یک کامپیوتر دو آدرسه دارای حافظه‌ای به گنجایش $۲^{۲۴}$ واحد آدرس پذیر ۶ بیتی، طول کلمه ۲۴ بیتی و ۳۲ ثبات همه‌منظوره R0 تا R31 میباشد. شیوه‌های نشانی‌دهی ماشین شامل ثباتی (مستقیم و غیرمستقیم)، بلافاصله و حافظه‌ای (مستقیم و غیرمستقیم)، و شیوه نمایش اعداد مکمل ۲ است. در این سیستم آدرس بازگشت به سیستم عامل در ثبات R31 ذخیره میشود. دستورات این ماشین در چهار قالب (طبق جداول زیر) کد میشوند.

Format I

00 opcode	i1:r1	i2:r2 / qdata
6 bits	6 bits	6 bits

If $i1$ then $opr1 = M_{(r1)}$ else $opr1 = r1$;
If $i2$ then $opr2 = M_{(r2)}$ else $opr2 = r2$;

Instruction	Opcode	Operation
mov opr1, opr2	0000	opr1 ⇦ (opr2);
add opr1, opr2	0001	opr1 ⇦ (opr1) + (opr2);
sub opr1, opr2	0010	opr1 ⇦ (opr1) - (opr2);
and opr1, opr2	0011	opr1 ⇦ (opr1) ^ (opr2);
or opr1, opr2	0100	opr1 ⇦ (opr1) ˅ (opr2);
xor opr1, opr2	0101	opr1 ⇦ (opr1) xor (opr2);
swap opr1, opr2	0110	opr1 ⇔ (opr2);
addq opr1, qdata	0111	opr1 ⇦ (opr1) + qdata;
subq opr1, qdata	1000	opr1 ⇦ (opr1) - qdata;
movq opr1, qdata	1001	opr1 ⇦ qdata;

Format II

010 opcode	r
7 bits	5 bits

Instruction	Opcode	Operation
jmp r	0000	PC ⇦ (r);
inc r	0001	r ⇦ (r) + 1;
dec r	0010	r ⇦ (r) - 1;
clr r	0011	r ⇦ 0;
not r	0100	r ⇦ not (r);
neg r	0101	r ⇦ - (r);
inc4 r	0110	r ⇦ (r) + 4;
dec4 r	0111	r ⇦ (r) - 4;

Format III

011 opcode	r	addr
7 bits	5 bits	24 bits

Instruction	Opcode	Operation
mov r, addr	0000	r ⇦ (M_{addr});
mov addr,r	0001	M_{addr}⇦ (r);
mov r, (addr)	0010	r ⇦ ($M_{(M_addr)}$);
mov (addr),r	0011	$M_{(M_addr)}$⇦ (r);
jnz r, addr	0100	if (r) ≠ 0 then PC ⇦ addr;
jz r, addr	0101	if (r) = 0 then PC ⇦ addr;
jneg r, addr	0110	if (r) < 0 then PC ⇦ addr;
jpos r, addr	0111	if (r) ≥ 0 then PC ⇦ addr;
loop r, addr	1000	r ⇦ (r) - 1; if (r)≠0 then PC ⇦ addr;
jmp+ r, addr	1001	r ⇦ (r) + 1; PC⇦addr;
call r, addr	1010	r ⇦ (PC); PC⇦addr;

Format V

1	r	data
	5 bits	24 bits

Instruction	Opcode	Operation
mov r, #data	1	r ⇦ data;

۱- طول تمامی ثباتهای ماشین را تعیین کنید. (۱ نمره)

۲- برنامه‌ای به زبان اسمبلی بنویسید که آرایه صد کلمه‌ای array را به صورت صعودی مرتب کند. (۴ نمره)

۳- برنامه زیر چه می‌کند؟ (۳ نمره)

```
        org   0
        mov   R1,#100
        mov   R0,#array
        dw    41006h
        mov   R1,#807004h
loop:   subq  R1,4
        mov   R2,R0
        sub   R2,R1
        jneg  R2,loop-6
        jmp   R31
array:  dw    100 dup(?)
        end
```

۴- برنامه سوال ۳ را به کد ماشین ترجمه کنید. (۲ نمره)

موفق باشید- سربازی آزاد