

## الگوریتم های ضرب

	<b>multiplicand</b>	مضروب
<b>x</b>		
	<b>Multiplier</b>	مضروب فيه
	<hr/>	
	<b>product</b>	حاصل

• الگوریتم اول ضرب :

- نکته : در این الگوریتم ضرب بدون علامت انجام میگیرد و اعداد بدون علامت هستند.
- نکته : در این الگوریتم تعداد مراحل به اندازه تعداد بیت ها می باشد در این مثال سه بیت داریم در نتیجه سه مرحله خواهیم داشت.

عدد 6 را با استفاده از الگوریتم اول در 3 ضرب کنید.

	عدد ده دهی	عدد دو دویی
مضروب	3	011
مضروب فیه	6	110



	مراحل	مضروب فیه	مضروب		نتیجه	
0	مقداردهی اولیه	110	000	011	000	000
1	هیچ کاری	110	000	011	000	000
	شیفت به راست مضروب فیه	011	000	011	000	000
	شیفت به چپ مضروب	011	000	110	000	000
2	نتیجه = مضروب + نتیجه	011	000	110	000	110
	شیفت به راست مضروب فیه	001	000	110	000	110
	شیفت به چپ مضروب	001	001	100	000	110
3	نتیجه = مضروب + نتیجه	001	001	100	010	010
	شیفت به راست مضروب فیه	000	001	100	010	010
	شیفت به چپ مضروب	000	011	000	010010 جواب	

عدد 9 را با استفاده از الگوریتم اول در 12 ضرب کنید.

	عدد ده دهی	عدد دو دویی
مضروب	12	1100
مضروب فیه	9	1001



	مراحل	مضروب فیه	مضروب		نتیجه	
0	مقداردهی اولیه	1001	0000	1100	0000	0000
1	نتیجه = مضروب + نتیجه	1001	0000	1100	0000	1100
	شیفت به راست مضروب فیه	0100	0000	1100	0000	1100
	شیفت به چپ مضروب	0100	0001	1000	0000	1100
2	هیچ کاری	0100	0001	1000	0000	1100
	شیفت به راست مضروب فیه	0010	0001	1000	0000	1100
	شیفت به چپ مضروب	0010	0011	0000	0000	1100
3	هیچ کاری	0010	0011	0000	0000	1100
	شیفت به راست مضروب فیه	0001	0011	0000	0000	1100
	شیفت به چپ مضروب	0001	0110	0000	0000	1100
4	نتیجه = مضروب + نتیجه	0001	0110	0000	0110	1100
	شیفت به راست مضروب فیه	0000	0110	0000	0110	1100
	شیفت به چپ مضروب	0000	1100	0000	<b>01101100</b> جواب	

در این مثال چون ضرب چهار بیتی بود چهار مرحله داشتیم.

• الگوریتم دوم ضرب :

- نکته : در الگوریتم دوم ضرب اعداد بدون علامت هستند.
- نکته : در این الگوریتم به تعداد بیت ها مرحله داریم.

عدد 6 را با الگوریتم دوم ضرب در عدد 3 ضرب کنید.

عدد دو دویی	عدد ده دهی	مضروب
011	3	مضروب
110	6	مضروب فیه



	مراحل	مضروب	نتیجه	
0	مقداردهی اولیه	011	000	110
1	هیچ کاری	011	000	110
	شیفت به راست نتیجه	011	000	011
2	نتیجه = مضروب + نتیجه	011	011	011
	شیفت به راست نتیجه	011	001	101
3	نتیجه = مضروب + نتیجه	011	100	101
	شیفت به راست نتیجه	011	<b>010</b>	<b>010</b>

عدد 9 را با استفاده از الگوریتم دوم در 12 ضرب کنید.

	عدد ده دهی	عدد دو دویی
مضروب	12	1100
مضروب فیه	9	1001



	مراحل	مضروب	نتیجه	
0	مقداردهی اولیه	1100	0000	1001
1	نتیجه = مضروب + نتیجه	1100	1100	1001
	شیفت به راست نتیجه	1100	0110	0100
2	هیچ کاری	1100	0110	0100
	شیفت به راست نتیجه	1100	0011	0010
3	هیچ کاری	1100	0011	0010
	شیفت به راست نتیجه	1100	0001	1001
4	نتیجه = مضروب + نتیجه	1100	1101	1001
	شیفت به راست نتیجه	1100	<b>0110</b>	<b>1100</b>

در اینجا 4 بیت داشتیم در نتیجه 4 مرحله داشتیم.

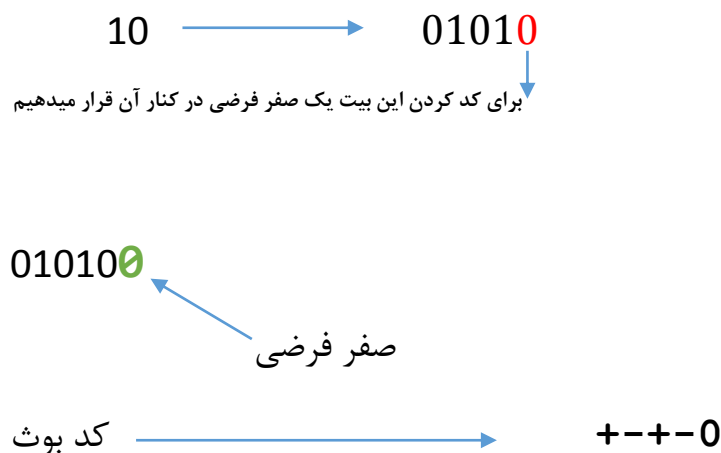
• ضرب بوٲ

كد گذاري بوٲ

بوٲ تك بيتي		
00	$\times 0$	هيچ كاري (شيفت)
01	$\times (+1)$	جمع
10	$\times (-1)$	تفريق
11	$\times 0$	هيچ كاري (شيفت)

نكته : در ضرب بوٲ اعداد علامت دار هستند و يكي از اعداد را بايد كد گذاري نماييم براي كد گذاري با استفاده از بيت سمت راست هر بيت آن را كد ميكنيم و با توجه به اينكه سمت راست ترين بيت هر عدد ، بيتي در سمت راستش نيست يك بيت صفر (فرضي) را براي آن در نظر ميگيريم ؛ دقت كنيد كه اين بيت جزء عدد نيست و عدد ديگر را گسترش علامت ميدهيم ، براي گسترش علامت بيت علامت عدد را تكرر مي كنيم.

مثال: عدد 10 را كد كنيد.



اعداد زیر را با کدگذاری بوث کد کنید.

عدد ده دهی	عدد دو دویی	کد بوث
7	0111	+00-
5	0101	+--+
8	01000	+--000
-8	1000	-000
-4	100	-00
4	0100	+--00

عدد -7 را با استفاده از ضرب بوث در 4 ضرب کنید.

ما در اینجا عدد -7 را کد میکنیم

عدد ده دهی	عدد دو دویی	کد
-7	1001	-0+-

عدد ده دهی	عدد دو دویی
4	0100

شیفت به چپ ←

00000100	$\times (-1)$	11111100
00001000	$\times (+1)$	00001000
00010000	$\times 0$	00000000
00100000	$\times (-1)$	11100000
حاصل		11100100

عدد 5 را با استفاده از ضرب بوث در 8- ضرب کنید.

ما در اینجا عدد 5 را کد میکنیم

عدد ده دهی	عدد دو دویی	کد
5	0101	+--+

عدد ده دهی	عدد دو دویی
-8	1000

شیفت به چپ ←

11111000	$\times (-1)$	00001000
11110000	$\times (+1)$	11110000
11100000	$\times (-1)$	00100000
11000000	$\times (+1)$	11000000
حاصل		11011000



عدد 6- را با استفاده از ضرب بوث در 5- ضرب کنید.

ما در اینجا عدد 5- را کد میکنیم

عدد ده دهی	عدد دو دویی	کد
-6	1010	--0

عدد ده دهی	عدد دو دویی
-5	1011

شیفت به چپ ←

11111011	$\times (0)$	00000000
11110110	$\times (-1)$	00001010
11101100	$\times (+1)$	11101100
11011000	$\times (-1)$	00101000
حاصل		00011110

## الگوریتم های تقسیم

Dividend	مقسوم
Divisor	مقسوم علیه
Quotient	خارج قسمت
Remainder	باقیمانده

Dividend	Divisor
	Quotient
Remainder	

### • الگوریتم اول تقسیم

- نکته : در این الگوریتم اعداد بدون علامت هستند.
- نکته : تعداد مراحل یک واحد از تعداد بیت ها بیشتر است.
- در این الگوریتم وقتی که مقسوم علیه را از باقیمانده کم می کنیم

#### SLLQ0

در صورتی که نتیجه منفی باشد باقیمانده را بازیابی کرده و یک ، 0 از سمت راست به خارج قسمت اضافه می کنیم (شیفت به چپ خارج قسمت).

#### SLLQ1

در صورتی که نتیجه مثبت باشد یک ، 1 از سمت راست به خارج قسمت اضافه می کنیم.

عدد 23 را با استفاده از الگوریتم اول بر 7 تقسیم کنید.

عدد ده دهی	عدد دو دویی
23	10111
7	00111

$$\begin{array}{r}
 10111 \\
 \hline
 \text{Remainder}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 00111 \\
 \hline
 \text{Quotient}
 \end{array}$$

0 or 1



	مراحل	خارج قسمت Q	مقسوم عليه D		باقی مانده R	
0	مقداردهی اولیه	00000	00111	00000	00000	10111
1	$R=R-D$	00000	00111	00000	11001	10111
	$R<0$ , SLLQ0	00000	00111	00000	00000	10111
	Shift Right D	00000	00011	10000	00000	10111
2	$R=R-D$	00000	00011	10000	11101	00111
	$R<0$ , SLLQ0	00000	00011	10000	00000	10111
	Shift Right D	00000	00001	11000	00000	10111
3	$R=R-D$	00000	00001	11000	11110	11111
	$R<0$ , SLLQ0	00000	00001	11000	00000	10111
	Shift Right D	00000	00000	11100	00000	10111
4	$R=R-D$	00000	00000	11100	11111	11011
	$R<0$ , SLLQ0	00000	00000	11100	00000	10111
	Shift Right D	00000	00000	01110	00000	10111
5	$R=R-D$	00000	00000	01110	00000	01001
	$R>0$ , SLLQ1	00001	00000	01110	00000	01001
	Shift Right D	00001	00000	00111	00000	01001
6	$R=R-D$	00001	00000	00111	00000	00010
	$R>0$ , SLLQ1	00011	00000	00111	00000	00010
	Shift Right D	00011	00000	00011	00000	00010

• الگوریتم دوم تقسیم

○ نکته : در این الگوریتم اعداد بدون علامت هستند.

○ نکته : تعداد مراحل با تعداد بیت ها برابر است.

عدد 23 را با استفاده از الگوریتم دوم بر 7 تقسیم کنید.

عدد ده دهی	عدد دو دویی
23	10111
7	00111

10111	00111
_____	_____
Remainder	Quotient

نکته : SLL0 یعنی وارد کردن یک صفر از سمت راست باقیمانده .

نکته : SLL1 یعنی وارد کردن یک یک از سمت راست باقیمانده .

	مراحل	مقسوم علیه D	باقی مانده R	
0	مقداردهی اولیه	00111	00000	10111
*	Shift Left R	00111	00001	01110
1	R=R-D	00111	11010	01110
	R<0, بازیابی, SLL0	00111	00010	11100
2	R=R-D	00111	11011	11100
	R<0, بازیابی, SLL0	00111	00101	11000
3	R=R-D	00111	11110	11000
	R<0, بازیابی, SLL0	00111	01011	10000
4	R=R-D	00111	00100	10000
	R>0, SLL1	00111	01001	00001
5	R=R-D	00111	00010	00001
	R>0, SLL1	00111	00100	00011
**	Shift Right R	00111	00010	00011
			باقیمانده	خارج قسمت

نکته : دقت کنید که در مرحله \*\* تنها بیت های بخش با ارزش را به راست شیفت می دهیم.

• الگوریتم سوم تقسیم

- نکته : در این الگوریتم اعداد بدون علامت هستند.
- نکته : تعداد مراحل با تعداد بیت ها برابر است.
- نکته : تفاوت این الگوریتم با الگوریتم دوم در این است که در صورتی که  $R-D < 0$  شود بازیابی نکرده و در مرحله بعد  $R = R + D$  .

عدد 23 را با استفاده از الگوریتم سوم بر 7 تقسیم کنید.

عدد ده دهی	عدد دو دویی
23	10111
7	00111

10111	00111
	Quotient
Remainder	

نکته : **SLL0** یعنی وارد کردن یک صفر از سمت راست باقیمانده .

نکته : **SLL1** یعنی وارد کردن یک یک از سمت راست باقیمانده .

	مراحل	مقسوم علیه D	باقی مانده R	
0	مقداردهی اولیه	00111	00000	10111
*	Shift Left R	00111	00001	01110
1	R=R-D	00111	11010	01110
	R<0, SLL0 مرحله بعد جمع	00111	10100	11100
2	R=R+D	00111	11011	11100
	R<0, SLL0 مرحله بعد جمع	00111	10111	11000
3	R=R+D	00111	11110	11000
	R<0, SLL0 مرحله بعد جمع	00111	11101	10000
4	R=R+D	00111	00100	10000
	R>0, SLL1 مرحله بعد تفریق	00111	01001	00001
5	R=R-D	00111	00010	00001
	R>0, SLL1	00111	00100	00011
**	Shift Right R	00111	00010	00011
			باقیمانده	خارج قسمت

نکته : دقت کنید که در مرحله \*\* تنها بیت های بخش با ارزش را به راست شیفت می دهیم.

تمرین: عدد 10 را با استفاده از الگوریتم سوم بر 4 تقسیم کنید.

عدد ده دهی	عدد دو دویی
10	
4	

$$\begin{array}{r} \text{?} \\ \hline \text{Quotient} \\ \text{?} \\ \hline \text{Remainder} \end{array}$$

	مراحل	مقسوم علیه D	باقی مانده R
0	مقداردهی اولیه		
*	Shift Left R		
1			
2			
3			
4			
5			
**	Shift Right R		خارج قسمت باقیمانده