

به نام خداوند جان و خرد

درس ابزار دقیق

گروه کنترل



مدرس: محمدرضا نیری

تمرین سری سوم

نیمسال دوم ۱۴۰۲-۱۴۰۳

### سوال (۱) پروتکل های انتقال داده (۲۰ نمره)

در مورد پروتکل های زیر تحقیق کنید و آنها را از نظر کاربرد، سرعت، نحوه ی ارسال داده یا Data Frame ، سخت افزار و مدارات مورد نیاز، دقت و نحوه ی صحت سنجی مقایسه کنید.

- UART
- I2C
- Modbus
- CAN

### سوال (۲) آشنایی با STM32 (۸۰+ ۲۰ نمره)

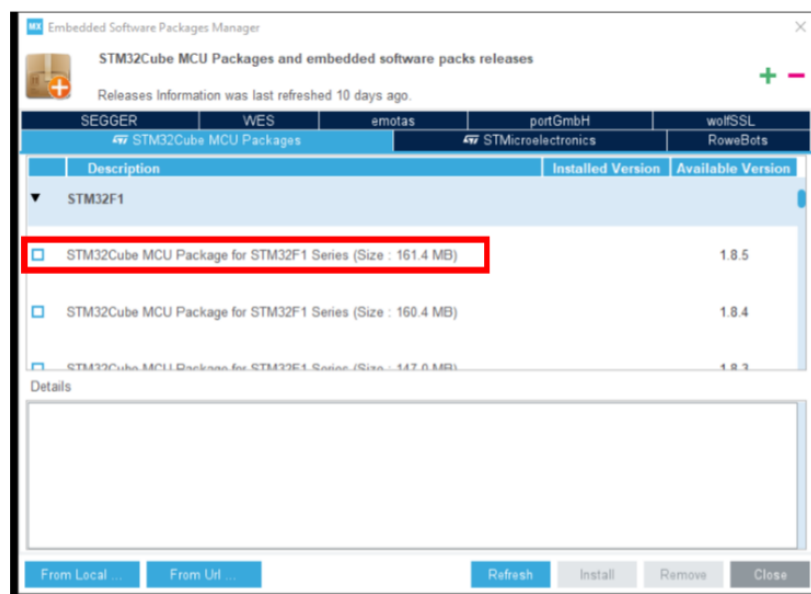
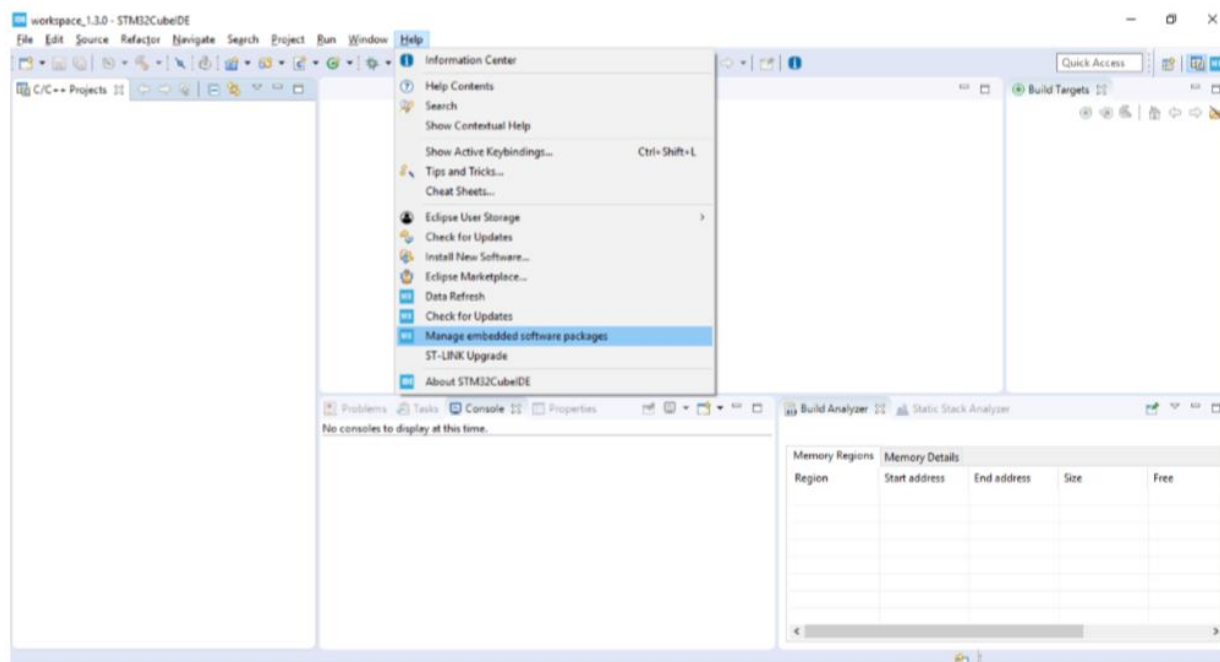
در این تمرین با میکروکنترلر های ARM شرکت ST به نام STM32 آشنا خواهید شد. برای این کار از نرم افزار STM32CubeIDE برای برنامه نویسی میکروکنترلر و از Proteus برای شبیه سازی و دیدن نتایج استفاده خواهیم کرد. لازم است ویدیو های آموزشی موجود در صفحه درس را قبل از انجام تمرین مشاهده کنید.

❖ نصب و آماده سازی نرم افزار ها

(روش اول)

ابتدا نرم افزار STM32CubeIDE را از سایت [SI](https://www.st.com/en/microelectronics/stm32cubeide.html) دانلود کنید. (برای دانلود نیاز به ساخت اکانت ST دارید که ممکن است به دلیل برخی محدودیت ها مثل تحریم، مشکل باشد. در این صورت روش دوم پیشنهاد میگردد.)

سپس نرم افزار را نصب کنید و پس از آن پکیج STM32F1 را مانند شکل های زیر به نرم افزار خود اضافه کنید.



در تصویر بالا با فعال کردن تیک مربوط به پکیج و زدن گزینه Install now پکیج مورد نظر دانلود و نصب خواهد شد.

روش دوم )

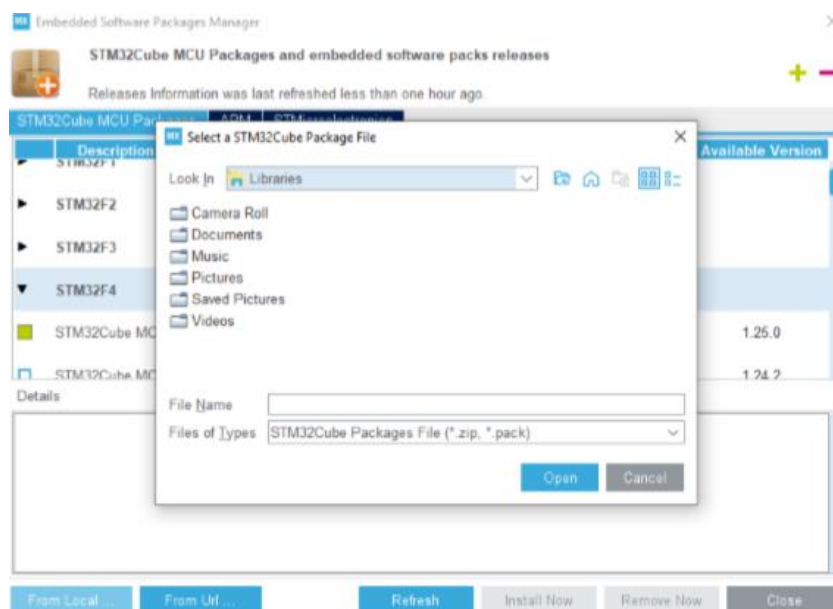
نرم افزار را از سایت [soft98](https://www.st.com/en/development-tools/stm32cube.html) دانلود و نصب کنید.

سپس پکیج STM32F1 را از سایت [sisoog](http://sisoog.com) دانلود کنید. برای اینکار در سایت گفته شده فایل “دانلود پکیج F1” را دانلود کنید. (شکل زیر)

**پکیج های MCU های Mainstream**

- **دانلود پکیج F0** (نسخه 1-11-0) حجم 108 مگابایت
- **دانلود پکیج F1** (نسخه 1-8-0) حجم 110 مگابایت | **دانلود Patch پکیج F1** (نسخه 1.8.5) با حجم 53 مگابایت
- **دانلود پکیج F3** (نسخه 1-9-0) حجم 148 مگابایت
- **دانلود پکیج G0** (نسخه 1-6-0) حجم 203 مگابایت
- **دانلود پکیج G4** (نسخه 1-5-0) حجم 197 مگابایت

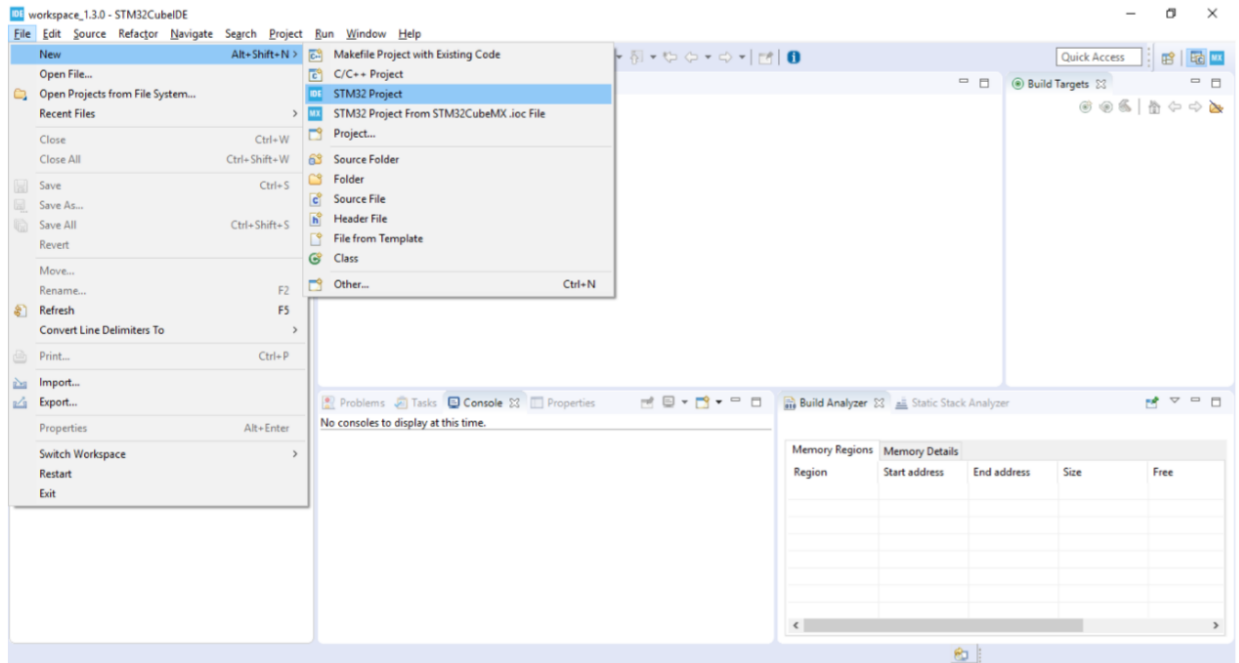
بعد از دانلود پکیج، همانند روش قبلی به قسمت Manage embedded software package برید و از قسمت From Local فایل دانلود شده را انتخاب کنید.



حال نرم افزار آماده ی ساخت پروژه میباشد.

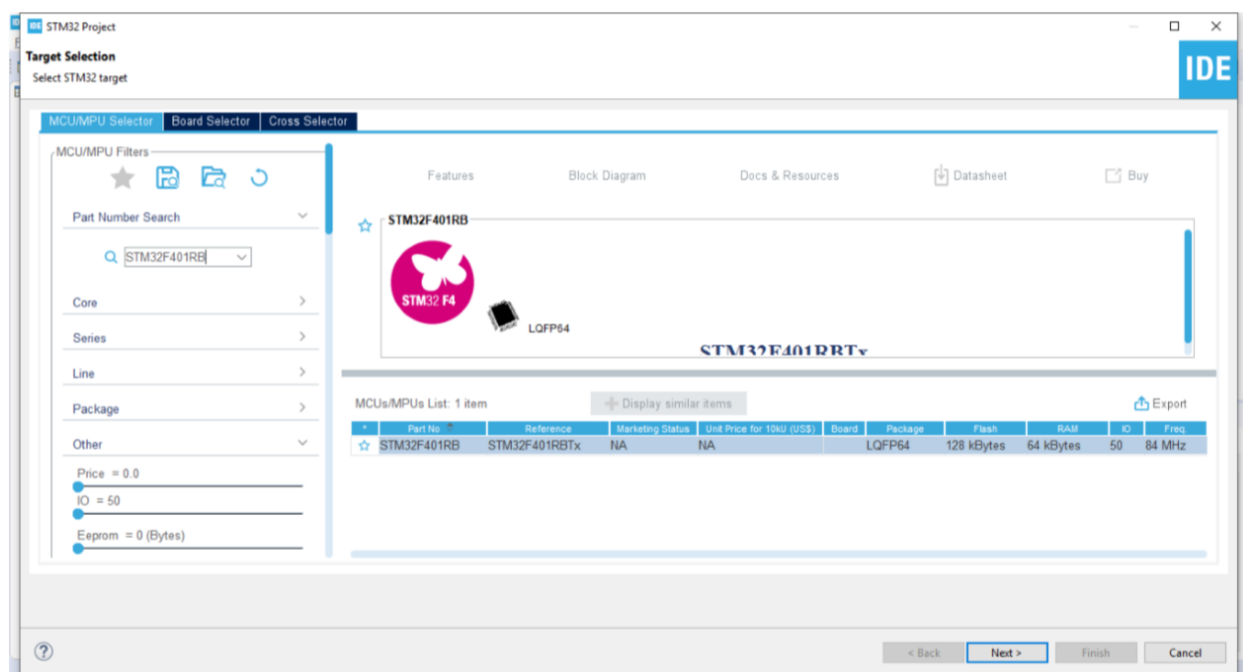
❖ ساخت پروژه

از مسیر شکل زیر یک پروژه جدید بسازید. (جهت افزایش سرعت نرم افزار، پیشنهاد میشود که در این قسمت اینترنت خود را خاموش کنید)

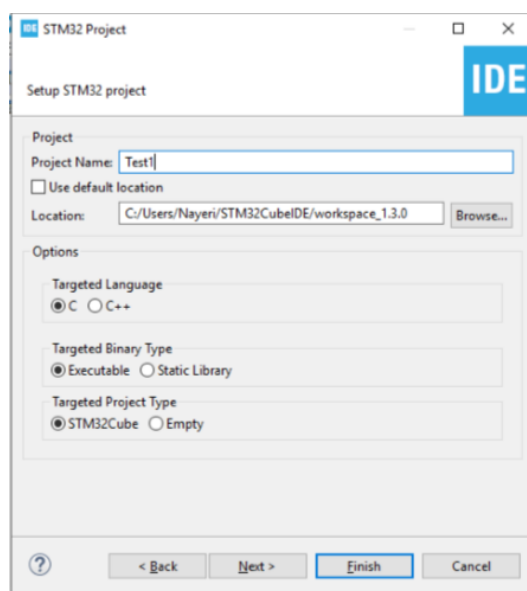


سپس صفحه ای به صورت شکل زیر باز خواهد شد. در قسمت Part Number Search میکروکنترلر مطابق جدول زیر را تایپ کرده و در پنجره وسط آن را انتخاب کنید و بر روی Next کلیک کنید.

میکروکنترلر	باقیمانده شماره دانشجویی بر ۳
STM32F103C6	۰
STM32F103R6	۱
STM32F103T6	۲

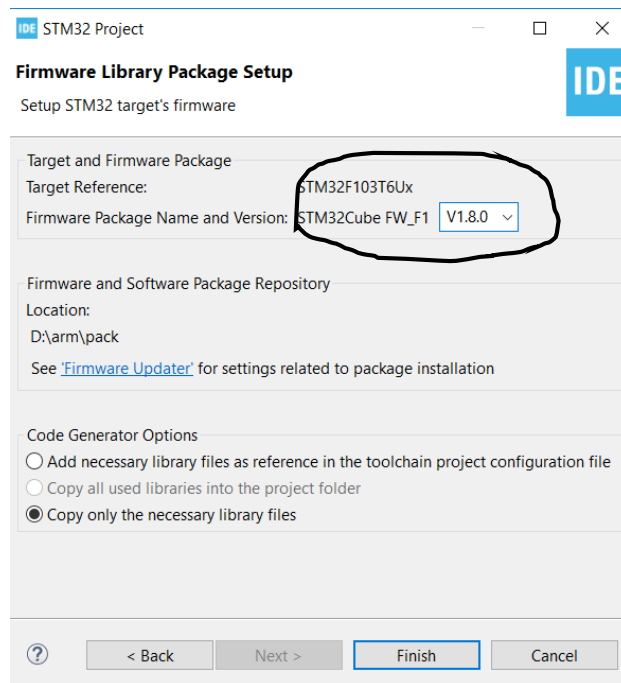


سپس پنجره ای به صورت شکل زیر باز خواهد شد که در آن میبایست یک نام برای پروژه انتخاب کرده و سپس مسیری را که پروژه در آن ذخیره می شود انتخاب کنید.

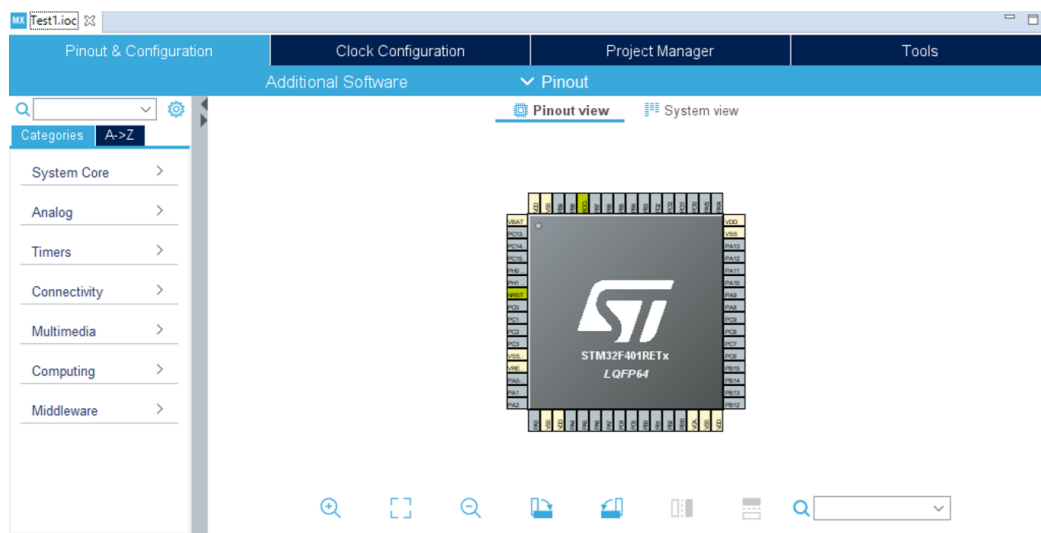


**توجه :** پس از انتخاب نام و آدرس پروژه بر روی **Next** کلیک کنید. در قسمت علامت زده ی شکل زیر دقت کنید که باید دقیقاً همان ورژن پکیجی انتخاب شود که بر روی نرم افزار داللود شده است. که اگر از روش دوم در

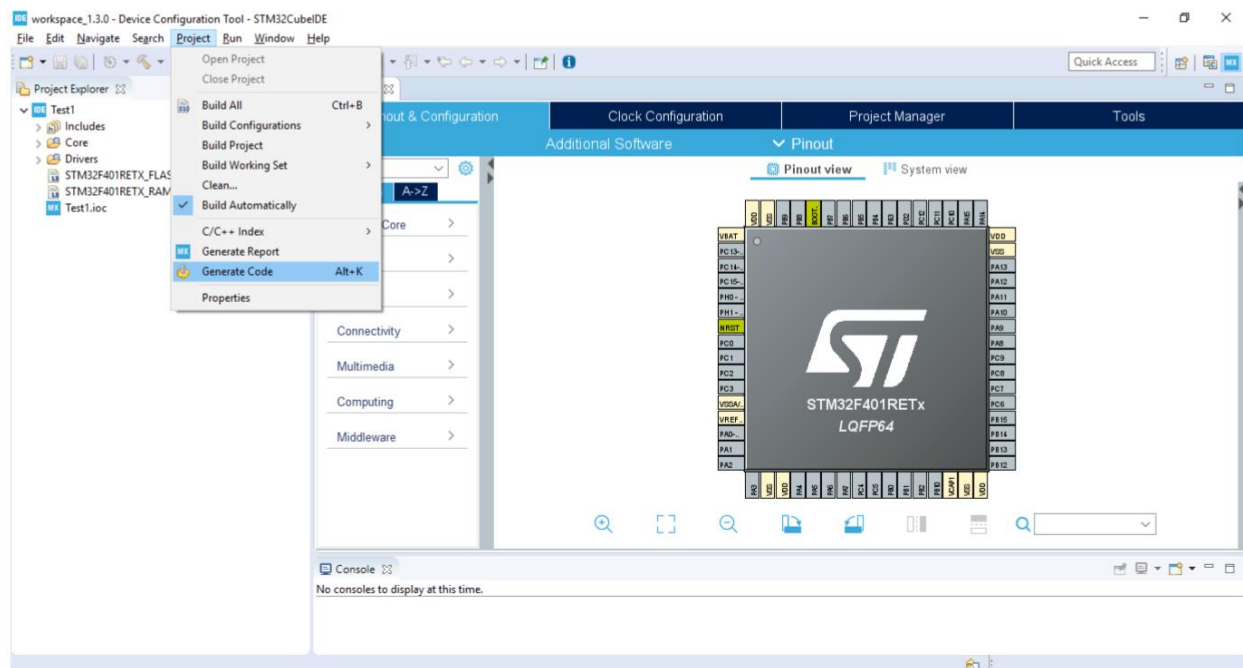
نصب نرم افزار استفاده کرده باشید باید V1.8.0 را انتخاب کنید در غیر این صورت پروژه با موفقیت ساخته نمیگردد.



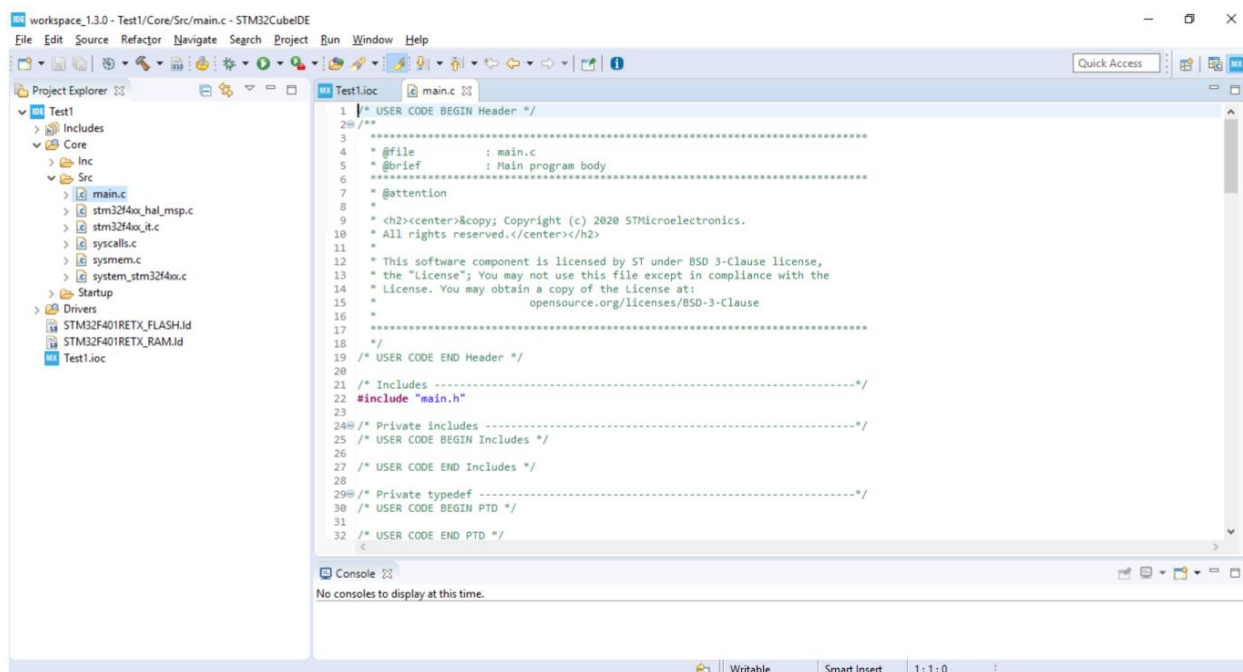
سپس بر روی Finish کلیک کنید. در ادامه محیطی مثل نرم افزار CubeMX ظاهر خواهد شد که به راحتی میتوانید تنظیمات مربوط به بخش های مختلف میکروکنترلر را روی آن انجام دهید.



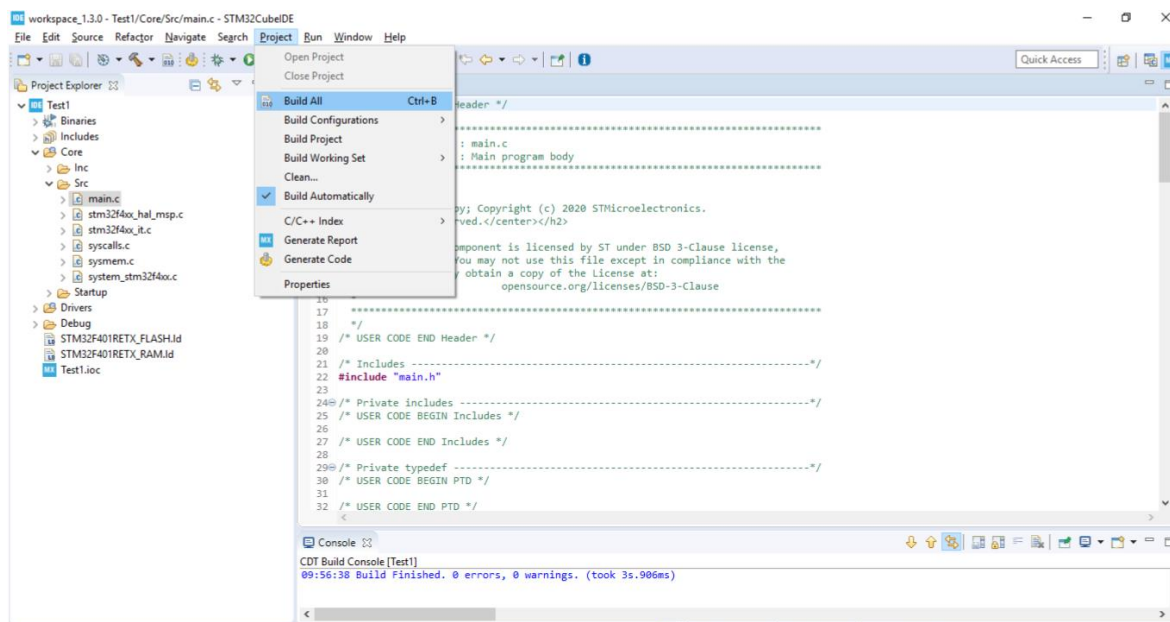
پس از انجام تغییرات مورد نظر، همانند شکل زیر بر روی **Generate Code** کلیک کنید تا فایل های مربوط به برنامه نویسی میکروکنترلر تولید شود.



سپس مطابق شکل زیر از سمت چپ فایل **main.c** را انتخاب کنید. صفحه ای مطابق شکل زیر باز خواهد شد که بدنه اصلی برنامه ست و میتوانید بر روی آن کدهای خود را بنویسید.

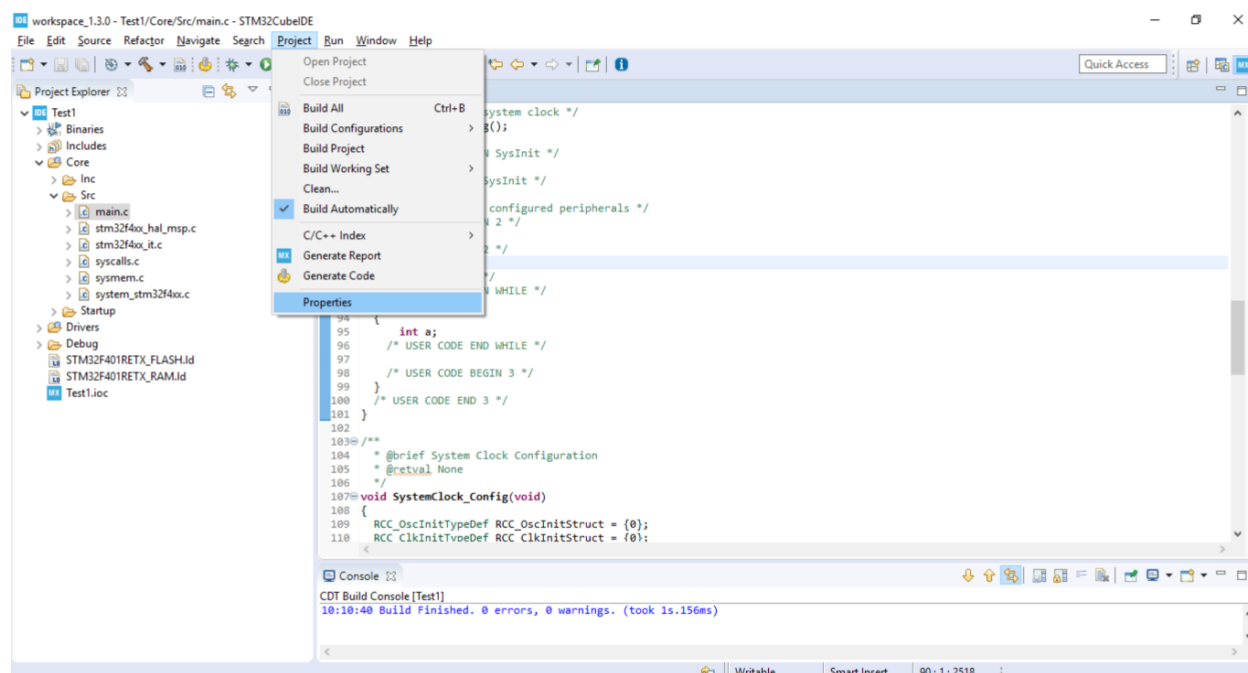


بعد از نوشتن کد های مدنظر تان، همانند شکل زیر باید کد های مد نظر را Build all کنید تا از خطا ها و ارور های احتمالی که در باکس console مشاهده میشود مطلع گردید.

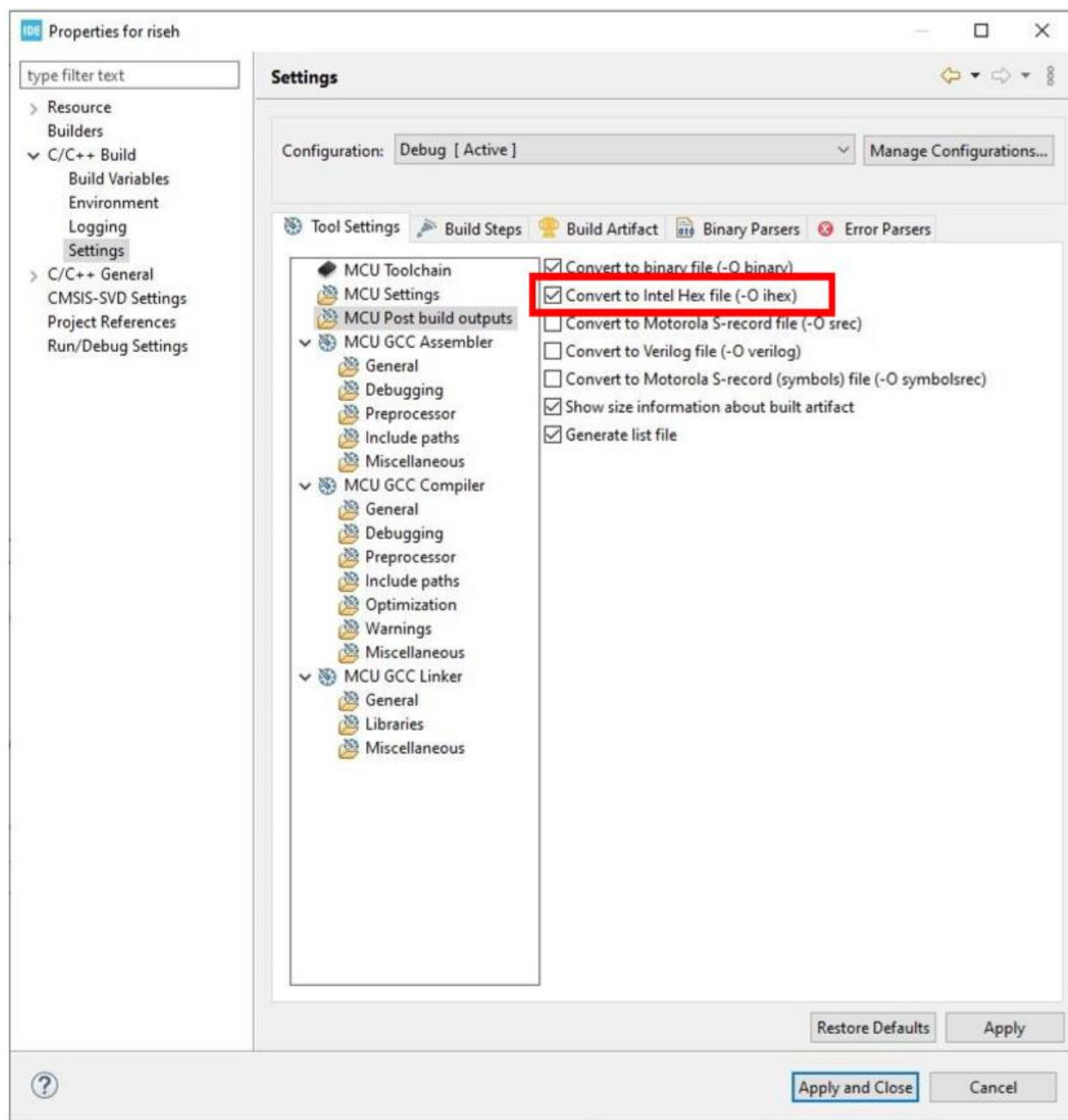


❖ ساخت فایل \*.hex جهت استفاده در پروتئوس

مطابق شکل های زیر عمل کنید:







پس از انتخاب گزینه داخل باکس عکس بالا، Apply and Close را بزنید و برنامه را دوباره Build All کنید.

برای دسترسی به فایل \*.hex کافیه که به آدرس زیر در محل پروژه خود بروید. ( در پوشه Debug)

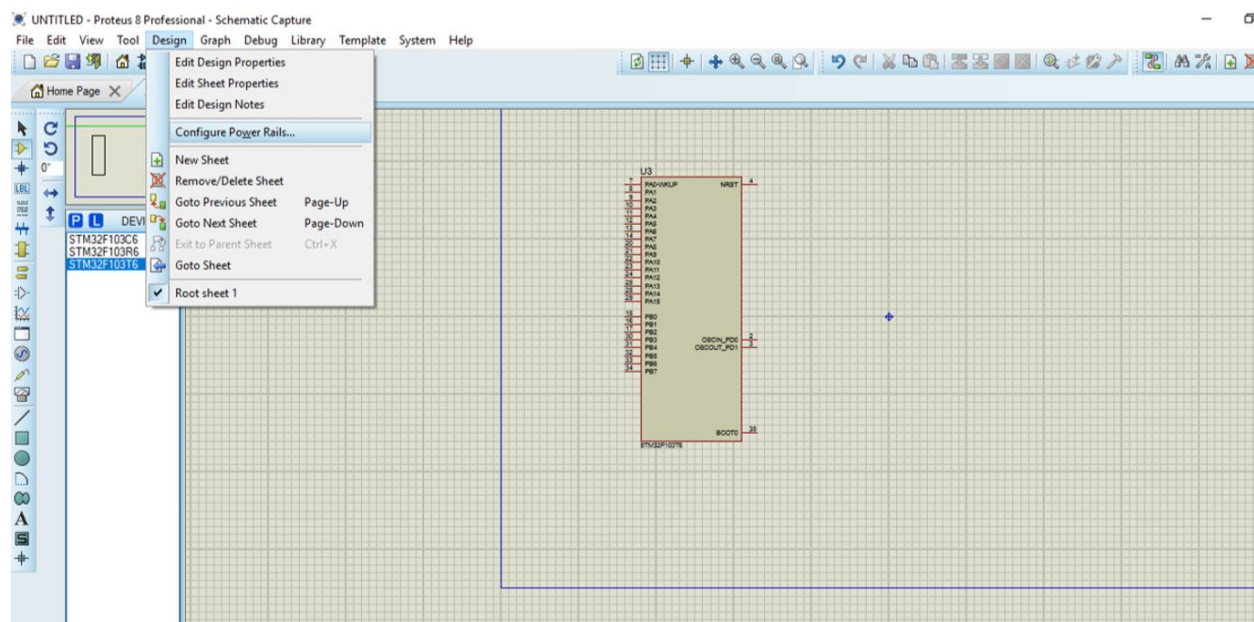
C:\Users\Nayeri\STM32CubeIDE\workspace_1.3.0\Test1\Debug\				
Name	Date modified	Type	Size	
Core	7/16/2020 9:56 AM	File folder		
Drivers	7/16/2020 9:56 AM	File folder		
makefile	7/16/2020 10:10 AM	File	3 KB	
objects.list	7/16/2020 10:10 AM	LIST File	2 KB	
objects.mk	7/16/2020 9:56 AM	MK File	1 KB	
sources.mk	7/16/2020 10:10 AM	MK File	1 KB	
Test1.bin	7/16/2020 10:03 AM	BIN File	5 KB	
Test1.elf	7/16/2020 10:03 AM	ELF File	750 KB	
Test1.hex	7/16/2020 10:10 AM	HEX File	13 KB	
Test1.list	7/16/2020 10:03 AM	LIST File	112 KB	
Test1.map	7/16/2020 10:03 AM	MAP File	236 KB	

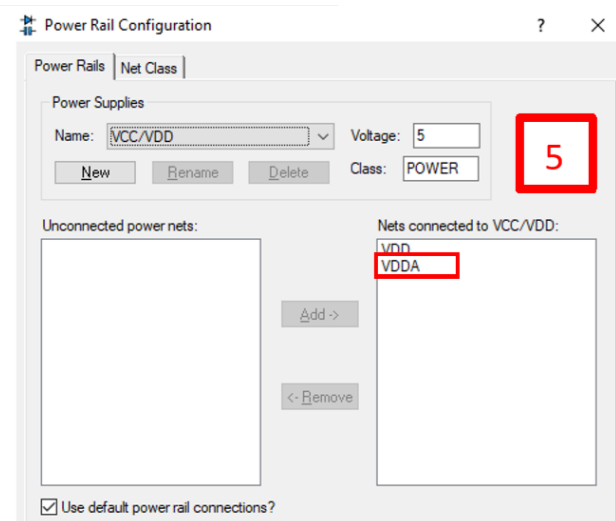
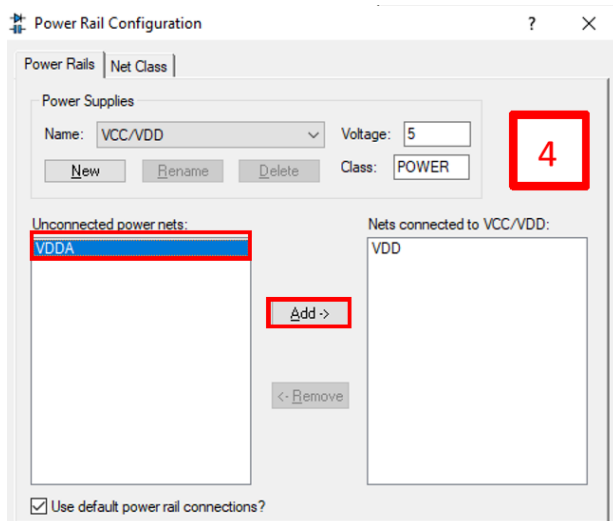
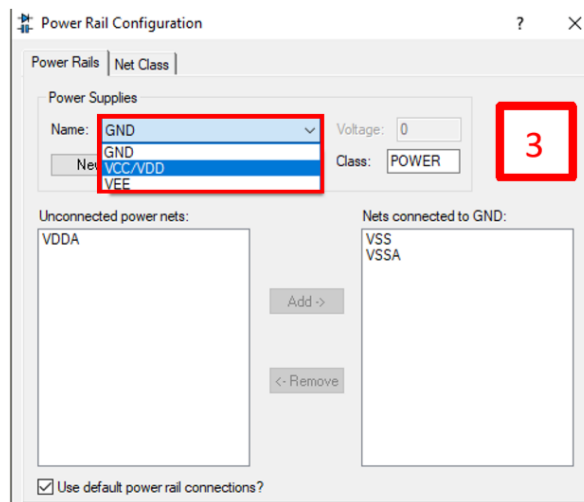
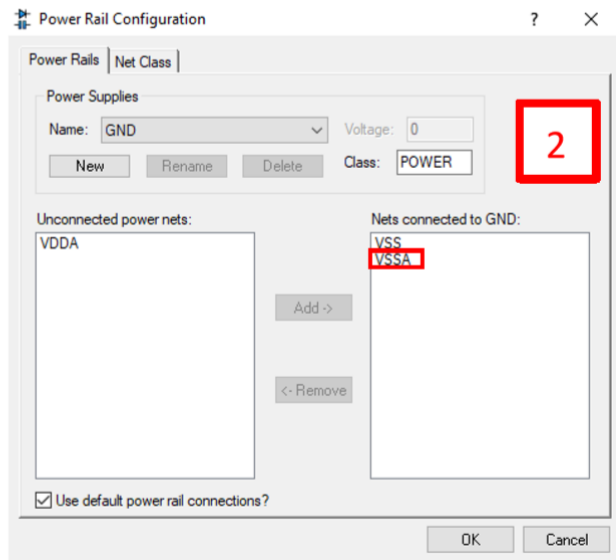
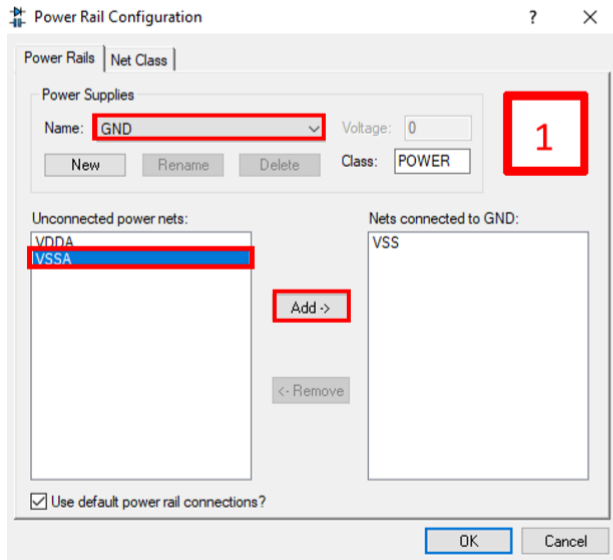
❖ راه اندازی نرم افزار پروتئوس

نرم افزار پروتئوس را نصب کنید ( ترجیحا ورژن های بالاتر از 8.8 )

توجه: باتوجه به اینکه این نرم افزار کرک شده است و بسته به کامپیوتر شما و نوع کرک، ممکن است پس از مدتی که نرم افزار باز است، خود به خود بسته شود بنابراین پس از هر تغییر در محیط شبیه سازی بلافاصله پروژه را Save کنید تا تغییرات از دست نروند .

برای شبیه سازی نیاز است که پایه های VDDA و VSSA را به ترتیب به تغذیه و زمین میکروکنترلر متصل کنید. برای این منظور مطابق شکل های زیر عمل کنید.





## ❖ سوالات شبیه سازی

ابتدا مقدار کلاک اصلی میکرو کنترلر را به صورت زیر تنظیم کنید.

باقیمانده شماره دانشجویی بر ۹	$HCLK(MHz)$
۰	10
۱	15
۲	20
۳	26
۴	30
۵	36
۶	40
۷	44
۸	52
۹	60

حال به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱. ورودی و خروجی دیجیتال (۴۰ + ۲۰ نمره)

- بر روی **PORTA** پایه های  $X1, X2$  را به عنوان خروجی دیجیتال به صورت زیر تعریف کنید.
  - ☐  $X1 = SID\%5$
  - ☐  $X2 = SID\%5+7$
  - ☐ که  $SID$  شماره دانشجویی و  $\%$  عملگر باقی مانده است.
- یک LED سبز و یک LED قرمز به پایه های فوق متصل کنید. لازم است ملاحظات سخت افزاری را در بستن مدار LED رعایت کنید. ساده ترین مدار ممکن را پیاده سازی کنید و دلیل خود را بیان کنید.
- بر روی **PORTB** پایه های  $Y1$  و  $Y2$  را به عنوان ورودی دیجیتال به صورت زیر تعریف کنید.
  - ☐  $Y1 = SID\%3$
  - ☐  $Y2 = SID\%2+4$
- به پایه های  $Y1$  و  $Y2$  دو button Push که خروجی آن ها Pull Up است را متصل کنید.

۱. برنامه ای بنویسید که با فشردن button Push مربوط به پایه Y1، LED سبز روشن و LED قرمز خاموش و با فشردن button Push مربوط به پایه Y2، LED سبز خاموش و LED قرمز روشن شود. برای این منظور به دستور ReadPin\_GPIO\_HAL نیاز خواهید داشت. برنامه نوشته شده را با استفاده از پروتئوس شبیه سازی کنید. (۱۵ نمره)

برنامه های میکروکنترلر (main.c, \*.hex, \*.ioc) را به همراه برنامه پروتئوس (pdsprj.) در پوشه Q1\_a ذخیره کنید.

۱۱. (تمرین امتیازی) در مورد وقفه یا Interrupt تحقیق کنید و چگونگی اضافه کردن آن به STM32 را بررسی کنید. سعی کنید برنامه ی قبلی را به کمک وقفه خارجی پیاده سازی کنید، به این صورت که پین Y2 را به عنوان وقفه خارجی تعریف کنید و عملکرد آن را با پین Y1 که مانند قبل است، مقایسه کنید. چه تفاوتی بین این ۲ احساس میکنید؟ مزیت های استفاده از وقفه را بیان کنید. (۲۰ نمره)

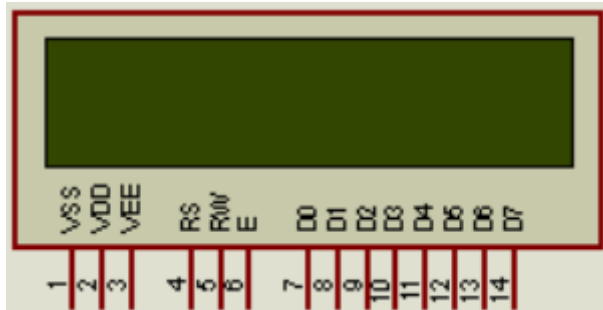
برنامه های میکروکنترلر (main.c, \*.hex, \*.ioc) را به همراه برنامه پروتئوس (pdsprj.) در پوشه Q1\_b ذخیره کنید.

۱۱۱. برنامه ای بنویسید که با فشردن button Push مربوط به پایه Y1، ابتدا LED سبز ۵ بار با فاصله زمانی ۴۰۰ میلی ثانیه چشمک بزند، سپس LED قرمز ۲ بار با فاصله زمانی ۱۰۰ میلی ثانیه چشمک بزند و در انتها هر ۲ LED روشن شوند. و با فشردن button Push مربوط به پایه Y2، همین اتفاق به صورت برعکس برای LED ها رخ دهد و در انتها نیز هر ۲ خاموش شوند. برنامه نوشته شده را با استفاده از پروتئوس شبیه سازی کنید. (۲۵ نمره)

برنامه های میکروکنترلر (main.c, \*.hex, \*.ioc) را به همراه برنامه پروتئوس (pdsprj.) در پوشه Q1\_c ذخیره کنید.

## ۲. اتصال نمایشگر به میکروکنترلر (۴۰ نمره)

هدف از اجرای این بخش اتصال LCD Alphanumeric 2x16 به صورت شکل زیر به پورت B میکروکنترلر است. برای این نمایشگر کتابخانه های متنوعی تولید شده است.



i. با جست و جو در اینترنت برنامه ای بنویسید که بتوان با استفاده از آن در خط اول نام و در خط دوم شماره دانشجویی شما را نمایش دهد. برنامه نوشته شده را با استفاده از پروتئوس شبیه سازی کنید (توجه: برای راه اندازی LCD در پروتئوس پایه مربوط به RW را به زمین متصل کنید). (۲۰ نمره)

برنامه های میکروکنترلر (main.c, \*.hex, \*.ioc) و کتابخانه LCD را به همراه برنامه پروتئوس (.pdsprj) در پوشه Q2\_a ذخیره کنید.

ii. ۲ متغیر با مقادیر دلخواه ، یکی int و دیگری float تعریف کنید و برنامه ای بنویسید که در خط اول LCD عدد صحیح و در خط دوم عدد اعشاری با ۲ رقم اعشار را نمایش دهد. آیا میتوانید عدد اعشاری را در LCD نمایش دهید؟ با جست و جو در اینترنت راه حل را بیابید. (۱۰ نمره)

برنامه های میکروکنترلر (main.c, \*.hex, \*.ioc) و کتابخانه LCD را به همراه برنامه پروتئوس (.pdsprj) در پوشه Q2\_b ذخیره کنید.

iii. سوال قبلی را در نظر بگیرید. برنامه ای بنویسید که هر ۲ متغیر را هر ۱ ثانیه یکبار ۲ برابر کند و بر روی LCD نمایش دهد. ( $x=x*2$ ) بعد از گذشت زمان چه چیزی مشاهده میکنید؟ اتفاقی که میفتند را توجیه کنید. به نظر شما چگونه میتوان اعداد بزرگتر ( مثلاً یک عدد ۱۲ رقمی) را نمایش داد؟ (راهنمایی: برای پاسخ به این سوال، به انواع متغیر ها در زبان برنامه نویسی C دقت کنید) (۱۰ نمره)

لطفا در ارسال تمرینات به موارد زیر توجه بفرمایید ، در صورت عدم رعایت هر یک از موارد زیر تمرین شما تصحیح نخواهد شد :

- تشابه در حل سوالات به صورت جدی بررسی خواهد شد. در صورت تشخیص تمرین مشابه

نمره تقسیم خواهد شد.

- در صورت دست نویس بودن تمرین ، نوشته ها خوانا باشند و کیفیت اسکن آن ها مناسب باشد.
- پاسخ ها در قالب یک فایل pdf جمع و ارسال شوند. همچنین تمامی کد ها با ذکر اینکه مربوط به کدام سوال هستند در پوشه ای با نام Codes ذخیره شده سپس تمامی فایل ها در قالب یک فایل zip جمع و با نام student\_number.zip ارسال شوند .
- در صورت هر گونه ابهام در سوالات برای هر یک از سوالات به دستیار مربوطه تنها از طریق ایمیل دانشگاهی با موضوع Series#-Q# (که در آن # شماره سری تمرین و سوال مورد نظر است) ایمیل زده و ایمیل دستیار ارشد را نیز CC کنید.(برای سوالاتی که ۲ طراح دارند، ایمیل هر ۲ نفر به عنوان دریافت کننده پیام، قرار گیرد)

سوال ۲) آقای عباسی - [fardinabbasi2002@ut.ac.ir](mailto:fardinabbasi2002@ut.ac.ir)

دستیار ارشد : آقای نیکخواه - [nikkhah.bahrami@ut.ac.ir](mailto:nikkhah.bahrami@ut.ac.ir)