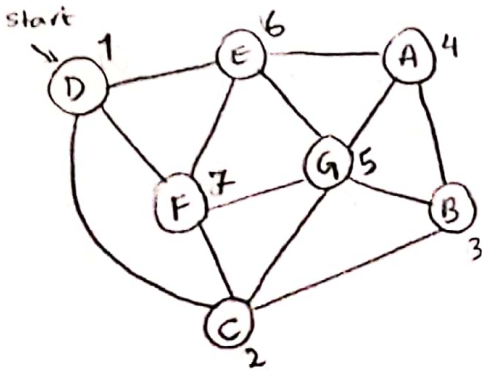


Step	Frontier	Explored
1	$\{A_0\}$	$\{\}$
2	$\{B_2, C_4, E_5\}$	$\{A\}$
3	$\{C_4, E_3\}$	$\{A, B\}$
4	$\{C_4, F_5, D_6\}$	$\{A, B, E\}$
5	$\{F_5, D_6\}$	$\{A, B, E, C\}$
6	$\{D_6\}$	Goal $\rightarrow \{A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow F\}$

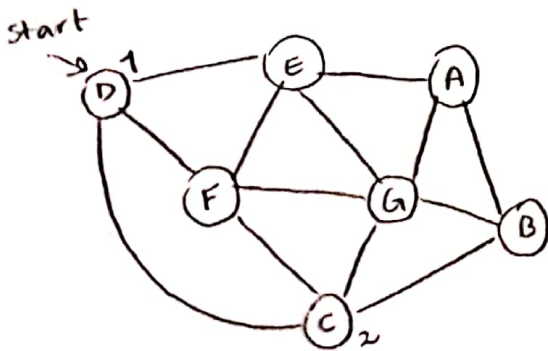
در خط اجزای الگوریتم UCS، نودهای $\{A, B, E, C, F\}$ ملاقات شدند (explored) (ترتیب باختم شدن)



DFS ششگونی گراف:

Step	selection	Frontier	Explored
0	-	$\{D\}$	$\{\}$
1	D	$\{C, E, F\}$	$\{D\}$
2	C	$\{B, G, E, F\}$	$\{D, C\}$
3	B	$\{A, G, E, F\}$	$\{D, C, B\}$
4	A	$\{G, E, F\}$	$\{D, C, B, A\}$
5	G	$\{E, F\}$	$\{D, C, B, A, G\}$
6	E	$\{F\}$	$\{D, C, B, A, G, E\}$
7	F	$\{\}$	$\{D, C, B, A, G, E, F\}$

* شماره گذاری: ترتیب ملاقات شدن



DFS ششگونی درخت:

Step	selection	Frontier
0	-	$\{D\}$
1	D	$\{C, E, F\}$
2	C	$\{D, F, G, B, E, F\}$
3	D	$\{C, E, F, F, G, B, E, F\}$
...
∞		$\rightarrow \infty$

در loop گیریم و متوقف می شویم و در این C, D ملاقات می شوند.

*** سوال سوم**

$$1 + b + b^2 + b^3 \geq 32 > 1 + b + b^2$$

$$b = \{3, 4, 5\} \quad \leftarrow 5 \geq b \geq 3$$

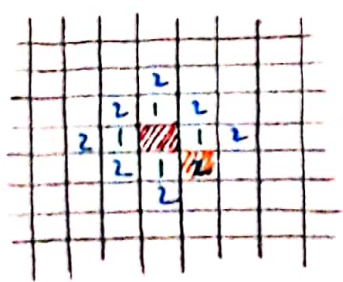
- در پاسخ به سؤالات زیر:
- تعداد نود در سطح L برابر است با b^L
 - Early Goal Test داریم.
 - هدف در سطح 4 است.
 - * طبق نقطه (2) و (3)، والد مستقیم هدف، در سطح (3) است.
 - 32 نود extend کردن اندک به هدف برسیم.
- نتیجه: طبق نکته (4)، والد هدف یا اولین نود در سطح سه است که extend شده یا آخرین نود در سطح است.

*** سوال چهارم**

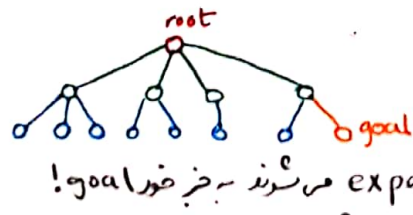
با فرض $(n = |x| + |y|)$ تعداد نودهای Expand شده در هر الگوریتم در Grid منطبق عبارت است از:

- الگوریتم BFS منتهی Graph Search: $(2n(n+1))$ نود Expand می شوند \leftarrow الگوریتم B
- الگوریتم BFS منتهی Tree Search: $\left(\frac{n+1}{3} - 1 \right)$ نود Expand می شوند \leftarrow الگوریتم A

در پاسخ به سوال "نوع الگوریتم A، B را از نظر اول عمل یا اول سطح بودن مشخص کنید": هر دو الگوریتم A، B از نوع "اول سطح" هستند. زیرا اگر اول عمل باشد، در فضای نامتناهی Grid، عملاً ممکن است هیچ جوابی پیدا نشود. اما اگر اول سطح باشد، در هر مرحله از expand کردن، برای مشخص کردن و BFS در این Grid که $b=4$ (متناهی) است، تمام نودها در یک مرحله به صورت همزمان و تعریف کردن کانون برای نودهای expand شده قبل از هدف، معقول است. * توجه: BFS مطمح شده از later Goal Test استفاده می کند (تا فرتون ها درست باشد!)



نقطه (هده) 44
 عمقی 1
 هدف (1,1) نقطه
 عمقی 2



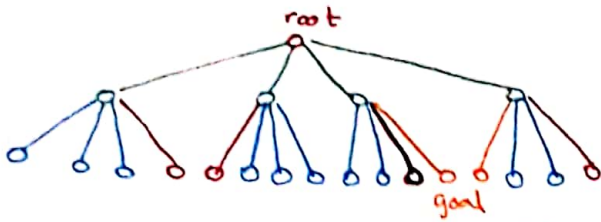
* این درخت معادل اعمال
 BFS منتهی Graph Search
 است که late Goal Test
 دارد و بزرگ های نقطه هم
 expand می شوند به جز خود goal!
 پس تعداد نودهای expand شده = 12.

طبق فرمول خودم: $n = |x| + |y| = 2 \Rightarrow \# \text{ expanded nodes} = 2 \times 2 (2+1) = 12$ ✓
 فرمول $(2n(n+1))$

اثبات فرمول $(2n(n+1))$: \leftarrow سطح > 0

اولاً تعداد نودهای موجود در هر سطح، یک دنباله حسابی با جمله اول $a_1 = 4$ و قدر نسبت $d = 4$ است. دوماً در این الگوریتم BFS منتهی Graph Search که شش در داریم، تعداد نودهای Expand شده تا عمق $|x| + |y|$ برابر است با جمع تعداد نودها در هر سطح (تا سطح جذر Goal) (جذر Goal سبط دارد نمیشود (-1) و در root سبط دارد نیست (+1) پس سطح صفر را به حساب می آوریم).
 رسماً، جمع n جمله اول از یک دنباله حسابی برابر است با: $\frac{n}{2} (2a_1 + (n-1)d)$
 که در نهایت: تعداد نودهای Expand شده تا عمق $|x| + |y| = n$ برابر است با: $\frac{n}{2} (2 \times 4 + (n-1) \times 4) = 2n(n+1)$ (2)

* (از امین سوال چهارم)



* این درخت معادل امان BFS شش Tree search با استاندارد از late Goal Test است. برگ‌های خنثی هم expand می‌شوند به جز خود Goal. پس تعداد نودهای expand شده $= 20$

طبق ترمین خردم (یا همان صورت سوال!) : $\left(\frac{4^{n+1}-1}{3} - 1 \right)$ منقول \rightarrow \checkmark \Rightarrow $\# \text{ expand nodes} = 4 \frac{4^{n+1}-1}{3} - 1 = 20$

branching factor

اولاً تعداد نودهای موجود در هر سطح، یک دنباله هندسی با جمله اول $a_1 = 1$ ، $q = b = 4$ (قدرت) است.

دوماً در این الگوریتم، تعداد نودها برابر است با جمع نودهای هر سطح (به جز خود Goal) $(1-1)$ سوماً جمع n جمله اول یک دنباله هندسی برابر است با :

$a_1 \left(\frac{q^{n+1}-1}{q-1} \right)$

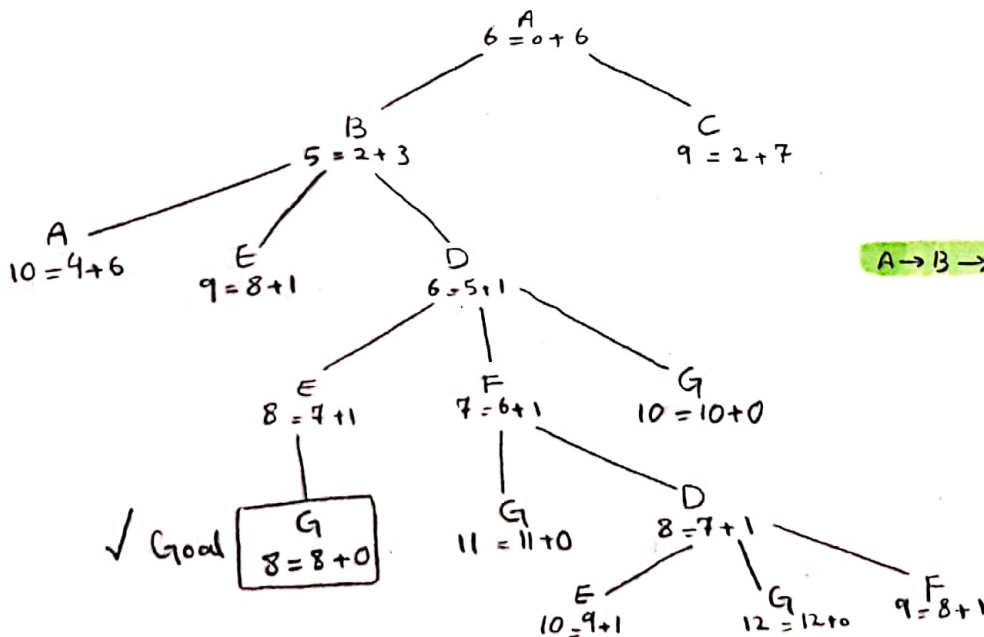
\checkmark در نهایت : تعداد نودهای expand شده تا یافتن $n = |x| + |y|$ برابر است با : $1 \times \left(\frac{4^{n+1}-1}{4-1} \right) - 1 = \left(\left(\frac{4^{n+1}-1}{3} \right) - 1 \right)$

* (سوال پنجم)

* A^* روکننده معقولی :

$F(n) = g(n) + h(n)$ *

* شش Tree Search

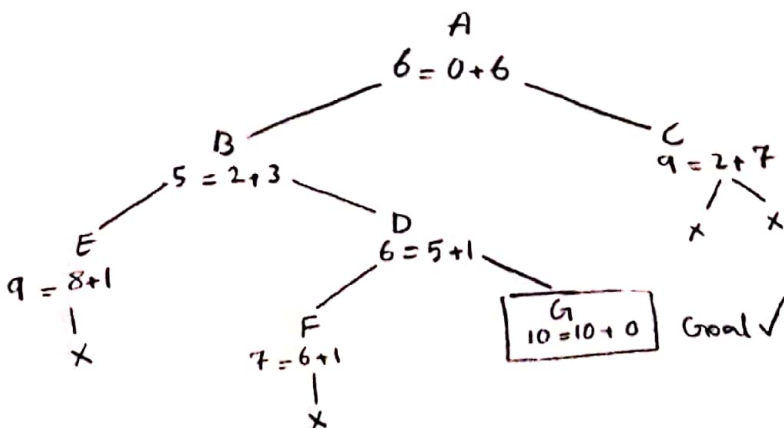


مسیر : $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G$

* A^* روکننده گهنگ ترا :

$F(n) = g(n) + h(n)$

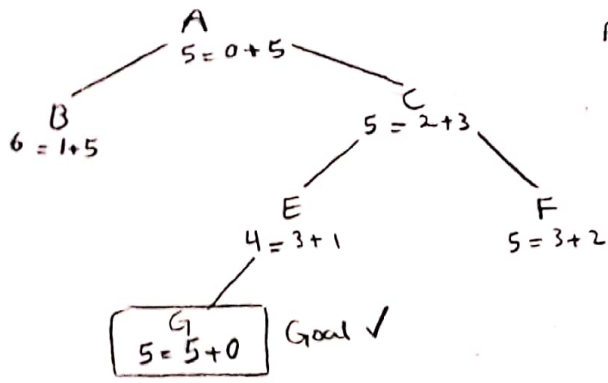
* شش Tree Search



مسیر : $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G$

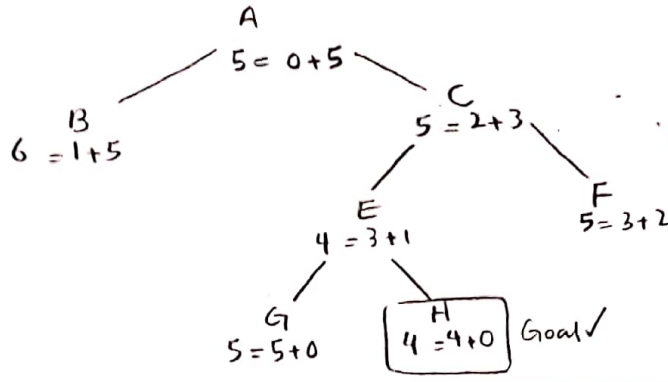
Tree search
 $F(n) = g(n) + h(n)$

مقدار هدف در لحظه تولید:



مسیر: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G$

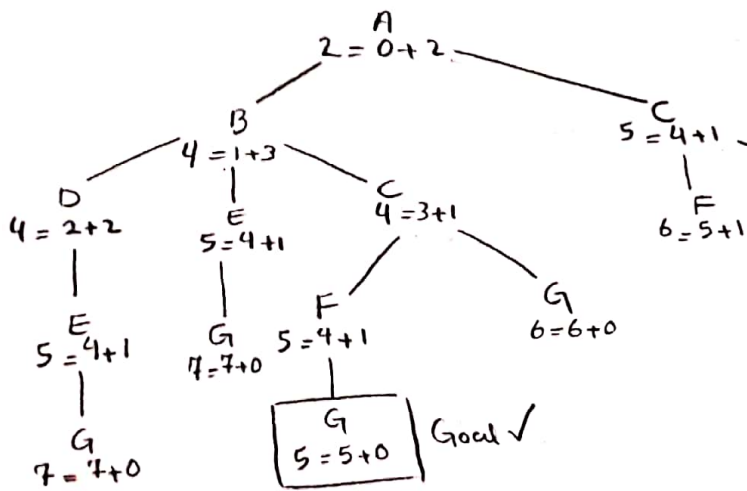
مقدار هدف در لحظه پیدا:



مسیر: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H$

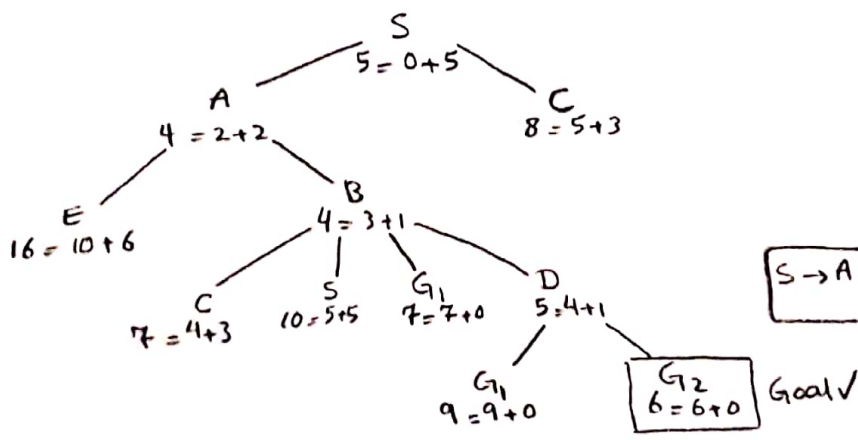
Tree search (ب)
 $F(n) = g(n) + h(n)$
 late Goal test

ترتیب الفبا (1)
 ترتیب گره از پدر (2)

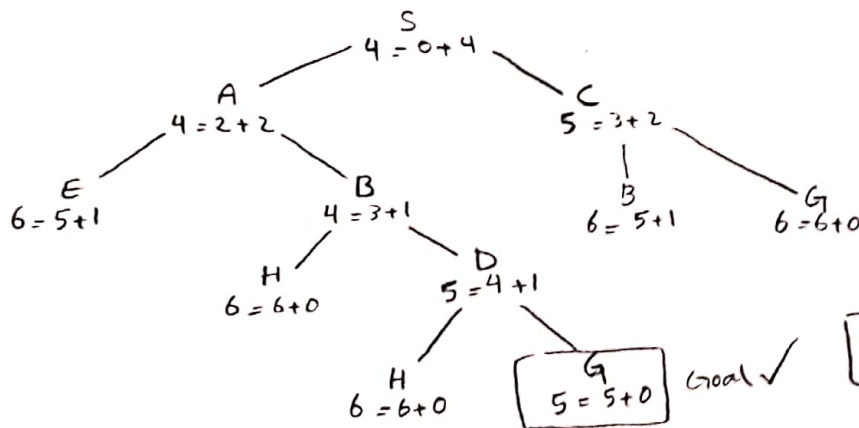


مسیر: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow G$

Tree search (ج)
 $F(n) = g(n) + h(n)$
 late goal test
 ترتیب الفبا

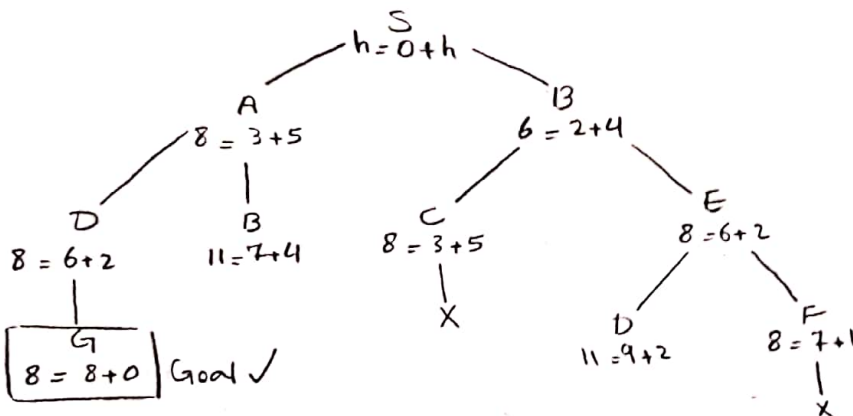


مسیر: $S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G_2$



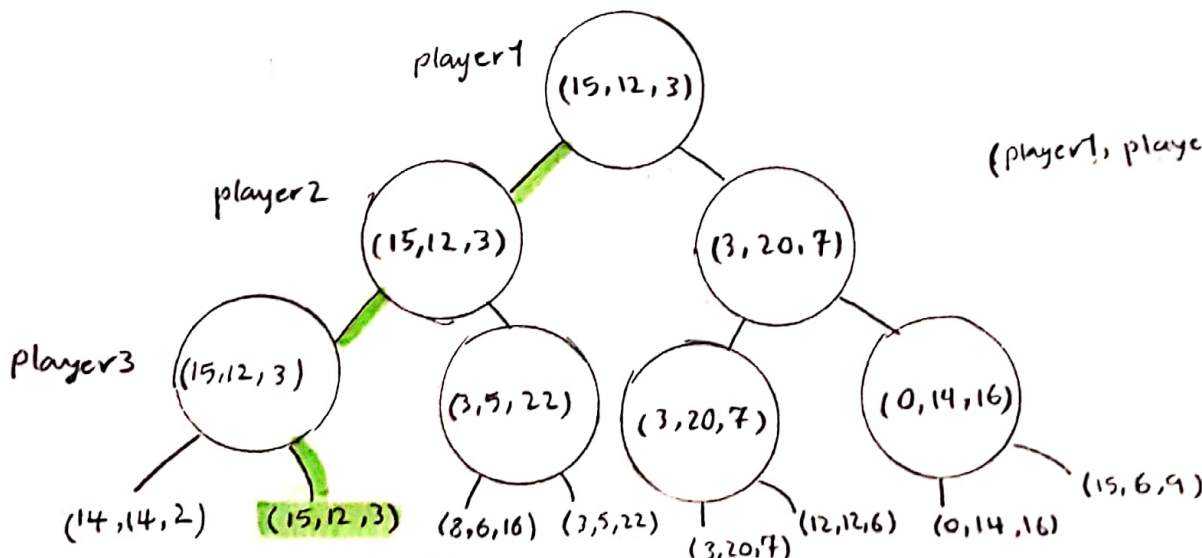
ارادین سوال سیم
Tree search
 $F(n) = g(n) + h(n)$
later Goal test
ترتیب از کمتر تولید شده

مسیر: $S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G$



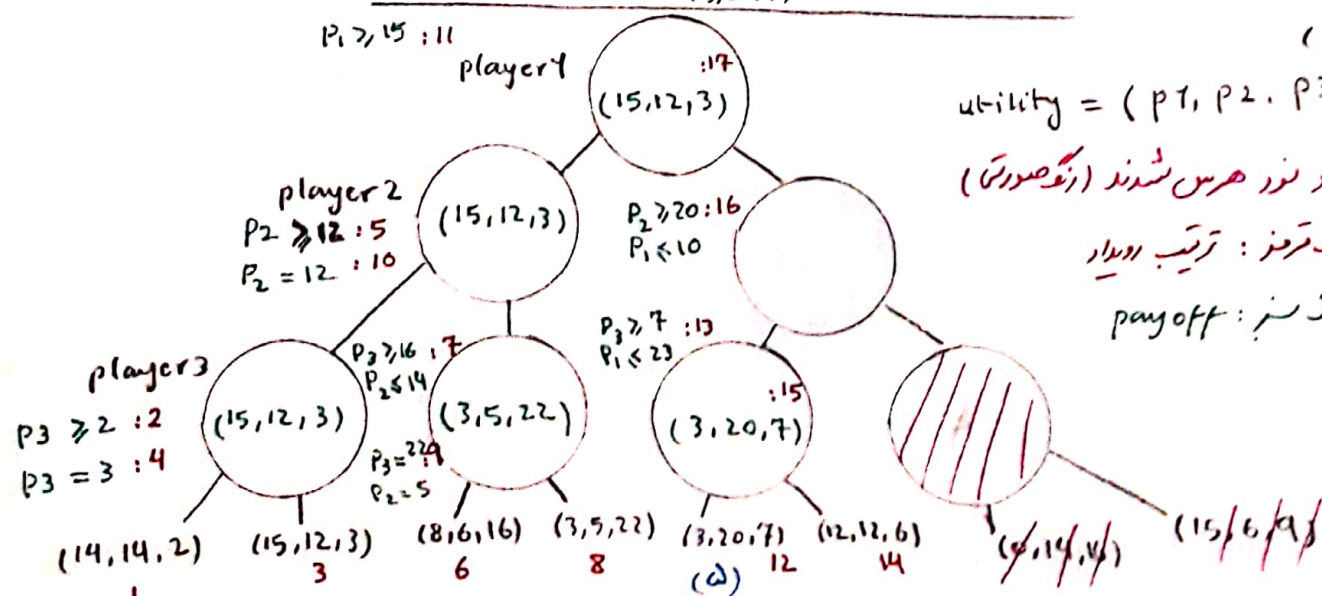
Tree search
 $F(n) = g(n) + h(n)$
later goal test
تولید البانی
ترتیب از کمتر تولید شده (1)

مسیر: $S \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow G$



سوال هفتم
(الف)

(player1, player2, player3)



utility = (p1, p2, p3)

دو نوز هرس نشدند (از صورتی)
رتب قمرن: ترتیب اعداد
رتب سن: payoff

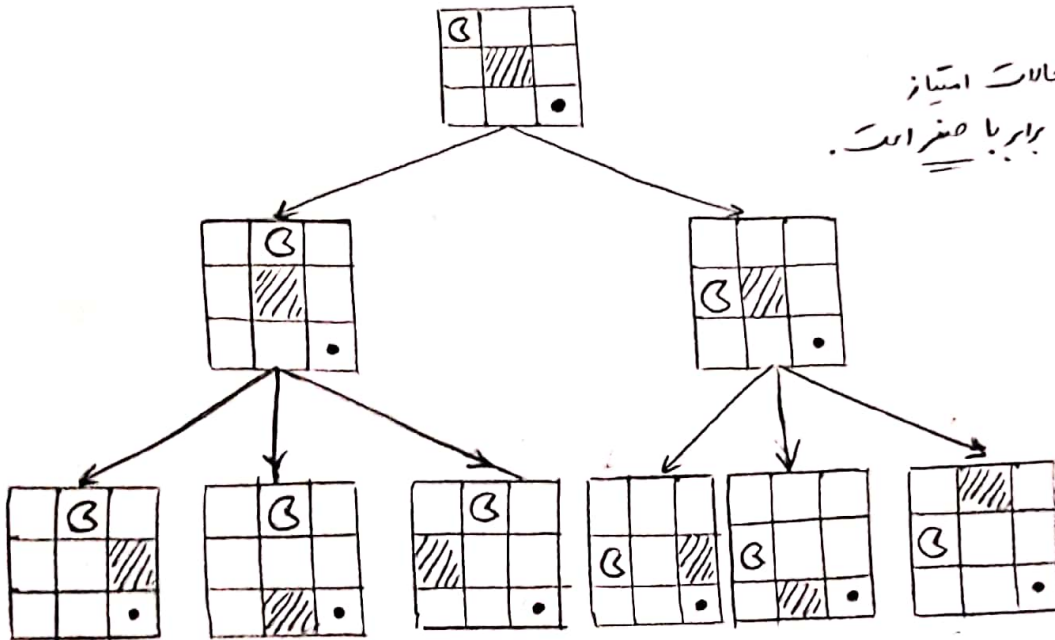
*** ادامه سوال هفتم**

(30 دوره داریم کلاً)

اراده قسمت (ب) : به امکان هرس کردن وجود دارند . به دلیل اینکه بازی Constant-sum است ، پس می توان هرس کردن انجام داد . همان طور که در شکل هم نشان داریم ، در مرحله 11 ام به این نتیجه رسیدیم که $P_1 \gg 15$ یعنی player 1 بیش از 15 دوره عایدی خواهد داشت . پس در مرحله 15 ام بعد از متوقف شدن تصمیم player 3 در زیر شاخه سمت چپ از زیر درخت داشت ، در مرحله 16 ام این نتیجه حاصل می شود که دوره های عایدی player 2 فقط بیش از 20 خواهد بود (در این زیر درخت) پس با توجه به این نکته که کلاً 30 دوره داریم پس $P_1 \leq 10$ می شود که این از امکان چپ player 1 کمتر است و علاقه نداریم . پس زیر شاخه راست از زیر درخت داشت را هرس می کنیم و باز هم به جواب درست می رسیم .

*** سوال هشتم**

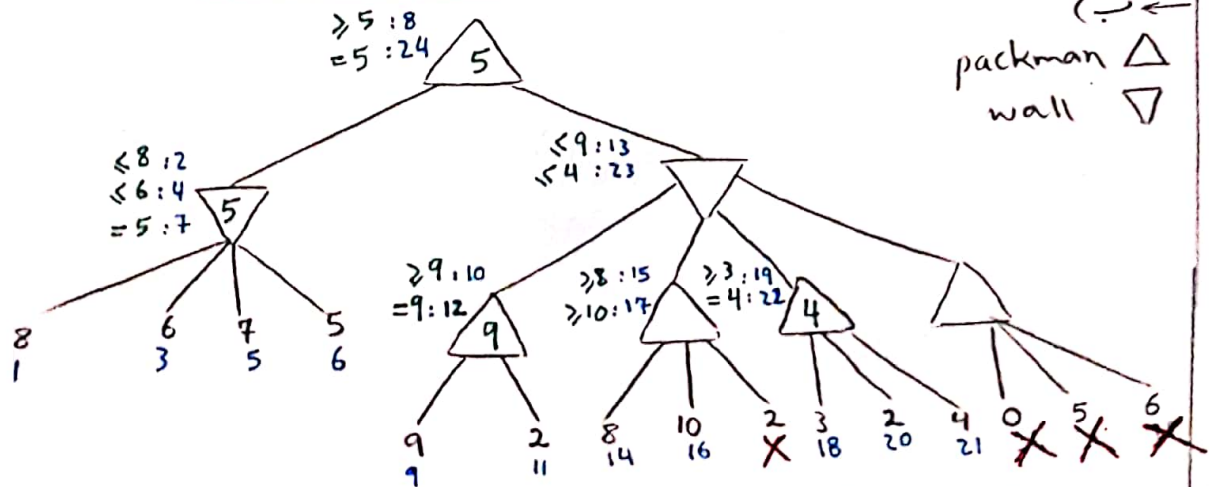
الف) در تمام حالات امتیاز packman برابر با صفر است .



ب)

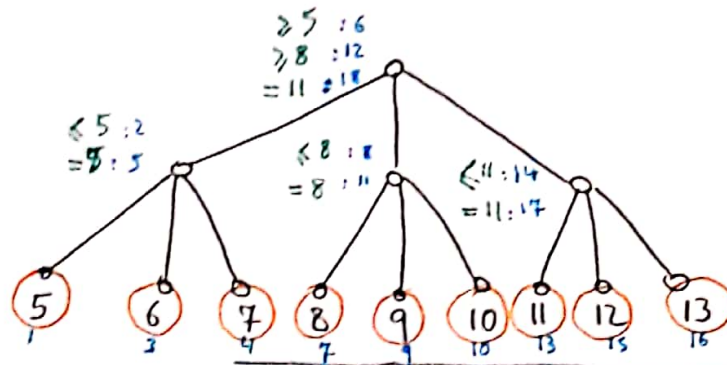
packman Δ
wall ∇

آنها : ترتیب بوداد
سفر : payoff
قرمز : هرس شده



به بزرگ هرس شدند .

آب: ترتیب اولیاد
 payoff: سب



* سوال نهم
 بن 5 تا 20

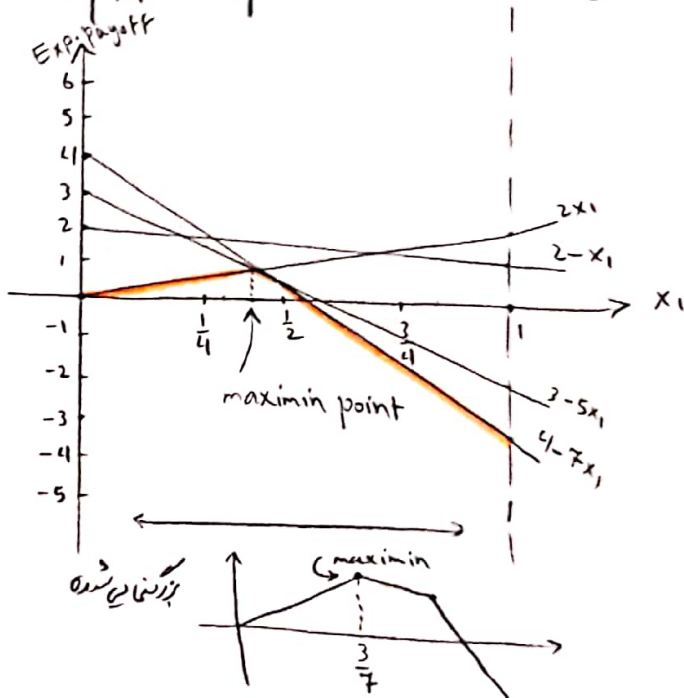
y_1, y_2, y_3, y_4
 $x_1 \begin{bmatrix} 1 & -2 & -3 \\ 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{matrix}$
 $1-x_1 \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{matrix}$
 $\text{Maximin} = 0$
 $\text{minimax} = 2$

* سوال دهم

1) ادراک چینی غلبه‌ای وجود ندارد و لذا ماتریس 2×4 باقی‌مانده چینی تعادلی ندارد.

2) توزیع‌های احتمال به صورت $X = \{x_1, 1-x_1\}$ و $Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$ هستند.

(y_1, y_2, y_3, y_4)	Expected payoff
$(1, 0, 0, 0)$	$x_1 + 2(1-x_1) = 2 - x_1$
$(0, 1, 0, 0)$	$-2x_1 + 3(1-x_1) = 3 - 5x_1$
$(0, 0, 1, 0)$	$-3x_1 + 4(1-x_1) = 4 - 7x_1$
$(0, 0, 0, 1)$	$2x_1 + 0(1-x_1) = 2x_1$

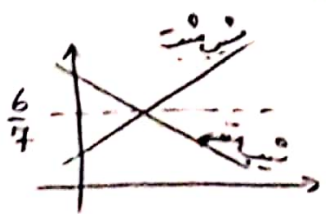


$2x_1 = 3 - 5x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{3}{7}$
Game value = $\frac{6}{7}$

* برای جوابی y ها:

1) خطوط $(2-x_1)$ و $(4-7x_1)$ از نقطه Maximin عبور کرده اند $\Rightarrow y_1 = 0$ و $y_3 = 0$

2) پس payoff برای player 1 عبارت است از: $y_2(3-5x_1) + y_4(2x_1)$
 Expected
 $\begin{cases} \leq \frac{6}{7} & \text{for } 0 \leq x_1 \leq 1 \\ = \frac{6}{7} & \text{for } x_1 = \frac{3}{7} \end{cases}$



از آنجایی که y_1 و y_3 عددی هستند لذا سمت چپ یک معادله خط است که:
 اگر $\text{Game value} > \frac{6}{7}$ در نقطه \times
 اگر $\text{Game value} < \frac{6}{7}$ در نقطه \times

در نتیجه Expected payoff برابر $\frac{6}{7}$ باشد (خطاتر) پس:

if $x_1 = 0 \Rightarrow 3y_2 + 0 = \frac{6}{7} \Rightarrow y_2 = \frac{2}{7}$
 $y_1 + y_2 + y_3 + y_4 = 1$
 $y_1 = y_3 = 0$
 $\Rightarrow y_4 = \frac{5}{7}$

جمع بندی: $X = \{x_1 = \frac{3}{7}, x_2 = \frac{4}{7}\}$, $Y = \{y_1 = 0, y_2 = \frac{2}{7}, y_3 = 0, y_4 = \frac{5}{7}\}$