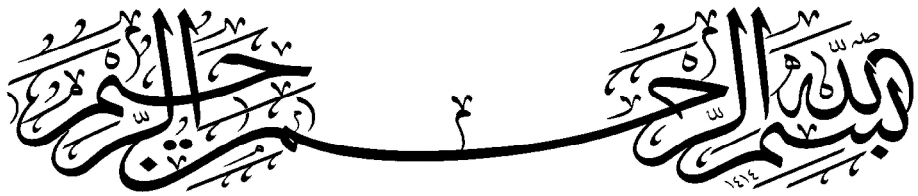


آموزش پروگرم کردن AVR

و

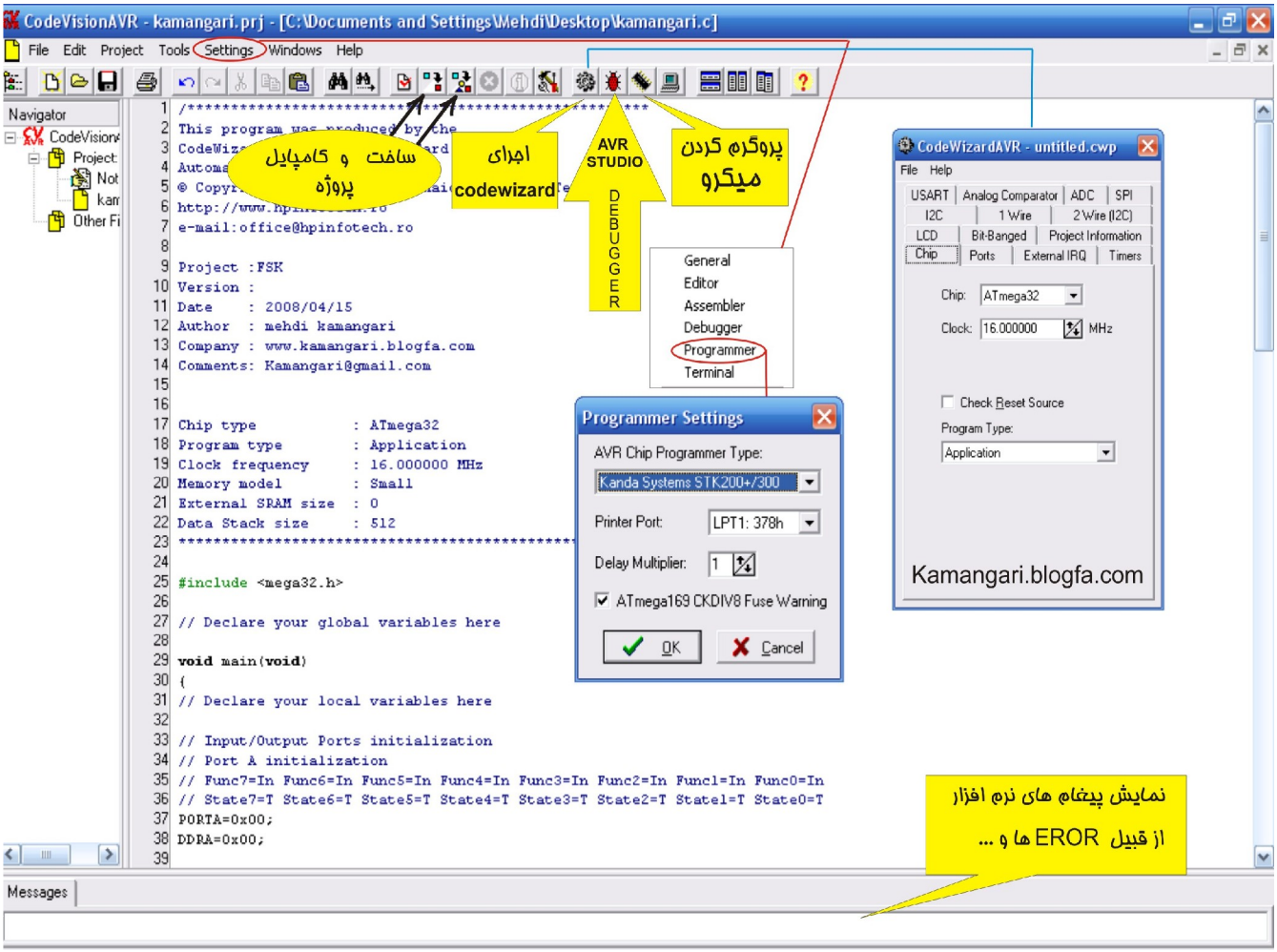
شرح کامل فیوزبیت های آن

گردآورنده :

مهدی کمان گری

مقدمه :

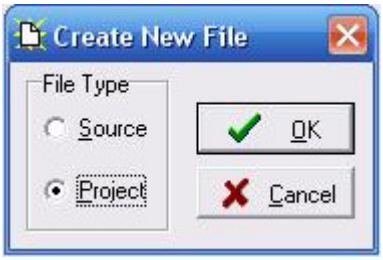
در این مقاله قصد داریم نحوه ی ایجاد پروژه ، تولید فایل هگز و پروگرم کردن میکروکنترولر AVR را با نرم افزار Codevision آموزش دهیم . سپس بطور کامل ، فیوزبیت های AVR را شرح خواهیم داد .
هنگامی که وارد محیط نرم افزار Codevision می شویم ، با صفحه ای به شکل زیر روبرو هستیم . البته در شکل زیر بعضی از قسمتهای مهم و پرکاربرد و حتی پنجره های زیر منوی آنها نیز نمایش داده شده است که در ادامه تک تک آنها را شرح می دهیم .



پس از آشنایی اجمالی با محیط نرم افزار ، نوبت به ایجاد یک پروژه جدید می رسد که مراحل آن در صفحات بعدی توضیح داده شده است .

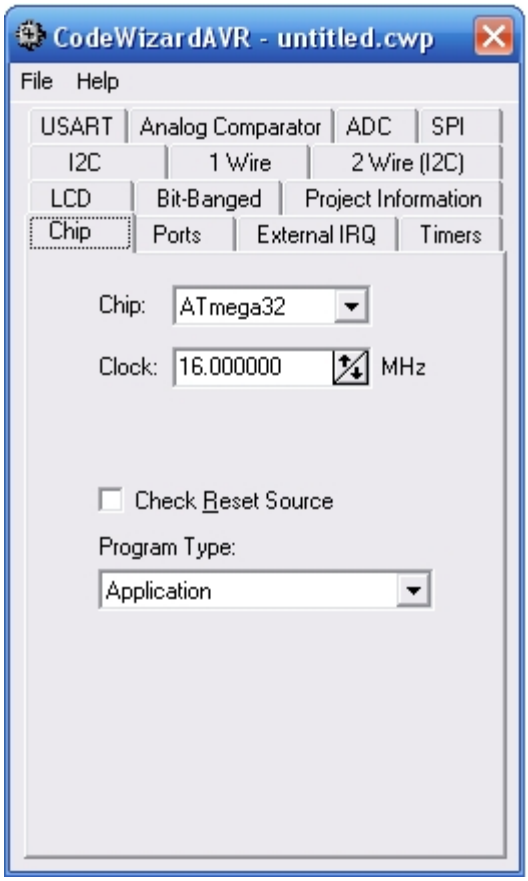
در ابتدا وارد محیط نرم افزار CodeVision AVR شده و از منوی File ، گزینه ی New را انتخاب می کنیم .
(یا از ابزار استاندارد Windows که به شکل زیر است ، گزینه ی New را انتخاب می کنیم .)

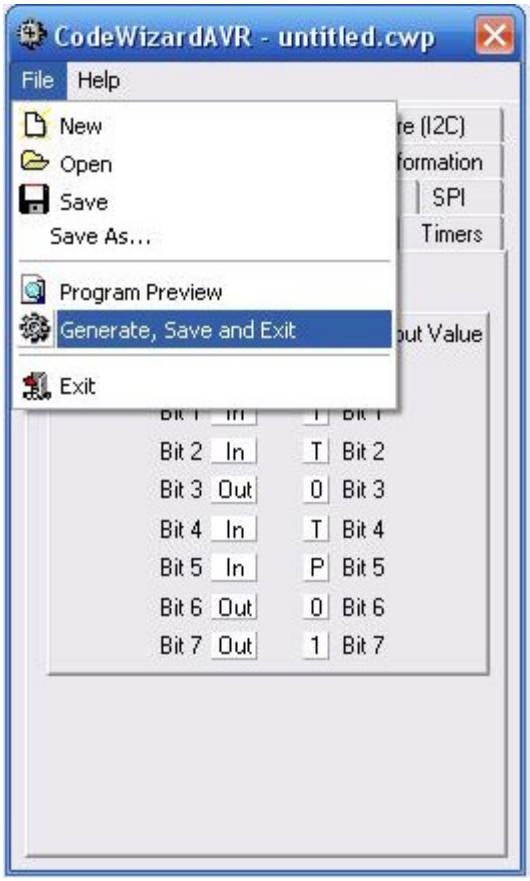
پس از انتخاب گزینه ی New ، پنجره ای به شکل زیر باز می شود که ما در اینجا گزینه ی Project را انتخاب می کنیم .



در این جا پنجره ی دیگری باز می شود و سوالی را مبنی بر استفاده و یا عدم استفاده از قابلیت ویژه ی نرم افزار که Codewizard نام دارد ، مطرح می کند که معمولاً اکثر کاربران به آن پاسخ مثبت می دهند . زیرا برنامه نویسی را ساده تر کرده و حجم کدنویسی را کاهش می دهد . پس ، در پنجره ی زیر گزینه ی Yes را کلیک می کنیم .

در پنجره ی جدید ایجاد شده ، که همان پنجره ی Codewizard است ، تنظیمات لازم را انجام می دهیم . در این پنجره می توانیم ورودی و یا خروجی بودن پورتها ، نوع چیپ و فرکانس کاری آن را تعیین کرده و در صورت نیاز ، تایمرها یا کانترها ، وقفه ها ، LCD ، SPI ، ADC ، پورت سریال و ... را فعال کنیم .
در اینجا لازم میدانم که در مورد پورتها توضیح مختصری را ارائه کنم . می دانیم که پورتهای میکرو در دو حالت ورودی (IN) یا خروجی (OUT) به کار می روند . ما هم برحسب نیاز هرکدام از پورتها را در حالت IN یا OUT قرار می دهیم . اما در جلوی هر کدام از آنها ، گزینه ی دیگری نیز وجود دارد . مثلاً اگر پورت را در حالت IN قرار دهیم ، گزینه های T یعنی Tri-state (سه حالته) و P یعنی Pull up (مقاومت داخلی بالاکش) وجود دارند که ما می توانیم یکی از آنها را برحسب نیاز انتخاب کنیم . و یا اگر پورت را در حالت OUT قرار دهیم ، گزینه های 1 و 0 را می توانیم به عنوان مقدار اولیه ی پورتها برگزینیم . این قابلیت (مثلاً استفاده از مقاومت داخلی Pull up) می تواند سخت افزار پروژه را کاهش دهد .





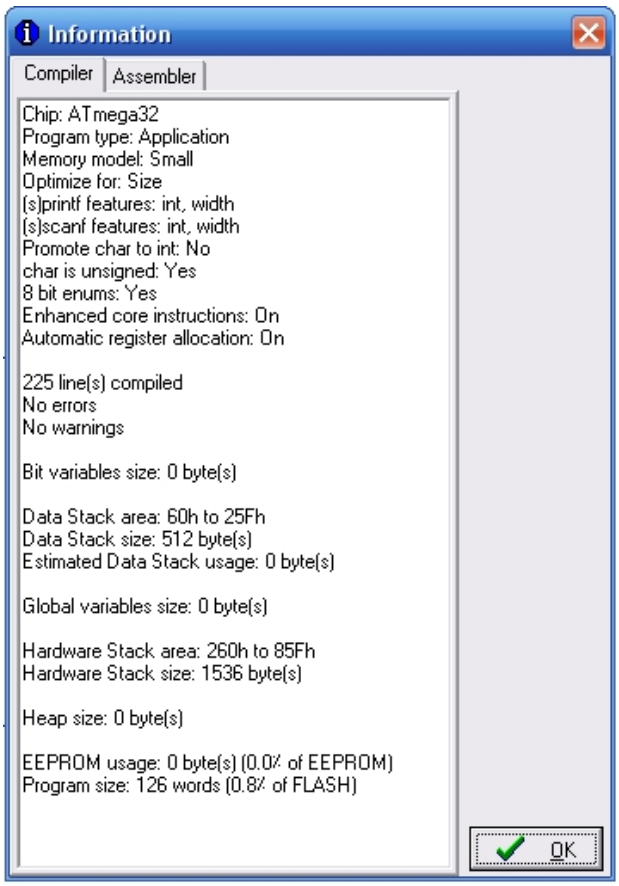
پس از اتمام تنظیمات Codewizard ، گزینه ی File ِ خودِ پنجره ی Codewizard را کلیک کرده و گزینه ی Generate,Save and Exit را انتخاب می کنیم . در این جا ، نام پروژه را در آدرس دلخواه و در سه مرحله وارد می کنیم تا پروژه ی ما Save گردد .

منظور از سه مرحله ، این است که پنجره ی اول نامِ C Compiler files(*.c) را از کاربر می گیرد و پس از ذخیره کردن آن ، بلافاصله پنجره ی دیگری باز شده و نامِ Project files(*.prj) و در مرحله ی آخر ، نامِ CodewizardAVR project files(*.cwp) را از کاربر سوال می کند . لازم به ذکر است که برای جلوگیری از هرگونه مشکل احتمالی بهتر است نام هر سه فایل یکسان باشد .

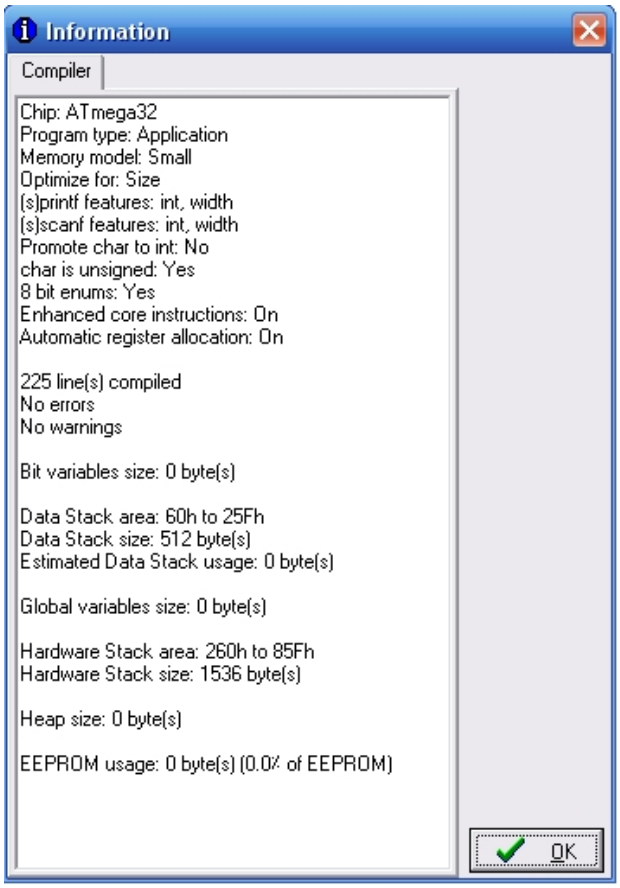
با انجام مراحل فوق ، Codewizard AVR کدهای برنامه را تولید کرده و در برنامه ی اصلی قرار می دهد و آن را باز می نماید . علاوه بر کدها ، توضیحاتی (Comment) نیز به متن برنامه اضافه می کند تا فهم برنامه برای کاربر ساده تر گردد . حال می بایست برنامه ی خود را در قسمتی که با عنوان //Place your code here مشخص شده است ، وارد کنیم .

پس از وارد کردن و تایپ برنامه ، نوبت به کامپایل برنامه و تولید کد هگز آن می رسد . برای این منظور ابتدا باید از صحت و درستی برنامه مطمئن شویم . چون اگر برنامه مشکل ساختاری داشته باشد ، نرم افزار برای آگاهی ما ، EROR می دهد . این EROR ها و پیغام های مشابه دیگر ، در پایین صفحه قابل رویت هستند که در شکل کلی صفحه ی نرم افزار مشخص شده است . لذا گزینه ی را کلیک می کنیم تا برنامه کامپایل شود . در پنجره ای که باز می شود ، اطلاعاتی در مورد چیپ ، مقدار فضای حافظه نظیر Stack ، ..... و از همه مهمتر تعداد EROR ها و Warning ها داده می شود . در صورت داشتن خطا در برنامه ، با کمک گرفتن از پنجره ی پیغام ها در پایین صفحه – که منشأ خطا را نشان می دهد- برنامه را اصلاح می کنیم .

پس از اصلاح برنامه و یا در صورت نداشتن هرگونه خطا ، گزینه ی را در بالای صفحه کلیک می کنیم تا فایل کد هگز ایجاد شود . به این ترتیب ، مهمترین مرحله از یک پروژه که همان تولید فایل هگز است ، بطور کامل انجام شد . دو شکل زیر ، پنجره هایی را که در زمان کلیک کردن دو گزینه ی و ، نمایش داده می شوند را نشان می دهد .

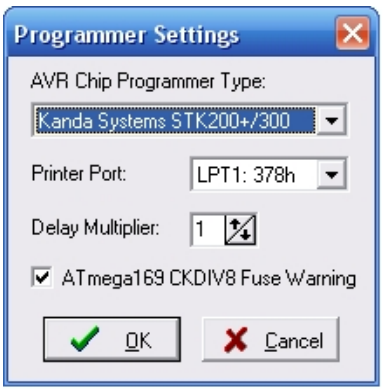


پنجره ی مربوط به

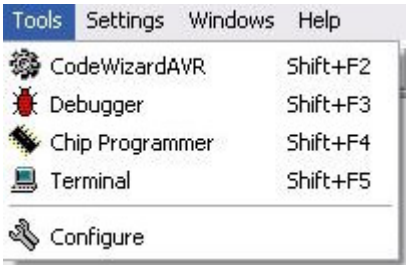


پنجره ی مربوط به

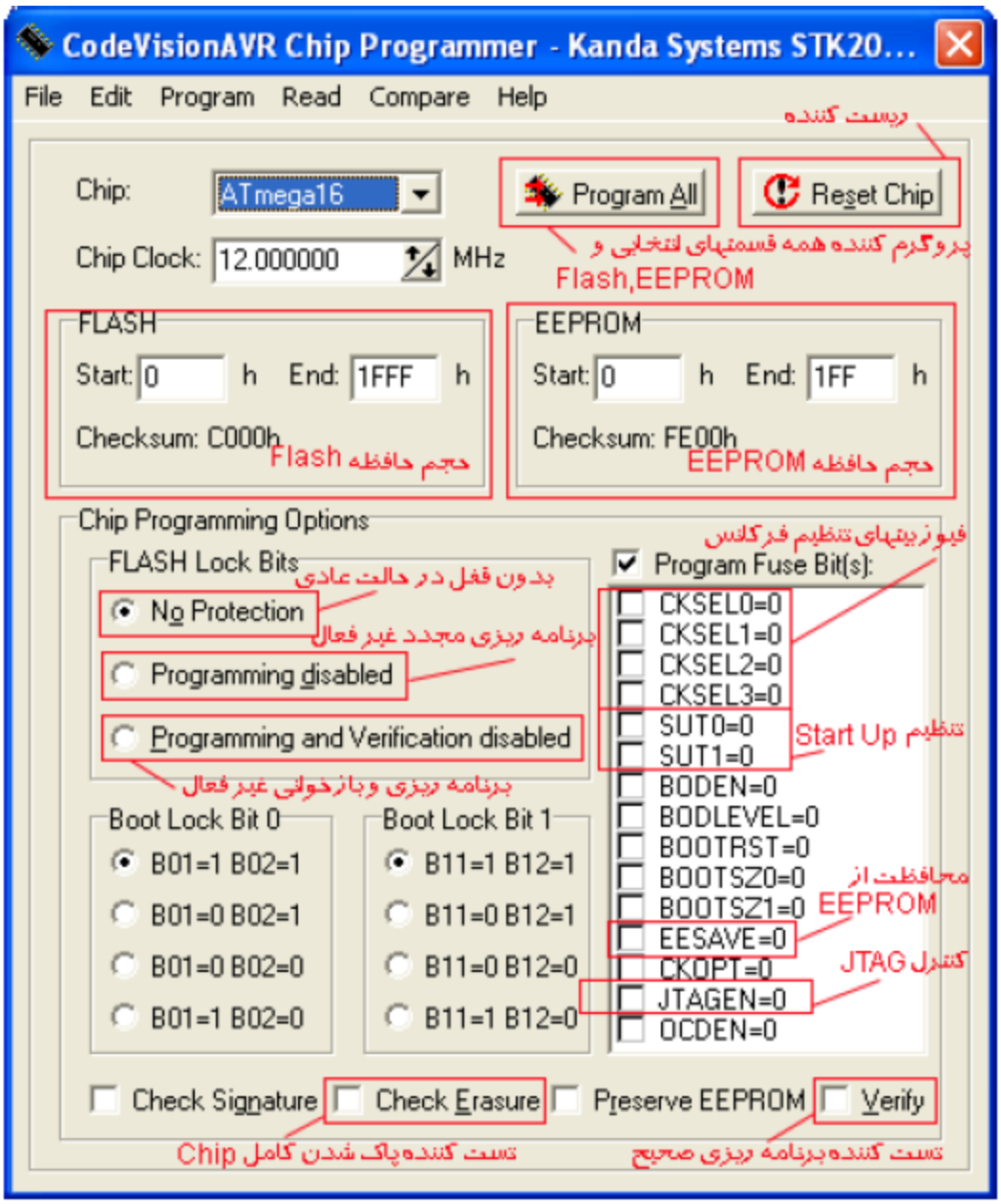
هم اکنون باید فایل کد هگز را در آی سی بریزیم . به عبارتی باید میکرو را پروگرم کنیم . برای این منظور ، ضمن اتصال پروگرمر به پورت پرینتر (پارالل یا موازی) ، تغذیه ی ۵ ولت را نیز به آی سی میکرو اعمال می کنیم . سپس از منوی Setting گزینه ی Programmer را انتخاب می کنیم . در پنجره ای که ایجاد می شود ، نوع پروگرمر (STK200+/300 یا STK500/AVRISP یا ...) و شماره ی پورت پاراللی را که به پروگرمر متصل است ، را مطابق شکل های زیر انتخاب می کنیم .



پس از OK کردن پنجره ی مربوط به Programmer setting ، گزینه ی را انتخاب می کنیم . (یا مطابق شکل زیر، به منوی Tools رفته و گزینه ی Chip programmer را انتخاب می کنیم .)

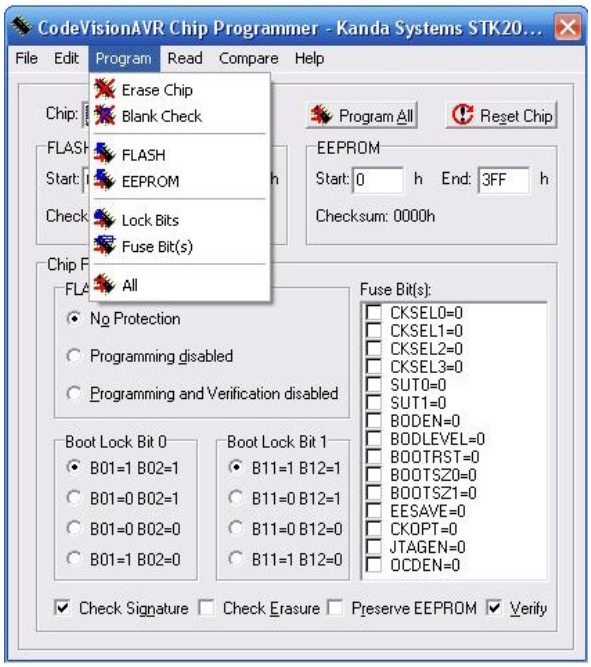


در این هنگام پنجره ای باز می شود که در شکل زیر، اجزای آن مشخص شده است . لازم به ذکر است که نوع چیپ یا فرکانس کریستال باید با مقادیر انتخابی در برنامه (Codewizard) یکسان باشد .



این پنجره دارای منوهای File ، Edit ، Program و ... می باشد که در شکل های جداگانه ای ، گزینه های آن مشخص شده اند .

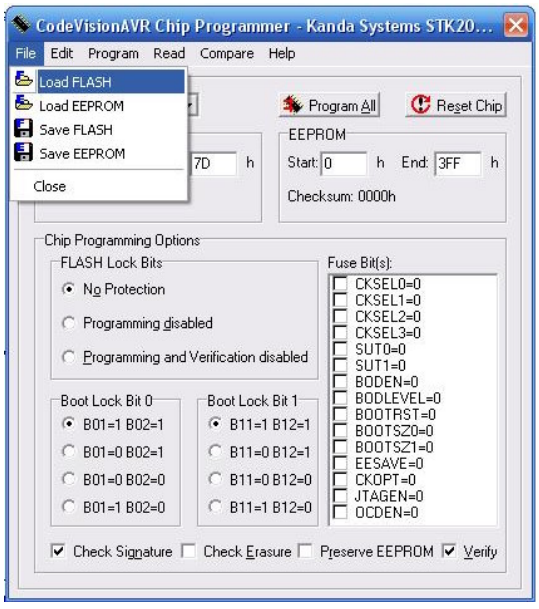
حال از منوی Program همین پنجره ، گزینه ی Erase chip را انتخاب می کنیم . عملکرد این گزینه این است که برنامه ی قبلی را از میکرو پاک کرده و آن را برای پروگرم کردن مجدد آماده می کند .



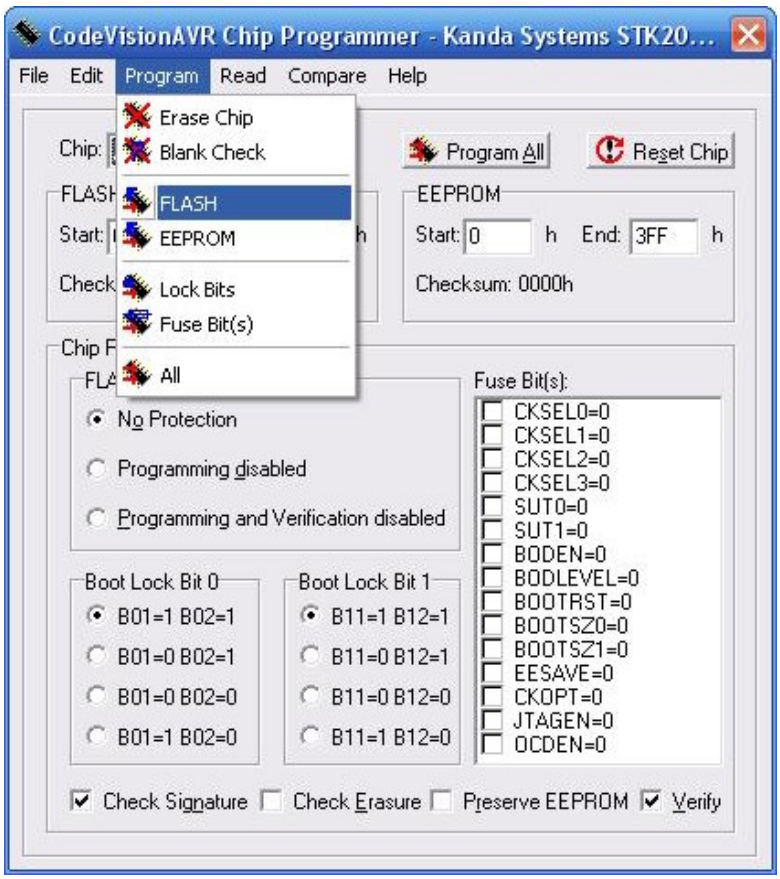
WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM

سپس از منوی File گزینه ی Load flash را انتخاب نموده و آدرس فایل هگز را به آن می دهیم .

(لازم به ذکر است که اگر برنامه را همین الان در محیط برنامه نویسی Codevision بنویسیم و بخواهیم آن را در میکرو پروگرم کنیم ، نرم افزار بطور اتوماتیک آدرس فایل هگز برنامه را انتخاب می کند و نیازی به انجام این مرحله نیست؛ ولی اگر بخواهیم فایل هگز دیگری را در میکرو پروگرم کنیم ، باید از همین قسمت ، فایل هگز را آدرس دهی نمائیم .)



در مرحله ی آخر ، از منوی Program گزینه ی Flash را انتخاب می کنیم تا میکرو پروگرم شود .



WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM

تذکر :

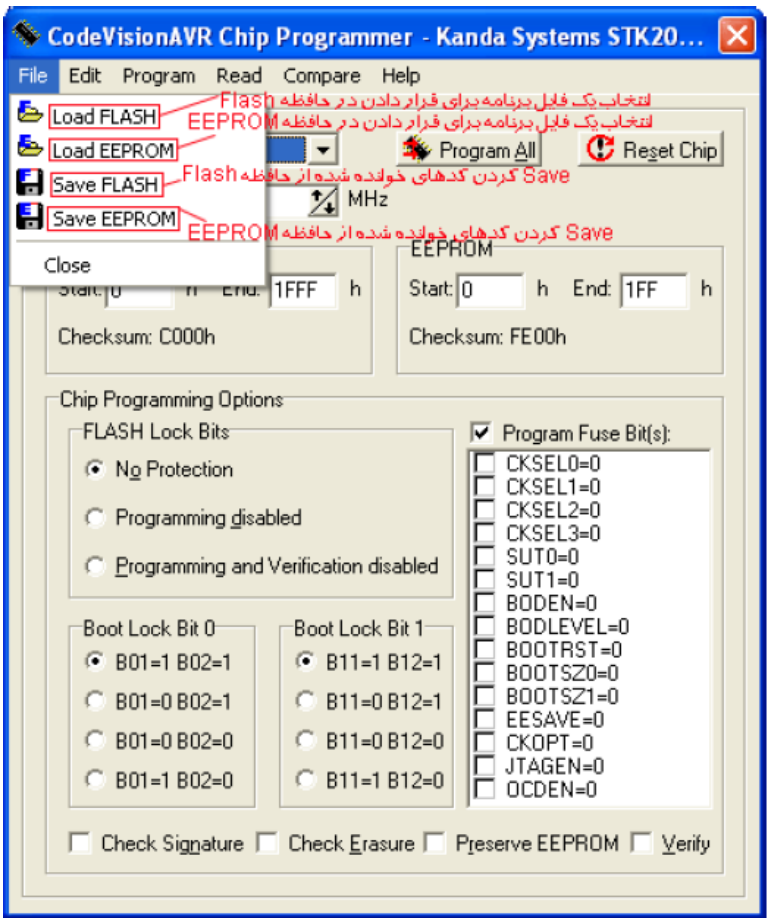
اگر در حین مراحل پروگرم کردن ، متوجه EROR ی شُدید ، روی گزینه ی NO کلیک کرده و مراحل گفته شده را مجدداً تکرار نمائید تا میکرو بدون هیچ EROR ی پروگرم شود .

در انتها پروگرمر را از مدار جدا می کنیم تا به عملکرد میکرو در مدار خللی وارد نشود . هم اکنون میکرو برای کار در مدار آماده می باشد .

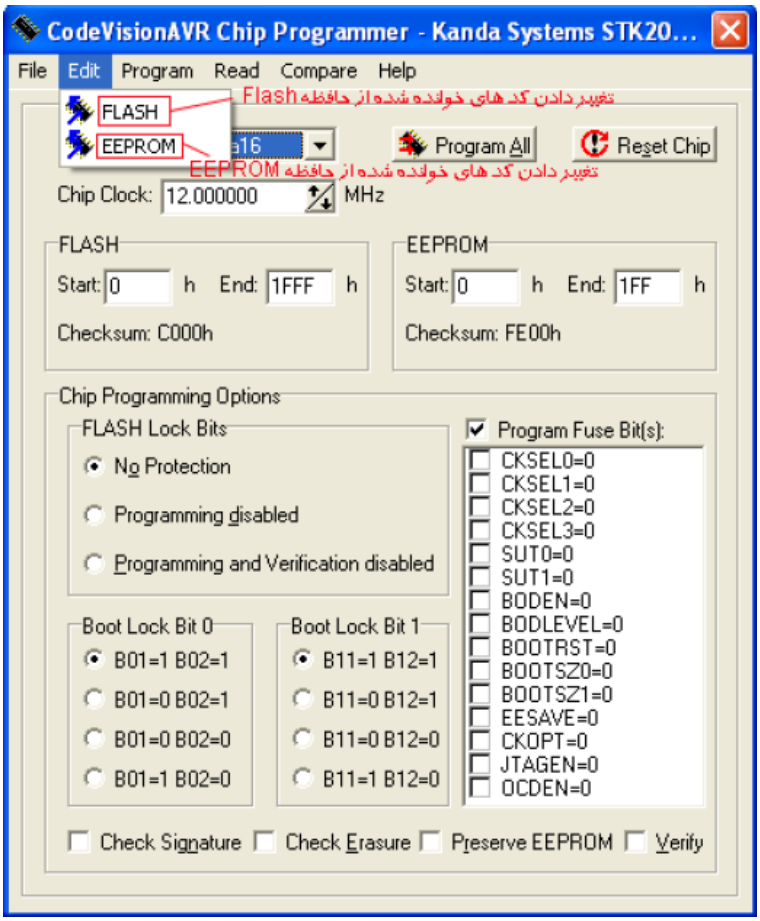
توجه :

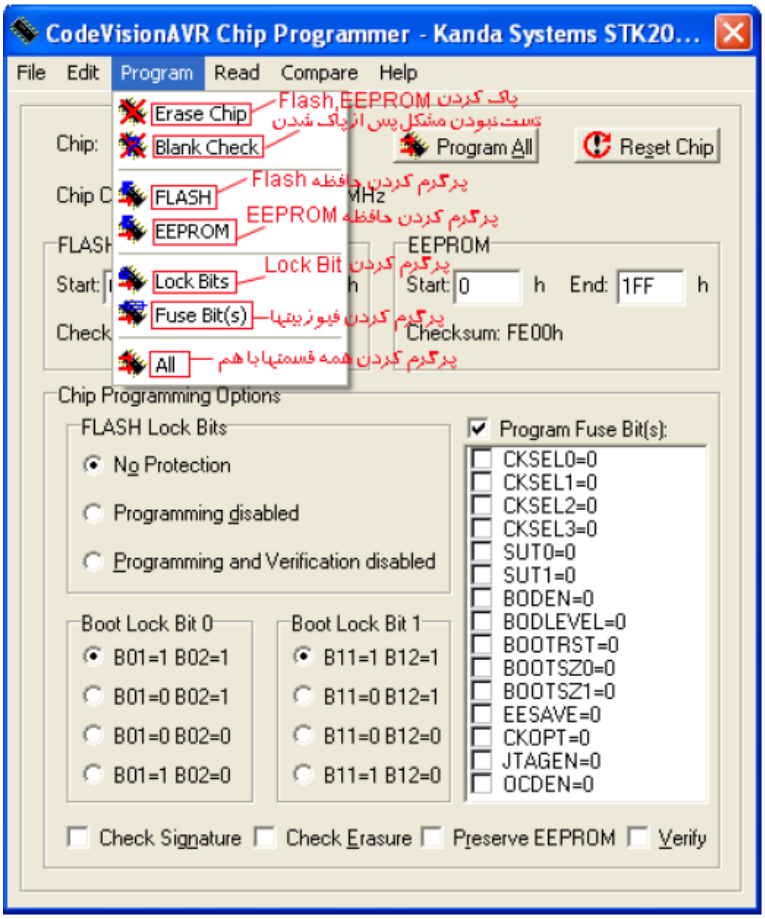
در صفحات بعدی ، زیرمنوهای پنجره ی Chip Programmer در ۵ شکل کاملاً مجزا بصورت تصویری (متن در تصویر) آورده شده است تا کاربران با گزینه های آن آشنا شده و بتوانند در هنگام پروگرم کردن ، بر حسب نیاز خود از آنها استفاده کنند .

WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM

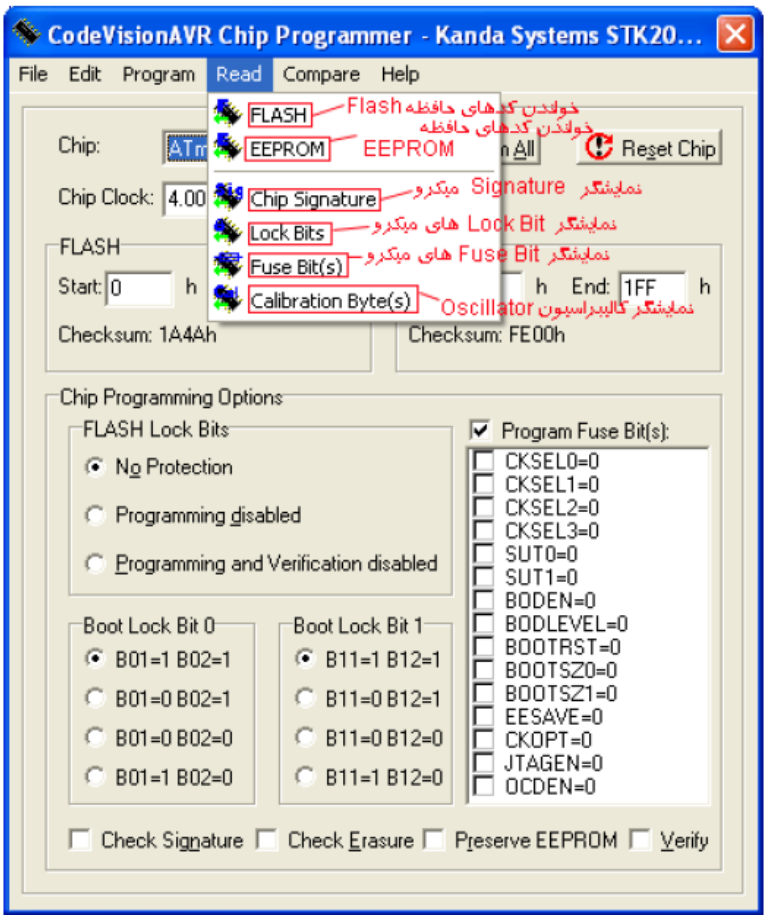


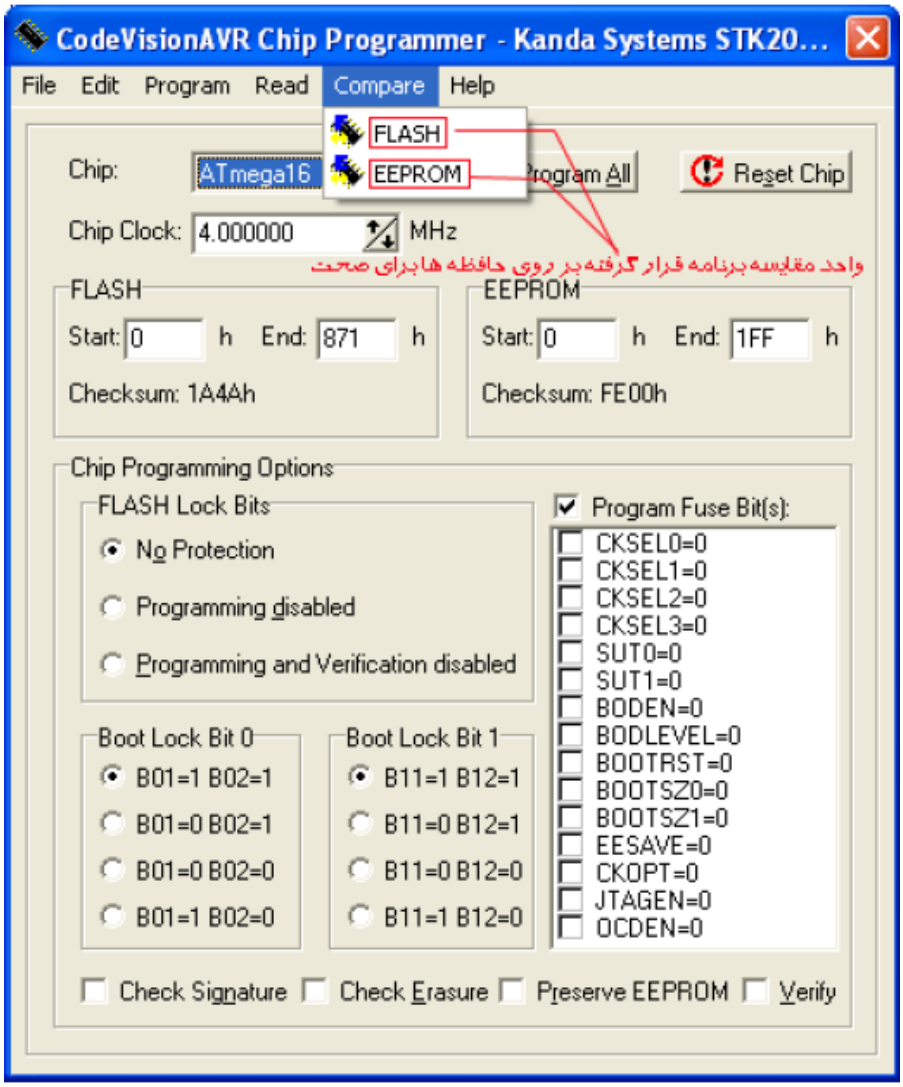
WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM





WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM





WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM

فیوزبیت ها :

فیوز بیت ها بخشی از حافظه ی Flash می باشند که با برنامه ریزی کردن آن ها یک سری امکانات در اختیار کاربر قرار می گیرد و علاوه بر این که بهره گیری از آنها بسیار مفید و قابل توجه است، می تواند بسیار دردسرساز هم باشد . به این دلیل که برخی از کاربران ، بویژه آنهایی که مبتدی و تازه کار هستند ، با تنظیمات فیوزبیت ها مشکل دارند و از عملکرد آنها اطلاع درستی ندارند .

در AVR حداکثر سه بایت برای فیوز بیت ها در نظر گرفته شده است ، که عبارتند از :

۱. بایت بالای فیوزبیت

۲. بایت پایین فیوزبیت

۳. فیوزبیت های توسعه یافته

اسامی این فیوزبیت ها در جدول زیر گردآوری شده است :

فیوزبیت	فیوزبیت	فیوزبیت	فیوزبیت
DWEN	STU	EESAVE	CKSEL0..3
M103C	RSTDISBL	JTAGEN	BODEN
M161C	WDTON	OCDEN	BODLEVEL
S8535C	CKDIV8	SPIEN	BOOTRST
S8515C	CKOUT	CKOPT	BOOTSZ0
	SELFPRGEN	SUT0..1	BOOTSZ1

نکته :

فیوزبیت ها با Erase کردن حافظه ی Flash (یعنی Erase chip) از بین نمی روند ؛ در حالی که لاک بیت ها (Lock bit) با Erase کردن ، پاک می شوند .

* همانطور که گفته شد تنظیمات اصلی AVR توسط فیوز بیت ها انجام می شود . تعداد و نام فیوزبیت ها در سری های مختلف AVR تقریباً با هم برابر است (البته با کمی تغییرات جزئی) . در این بخش قصد داریم تمام فیوزبیت های موجود در AVR را توضیح دهیم .
جدول فوق تقریباً تمامی فیوزبیت های موجود در AVR ها را نشان می دهد . لازم به ذکر است که با توجه به میکروکنترولر مورد نظر ، ممکن است فقط تعدادی از این فیوزبیت ها در آن بکار رفته باشد .

نکته مهم :

در فیوزبیت ها ، " 0 " به معنای برنامه ریزی شدن و " 1 " به معنای برنامه ریزی نشدن فیوزبیت می باشد .
مثلاً اگر بخواهیم یک فیوزبیت را در محیط CodeVision فعال کنیم ، باید مربعِ کوچک کنار آن فیوزبیت را تیک بزنیم . لازم به یادآوری است که تیک زدنِ فیوزبیت به معنای صفر کردن (فعال کردن) آن می باشد .

فیوزبیت های CKSEL3..0 :

این فیوزبیت ها برای انتخاب منبع تولید پالس ساعت استفاده می شوند که کاربر می تواند به کمک همین فیوزبیت ها ، منبع تولید پالس ساعت مورد نیاز خود را انتخاب کند . جدول زیر ، نحوه ی این انتخاب را نشان می دهد :

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

نکته ی مهم و کاربردی :

اگر به فیوزبیت های یک میکروی نو و سالم ، کاری نداشته باشیم ، با کلاک داخلی خود که به مقدار 1 MHZ می باشد ، در مدار کار می کند . ولی اگر بخواهیم میکرو با کریستال خارجی یا ... کار کند ، باید مطابق جدول فوق ، فیوزبیت های CKSEL3..2 را تنظیم کنیم . لازم به ذکر است که چون اکثر کاربران مبتدی با پروگرمر STK200+/300 کار می کنند ، با تنظیم این فیوزبیتها مشکل دارند . فرض کنید فیوزبیت های یک میکرو را در حالت کریستال خارجی تنظیم کرده ایم . حال اگر بخواهیم فیوزبیت های آن را تغییر دهیم یا برنامه ی دیگری را در میکرو پروگرم کنیم ، باید در هنگام پروگرم کردن ، یک کریستال خارجی نیز علاوه بر تغذیه به میکرو اعمال کنیم تا نرم افزار ، میکرو را بشناسد و سپس برنامه یا فیوزبیتها را تغییر دهیم . وگرنه نه تنها میکرو پروگرم نمی شود ، بلکه حتی نرم افزار نیز نمی تواند میکرو را بشناسد ! این مهمترین و شایعترین مشکل کاربرانِ AVR با فیوزبیت ها است .

فیوزبیت BODEN :

این فیوزبیت برای فعال کردن واحد BROWN-OUT استفاده می شود که مربوط به بازنشانی (Reset) می باشد . به عبارت دیگر در برخی از AVR ها یک مدار آشکارساز BROWN-OUT داخلی وجود دارد . این آشکارساز در صورت فعال بودن در طول عملکرد AVR ، سطح ولتاژ منبع تغذیه (VCC) را با یک ولتاژ مرجع داخلی (VBOT) مقایسه می کند و در صورتی که سطح VCC به بیش از سطح ولتاژ مرجع (VBOT+) افزایش یابد ، تایمر تأخیر وارد عمل شده و تأخیری به اندازه ی Time Out ایجاد می کند و پس از آن ، میکروکنترولر از آدرس بردار RESET شروع به اجرای برنامه می کند . برای فعال کردن آشکارساز BROWN-OUT از فیوزبیت BODEN استفاده می گردد .

فیوز بیت BODLEVEL :

این فیوزبیت اگر برنامه ریزی نشده باشد ، در صورتی که ولتاژ تغذیه پایه VCC از مقدار ۲,۷ ولت کمتر شود ، میکروکنترولر در حالت RESET قرار می گیرد .و در صورت برنامه ریزی شدن ، میکروکنترولر با ولتاژ کمتر از ۴ ولت در حالت RESET قرار می گیرد . لازم به ذکر است که در برخی از میکروکنترولرها مانند ATMEGA2560 به جای این فیوزبیت ، فیوزبیت های BODLEVEL0..3 بکار رفته است که سه سطح ولتاژ ، ۱,۸ ولت ، ۲,۷ ولت و ۴,۳ ولت را برای مقایسه در اختیار کاربر قرار می دهد .

فیوزبیت BOOTRST :

این فیوزبیت برای انتخاب بردار RESET استفاده می شود و در حالت پیش فرض برنامه ریزی نشده است .

فیوزبیت BOOTSZ0 & BOOTSZ1 :

این دو فیوزبیت برای انتخاب مقدار فضای حافظه BOOT مورد استفاده قرار می گیرند .
می دانیم که حافظه ی FLASH به دو بخش برنامه ی کاربردی و BOOT تقسیم می شود که البته بعضی از AVR ها فقط دارای حافظه ی کاربردی می باشند . در میکروکنترولر هایی که فقط دارای حافظه ی کاربردی می

باشند ، برنامه از طریق پروگرمر بر روی حافظه قرار می گیرد و در طول اجرای برنامه به هیچ عنوان نمی توان در حافظه برنامه اطلاعاتی نوشت . حال به کمک تکه برنامه ای به نام BOOT LOADER که در بخش BOOT از برنامه قرار می گیرد ، می توان برنامه ی جدید یا اطلاعاتی را از طریق رابط های USART، SPI، 2WIRE و ... دریافت نمود و در بخش حافظه برنامه کاربردی قرار داد .

فیوزبیت EESAVE :

در صورت برنامه ریزی شدن این فیوزبیت به هنگام ERASE کردن میکروکنترولر ، حافظه ی EEPROM داخلی پاک نمی شود .

فیوزبیت JTAGEN :

این فیوزبیت برای فعال کردن رابط JTAG می باشد و به صورت پیش فرض برنامه ریزی شده است . لازم به ذکر است که در صورت برنامه ریزی شدن این فیوزبیت ، پایه های پورت JTAG دیگر به عنوان I/O معمولی به کار گرفته نمی شوند . رابط JTAG که مخفف Join Test Access Group می باشد ، برای تست ، برنامه ریزی و عیب یابی آی سی های دیجیتال (مطابق استاندارد IEEE 1149.1) به کار می رود . از قابلیت های این رابط می توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱. برنامه ریزی حافظه Flash، EEPROM ، فیوزبیت ها ، بیت های قفل با سرعت بالا
۲. دارای قابلیت اشکال زدایی کلیه قسمت های داخلی شامل تمام واحدهای جانبی داخلی ، RAM داخلی و خارجی ، رجیستر های داخلی ،شمارنده ی برنامه ، حافظه های Flash و EEPROM
۳. دستورالعمل توقف AVR (BREAK) روی جریان اجرای برنامه و اجرای مرحله به مرحله برنامه

نکته ی مهم و کاربردی :

اگر از پورت C بخواهیم به عنوان I/O استفاده کنیم ، باید فیوزبیت JTAG را که بطور پیش فرض فعال است ، غیر فعال کنیم . چون ۴ پین TMS ، TCK ، TDI و TDO که مثلاً در ATMEGA16 و ATMEGA32 به ترتیب شماره های ۲۴ الی ۲۷ میکرو هستند ، مربوط به JTAG بوده و برای استفاده های دیگر (مثلاً اتصال به LCD) باید بصورت I/O برنامه ریزی شوند .

فیوزبیت OCDEN :

این فیوزبیت در صورت برنامه ریزی شدن (OCDEN=0) به همراه فیوز JTAGEN برای سیستم عیب یابی داخل مداری استفاده می شود .

فیوزبیت SPIEN :

این فیوزبیت برای فعال کردن قابلیت برنامه ریزی از طریق رابط SPI قابل استفاده و در حالت پیش فرض برنامه ریزی شده است .

فیوزبیت CKOPT :

این فیوزبیت برای انتخاب پالس ساعت نوسان ساز استفاده می شود .

هنگامی که فیوزبیت CKOPT برنامه ریزی می شود ، فرکانس خروجی نوسان ساز دارای محدوده ی وسیع و دامنه ثابت ولتاژ در خروجی خواهد بود . این حالت برای زمانی که از میکرو کنترولر در محیط پر نویز استفاده می شود ، مناسب است . همچنین در این حالت می توان از پایه ی خروجی XTAL2 برای فعال کردن بافر پالس ساعت میکروکنترولرهای دیگر نیز استفاده کرد .

هنگامی که فیوزبیت CKOPT برنامه ریزی نشده باشد ، دامنه فرکانس نوسان ساز محدود تر خواهد شد و دیگر نمی توان از پایه ی XTAL2 به منظور فعال کردن بافر پالس ساعت میکروکنترولرهای دیگر استفاده نمود .

در صورت استفاده از رزوناتور سرامیکی ، اگر فیوزبیت CKOPT برنامه ریزی شود ، فرکانس نوسان ساز حداکثر 16MHZ و در صورت برنامه ریزی نشدن حداکثر 8MHZ خواهد بود .

خازن های C1 و C2 که به عنوان خازن های بالانس یا نویز گیر شناخته می شوند ، دارای مقدار یکسانی بوده و مقدار آن به فرکانس کریستال مورد استفاده بستگی دارد و مطابق جدول زیر انتخاب می شود .

CKOPT	CKSEL3..1	Frequency Range (MHZ)	Recommended Range for c1 & c2
1	101	0.4 - 0.9	_
1	110	0.9 – 3.0	12 – 22
1	111	0.3 – 8.0	12 – 22
0	101,110,111	1.0≤	12 – 22

فیوزبیت SUT0..1 :

این دو فیوزبیت برای تعیین زمان Start Up بکار می روند . در برخی از میکروکنترولرها نام این فیوزبیت STU می باشد .

فیوزبیت RSTDISBL :

با برنامه ریزی این فیوزبیت پایه Reset خارجی میکرو غیر فعال می شود و دیگر میکرو بازنشانی خارجی نخواهد شد و می توان از آن پایه به عنوان ورودی معمولی استفاده کرد . لازم به ذکر است که در صورت برنامه ریزی این فیوزبیت دیگر نمی توان میکرو را توسط پروگرمر ISP که مخفف In System Programming است ، برنامه ریزی کرد .

فیوزبیت WDTON :

با برنامه ریزی کردن این فیوزبیت ، تایمر نگهبان همیشه روشن می ماند .

WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM

فیوزبیت CKDIV8 :

این فیوزبیت که در بعضی از میکروکنترولرها مانند ATMEGA 162 وجود دارد ، در صورت برنامه ریزی شدن فرکانس پالس ساعت سیستم را بر هشت تقسیم می کند .

فیوزبیت CKOUT :

این فیوزبیت که در بعضی از میکروکنترولرها مانند ATMEGA 162 وجود دارد ، در صورت برنامه ریزی شدن پالس ساعت سیستم را بر روی پایه PORTB.0 فعال خواهد کرد و می توان از آن به عنوان پالس ساعت برای دیگر قسمتهای مدار استفاده کرد .

فیوزبیت SELFPRGEN :

این فیوزبیت که در میکروکنترولرهای ATMEGA 48/88/168 وجود دارد ، در صورت برنامه ریزی شدن ، میکرو می تواند به بخش BOOT از حافظه برنامه رفته و خودش را برنامه ریزی کند .

فیوزبیت DWEN :

با برنامه ریزی این فیوزبیت سیستم عیب یابی داخل مداری فعال می شود .

فیوزبیت M103C :

این فیوزبیت در میکروکنترولرهایی که مشابه با میکروکنترولر ATMEGA 103 هستند ، وجود دارد و در صورت برنامه ریزی شدن آن ، میکرو مشابه ATMEGA 103 فعالیت خواهد کرد .

فیوزبیت M161C ، S8535C و S8515C :

این فیوزبیت ها مشابه فیوزبیت M103C می باشند با این تفاوت که میکروکنترولر به ترتیب مشابه ATMEGA 16 ، AT90S8535 و AT90S8515 فعالیت خواهد کرد .

کاری از :

مهدی کمان گری : **kamangari@gmail.com**

WWW.KAMANGARI.BLOGFA.COM

WWW.IR-MICRO.COM