فصل اول:

PIC BASIC PRO

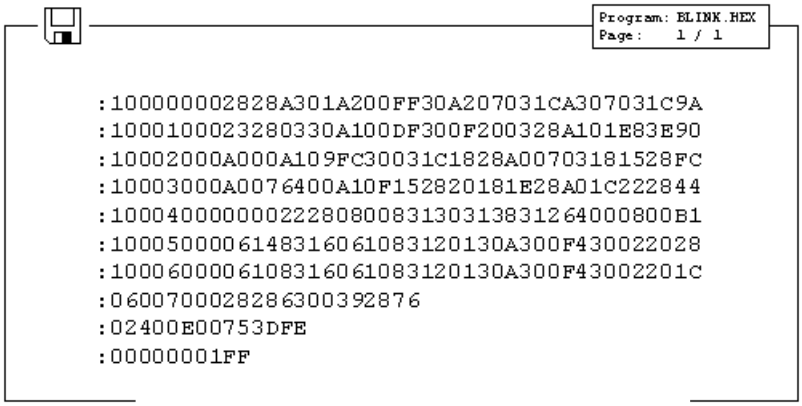
PIC Basic

سادگی وآسانی مهمترین ویژگی یک زبان برنامه نویسی سطح بالا می باشد که موجب شده است بطور گسترده ای در میکروکنترلر ها برای کارهای بزرگ استفاده شود. زبان برنامه نویسی سطح بالا با بکارگیری توابع آماده زمان برنامه نویسی را کوتاه می کند و همچنین پیچیدگی برنامه تنها به موضوع اصلی مورد نظر کاربر محدود می شود. برنامه نویس می تواند تمرکز بیشتری بر روی کار مورد نظر خود داشته باشد و از اتلاف وقت بر روی نوشتن کدهای جانبی که دائما در پروژه های مختلف تکرار می شود جلوگیری کند. مثلا در بسیاری از پروژها به برنامه برای ارسال اطلاعات به قطعه دیگر یا کامپیوتر نیاز است و یا نمایش پیغامی بر روی نمایشگر LCD ویا تولید پالس PWM و غیره نیاز است که همه اینها بصورت آماده در یک زبان سطح بالا مانند PIC Basic موجود است. برای نوشتن وکامپایل کردن برنامه PIC Basic از نرم افزاری Micro CODE STUDIO نسخه 1.4 شرکت Mecanique استفاده می کنیم . برنامه خود را در این ویرایشگر می نویسیم و باپسوند BAS. ذخیره می کنیم . با کامپایل این برنامه دو مرحله پشت سر هم روی می دهد ، مرحله یک کامپایلر فایل BAS را به کد اسمبلی تبدیل می کند و با همان اسم و پسوند ASM. ذخیره می کند و در مرحله بعد فایلASM توسط اسمبلر به کد HEX تبدیل می شود وبرای ریختن در حافظه برنامه نویسی میکروکنترلر آماده می شود. نرم افزار Micro CODE STUDIO از طریق نرم افزار EPIC Win کد HEX را در میکروکنترلر می ریزد. در زیر، برنامه BLINK بعنوان مثال نشان داده شده است.

Program: BLINK.BAS

```
' Example of a program where the LED diode connected on
' PORT B pin 7 switches on and off every 0.5 seconds

Loop:
      High PORTB.7        ' Switch on LED on pin 7 of port B
      Pause 500           ' 0.5 sec pause

      Low PORTB.7         ' Switch off LED on pin 7 of port B
      Pause 500           ' 0.5 sec pause

      Goto loop           ' Go back to Loop

      End                 ' End of program
```

شکل .1-1) برنامه BLINK به زبان بیسیک



شکل .2-1) تبدیل به فایل HEX ، برنامه BLINK

۲-۱. عناصر پایه زبان PIC BASIC

۱-۱-۱.شناسه ها

شناسه ها برای نامیدن یکی از عناصر PIC BASIC استفاده می شود. شناسه ها علاوه بر استفاده از حروف ، از اعداد نیز می تواند استفاده شود با این محدودیت که درابتدای کلمه آورده نشود. شناسه به کوچکی یا بزرگی حرف حساس نیست و طول آن حداکثر ۳۲ کارکتر می باشد.

Symbol Tester = PORTA.0
Symbol LED_0 = PORTB.0

۱-۱-۲. برچسبها

برای مشخص کردن خطی که برنامه به آنجا جهش می کند بکار می رود

```
symbol Taster = PORTA.0
symbol LED_0 = PORTB.0

B0 var byte

Main:               ' Label Main
      B0 = 0
      button Set,0,255,0,B0,1,LED_toggle
      goto Main

LED_toggle:         ' Label LED_toggle
      toggle LED_0
      goto Main
      end
```

۳-۱- ۱. ثابتها

Name_constants **con** value_constants

با این دستور می توان به مقادیر ثابتی که در برنامه کاربرد خاصی دارند اسم داد تا برنامه بـازخوانی راحتتری داشته باشد

```
minute con 60                                   ' No. of seconds in a minute
if seconds < minute then minute = minute + 1    ' If the number of seconds is different
                                                ' from 60, raise the variable minutes
```

ثابتها می توانند دسیمال ، هگزادسیمال و یا باینری باشد . ثابتهای دسیمال بدون پشوند نوشته می شود و ثابتهای هگزا دسیمال با پیشوند $ وباینری با % نشان داده می شوند.

```
56              ' 56 decimal
$0F             ' 15 hexadecimal
%10001100       ' 140 binary
"A"             ' ASCII value for decimal 65
"d"             ' ASCII value for decimal 100
```

۴-۱- ۱. متغیرها

Name_variable **var** Type_variable

متغیرها در موقعیتهای RAM میکروکنترلر ذخیره می شوند و به این معنی است که تعداد متغیرها به اندازه RAM میکروکنترلر مورد نظر بستگی دارد. تعریف متغیر با کلمه VAR صورت می گیـرد. PIC BASIC متغیرهـای از نـوع bit (۰ و ۱) ، byte (۰ تـا ۲۵۵) و word (۰ تـا ۶۵۵۳۵) را پشتیبانی می کند.

```
Fleg    var    bit          ' Fleg is a variable of the type bit
B0      var    byte         ' B0 is a variable of the type byte
W0      var    word         ' W0 is a variable of the type word
B0      var    W0.byte0     ' B0 is a first byte of the word W0
B1      var    W0.byte1     ' B1 is a second byte of the word W0
```

۵-۱- ۱.آرایه ها

Name_sequence **var** type_element [number of the elements]

متغیر آرایه ای از تعدادی متغیر متوالی تشکیل شده است که با اسم Type_element نشـان داده می شود. این متغیر می تواند بیتی یا بایتی و یا کلمه باشد. تعداد عناصر آرایه در داخـل"[ ]" نشـان داده می شوند. هر عنصر با یک شاخص مشخص می شود که اولین عنصـر بـا شـاخص صـفر قابـل دسترسی است وتعداد این شاخصها بستگی به حافظه RAM میکروکنترلر دارد. مقدار ماکزیمم آرایه در جدول زیر نشان داده شده است.

اندازه آرایه	
نوع عناصر آرایه	**تعداد ماکزیمم عناصر**
BIT	**256**
BYTE	**96***
WORD	**48***

* وابسته به نوع میکروکنترلر

جدول ۱- ۱

Sequence1 **var** byte[10] ' (آرایه ۱۰ المانه) byte ۱۰ المان پشت سرهم از نوع

Sequence1[0] اولین عنصر آرایه را در بر دارد و Sequence1[9] آخرین عنصر را در بر دارد.

۱-۱-۶. اصلاح کننده ها

new_name **var** old_name

بوسیله اصلاح کننده ها این امکان ایجاد می شود که اسم جدیدی برای متغیر از قبل تعریف شده انتخاب کنیم. این دستور بندرت استفاده می شود.

```
ADCResult var word
HigherByte var ADCresult.byte0        ' The new name for the higher byte of the
                                      ' word ADCresult
```

۱-۱-۷. سمبلها

symbol old_name = new_name

سمبلها شبیه اصلاح کننده ها اسم جدیدی از یک متغیر یا یک ثابت را به یک اسم قدیمی نسبت می دهند.

```
symbol Taster = PORTA.0          ' Taster is a new name for RA0
symbol LED_0 = PORTB.0           ' LED_0 is a new name for RB0
```

۱-۱-۸. دستور INCLUDE

دستور INCLUDE برای وارد کردن یک بخش از فایل BASIC بکار می رود. در این فایل ممکن است چندین تعریف از متغیرها و یا زیربرنامه ها ذخیره شده باشد که در قسمتهای مختلف برنامه بکار رفته باشد. استفاده از زیر برنامه ها و متغیرهای فایل الحاقی شبیه این است که این زیربرنامه ها و متغیرها را خودتان در برنامه نوشته اید.

```
Include "modedefs.bas"          ' The transfer modes that use the
                                ' commands SERIN and SEROUT

symbol SO = PORTA.3
symbol SI = PORTB.0
B0 var byte

Loop:
        serin SI,T2400,B0
        serout SO,T2400,[B0]
        goto Loop
        end
```

۱. ۱-۱-۹ توضیحات

توضیحات برای بهتر فهمیدن برنامه بکار برده می شود. و برای استفاده از آن از علامت " ' " استفاده می کنیم

۱. ۱-۱-۱۰ خط برنامه با دستورات بیشتر

برای متراکم کردن و دید بیشتر یک برنامه می توان دستورات را دسته بندی کرد وهر دسته را در یک خط جای داد. وبا علامت " : " دستورات در یک خط از یکدیگر جدا می شوند.

```
B2 = B0
B0 = B1
B1 = B2
```

سه دستور بالا می توانند در یک خط قرار بگیرند.

```
B2 = B0 : B0 = B1 : B1 = B2
```

۱. ۱-۱-۱۱ انتقال یک دستور به خط دیگر

گاهی اتفاق می افتد که یک دستور بیشتر از اندازه یک خط نیاز دارد و یا برای رویت بهتر لازم است دنباله دستور در خط بعدی باشد برای این کار از علامت " _ " استفاده می کنیم. برای دستورات lookup ، brunch و sound بیشتر ممکن است این حالت پیش بیاید.

```
lookup KeyPress,["1","4","7","*","2","5","8","0","3",_
        "6","9","#","N"],var1
```

۱. ۱-۱-۱۲ تعریف (DEFINE)

DEFINE the value parameter

دستورات زبان PIC BASIC دارای پارامترهای هستند که از پیش تعریف شده است و می توان با این دستور پارامترهای از پیش تعیین شده آنها را تغییر داد. برای مثال فرکانس اسیلاتور از پیش

تعریف شده ۴ مگا هرتز می باشد در نتیجه بسیاری از دستورات که وابسته به کلاک اسیلاتور می باشند خود را با فرکانس ۴ مگا هرتز تنظیم می کنند و اگر اسیلاتور ۱۲ مگا هرتز قرار داده شود کار این دستورات از حالت تنظیم شده در می آید. بنابراین با این دستور براحتی فرکانس اسیلاتور را تعیین می کنیم. به جدول ۲-۲ مراجعه کنید.

۱۳-۱-۱. DISABLE

قبل از وارد کردن زیر برنامه وقفه ، لازم است که وقفه ها غیر فعال شوند تا از وقفه جدید جلوگیری شود. به عبارت دیگر دستور DISABLE بیت GIE را از رجیستر INTCON بازنشانده می کند.

```
        Desable          ' غیر فعال کردن اینتراپتها
Myint:
        led = 1
        ....

        Resume
        Enable
```

۱۴-۱-۱. ENABLE

بعد از اتمام اجرای زیر برنامه وقفه ، وقفه بایستی دوباره فعال شود که با دستور ENABLE صورت می گیرد. در واقع بیت GIE نشانده می شود.

۱۵-۱-۱. ON INTERRUPT

On interrupt *LABEL*

با این دستور بر چسب مکانی را که هنگام روی دادن وقفه به آنجا پرش صورت می گیرد را مشخص می کند. برچسب در ابتدای زیر برنامه وقفه قرار دارد.

```
On interuupt ISR    ' The interruption routine starts from the label ISR

Main:               ' Main program
        goto Main


        Disable
ISR:                ' Start of the interruption routine
        .
        .
                    ' The end of the interruption routine
        Resume
        Enable
```

استفاده از دستور DEFINE		
پارامترها	توضیحات	این حالت روی کدام دستور صورت می یرد
I2C_HOLD 1	pause 12C transfer while the tact is on a low level	I2COUT, I2COUT
I2C_INTERNAL 1	internal EEPROM in series 16Cexxx and 12Cxxx of the PIC microcontroller	I2COUT, I2COUT
I2C_SCLOUT 1	serial tact is a bipolar at the place of an open collector	I2CWRITE, I2CREAD
I2C_SLOW 1	for the tact > BMHz OSC with the devices of a standard velocity	I2CWRITE, I2CREAD
LCD_DREG PORTD	LCD data port	LCDOUT, LCDIN
LCD_DBIT 0	Initial bit of a data 0 or 4	LCDOUT, LCDIN
LCD_RSREG PORTD	RS (Register select) port	LCDOUT, LCDIN
LCD_RSBIT 4	RS (Register select) pin	LCDOUT, LCDIN
LCD_EREG PORTD	enable port	LCDOUT, LCDIN
LCD_EBIT 3	enable bit	LCDOUT, LCDIN
LCD_RWREG PORTD	read/write port	LCDOUT, LCDIN
LCD_RWBIT 2	read/write bit	LCDOUT, LCDIN
LCD_LINES 2	No of LCD lines	LCDOUT, LCDIN
LCD_INSTRUCTIONUS 2000	the time of delay of instruction in microseconds (us)	LCDOUT, LCDIN
LCD_DATAUS 50	the time of delay of data in microseconds	LCDOUT, LCDIN
OSC 4	tact of the oscillator in MHz: 3(3.58) 4 8 10 12 16 20 25 32 33 40	all instructions of the serial transfer and next pause
OSCCAL_1K 1	setting of OSCCAL for PIC12C671/CE673 microcontrollers	
OSCCAL_2K 1	the number of data bits	
SER2_BITS 8	the slowing of the tact of transfer	SHIFTOUT, SHIFTIN
SHIFT_PAUSEUS 50	instruction LFSR in 18Cxxx microcontrollers	LFSR
BUTTON_PAUSE 10		BUTTON
CHAR_PACING 1000		SEROUT, SERIN
HSER_BAUD 2400		HSEROUT, HSERIN
HSER_SPBRG 25		HSEROUT, HSERIN

جدول 2-1

۱۶-۱-۱. RESUME
بازگشت از زیر برنامه وقفه را به برنامه اصلی بر عهده دارد

۱-۲. عملگرها

۱-۲-۱.عملگرهای ریاضی

عملگرهای ریاضی با دقت ۱۶ بیتی با مقادیر بدون علامت (۰ تا ۶۵۵۳۵) کار می کنند.

A = (B + C) * (D - E)

جدول زیر عملگرهای ریاضی که PIC BASIC پشتیبانی می کند را نشان می دهد.

شرح عملگرها			
شرح	عملگر	شرح	عملگر
قدر مطلق یک عدد	ABS	جمع	+
کسینوس یک زاویه	COS	تفریق	-
دیکد کردن بیتی	DCD	ضرب	*
مقدار یک رقم از یک عدد دسیمال	DIG	نتایج در ۱۶ بیت بالا قرار می گیرد	**
ماکزیمم دو عدد	MAX	نتایج در ۱۶ بیت بالا قرار می گیرد	*/
مینیمم دوعدد	MIN	تقسیم	/
کدینگ بر اساس حق تقدم	NCD	باقیمانده	//
برگرداندن بیت	REV	شیفت به چپ	<<
سینوس یک زاویه	SIN	شیفت به راست	>>
ریشه دوم یک عدد	SQR	انتقال مقدار	=

جدول ۳-۱)

نکات و مثالها:

- ضرب : PIC BASIC از ضرب اعداد بطور کامل پشتیبانی نمی کند بلکه مقدار حاصل را در دو ۱۶ بیتی قرار می دهد

```
L0 var word
W1 var word
W2 var word

Main:
        L0 = W1 * 100       ' Multiplies value W1 with 100 and
                            ' stores the result in lower 16 bits of L0
        L0 = W1 ** 100      ' Multiplies value W1 with 100 and
                            ' stores result in 16 higher bits of L0
        L0 = W1 */ W2       ' Reverts the 16 middle bits of the result
        Loop: goto Loop
        END
```

- تقسیم : در PIC BASIC تقسیم بصورت ۱۶بیتی انجام می گیرد و همچنین مـی تـوان باقیمانـده تقسیم را جداگانه بدست آورد. در مثال زیر این دو حالت نشان داده شده است.

```
W0 var word
W1 var word
W2 var word

Main:
        W0 = W1 / 100       ' Divide the value W0 with 100 and
                            ' store the integer result in W1
        W2 = W1 // 100      ' Remainder store in W2

Loop: goto Loop
        END
```

- شیفت دادن : عملگر شیفت می تواند تعداد ۰ تا ۱۵ شیفت به چـپ و یـا راسـت را پشـتیبانی کند.

```
Main:
        W0 = W0 << 3        ' Shift W0 three places to the left
                            ' (same as multiplication with 8)
        W0 = W0 >> 1        ' Shift W0 one place to the right
                            ' (same as division with 2)

Loop: goto Loop
        END
```

- قدر مطلق : اگر یک BYTE بیشتر از 127 (بیت MSB آن یک) باشد ABS مقدار – 256 value را بر می گرداند. اگر یک WORD بزرگتر از 32767 (بیت MSB آن یک است) باشد ، ABS مقدار value – 65535 را بر می گرداند.

B1 = ABS B0

- COS و SIN : زاویه ۰ تا ۳۵۹ مورد نیاز این عملگر بصورت یک عدد ۰ تا ۲۵۵ تامین می شود وبرای این تبدیل می توان از یک lookup table استفاده کنیم.

```
B0 var byte
B1 var byte
B2 var byte

Main:
      B0 = COS B1          ' 8-bit value of cosine B1 store in B0
                           ' (index of Lookup table)
      Lookup B0, [constant to determine_cosine], B2
                           ' After this instruction the true value of
                           '  cosine is stored in B2
Loop: goto Loop
      END
```

- DCD : این عملگر مقدار ۰ تا ۱۵ را تبدیل به شماره بیت می کنند. اگر مقدار صفر را قرار دهیم بیت صفرم یک می شود و بقیه صفر می شوند.

```
B0 var byte

Main:
      B0 = DCD 2          ' Contents B0 is %00000100
Loop: goto Loop
      END
```

- DIG : تعداد رقمهای که نشان می دهند بین ۰ تا ۳ می باشد که عدد ۰ آخرین رقم از سمت راست می باشد.

```
B0 var byte
B1 var byte

Main:
      B1 = 5843
      B0 = B1 DIG 0      ' Contents B0 is 3
      B0 = B1 DIG 1      ' Contents B0 is 4
      B0 = B1 DIG 2      ' Contents B0 is 8
      B0 = B1 DIG 3      ' Contents B0 is 5

Loop: goto Loop
      END
```

- تعیین مقدار ماکزیمم و مینیمم : برای محدود کردن مقادیر به یک عدد استفاده می شود

B1 = B0 MAX 100

محتوای B1 مقدار بزرگتر بین B0 و ۱۰۰ می باشد (B1 مقداری بین ۱۰۰ و ۲۵۵ می باشد)

B1 = B0 MIN 100

محتوای B1 مقدار کوچکتر بین B0 و ۱۰۰ می باشد (B1 مقداری بین ۱۰۰ و ۰ می باشد)

- NCD : شماره اولین بیتی که از سمت چپ یک است را می دهد

```
B0 var byte

Main:
      B0 = NCD %01001000     ' Contents B0 is 7
      B0 = NCD %00001111     ' Contents B0 is 4
Loop: goto Loop
      END
```

- REV : تعداد بیتهای که می توانند یک شوند ۱ تا ۱۶ می باشد و با توجه به عدد مورد نظر بیتهای پایینتر معکوس می شوند.

```
B0 var byte

Main:

      B0 = %10101100 REV 4    ' Contents B0 is %10100011
Loop: goto Loop
      END
```

- SQR : ریشه دوم عدد مورد نظر در یک بایت قرار می گیرد.

```
B0 var byte
W1 var word

Main:
      B0 = SQR W1        ' Square root of W1 store into B0
Loop: goto Loop
      END
```

۲-۲- ۱. عملگرهای بیتی

عملگر های بیتی	
توضیح	عملگرها
AND منطقی روی بیتها	**&**
OR منطقی روی بیتها	**|**
XOR منطقی روی بیتها	**^**
NOT منطقی روی بیتها	**~**
NAND منطقی روی بیتها	**&/**
NOR منطقی روی بیتها	**|/**
NXOR منطقی روی بیتها	**^/**

جدول ۴-۱

۳-۲- ۱. عملگرهای مقایسه ای

عملگرهای مقایسه ای	
توضیح	عملگر
تساوی	**= or ==**
نامساوی	**<> or !=|**
کوچکتر از	**<**
بزرگتر از	**>**
کوچکتر از	**<=**
بزرگتراز	**>=**

جدول ۵-۱

۴-۲- ۱. عملگرهای منطقی

عملگرهای منطقی	
شرح	**عملگر**
AND منطقی	**AND or &&**
OR منطقی	**OR or ||**
XOR منطقی	**XOR or ^^**
NOT منطقی	**NOT**
NAND منطقی	**NOT AND**
NOR منطقی	**NOT OR**
NXOR منطقی	**NOT XOR**

جدول ۶-۱

۳- ۱. دستورات PICBasic

دستورات به چهار بخش تقسیم می شوند

۱) دستورهای شاخه ای (مانند IF)
۲) دستورهای تکرارکننده (FOR ... NEXT و WHILE ... WEND)
۳) دستورهای پرش به خط (GOTO) یا یک زیربرنامه (BRANCH ، BRANCHL ، CALL ، GOSUB ، RETURN)
۴) دستورهای دستیابی به وسایل جانبی (مثلا ارتباط با LCD) با این دستورات برنامه نویس فکر خود را بر روی ماهیت اصلی برنامه خود متمرکز می کند و از اتلاف وقت خود بر روی مواردی همچون ارتباط با LCD جلوگیری می کند .

دستورات به ترتیب حروف الفبا لاتین :

۱-۳- ۱.@ : وارد کردن یک خط برنامه با کد اسمبلی

ترکیب:

@ assembler's instruction

شرح:

اگر در ابتدای خط از علامت @ استفاده شود کد اسمبلی را در ترکیب بر نامه PicBasic می توان نوشت. دستور @ برای الحاق کتابخانه های نوشته شده به زبان اسمبلی نیز استفاده می شود. توجه کنید در صورت استفاده از متغیرهای درون برنامه در این قسمت قبل از نام متغیر از خط زیر (دشت) استفاده می شود.

در مثال زیر متغیر B0 در دستور @ بصورت B0_ بکار برده می شود.

مثال :

```
B0      var     byte
Main:
        @       bsf     _B0,7           ' نشانه گذاری بیت هفتم از متغیر B0
Loop:   goto    Loop
        End
```

۲-۳- ۱. ASM ... ENDASM وارد کردن یک بلوک از دستورات اسمبلی

ترکیب :

```
ASM
/
        دستورات اسمبلی
/
ENDASM
```

شرح :

دستورات بین ASM و ENDASM از نوع اسمبلی می باشد. حداکثر کد اسمبلی نوشته شده به مقدار حافظه قابل برنامه نویسی آن میکروکنترلر وابسته است. مثلا در میکروکنترلر PIC16F877 کد اسمبلر حداکثر 8K می باشد.

مثال :

```
Main:
        asm
                bsf     PORTA,0         ' نشاندن RA0
                bcf     PORTB,3         ' باز نشاندن RB0
        endasm
Loop:   goto    Loop
        end
```

۳-۳- ۱. ADCIN دریافت مقادیر از ورودی مبدل A/D

ترکیب :

ADCIN *channel, variable*

شرح :

ADCIN تبدیل آنالوگ به دیجیتال (A/D) را از یک سیگنال آنالوگ ورودی در میکروکنترلرهای که مبدل A/D دارند، انجام دهد (مانند PIC16F877) مقدار خوانده شده در داخل متغیر بکار رفته ذخیره می شود . قبل از استفاده از دستور ADCIN رجیستر TRIS مربوطه بایستی مقداردهی اولیه شود تا پایه مورد استفاده بطور مشخص بصورت ورودی در آید. بعلاوه اینکه از رجیستر ADCON1 برای مشخص کردن اینکه پینهای ورودی به حالت آنالوگ باشد یا دیجیتال استفاده می شود. برای تنظیم A/D علاوه بر استفاده از DEFINE می توان بصورت مستقیم رجیسترهای مربوط به A/D را مقدار دهی کرد.

مثال :

```
DEFINE ADC_BITS 8               ' نتایج تبدیل شده ۸،۱۰یا ۱۲ بیتی می باشد
DEFINE ADC_CLOCK 3              ' کلاک مبدل آنالوگ به دیجیتال
DEFINE ADC_SAMPLEUS 10          ' زمانبندی نمونه برداری مورد نظر
B0  var byte
Main :
      TRISA = $FF               ' همه پینهای پورت A ورودی می باشند
      ADCON1 = 0                ' پورت A در حالت ورودی آنالوگ است
      adcin  0, B0              ' خواندن کانال ۰ و ذخیره نتایج داخل متغیرB0
Loop :  goto Loop
end
```

۴-۳- ۱. BRANCH پریدن به برچسب مشخص شده توسط شاخص

ترکیب :

BRANCH *index, [label1 {label...}]*

شرح :

با توجه به مقدار شاخص پرش به برچسب هم نظیر آن انجام می گیرد. مثلا اگر شاخص صفر باشد پرش به اولین برچسب قرار گرفته در براکت صورت می گیرد و اگر ۱ باشد پرش به دومین برچسب صورت می گیرد و اگر شاخص برابر تعداد برچسبها یا بیشتر از آن باشد هیچ پرشی صورت نمی گیرد ودستور بعدی اجرا می شود.

در ضمن شاخص یک متغیر یک بایتی است و حداکثر برای ۲۵۵ برچسب این دستور قابل اجرا است.(برای 18CXXX ۲۵۶ برچسب)

با استفاده از IF ... THEN نیز شبیه دستور BRANCH عمل کرد.

```
If      B0 = 0then   lab1
If      B0 = 1then   lab2
If      B0 = 2then   lab3
```

مثال:

```
B0      var     byte
Branch          B0,[ lab1 , lab2 , lab3 ]
Loop:   goto    Loop
Lab1:
Lab2:
Lab3:
        end
```

۵-۳- ۱. BRANCHL پرشی بلند به برچسب نظیر شاخص

ترکیب :

BRANCHL *index, [label1 {label...}]*

شرح :

این دستور کاملا شبیه دستور BRANCH می باشد تنها تفاوت آن این است که BRANCHL پرش به موقعیتهای قرار گرفته در کد سگمنتهای دیگر را نیز محقق بسازد .

کد بدست آمده از BRANCHL تقریبا دو برابر بزرگتر از کد BRANCH می باشد. اگر پرشها تنها قرار است در یک کد سگمنت روی بدهد و یا کد برنامه در یک کد سگمنت می باشد و یا حافظه میکروکنترلر مورد نظر کمتر از یک کد سگمنت (کمتر از ۲ کیلو بایت) باشد بهتر است از BRANCH استفاده شود زیرا حافظه استفاده شده برای کدهای برنامه را کاهش می دهد.

۱۲۷ برچسب (۲۵۶ تا برای 18CXXX) می توان با دستور BRANCHL آدرس دهی کرد.

مثال:

```
B0      var     byte
Main:
        branchl         B0 , [ Lab1 , Lab2 , Lab3 ]
```

```
        Loop:
        goto   Loop
Lab1: /
                    /
Lab2:/
                    /
Lab3:/
                    /
end
```

۶-۳- ۱. BUTTON : خواندن حالت دکمه روی پین ورودی

ترکیب :

BUTTON *Pin, State, Delay, Speed, Variable, Action, Label*

شرح :

دستور BUTTON تماس لرزان ناشی از فشردن دکمه را حذف می کند (Debouncing) این حالت را توسط تاخیر دراجرای برنامه در هر بار تکرار انجام می دهد تاخیر Debouncing پیش فرض ۱۰ میلی ثانیه می باشد که برای تغییر آن از DEFINE BUTTON_PAUSE TIME(ms) استفاده می کنیم . مثلا دکمه با تاخیر Debouncing ۵۰ میلی ثانیه بصورت زیر تعیین می شود .

```
DEFINE  BUTTON_PAUSE  50
```

تکرار خودکار که توسط Speed تعیین می شود در حقیقت مدت فشرده نگه داشتن کلید را تعیین می کند. دستور BUTTON معمولا در یک حلقه به کار می رود تا زده شدن کلید را چک کند .

pin : شماره پایه را نشان می دهد که ممکن است یک عدد بین ۰تا ۱۵ یا یک متغیر که مقدارش بین ۰ تا ۱۵ می باشد یا اسم پین (مانند PORTA.0) باشد .

State : وضعیت پایه به هنگام فشار دادن کلید (۰ یا ۱)

Delay : میزان تاخیر قبل از شروع تکرار خودکار (۰تا ۲۵۵)

Speed : نرخ تکرار خودکار (۰تا ۲۵۵)

Variable : متغیر یک بایتی مورد نیاز برای تاخیر تکرار . قبل از استفاده باید با عدد صفر مقدار دهی اولیه شده باشد.

Action : وضعیت پایه برای اجرای فرمان GOTO .

"۰" : اگر فشار داده نشده باشد.

"۱" : اگر فشار داده شده باشد.

Lable : نقطه ای اجرای برنامه در صورت صحیح بودن Action ، باید از آنجا ادامه پیدا کند.

مثال :

```
DEFINE      BUTTON_PAUSE   50
TRISA = 0
TRISB = 255
B0     var     byte
Main:
       B0 = 0
       Button   PORTB.0 , 0 , 100 , 10 , B0 , 1 , Led
       Goto          Main
Led:
       Toggle  PORTA.0
       Goto          Main
End
```

۱. ۳-۷- **CALL** : فراخوانی زیر برنامه های اسمبلی

ترکیب :

CALL *label*

شرح :

زیر برنامه با نام label را در زبان اسمبلی فراخوانی می کند.

مثال:

در این مثال فایل "init.asm" به برنامه الحاق شده است.

```
@ include     "init.asm"
Main:
       Call init_sys
Loop:
       Goto   Loop
End
```

۱. ۳-۸- **CLEAR** : مقدار همه متغیرها را به صفر تغییر دادن

ترکیب :

CLEAR

شرح :

با دستور CLEAR تمام رجیسترهای RAM در همه دیتا بانکها به صفر تغییر می یابد. این دستور ، برای اینکه تمام متغیرها را بطور همزمان صفر کنیم مناسب است.

مثال :

```
Clear
Main:
       Goto   Main
End
```

۹-۳- ۱. CLEARWDT : باز نشاندن تایمر Watchdog (سگ نگهبان)

ترکیب :

CLEARWDT

توضیح :

باز نشاندن تایمر Watchdog را برعهده دارد . این دستور می تواند بعد از راه اندازی تایمر Watchdog ، از هنگ شدن میکروکنترلر جلوگیری کند.

مثال :

```
Clearwdt
Main:
        Goto   Main
End
```

۱۰-۳- ۱. COUNT : شمردن پالسهای روی پین ورودی

ترکیب :

COUNT *Pin , Period , No_Impulses*

شرح :

این دستور تعداد ضربه های روی پین مورد نظر را در مدت زمان تعریف شده (Period) می شمرد و در متغیر No_Impulse ذخیره می کند . پین بطور اتوماتیک بصورت ورودی طراحی می شود. Period بر حسب میلی ثانیه تعریف می شود . اگر اسیلاتور ۴ مگاهرتز باشد، چک کردن وضعیت پین هر ۲۰ میکرو ثانیه انجام می گیرد. اگر خواسته باشیم با اسیلاتور دیگری کار کنیم باید از DEFINE OSC استفاده کنیم .

Pin ممکن است یک عدد بین ۰تا ۱۵ یا یک متغیر که مقدارش بین ۰ تا ۱۵ است یا اسم پین (مانند PORTA.0) باشد.

در این روش ما به آسانی فرکانس یک سیگنال را بصورت ساده ای از روی تعداد ایمپالسها محاسبه می کنیم. بالاترین فرکانس قابل محاسبه با اسیلاتور ۴مگاهرتز هست ۲۵کیلو هرتز است و اگر اسیلاتور ۲۰ مگاهرتز استفاده شود تا ۱۲۵ کیلوهرتز را می توان محاسبه کرد .

مثال :

```
W0     var      byte
TRISA = $FF
Main:
        Count PORTA.0,1000,W0  'شمردن ضربه ها در یک ثانیه
        PORTB = W0
        Goto   Main
End
```

۱۱-۳- ۱. DATA : نوشتن در EEPROM داخلی در ابتدای برنامه

ترکیب :

{Lable} DATA *{@PoCadr},constant, constant,…*

شرح :

DATA مقادیر ثابت را در داخل EEPROM داخلی در ابتدای نوشتن کد میکروکنترلر ذخیره می کند. اگر آدرس در دستور مورد نظر حذف شده باشد ثابتها از آدرس صفر ذخیره می شود .
ثابت ممکن است از نوع INTEGER یا STRING باشد یک ثابت STRING بصورت بایتهای متوالی از مقادیر کد ASCII ذخیره می شود . اگر لازم باشد که یک عدد دو بایتی درEEPROM ذخیره شود بایستی از کلمه "WORD" قبل از ثابت استفاده کرد در غیر اینصورت ، تنها بایت با ارزش کمتر ذخیره می شود. دستور DATA تنها در میکروکنترلر های PIC که دارای EEPROM داخلی می باشد مانند PIC16F84 یا سری 16F87X قابل اجرا است.
DATA تنها یک مرتبه در فضای حافظه EEPROM می تواند ذخیره شود و آن هم در زمان برنامه ریزی میکروکنترلر می باشد و نه هر زمانی که برنامه اجرا می شود . دستور WRITE برای قرار دادن مقادیر بر روی EEPROM داخلی در هنگام اجرای برنامه (RUNTIME) می تواند استفاده شود.

مثال :

data @5,1,2,3

نوشتن مقدارهای ۱ ، ۲ و ۳ روی موقعیتهای ۵ ، ۶ و ۷ حافظه EEPROM

data word $1234

نوشتن مقدارهای $12 و $34 در موقعیتهای ۰ و ۱ حافظه EEPROM

Data (4),0(10)

پریدن به موقعیت چهارم و ذخیره 10 0s

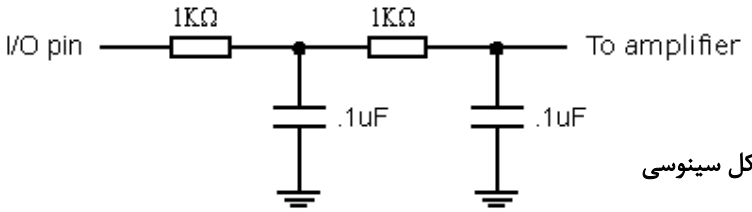
۱۲-۳- ۱. DTMFOUT : تولید کردن سیگنال صدا (تون) شمارگیری روی پین خروجی

ترکیب :

DTMFOUT *PIN , {ONMS,OFFMS,}[TONE{,TONE…}]*

شرح :

دستور DTMFOUT تون شمارگیری را (مثلا برای تلفنها) تولید می کند . پارامتر ONMS مدت زمان هر شمارگیری را نشان می دهد. و OFFMS مدت قطع بین دو صدای پی درپی را مشخص می کند . اگر پارامترهای فوق مقدارگذاری نشوند ONMS ۲۰۰ میلی ثانیه و OFFMS ۵۰ میلی ثانیه مقدار گذاری می شوند . این دستور برای ۱۶ شماره صدا تولید می کند که برای شمارههای ۰ تا ۹ صدایی مطابق با صدای شمارگیر تلفن تولید می کند و صدای ۱۰ همان صدای کلید * بر روی کیبورد(key board) تلفن می باشد و ۱۱ همان صدای کلید # را تولید می کند و۱۲ تا ۱۵ صدای مشابه کلیدهای A تا D تولید می کنند .



شکل .3-1) فیلتر برای بدست آوردن شکل سینوسی

برای بدست آوردن شکل سینوسی در خروجی یک فیلتر مناسب (تطبیقی) احتیاج می باشد تا تعدادی از هارمونیها را از بین ببرد وسینوسی را صافتر کند .
DTMFOUT با اسیلاتور ۲۰ مگاهرتز بهتر کار می کند البته با اسیلاتور ۴ مگاهرتز نیز کار می کند ولی فیلتر کردن آن و تبدیل آن به سینوسی سختتر است. دستور DTMFOUT از تابع FREQOUT برای تولید صدای شمارگیری استفاده می کند. FREQOUT صدای مورد نظر را بصورت مدولاسیون پهنای پالس تولید می کند.

مثال :

```
        TRISB = $FF
Main:
        Dtmfout  PORTB.1,[2,1,2]
Loop:   goto    Loop
        End
```

۱۳-۳- ۱. **EEPROM**: مجموعه ثابتهای اولیه برای برنامه نوسی EEPROM

ترکیب:

EEPROM *{@location, } constant {, constant}*

شرح :

مجموعه ای از ثابتها را در EEPROM داخلی میکروکنترلر قرار می دهد . این دستور تنها در ابتدا و یا انتهای برنامه قرار می گیرد و برای خواندن و نوشتن در وسط برنامه و درحال اجرا از دستورات WRITE و READ استفاده می شود.
این دستور در میکروکنترلرهای که با I2C با EEPROM خارجی ارتباط برقرار می کنند قابل اجرا نیست .

مثال :

EEPROM @5,1,2,3

Writes in the values 1, 2, 3 on the locations 5, 6 and 7 in EEPROM memory.

EEPROM word $1234

Writes in the values $12 AND $34 on the locations 0 and 1 in EEPROM memory.

EEPROM @5,1,2,3

مقادیر ۱ ، ۲ و ۳ را در موقعیتهای ۵ ، ۶ و ۷ EEPROM قرار می دهد.

EEPROM @5,1,2,3

مقادیر$12 و $34 را در موقعیتهای ۰ و ۱ EEPROM قرار می دهد.

۱۴-۳-۱. **END** : نشانه گذاری پایان برنامه

ترکیب :

END

شرح :

از اجرای بیشتر برنامه جلوگیری می کند و برنامه را به حالت کم مصرف در می آورد شبیه دستور SLEEP که در یک حلقه قرار گرفته است. این دستور در انتهای برنامه نوشته می شود.

۱۵-۳-۱. **FOR ... NEXT** : تکرار کردن یک قسمت از برنامه

ترکیب :

FOR Index = Start **TO** End {Step {-} Inc }
{ instructions,
instructions }
NEXT {Index}

شرح :

"Index" متغیری است که برای کنترل چگونگی تعداد بارهای که حلقه اجرا می شود استفاده می شود. اگر پارا متر step استفاده نشود متغیر یکی یکی افزایش می یابد(index = index + 1)

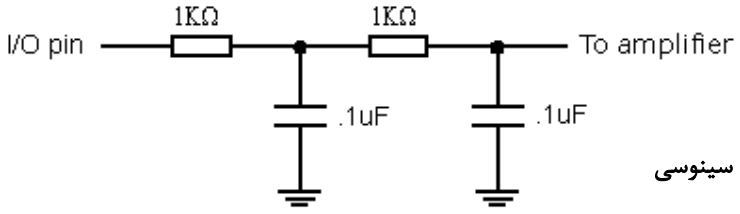
۱۶-۳-۱. **FREQOUT** : تولید سیگنال با فرکانس مشخص روی پین خروجی

ترکیب :

FREQOUT *Pin, Onms, Freq1, Freq2*

شرح :

FREQOUT سیگنال PWM با رنج فرکانسی از ۰ تا ۳۲۷۶۷ هرتز روی پین تعریف شده در پارامتر " pin " و با مدت زمان " onms " تولید می کند . FREQOUT با اسیلاتور 20_{MHZ} بهتر کار می کند. "onms" مدت زمان سیگنال بر حسب میلی ثانیه را نشان می دهد.



شکل 4-1) فیلتر برای بدست آوردن شکل سینوسی

برای بدست آوردن سیگنال سینوسی مطلوب در خورجی نصب یک فیلتر لازم است.

مثال :

freqout PORTB.1,2000,1000

سیگنال با فرکانس 1000_{HZ} در مدت ۲ ثانیه در پین 1 پورت B تولید می کند.

۱۷-۳- ۱. GOSUB : فراخوانی زیر برنامه های BASIC

ترکیب :

GOSUB *label*

شرح :

با این دستور برنامه به زیر برنامه ای که بین " label " و دستور RETURN قراردارد می رود. زیر برنامه ها می توانند تودرتو باشند. این حالت تا چهار سطح می تواند عمق داشته باشد و دلیل آن محدود بودن پشته می باشد.

مثال :

```
Main :
        gosub  Blink                ' Blink فراخوانی زیر برنامه
Loop:  goto Loop

Blink:                              ' Blink زیر برنامه
        PORTB = $FF
        Pause  1000
        PORTB = $00
        Pause  1000
        Return
        End
```

۱۸-۳- ۱. GOTO : ادامه برنامه از برچسب مشخص شده

ترکیب :

GOTO *label*

شرح :

این بر نامه پرش به هر جایی از برنامه را ممکن می سازد . تکرار زیاد این دستور در برنامه توصیه نمی شود زیرا قابل فهم بودن برنامه را کمتر می کند.

۱۹-۳- ۱. HIGH : نشاندن یک منطقی روی پین خروجی

ترکیب :

HIGH *Pin*

شرح :

پین مورد نظر را به سطح بالا می آورد. این دستور بطور خودکار پین را در گرایش خروجی قرار می دهد. پین ممکن است یک عدد ثابت بین ۰ تا ۱۵ یا یک عدد متغیر که محتوای آن بین ۰ تا ۱۵ و یا اسم پورت باشد.اگر پین مورد نظر در گرایش خروجی باشد استفاده از عبارت زیر مناسبتر است.

PORTB.0 = 1.

مثال :

```
Main:
        high PORTA.0        ' Pin RAO set on the high level
Loop: goto Loop
        End
```

۲۰-۳- ۱. **HESERIN** :

سخت افزار ورودی آسنکرون

ترکیب :

HSERIN *{Error,}{Timeout, Label,}[Modifier(,...)]*

شرح :

HSERIN اطلاعات را بصورت سریال دریافت می کند. این دستور با میکروکنترلرهای که دارای واحد سخت افزاری ارتباط سریال (سخت افزار USART) می باشند ، بکار می رود (مانند میکروکنترلر 16F877). پارامترهای انتقال سریال با دستور DEFINE تعیین می شود.

```
DEFINE HSER_RCSTA       90h     ' Setting of a receiving register
DEFINE HSER_TXSTA20h            ' PSetting of a emitting register
DEFINE HSER_BAUD 2400           ' Flow in bauds
DEFINE HSER_SPBRG       25      ' Direct setting of the SPBRG register
```

عملکرد HSERIN با اسیلاتور 4_{MHZ} از پیش تعریف شده است وبرای کار کردن با اسیلاتورهای دیگر بایستی از دستور اسیلاتور مورد نظر را در ابتدای برنامه تعریف کرد.

چگونگی کارکرد	اصلاح کننده
گرفتن رقمهای باینری	**BIN{1..16}**
گرفتن رقمهای دسیمال	**DEC{1..5}**
گرفتن رقمهای هگزا دسیمال	**HEX{1..4}**
نگرفتن کرکتر بعد از کرکتر **n**ام	**SKIP n**
گرفتن متوالی **n** کرکتر تا زمانی که کرکتر **c** (اختیاری) بیاید	**STR ArrayVar\n{\c}**
انتظار برای کرکتر های متوالی	**WAIT ( )**
انتظار برای رشته	WAITSTR ArrayVar{\n}

DEFINE OSC tact ' تعیین فرکانس مورد نظر

پارامترهای " Time out " و " Label " موجب می شوند که اگر هیچ کرکتری دریافت نشد برنامه بعد از زمان" Time out " (بر حسب میلی ثانیه) از برچسب Label ادامه می یابد. قالب بندی اطلاعات سریال می تواند 8N1 (۸ بیت اطلاعات بدون بیت توازن وبا تنها یک بیت توقف) و 7E1 (۷بیت از اطلاعات ، بیت توازن و یک بیت توقف) استفاده شود که با دستور DEFINE تعیین می شود.

```
DEFINE HSER_EVEN  1    ' parity چک کردن
DEFINE HSER_ODD   1    ' Non_parity چک کردن
```

برنامه ممکن است دارای یک برچسب "Error" باشد که با توجه به خطا و درست نبودن پریتی به آن برچسب می پرد. اصلاح کننده ها در جدول زیر آمده است.

مثال:

```
B0 var byte
W1 var word

Main:
      hserin [B0, dec W1]        'Take dec. digit from serial line
      goto Main
      end
```

۲۱-۳-۱. HPWM : تولید کردن سیگنال PWM روی پین میکروکنترلر

ترکیب :

HPWM *Channel,Relation_on_off, Frequency*

شرح :

این فرمان از سخت افزار PWM روی میکروکنترلر های که دارای این امکان هستند استفاده کرده است و سیگنال PWM را تولید می کند.

پارامتر "channel" کانال PWM را تعریف می کند تعداد این کانالها بستگی به نوع میکروکنترلر دارد و بین ۱ تا ۳ کانال است . برای دو کاناله ها هنگام راه اندازی هر دو کانال فرکانس آنها بایستی یکسان باشد. Relation_on_off نسبت بین سیگنال on و off را مشخص می کند و مقدار صفر سیگنال خاموش را روی پین می فرستد و مقدار ۲۵۵ سیگنال همیشه روشن را روی پین می فرستد. پارامتر "Frequency" فرکانس سیگنال PWM را مشخص می کند. (کمترین فرکانس در اسیلاتور 4_{MHZ} ، 245_{HZ} و بالاترین فرکانس ممکن در اسیلاتور سریع ۳۲۷۶۷ هرتز است). HPWM بطور پیوسته در زمان اجرای برنامه کار می کند. تعدادی از قطعات ممکن است پینهای چند کار که HPWM را دارند داشته باشند . DEFINE اجازه استفاده از این پینها را در این راستا می دهد.

```
DEFINE CCP1_REG PORTC      'Hpwm 1 pin port
DEFINE CCP1_BIT 2          'Hpwm 1 pin bit
```

DEFINE CCP2_REG PORTC *'Hpwm 2 pin port*
DEFINE CCP2_BIT 1 *'Hpwm 2 pin bit*

تعریفهای زیر نشان می دهند که تایمر ۱ یا ۲ برای تولید PWM روی کانال ۲ یا ۳ صورت بگیرد.

DEFINE HPWM2_TIMER 1 *'Hpwm 2* انتخاب تایمر برای

DEFINE HPWM3_TIMER 1 *'Hpwm 3 انتخاب تایمر برای*

مثال :

```
DEFINE HPWM2_TIMER 1        ' کانال دوم با استفاده از تایمر ۱
hpwm 2, 64, 1000            ' 25% PWM on 1kHz
```

۲۲-۳- ۱. **HSEROUT** : سخت افزار خروجی آسنکرون

ترکیب :

HSEROUT *[Item{,Item...}]*

شرح :

HSEROUT اطلاعات را از طریق سخت افزار USART به صورت سریال می فرستد. پارامترهای انتقال بوسیله DEFINE تعریف می شود.

```
DEFINE HSER_RCSTA 90h       ' قرار دادن مقدار مناسب در رجیستر دریافت
DEFINE HSER_TXSTA 20h       ' قرار دادن مقدار مناسب در رجیستر انتشار
DEFINE HSER_BAUD 2400       ' سرعت انتقال(Baud rate)
DEFINE HSER_SPBRG 25        ' قرار دادن مقدار مناسب بطور مستقیم درSPBRG
```

این سرعتهای انتقال که تعریف شد برای میکروکنترلری با اسیلاتور 4MHZ می باشد وبرای دیگر اسیلاتورها بایستی تعریف درابتدای برنامه صورت بگیرد. قالب بندی های مختلف نیز با دستور DEFINE تعریف می شود.

```
DEFINE HSER_EVEN 1          'parity چک کردن
DEFINE HSER_ODD 1           'Non_ parity چک کردن
```

فرستاده شده	اصلاح کننده ها
مقدار binary	{I}{S} BIN{1..16}
مقدار decimal	{I}{S} DEC{1..5}
مقدار hexadecimal	{I}{S} HEX{1..4}
کرکترc، n بار تکرار می شود	REP c/n
n کرکتر رشته	STR ArrayVar {\n}

جدول ۷-۱

مثال :

```
B0 var byte
B0 = 4
```

```
Main :
        hserout [dec B0, 10]    فرستادن مقدار دسیمال از متغیر B0 و مقدار ۱۰
Loop:  goto Loop
       End
```

۲۳-۳- ۱. I2CREAD : خواندن اطلاعات از وسایل جانبی I2C

ترکیب :

I2CREAD *Data,Frequency,Control_byte,{Address,}[Variable{,Variable...}]{,Label}*

شرح :

اطلاعات آدرس وکنترل ارسال شده از خط I2C در متغیر "Variable" ذخیره می شود . I2CREAD وI2CWRITE برای خواندن و نوشتن اطلاعات بر روی واحدهای جانبی استفاده می شود. این دستورها می توانند ارتباط با وسایل که دارای خط ارتباطی I2C هستند ارتباط برقرار کند از قبیل سنسورهای دما ، A/Dها ، EEPROMهای سریال و غیره.

۷ بیت بالاتر کد کنترلی برای انتخاب چیپ مورد نظر بکار می رود بیت پایینتر (LSB) روش جاری (خواندن یا نوشتن) را تعیین می کند. برای مثال برای ارتباط با EEPROM سریال 24LC01B ، آدرس درخواستی ۸بیت است که کد کنترلی 1010% است وانتخاب چیپ در اینجا بکار نمی آید پس بیت کنترولی ممکن است 10100000% باشد.

قالب بندی چندین EEPROM سریال در زیر نشان داده شده است.

EEPROM	ظرفیت	کلمه کنترلی	اندازه آدرس
24LC01B	128 bytes	%1010xxx0	1 byte
24LC02B	256 bytes	%1010xxx0	1 byte
24LC04B	512 bytes	%1010xxb0	1 byte
24LC08B	1K bytes	%1010xbb0	1 byte
24LC16B	2K bytes	%1010bbb0	1 byte
24LC32B	4K bytes	%1010ddd0	2 bytes
24LC65	8K bytes	%1010ddd0	2 bytes

bbb = انتخاب بلوک
ddd = بیتهای انتخاب وسیله
xxx = بدون اثر

جدول ۸-۱

اگر اطلاعات دو بایتی (WORD) دریافت شود ابتدا بایت بالاتر دریافت می شود وبعد بایت پایینتر. برای دریافت رشته ، STR بعد اسم رشته می آید وتعداد کرکترها بعد از \ می آید.

```
a var byte[8]
I2CREAD PORTC.4, PORTC.3, $a0, 0, [STR a\8]
```

اگر از بر چسب استفاده شود ، درصورت دریافت نکردن چیزی بر روی مدار واسط I2C به آن برچسب می پرد. سرعت انتقال استاندارد 100_{KHZ} می باشد که با اسیلاتور 8_{MHZ} بدست می آید و

برای سرعتهای بالاتر (400KHZ) از اسیلاتور 20MHZ استفاده می شود. اگر از اسیلاتور کندتر استفاده شود بایستی دستورالعمل زیر برای تعریف آن بکار رود.

```
DEFINE I2C_SLOW 1
```

مثال :

```
B0 var byte
addr var   byte
cont con  %10100000        ' آدرس کنترلیEEPROM
addr = 17                  ' اطلاعات از آدرس ۱۷ خوانده می شود
Main:
        I2CREAD PORTA.0, PORTA.1, cont, addr, [B0]  'قرار دادن اطلاعات در B0
Loop: goto Loop
      End
```

۲۴-۳- ۱. I2CWRITE : نوشتن اطلاعات بر روی وسایل جانبی I2C

ترکیب :

I2CWRITE *Data, Frequency, Control_byte, {Address,} [Vari {, Vari...}]{,Label}*

شرح :

I2CWRITE اطلاعات کنترل و آدرس را توسط مدار واسط I2C می فرستد. اگر وسیله جانبی EEPROM سریال باشد ، انتظار ۱۰میلی ثانیه برای پایان گرفتن نوشتن لازم است.اگر قبل از این انتظار اطلاعاتی را بفرستیم از نوشتن آن جلوگیری می شود.اندازه آدرس ۱ یا ۲ بایت می باشد (وابسته به وسیله ای که متصل شده است) . اگر ما از وسایل بدون تاخیر استفاده کنیم و دوبایت (WORD) را به سوی آن بفرستیم ابتدا بایت بالاتر و سپس بایت پایینتر فرستاده می شود. برای انتقال رشته ، STR قبل از اسم رشته می آید و تعداد کرکترها بعد از "\" می آید.

```
a var byte[8]
I2CWRITE PORTC.4, PORTC.3, $a0, 0, [STR a\8]
```

اگر سیگنال پاسخی روی مدار واسط I2C وجود نداشته باشد برنامه به برچسب اختیاری خواهد پرید . سرعت انتقال استاندارد 100KHZ می باشد که با اسیلاتور 8MHZ بدست می آید و برای سرعتهای بالاتر (400KHZ) از اسیلاتور 20MHZ استفاده می شود. اگر از اسیلاتور کندتر استفاده شود بایستی دستورالعمل زیر برای تعریف آن بکار رود.

```
DEFINE I2C_SLOW 1
```

برای داشتن کلاک مدار واسط I2C دو قطبی (Bipolar) و نه یک open collector دستور العمل DEFINE به صورت زیر استفاده شود.

```
DEFINE I2C_SCLOUT
```

برای عملکرد واحدهای جانبی دارای ارتباط I2C بایستی راهنما و مشخصات سازنده خوانده شود تا بیتهای کنترلی و تاخیرها مناسب بدست آید.

مثال :

```
B0 var byte
 addr var   byte
 cont con  %10100000        ' آدرس کنترلی EEPROM
 Main:
       addr = 17            ' اطلاعات در آدرس ۱۷ ریخته می شود
       i2cwrite PORTA.0, PORTA.1, cont, addr, [6]   ' مقدار ۶ در آدرس ۱۷ قرار می گیرد
       pause 10             ' انتظار ۱۰ میلی ثانیه تا نوشتن تمام شود
       addr = 1             ' اطلاعات در آدرس ۱ ریخته می شود
       B0 = 23
       i2cwrite PORTA.0, PORTA.1, cont, addr, [B0]   ' مقدار B0 در آدرس ۱ قرار می گیرد
       pause 10             ' انتظار ۱۰ میلی ثانیه تا نوشتن تمام شود
 Loop:  goto Loop
        End
```

۲۵-۳- ۱. **INPUT** : برگزیدن پین I/O در گرایش ورودی

ترکیب :

INPUT *Pin*

شرح :

این دستور گرایش ورودی یک پین را تعیین می کند ما می توانیم همه پینها ویا یک پین را از طریق مقدار گذاری در TRIS بدست آوریم

مثال :

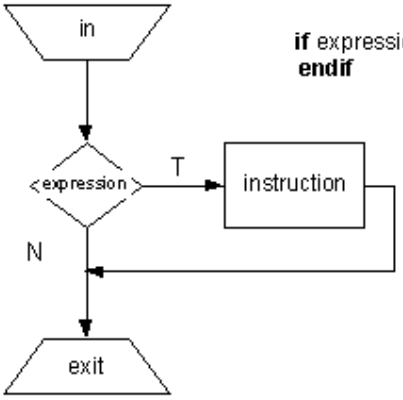
```
TRISB = %11111111
TRISA.1 = 1
```

۲۶-۳- ۱. **IF ... THEN ... ELSE** : گزینش یک قسمت از برنامه

ترکیب :

```
IF  Expression1 { AND / OR Expression2} THEN Label
 {instructions}
 ELSE
 {instructions}
 ENDIF
```

شرح : این دستور یکی از دو امکان مسیر برنامه را انتخاب می کند .



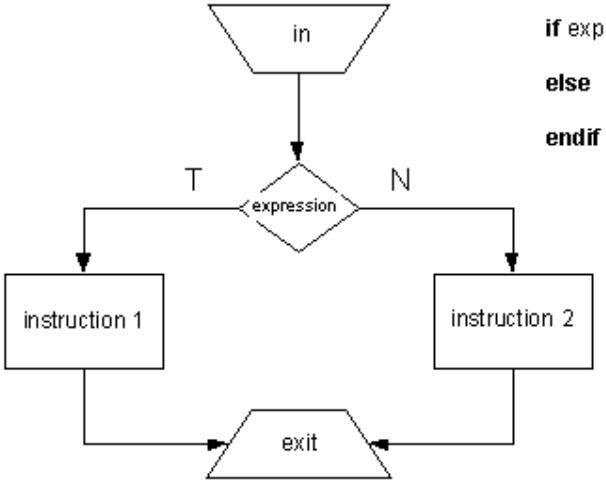
if expression **then** instruction
endif

شکل.5-1)

دستور IF دستور اصلی شاخه گزینی در PIC BASIC و آن مـی توانـد بـه چنـدین طریـق بـرای انعطاف پذیری در فهم ساخت یک تصمیم منطقی استفاده می شود .
مثال برای شکل ساده این دستور :

```
w var byte
Main :
        IF PORTB.0=0 THEN Add
        goto Main
Add : W=W+1
        End
```

شکل پیچیده تر این دستور استفاده از ELSE می باشد.



if expression **then**
instruction 1
else
instruction 2
endif

شکل .6-1)

مثال :

```
w var byte
Main :
        IF (PORTB = $F0)  && (PORTA.0 = 1) THEN Add
        ELSE Subtract
        ENDIF
        goto Main
Add : W=W+1
Subtract : W=W-1
           End
```

برنامه بالا را می توان بصورت زیر نیز نوشت :

```
w var byte
Main :
        IF PORTB.0=0 THEN W=W+1
        ELSE W=W-1
        ENDIF
        goto Main
        End
```

۲۷-۳- ۱. **LCDOUT** : نوشتن اطلاعات بر روی نمایشگر LCD

ترکیب :

LCDOUT *Data {, Data...}*

شرح :

LCDOUT اطلاعات را به LCD (Liquid Crystal Display) می فرستد. PIC BASIC مدلهای گوناگون LCD که کنترلر Hitachi 44780 را دارند و یا شبیه آن عمل می کنند را پشتیبانی می کند. LCD معمولا ۱۴ یا ۱۶ پایه دارد که به میکروکنترلر متصل می شوند. اگر کرکتر " # " قبل از اطلاعات فرستاده شود مقدار ASCII هر یک از اطلاعات را می فرستد. LCDOUT اصلاح کننده های در جدول زیر آمده است .

فرستاده شده	اصلاح کننده ها
مقدار binary	{I}{S} BIN{1..16}
مقدار decimal	{I}{S} DEC{1..5}
مقدار hexadecimal	{I}{S} HEX{1..4}
کرکترc، n بار تکرار می شود	REP c/n
n کرکتر رشته	STR ArrayVar {\n}

جدول ۹-۱

نمایشگر LCD می تواند با باس ۴بیتی یا ۸بیتی به یک میکروکنترلر متصل شود. اگر از باس ۸بیتی استفاده شود همه ۸بیت بایستی به یک پورت وصل شوند. وقتی در حالت باس ۴بیتی هر ۴بیت می تواند یا به ۴بیت پایین و یا بالای پورت متصل شود . اگر از LCD تنها برای نمایش استفاده می شود بایستی خط R/W به زمین متصل شود در حالت پیش فرض پایه های LCD در حالت ۴بیتی (DB7 – DB4) به RA0-RA3 متصل می شوند. بیت RS به RA4 متصل می شود و پین E به RB3 وصل می شود . دراین حالت LCD ، ۱۶ * ۲ در نظر گرفته می شود برای تغییر در هر یک از وضعیتها بالا بایستی از دستور DEFINE استفاده شود .

```
DEFINE LCD_DREG    PORTB          'انتخاب پورت
DEFINE LCD_DBIT    4              'انتخاب ۰ یا ۴ در حالت باس ۴ بیتی
DEFINE LCD_RSREG   PORTB          'انتخاب پورت برای اتصال پین RS
DEFINE LCD_RSBIT   1              'انتخاب بیت برای RS
DEFINE LCD_EREG    PORTB          'انتخاب پورت برای اتصال پین E
DEFINE LCD_EBIT    0              'انتخاب بیت برای E
DEFINE LCD_BITS    4              'انتخاب باس۴ بیتی یا ۸ بیتی
DEFINE LCD_LINES   2              'تعیین تعداد خطهای LCD
DEFINE LCD_COMMANDS 2000          'تاخیر ارسال دستور برحسب میکرو ثانیه
DEFINE LCD_DATAUS  50             'تاخیر ارسال اطلاعات برحسب میکرو ثانیه
```

تعریفهای بالا ، معرفی می کنند LCD ۲خطی را با باس ۴بیتی که به ۴بیت بالای پورت B متصل است و پایه انتخاب رجیستر (RS) به PORTB.1 و پایه فعال سازی به PORTB.0 متصل است.
هر کنترلر LCD دارای دستورات معینی است . این دستورات بصورت LCDOUT $FE, $Kod فرستاده می شوند. این دستورات در جدول زیر نشان داده شده است.

دستورات	عملکرد
$FE, 1	پاک کردن صفحه نمایش
$FE, 2	شروع از ابتدای خط اول
$FE, $0C	خاموش کردن مکان نما
$FE, $0E	روشن کردن مکان نمای از نوع خط زیر(_)
$FE, $0F	روشن کردن مکان نمای از نوع خالی
$FE, $10	شیفت مکان نما به چپ
$FE, $14	شیفت مکان نما به چپ
$FE, $C0	قرار دادن مکان نما در ابتدای خط دوم
$FE, $94	قرار دادن مکان نما در ابتدای خط سوم
$FE, $D4	قرار دادن مکان نما در ابتدای خط چهارم

مثال :

```
B0 var byte
B1 var byte
Main:
        lcdout  $FE, 1, “Hello”      ‘ “Hello” پاک کردن صفحه نمایش و نوشتن
        lcdout  $FE, $C0             ‘ رفتن به خط دوم
        lcdout  B0                   ‘ نمایش مقدار B0
        lcdout  #B1                  ‘ نمایش کد اسکی متغیرB1
Loop: goto Loop
        End
```

۲۸-۳- ۱. **LOOKDOWN** : جستجو کردن جدول ثابتها

ترکیب :

LOOKDOWN *Value, [Const {, Const...}], Var*

شرح :

دستور LOOKDOWN وجود مقدار معینی را در فهرستی از ثابتها جستجو می کند اگر value در فهرست وجود داشته باشد شاخص اختصاص داده شده به ثابت (شماره ثابت) در Var ذخیره می شود. اگر ثابت اولی با مقدار value یکی باشد مقدار ۰ در Var ذخیره می شود. واگر ثابت دومی از فهرست جور شود مقدار ۱ ذخیره می شود و غیره ... . اگر مقدار value در فهرست نباشد مقدار Var تغییر نمی کند. فهرست ثابتها می تواند هم عددی و هم کارکتری باشد. هر کرکتر رشته را بصورت یک مقدار ASCII رفتار می کند. تعداد مجاز ثابتها ۲۵۵ تا (۲۵۶ تا برای 18CXXX) ثابت در فهرست می باشد.

مثال :

```
B0 var byte
 B1 var byte
 B0=$f
 Main:
        lookdown B0, (“01234567890ABCDEF”), B1
PORTB=B1
  loop: goto loop
        End
```

۲۹-۳- ۱. **LOOKUP** : بدست آوردن مقداری از جدول ثابتها

ترکیب :

LOOKUP *Index, (Constant {, Constant}), Var*

شرح :

LOOKUP برای خواندن مقداری از جدول ثابتها متناظر با مقدار Index استفاده می شود. اگر Index برابر صفر باشد ، در Var مقدار ثابت اولی قرار می گیرد و اگر Index برابر یک باشد Var

مقدار ثابت دومی را در خود جای می دهد و غیره . واگر مقدار Index از تعداد ثابتها بیشتر باشد ، Var بدون تغییر می ماند. تعداد ۲۵۵ (۲۵۶ تا برای 18CXXX) ثابت در فهرست می تواند قرار بگیرد.

مثال :

برنامه زیر استفاده از lookup برای رقمهای روی نمایشگر سون سگمنت (seven segment) را نشان می دهد.

```
Digit  var byte        ' متغیر digit برای رقمها
 Mask var byte         ' متغیر Mask برای تبدیل شده ها
 Main:
       for i=0 to 9
              Digit=i
              Lookup  Digit, [$3F, $06, $5B, $4F, $66, $6D, $7D, $07,_
                        $7F, $6F], Mask

              PORTB=Mask       ' فرستادن مقدار تبدیل شده رقم به پورت B


              pause  500       ' تاخیر برای دید ن مقدار خروجی
        next i                 ' افزایش j
goto Main                      ' تکرار دوباره برنامه
end
```

۳۰-۳- ۱. LOW : قرار دادن صفر منطقی در پین خروجی

ترکیب :

LOW *Pin*

شرح :

تغییر پین مورد نظر به صفر . پینها بصورت خودکار در گرایش خروجی قرار می گیرد. می توان مقدار را به صورت مستقیم در رجیستر قرار داد.(البته بایستی پورت مورد نظر در گرایش خروجی قرار گیرد.)

```
LOW   7
```

و یا

```
TRISB.7 = 0
PORTB.7 = 0
```

۳۱-۳- ۱. NAP : خاموش کردن برای یک دوره زمانی کوتاه

ترکیب :

NAP *period*

شرح :

این دستور میکروکنترلر را برای یک دوره زمانی در حالت توان کم قرار می دهد. در این مدت انرژی مصرفی میکروکنترلر به کمترین حالت خود می رسد.این دوره زمانی با استفاده از تایمر WatchDog تامین می شود و وابسته به تراشه و دما می باشد.

Period	Delay [ms]
0	18
1	36
2	72
3	144
4	288
5	576
6	1152
7	2304

جدول ۱۰-۱

مثال:

```
Main:
      nap  7        ' take a nap for 2.304 seconds
Loop: goto Loop
      End
```

۳۲-۳- ۱. OUTPUT : گماشتن پین I/O در گرایش خروجی

ترکیب :

OUTPUT *pin*

شرح :

پین مورد نظر را بصورت خروجی پیکربندی می کند

```
OUTPUT  PORTB.7
```

شبیه به :

```
TRISB.7 = 0
```

۳۳-۳- ۱. OWIN : دریافت اطلاعات از طریق ارتباط یک سیم

ترکیب :

OWIN *Pin, Mode, [Var1, Var2...]*

شرح :

پارامتر " Pin " نشان دهنده پینی است که ارتباط یک سیمه را با وسیله دیگر می خواهد برقرار کند. پارامتر " Mode " مقدار تعریف شده پارامترهای ارتباط را در خود قرار می دهد.

بیت "Mode"	چگونگی عملکرد
0	فرستادن سیگنال ریست قبل از ارسال اطلاعات = 1
1	فرستادن سیگنال ریست بعد از ارسال اطلاعات = 1
2	0 = 8-bit data 1= 1-bit data

جدول ۱۱-۱

پارامترهای "Var1" و "Var2" متغیرهای شامل اطلاعات خوانده شده می باشند.

مثال:

```
Temperature var byte
 Main:
        OWIN PORTC.0, 0, [Temperature]      ' خواندن دما
        PORTB=Temperature                   ' نشان دادن دماروی پورت B
         goto Main
 End
```

۱. ۳-۳۴- **OWOUT** : ارسال اطلاعات از طریق یک سیم (**One_Wire Comunication**)

ترکیب :

OWOUT *Pin, Mode, [Var1, Var2...]*

شرح :

پارامتر " Pin " نشان دهنده پینی است که ارتباط یک سیمه را با وسیله دیگر مـی خواهـد برقـرار کند. پارامتر " Mode " مقدار تعریف شده پارامترهای ارتباط را در خود قرار می دهد.

بیت "Mode"	چگونگی عملکرد
0	فرستادن سیگنال ریست قبل از ارسال اطلاعات = 1
1	فرستادن سیگنال ریست بعد از ارسال اطلاعات = 1
2	0 = 8-bit data 1= 1-bit data

جدول ۱۲-۱

مثال :

```
Main :
OWOUT  PORTC.0, 1, [$CC, $BE]      ' فرستادن سیگنال ریست بعد از دو مقدار
goto Main
End
```

۱. ۳-۳۵- **PAUSE** : **تاخیر برحسب میلی ثانیه**

ترکیب :

PAUSE *Period (in miliseconds)*

شرح :

این دستور به اندازه Period میلی ثانیه تاخیر ایجاد می کند. Period یک مقدار ۱۶ بیتی است و حداکثر تاخیر ۶۵۵۳۵ میلی ثانیه می باشد. برخلاف دستورهای NAP و SLEEP ، دستور PAUSE میکروکنترلر را در حالت توان کم قرار نمی دهد. بنابراین این دستور توان بیشتری را مصرف می کند ولی زمان دقیقتری را به ما می دهد.(دقت آن به کلاک اسیلاتور بستگی دارد) این دستور با اسیلاتور از پیش تعریف شده 4_{MHZ} کار می کند و اسیلاتورهای دیگر با دستور DEFINE بایستی تعریف بشوند.

مثال :

```
TRISB = 0
 Main:
        PORTB = 255
        pause  1000  ' تاخیر ۱ ثانیه ای
        PORTB = 0
        pause  2000  ' تاخیر۲ ثانیه ای
  goto Main
      End
```

۳۶-۳- ۱. PAUSEUS : تاخیر برحسب میکروثانیه

ترکیب :

PAUSEUS *Period (in miliseconds)*

شرح :

PAUSEUS برنامه را برای Period میکروثانیه متوقف می کند. Period ۱۶بیتی (WORD) می باشد و بیشترین تاخیر $65535_{\mu s}$ است. این دستور با اسیلاتور از پیش تعریف شده 4_{MHZ} کار می کند و اسیلاتورهای دیگر با دستور DEFINE بایستی تعریف بشوند. این دستور با صرف انرژی بیشتر زمان دقیقتری را می دهد. کمترین تاخیر با این دستور به فرکانس اسیلاتور بستگی دارد.

OSC	Minimal delay
3 (3.58)	20 us
4	24 us
8	12 us
10	8 us
12	7 us
16	5 us
20	3 us

جدول ۱۳- ۱

مثال :

```
TRISB = 0
Main:
        PORTB = 255
        pauseus  100
        PORTB = 0

        pauseus  3450       goto Main
      End
```

۳۷-۳- ۱. POT : برگرداندن مقدار مقاومت متصل به پین

ترکیب :

POT *Pin, Scale, Var*

شرح :

دستور POT مقدار پتانسیومتری را که روی پین موردنظر قرار گرفته محاسبه می کند. مقدار مقاومت می تواند با RC های مختلف پایدار محاسبه شود. مقاومت با زمان تخلیه خازن در مقاومت محاسبه می شود.

Scale برای تنظیم تغییرات ضریب ثابت شبکه RC به کار می رود برای ضرایب ثابت بزرگ RC ، مقدار Scale را 1 انتخاب می کنیم و برای ضرایب ثابت کوچک Scale را روی حداکثر مقدار خود ۲۵۵ قرار می دهیم. اگر مقدار Scale درست انتخاب شده باشد مقدار متغیر Var در حالتی که مقدار مقاومت حداقل است صفر می شود و هنگامی که حداکثر مقاومت را داریم ۲۵۵ می شود. (متاسفانه Scale بایستی بصورت تجربی بدست آید)

انواع مبدلهای مقاومتی وجود دارند که می توانند توسط دستور POT آنها را خواند. این مبدلها ولتاژ را اندازه نمی گیرند بلکه مقاومت را اندازه می گیرند.

مثال :

برای تنظیم Scale می توان از برنامه زیر استفاده کرد:

```
B0 var byte
 skala var byte
 Main :
        FOR skala=1 TO 255
        pot PORTA.0, scale, B0      ' خواندن مقدار پتانسیومتر روی پین RA0
        IF B0>253 Then Over
        NEXT skala
 Over :  PORTB=scale                ' نشان دادن مقدار مقیاس یروی پورتB
goto Main
      End
```

۳۸-۳- ۱. PULSIN : محاسبه عرض پالس روی پایه ورودی

ترکیب :

PULSIN *Pin, Level, Var*

شرح :

این دستور عرض پالس را با دقت $10\mu S$ (وقتی با اسیلاتور $4MHZ$ کار می کند) روی پین مورد نظر محاسبه می کند و اگر متغیر Level ، صفر باشد قسمت پایین عرض پالس اندازه گیری می شود و اگر یک باشد قسمت بالای پالس اندازه گیری می شود.مقدار اندازه گیری شده در متغیر Var ذخیره می شود. زمان اندازه گیری می تواند از ۱۰ تا ۶۵۵۳۵ میکرو ثانیه طول بکشد. (متغیر ۱۶بیتی است) اگر متغیر ۸بیتی باشد ۸ بیت پایین از متغیر ۱۶بیتی WORD استفاده می شود.قدرت تفکیک به فرکانس اسیلاتور بستگی دارد وبرای اسیلاتور $4MHZ$ حد تفکیک $10\mu S$ می باشد. وقتی از اسیلاتور $20\ MHZ$ استفاده می شود ، حد تفکیک $2\mu S$ می شود.

مثال :

```
W0 var word
 Main :
        pulsin PORTB.0, 1, W0  ' محاسبه ایمپالسهای یک روی پین RB0
        goto Main
 End
```

۳۹-۳- ۱. **PULSOUT** : **تولید کردن پالس در پین خروجی**

ترکیب :

PULSOUT *Pin, Period*

شرح :

این دستور پالس با حد تفکیک ۱۰ میکروثانیه را تولید می کند. پالس با تغییر وضعیت یک پین به حالت دیگر تولید می شود . پین بصورت خودکار در گرایش ورودی قرار می گیرد.

مثال :

```
Main :
        pulsout PORTB.7, 100      ' تولید ایمپالسها روی پین RB7
        goto Main
        End
```

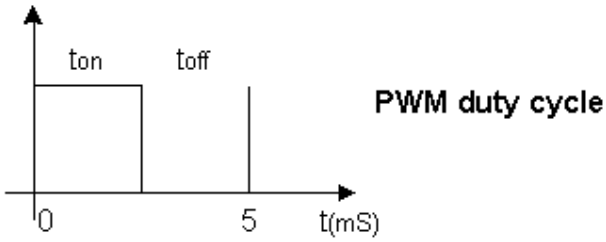
۴۰-۳- ۱. **PWM** : **تولید سیگنال PWM روی پین**

ترکیب :

PWM *Pin, Ratio, Cycle*

شرح :

این دستور پالسهای PWM (Pulse_width Modulation) برای پین مشخص شده می فرستد . این سیکل برای تعداد بارهای که تعریف شده با پارامتر Cycle خودش را تکرار می کند. مدت دوره



شکل .7-1) PWM

به اسیلاتور بستگی دارد. در حالتی که اسیلاتور 4MHZ است مدت دوره تناوب 5mS است. وقتی اسیلاتور 8MHZ باشد این دوره تناوب به 1mS می رسد. با دستور PWM به سادگی با یک مدار RC می توان ولتاژ DC تولید کرد و در واقع یک مبدل D/A ساده ساخته می شود.

مثال :

```
Main :
    pwm PORTB.7, 127, 100   ' فرستادن سیگنال PWM ۵۰% روی پین RB7
    goto Main
    End
```

۴۱-۳-۱. RANDOM : تولید عدد تصادفی

ترکیب :

RANDOM *Variable*

شرح :

این دستور عدد تصادفی را در یک متغیر ۱۶ بیتی ذخیره می کند.(تنها صفر را تولید نمی کند)

مثال :

```
W0 var word
Main :
    random W0       ' قرار دادن مقدار راندم در متغیر W0
    lcdoout #W0     ' نمایش مقدار راندم در LCD
    goto Main
    End
```

۴۲-۳-۱. RCTIME : محاسبه پالس روی پین (مشابه PULSIN)

ترکیب :

RCTIME *Pin, State, Variable*

شرح :

این دستور مدت زمان را که پین در یک حالت معینی قرار می گیرد ، اندازه می گیرد. اگر پین بدون تغییر بماند متغیر Variable صفر می شود. RCTIME برای خواندن پتانسیمر با عناصر مقاومتی دیگر استفاده می شود. حد تفکیک به فرکانس اسیلاتور بستگی دارد. وبرای اسیلاتور 4MHZ حد تفکیک 10µS می باشد. وقتی از اسیلاتور 20 MHZ استفاده می شود ، حد تفکیک 2µS می شود

مثال :

```
W0 var word
Main :
    low PORTA.0             ' تخلیه خازن
    pause 10                ' تخلیه به اندازه ۱۰ میلی ثانیه
    rctime PORTA.0, 0, W0   ' محاسبه مدت شارژ شدن
    lcdout #W0              ' نمایش مقدار W0 روی LCD
    goto Main
    End
```

۱. READ : خواندن یک بایت از اطلاعات EEPROM ۳-۴۳-

ترکیب :

READ *Address, Variable*

شرح :

این دستور اطلاعات را از حافظه EEPROM داخلی از آدرس مشخص شده می خواند و نتایج را در Variable ذخیره می کند. این دستور تنها با میکروکنترلرهای که دارای EEPROM داخلی است اجرا می شوند. از دستور I2CREAD برای EEPROM های خارجی استفاده می شود.

```
B0 var byte
 W var word
 Main :
       READ 5, B0          'B0 خواندن مقدار آدرس ۵ و ریختن در متغیر
       READ 6, W.BYTE0     ' خواندن یک مقدار ۱۶ بیتی از آدرس ۶ و ۷
       READ 7, W.BYTE1
 Loop: goto Loop
       End
```

۱. READCODE : خواندن ۲ بایت (WORD) از کد برنامه ۳-۴۴-

ترکیب :

READ *Address, Variable*

شرح : این دستور کد برنامه را از آدرس داده شده می خواند و نتیجه را در متغیر ۱۶ بیتی می گذارد. میکروکنترلر های PIC16F87X خواندن و نوشتن کد برنامه را در حال اجرا اجازه می دهند.

مثال :

```
Wo var word
 Main :
       readcode 100, W0     ' خواندن اطلاعات از حافظه فلش در آدرس ۱۰۰ و ریختن درمتغیر w0
 Loop : goto Loop
        End
```

۱. REVERSE : تغیر گرایش پین ۳-۴۵-

ترکیب :

REVERSE *Pin*

شرح :

این دستور گرایش پین مورد نظر را وارونه می کند. اگر پینی در گرایش ورودی باشد با این دستور در گرایش خروجی قرار می گیرد.

۴۶-۳- ۱. SERIN : ورودی سریال آسنکرون

ترکیب :

SERIN *Pin, Mode, {Timeout, Label}, {[Qual...], }{Item...}*

شرح :

SERIN مقادیری را با قالب بندی آسنکرون (۸بیت بدون بیت توازن ویک بیت توقف) از پین مشخص شده دریافت و در متغیر ذخیره می کند. بجای مقدار عددی تنظیمی ۰ تا ۱۵ (Mode) می توان یک اسم از کتابخانه "modedefs.inc" را قرار داد. (جدول ۱۴-۲)

دستور SERIN می تواند دارای برچسب (پارامتر Label) نیز باشد که در صورت دریافت نکردن اطلاعاتی در زمان معین برنامه به آن برچسب می پرد. (حالت از پیش تعریف شده پارامتر Timeout ، 1_{mS} است)

اگر مقداری یا کرکتری داخل براکت " [ ] " قرار بگیرد میکروکنترلر قبل از دریافت اطلاعات اصلی بایستی مقدار قیدگذاری شده را دریافت کند. قیدگذار می تواند یک مقدار ثابت یا یک متغیر و یا یک رشته باشد. اگر علامت "#" قبل از متغیر قرار گیرد مقدار دسیمال دریافتی به ASCII تبدیل می شود ونتیجه را در متغیر ذخیره می کند.

Mode	Mode number	Baud rate	State
T2400	0	2400	True
T1200	1	1200	
T9600	2	9600	
T300	3	300	
N2400	4	2400	Inverted
N1200	5	1200	
N9600	6	9600	
N300	7	300	

جدول ۱۴-۱

این دستور با اسیلاتور 4_{MHZ} درست کار می کند وبرای اینکه با اسیلاتورهای دیگر درست کار کند بایستی فرکانس اسیلاتور با دستور DEFINE تعریف شود.

مثال :

```
Include     " modedefs.inc "
B0 var byte
Main :
    انتظار برای رسیدن کرکتر  "A" روی پین RB0 و سپس دریافت کرکترهای بعدی'
      serin PORTB.0, N2400, ["A"], B0
```

```
variable B0
        lcdout B0 ' نمایش محتوای B0 روی LCD
Loop : goto Loop
        End
```

۱. ۴۷-۳-۱ **SEROUT** : **خروجی سریال آسنکرون**

ترکیب :

SEROUT *Pin, Mode, [Item{, Item...}]*

شرح :

اطلاعات را با قالب بندی آسنکرون استاندارد 8N1 ازطریق پین مشخص شده می فرستد . مـدهای انتقال ("Mode") به این شرح می باشند.

بجای مقدار عددی تنظیمی ۰ تا ۱۵ (Mode) می توان یک اسم از کتابخانه "modedefs.inc" را قرار داد.

Mode	Mode number	Baud Rate	State
T2400	0	2400	Driven True
T1200	1	1200	
T9600	2	9600	
T300	3	300	
N2400	4	2400	Driven Inverted
N1200	5	1200	
N9600	6	9600	
N300	7	300	
OT2400	8	2400	Open True
OT1200	9	1200	
OT9600	10	9600	
OT300	11	300	
ON2400	12	2400	Open Inverted
ON1200	13	1200	
ON9600	14	9600	
ON300	15	300	

جدول ۱۵-۱

اگر علامت "#" قبل از متغیر SEROUT قرار گیرد مقدار دسیمال به کد ASCII تبدیل می شـود مثلا اگر B برابر ۳۴ باشد آنگاه B# در این دستور "۳" و "۴ " را می فرستد. این دستور بـا اسـیلاتور 4_{MHZ} درست کار می کند وبرای اینکه با اسیلاتورهای دیگـر درسـت کـار کنـد بایسـتی فرکـانس اسیلاتور با دستور DEFINE تعریف شود.تاخیر بعد از فرستادن هر مقدار با DEFINE تعریف مـی شود که زمان ۱ تا ۶۵۵۳۵ میکرو ثانیه را در بر می گیرد.

```
DEFINE CHAR_PACING 1000 ' ۱ میلی ثانیه تاخیر بین دو کرکتر
```

مثال :

```
B0 var byte
Main:
        B0 = 25
        serout PORTA.3, N2400, [#B0, 13]     'فرستادن مقدار کد اسکی B0 و عدد ثابت ۱۳ با RA0
Loop : goto Loop
        End
```

۴۸-۳- ۱. SHIFTIN : ورودی سریال سنکرون

ترکیب :

SHIFTIN *DataPin, ClockPin, Mode, [Var{\Bits}...]*

شرح :

این دستور بیتهای دریافتی از پین مشخصی را بصورت سنکرون با سیگنال فرکانسی "ClockPin" دریافت می کند و آنها را در متغیری ذخیره می کند. "Var\Bits" مقدار بیتها شیفت داده شده را بصورت دلخواه تعیین می کند مقدار پیش فرض آن ۸ می باشد. با توجه به شیفت دادن مستقیم (از MSB به LSB) مدهای انتقال گوناگون می تواند تعریف شود. برای استفاده از این مدها بایستی کتابخانه "modedefs.BAS" به برنامه الحاق کنید.

"Mode"	Mode number	عملکرد
MSBPRE	0	ابتدا بیت بالاتر شیفت داده می شود اطلاعات پیش از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی صفر منطقی غیر فعال می شود.
LSBPRE	1	ابتدا بیت پایینتر شیفت داده می شود اطلاعات پیش از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی صفر منطقی غیر فعال می شود.
MSBPOST	2	ابتدا بیت بالاتر شیفت داده می شود اطلاعات بعد از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی صفر منطقی غیر فعال می شود.
LSBPOST	3	ابتدا بیت پایینتر شیفت داده می شود اطلاعات بعد از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی صفر منطقی غیر فعال می شود
	4	ابتدا بیت بالاتر شیفت داده می شود اطلاعات پیش از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی یک منطقی غیر فعال می شود.
	5	ابتدا بیت پایینتر شیفت داده می شود اطلاعات پیش از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی یک منطقی غیر فعال می شود.
	6	ابتدا بیت بالاتر شیفت داده می شود اطلاعات بعد از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی یک منطقی غیر فعال می شود.
	7	ابتدا بیت پایینتر شیفت داده می شود اطلاعات بعد از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی یک منطقی غیر فعال می شود.

جدول 16-1

فرکانس شیفت حدود 50 KHZ است که وابسته به اسیلاتور می باشد. با استفاده از DEFINE تاخیر اضافی را برای آهسته کردن کلاک تعریف می کنیم.

```
DEFINE SHIFT_PAUSEUS 100  ' Slowing down the clock for additional 100ms
```

مثال :

shiftin Data, Clock, MSBPRE, [RxData]

۴۹-۳- ۱. SHIFTOUT : خروجی سریال سنکرون

ترکیب :

SHIFTOUT *DataPin, ClockPin, Mode, [Var{\Bits}...]*

شرح :

این دستور بیتها را از طریق پین مشخصی بصورت سنکرون با سیگنال فرکانسی "ClockPin" ارسال می کند. "Var\Bits" مقدار بیتها شیفت داده شده را تعیین می کند.
با توجه به شیفت دادن مستقیم (از MSB به LSB) مدهای انتقال گوناگون می تواند تعریف شود.
برای استفاده از این مدها بایستی کتابخانه "modedefs.BAS" را به برنامه الحاق کنید

"Mode"	Mode number	عملکرد
LSBFIRST	0	ابتدا بیت بالاتر شیفت داده می شود اطلاعات پیش از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی صفر منطقی غیر فعال می شود.
MSBFIRST	1	ابتدا بیت پایینتر شیفت داده می شود اطلاعات پیش از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی صفر منطقی غیر فعال می شود.
	4	ابتدا بیت بالاتر شیفت داده می شود اطلاعات پیش از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی یک منطقی غیر فعال می شود.
	5	ابتدا بیت پایینتر شیفت داده می شود اطلاعات پیش از کلاک فرستاده شده خوانده می شود. کلاک روی یک منطقی غیر فعال می شود.

جدول ۱۷-۱

مثال :

```
B0 var byte
B1 var byte
W0 var byte
Main :
      shiftout  PORTA.0, PORTA.1, MSBFIRST, [B0, B1]
   فرستادن محتوای  B0 و B1 بصورت شیفت دادن به خروجی بطوری که اولین بیت شیفت داده شده بیت MSB می باشد'
      shiftout  PORTA.0, PORTA.1, MSBFIRST, [W0\4]
   فرستادن چهار بیت از متغیر  W0 بطوریکه اولین بیت انتقال یافته بیت MSB می باشد.'
Loop : goto Loop
       End
```

۵۰-۳- ۱. SLEEP : خاموش کردن پردازنده برای یک پریود زمانی معین

ترکیب :

SLEEP *Period*

شرح :

این دستور میکروکنترلر را به حالت کم مصرف برای Period ثانیه قرار می دهند. Period یک مقدار ۱۶بیتی می باشد که حداکثر ۶۵۵۳۵ ثانیه (حدود ۱۸ ساعت) تاخیر را ایجاد می کند. دستور SLEEP از تایمر WDT استفاده می کند که بعلت استفاده کردن از RC داخلی دقت کمتری نسبت به کلاک اسیلاتور دارد.

۵۱-۳-۱. SOUND : تولید کردن صدا یا نویز سفید روی یک پین مشخص

ترکیب :

SOUND *Pin, (Note, Duration{, Note, Duration})*

شرح :

این دستور صدا و نویز روی پین مشخصی تولید می کند. برای Note = 0 صدای وجود ندارد. اگر Note مقداری بین ۱ تا ۱۲۷ باشد صدا تولید می کند و اگر بین ۱۲۸ تا ۲۵۵ باشد نویز تولید می کند. Note = 1 دارای فرکانس 78.74_{HZ} و Note = 127 دارای فرکانس 10_{KHZ} می باشد. Duration مقداری بین ۰تا ۲۵۵ میباشد که مدت زمان تولید صدا را تعیین می کند . هریک واحد افزایش این متغیر تقریبا معادل 12_{mS} می باشد.

سیگنال خروجی ، یک موج مربعی با سطح ولتاژ TTL می باشد. یک بلندگو کوچک به همراه خازن مستقیما می تواند توسط پایه تولید سیگنال راه اندازی شود. بلندگوهای کریستالی (Piezo) به طور مستقیم راه اندازی می شوند.

مثال :

```
sound PORTB.7, (100, 10, 50, 10)  ' فرستادن ۲ صدای متوالی به خروجی
```

۵۲-۳-۱. STOP : توقف برنامه در حال اجرا

شرح :

این دستور برنامه اجرای را بوسیله قرار دادن در حلقه بی نهایت متوقف می کند. این دستور میکروکنترلر را به حالت توان کم نمی برد.

۵۳-۳-۱. SWAP : مبادله مقادیر دو متغیر

ترکیب :

SWAP *Variable1, Variable1*

شرح :

این دستور با انواع متغیرها (bit ، byte ، word) استفاده می شود. SWAP با رشته ها نیز استفاده می شود ولی بایستی شاخص آنها یکسان باشد.

مثال :

```
B0 var byte
B1 var byte
temp var byte
Main :
      temp = B0
      B0 = B1
      B1 = temp        ' راه قدیمی انجام آن
      swap  B0, B1     ' و راه آسانتر آن...
Loop : goto Loop
       End
```

۵۴-۳-۱. TOGGLE : وارون کردن وضعیت پین

ترکیب :

TOGGLE *Pin*

شرح :

این دستور وضعیت پین را وارون می کند . در این دستور پین بصورت خودکار در گرایش خروجی قرار می گیرد.

مثال :

```
Main :
     low PORTB.0
     toggle  PORTB.0
Loop : goto Loop
       End
```

۵۵-۳-۱. WRITE : نوشتن اطلاعات در EEPROM داخلی

ترکیب :

WRITE *Address, Value*

شرح :

این دستور Value را در آدرس تعیین شده در EEPROM داخلی می ریزد . اگر متغیر دو بایتی را خواسته باشیم ذخیره کنیم بایستی هر بایت را جدا گانه ذخیره کرد.

```
WRITE Address, Variable.BYTE0
WRITE Address, Variable.BYTE1
```

اگر در برنامه از وقفه استفاده می شود قبل از این دستور کلیه وقفه ها (با دستور DISABLE) غیر فعال شوند.

مثال :

```
B0 var byte
Main :
    B0 = $EA
    write 5, B0   'نوشتن مقدار $EA در موقعیت ۵ حافظه EEPROM
Loop : goto Loop
     End
```

۵۶-۳-۱. WRITECODE : نوشتن دوبایت از اطلاعات بر روی حافظه برنامه

ترکیب :

WRITECODE *Address, Value*

شرح :

این دستور " Value " را در آدرس معینی به حافظه برنامه اضافه می کند. این دستور تنها با میکروکنترلرهای PIC که دارای حافظه FLASH می باشند (مانند PIC16F87X)، بکار می رود. وقفه ها موقع بکارگیری این دستور بایستی غیر فعال باشند.

مثال :

```
W0 var byte
Main :
    W0 = $12FE

    writecode 100, W0   'نوشتن مقدار $12FE در موقعیت ۱۰۰ حافظه FLASH برنامه
Loop : goto Loop
     End
```

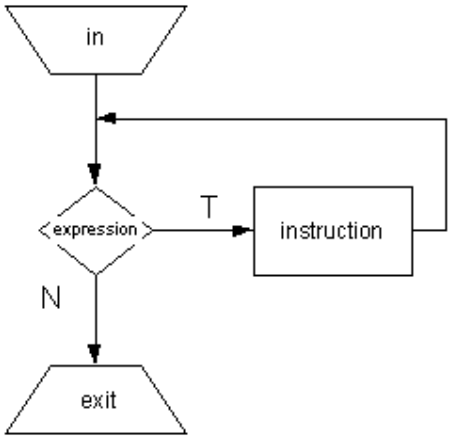
۵۷-۳-۱. WHILE – WEND : اجرای قسمتی از برنامه تا وقتی که شرط برقرار است

ترکیب :

WHILE *Condition*
    Instructions...
WEND

شرح :

هدف از این دستور قرار دادن قسمتی از برنامه بین WHILE و WEND تا موقعی که شرط برقرار است وبعد از آن از حلقه خارج می شود.



while expression

instruction

wend

مثال :

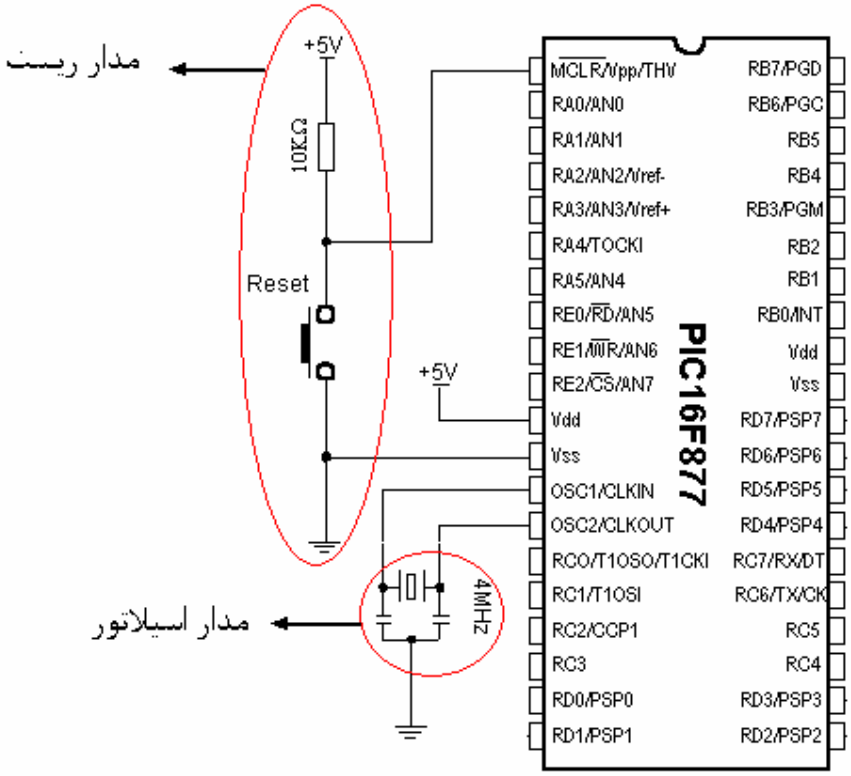
```
i Var byte
Main :
     i = 1
     WHILE  i< 10          ' در دهمین تکرار برنامه متوقف می شود و پورت  B مقدار ۹ را نشان می دهد
               i = i + 1
               PORTB = i
               Pause 1000
     WEND
 goto Main
 End
```

فصل دوم :

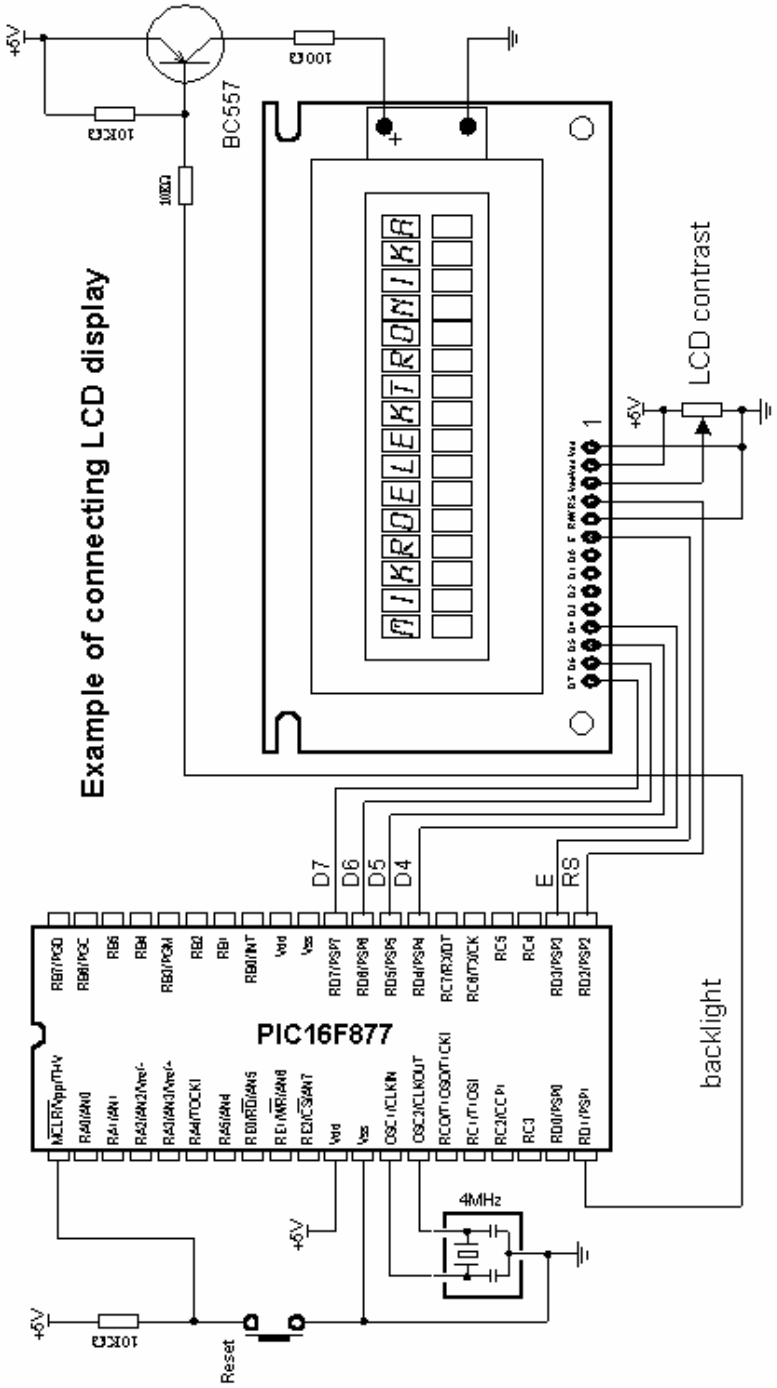
میکروکنترلر PIC

مثالها به همراه مدارهای مورد نیاز

مدار راه انداز میکروکنترلرهای PIC (برای نمونه PIC 16F877)

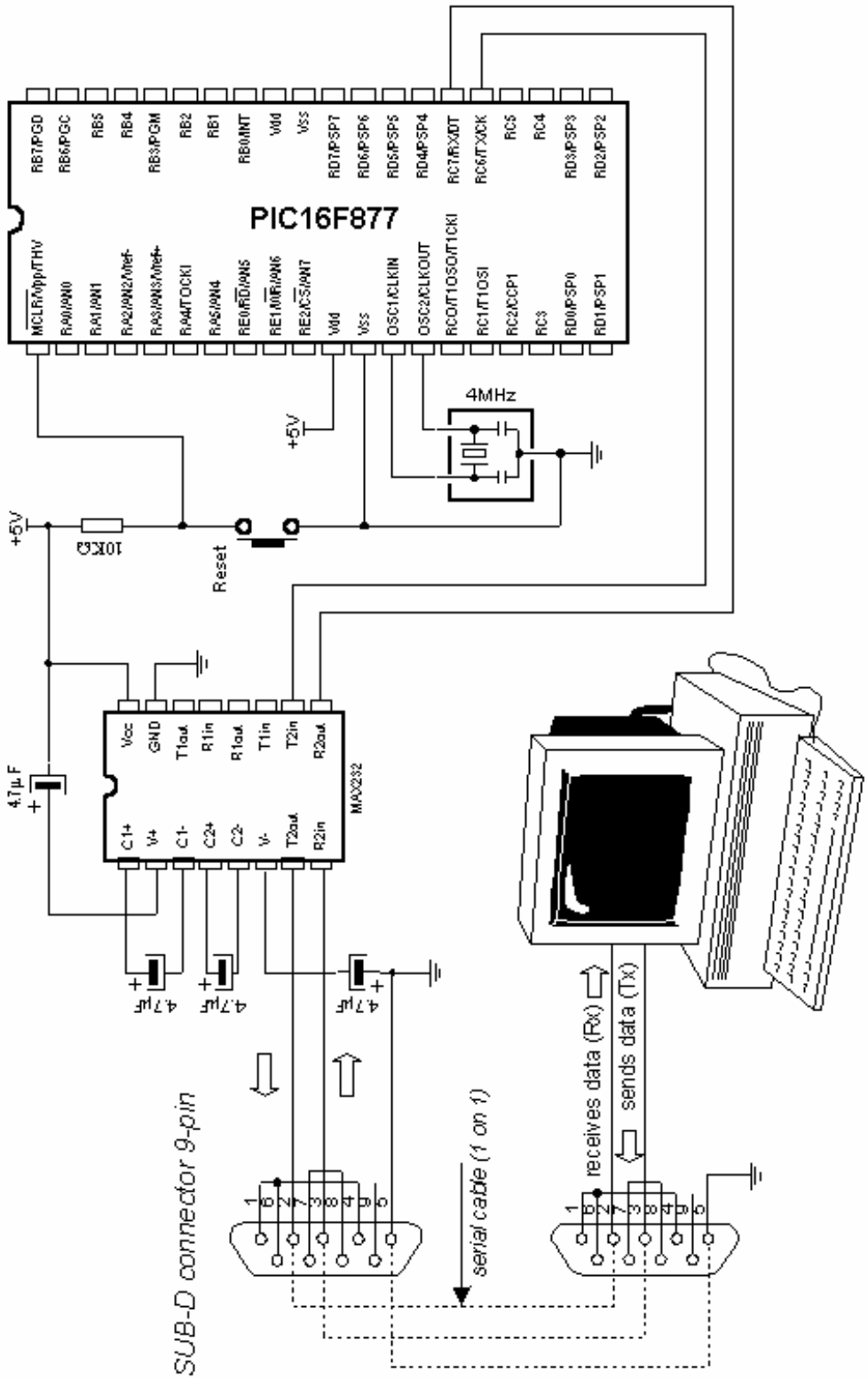


مثال۱ : راه اندازی LCD

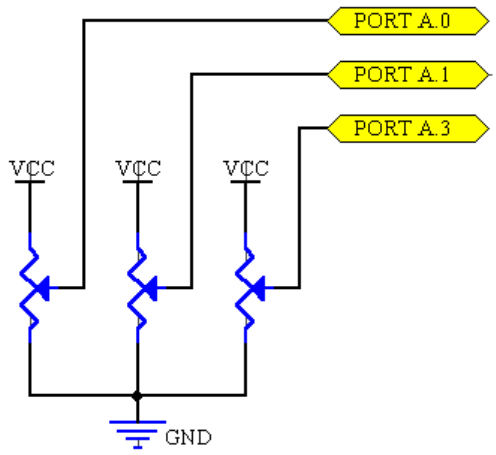


```
        DEFINE  LCD_DREG    PORTD       ' پورت اتصال به LCD
        DEFINE  LCD_DBIT    4
        DEFINE  LCD_RSREG   PORTD
        DEFINE  LCD_RSBIT   2           ' پین انتخاب رجیستر RS
        DEFINE  LCD_EREG    PORTD
        DEFINE  LCD_EBIT    3           ' پین فعال سازی E
        DEFINE  LCD_BITS    4           ' باس اطلاعات ۴ بیتی
        DEFINE  LCD_LINES   2           ' LCD دارای دو خط می باشد

        high    PORTD.1                 ' روشن کردن LED روشن کننده زمینه LCD

Main:                                   ' شروع برنامه
        low     PORTD.1                 ' روشن کردن LED روشن کننده زمینه LCD
        lcdout  $fe,1                   ' پاک کردن صفحه نمایش LCD
        '
        lcdout  "pic programmer"
        pause   2000                    ' تاخیر ۲ ثانیه ای

        lcdout  $fe,1                   ' پاک کردن صفحه نمایش LCD
' نوشتن "LCD example" در خط اول '
        lcdout  "LCD example"
        lcdout  $fe,$c0                 ' رفتن به خط دوم
' نوشتن " Second line " در خط دوم '
        lcdout  " Second line "

        pause   2000                    ' تاخیر ۲ ثانیه ای
        high    PORTD.1                 'خاموش کردن LED روشن کننده زمینه LCD'
        pause   2000

        goto    Main                    ' تکرار حلقه
        end                             ' پایان برنامه
```

مثال۲ : ارتباط سریال با کامپیوتر



```
        B0 var byte          ' Var. for storing received data
        TRISC = %10111111    ' PC6 output TX pin, rest is input
        SPBRG = 25           ' Set Baud rate to 2400
        RCSTA = %10010000    ' Enable serial port and reception
        TXSTA = %00100000    ' Enable asynchronous data sending
Main:
        Gosub charin         ' Receiving data via serial line
        If B0 = 0 Then Main  ' Data is not received
        Gosub charout        ' If received send it back
        Goto Main            ' Repeat the loop

charin:                      ' Receiving data from UART
        B0 = 0               ' B=0 if data is not received
        If PIR1.5 = 1 Then   ' If PIR1.5 = 1 data
                             ' is in RCREG
        B0 = RCREG           ' Load the data from the receiving
                             ' register RCREG to B0
        Endif
        Return
charout:
        If PIR1.4 = 0 Then charout       ' Wait for sending
                                         ' register to be ready
        TXREG = B0                       ' Send the data to
                                         ' sending register
        Return
        End                              ' End of the program
```

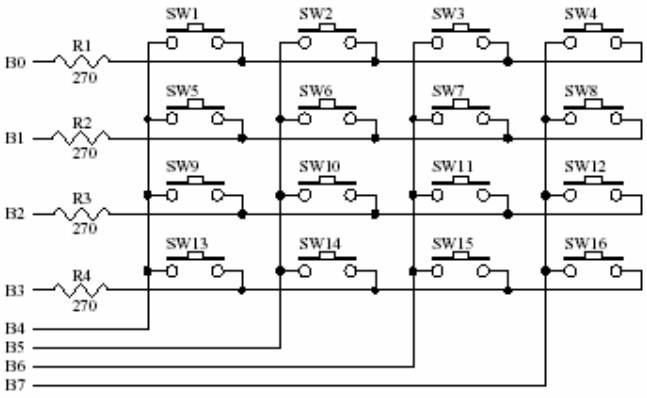


مثال ۳: استفاده از پورت A بعنوان ورودی آنالوگ و نشان دادن مقادیر تبدیل شده از آنالوگ به دیجیتال

```
'================== Define LCD pins ================
Define  LCD_DREG        PORTD
Define  LCD_DBIT        4
Define  LCD_RSREG       PORTE
Define  LCD_RSBIT       0
Define  LCD_EREG        PORTE
Define  LCD_EBIT        1

'================== Allocate variables ===============
x       var     byte
y       var     byte
z       var     byte

        ADCON1 = 4              ' Set PortA 0, 1, 3 to A/D inputs

        Low PORTE.2             ' LCD R/W line low (W)
        Pause 100               ' Wait for LCD to start

        Goto    mainloop        ' Skip subroutines

' =============Subroutine to read a/d convertor ==========
getad:
        Pauseus 50              ' Wait for channel to setup

        ADCON0.2 = 1            ' Start conversion
```

```
        Pauseus 50              ' Wait for conversion
        Return

'============== Subroutine to get pot x value ===========
getx:
        ADCON0 = $41            ' Set A/D to Fosc/8, Channel 0, On
        Gosub getad
        x = ADRESH
        Return
'=============== Subroutine to get pot y value =============
gety:
        ADCON0 = $49            ' Set A/D to Fosc/8, Channel 1, On
        Gosub getad
        y = ADRESH
        Return
'================ Subroutine to get pot z value ============
getz:
        ADCON0 = $59            ' Set A/D to Fosc/8, Channel 3, On
        Gosub getad
        z = ADRESH
        Return
' ================Main program ====================
mainloop:
        Gosub   getx            ' Get x value
        Gosub   gety            ' Get y value
        Gosub   getz            ' Get z value

        Lcdout $fe, 1, "x=", #x, " y=", #y, " z=", #z ' Send to LCD
        Pause   100             ' Do it about 10 times a second

        Goto    mainloop        ' Do it forever

        End
```

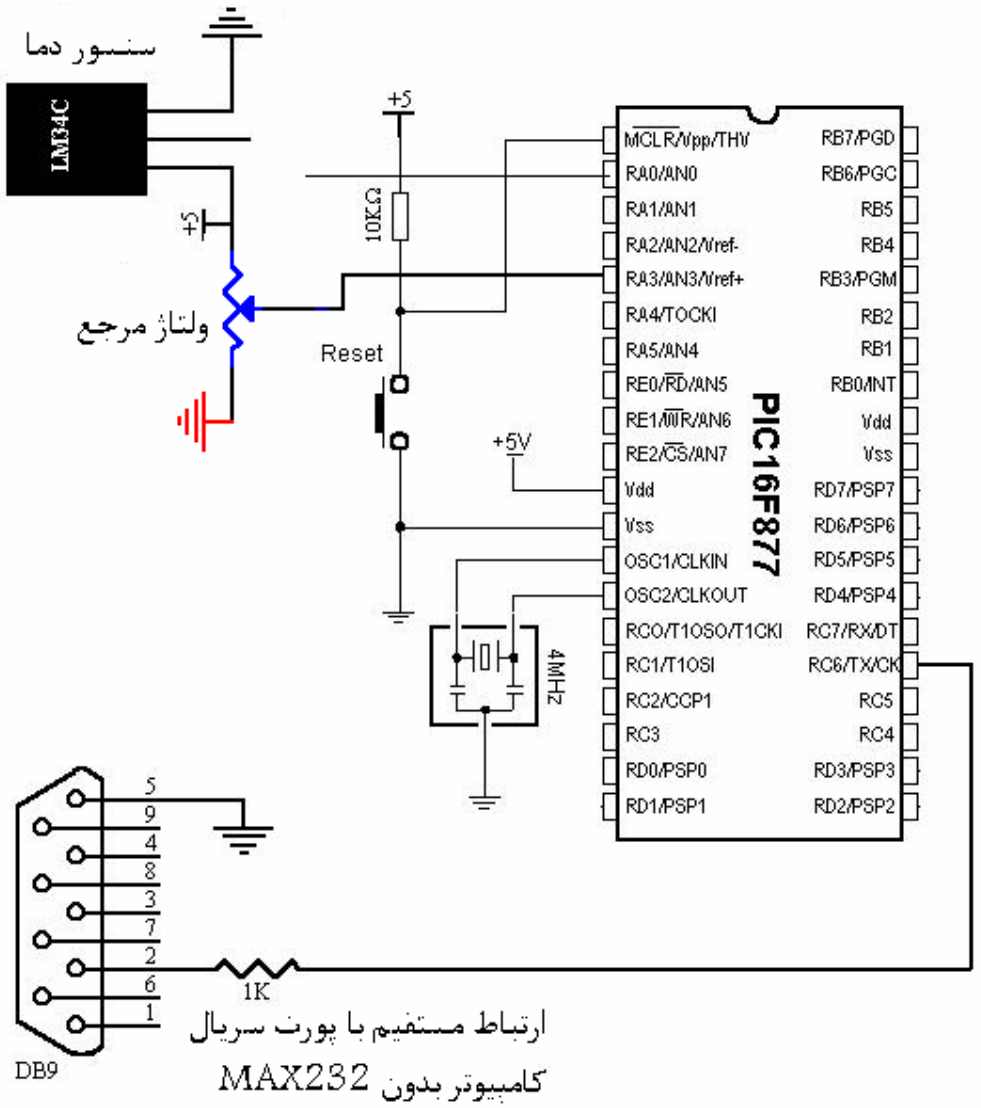
مثال۴ : ساخت کیبورد سریال




```
INCLUDE "modedefs.bas"

col         VAR   BYTE      ' Keypad column
row         VAR   BYTE      ' Keypad row
key         VAR   BYTE      ' Key value
baud        VAR   PortA.0   ' Baud select pin
serpin      VAR   PortA.1   ' Serial output pin
CMCON       =     7         ' PortA = digital I/O
VRCON       =     0         ' Voltage reference disabled
TRISA       =     %00000001' PortA.0 = baud select pin
OPTION_REG.7 =    0         ' Enable PORTB pull-ups

loop:
        GOSUB getkey           'Get key from keypad
send:
        IF baud = 1 THEN fast'If baud = 1 then N9600,else N2400
           SEROUT serpin,N2400,[key]'Send key value out PortA.1
        GOTO loop
```

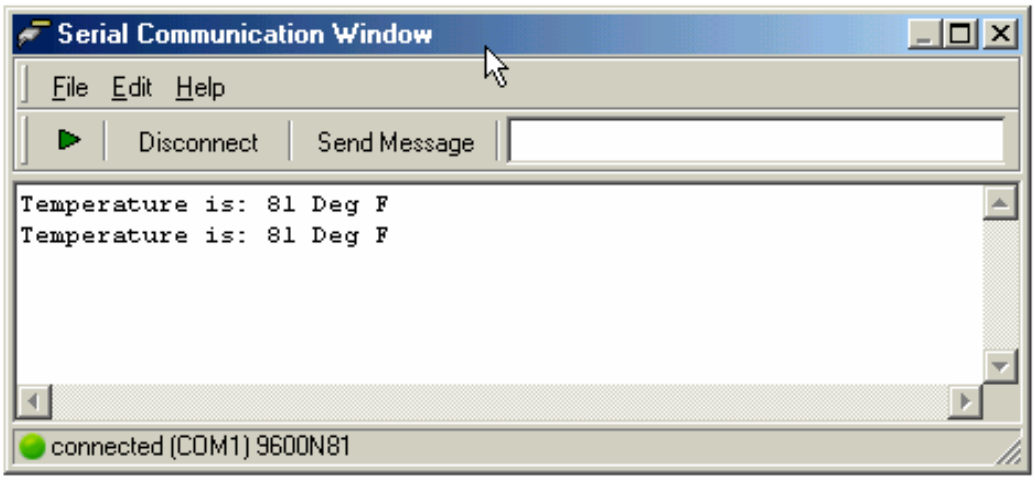
```
fast:
       SEROUT serpin,N9600,[key]
        GOTO loop                'Do it forever
getkey:
        PAUSE 50                 'Debounce key-input
getkeyu:' Wait for all keys up
        PORTB = 0              ' All output-pins low
        TRISB = $f0            ' Bottom 4-pins out, top 4-pins in
        IF ((PORTB >> 4) != $f) THEN getkeyu 'If keys down, loop
        PAUSE 50                ' Debounce key-input

getkeyp:' Wait for keypress
        FOR row = 0 TO 3         ' 4 rows in keypad
            PORTB = 0            ' All output-pins low
            TRISB = (DCD row) ^ $ff ' Set one row pin to output
            col = PORTB >> 4     ' Read columns
            IF col != $f THEN gotkey' If any keydown, exit
        NEXT row
        GOTO getkeyp             ' No keys down, go look again

gotkey: ' Change row and column to key number 1 - 16
        key = (row * 4) + (NCD (col ^ $f))
        'NOTE: for 12-key keypad, change to key = (row * 3)
        RETURN                   ' Subroutine over

        END
```

مثال ۵ : اندازه گیری دما و نمایش آن در پنجره ارتباط سریال MicriCode Studio




```
DEFINE loader_used 1     ' Boot loader is being used
DEFINE debug_mode  0     ' Debug sending True serial data
DEFINE debug_reg portc   ' Debug Port = PortC
DEFINE debug_bit 6       ' Debug.bit = PortC.6
DEFINE debug_baud 9600   ' Default baud rate = 9600
DEFINE osc 4             ' We're using a 4 MHz oscillator
```

```
DEFINE ADC_BITS 8        ' Set A/D for 8-bit operation
DEFINE ADC_CLOCK 1       ' Set A/D clock Fosc/8
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50   ' Set A/D sampling time @ 50 uS
samples VAR WORD         ' Multiple A/D sample accumulator
sample  VAR BYTE         ' Holds number of samples to take
temp    VAR BYTE         ' Temperature storage
samples = 0              ' Clear samples accumulator on power-up
    TRISA = %11111111    ' Set PORTA to all input
    ADCON1 = %00000011   ' Set PORTA.0,1,2,5 = A/D, PortA.3 = +Vref
    PAUSE 500            ' Wait .5 second
loop:
    FOR sample = 1 TO 20     ' Take 20 samples
        ADCIN 0, temp        ' Read channel 0 into temp variable
        samples = samples + temp ' Accumulate 20 samples
        PAUSE 250        ' Wait approximately 1/4 seconds per loop
    NEXT sample
    temp = samples/20
    DEBUG "Temperature is: ",DEC temp," Deg F",10,13
    samples = 0              ' Clear old sample accumulator
    GOTO loop                ' Do it forever

    END
```



نمایش نتایج حاصل ارسال شده از میکروکنترلر به کامپیوتر از طریق پنجره ارتباط سریال نرم افزار MicroCode Stodio

ضمیمه :

مشخصات و قابلیتهای میکروکنترلر PIC16F877

این میکروکنترلر دارا ۴۰ پایه می باشد که در شکل زیر نشان داده شده است.

مشخصات داخلی میکروکنترلر :

- عملکرد بالای RISC ، CPU
- تنها ۳۵ دستور برای یادگیری دارد
- همه دستورات در یک سیکل اجرا می شوند بجز دستورات گزینشی
- سرعت عملکرد آن از DC تا 20_{MHZ} می باشد
- حافظه برنامه نویسی آن از نوع FLASH است (۱۴ * $_K$ ۸ کلمه)

  حافظه RAM ۸ * ۳۶۸ بایت

  حافظه EEPROM ۸ * ۲۵۶ بایت
- قابلیت وقفه (۱۴ منبع)
- هشت سطح برای پشته
- مدهای آدرس دهی مستقیم ، غیر مستقیم و نسبی
- ریست شدن در هنگام وصل شدن منبع تغذیه (POR)
- تایمر روشن نگهدار (PWRT) و تایمر شروع به کار اسیلاتور (OSC)
- تایمر Watchdog (WDT) با اسیلاتور RC مجزا بر روی تراشه
- مد SLEEP برای کم مصرف کردن انرژی
- قابل انتخاب بودن اسیلاتور
- قابلیت برنامه ریزی درون مدار با استفاده از دو پایه (ICSP)

- قابلیت برنامه ریزی درون مدار با ولتاژ ۵ ولت
- خواندن ونوشتن حافظه برنامه ریزی
- عملکرد در ولتاژهای بین ۲ تا ۵,۵ ولت
- جریان Sink و Source ۲۵ میلی آمپر
- مصرف توان کم

- <2mA typical @ 5V, 4 MHz
- 20mA typical @ 3V, 32 kHz
- <1mA typical standby current

مشخصات جانبی

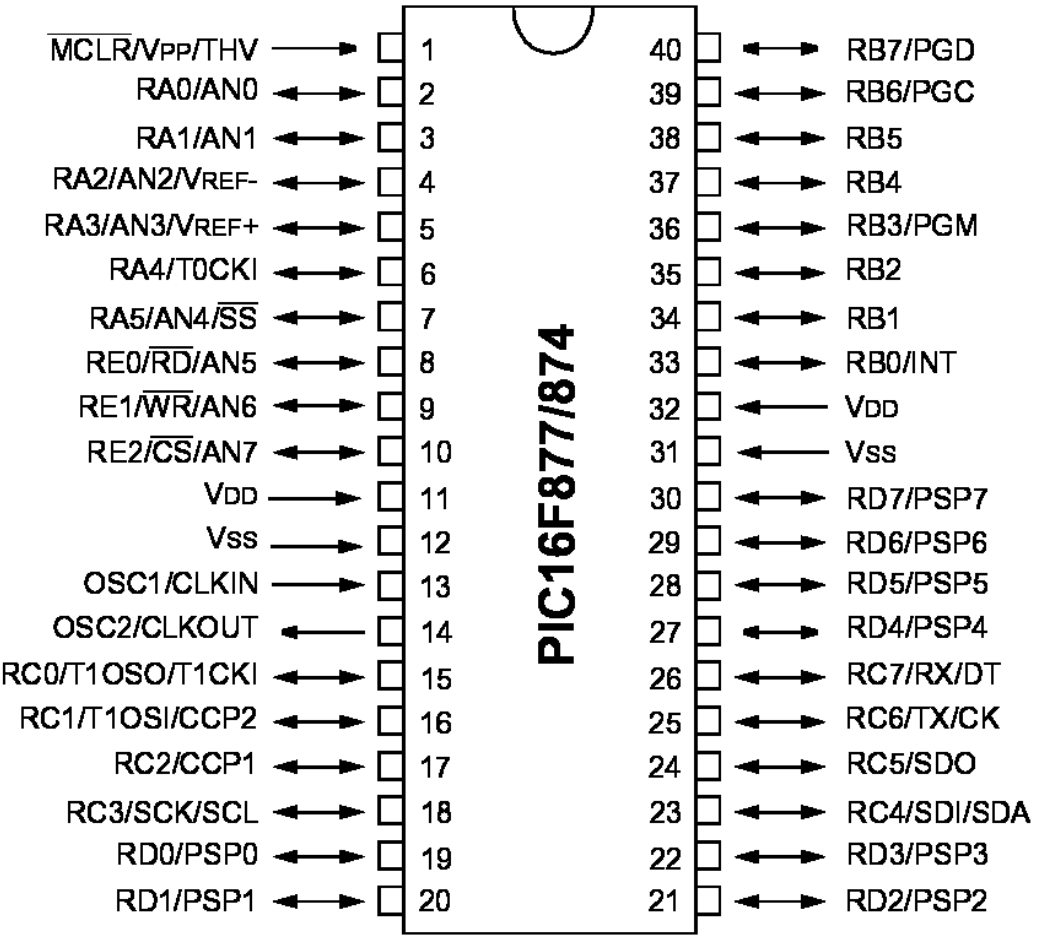
- تایمر ۰ : تایمر و یا شمارنده ۸بیتی با ۸ بیت prescaler
- تایمر ۱ : تایمر و یا شمارنده ۱۶ بیتی با prescaler می تواند در حالت sleep با کلاک یا کریستال خارجی کار کند
- تایمر ۲ : تایمر و یا شمارنده ۸بیتی با رجیستر ۸ بیتی prescaler و postscaler
- دو Capture و مقایسه کننده و مولد PWM (CCP)

Capture ۱۶ بیتی است با حد تفکیک ۱۲,۵ نانوثانیه

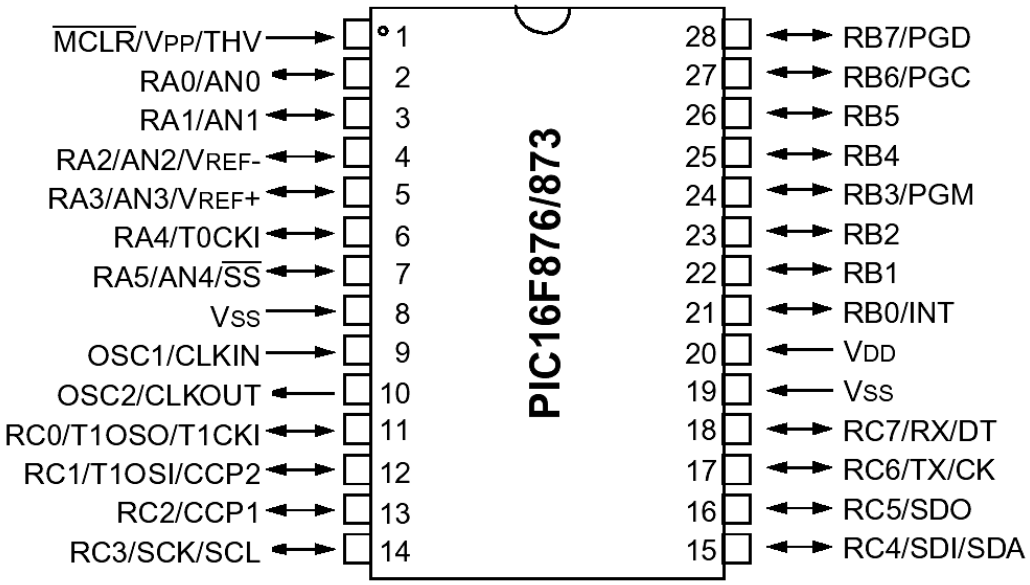
مقایسه کننده ۱۶ بیتی است با حد تفکیک ۲۰۰ نانوثانیه

PWM با حدتفکیک ۱۰ بیت

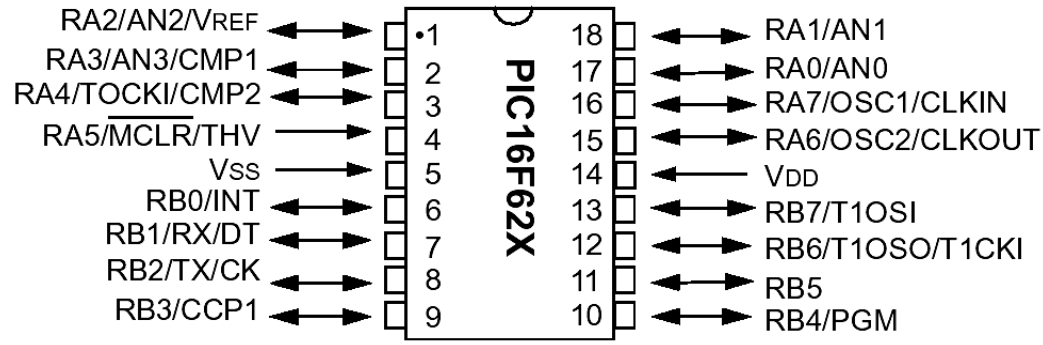
- مبدل A/D چند کاناله با دقت ۱۰ بیت
- پورت Slave موازی (PSP) با ۸بیت پهنا با پایه های کنترلی $\overline{RD}$ ، $\overline{WR}$ و $\overline{CS}$ خارجی
- آشکار سازی کاهش ولتاژ منبع برای ریست کردن (BOR)



شکل1-1) میکروکنترلر PIC16F877



شکل2-2) میکروکنترلر PIC16F876 / 873



شکل3-3) میکروکنترلر PIC16F62X

جدول دستورات بیسیک :

ردیف	دستور	تشریح
۱	@	وارد کردن یک خط برنامه با کد اسمبلی
۲	ASM ... ENDASM	وارد کردن یک بلوک از دستورات اسمبلی
۳	ADCIN	دریافت مقادیر از ورودی مبدل A/D
۴	BRANCH	پریدن به برچسب مشخص شده توسط شاخص
۵	BRANCHL	پرشی بلند به برچسب نظیر شاخص
۶	BUTTON	خواندن حالت دکمه روی پین ورودی
۷	CALL	فراخوانی زیر برنامه های اسمبلی
۸	CLEAR	مقدار همه متغیرها را به صفر تغییر دادن
۹	CLEARWDT	باز نشاندن تایمر Watchdog
۱۰	COUNT	شمردن پالسهای روی پین ورودی
۱۱	DATA	نوشتن در EEPROM داخلی در ابتدای برنامه
۱۲	DTMFOUT	تولید کردن سیگنال صدا (تون) شمارگیری روی پین خروجی
۱۳	EEPROM	مجموعه ثابتهای اولیه برای برنامه نوسی EEPROM
۱۴	END	نشانه گذاری پایان برنامه
۱۵	FOR ... NEXT	تکرار کردن یک قسمت از برنامه
۱۶	FREQOUT	تولید سیگنال با فرکانس مشخص روی پین خروجی
۱۷	GOSUB	فراخوانی زیر برنامه های BASIC
۱۸	GOTO	ادامه برنامه از برچسب مشخص شده
۱۹	HIGH	نشاندن یک منطقی روی پین خروجی
۲۰	HESERIN	سخت افزار ورودی آسنکرون
۲۱	HPWM	تولید کردن سیگنال PWM روی پین میکروکنترلر
۲۲	HSEROUT	سخت افزار خروجی آسنکرون
۲۳	I2CREAD	خواندن اطلاعات از وسایل جانبی I2C
۲۴	I2CWRITE	نوشتن اطلاعات بر روی وسایل جانبی I2C
۲۵	INPUT	برگزیدن پین I/O در گرایش ورودی
۲۶	IF ... THEN ... ELSE	گزینش یک قسمت از برنامه
۲۷	LCDOUT	نوشتن اطلاعات بر روی نمایشگر LCD
۲۸	LOOKDOWN	جستجو کردن جدول ثابتها

ردیف	دستور	تشریح
۲۹	LOOKUP	آوردن مقداری از جدول ثابتها
۳۰	LOW	قرار دادن صفر منطقی در پین خروجی
۳۱	NAP	خاموش کردن برای یک دوره زمانی کوتاه
۳۲	OUTPUT	گماشتن پین I/O در گرایش خروجی
۳۳	OWIN	دریافت اطلاعات از طریق ارتباط یک سیم
۳۴	OWOUT	ارسال اطلاعات از طریق یک سیم
۳۵	PAUSE	تاخیر برحسب میلی ثانیه
۳۶	PAUSEUS	تاخیر برحسب میکروثانیه
۳۷	POT	برگرداندن مقدار مقاومت متصل به پین
۳۸	PULSIN	محاسبه عرض پالس روی پایه ورودی
۳۹	PULSOUT	تولید کردن پالس در پین خروجی
۴۰	PWM	تولید سیگنال PWM روی پین
۴۱	RANDOM	تولید عدد تصادفی
۴۲	RCTIME	محاسبه پالس روی پین
۴۳	READ	خواندن یک بایت از اطلاعات EEPROM
۴۴	READCODE	خواندن ۲ بایت (WORD) از کد برنامه
۴۵	REVERSE	تغیر گرایش پین
۴۶	SERIN	ورودی سریال آسنکرون
۴۷	SEROUT	خروجی سریال آسنکرون
۴۸	SHIFTIN	ورودی سریال سنکرون
۴۹	SHIFTOUT	خروجی سریال سنکرون
۵۰	SLEEP	خاموش کردن پردازنده برای یک پریود زمانی معین
۵۱	SOUND	تولید کردن صدا یا نویز سفید روی یک پین مشخص
۵۲	STOP	توقف برنامه در حال اجرا
۵۳	SWAP	مبادله مقادیر دو متغیر
۵۴	TOGGLE	وارون کردن وضعیت پین
۵۵	WRITE	نوشتن اطلاعات در EEPROM داخلی
۵۶	WRITECODE	نوشتن دوبایت از اطلاعات بر روی حافظه برنامه
۵۷	WHILE – WEND	اجرای قسمتی از برنامه تا وقتی که شرط برقرار است