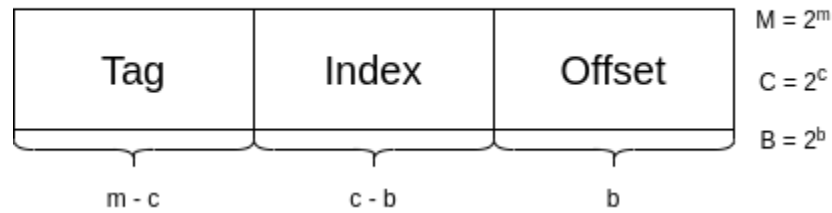


سوال (الف)

Direct mapped cache



$$C = 16 \text{ word} = 2^4 \text{ word} \Rightarrow c = 4$$

$$B = 1 \text{ word} = 2^0 \text{ word} \Rightarrow b = 0$$

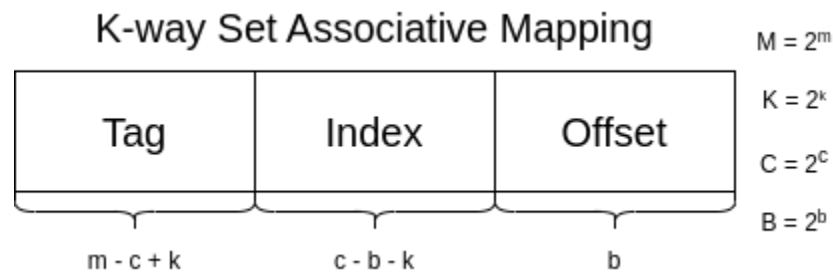
$$\text{Index} = c - b = 4 - 0 = 4$$

address	5	7	13	15	5	19	21	5	7	13	22	5	23
index	5	7	13	15	5	3	5	5	7	13	6	5	7
h/m	m	m	m	m	h	m	m	m	h	h	m	h	m

block	tag cache	
0		0
1		1
2		2
3	19	1
4		4
5	5	0
6	22	1
7	7	0
8		8
9		9
10		10
11		11
12		12
13	13	0
14		14
15	15	0

وضعیت نهایی cache

سوال (۱) ب)



$$K = 4 \text{ way} = 2^4 \text{ way} \Rightarrow k = 2$$

$$C = 16 \text{ word} = 2^4 \text{ word} \Rightarrow c = 4$$

$$B = 1 \text{ word} = 2^0 \text{ word} \Rightarrow b = 0$$

$$\text{Index} = c - b - k = 4 - 0 - 2 = 2$$

address	5	7	13	15	5	19	21	5	7	13	22	5	23
index	1	3	1	3	1	3	1	1	3	1	2	1	3
h/m	m	m	m	m	h	m	m	h	h	h	m	h	m

block	tag	cache	block	tag	cache	block	tag	cache	block	tag	cache
0			0			0			0		
1	5	1	1	13	3	1	21	4	1		
2	22	4	2			2			2		
3	7	1	3	15	3	3	19	4	3	23	4

وضعیت نهایی cache

سوال (۲ الف) (۱)

سرعت متوسط دستیابی به داده ها با cache:

$$\begin{aligned}
 T_{avg} &= t_1 h_1 + (1 - h_1)(t_1 + t_2 h_2) \\
 T_{avg} &= (2ns)(0.97) + (1 - 0.97)(2ns + (6000ns)(0.03)) \\
 &= (1.94) + (5.46) \\
 &= 7.4ns
 \end{aligned}$$

سرعت متوسط دستیابی به داده ها بدون cache:

$$\begin{aligned}
 T_{avg} &= t_1 h_1 \\
 T_{avg} &= (6000ns)(1) \\
 &= 6000ns
 \end{aligned}$$

$$7.4 / 6e3 = 37 / 6e4 \approx 1.23e-3$$

سرعت 0.00123 برابر کند شده است.

سوال (۲ الف) (۲)

سرعت متوسط دستیابی به داده ها با cache ضعیف تر:

$$\begin{aligned}
 T_{avg} &= t_1 h_1 + (1 - h_1)(t_1 + t_2 h_2) \\
 T_{avg} &= (4ns)(0.92) + (1 - 0.92)(4ns + (6000ns)(0.08)) \\
 &= (3.68) + (38.72) \\
 &= 42.4ns
 \end{aligned}$$

$$7.4 / 42.4 \approx 0.18$$

سرعت 0.18 برابر کند شده است.

سوال ۲) ب)

به صورت دقیق:

$$\begin{aligned}
 T_{avg} &= t_1 h_1 + (1 - h_1)(t_1 + t_2 h_2) + (1 - h_1)(1 - h_2)(t_2 + t_3 h_3) + (1 - h_1)(1 - h_2)(1 - h_3)(t_3 + t_4 h_4) \\
 T_{avg} &= (7ns)(0.96) + (1 - 0.96)(7ns + (22ns)(0.91)) + (1 - 0.96)(1 - 0.91)(22ns + (143ns)(0.88)) + \\
 &\quad (1 - 0.96)(1 - 0.91)(1 - 0.88)(143ns + (6000ns)(1)) \\
 &= (6.72) + (1.081) + (0.532) + (2.654) \\
 &= 10.987ns
 \end{aligned}$$

به صورت تقریبی:

$$\begin{aligned}
 T_{avg} &= t_1 h_1 + (1 - h_1)(t_2 h_2) + (1 - h_1)(1 - h_2)(t_3 h_3) + (1 - h_1)(1 - h_2)(1 - h_3)(t_4 h_4) \\
 T_{avg} &= (7ns)(0.96) + (1 - 0.96)(22ns)(0.91) + (1 - 0.96)(1 - 0.91)(143ns)(0.88) + (1 - 0.96)(1 - \\
 &\quad 0.91)(1 - 0.88)(6000ns)(1) \\
 &= (6.72) + (0.801) + (0.453) + (2.592) \\
 &= 10.566ns
 \end{aligned}$$

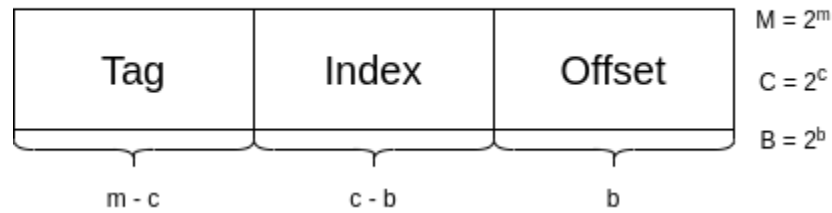
سوال ۳) الف)

Access time	Hit rate	Lookup time	Power consumption	Cost	Cache
کم	کم	کم	کم	کم	Direct mapped
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	K-way set associative
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	Fully associative

(در ستون Access time و Lookup time چون در فایل تمرین معادل فارسی آن به ترتیب "تاخیر دسترسی به داده" و "تاخیر در جستجو برای یافتن داده ی استعلام شده" نوشته شده، عبارت "کم" به معنای تاخیر کم در نظر گرفته شده است وگرنه سرعت آن زیاد می باشد).

سوال (۳) ب)

Direct mapped cache



$$M = 256K \text{ word} = 2^8 \times 2^{10} \text{ word} = 2^{18} \text{ word} \Rightarrow m = 18$$

$$C = 64 \text{ block} \times 4 \text{ word} = 256 \text{ word} = 2^8 \text{ word} \Rightarrow c = 8$$

$$B = 4 \text{ word} = 2^2 \text{ word} \Rightarrow b = 2$$

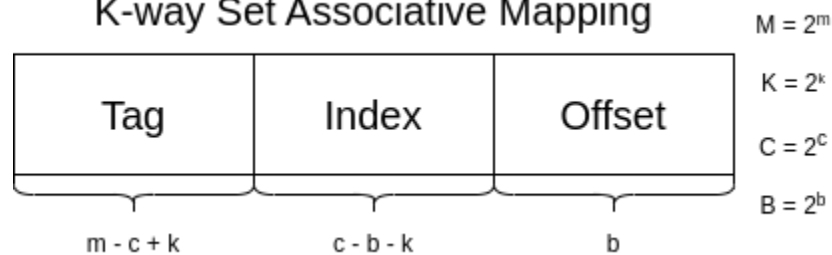
$$\text{Tag} = m - c = 18 - 8 = 10 \text{ word} = 10 \text{ Byte} = 10 \times 2^3 = 80 \text{ bit}$$

$$\text{Index} = c - b = 8 - 2 = 6 \text{ word} = 6 \text{ Byte} = 6 \times 2^3 = 48 \text{ bit}$$

$$\text{Offset} = b = 2 \text{ word} = 2 \text{ Byte} = 2 \times 2^3 = 2^4 \text{ bit} = 16 \text{ bit}$$

سوال (۴)

K-way Set Associative Mapping



$$K = 2 \text{ way} \Rightarrow k = 1$$

$$C = 4 \text{ block} \times 4 \text{ word} = 16 \text{ word} = 2^4 \text{ word} \Rightarrow c = 4$$

$$B = 4 \text{ word} = 2^2 \text{ word} \Rightarrow b = 2$$

address	1	3	4	7	8	9	18	3	6	16
offset	1	3	0	3	0	1	2	3	2	0
index	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
h/m	m	m	m	m	m	m	m	h	m	m

block		cache	block		cache
0	4	0	0		0
	1	1			1
	6	2			2
	3	3		7	3
	8	0		16	0
1	9	1	1		1
	18	2			2
		3			3

وضعیت نهایی cache