

**سوال:** در مورد منبع کلاک میکروکنترلر AVR تحقیق کنید و مشخص کنید در چه حالتی کلاک داخلی میکروکنترلر قابل استفاده است؟

**جواب:** منبع کلاک میکروکنترلر برای تنظیم زمان و نیز اجرای دقیق هر دستور اسمبلی در یک clock cycle ضروری است.

منبع کلاک به دو صورت کلاک داخلی و خارجی قابل استفاده است:

- **کلاک داخلی** در واقع oscillator است که همان طور که در دیتاشیت ATmega16 ذکر شده، تنها می تواند مقادیر مشخصی را بگیرد که این مقادیر در جدول زیر قایل مشاهده است. از مزیت های استفاده از این کلاک، به دلیل داخلی بودن آن و عدم نیاز به استفاده از پین های مربوط به تنظیم کلاک، در دسترس بودن تعداد بیشتری پین است اما با این حال، کلاک داخلی به اندازه کلاک خارجی دقیق نیست و دارای خطا است.

عوامل وجود این خطا در کلاک داخلی، ولتاژ و دما می باشد و برای دقیق تر کار کردن این کلاک، باید این دو مورد مقادیر مناسبی داشته باشند.

**Table 9.** Internal Calibrated RC Oscillator Operating Modes

CKSEL3..0	Nominal Frequency (MHz)
0001 <sup>(1)</sup>	1.0
0010	2.0
0011	4.0
0100	8.0

Note: 1. The device is shipped with this option selected.

- **کلاک خارجی** که به عملکرد دقیق خود در تنظیم و زمانبندی فرآیندها است، برای کانفیگ کردن آن، نیاز به این است جدا از نرم افزار با دستگاهی به میکروکنترلر وصل شد و این کانفیگ های دلخواه خود را انجام داد. برای اعمال این کانفیگ ها از بیت هایی موسوم به بیت های کانفیگ یا fuse bits استفاده می شود.
- میکروکنترلر ATmega16 از 16 بیت یا ۲ بایت کانفیگ تشکیل شده است که به دو دسته فیوز low و فیوز high تقسیم می شوند. این بیت های کانفیگ را می توان برای انتخاب آپشن های موجود کلاک میکروکنترلر یا کنترل برخی لوازم جانبی داخلی مانند JTAG، SPI و غیره کانفیگ کرد.
- ۲ جدول زیر دربرگیرنده اطلاعات مربوط به تنظیمات بیت های کانفیگ low و high است که از دیتاشیت ATmega16 استخراج شده اند:

**Table 104.** Fuse High Byte

Fuse High Byte	Bit No.	Description	Default Value
OCDEN <sup>(4)</sup>	7	Enable OCD	1 (unprogrammed, OCD disabled)
JTAGEN	6	Enable JTAG	0 (programmed, JTAG enabled)
SPIEN <sup>(1)</sup>	5	Enable SPI Serial Program and Data Downloading	0 (programmed, SPI prog. enabled)
CKOPT <sup>(2)</sup>	4	Oscillator options	1 (unprogrammed)
EESAVE	3	EEPROM memory is preserved through the Chip Erase	1 (unprogrammed, EEPROM not preserved)
BOOTSZ1	2	Select Boot Size (see Table 99 for details)	0 (programmed) <sup>(3)</sup>
BOOTSZ0	1	Select Boot Size (see Table 99 for details)	0 (programmed) <sup>(3)</sup>
BOOTRST	0	Select reset vector	1 (unprogrammed)

- Notes:
1. The SPIEN Fuse is not accessible in SPI Serial Programming mode.
  2. The CKOPT Fuse functionality depends on the setting of the CKSEL bits. See "Clock Sources" on page 23. for details.
  3. The default value of BOOTSZ1..0 results in maximum Boot Size. See Table 99 on page 252.
  4. Never ship a product with the OCDEN Fuse programmed regardless of the setting of Lock bits and the JTAGEN Fuse. A programmed OCDEN Fuse enables some parts of the clock system to be running in all sleep modes. This may increase the power consumption.

**Table 105. Fuse Low Byte**

Fuse Low Byte	Bit No.	Description	Default Value
BODLEVEL	7	Brown-out Detector trigger level	1 (unprogrammed)
BODEN	6	Brown-out Detector enable	1 (unprogrammed, BOD disabled)
SUT1	5	Select start-up time	1 (unprogrammed) <sup>(1)</sup>
SUT0	4	Select start-up time	0 (programmed) <sup>(1)</sup>
CKSEL3	3	Select Clock source	0 (programmed) <sup>(2)</sup>
CKSEL2	2	Select Clock source	0 (programmed) <sup>(2)</sup>
CKSEL1	1	Select Clock source	0 (programmed) <sup>(2)</sup>
CKSEL0	0	Select Clock source	1 (unprogrammed) <sup>(2)</sup>

Notes: 1. The default value of SUT1..0 results in maximum start-up time. See Table 10 on page 28 for details.  
2. The default setting of CKSEL3..0 results in internal RC Oscillator @ 1MHz. See Table 2 on page 23 for details.

همینطور در این دیتاشیت، تنظیمات مربوط برای تعیین آپشن دلخواه کلاک میکروکنترلر ذکر شده است که در ادامه این اطلاعات نیز ارائه می گردند:

**Table 2. Device Clocking Options Select<sup>(1)</sup>**

Device Clocking Option	CKSEL3..0
External Crystal/Ceramic Resonator	1111 - 1010
External Low-frequency Crystal	1001
External RC Oscillator	1000 - 0101
Calibrated Internal RC Oscillator	0100 - 0001
External Clock	0000

Note: 1. For all fuses “1” means unprogrammed while “0” means programmed.