



به موارد زیر توجه کنید:

- ۱- حتما نام و شماره دانشجویی خود را روی پاسخ نامه بنویسید.
- ۲- کل پاسخ تمرینات را در قالب یک فایل pdf با شماره دانشجویی خود نام گذاری کرده در سامانه CW بارگذاری کنید.
- ۳- این تمرین ۱۰۰ نمره دارد که معادل ۰.۵ نمره از نمره کلی درس است.
- ۴- تحویل این تمرین در تاریخ «تحویل امتیازی» ۰.۱ نمره اضافه دارد.
- ۵- در صورت مشاهده هر گونه مشابهت نامتعارف هر دو (یا چند) نفر کل نمره این تمرین را از دست خواهند داد.

۱- (۲۰ نمره) فرض کنید می خواهیم دستور 0xAD090004 را در معماری شکل ۱ اجرا کنیم.

مقادیر ذخیره شده در ثبات ها طبق جدول زیر است.

\$1: 0x9000	\$4: 0x9000	\$7: 0x9000
\$2: 0x9001	\$5: 0x9001	\$8: 0x9001
\$3: 0x9002	\$6: 0x9002	\$9: 0x9002

- الف- دستور را رمزگشایی (decode) کنید.
- ب- مسیر داده این دستور را مشخص کنید.
- ج- سیگنال های کنترلی اجرای این دستور را مشخص کنید.
- د- پس از اجرای این دستور مقدار کدامیک از ثبات ها تغییر می کند؟ چطور؟

پاسخ:

```
0xAD090004 = (101011 01000 01001 000000000000100)2 = sw $9, 4($8)
Opcode = 101011 = sw
Rs = 01000 = $8 = $t0
Rt = 01001 = $9 = $t1
imm = 0x0004
```

با توجه به مقدار داخل ثبات ها باید عدد 0x9002 در آدرس 0x9001+0x0004 حافظه نوشته شود. بنابراین در شکل ۱، عدد 01000 به عنوان read register1 وارد بانک ثبات می شود و محتوای آن وارد ALU می شود و از طرف دیگر عدد ثابت 0x0004 وارد بخش sign extend شده و به صورت 0x00000004 وارد ALU می شود. این دو عدد با هم جمع شده و آدرس 0x00009006 را تولید می کند و به حافظه می دهد. عدد 01001 به عنوان read register2 وارد بانک ثبات می شود و محتوای آن به عنوان write data وارد حافظه می شود و در آدرس داده شده نوشته می شود.

سیگنال های کنترلی هم به این ترتیب خواهند بود:

```
RegDst=X, Jump=0, Branch=0, MemRead=0, MemToReg=X
ALUOp=00, MemWrite=1, ALUSrc=1, RegWrite=0, ALU Control=0010
```

پس از اجرای این دستور مقدار هیچیک از ثبات ها تغییر نمی کند.

۲- (۳۰ نمره) فرض کنید هر یک از خطاهای زیر به طور جداگانه در واحد کنترل پردازنده تک چرخه‌ای شکل ۱ رخ دهد. توضیح دهید که در هر حالت اجرای کدامیک از دستورات R-type، lw، sw و beq دچار اخلال خواهد شد و چرا؟ توجه کنید مقدار ALUOp برای دستورات بالا به ترتیب ۱۰، ۰۰، ۰۱ و ۰۱ است.

الف - ALUOp1 stuck-at-zero د - RegWrite stuck-at-one

ب - ALUOp0 stuck-at-zero ه - MemRead stuck-at-one

ج - PCSrc stuck-at-zero و - RegDst stuck-at-one

یادآوری: خطای stuck-at-zero (one) یعنی یک سیگنال همیشه به صفر (یا یک) وصل شده است.

پاسخ:

الف- دستورات R-type

ب- دستور branch equal

ج- PCSrc سیگنال خروجی گیت AND ای است که سمت راست بالای شکل قرار دارد و صفر بودن آن اجرای دستورات پرش شرطی را مختل می‌کند.

د- هر دستوری که نباید روی ثبات چیزی بنویسد، مثل sw، slt و دستورات پرش

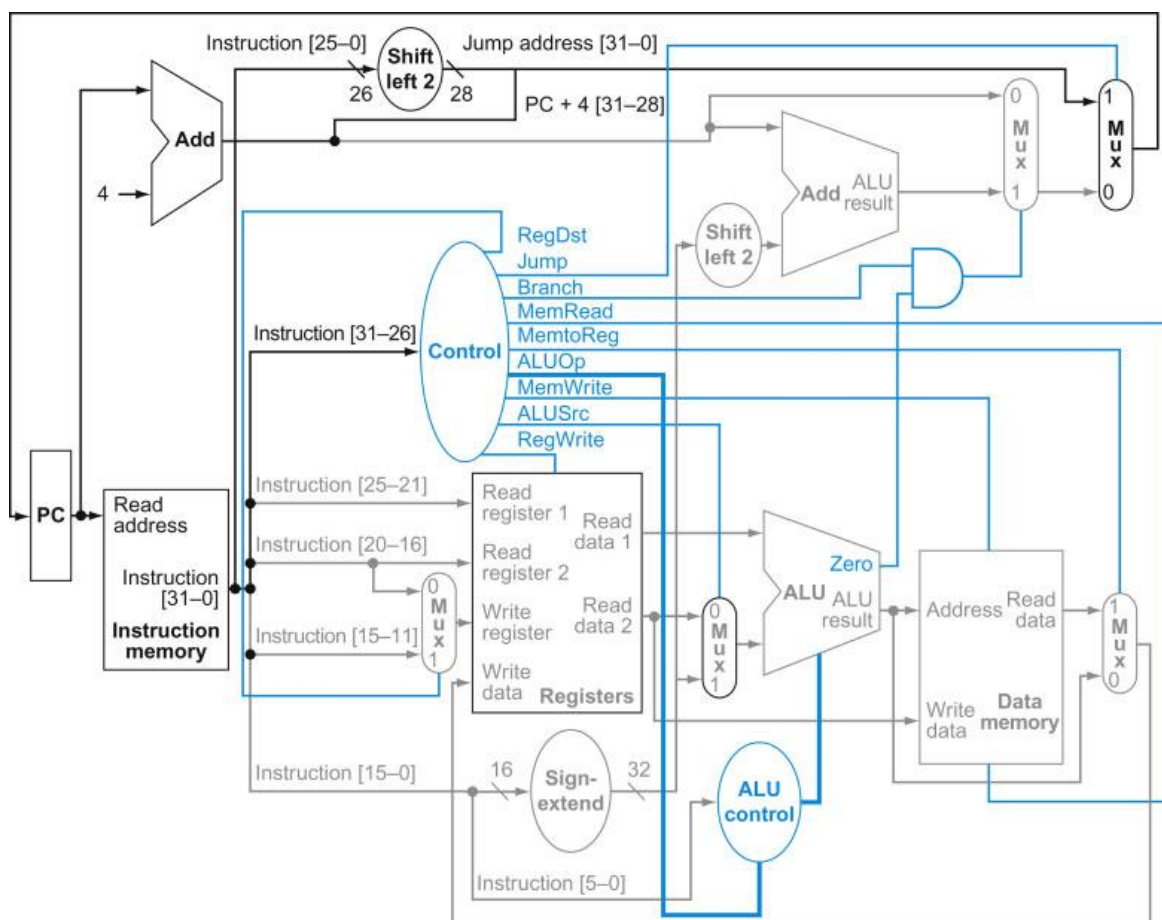
ه- اجرای هیچ دستوری مختل نمی‌شود، صرفاً با اجرای هر دستور، حافظه هم خوانده خواهد شد.

و- دستور lw

۳- (۵۰ نمره) در طراحی پردازنده شکل ۱ فرض این بوده است که قرار است تنها دستورات عمل‌های add، sub، and، or، slt، lw، sw و beq اجرا شود. عملیات کنترل بلوک دیاگرام شکل ۱ توسط تعدادی سیگنال کنترلی انجام می‌شود که در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. اگر بخواهیم دستورالعمل jal را هم به مجموعه دستورالعمل‌ها اضافه کنیم، چه تغییراتی باید در شکل و جداول بدهیم؟

پاسخ: دستور jal مثل دستور z عمل می‌کند و علاوه بر آن باید مقدار PC+4 را هم در \$ra بنویسد. پس از یک طرف همان سیگنال کنترلی Jump باید فعال شود که پرش به آدرس موردنظر انجام شود و از طرف دیگر باید یک سیگنال کنترلی جدید هم تولید شود که دو mux را در ورودی‌های Write register و Write data در بانک ثبات کنترل کند. به این ترتیب که ورودی Write register یا از همین مسیری بیاید که در شکل فعلی آمده یا مقدار ثابت ۱۱۱۱۱ (شماره ثبات \$ra) را بگیرد. ورودی Write data هم باید یک mux داشته باشد که یا داده از همین مسیر فعلی وارد آن شود یا از خروجی جمع‌کننده سمت چپ بالای شکل وارد شود. بنابراین جدول ۲ به شکل زیر تغییر خواهد کرد.

Signal Name	jal
Op5-Op0	000011
RegDst	X
ALUSrc	X
MemtoReg	X
RegWrite	1
MemRead	0
MemWrite	0
Branch	X
ALUOp1-ALUOp2	XX
Jump	1
JumpAndLink	1



شکل ۱- بلوک دیاگرام مسیر داده و کنترل پردازنده ساده MIPS

جدول ۱- شرح ارتباط سیگنال‌های واحد ALU Control در شکل ۱

Instruction opcode	ALUOp	Instruction operation	Func field	Desired ALU action	ALU control input
LW	00	load word	XXXXXX	add	0010
SW	00	store word	XXXXXX	add	0010
Branch equal	01	branch equal	XXXXXX	subtract	0110
R-type	10	add	100000	add	0010
R-type	10	subtract	100010	subtract	0110
R-type	10	AND	100100	AND	0000
R-type	10	OR	100101	OR	0001
R-type	10	set on less than	101010	set on less than	0111

جدول ۲- شرح ارتباط سیگنال‌های واحد Control در شکل ۱

Input or output	Signal name	R-format	lw	sw	beq
Inputs	Op5	0	1	1	0
	Op4	0	0	0	0
	Op3	0	0	1	0
	Op2	0	0	0	1
	Op1	0	1	1	0
	Op0	0	1	1	0
Outputs	RegDst	1	0	X	X
	ALUSrc	0	1	1	0
	MemtoReg	0	1	X	X
	RegWrite	1	1	0	0
	MemRead	0	1	0	0
	MemWrite	0	0	1	0
	Branch	0	0	0	1
	ALUOp1	1	0	0	0
	ALUOp0	0	0	0	1