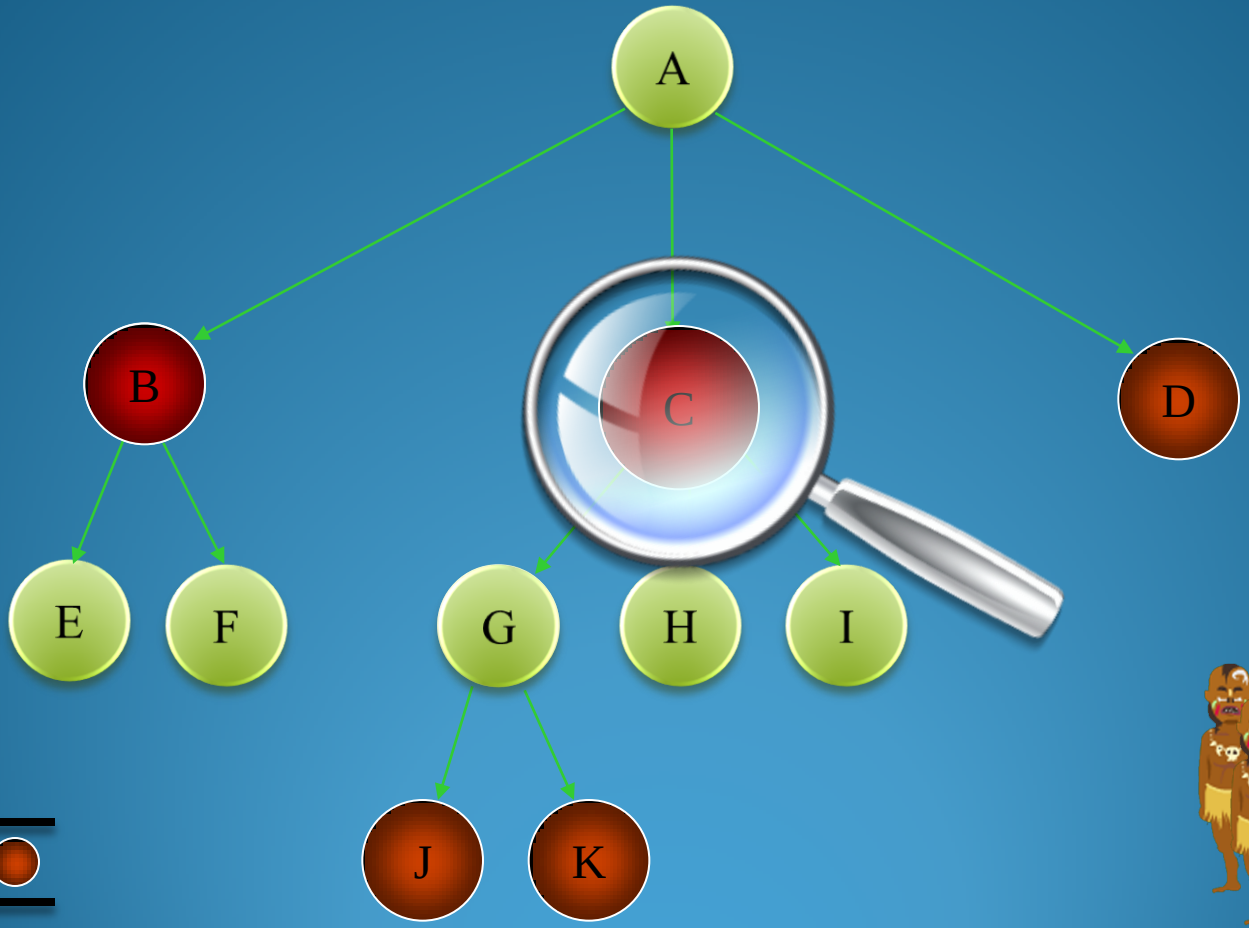
هوش مصنوعی

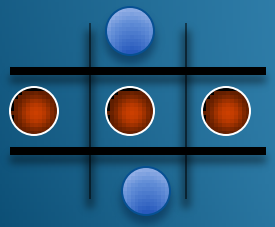
مدرس : احمد ابدالی

Ahmad Abdali Mohamadi

فصل سوم

حل مسله با جستجو





Ahmad Abdali Mohamadi

فصل سوم

عامل حل مسله چیست ؟

تعریف یک مسله

بررسی چند مسله

انواع جستجوی نا آگاهانه

و ...

عامل های حل مسله

عامل حل مسله در واقع یک عامل هدف گرا می باشد .

عامل حل مسله یک رشته عمل برای رسیدن به هدف را انجام می دهد .

راه حل به شکل یک یا چند رشته عمل است .

عامل حل مسله می تواند چندین هدف داشته باشد .

سه فاز در طراحی عامل حل مسله کدامند؟

فرموله سازی یا تدوین مسله

جستجو

اجراء

فرموله سازی یا تدوین مسله چیست ؟

فرآیند تصمیم گیری در مورد اقدامات و حالتها بر اساس یک هدف خاص را فرموله سازی مسله گویند

مثال : در مورد عامل هدف گرای راننده تاکسی

اعمال : رانندگی کردن

حالت ها : بودن در یک شهر خاص

عامل حل مسله به چه شکل عمل می کند ؟

۱) ابتدا یک هدف و یک مسله فرموله میشود

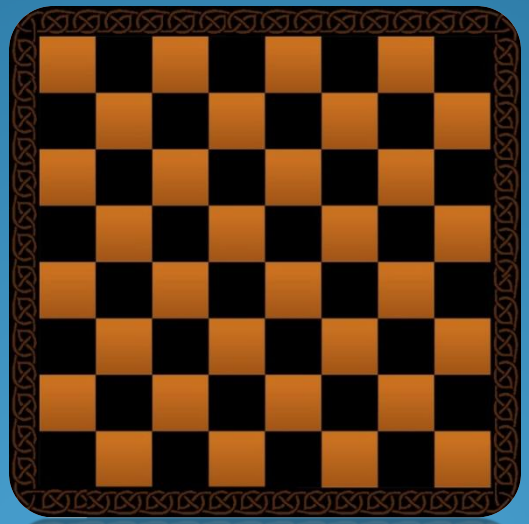
۲) سپس به دنبال یک رشته اعمال میگردد که مسله را حل کند.

۳) اقدامات را یکی یکی اجرا میکند و به فرموله سازی هدفهای دیگر می پردازد .

تعریف یک مسله به شکل رسمی

۱) **حالت اولیه** : عامل از این نقطه کارش را آغاز می کند .

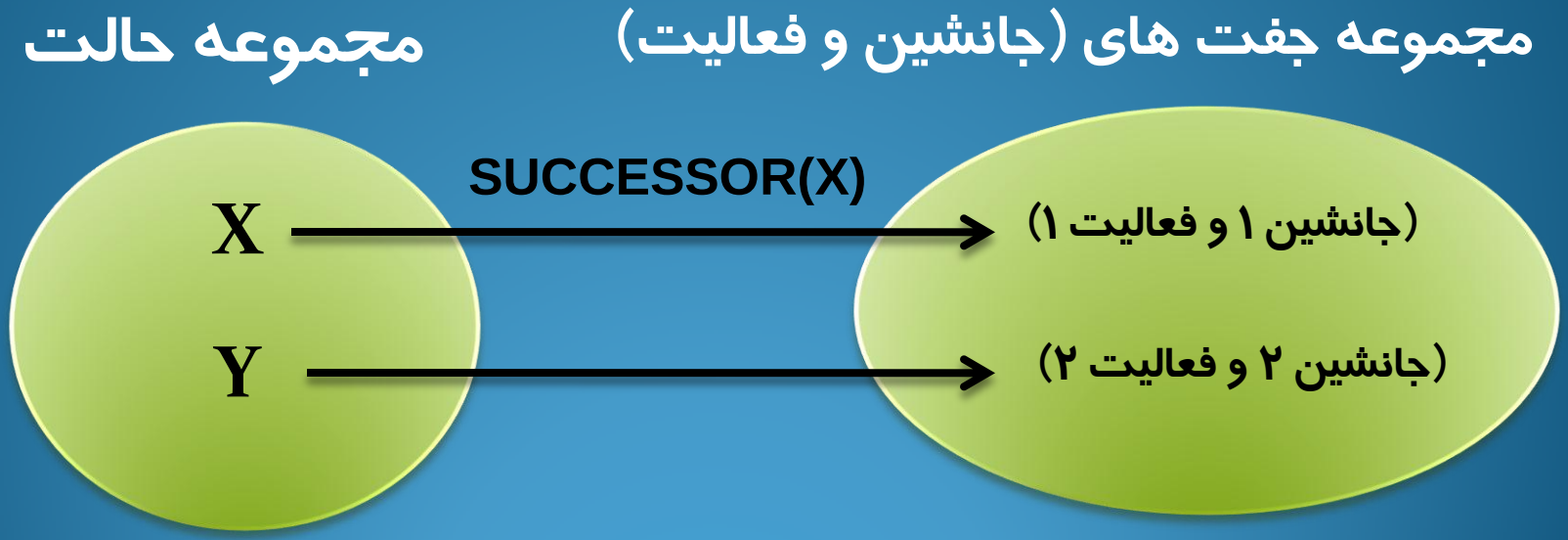
مثلاً : در معمای هشت وزیر **حالت اولیه** زمانی است که هیچ وزیری در صفحه نباشد .



حالت اولیه

تعریف یک مسله به شکل رسمی

۲) تعریف اقدامات ممکن که عامل می تواند انجام دهد :
این کار به وسیله یک تابع انجام میگیرد که به شکل زوج مرتب تعریف میشود به شکل زیر :

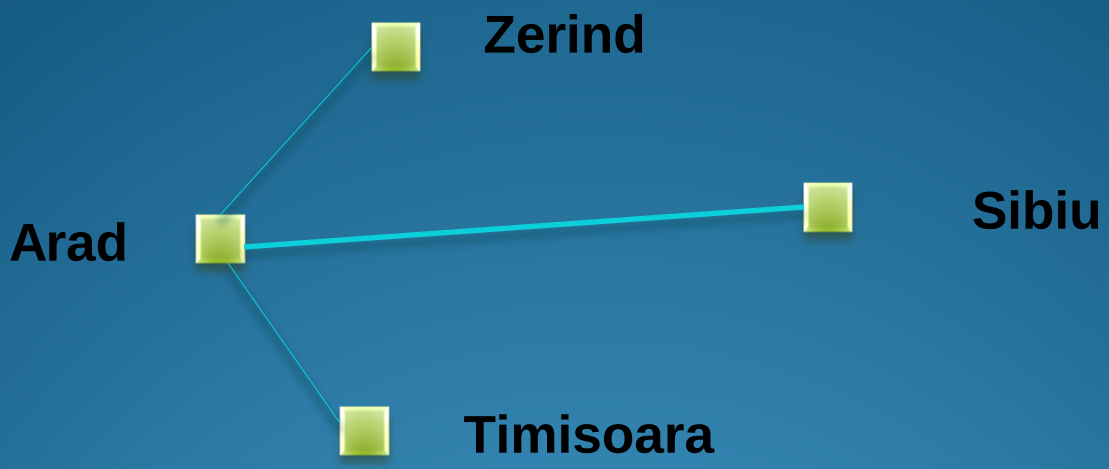


یک مثال و پیاده سازی تابع SUCCESSOR(X)

In(Arad) ← منظور از این حالت یعنی در شهر Arad هستیم.

< Go(Sibiu) ,In(Arad) > ← منظور از این زوج مرتب اگر به شهر Sibiu حرکت کنیم در شهر Sibiu مستقر می شویم .

یک مثال از SUCCESSOR(X)

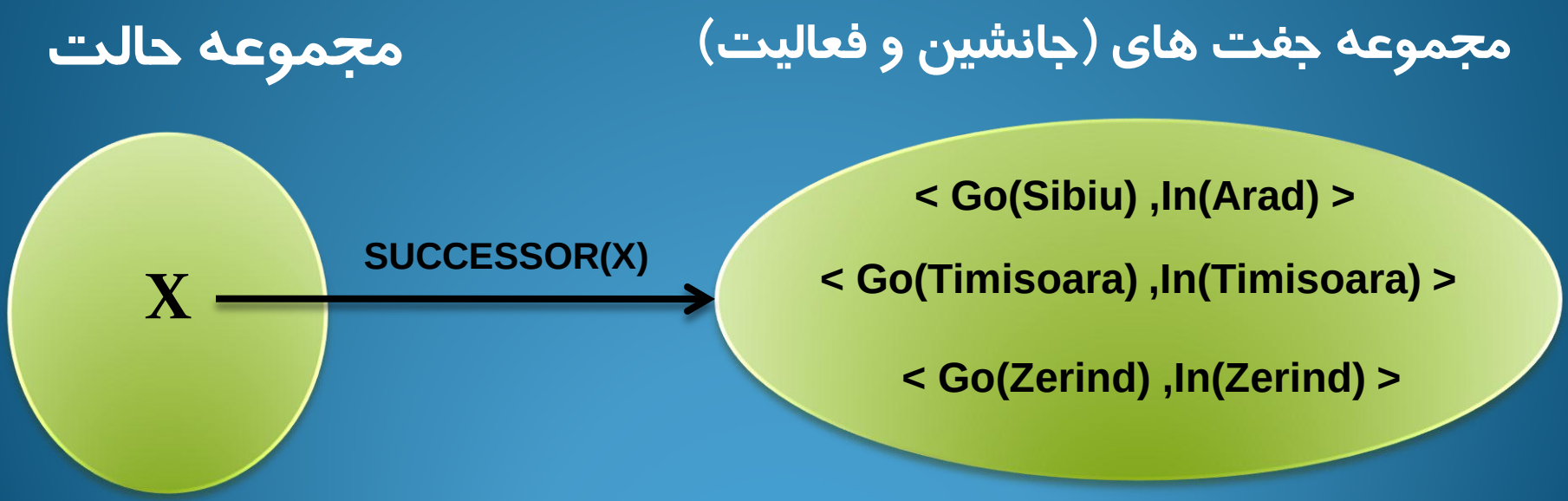


مجموعه حالت بعدی به فرض اینکه در حالت In(Arad) باشیم را می نویسیم :

{ < Go(Sibiu) ,In(Arad) > , < Go(Timisoara) ,In(Timisoara) > , < Go(Zerind) ,In(Zerind) > }

یک مثال از SUCCESSOR(X)

فرض کنید : X = In(Arad)

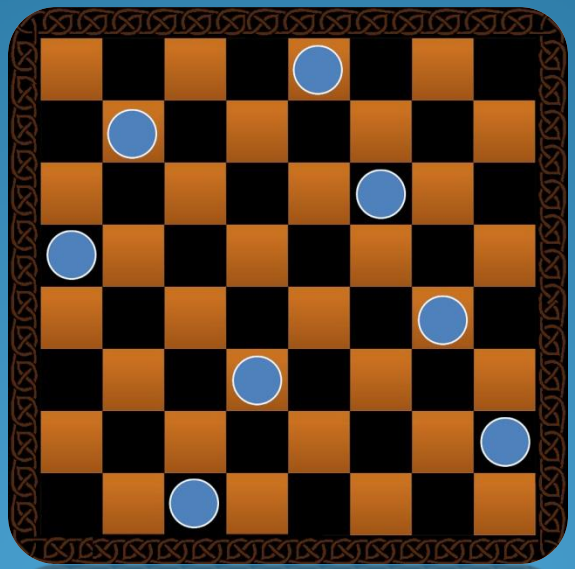


آزمون هدف

۳) آزمون هدف : تعیین می کند آیا حالت خاصی حالت هدف است .

مثلاً : در معمای هشت وزیر حالت هدف زمانی است که هشت وزیر در صفحه قرار گیرند و همدیگر را نزنند .

توجه : بعضی از مسائل چند هدف دارند .



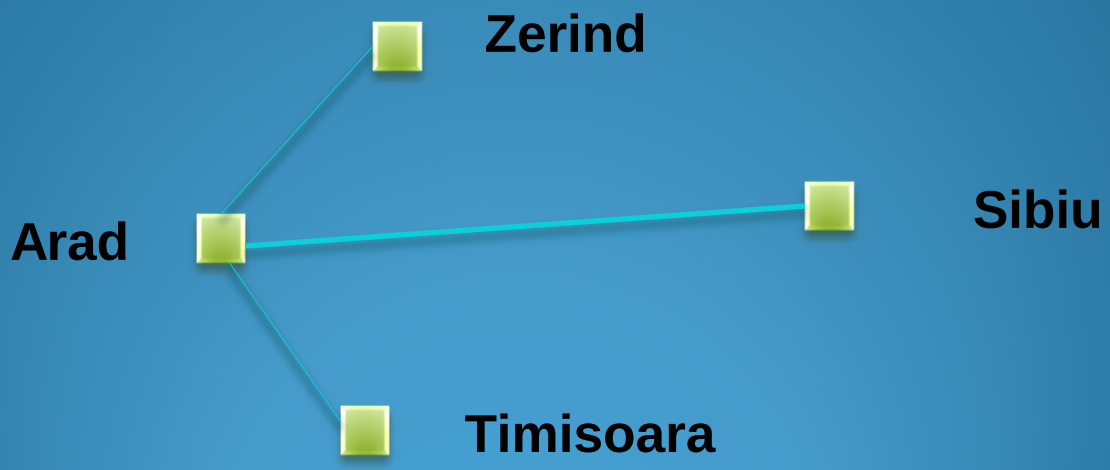
یک حالت هدف

تابع هزینه مسیر

۳) **تابع هزینه مسیر :** این تابع برای هر مسیر یک هزینه عددی در نظر می گیرد.

توجه : تابع هزینه مسیر در واقع منعکس کننده کارآیی خودش است.

مثلاً هزینه مسیر در عاملی که می خواهد از یک شهر به شهر دیگر برود طول آن مسیر بر حسب کیلومتر است .

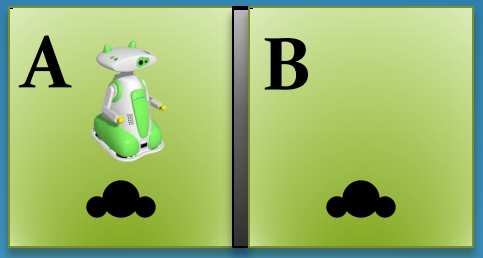


نتیجه گیری

حالت اولیه ، اعمال قابل دسترسی ،آزمون هدف و تابع هزینه مسیر یک مسله را تعریف می کند .

بررسی عامل جارو برقی

حالت اولیه : هر یک از ۸ حالت می تواند باشد .



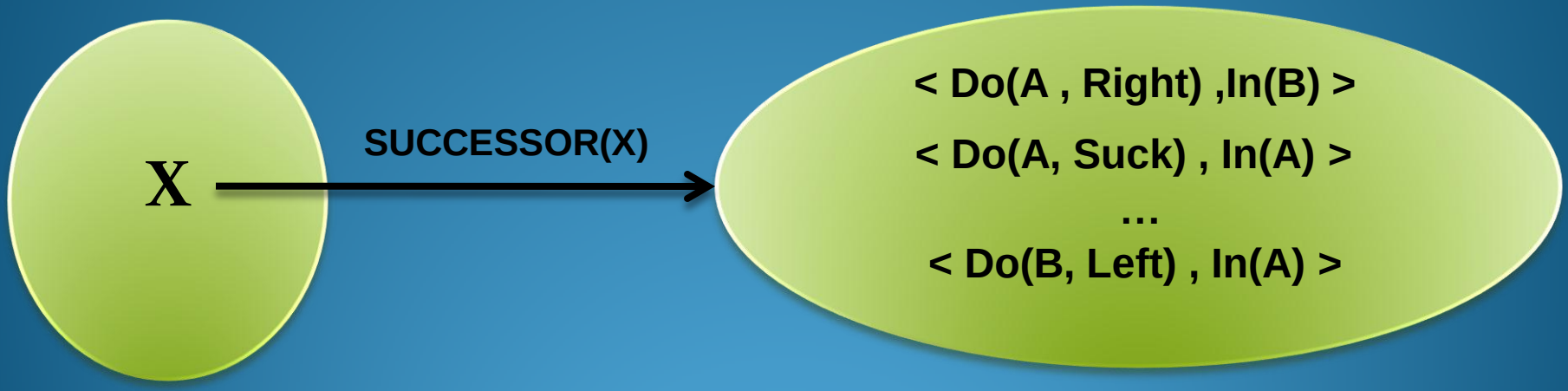
یک حالت اولیه

بررسی عامل جارو برقی

تابع SUCCESSOR(X)

حالاتی را تولید می کند با سه عمل Right , Left , Suck

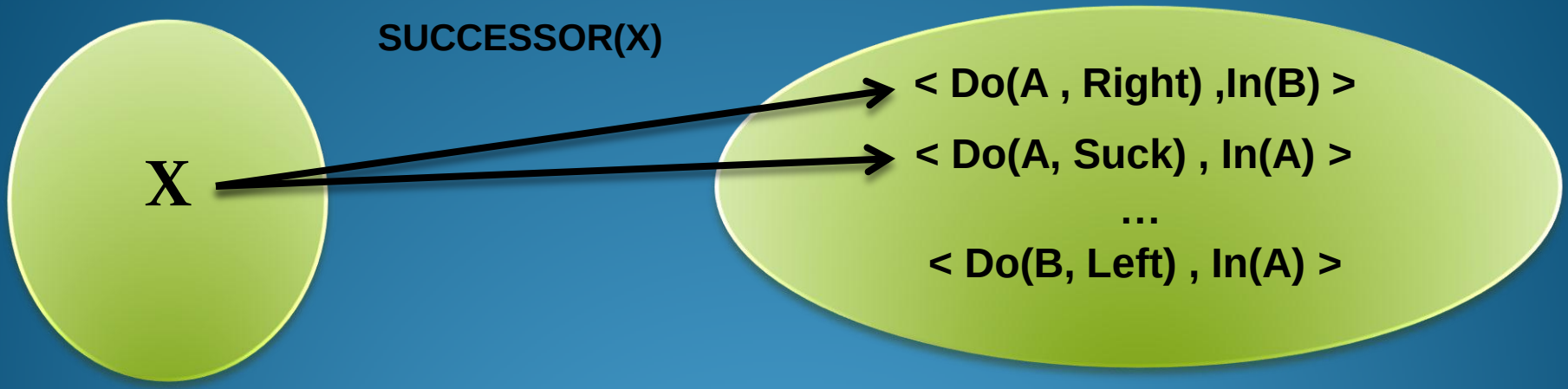
نتیجه می شوند .



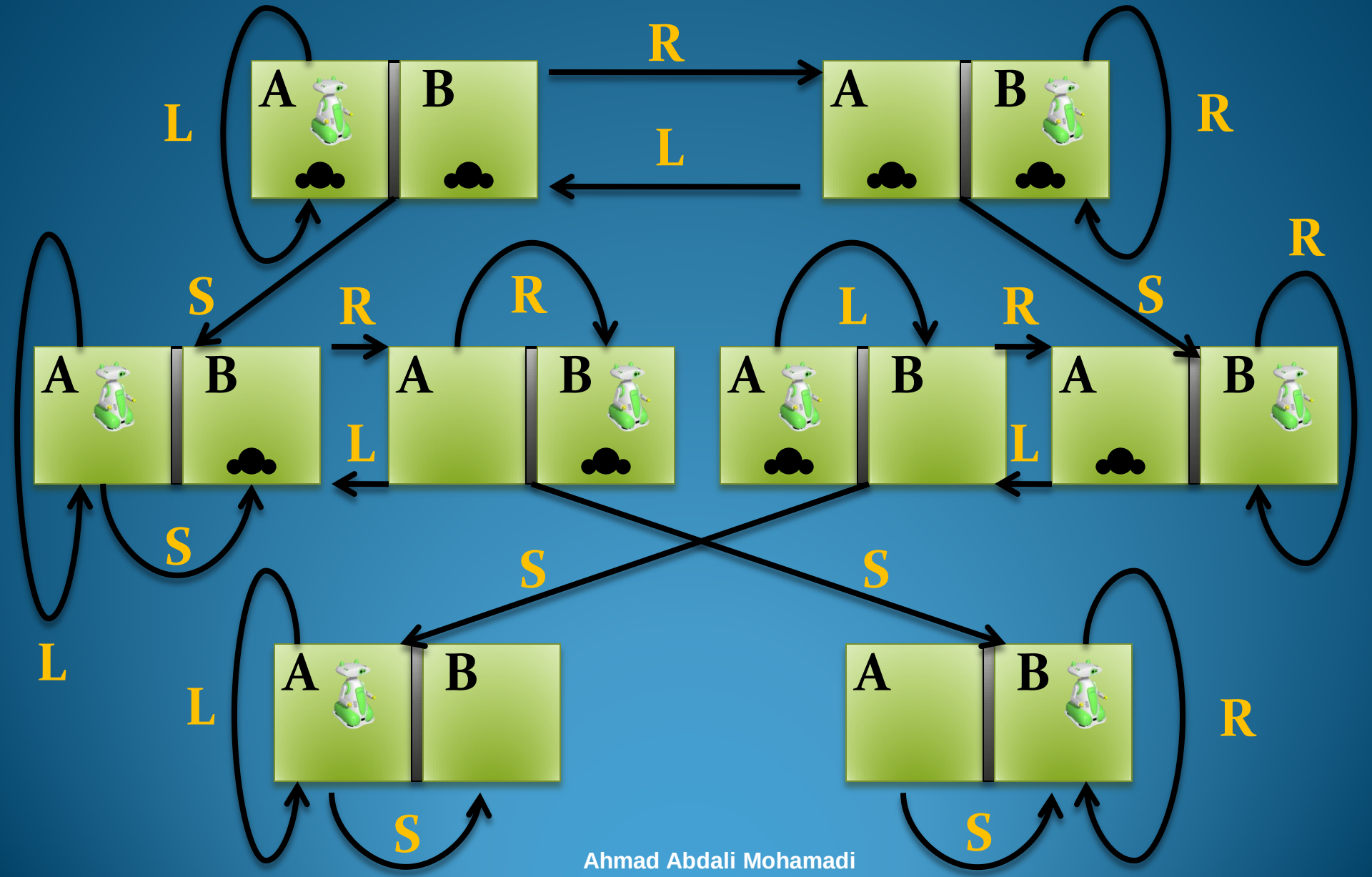
مثلاً : اگر حالت $X = in(A , Dirty)$ باشد .

بررسی عامل جارو برقی

مثلاً : اگر حالت $X = in(A, Dirty)$ باشد .



بررسی نمودار حالت عامل جارو برقی

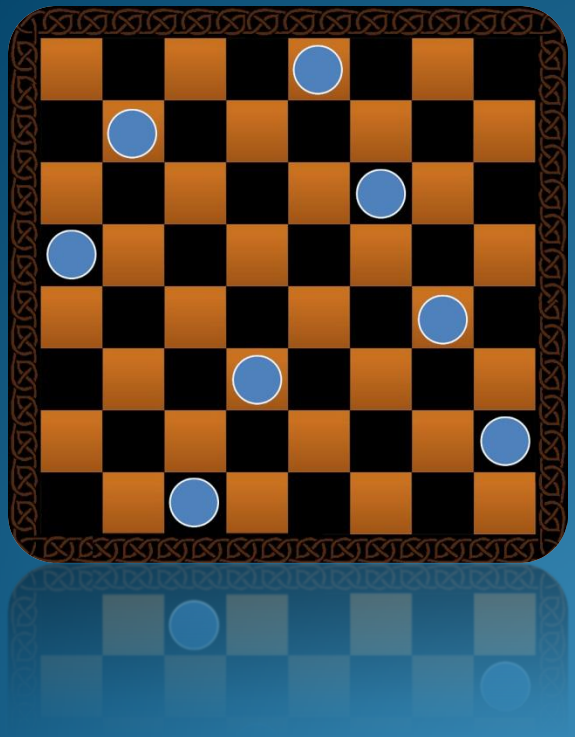


Ahmad Abdali Mohamadi

بررسی عامل جارو برقی

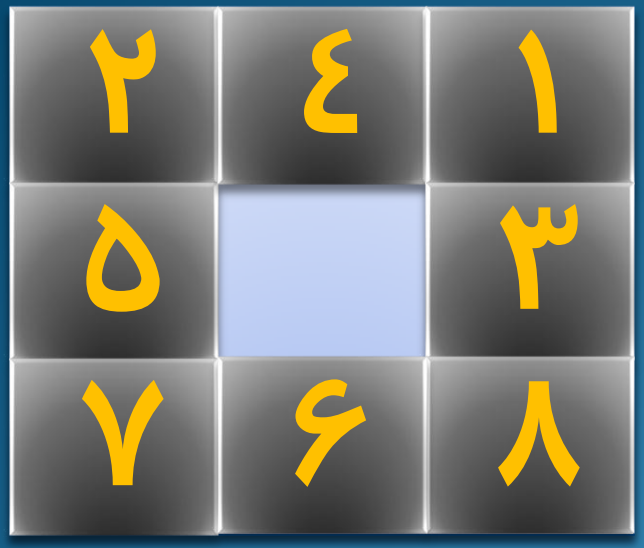
آزمون هدف : تمیز بودن تمام خانه ها

هزینه مسیر : هر گام یک واحد هزینه دارد .



بحث کنید :

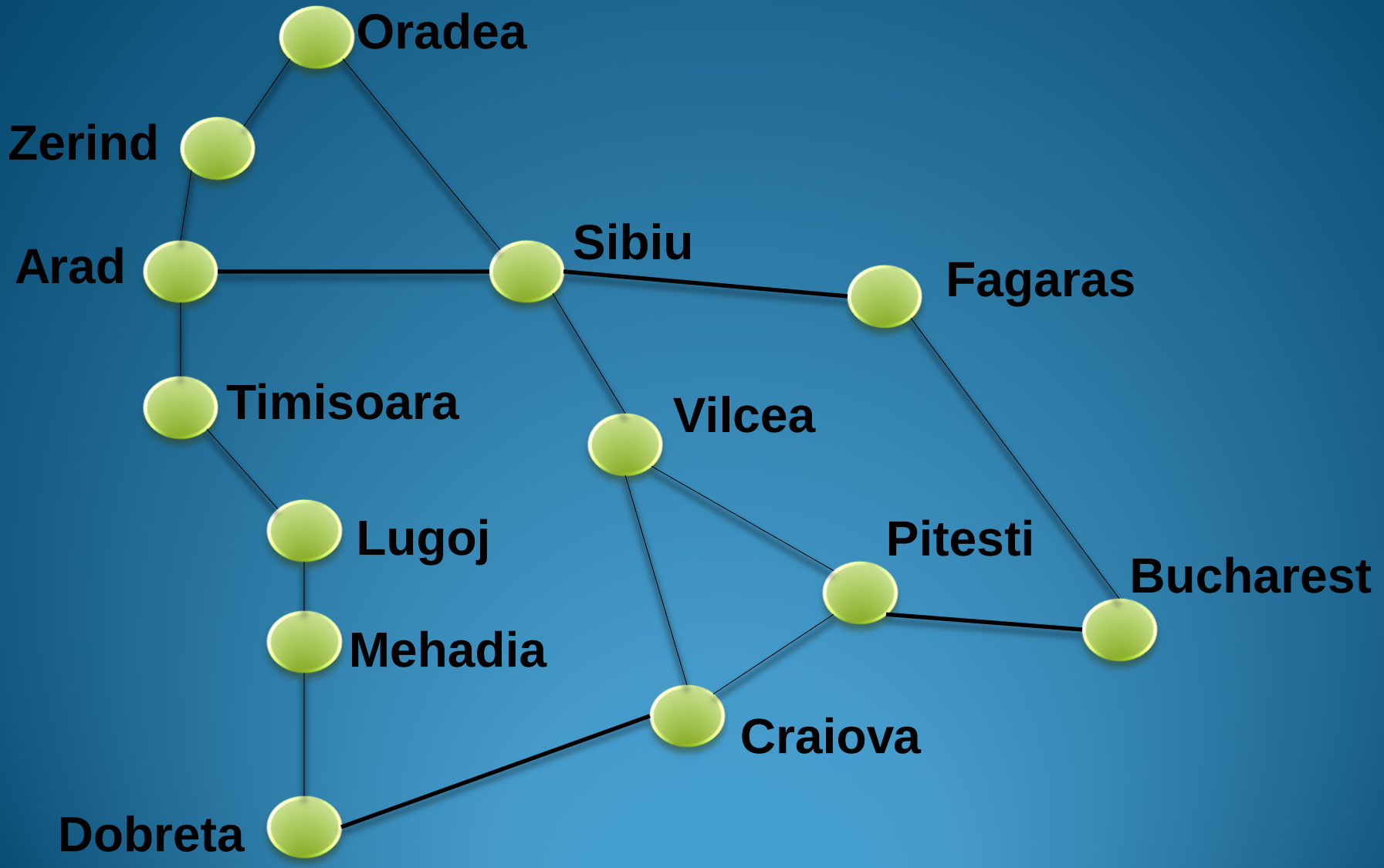
معمای هشت وزیر را فرموله سازی کنید ؟



بحث کنید :

معمای هشت را فرموله سازی کنید ؟

قسمتی از نقشه کشور رو مانی



Ahmad Abdali Mohamadi

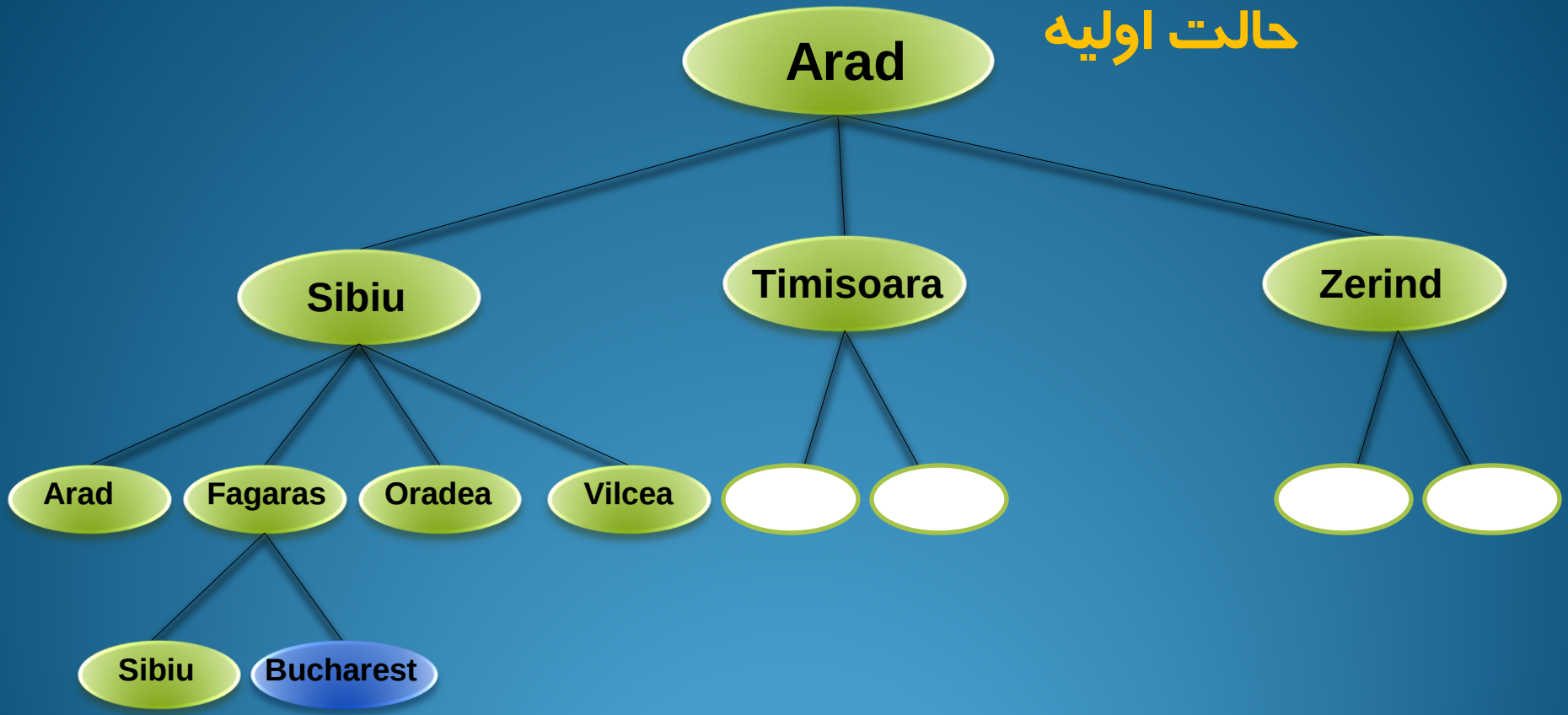
بررسی یک سفر

می خواهیم از شهر Arad به شهر Bucharest برویم :

حالت اولیه

حالت هدف

گراف جستجو


حالت اولیه
Arad
Sibiu
Timisoara
Zerind
Arad
Fagaras
Oradea
Vilcea
Sibiu
Bucharest
حالت هدف

توجه :

بین فضای حالت و درخت جستجو باید تفاوت قائل شویم .

در مسله مسافرت در رومانی :

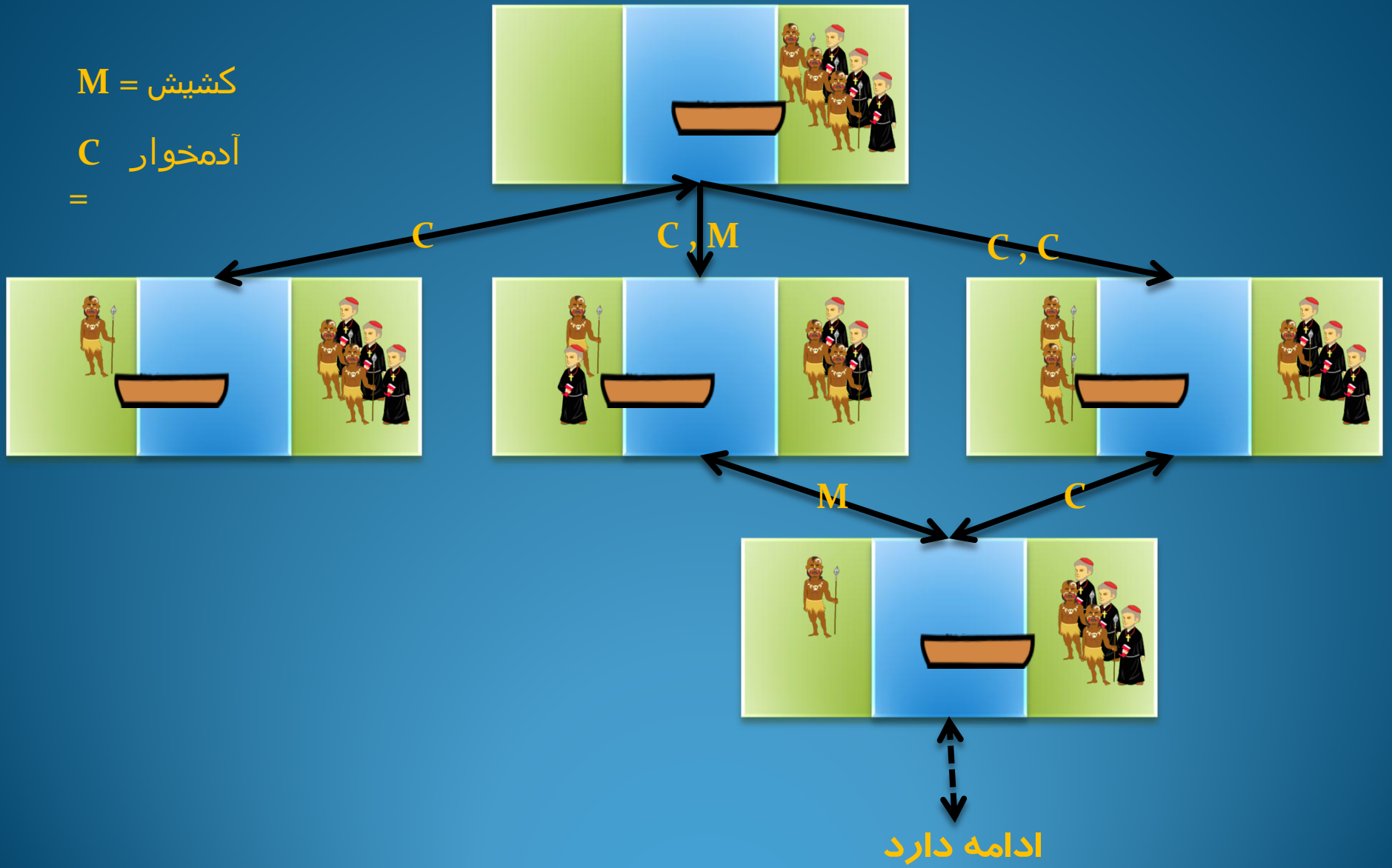
در این مسله ۲۰ حالت داریم برای هر شهر یک حالت

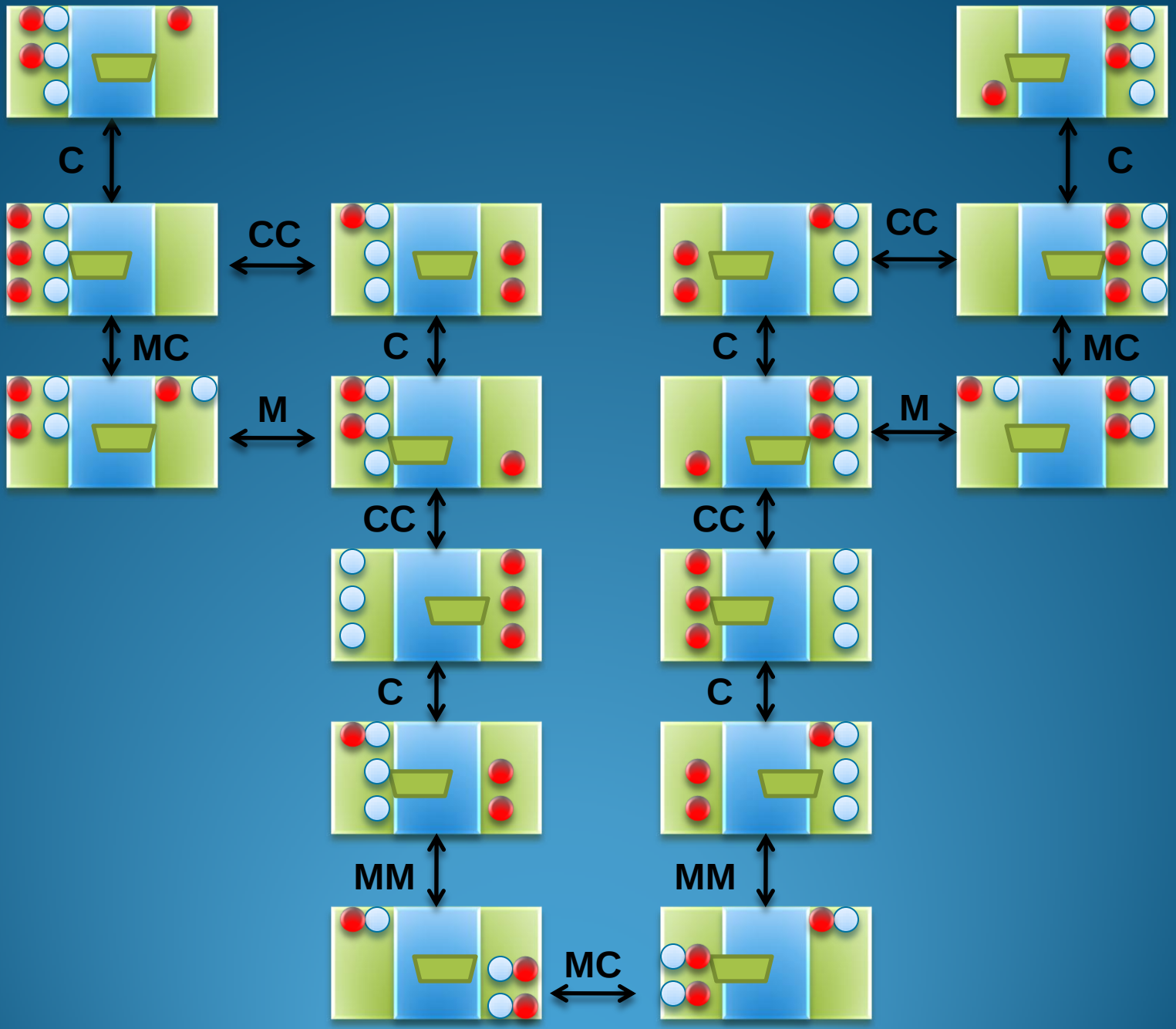
در این مسله درخت جستجو دارای تعداد نامحدودی گره است .

ایجاد گراف حالت سه کشیش و سه آدمخوار

M = کشیش

C = آدمخوار





Ahmad Abdali Mohamadi

۳ مسله مشابه سه کشیش و سه آدمخوار

گرگ و کلم و گوسفند

پدر و دو فرزند

میمون ها و آدم ها

گرگ و کلم و گوسفند

کشاورزی پس از خرید یک گرگ, یک کلم و یک گوسفند از بازار بازمیگردد. در راه بازگشت باید از رودخانه ای عبور کند.اما قایق او تنها برای یکی از اینها جا دارد.او نمی تواند گوسفند و کلم را یک جا نگاه دارد زیرا ممکن است گوسفند کلم را ببلعد.از سوی دیگر ماندن گرگ و گوسفند هم در کنار هم موجب از بین رفتن گوسفند می شود.پس چه طور می تواند آنها را بدون اینکه آسیب ببینند جابه جا کند؟

Ahmad Abdali Mohamadi

پدر و دو فرزند

پدری با دو فرزند خود به رودخانه ای رسیدند . تنها راه گذشتن از رود خانه این بود که از یک ماهیگیر بخواهند قایق خود را به آنها امانت بدهد.اما قایق تنها می تواند یک آدم بالغ یا دو کودک را حمل کند.پس این خانواده چه طور می توانند به سمت دیگر بروند و در نهایت قایق را به ماهیگیر بازگرداند؟

Ahmad Abdali Mohamadi

مسله میمون ها و آدم ها

سه آدم یک میمون بزرگ و دو میمون کوچک بایستی از رودخانه ای عبور کنند.
فقط انسانها و میمون بزرگ میتوانند قایق را برانند.
همیشه تعداد انسانها در یک سمت باید برابر یا بیشتر از تعداد میمون ها باشد . در غیر این صورت بلعیده خواهند شد.
قایق تنها برای دو نفر جا دارد. چه میمون چه انسان.
میمونها می توانند از قایق هنگامی که کناره گرفته بپرند.

Ahmad Abdali Mohamadi

تمرین :

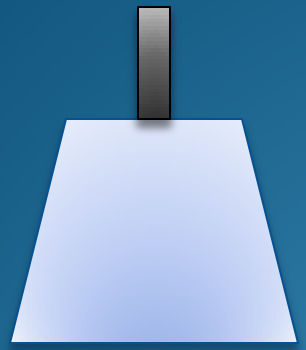
به دلخواه دو مورد از سه مورد زیر را انجام دهید؟

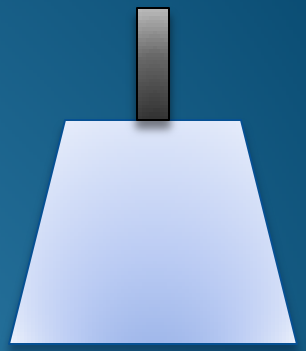
گراف فضای حالت مسله گرگ و کلم و گوسفند را رسم کنید ؟

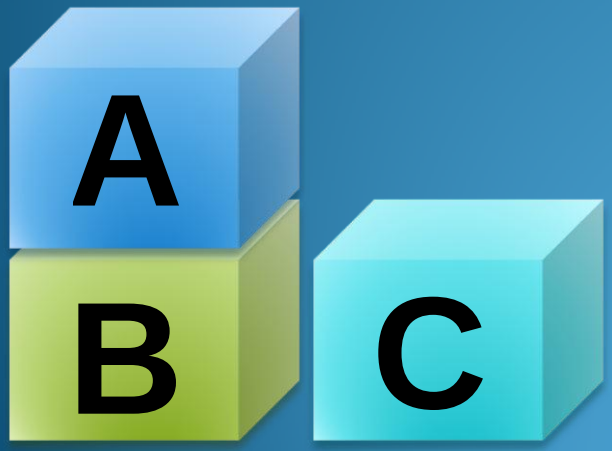
گراف فضای حالت مسله پدر و دو فرزند را رسم کنید ؟

گراف فضای حالت مسله میمو ن ها و آدم ها را رسم کنید ؟

مرتب سازی بلوک ها



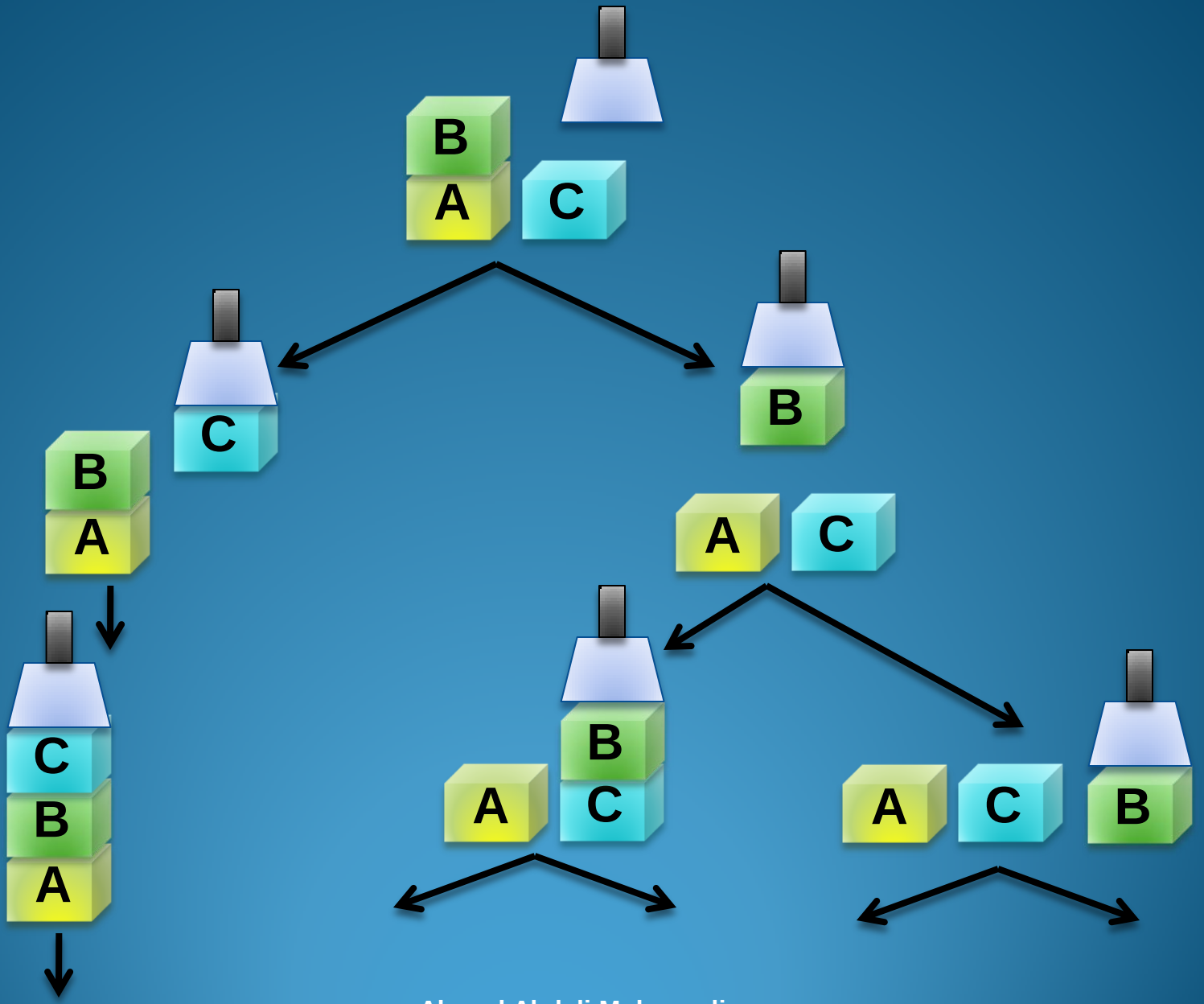




بعد از مرتب سازی

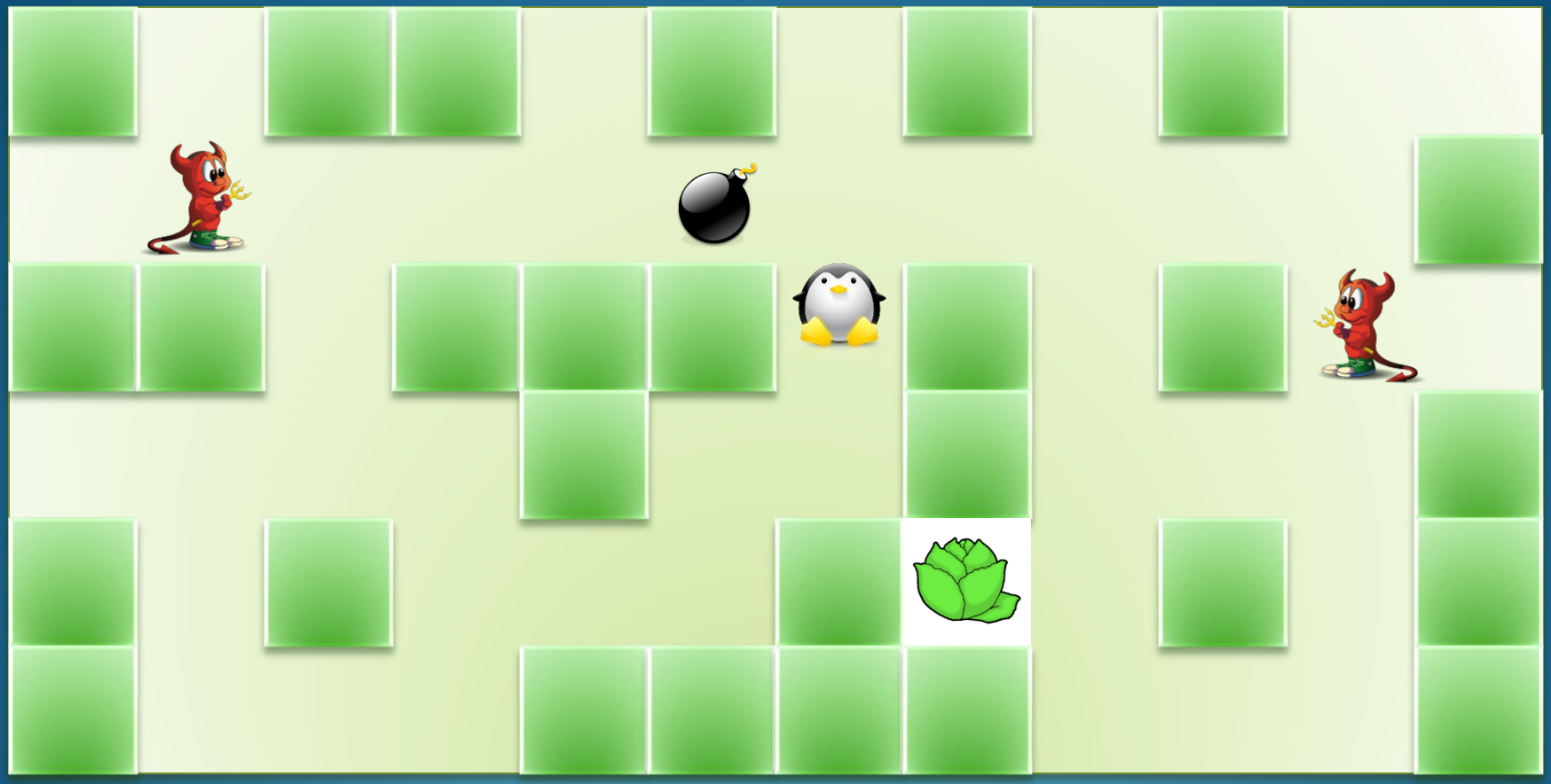
Ahmad Abdali Mohamadi

ایجاد گراف حالت مرتب سازی بلوک ها

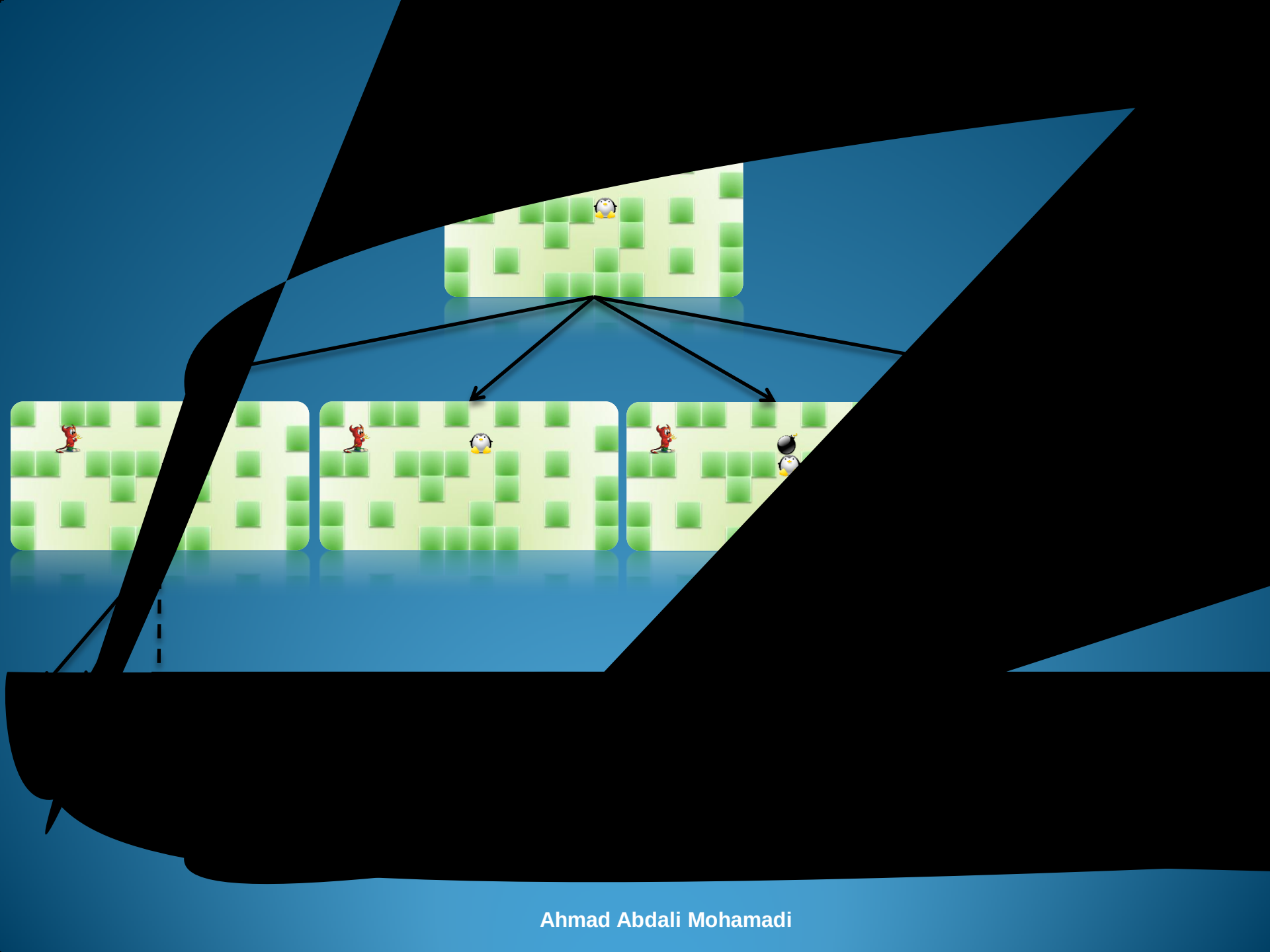


Ahmad Abdali Mohamadi

یک بازی ساده

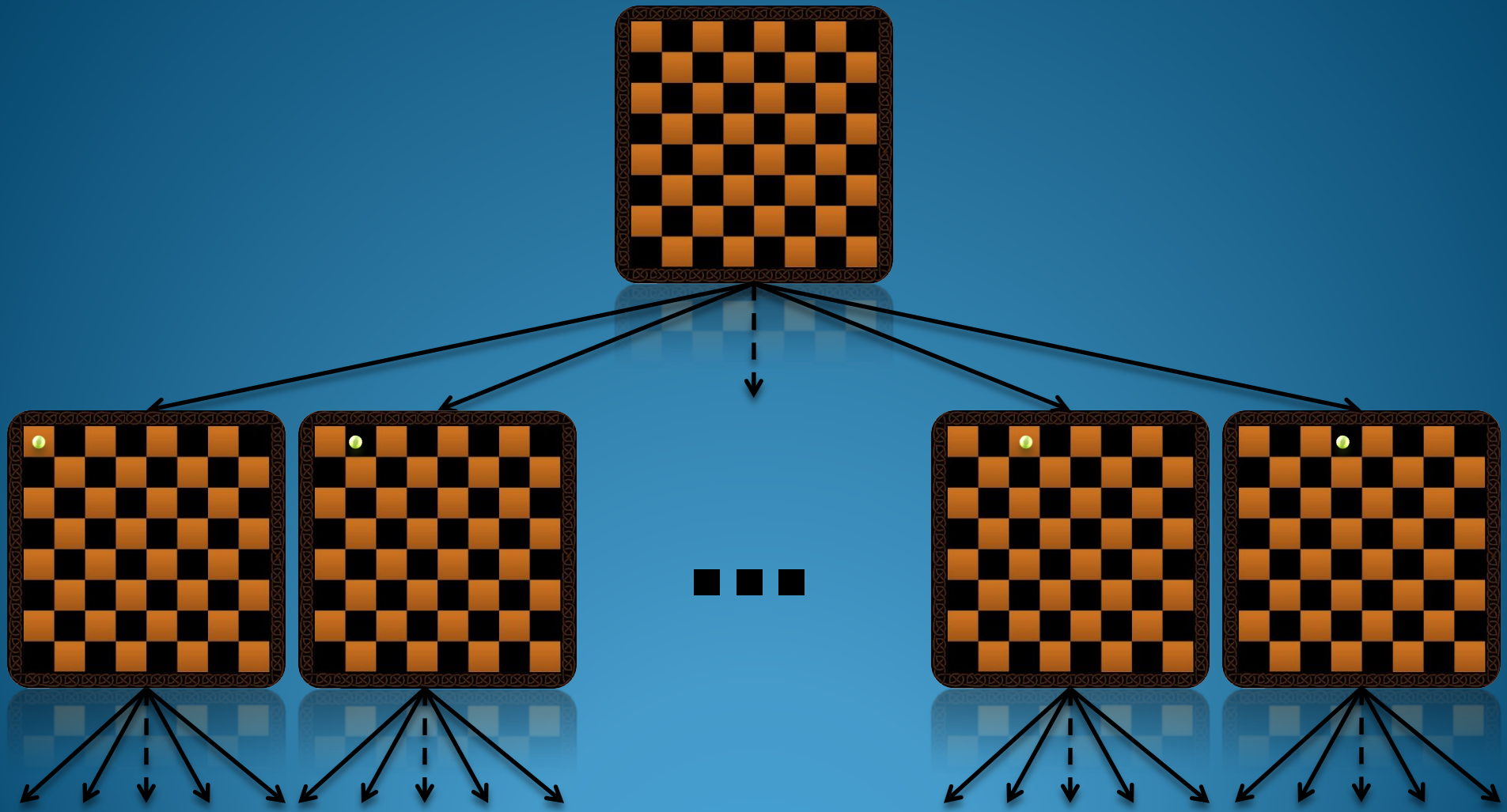


Ahmad Abdali Mohamadi

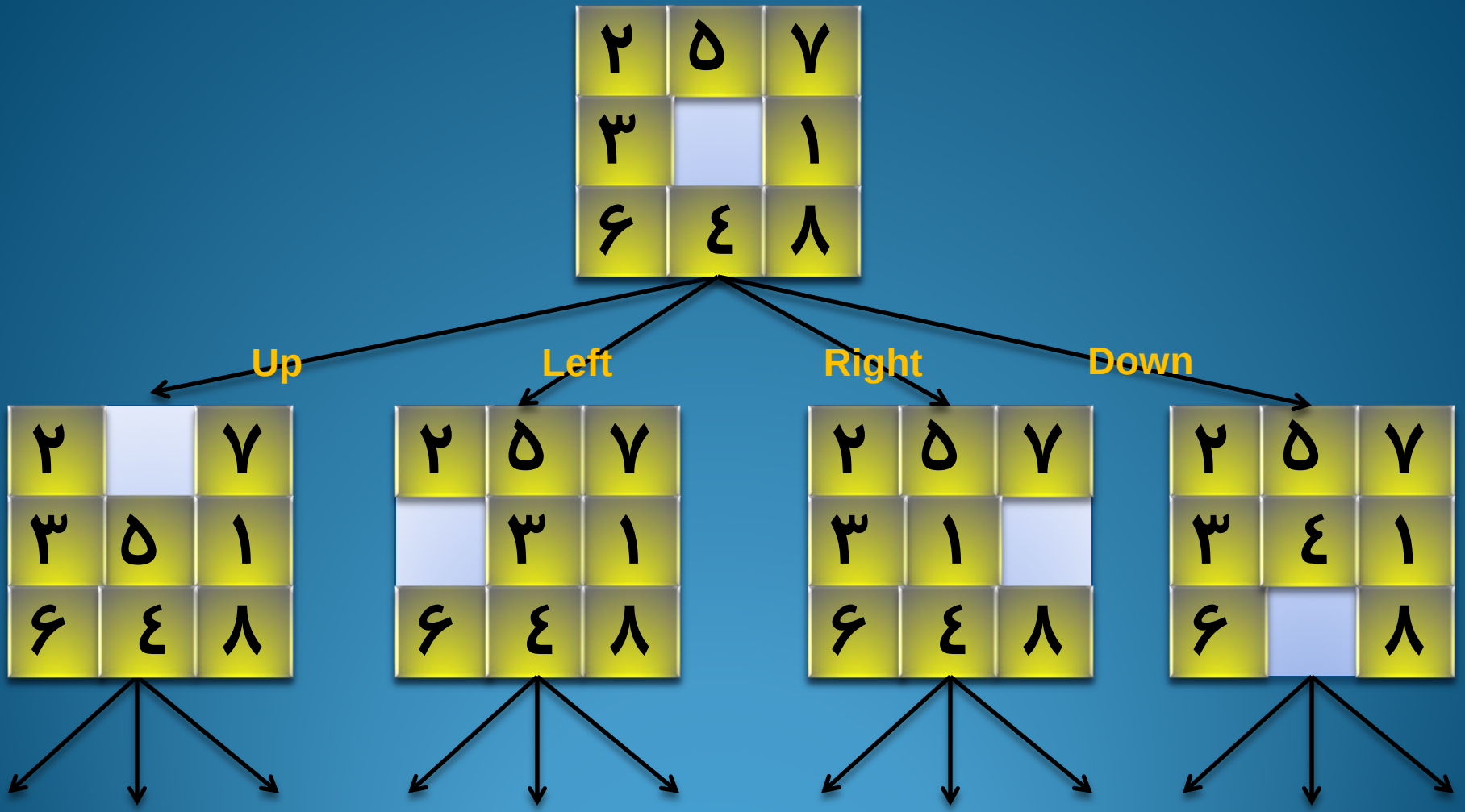


Ahmad Abdali Mohamadi

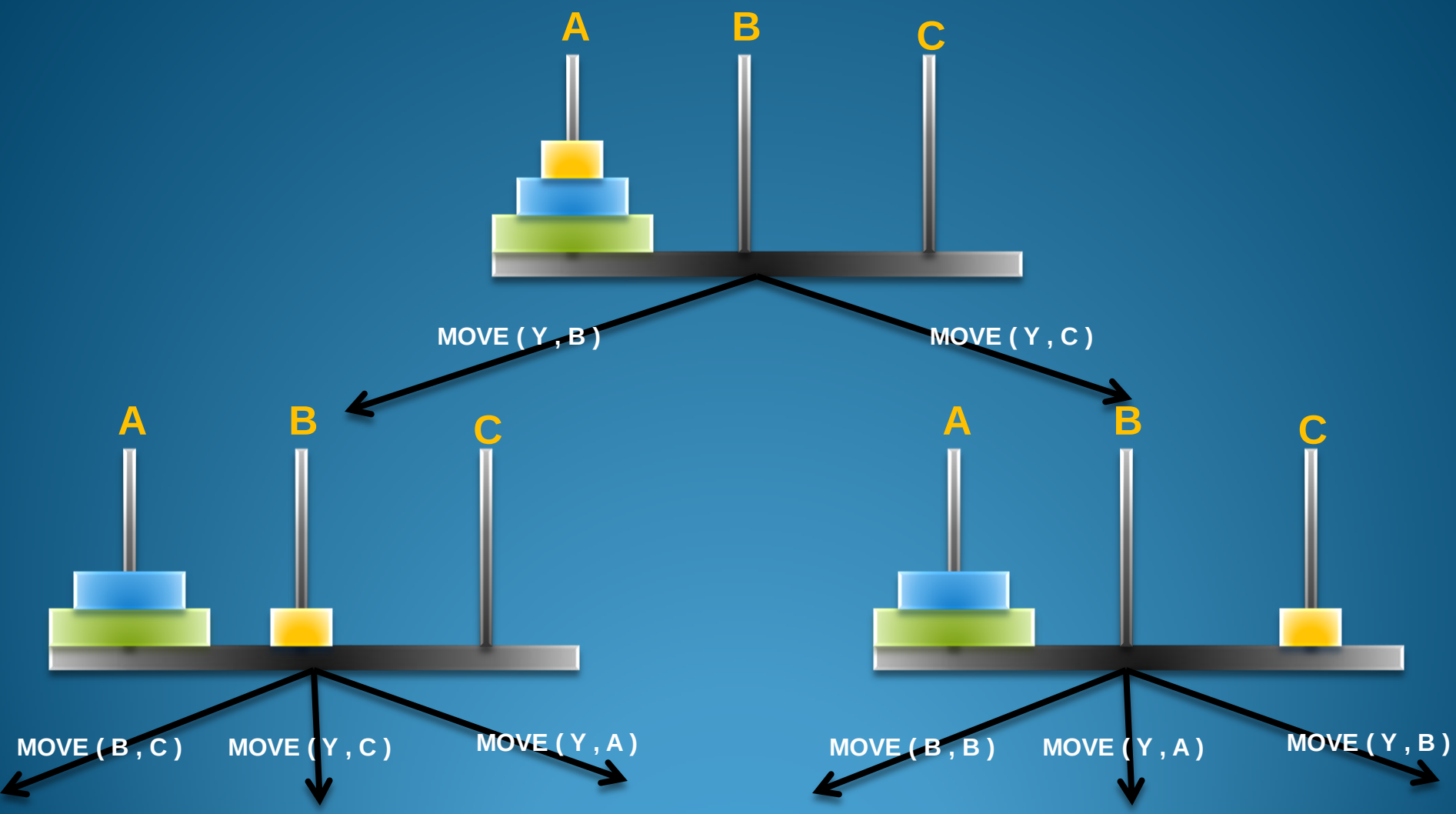
گراف حالت هشت وزیر



گراف حالت معمای هشت



گراف حالت برج هانوی



Ahmad Abdali Mohamadi

معیار کارایی الگوریتم جستجو

۱) کامل بودن :

الگوریتم تضمین دهد که یک راه حل بر می گرداند .

۲) بهینه بودن

الگوریتم تضمین دهد که کم هزینه ترین راه حل بر می گرداند .

۳) پیچیدگی زمانی

چقدر الگوریتم جستجو طول می کشد تا یک راه حل را پیدا شود .

٤) پیچیدگی فضای

به چه مقدار حافظه برای یافتن یک راه حل نیاز داریم .

معیار دیگر پیچیدگی مسله

معیار دیگر پیچیدگی مسله ≈ اندازه گراف فضای حالت است

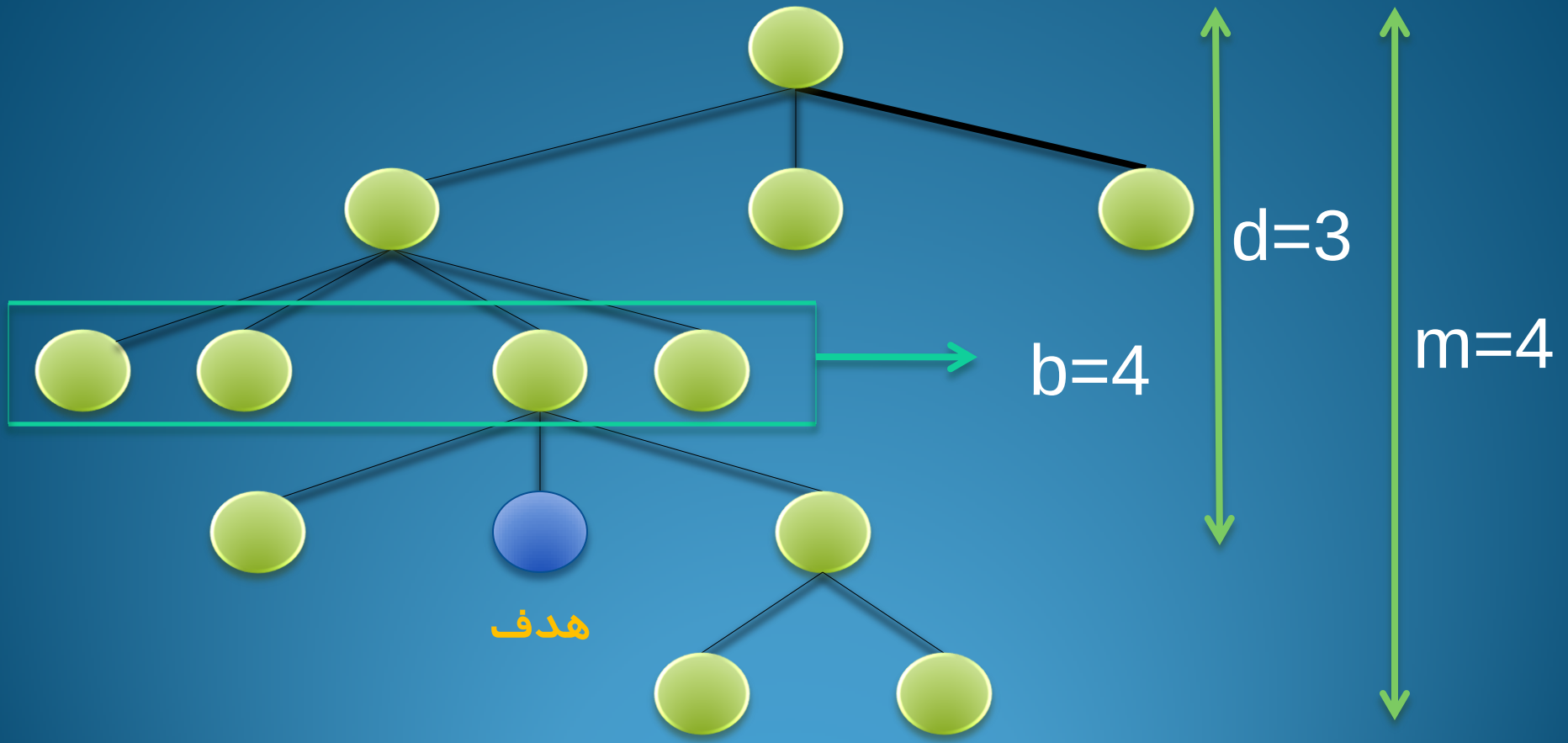
پیچیدگی در گراف با سه پارامتر زیر سنجیده می شود :

۱) فاکتور انشعاب که حداکثر فرزندان یک گره است با حرف b نشان داده می شود .

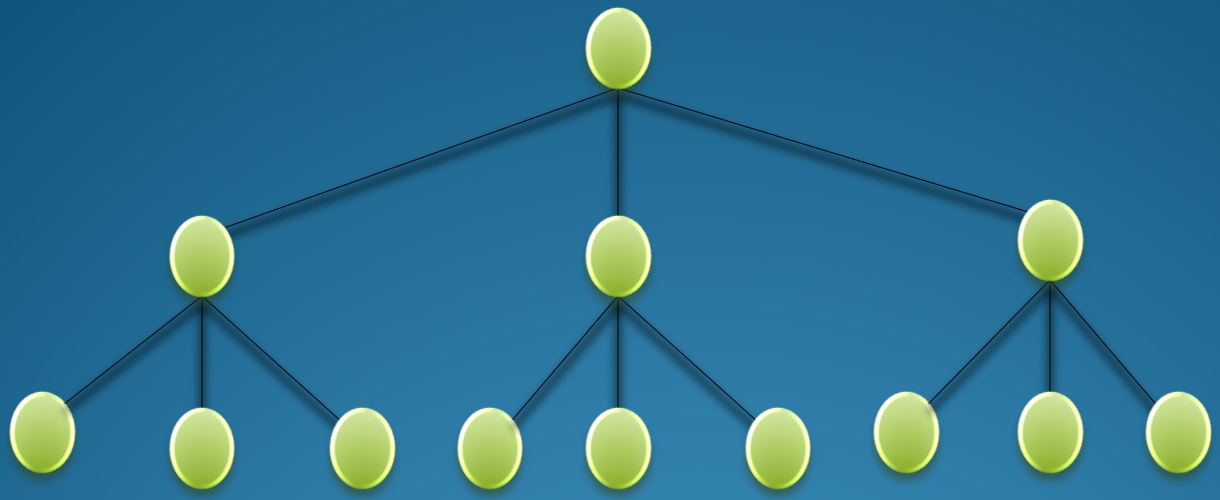
۲) کم عمق ترین گره هدف که با حرف d نشان داده می شود .

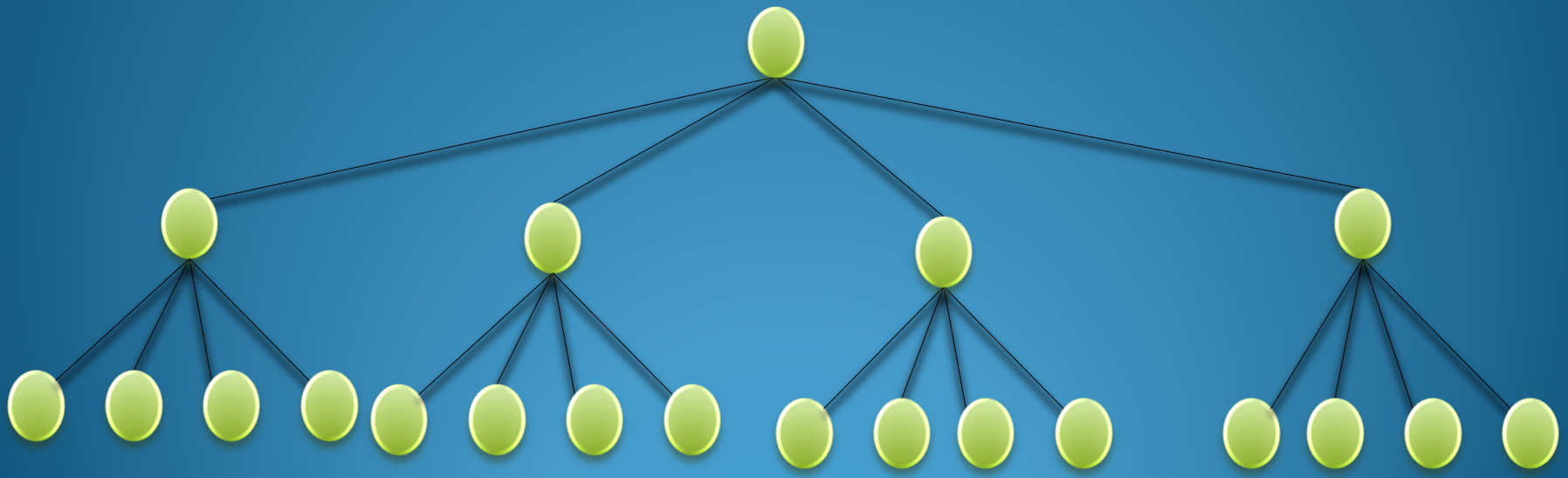
۳) طولانی ترین مسیر فضای حالت که با حرف m نشان داده می شود .

یک مثال



سوال : پیچیدگی کدام بیشتر است ؟





انواع جستجو

جستجو

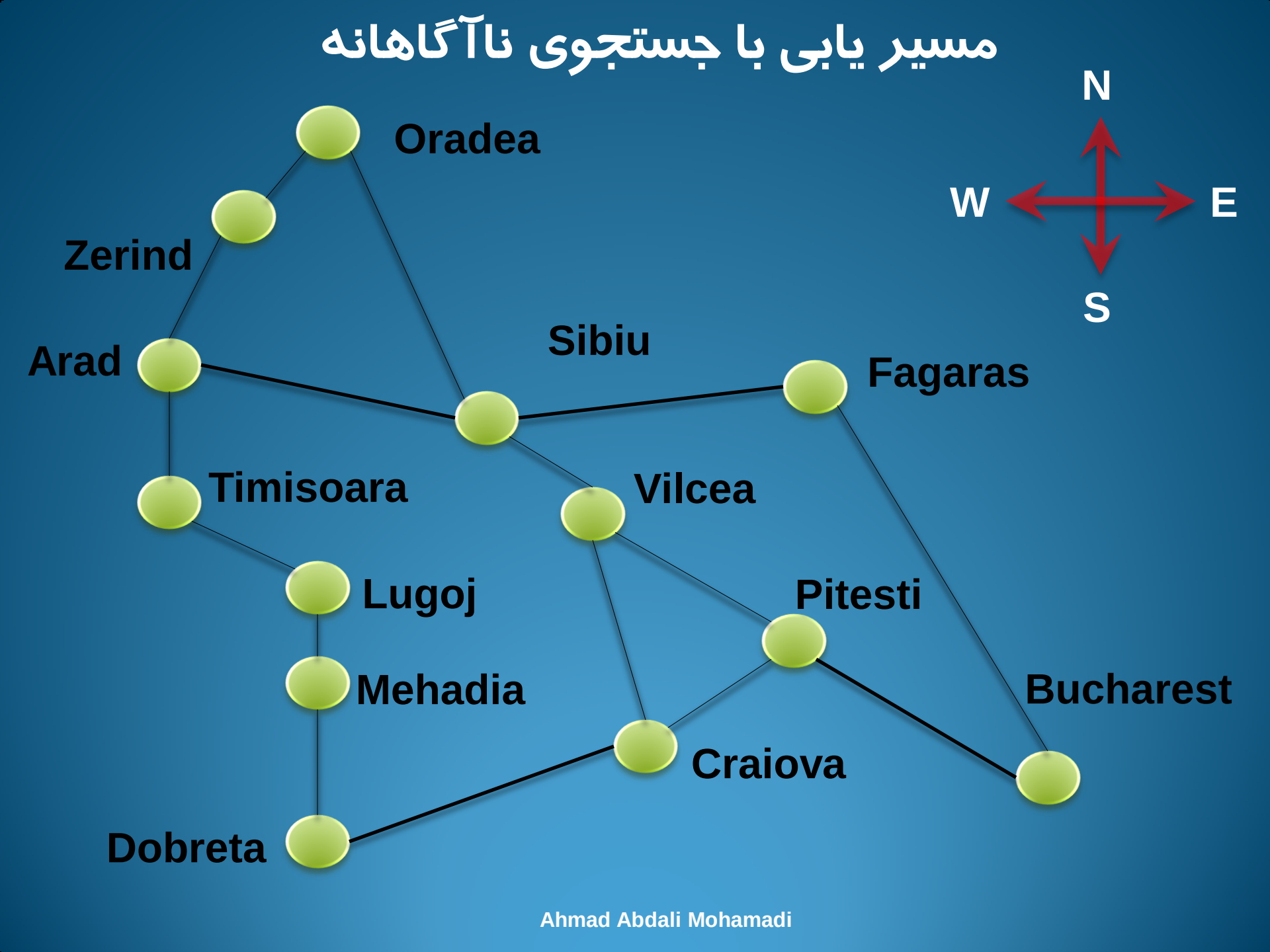
جستجوی نا آگاهانه یا جستجوی کور

۱) هیچ اطلاعات اظافی در مورد حالتها ندارد

۲) تنها می تواند حالات را تولید و تشخیص دهد کدام حالت هدف است یا هدف نیست .

جستجوی آگاهانه یا جستجوی هیوریستیک

مسیر یابی با جستجوی ناآگاهانه



Ahmad Abdali Mohamadi

انواع جستجوی نا آگاهانه

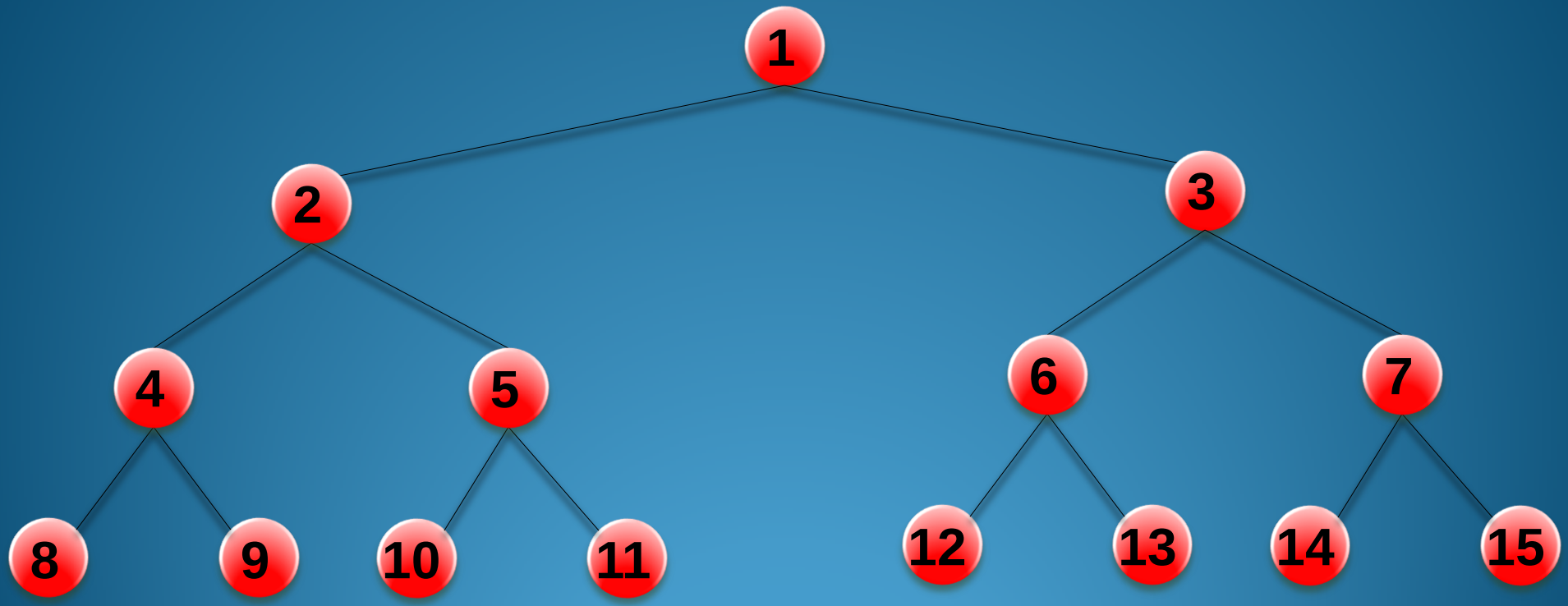
- جستجوی سطحی یا عرضی
- جستجوی هزینه یکنواخت
- جستجوی عمقی
- جستجوی عمقی محدود
- جستجوی عمقی با تکرار
- جستجوی دو طرفه

جستجوی سطحی یا عرضی

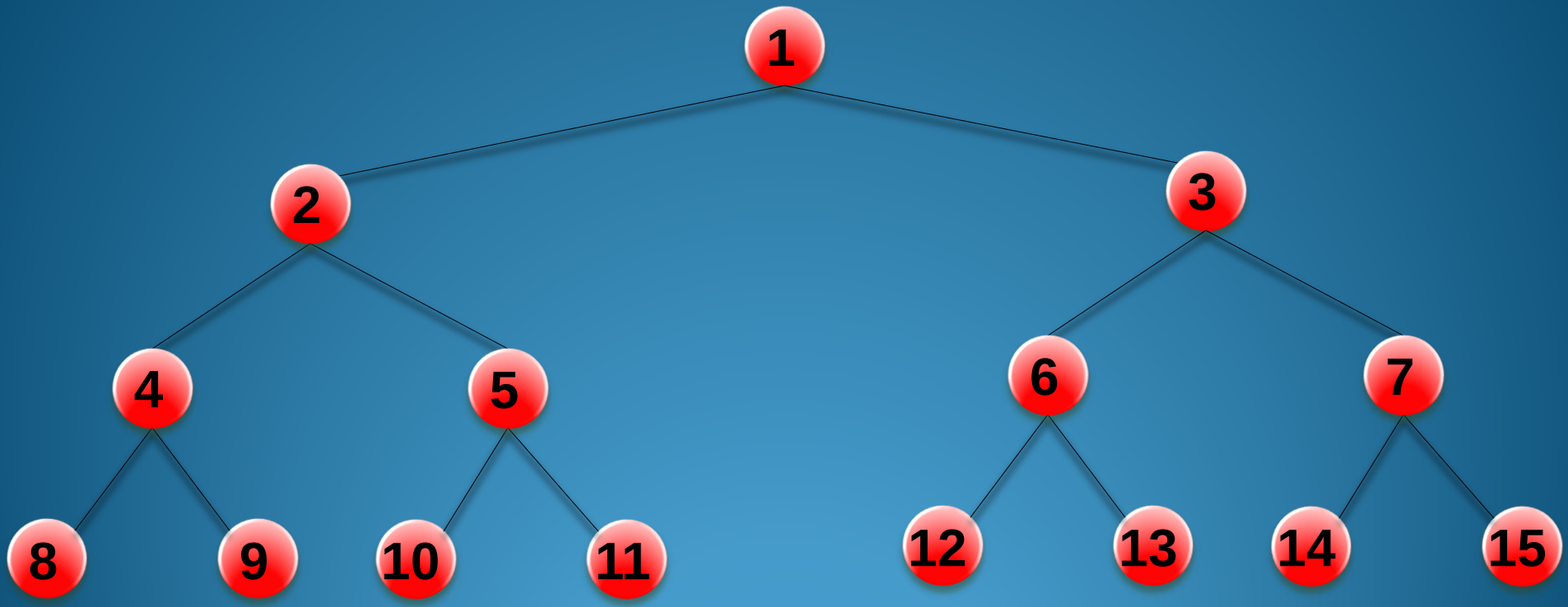
در این روش ابتدا ریشه گسترش می یابد. اگر ریشه جواب مسئله بود الگوریتم پایان می پذیرد .
در غیر اینصورت فرزندان ریشه گسترش میابند. حال بصورت سطحی در بین فرزندان ریشه بررسی میکنیم که آیا به جواب رسیده ایم یا خیر؟ اگر در این سطح به جواب نرسیم تمام گره هایی که توسط ریشه تولید شده اند خودشان گسترش می یابند و سطح بعدی را تشکیل میدهند. در هر سطح جستجو برای جواب انجام میگیرد تا نهایتا به جواب برسیم.

جستجوی سطحی یا عرضی

مثال : پیاده سازی جستجوی سطحی روی درخت زیر

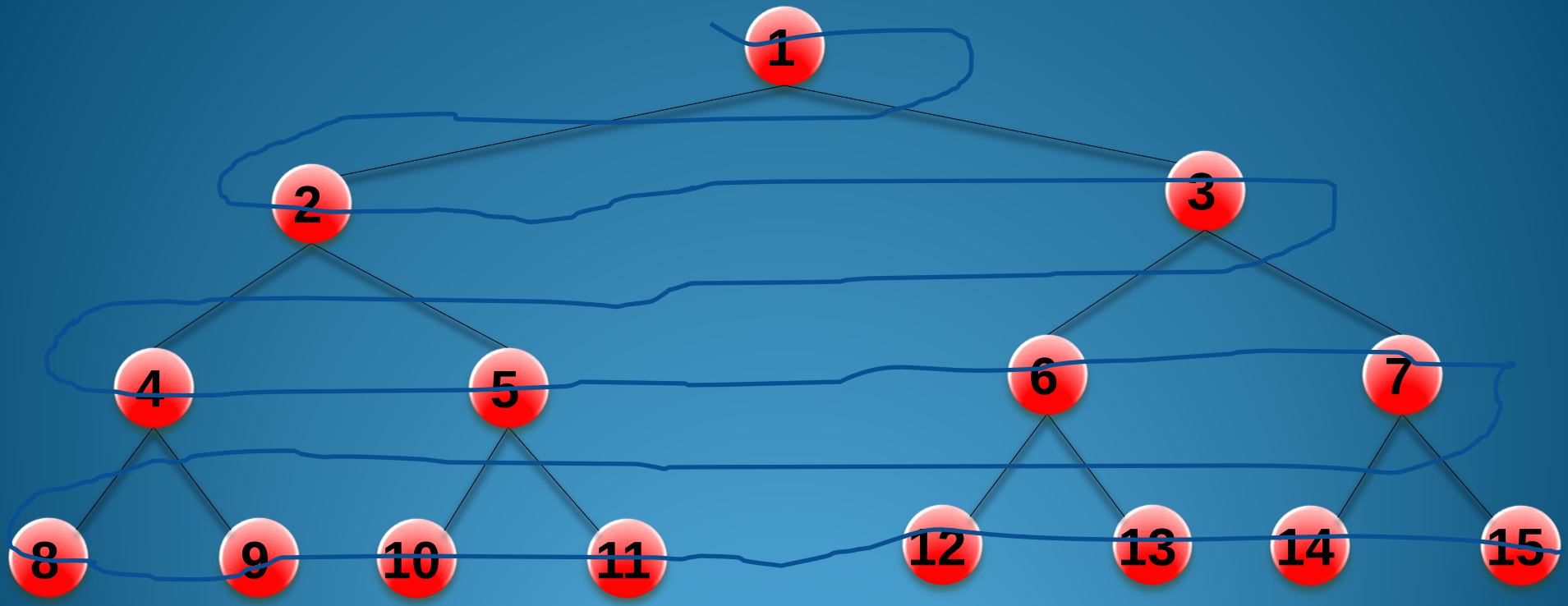


انجام جستجوی سطحی



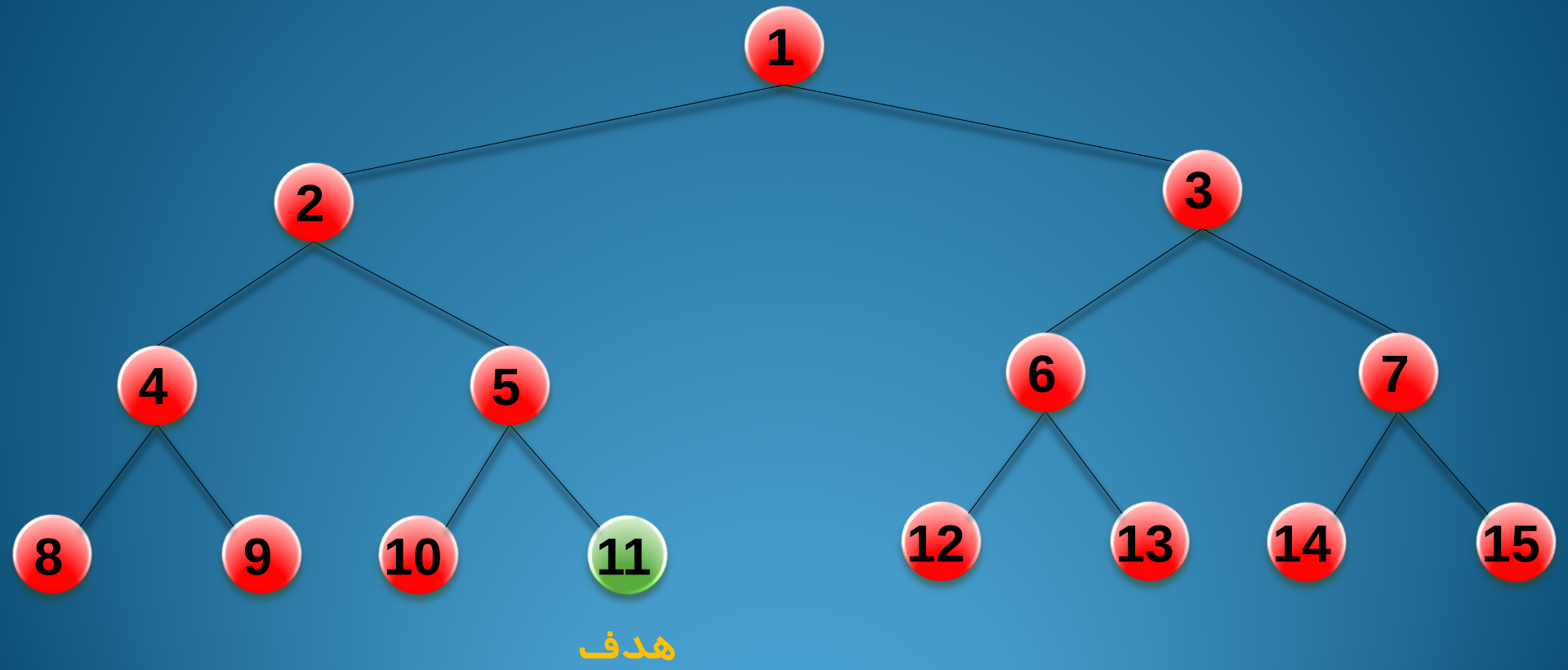
Ahmad Abdali Mohamadi

تر تیب ظاهر شدن گره ها در جستجوی سطحی

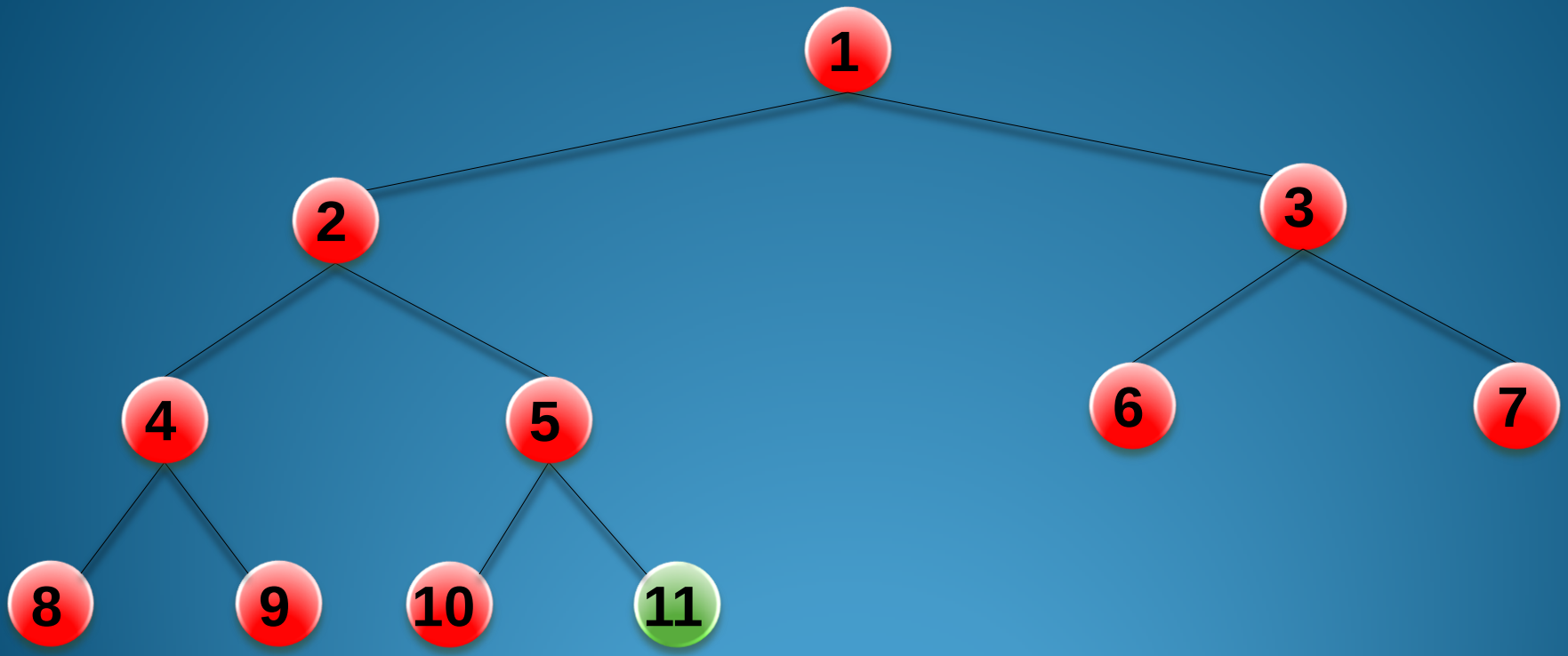


مثال :

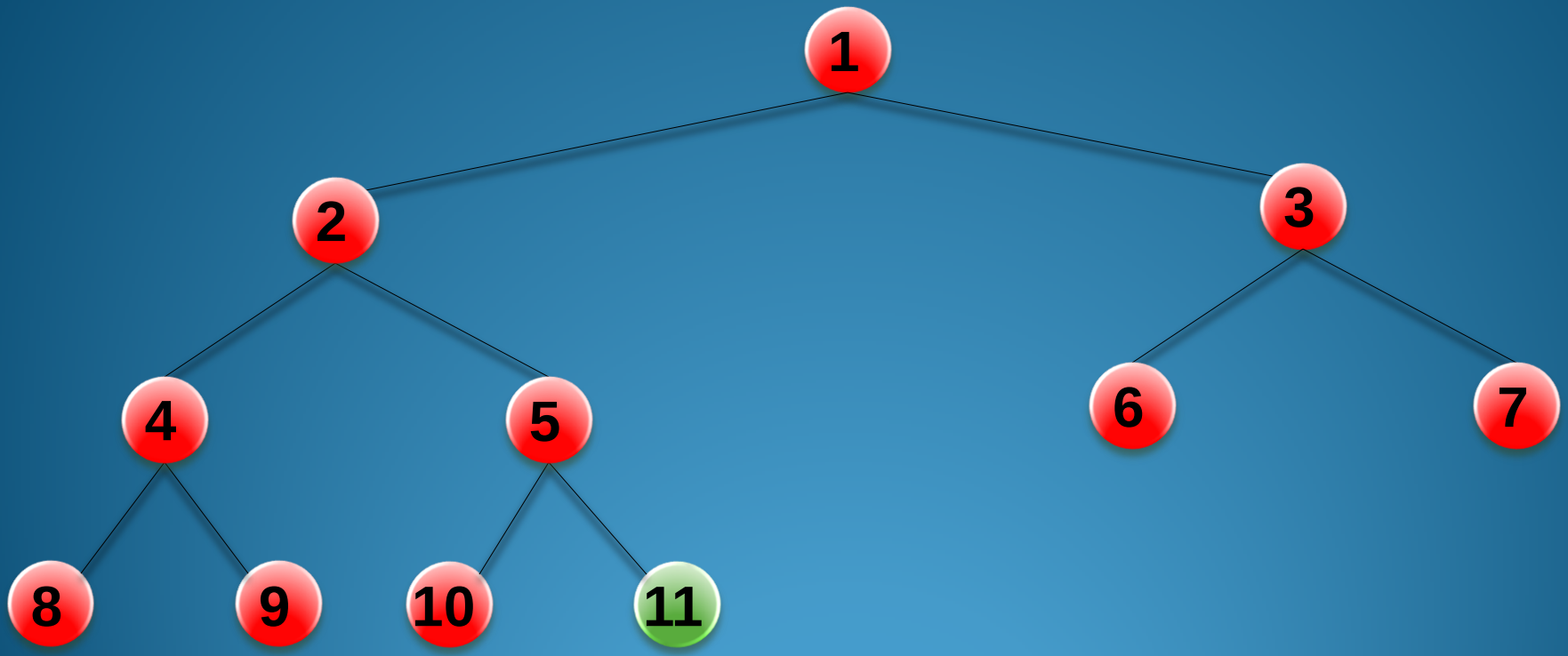
روی درخت زیر اگر جستجوی سطحی را انجام دهیم بعد از چند تست به هدف می رسیم ؟



انجام جستجوی سطحی برای یافتن هدف



مثال : پیمایش سطحی درخت زیر را بدست آورید ؟



الگوریتم جستجوی سطحی

توجه : برای پیاده سازی الگوریتم جستجوی سطحی از ساختمان داده صف استفاده می شود .

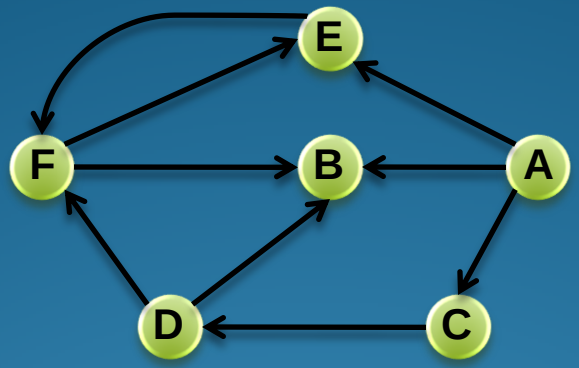
۱) یک صف خالی ایجاد کن و حالت اولیه را در آن قرار بده

۲) اگر لیست خالی است جواب نداریم در غیر این صورت عنصر سر صف را بخوان

۳) اگر عنصر خوانده شده جواب است مسیر را به عنوان جواب برگردان

٤) در غیر این صورت عنصر خوانده شده را از صف خارج کن و فرزندان آن را در صورت وجود و ملاقات نشدن در انتهای صف قرار بده و به مرحله ۲ برو.

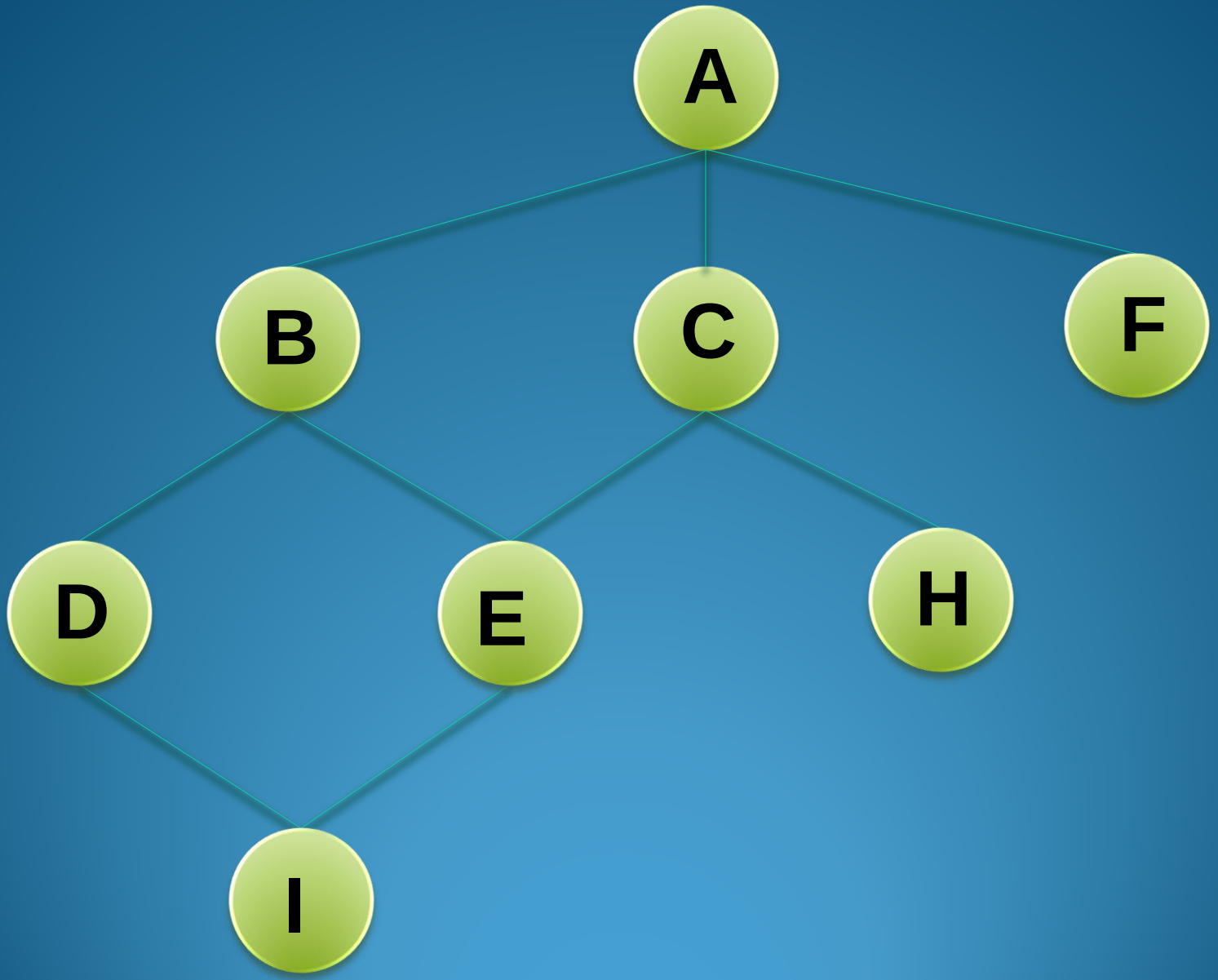
یک مثال از پیاده سازی الگوریتم جستجوی سطحی



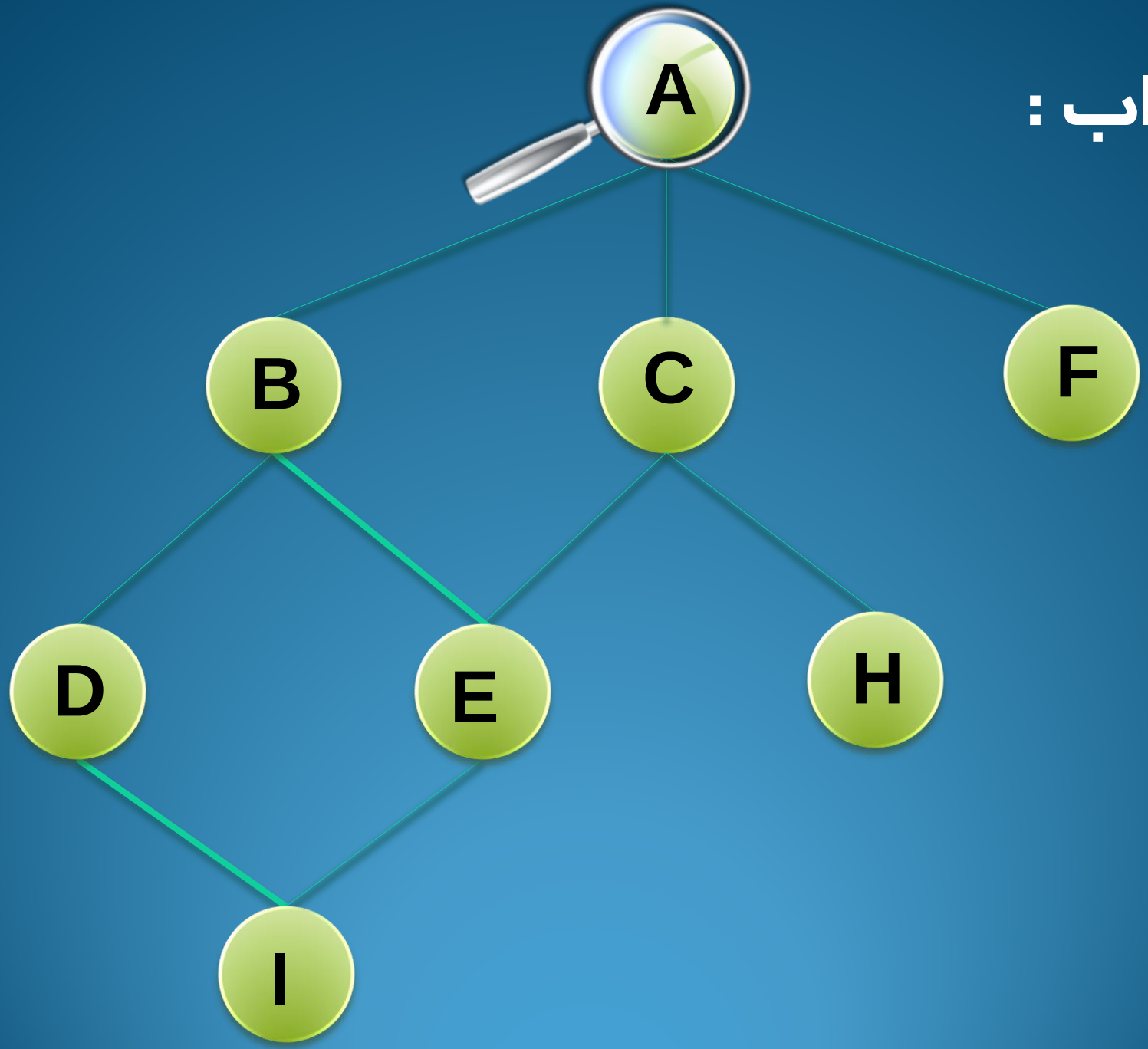
انتهای صف	ابتدای صف	
...	A	
...		A
...	E C	AB
...	E	ABC

انتهای صف	ابتدای صف	
...	D E	ABC
...	F D	ABCE
...	F	ABCED
...		ABCEDF

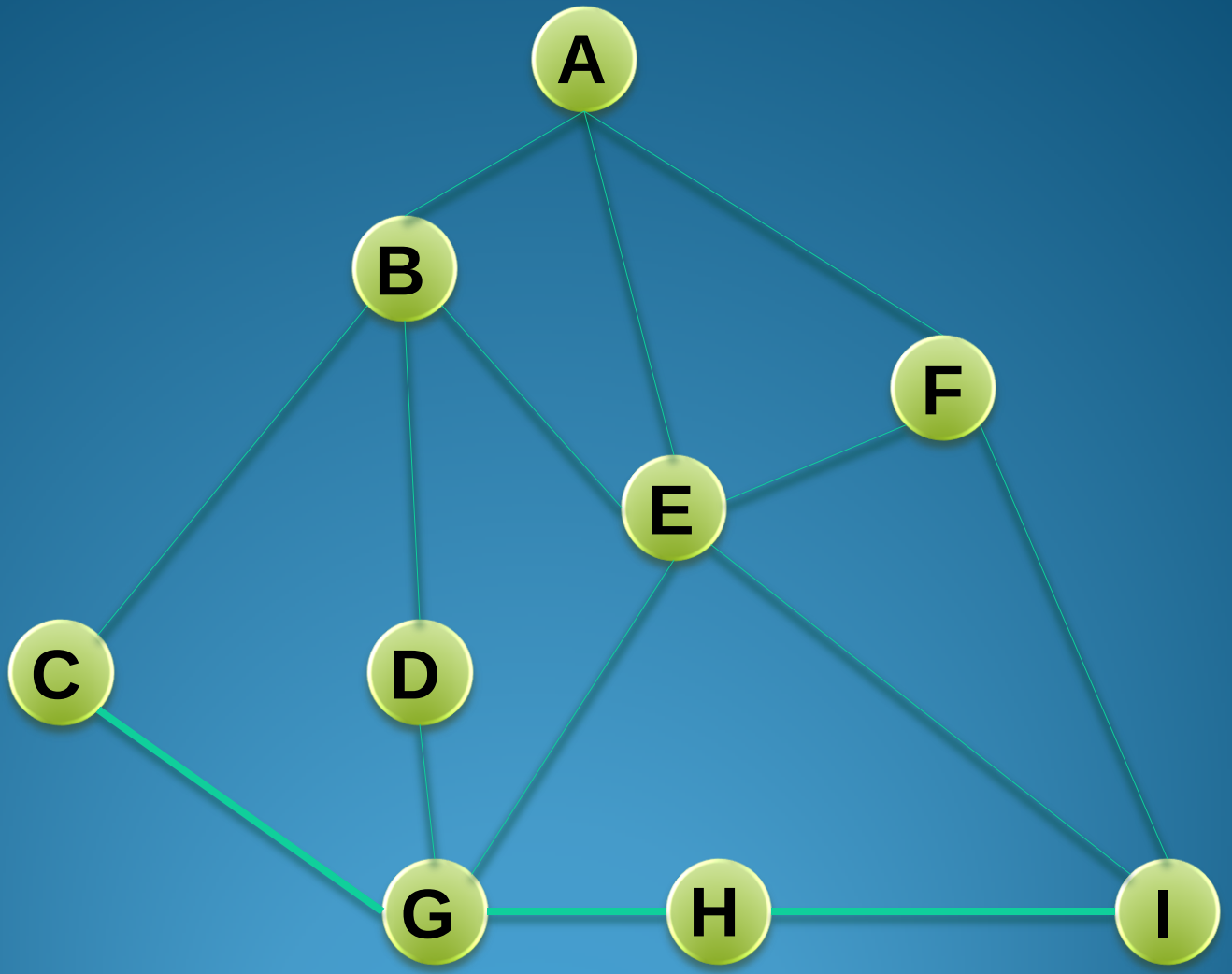
سوال : الگوریتم جستجوی سطحی را روی گراف زیر پیاده کنید ؟



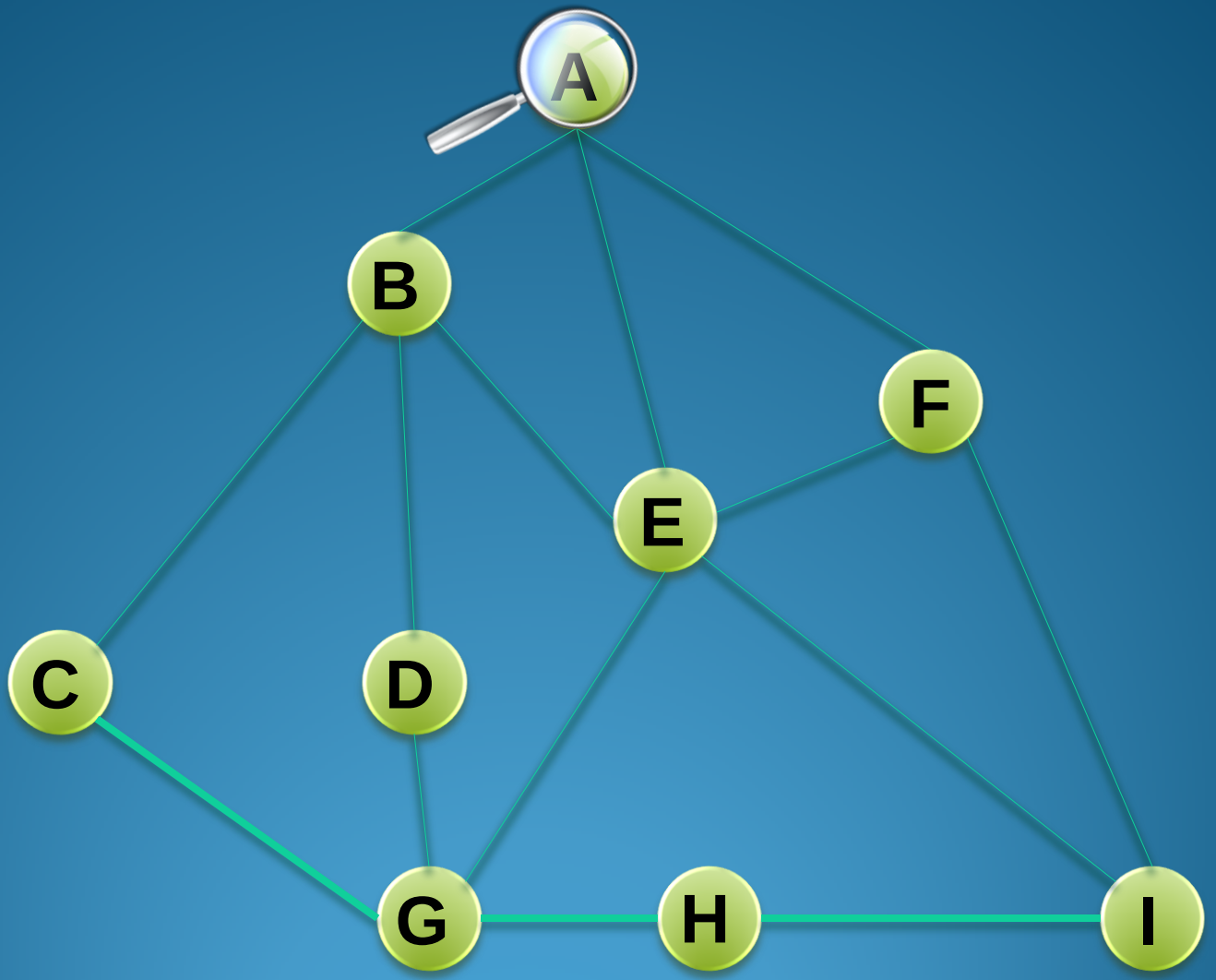
جواب :



سوال : الگوریتم جستجوی سطحی را روی گراف زیر پیاده کنید ؟

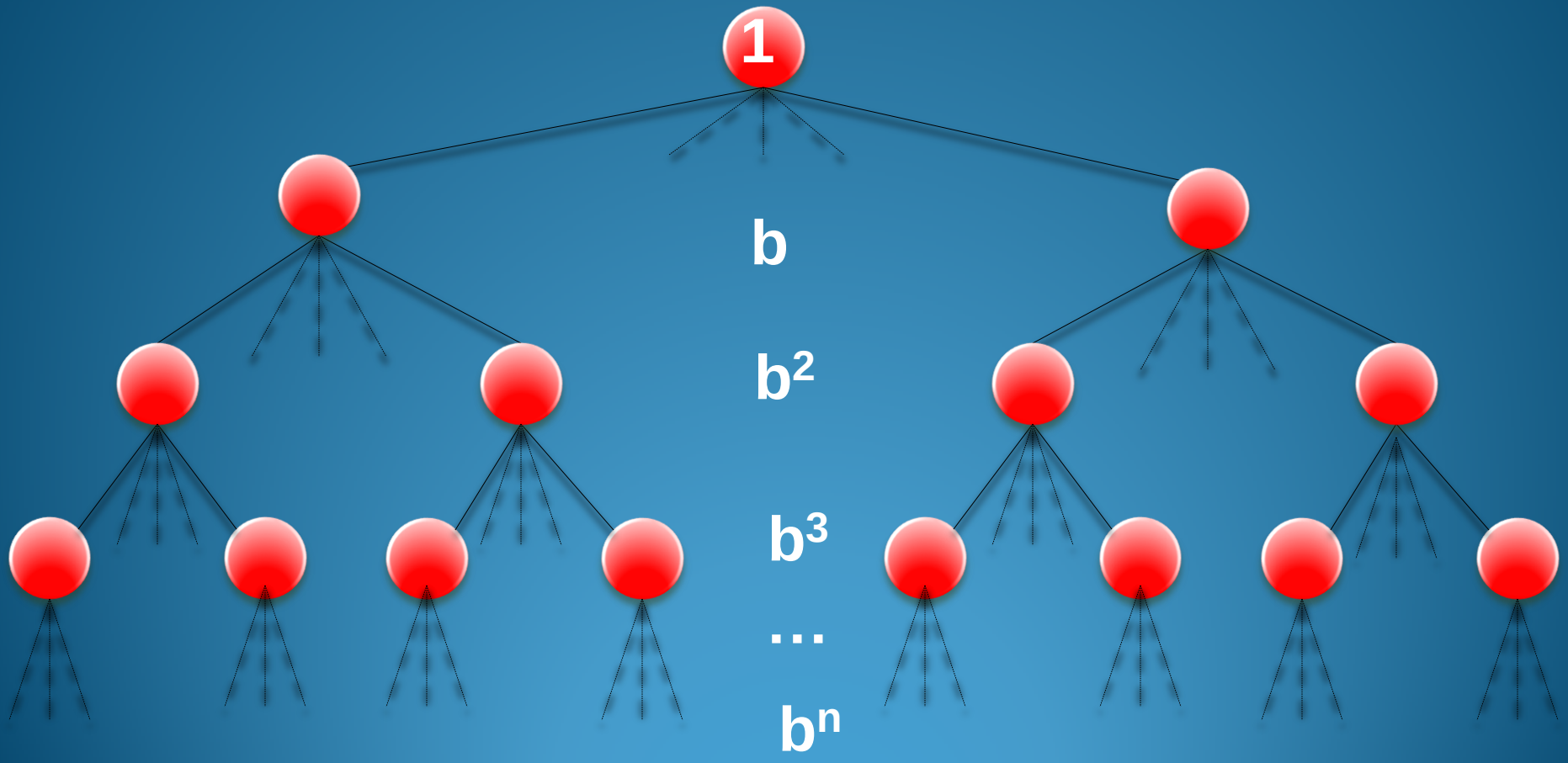


جواب :

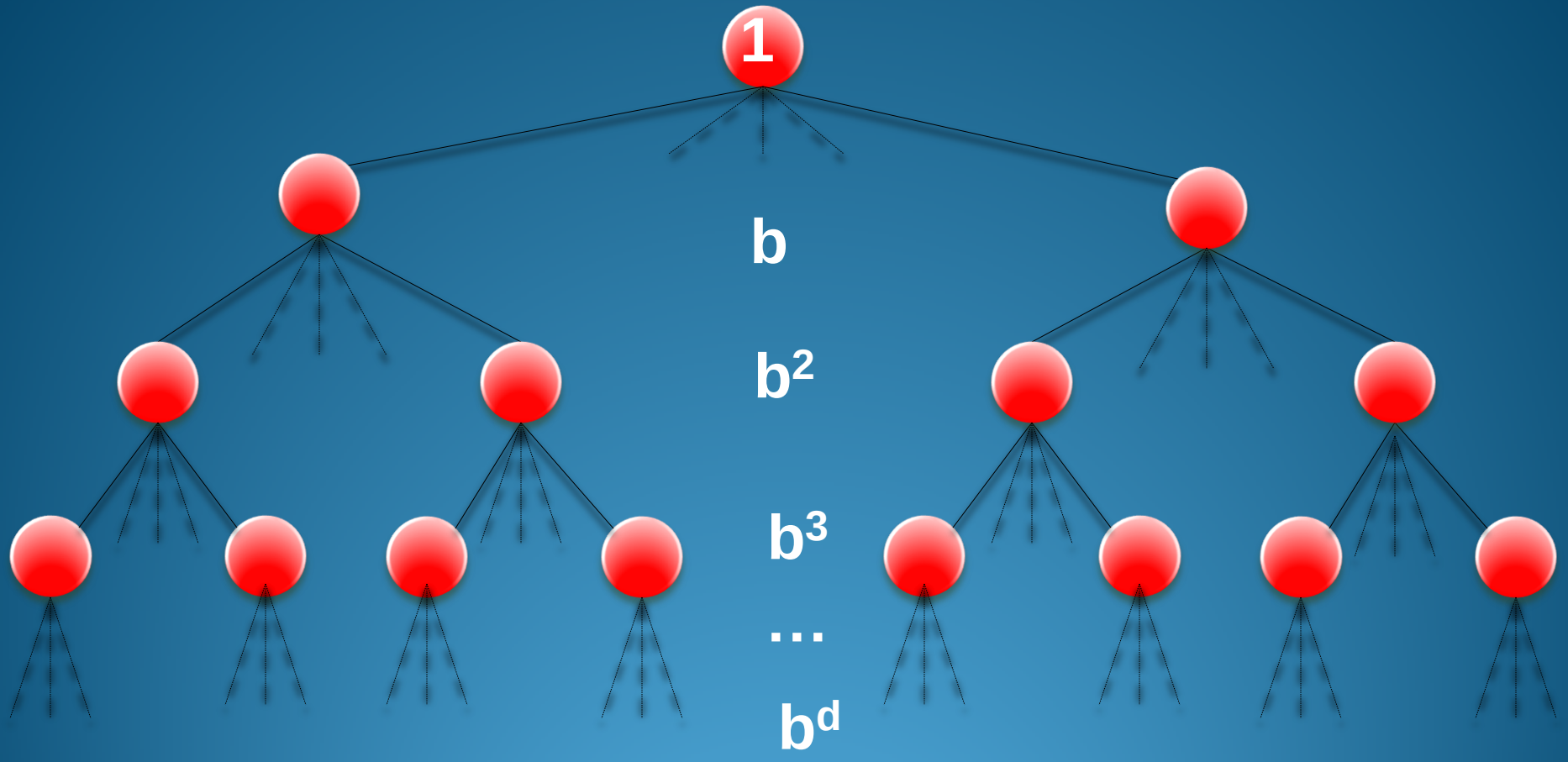


محاسبه پیچیدگی الگوریتم جستجوی سطحی در بدترین حالت

بدترین حالت زمانی است که تمام گره ها به مقدار فاکتور انشعاب(b) گسترش می یابند :



محاسبه پیچیدگی الگوریتم جستجوی سطحی در بدترین حالت



$1 + b + b^2 + \ldots + b^d = O(b^d)$

d ارتفاع درخت است

میزان مصرف حافظه و زمان الگوریتم جستجوی سطحی

حافظه مصرفی	زمان	تعداد گره	عمق
۱۰۰ بایت	۱ میلی ثانیه	۱	۰
۱۱ کیلو بایت	۱۰۰ میلی ثانیه	۱۱۱	۱
۱۱/۱۱۱ ترا بایت	۳۵۰۰ سال	$۱۰^{۱۴}$	۲

خصوصیات الگوریتم جستجوی سطحی

امتیازات اصلی این الگوریتم :

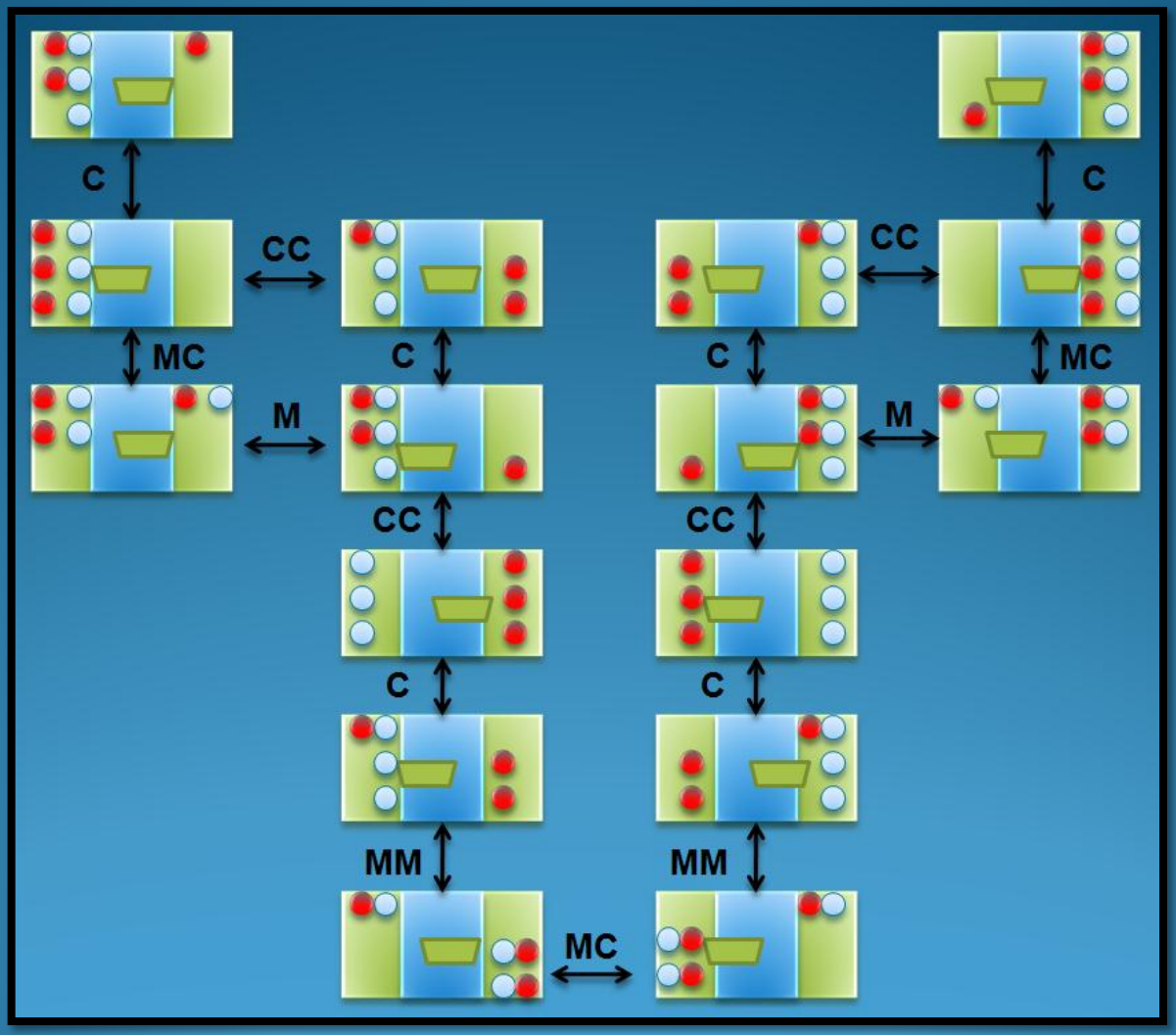
۱) کامل است یعنی اگر مسله راه حلی داشته باشد حتماً آنرا پیدا می کند .

۲) بهینه است یعنی اگر چندین راه حل وجود داشته باشد جستجوی اول سطح ضمانت می کند که کم عمق ترین جواب را مشخص کند .

عیب اصلی این الگوریتم : پیچیدگی زمانی و فضایی زیادی دارد

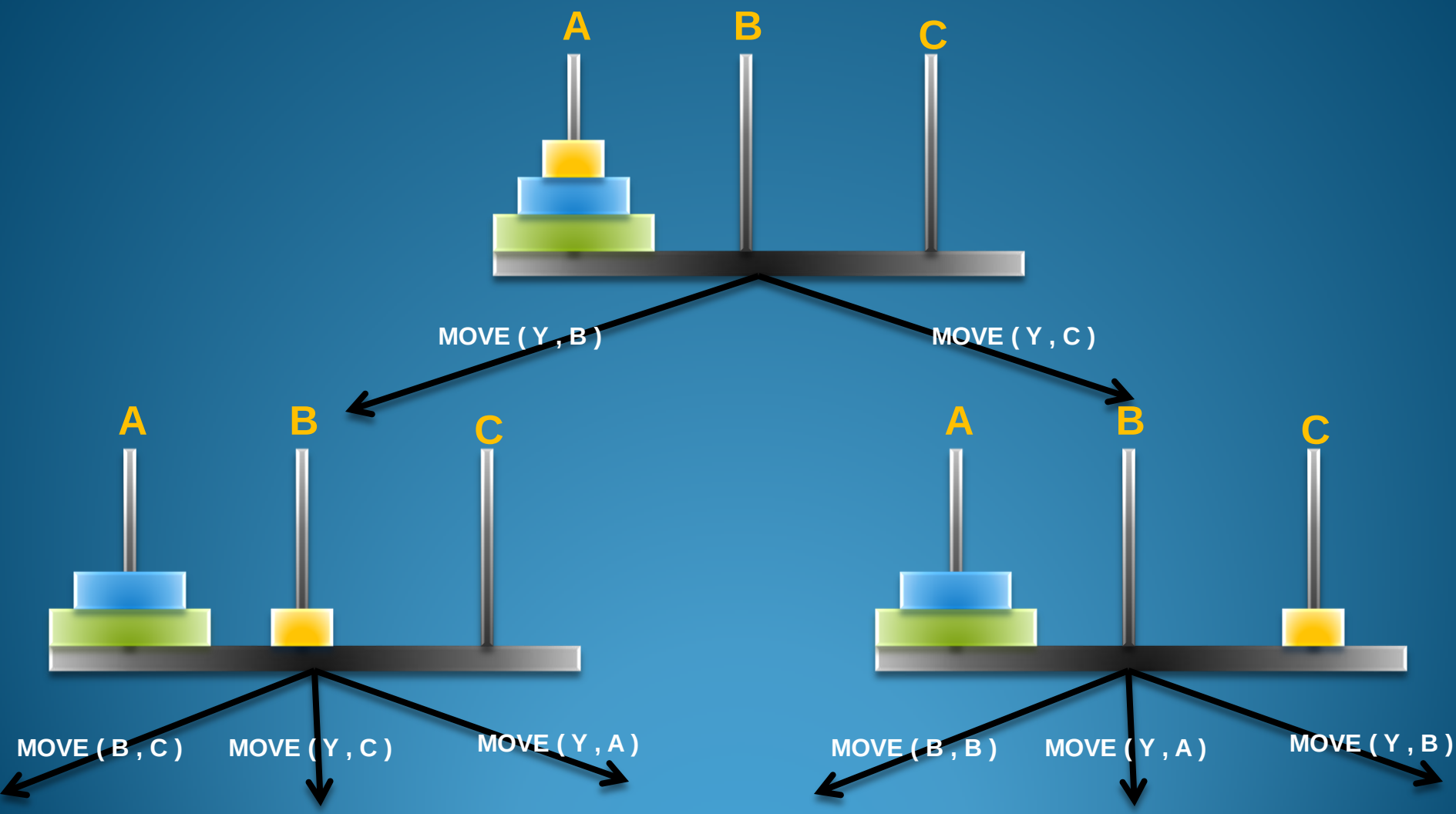
توجه : این الگوریتم حافظه زیادی برای اجرا نیاز دارد حتی اگر بتوانیم زمان اجرای الگوریتم را تحمل کنیم . تحمل مقدار حافظه مصرفی مشکل است .

تمرین : الگوریتم جستجوی سطحی را روی گراف حالت سه کشیش و آدمخوار پیاده کنید؟ برای پیدا کردن یک جواب حداقل عمق چقدر است ؟



Ahmad Abdali Mohamadi

تمرین : الگوریتم جستجوی سطحی را روی گراف حالت برج هانوی پیاده کنید؟

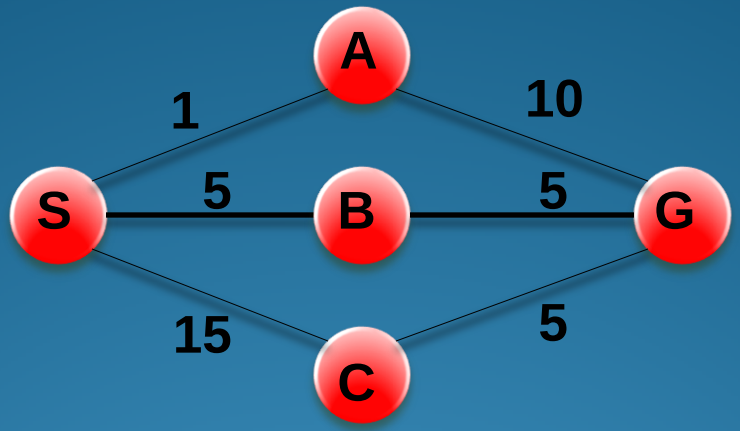


Ahmad Abdali Mohamadi

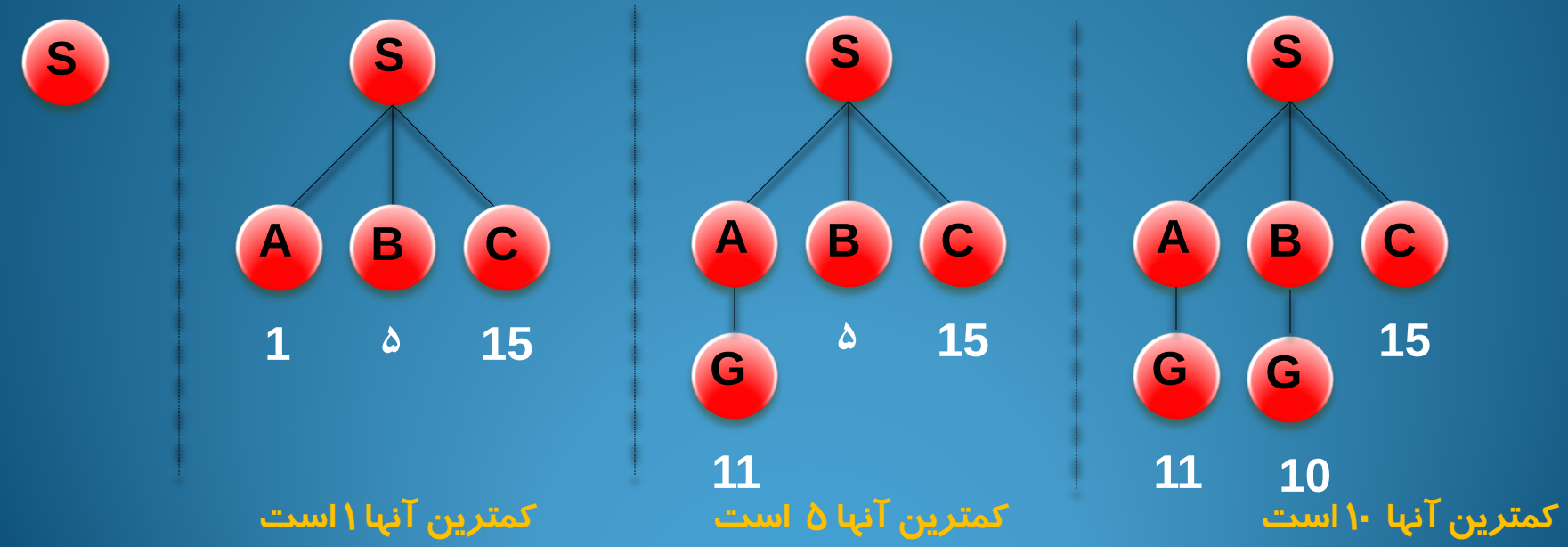
جستجو با هزینه یکسان

این الگوریتم بهینه شده روش جستجوی سطحی است و در آن گره ای ابتدا توسعه داده می شود که هزینه رسیدن به آن حداقل باشد برای پیاده سازی این جستجو از صف اولویت دار استفاده می کنیم .
در اول صف همیشه گره ای قرار می گیرد که هزینه رسیدن به آن حداقل بوده است.

مسله مسیر یابی به کمک جستجوی با هزینه یکسان



شروع الگوریتم



Ahmad Abdali Mohamadi

الگوریتم جستجو با هزینه یکسان

توجه : برای پیاده سازی این الگوریتم از ساختمان داده صف الویت استفاده می شود .

۱) یک صف خالی اولویت دار ایجاد کن و حالت اولیه را در آن قرار بده.

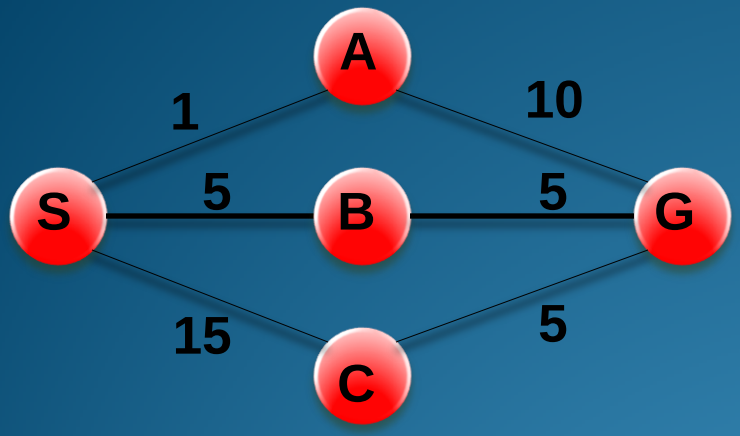
۲) اگر لیست خالی است جواب نداریم در غیر این صورت عنصر سر صف را بخوان.

۳) اگر عنصر خوانده شده جواب است مسیر را به عنوان جواب برگردان.

٤) در غیر این صورت عنصر خوانده شده را از صف خارج کن و فرزندان آن را در صورت وجود و ملاقات نشدن براساس اولویت در صف قرار بده.

در این روش اگر به جواب برسیم اولین جواب ارزانترین جواب است.

یک مثال از پیاده سازی الگوریتم جستجو با هزینه یکسان



ابتدای صف | انتهای صف

1 | ... | S 0

2 | ... | S 0

3 | ... | C 15 | B 5 | A 1 | S 0

4 | ... | C 15 | B 5 | SA 1

5 | ... | C 15 | B 5 | G 10 | SA 1

6 | ... | C 15 | B 5 | SAG 11

7 | ... | C 15 | AG 11 | B 5 | S 0

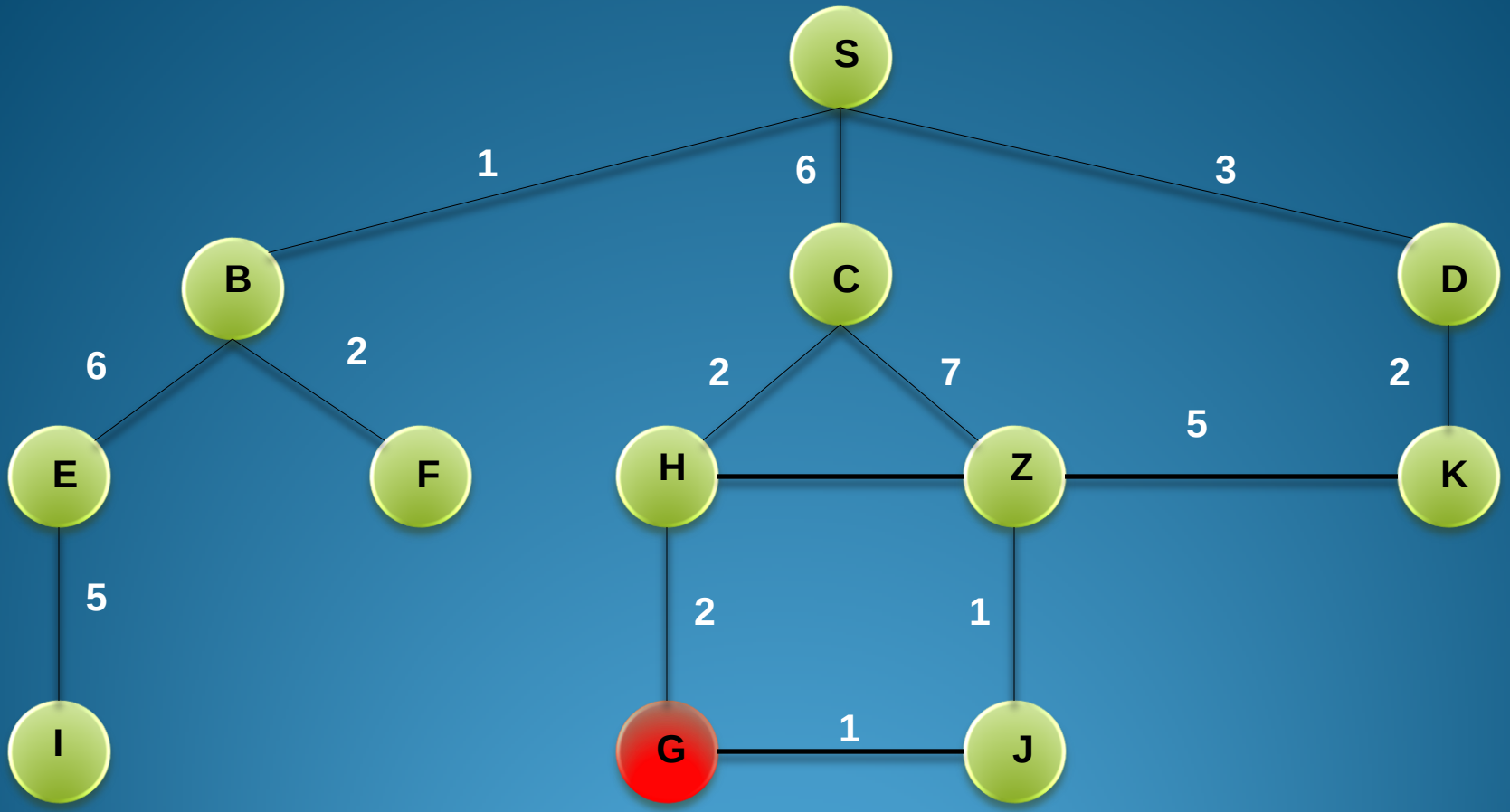
8 | ... | C 15 | AG 11 | G 5 | SB 5

9 | ... | C 15 | AG 11 | SBG 10

چون ۱۰ کمتر از همه عناصر صف است و
به هدف رسیده الگوریتم تمام می شود .

Ahmad Abdali Mohamadi

سوال : الگوریتم جستجو با هزینه یکسان را روی گراف زیر پیاده کنید ؟



خصوصیات الگوریتم جستجو با هزینه یکسان

امتیازات اصلی این الگوریتم :

۱) کامل است یعنی اگر مسله راه حلی داشته باشد حتماً آنرا پیدا می کند .

۲) بهینه است یعنی اگر چندین راه حل وجود داشته باشد جستجوی با هزینه یکسان ضمانت می کند که کم عمق ترین جواب را مشخص کند.

عیب اصلی این الگوریتم :

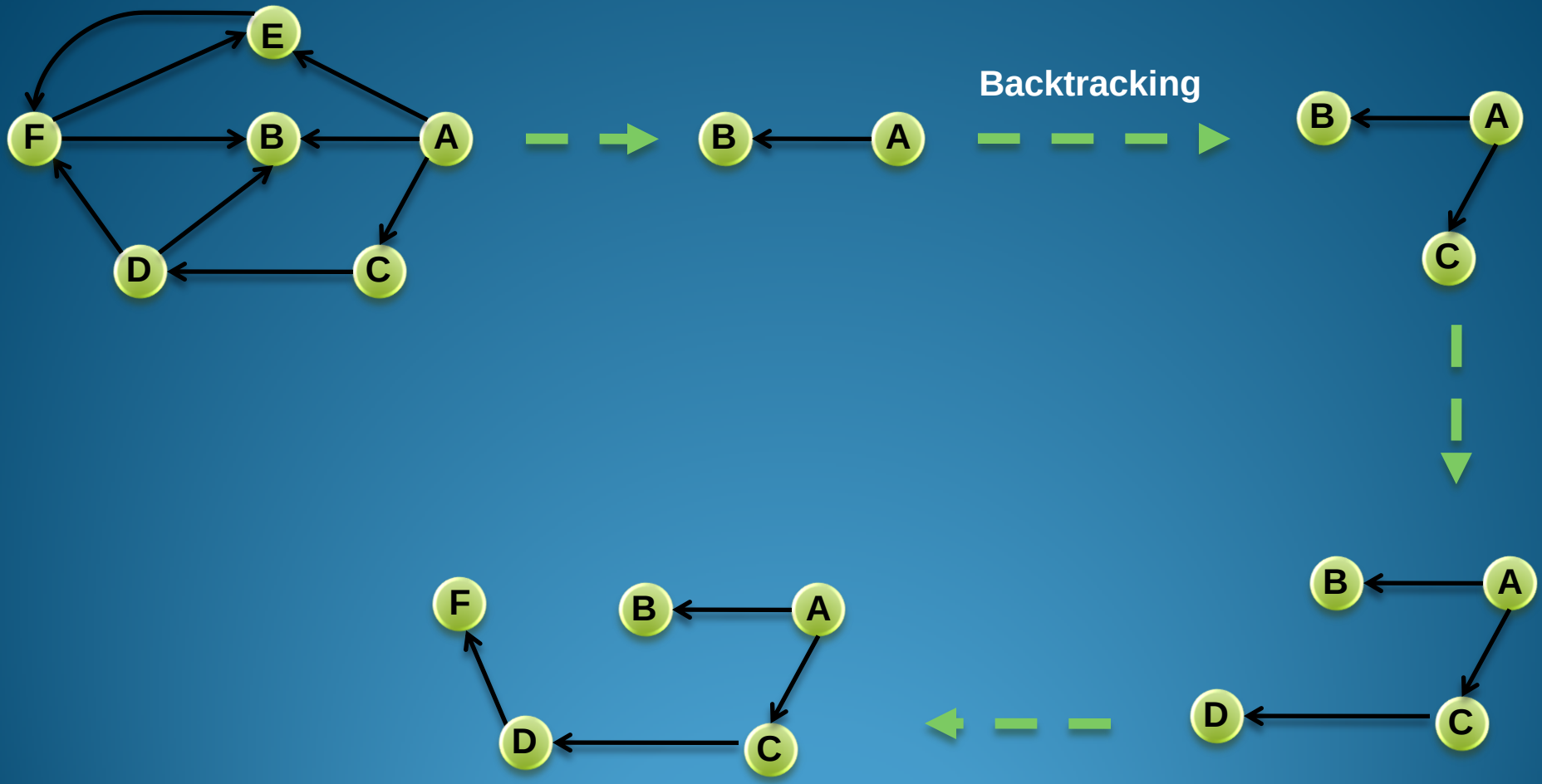
هرچند نسبت به جستجوی سطحی بهینه تر است ولی مانند جستجوی سطحی پیچیدگی زمانی و فضایی زیادی دارد (b^d)

توجه : اگر بعضی از عملگرها هزینه منفی باشند باید جستجویی از تمام گر ها صورت گیرد(جستجوی خسته کننده)

جستجو عمقی

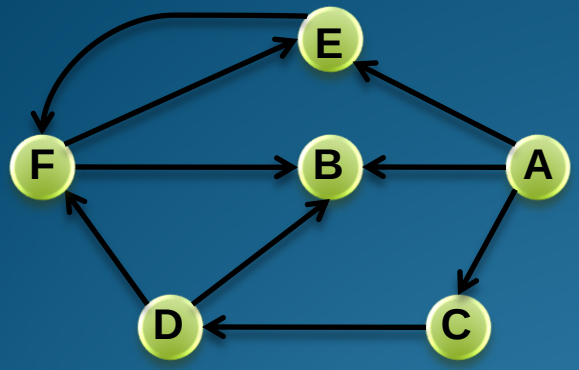
در این روش همیشه یکی از گره هایی که در پایین ترین عمق قرار دارد بسط داده می شود و این کار را آن قدر ادامه می دهیم تا به جواب برسیم در صورت رسیدن به بن بست مسیر دیگری انتخاب می کنیم (Backtracking)
این استراتژی جستجو را می توان به وسیله Stack پیاده سازی کرد

مثالی از جستجوی عمقی



ABCDF

جستجوی عمقی به کمک پشته



1 A

3 ABC

5 ABCDF

7 ABCDFE

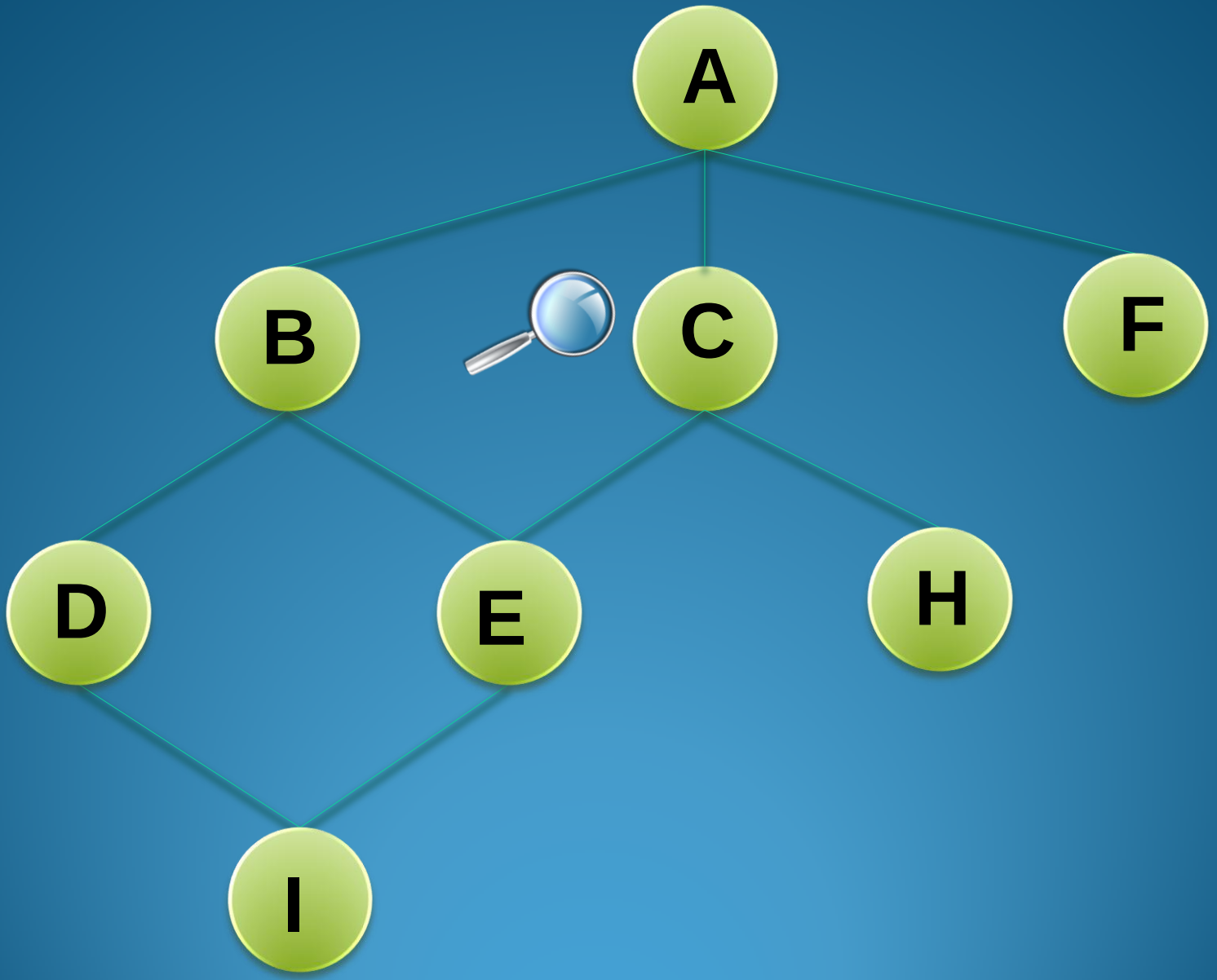
2 AB

4 ABCD

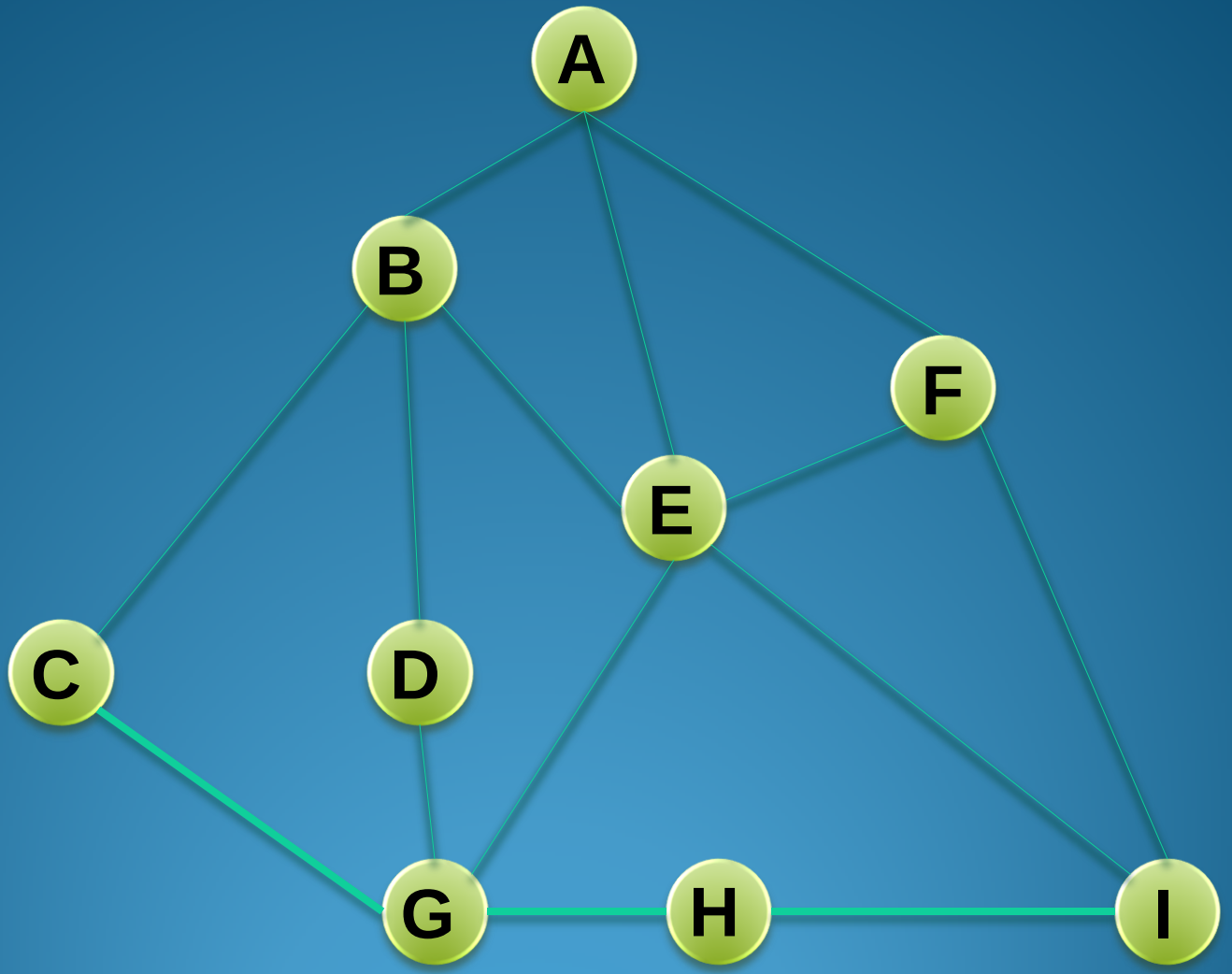
6 ABCDF

8 ABCDFE

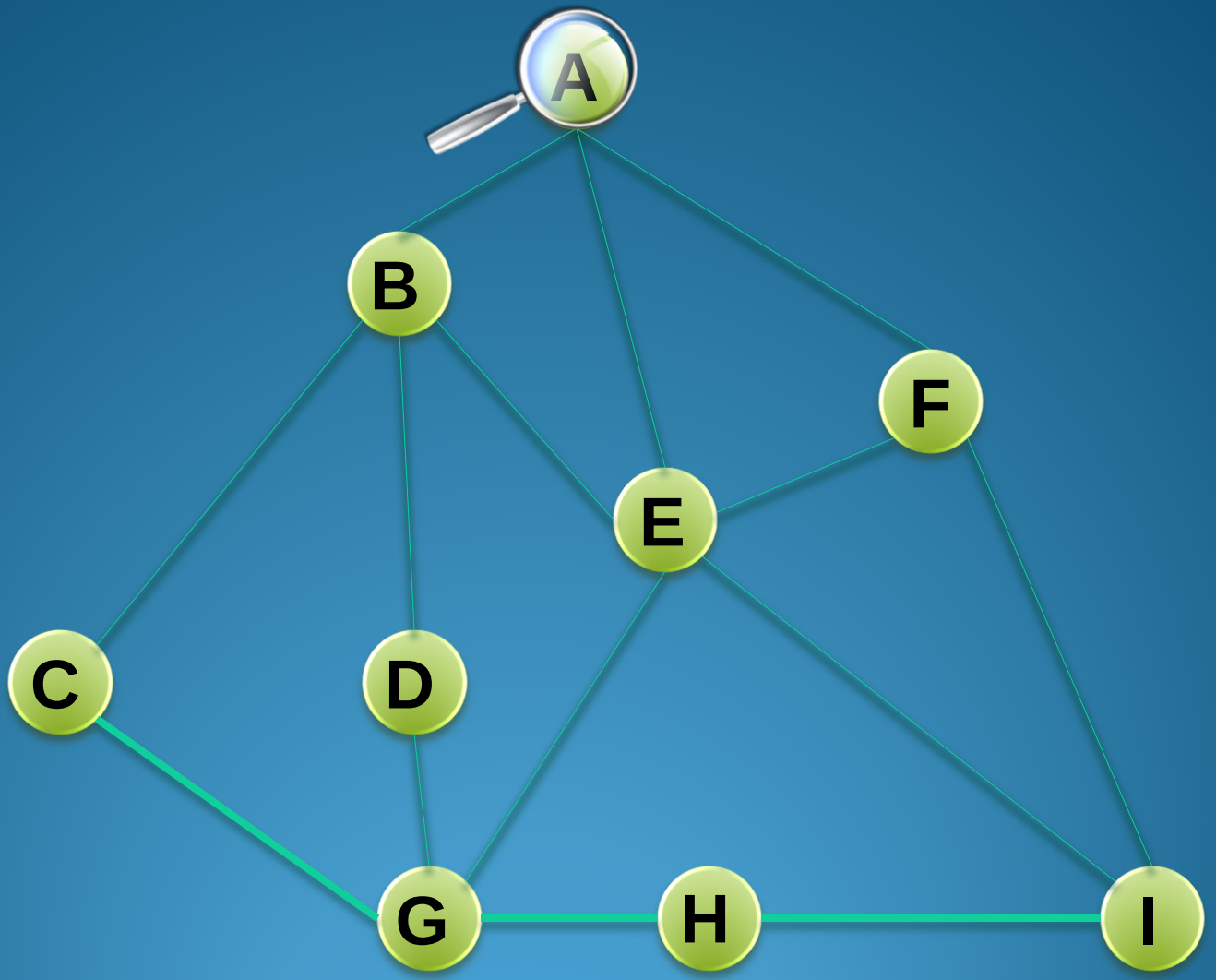
مثال : اگر از راس C شروع کنیم و از جستجوی عمقی استفاده کنیم داریم :



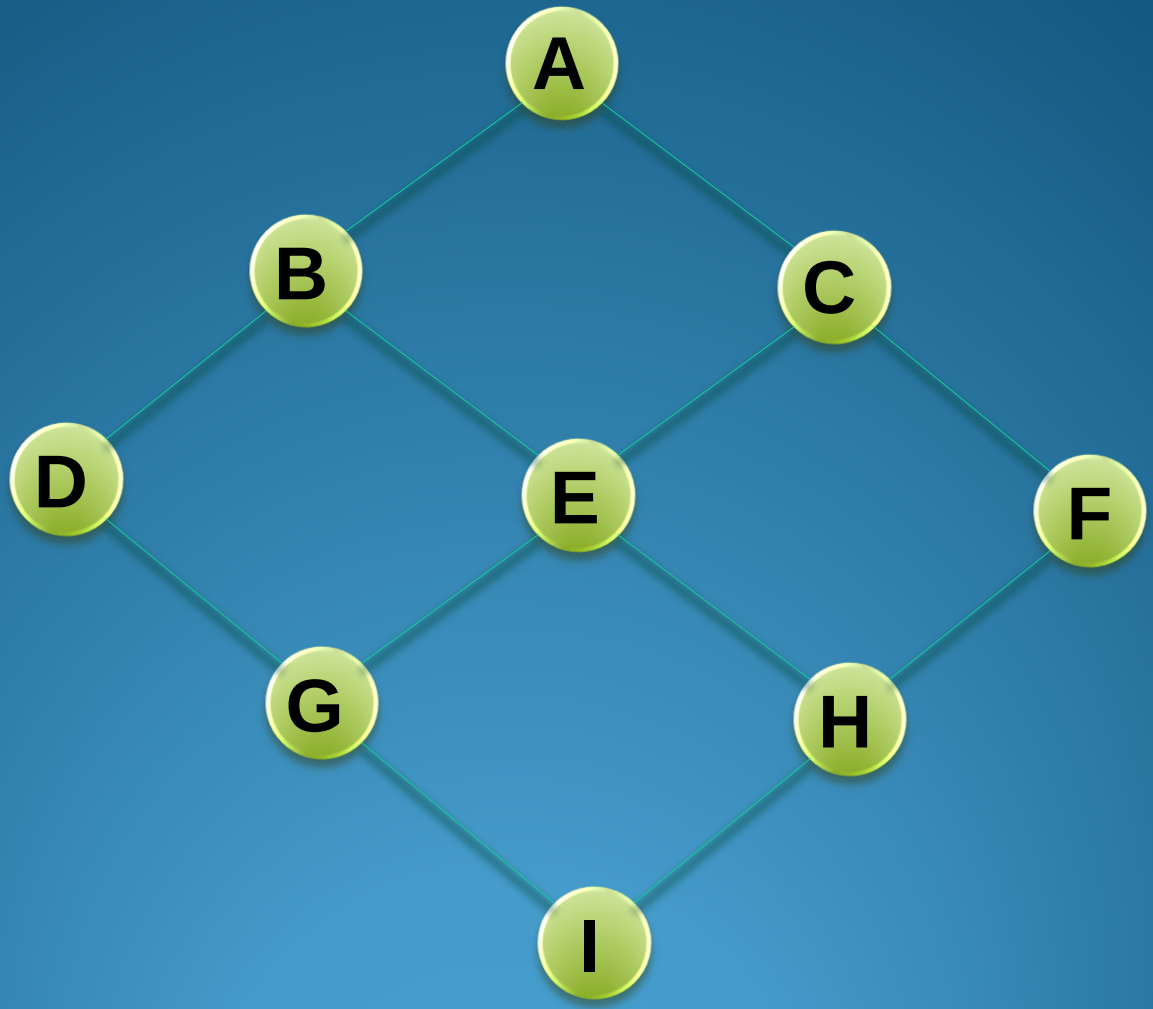
سوال : الگوریتم جستجوی عمقی را روی گراف زیر پیاده کنید ؟



جواب :

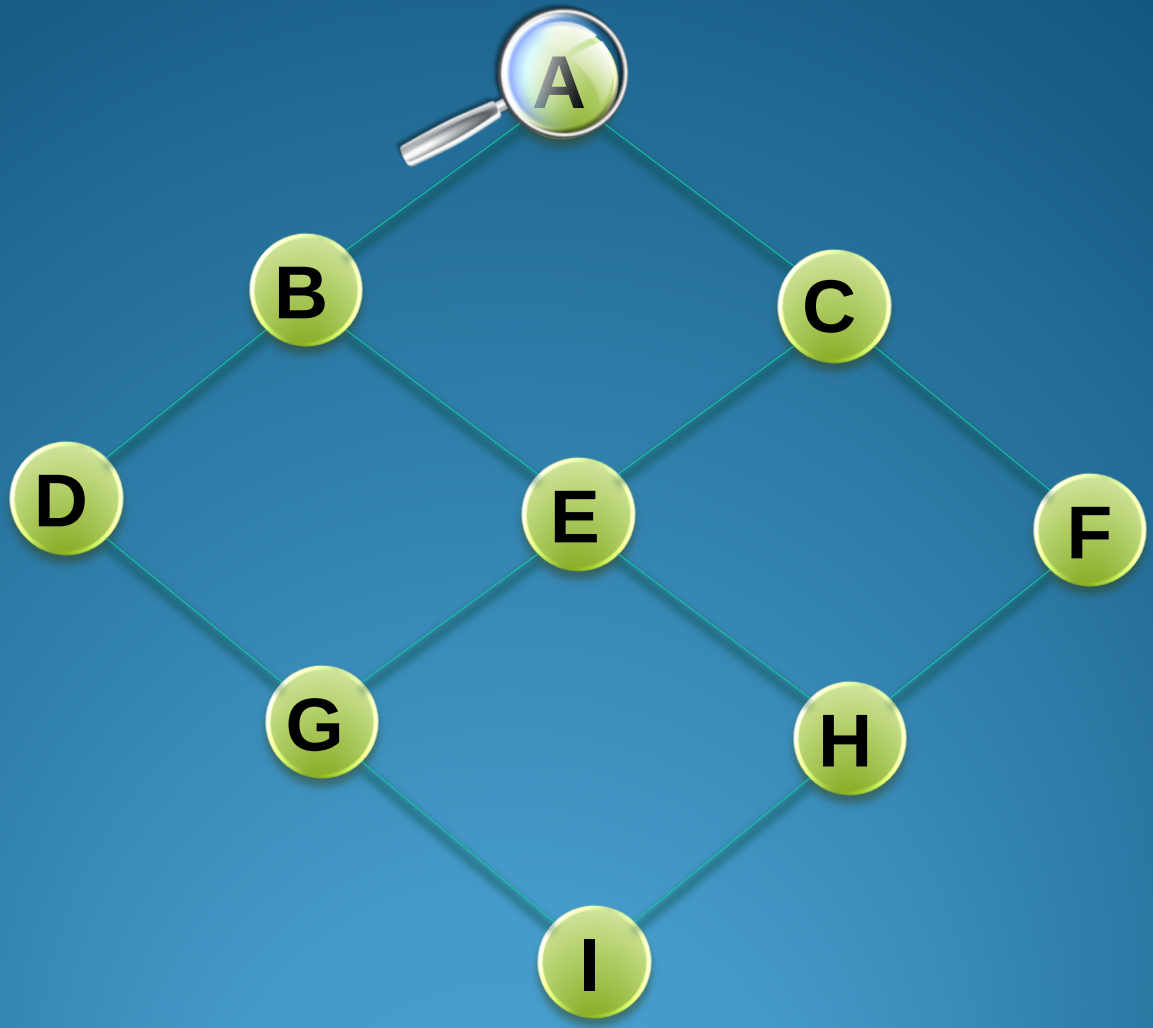


سوال : الگوریتم جستجوی عمقی را روی گراف زیر پیاده کنید ؟



توجه : در الگوریتم جستجوی عمقی گره ای زودتر گسترش می یابد که عمق بیشتری دارد

جواب:



توجه : در الگوریتم جستجوی عمقی گره ای زودتر گسترش می یابد که عمق بیشتری دارد

الگوریتم جستجو ی عمقی

توجه : برای پیاده سازی این الگوریتم از ساختمان داده پشته استفاده می شود .

۱) یک پشته خالی ایجاد کن و حالت اولیه را در آن قرار بده.

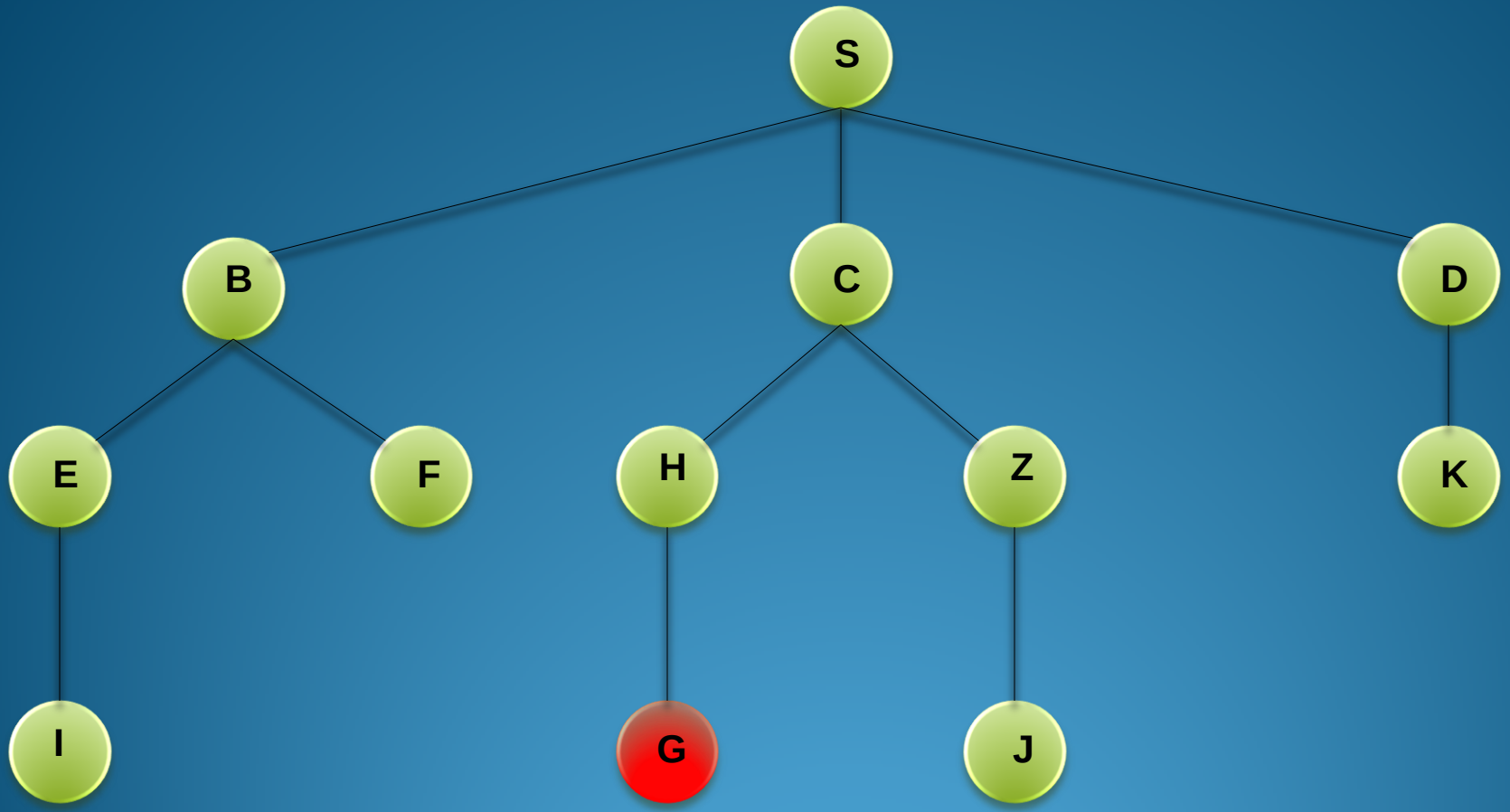
۲) اگر پشته خالی است جواب نداریم در غیر این صورت عنصر بالای پشته را بخوان.

۳) اگر عنصر خوانده شده جواب است مسیر را به عنوان جواب برگردان.

٤) در غیر این صورت عنصر خوانده شده را از بالای پشته خارج کن و فرزندان آن را در صورت ملاقات نشدن و براساس اولویت کم تر در پشته قرار بده.

۵) به مرحله ۲ برو

سوال : الگوریتم جستجو ی عمقی را روی گراف زیر پیاده کنید ؟



خصوصیات الگوریتم جستجو ی عمقی

امتیاز اصلی این الگوریتم :

نیاز به حافظه کمی دارد چرا که نیاز به ذخیره مسیر واحدی از ریشه به یک گره برگی دارد به علاوه برخی گره های بست داده نشده.

عیب اصلی این الگوریتم :

جستجوی عمقی چون فضای کمی را به دنبال جواب می گردد پس شانس خوبی برای یافتن جواب دارد برای مسائلی که راه حل زیادی دارد جستجوی عمقی سریع تر از جستجوی سطحی عمل میکند. جستجوی عمقی ممکن است، هنگام پایین رفتن در یک مسیر اشتباه گیر کند این مسئله در مسائل عمیق و نامحدود بیشتر بروز می کند و ممکن است هیچ گاه الگوریتم به جواب نرسد و یا راه حلی را که پیدا می کند طولانی تر از راه حل بهینه باشد. پس جستجوی عمقی نه کامل است و نه بهینه .

توصیه : این الگوریتم را برای درخت های عمیق بکار نبرید .

محاسبه پیچیدگی الگوریتم جستجوی عمقی در بدترین حالت

اگر فاکتور انشعاب b باشد و m عمق جواب باشد

مقدار حافظ مصرفی $S\,(b.m)$

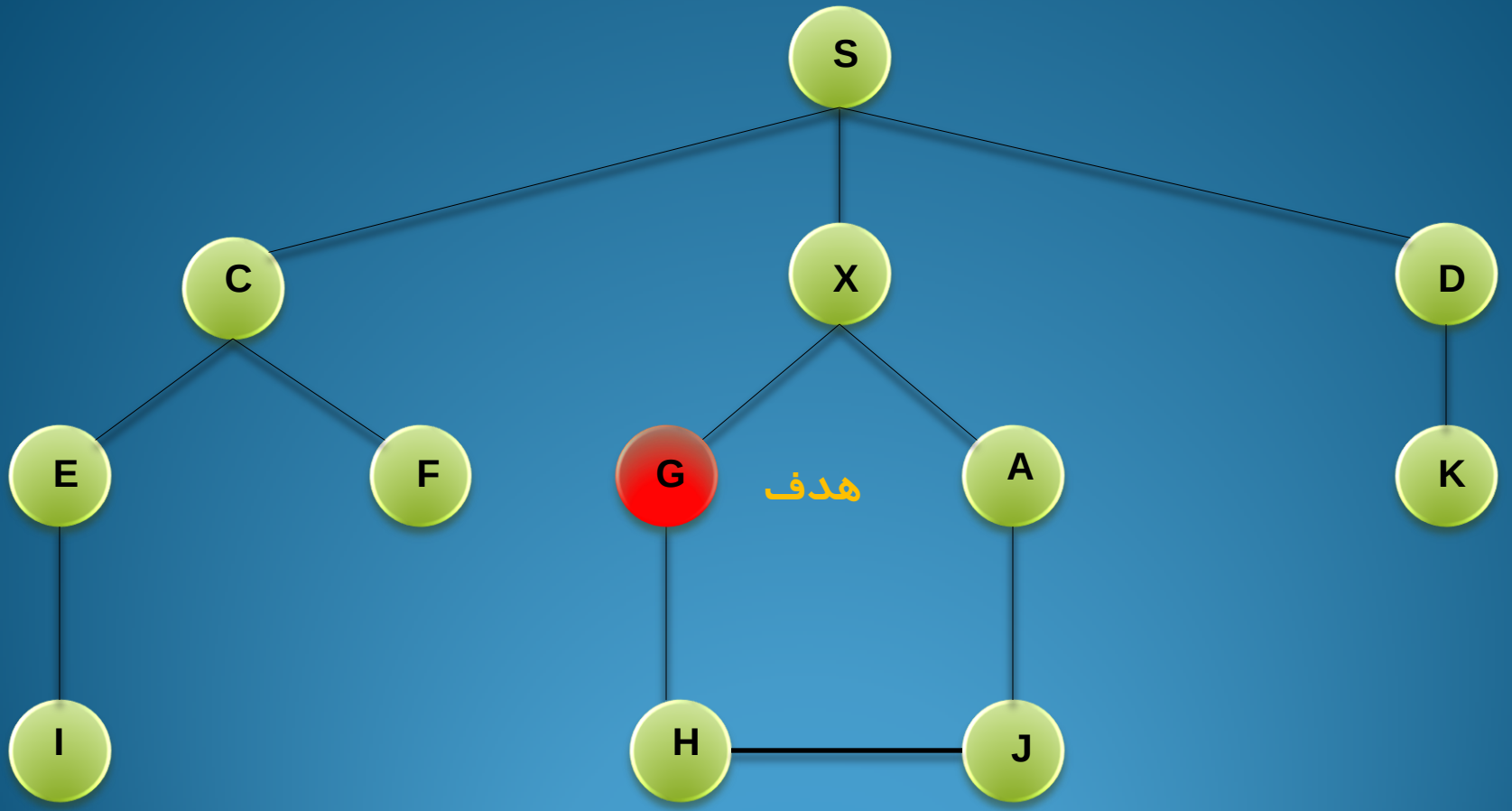
پیچیدگی زمانی در بدترین حالت (b^m)

Proposition :

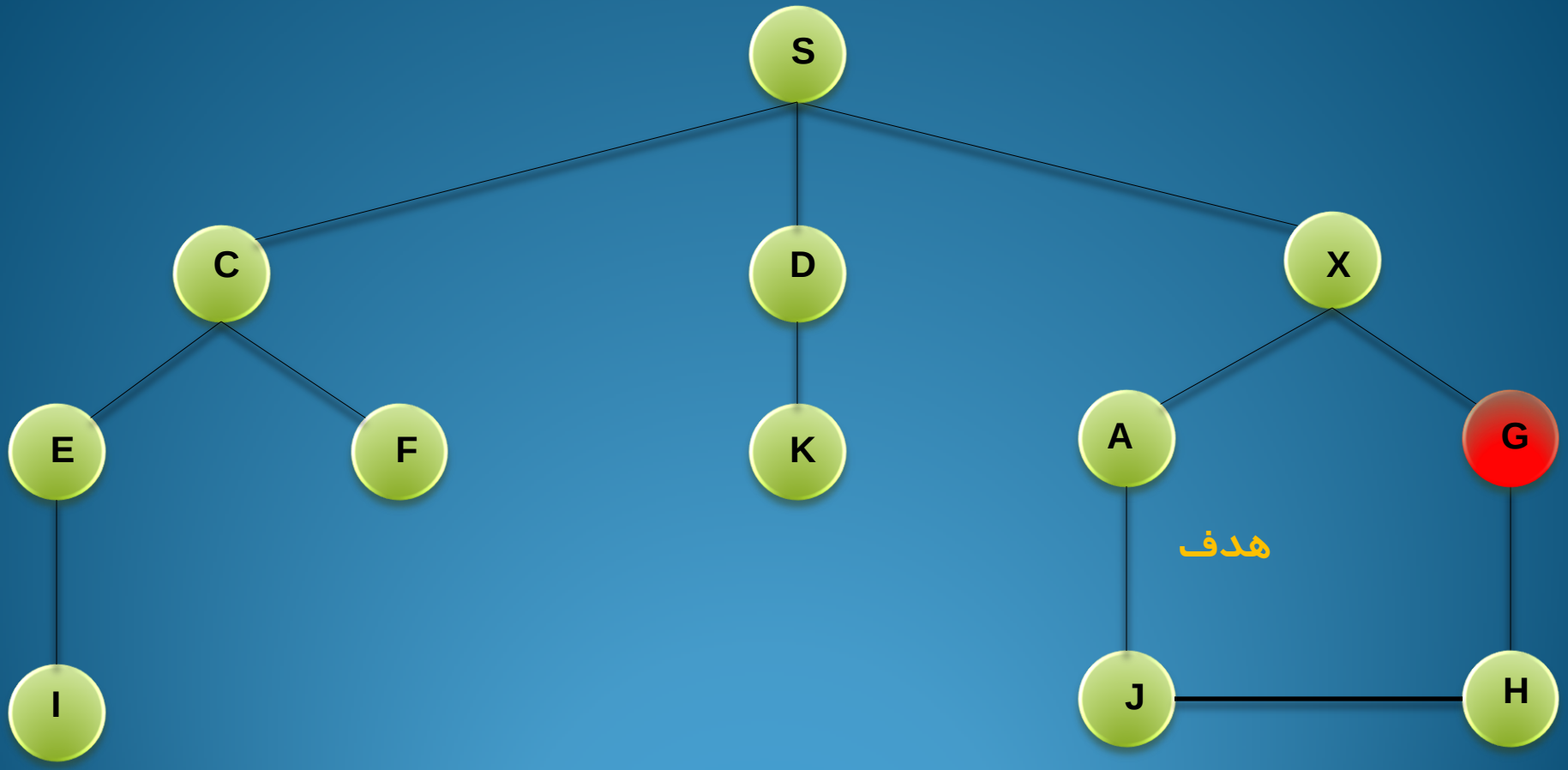
Let G be an undirected graph with n vertices and m edges represented with an adjacency list structure. A DFS traversal of G runs in O(n+m) time.

به نظر شما گراف ما چه خصوصیتی داشته باشد
که الگوریتم عمقی در آن سر گردان نشود ؟

سوال : به نظر شما در گراف زیر الگوریتم عمقی زودتر به جواب می رسد یا الگوریتم سطحی ؟



جواب : بهتر است شکل گراف را به صورت زیر تغییر دهیم :



Exercises

Answer the following Tests

Ahmad Abdali Mohamadi

Test 1 :

Fill in the blanks with the following words :

BFS

DFS

Uniform Cost Search

Initialize: put the start node into OPEN
while OPEN is not empty
take a node N from OPEN
if N is a goal node, report success
put the children of N onto OPEN
Report failure

If OPEN is a stack, this is a … search

If OPEN is a queue, this is a … search

If OPEN is a *priority queue*, sorted according to *most promising first*, we have a … search

Test 2 :

DFS is useful for:

1) finding a path from one vertex to another
2) determining whether or not a graph is connected
3) finding a spanning tree of a connected graph
4) all of the above

Test 3 :

DFS resembles . . . traversal in binary trees.

1) Postorder Traversal
2) Preorder Traversal
3) Inorder Traversal
4) none of the above

Proposition :

Let G be an undirected graph with n vertices and m edges represented with an adjacency list structure.
A DFS traversal of G runs in O(n+m) time.

Question ?

Thank You

Ahmad Abdali Mohamadi