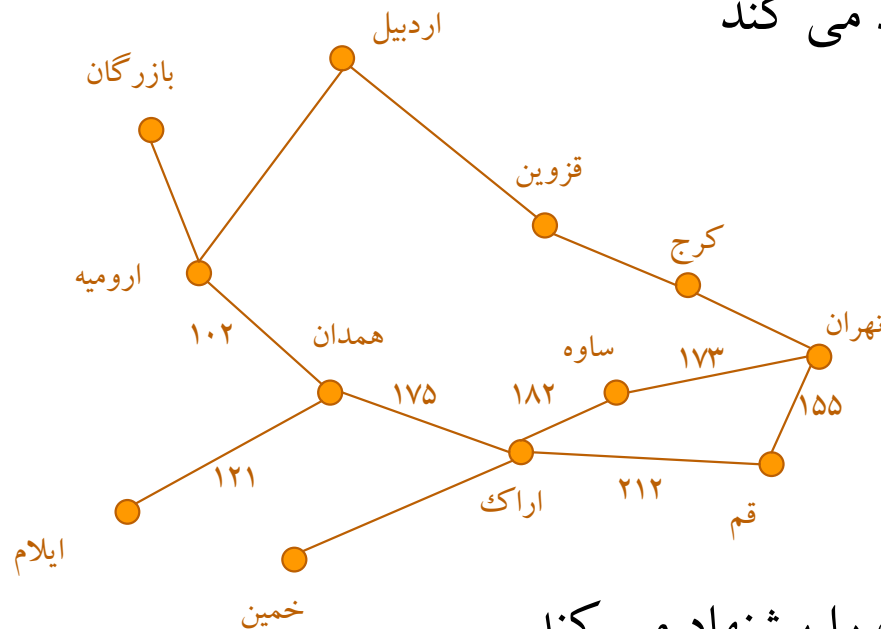




■ رفتن از اراک به ایلام را در نظر بگیرید.

■ مکاشفه خمین را پیشنهاد می کند

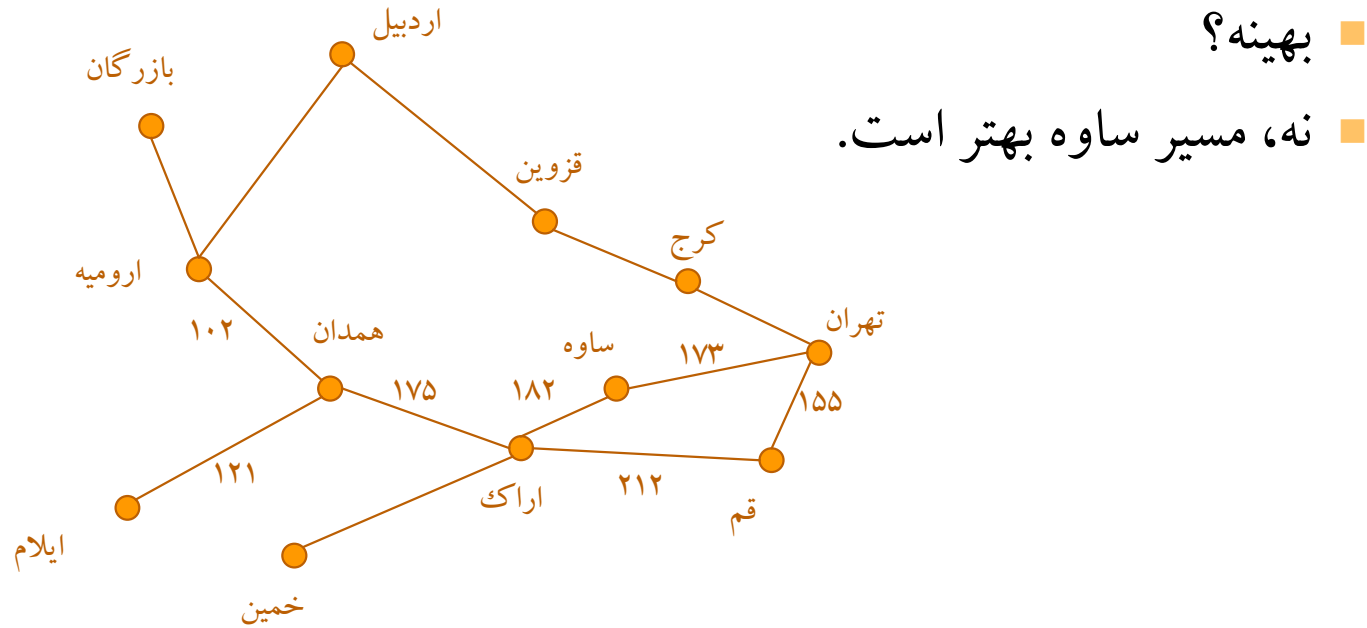
■ ولی بن بست است.



■ بسط خمین دوباره اراک را پیشنهاد می کند.

■ اگر مراقب حالات تکراری نباشیم در حلقه بی نهایت می افتیم. (مثلاً بین اراک و خمین)

خواص



خواص

- بهینه؟
- نه، مسیر ساوه بهتر است.
- کامل؟
- به علت مشکلات گفته شده در فضای حالت نامحدود کامل نیست.
- رفتاری همانند عمق نخست
- پیچیدگی زمان و حافظه در بدترین حالت $O(b^m)$ (حالت درختی)
- حداکثر عمق فضای جستجو m
- در حالت گرامی $O(V)$

جستجوی A^*

$$f(n)=g(n)+h(n) \quad \blacksquare$$

■ هزینه تخمینی ارزانترین حل از طریق n

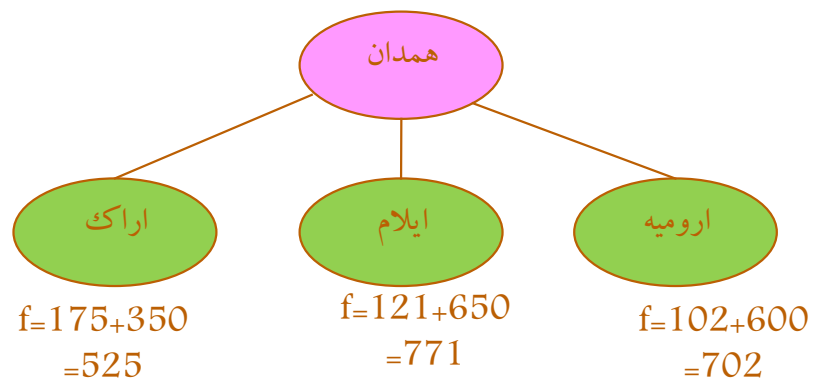
■ به شرط قابل پذیرش بودن h هم کامل هم بهینه

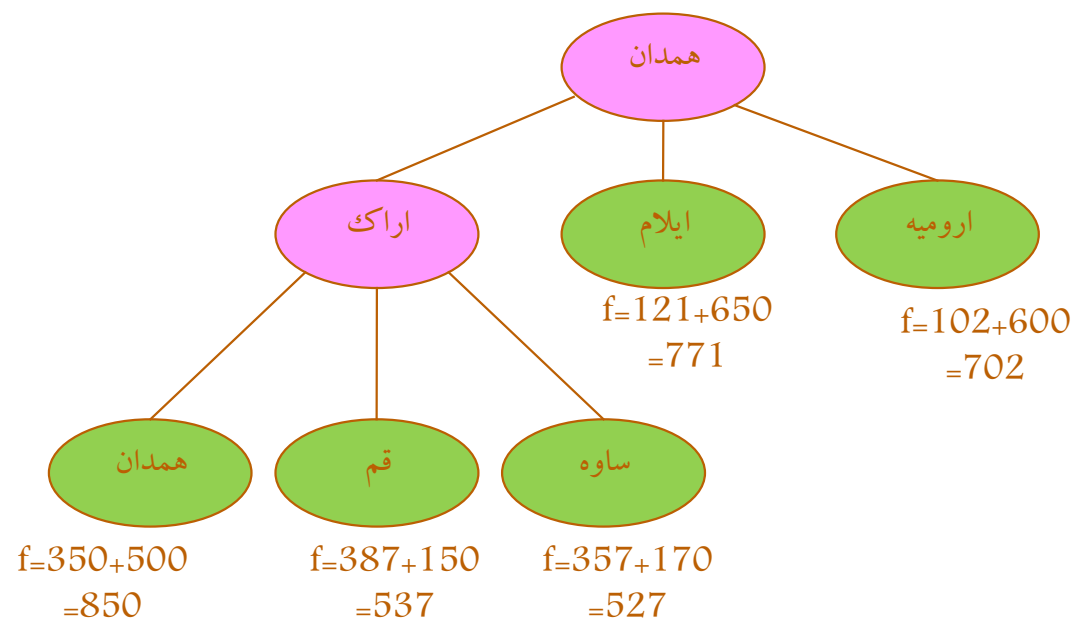
■ h قابل پذیرش است اگر هزینه رسیدن به هدف را هیچگاه بیش تخمین نزنند.

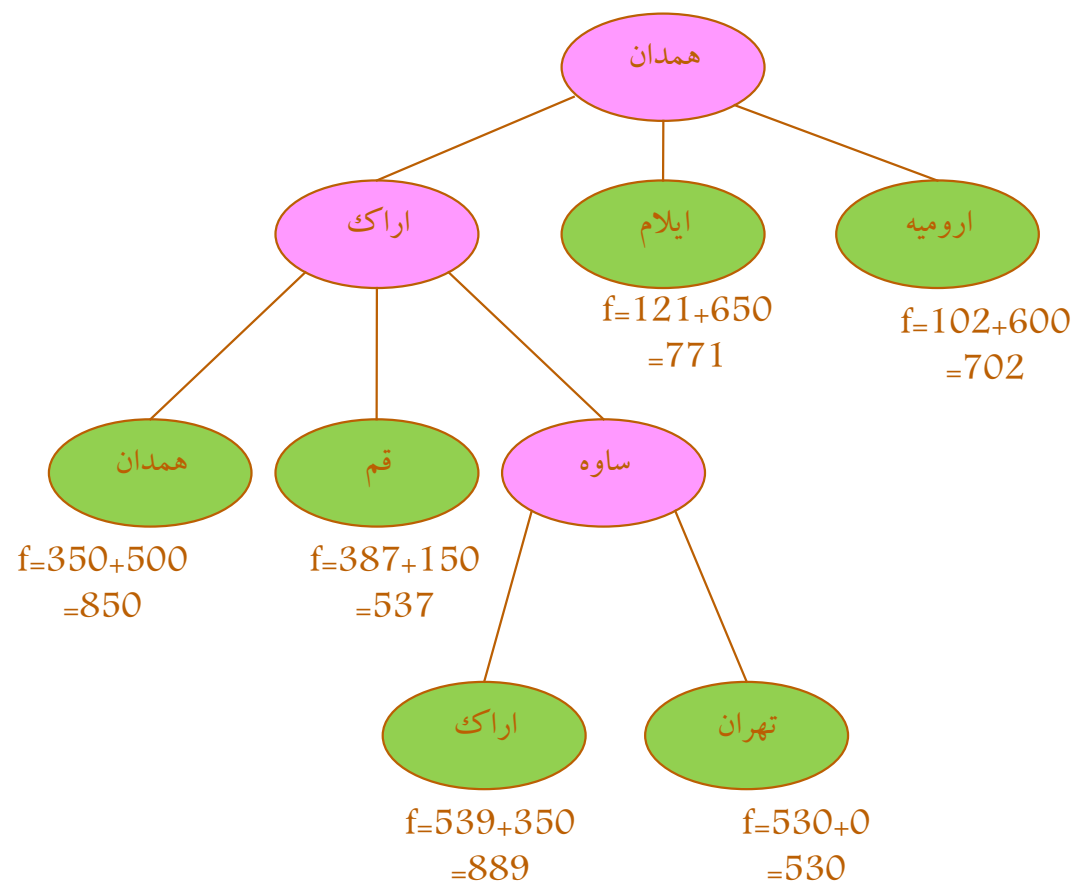
■ مسافت خط مستقیم قابل پذیرش است.



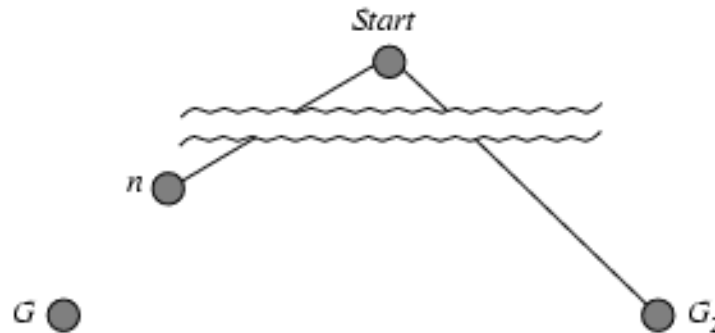
$f=0+500$



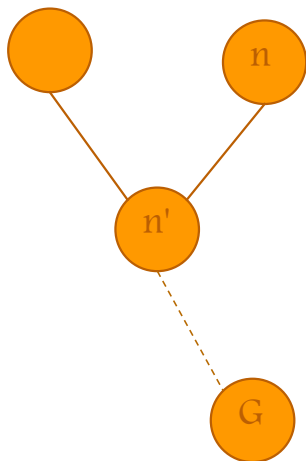




- قضیه: اگر h قابل پذیرش باشد، A^* با جستجوی درختی بهینه است.
- فرض G_2 یک هدف زیربهینه و در frontier قرار دارد.
- فرض n نیز در frontier قرار داشته و در مسیر بهینه است.



- فرض C^* هزینه بهینه باشد.
- $f(G_2) = g(G_2) + h(G_2) = g(G_2) > C^*$
- $f(n) = g(n) + h(n) \leq C^*$
- بنابراین n زودتر از G_2 انتخاب خواهد شد.



- چه اتفاقی می افتد اگر $f(n') < f(n)$ ؟
- فرض h قابل پذیرش باشد، n' قبلاً دیده شده و مسیر بهینه از طریق n و n' باشد.
- جستجوی درختی مشکلی ندارد
- چون بعداً $f(n)$ کمتر شده و انتخاب خواهد شد.
- جستجوی گرافی مسیر بهینه را از دست می دهد
- چون n' به مجموعه بازدید شده منتقل می شود.

■ دو راه حل:

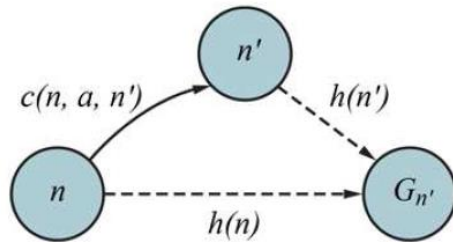
■ با توجه به مقدار f جایگزینی انجام شود.

■ همیشه مسیر بهینه ابتدا دیده شود.

■ شرط دوم به شرط سازگار بودن مکاشفه می تواند برقرار شود.

مکاشفه سازگار

- h سازگار است اگر برای هر رأس n و رأس جانشین n' از n که با انجام عمل a حاصل شده:



$$h(n) \leq c(n, a, n') + h(n') \quad \blacksquare$$

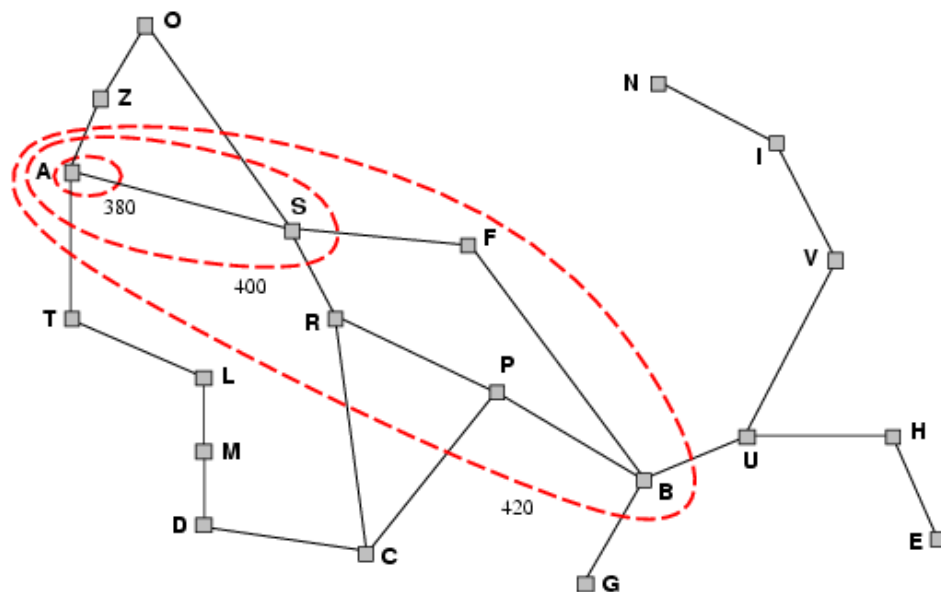
- در این صورت مقادیر $f(n)$ در طول هر مسیری غیر کاهنده خواهند بود:

اثبات: ■

$$\begin{aligned} g(n') &= g(n) + c(n, a, n') \\ f(n') &= g(n') + h(n') \\ &= g(n) + c(n, a, n') + h(n') \\ &\geq g(n) + h(n) \\ &\geq f(n) \end{aligned}$$

- بنابر این، دنباله رئوسی که توسط A^* با جستجوی گرافی بسط داده می شوند بترتیب **غیر کاهنده $f(n)$** می باشد.
- در واقع هر رأسی که بازدید می شود مسیر بهینه از ریشه تا این رأس یافته شده است.
- چون اگر رأسی همانند n در مسیر بهینه تا رأس بازدید شده وجود داشت حتماً زودتر مشاهده شده بود.
- از این رو اولین رأس هدف که بسط داده می شود باید بهینه باشد.
- **هر مکاشفه سازگار، قابل پذیرش نیز خواهد بود.**

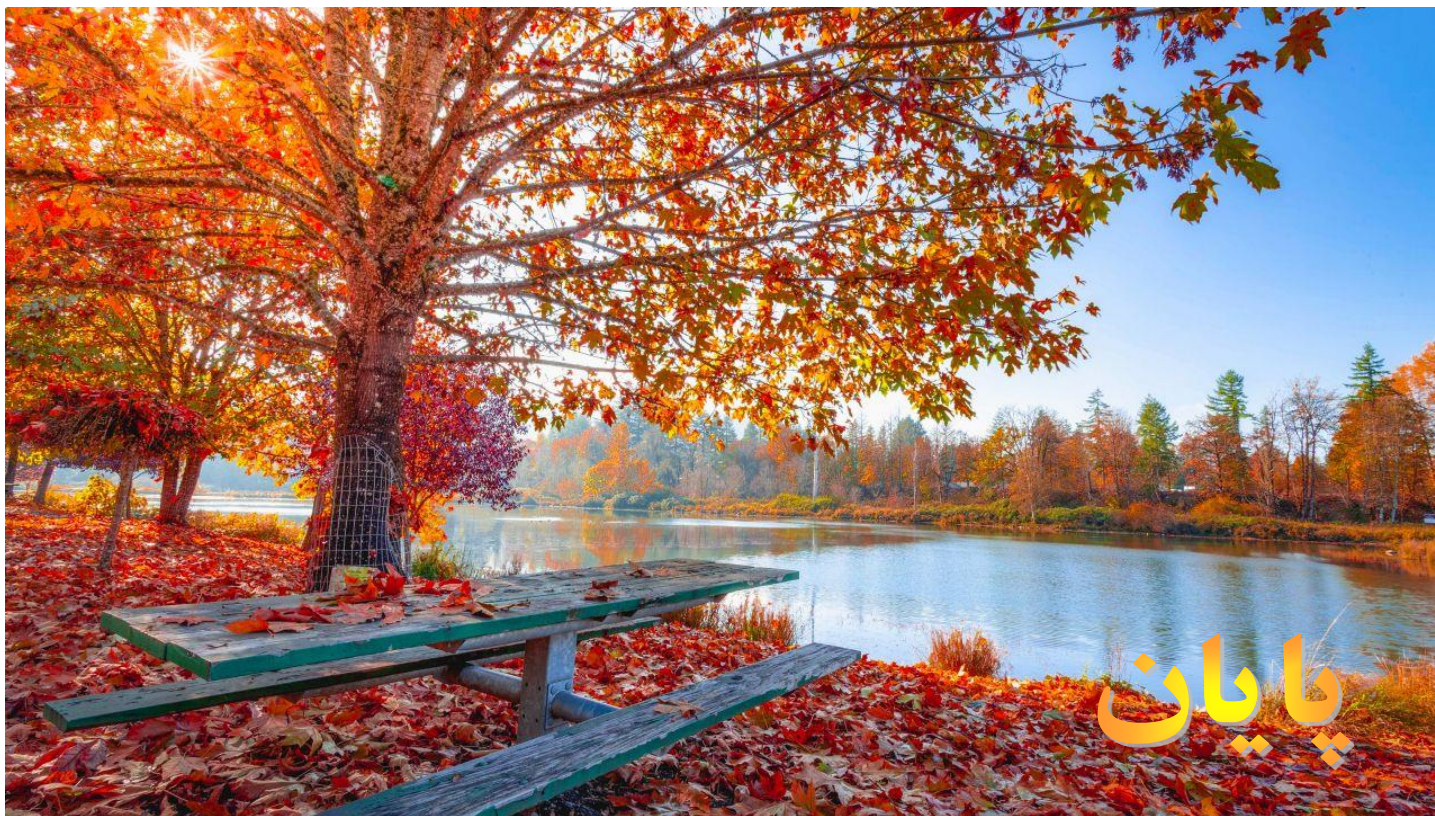
- بدین ترتیب در فضای حالت می توانیم دوره هائی رسم نمائیم:
- دوره λ ام دارای همه رئوس با $f=f_i$ بوده که $f_i < f_{i+1}$



- نهایتاً به f برابر با هزینه مسیر تا یک هدف خواهیم رسید لذا کامل است
- به شرط آنکه b محدود و هر مرحله هزینه ای بیش از ϵ دارا باشد.
- A^* همه رئوس با $f(n) < C^*$ را جستجو می کند.
- A^* امکان دارد تعدادی رأس با $f(n) = C^*$ را قبل از رأس هدف بازدید کند.
- مشکل حافظه هنوز در A^* وجود دارد.

- در مثال جهانگرد، A^* هیچگاه نیاز به بسط رأس ارومیه پیدا نکرد.
- چون مکاشفه قابل پذیرش است عدم جستجوی این رأس از بهینگی روش نمی‌کاهد.
- اصطلاحاً گفته می‌شود این شاخه‌های درخت جستجو هرس شده‌اند.

- A^* با مکاشفه سازگار همچنین بصورت بهینه کارآ (optimally efficient) است.
- هیچ الگوریتم بهینه دیگری رئوس کمتر از آنچه A^* بسط می دهد بسط نخواهد داد (بجز احتمالاً چند رأس که $f(n)=C^*$)
- چون هر الگوریتمی که رأسی با $f(n)<C^*$ را بسط ندهد در ریسک از دست دادن حل بهینه قرار خواهد گرفت.



- دقت نمائید که پاورپوینت ابزاری جهت کمک به یک ارائه شفاهی می باشد و به هیچ وجه یک جزوه درسی نیست و شما را از خواندن مراجع درس بی نیاز نمی کند.
- لذا حتماً مراجع اصلی درس را مطالعه نمائید.