

## سؤال ۱)

### بخش اول)

ابتدا لازم است تا متغیر، دامنه و محدودیت را مشخص کنیم.

در اینجا کلاس را متغیر و ملائیت منابع از کلاس را اندیس کند دامنه بوطیه آن لمحه شوند. ابتدا نام گذاری را به صورت زیر انجام می‌دهیم:

استاد آ : A

کلاس ۱ : C<sub>۱</sub>

استاد ب : B

کلاس ۲ : C<sub>۲</sub>

استاد ج : C

کلاس ۳ : C<sub>۳</sub>

کلاس ۴ : C<sub>۴</sub>

کلاس ۵ : C<sub>۵</sub>

C<sub>۱</sub>, C<sub>۲</sub>, C<sub>۳</sub>, C<sub>۴</sub>, C<sub>۵</sub> : (متغیر)

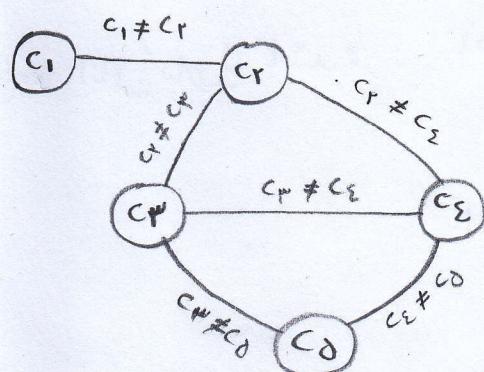
(دامنه هر یک از متغیرها):

البته اگر بتوانیم دامنه را با ترجیه به صورت محدودیتی که ملائید بگوییم در دامنه

متغیر	دامنه (unary Constraints)	راهنمایی پیشیم
C <sub>۱</sub>	C	8
C <sub>۲</sub>	B, C	
C <sub>۳</sub>	A, B, C	(ترجمه شده: واه دیگر این بود که دامنه را به صورت
C <sub>۴</sub>	A, B, C	{A, B, C} بنویسیم و محدودیتی که unary
C <sub>۵</sub>	B, C	نمود self loop و گراف محدودیت نگاتیف دیم)

C<sub>۱</sub> ≠ C<sub>۲</sub>, C<sub>۲</sub> ≠ C<sub>۳</sub>, C<sub>۳</sub> ≠ C<sub>۴</sub>, C<sub>۴</sub> ≠ C<sub>۵</sub>, C<sub>۱</sub> ≠ C<sub>۴</sub>, C<sub>۱</sub> ≠ C<sub>۵</sub> : (محدودیت)

C<sub>۲</sub> ≠ C<sub>۴</sub>



(گراف محدودیت):

## بخش ب)

داین مسئله، ۴ فرد  $D, C, B, A$  متغیری مانعستند و اتاق های از «آن» در روند دامنه را نگلیل خواهند داد. بلکه تیپ کوین بصرت حقیقت را آشنا نموده باشد زیرا یا:

- $R_1$  : اتاق ۱
- $R_2$  : اتاق ۲
- $R_3$  : اتاق ۳
- $R_4$  : اتاق ۴
- $R_5$  : اتاق ۵

- فرد ۱ : A
- فرد ۲ : B
- فرد ۳ : C
- فرد ۴ : D

$$\Rightarrow X = \{A, B, C, D\} \quad D, C, B, A \quad : \text{(متغیر)}$$

## (دامنه هر چیز (از متغیر)) :

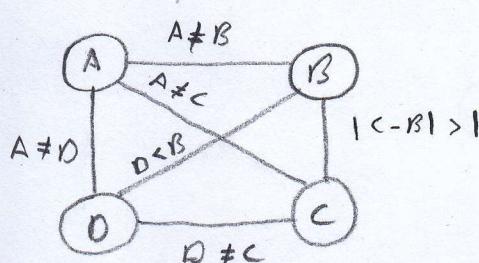
حال آگر بتوانیم دامنه را با توجه به محدودیت از آن گذیریم و بعضی از بعض اتاق ها نخواهند

متغیر	constraints (unary constraints)	unary constraint
A	$R_2, R_3, R_4, R_5$	(ترجیعیه: راه بیرون یوده دامنه داشته باشد)
B	$R_1, R_2, R_3, R_5$	بصورت $D_i = \{R_1, R_2, R_3, R_4, R_5\}$ $i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$
C	$R_1, R_2, R_3, R_4$	self loop دیم محدودیت خود را بصورت unary نشان داد
D	$R_2, R_3, R_4$	و شراف محدودیت نشان داد.

$$A \neq B, A \neq C, A \neq D, B \neq C, \quad C \neq B \quad : \text{(محدودیت ۱)}$$

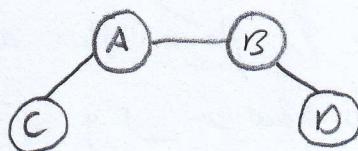
$$(D \text{ واقع شده است}) \quad D < B \quad : \text{نمایه اتاق D کمتر از B}$$

$$|C - B| > 1 \quad : \text{نمایه اتاق C برابر باشد}$$



مثال ۲

الف) متغیری ما  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$  می باشد. حال با توجه به محدودیت های مشترک بین متغیرها لازم است تا آنها را بگرد Arc می کند که نظریه نیافر نیز. دراقع محدودیت های مشترک بین متغیرها را نویسید و اثبات کنید:



ب) زمانی که حلزون به عنوان پیش غذا انتخاب شود و قبل از دامنه به صورت زیر می باشد:

$A [e]$

$B [w, s, m]$

$C [f, b, p]$

$D [a, i, ch]$

براسان محدودیت شماره ۲ (پوچک)؛ چون حلزون به عنوان پیش غذا انتخاب شد بنابراین به عنوان نوشیدن (B) فقط می توان آب خرد و میوه خود را.

براسان محدودیت شماره ۱ (انتخاب یا خواراه) پیش غذا کار سبزیجات نبوده حلزون شد پس غذای اصلی (C) باید ماهی یا مکارونی یا هر دو باشد پس طحی خورد.

بنابراین دامنه متغیرها سی از اعمال forward checking

متغیر	دامنه
A	[e]
B	[w, s]
C	[f, b, p]
D	[a, i, ch]

زمانی حلدر بعنوان پیش غذا انتساب شود و قبل از این را Arc Consistency

پیش داشته باشند

A [e]

B [w, s, m]

C [f, b, P]

D [a, i, ch]

پیش هشت arc consistency باید هر کدام از arc به صورت  $\rightarrow$  خسته سازگار باشند  
پیش پیش x " tail که head وجود داشته باشد که بون تغییر مددویت است  
تواند assign شود

سازگاری  $A \rightarrow C$  : تغییر مددویت ! (انتساب گیاه خوار) : اگر f یا P بعنوان

عنوان از tail انتساب شوند مشکل نیست ولی اگر b انتساب شود دیگر سازگار نباشد  
چنانچه ما " A " دیگر گیاه خوار میباشد و از f یا P یا هم انتساب شوند  
پایانی  $b$  حذف شد از C.

سازگاری  $C \rightarrow A$  : برقرار است. هر کدام از  $s, m$  پنجه مانده در میازند.

سازگاری  $A \rightarrow B$  : تغییر مددویت ! (بوجیکل) : اگر w بعنوان tail انتساب شود  
سازگار است ولی کو m اگر انتساب شوند با داشتن موجود " A " تناقض پیش می آید  
پس باید کو m از B حذف شوند.

سازگاری  $A \rightarrow B$  : برقرار است. هر کدام از گزینه های در B (پیش) مجاز  
می باشد.

سازگاری  $B \rightarrow D$  : تغییر مددویت ! (نیاز به لیسم) : اگر i یا ch از tail انتساب  
شوند چون در B فقط w داریم شرط ۳ تغییر نی شود ولی اگر a بعنوان tail باشد  
چون دیگر مادر لیسم دارد فرد معرف نی نش نایاب باشد. پایانی  $a$  از D حذف شد

سازگاری  $D \rightarrow B$  : برقرار است. هر کدام w از B اگر i یا ch انتساب بعده سازگار باشد.

پایانی داشتن متغیر پیش از arc consistency به صورت ذیراست :

متغیر	داشته باشند
A	[e]
B	[w]
C	[f, P]
D	[i, ch]

(۱)

چندین جواب بلوں این مسئلہ وجود دارد  
با کمالیکه از جواب لای تواند این بلند است

$$A = e, \quad B = w, \quad C = f, \quad D = i$$

یا حق دیگر جواب لای زیر نیز بسته است:

$$A = e, \quad B = w, \quad C = p, \quad D = ch$$

$$A = e, \quad B = w, \quad C = f, \quad D = ch$$

$$A = e, \quad B = w, \quad C = p, \quad D = i$$

(۵) جواب از دو تواند به یافته باشد و دو حالت زیرا با توجه به اینکه جواب از مرور کل مراحل الگوریتم پاییگام خامی شیم

۱- به - از آنبار کام اول arc consistency برابر با است forward checking

سی تواند نفت این مرحله کام اول arc consistency باشند متناسب باشند

مکن اس forward checking آن را حذف کنند.

بنابراین حداقل مقادیر که در این روش از داشته حذف می شوند باید forward checking است.

۲- خیلی از آنبار forward checking کید زیر مجموعه از arc consistency از بعد، سی از

آنبار عمل assign توانند forward checking قدر است حذف شوند

ترتیب قبل با مراحل تبیش متغیر شده باشند

بنابراین قدر تعداد المان هایی که داشته باشند وقتی arc consistency را انجام دهیم

همیشه کمتر باشد از این تعداد forward checking را انجام دهیم

اما مکن است «یک کام خامی از کل الگوریتم تعداد المان های بیشتر

را از داشته باشد و هر یکی بر مذکور در ترتیب تبیش می شوند

و با تعداد المان هایی arc consistency حذف دهیم که کوتاه شود از مراحل تبیش این

الامان را نویسند arc consistency عرض شوند

پہلی نسخہ

پس از  
این را می‌دانیم که محدودیت دوگانه به دلیل تغییرات مقادیر کنترلر و سرعت آن را تضمین نمی‌کند. در واقع از دو *hidden variable encoding* برای تقدیم محدودیت دوگانه استفاده شود.

اگر دامنه متفای A و B هر کدام یک مجموعه N تایی از اعداد باشد آنگاه دامنه U مجموعه ای زوچ مرتب تابی از این N تا عدد است و در افق مجموعه  $N \times N$  تایی می شود

$$D_U = \{ (x, y) \mid x \in \text{domain}(A), y \in \text{domain}(B) \}$$

این مجموعہ بھلکت (ویرج نکال) ہے

پس از اینکه این عمل مبتدا را با محدودیت ۳ گانه تبدیل به ۳ محدودیت دو گانه نمود

ا- یک مددویت دوگانه بین A و U؛ اولین مفہوم زوج مرتبه ریاضی دامن U، عضو از A باشد

۲- یک عدد است و گاهی بین  $\beta$  و  $\alpha$  : (وصیب) صفر از زوایا مرتباً مرتبط باشند و صفر از  $\beta$  باشد

۳- یک محدودیت دگانه بین ۷۰ و ۹۰ ° مجموع عفنوادل دوم از زخم مرتب بر راه راهنمایی، عفنوادل همان راه باشد.

حال اگر فضائیم که محدودیت حداکثر بین تغیرات  $A, B, C, D$  باشند، متوالی ابتدا

این محدودیت را به محدودیت ۳ کانال کاهش دعیم. بر مثال A, B را خود یک متغیر جدید مثل  $\tilde{A}$  نظری

د حال سنهار ما تغیر ۷, ۸, ۹ دارند مانند مثال قبل این مددویت ۳ گاهه دارد

مددودست دو گانہ کا حصہ مدد د بیلر ٹال کب تغیرت جدید X تعریف کی گئیں۔ مناسبت می تو اپنے  
 نقطہ مددودست نہ یاد رکھ لائیں گے۔

ایلات و تهمیم و بیان متن در قوانین مددوسیت آگاهه را ابتدا به آن آگاهه و بعد به آن آگاهه

۳۰ تبدیل کرد رابن کار را تکرار کنید تا به محدودیت لمر دوگانه برسیم و مثلاه  $csp$  با پیز را حل نماییم  
تیزین پیاز نیست که به محدودیت لمر گرانه تبدیل کنیم و کار با اینال محدودیت لمر گرانه دیگر  
متغیری توابع آن را لرزانیم بلطفاً اگر  $\{c_1, c_2\} = D_c$  بگذار و داشته باشیم  $c \neq 4$   
آنگاه  $c$  از  $D_c$  خارج شود و این محدودیت پایدار نیست و دامن جدید  $\{c_1, c_2\} = D_c$  خواهد بود

## بخش ب

$A, B, C, D$  متغیر

دامنه هر چهار متغیر باز ناگایر  $\Delta$  unary constraint مابین دامنه

متغیر	دامنه	به صورت زیر می‌باشد:
A	{1, 2, 0}	
B	{1, 4, 5, 6, 7}	
C	{10, 11, 12}	
D	{11}	

$$\underline{A + B = C} \quad , \quad A < B \quad ; \quad C \neq D \quad \text{صورت اول:}$$

فانظر که مشابعه و شود یک صد و سیست سه گانه  $A + B = C$  باشد.  
حال با توجه به تو ضیافت بخش اول، ابتدا آن را به یک Binary CSP تبدیل کنیم  
که متغیر جدید U تعریف کنیم و دامنه آن به صورت زیر خواهد بود:

$$D_U = \{(x, y) \mid x \in \text{Domain}(A), y \in \text{Domain}(B)\} = \{(1, 1), (1, 4), (1, 5), (1, 2), (1, 7), (2, 1), (2, 4), (2, 5), (2, 6), (2, 7), (3, 1), (3, 2), (3, 5), (3, 6), (3, 7), (4, 1), (4, 2), (4, 5), (4, 6), (4, 7)\}$$

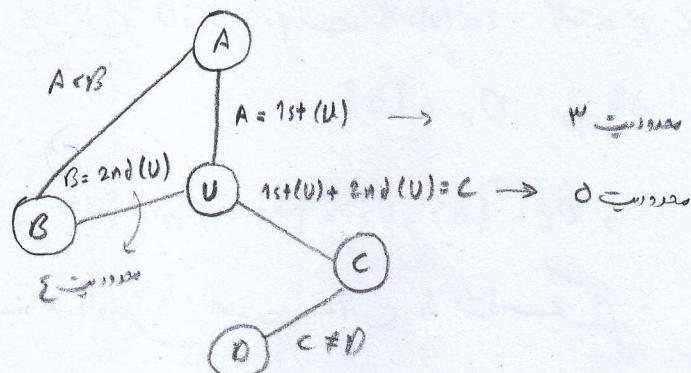
$$\begin{array}{l} C \neq D \\ A < B \end{array} \rightarrow \text{صورت اول:}$$

$A = 1st(U)$  - ۱ - عضو اول از زوی مرتب دامنه U برای A باشد

$B = 2nd(U)$  - ۲ - عضو دوم از زوی مرتب دامنه U برای B باشد

- ۳ - مجموع عضو اول و دوم از زوی مرتب دامنه U برای با C باشد

$$1st(U) + 2nd(U) = C$$



حال بار حل مسئله Binary CSP از MRV استفاده نمی‌کنیم و هر یار بگذارد دامنه را آپدیت مکنیم.

با توجه به MRV، ابتدا D را که مجموع حالت مقادیری دارد که اشتباع ننمایند.

$$\rightarrow D = \{1\}$$

حال باشد دامنه نوادره مجاور D را آپدیت ننمایم. چون C معاویر آن است و طبق محدودیت  $D \neq C$

$$\Rightarrow D_C = \{10, 12\}$$

با اینکه اکنون دامنه بصورت زیراست:

$$D_A = \{1, 2, 5\}, D_B = \{1, 4, 5, 6, 7\}, D_C = \{10, 12\}, D_U = \{(1, 2), (1, 4), (1, 5), (1, 6), (1, 7), (2, 4), (2, 5), (2, 6), (2, 7), (5, 6), (5, 7), (5, 10), (5, 12)\}$$

۲) چون دامنه حیثیت C تعداد حالت محدودیتی دارد به این آن خودم. «اشتاب طبیعی» حال مانند مثال ۱ را انتقامبر نماییم.

$$\rightarrow C = \{1\}$$

محدودیت  $D \neq C$  که قبلاً برآورده شده بود اکنون نیست. برای محدودیت  $1st(V) + 2nd(V) = C$  لازم است تا  $A$  و  $B$  معاویر C است طبق آن آپدیت شود:

$$\Rightarrow D_U = \{(5, 5)\}$$

اکنون دامنه بصورت زیراست:

$$D_A = \{1, 2, 5\}, D_B = \{1, 4, 5, 6, 7\}, D_C = \{10\}, D_U = \{(5, 5)\}$$

۳) بین دامنه باقیمانده که برس نشده اند، دامنه U تعداد حالت کمتر دارد به این آن خودم. که مقداری تواند کافی باشد و من  $\Delta assign$  مکنیم:

$$\rightarrow U = \{5, 5\}$$

شروع A و B و C معاویر آن می‌باشند. بروز لازم بین  $U$  و  $C$  را می‌خواهیم برداریم. برای بروز  $U$  لازم است  $2nd(U) = 1$  و برای بروز  $C$  لازم است  $B = A$ . آپدیت شوند:

$$\Rightarrow D_A = \{5\}, D_B = \{5\}$$

اکنون دامنه بصورت زیراست:

$$D_A = \{5\}, D_B = \{5\}, D_C = \{10\}, D_U = \{11\}, D_V = \{20, 21\}$$

۴) حال بزرگ A می‌روم. یک انتقام بر دامنه A هست و آن را انتقامبر نمایم

$$\rightarrow A = \emptyset$$

در این حالت ماتریس A و U مجزا نیزند. با B ترتیب معاویر است باید دامنه B طبق آپدیت شوند:

$$\Rightarrow B = \{\} \rightarrow \text{تم شد.}$$

۳) حال چون دامن ب تورت باشد back tracking کنیز. میں الگات نا C دایر

درین هدست هر چنان  $c \neq 0$  بدلات و خانه مبارزه، ۷ نیزه بلند. دامن زدن  
 باشد آنهاست متوجه

$$D_A = \{1, 4, 0\}, D_B = \{1, \varepsilon, 0, \delta, v\}, D_C = \{12\}, D_D = \{11\}, D_V = \{(0, v)\}$$

۵) حال یعنی دامنه بررس نشده لام تبیین حالت را دارد یک معمولی دارد و کان را assign می‌پنیز:

$$\rightarrow U = (\delta, v)$$

حال در صنایع مجاور ۰، ۲۰، متردار دهنده هسته ای س باید A و B دامنه نابغش آبوبت شوند

$$\text{1st}(U) = A, \quad \text{2nd}(U) = B \quad \Rightarrow \quad A = \{\alpha\}, \quad B = \{\nu\}$$

$$D_A = \{\delta\}, D_B = \{v\}, D_C = \{uv\}, D_D = \{11\}, D_U = \{(\delta, v)\}$$

دابنه نه زا اینجا را کار

۶) حال برعان A می‌توان که متدار ۵ داده است و assign می‌شود.

در متغیر مجاور آن کار متفاوت شده بود و نهایت برآمد است بسیار بزرگ ۲۸۰ درجه

دعا میں کوئی بارہ نہیں میتھا شود۔

$$D_A = \{0\}, D_B = \{v\}, D_C = \{uv\}, D_D = \{11\}, D_E = \{(0,v)\}$$

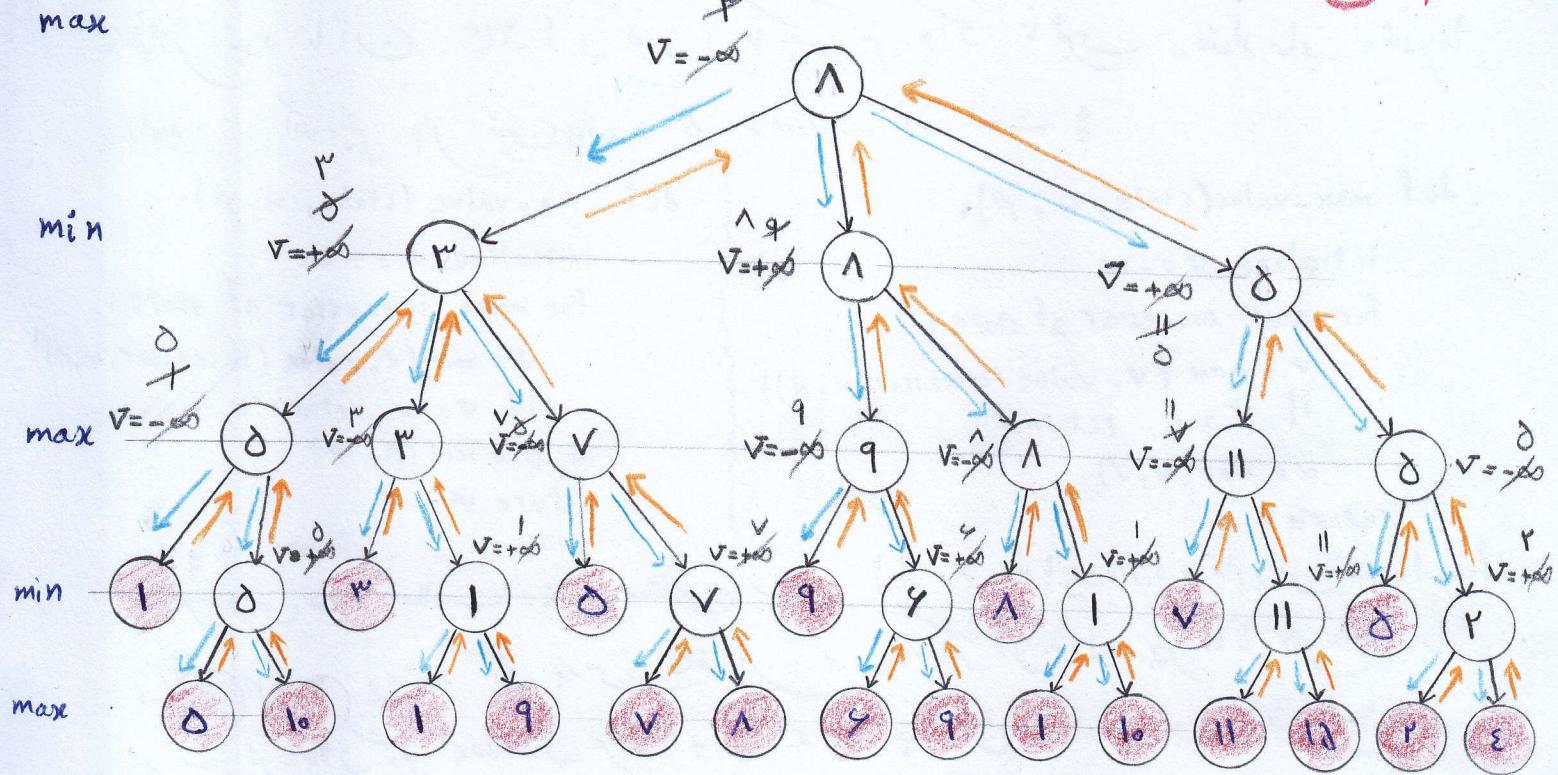
حال مقدار  $\lambda$  را داشت  $B$  هست تا بآن  $\lambda$  assign کنید  $\rightarrow B = \lambda$  (v)

تام متفیل مرتب با ۸۰ لر جل ستار ده رشید و شرط ها و محدودت ابتواند رسچاب

مکالمہ

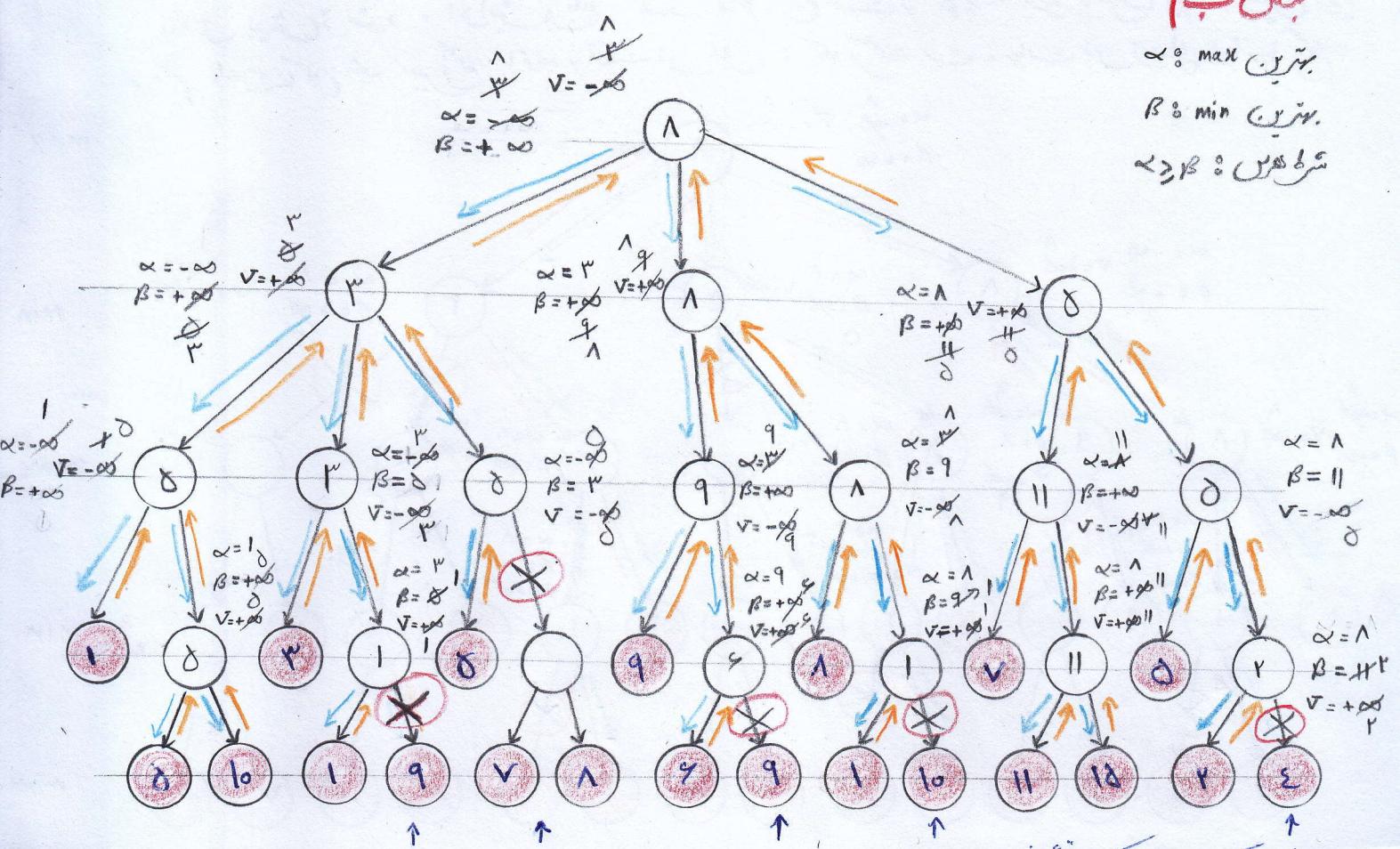
$$A = \emptyset, B = V, C = W, D = H$$

## سؤال ٤ بنش (الف)



داین جا با اجرای الگوریتم Minimax متادیج نود را داریم اوره برای Max مقدار  $V$  اولیه  $+∞$  و برای Min مقدار  $V$  اولیه  $-∞$  + قرار داشت. سپس به صورت DFS می پردازیم تا آیدیت هر سفره بعثت مین و متادیج  $V$  آپدیت شوند.

## بنش (ب)



لطفاً مقدار بترین  $\alpha$  و مقدار بترین  $\beta$  را تکه‌ای خواهیم داشت؛  
 که حاکم مقدار  $\alpha$  بودت  $\Rightarrow \alpha$  شرط همیشگی از برقراری شد  
 و نیازی نبود تا آن شرطی را که کمتر کیز حاکم تأثیری در مقدار نهایی و تفہیم ما  
 نداشند. الگوریتم پارسیون  $\alpha$  و  $\beta$  بحدوت زیر است:

```

def max_value(state, α, β):
    initialize v = -∞
    for each successor of state:
        v = max(v, value(successor))
        if v ≥ β return v
    α = max(α, v)
    return v

```

```

def min-value(state, α, β)
    initialize v = +∞
    for each successor of state:
        v = min(v, value(successor, α, β))
        if v ≤ α return v
        β = min(β, v)
    return v

```

نضر هم شده با علامت  $\times$  متصفح شدند. (از  $\times$  به یاد تردد هم در کام برسی نشده است)  
زمانی مذکور مرشد دیر برسی خود را به فرد نداشت اگر آن نزد پسر مانا بدهار ندارد زیرا  
در سطح پسر بالاتر دیگر value ای مرتبه به پسر که حالا چون ماس بلند یعنی مبنی آن دستگاه نشود

ج) بار آنکه بیش تین تعداد خلف ممکن انجام شود، آن فرزندهان Max را به صورت زیر نشاند  
 چون زدتر است  $\Delta$  افتخار آنکه افتخار از  $\Delta$  بیش تر شود، افزایش  $\Delta$  پایه  
 آن فرزندهan min را دهن به صورت صد هر دی مرتب کنند چون  $\Delta$  زدتر کاهش پیدا کند افتخار آنکه از  $\Delta$   
 زدتر بیش تر شود، افزایش  $\Delta$  پایه بعد فراهم آن است که  $\Delta$  به سوی تاکسین  $\Delta$  بیند. (طبق ویویو  
 م دانم باهر کن  $\Delta$  تبعه نباید با توجه به قدرت لای قبل و آنکه شرکت شده خاتم نمی تواند اینجا بجا کنند.

