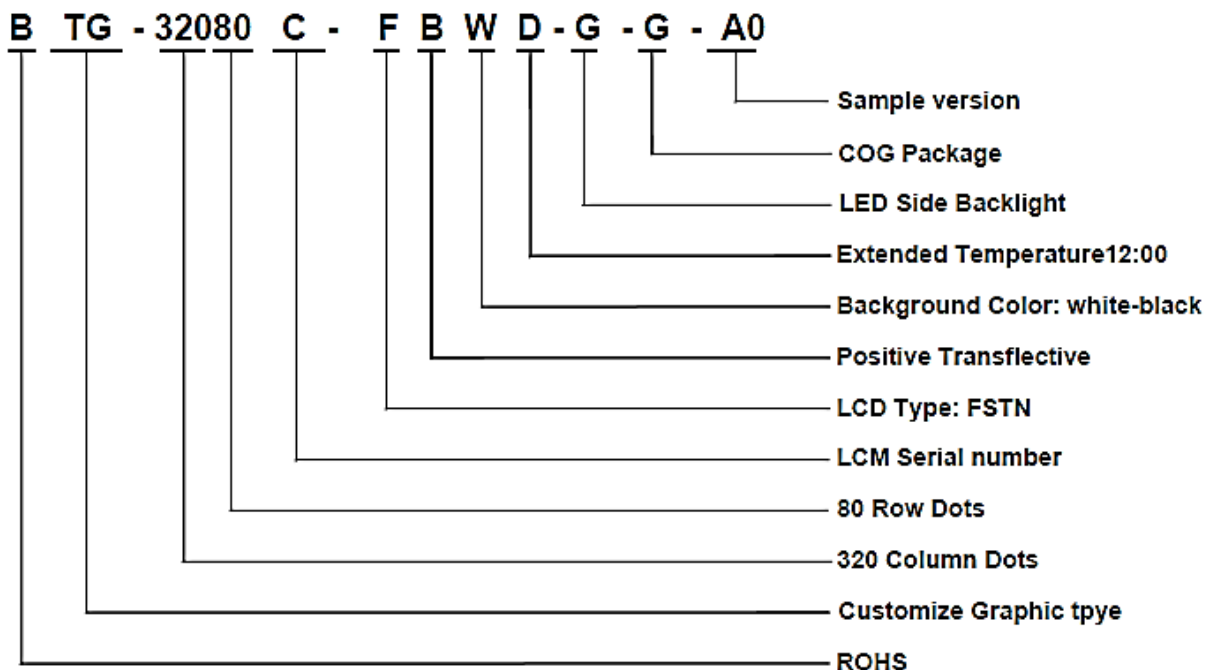


## راه اندازی LCD گرافیکی BTG-32080C-FBWD-G-G-A0 :

### 1.NOTATION OF THE MODULE NUMBER:



شکل ۱: LCD Specification and Module Number

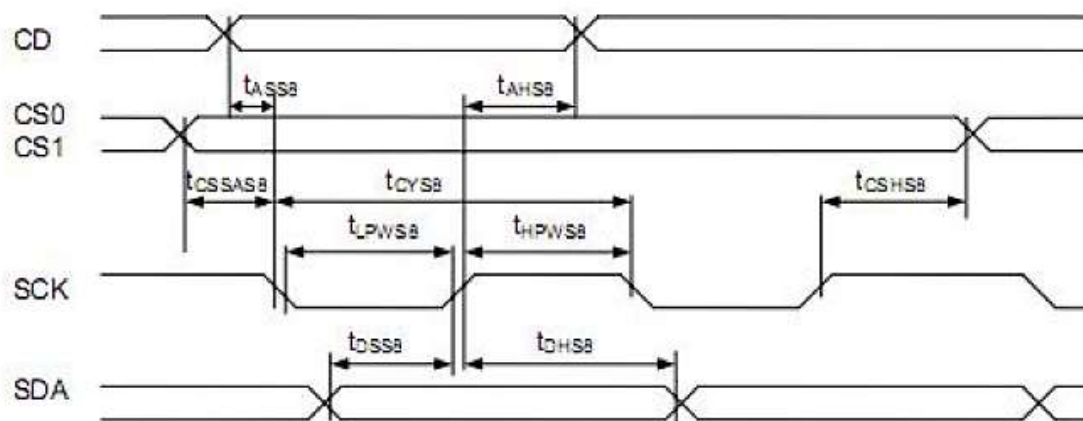
این LCD گرافیکی از نوع سیاه - سفید بوده و دارای ۸۰ سطر و ۳۲۰ ستون است. همچنین از یک IC درایور با نام UC1698U جهت برنامه ریزی استفاده شده است. فرکانس کاری این LCD حداکثر 14MHz می باشد و برای تغذیه LCD از ولتاژ 3.3v به صورت Typical استفاده می شود. همچنین به پایه Vlcd می توان ولتاژ 13v را به صورت خارجی اعمال کرد و یا با برنامه ریزی رجیستر PC[1:0] (Power Control) از ولتاژ درونی آن استفاده کرد.

به طور کلی IC درایور این LCD چندین مد مختلف، به صورت ۸ بیت و ۱۶ بیت موازی و همچنین سه مد مختلف سریال از نوع SPI ۴ سیمه (S8)، SPI ۳/۴ سیمه (S8uc) و ۳ سیمه (S9) را ساپورت می کند که برای انواع LCD های گرافیکی با تکنولوژی های مختلف قابل استفاده است. در LCD مذکور از روش انتقال اطلاعات به صورت 3/4-wires SPI یا S8uc یا S8 Ultra Compact استفاده می شود. در این روش از پین های SDA و SCL به ترتیب برای دریافت اطلاعات و کلاک استفاده می شود. از آنجایی که اطلاعات شامل ارسال داده جهت نمایش یک تصویر و همچنین ارسال دستورات جهت راه اندازی و تنظیمات LCD می باشد،

از پین CD (Command/Data) جهت تمایز داده و دستور استفاده می شود. به این ترتیب که در صورت صفر کردن پایه CD ، اطلاعات ارسالی به صورت دستور و در صورت یک بودن این پایه، اطلاعات به صورت داده قلمداد می شوند.

از دیگر پایه های LCD ، پایه RST جهت ریست کردن (Active Low) و پایه CS0 برای انتخاب LCD و ارسال فرامین می باشد که این پایه را می توان مستقیماً به زمین وصل کرد. همچنین آند و کاتد را برای داشتن نور پس زمینه ( Back Light ) می توان به Vdd (3.3v) و Vss (زمین) وصل کرد. سایر پین ها نیز به صورت NC می باشند که لازم به هیچگونه اتصالی نیستند.

یکی دیگر از موارد مهم رعایت سیکل های زمانی و ترتیب لبه های صفر و یک شونده ارسال اطلاعات با در نظر گرفتن Rising / Falling Times می باشد. این قضیه مخصوصاً در فرکانس های بالا خود را نشان می دهد. در شکل ۲ این موارد نشان داده شده است.



Serial Bus Timing Characteristics (for S8/S8uc)

Symbol	Signal	Description	Condition	Min.	Max.	Unit
(2.5V ≤ V <sub>DD</sub> < 3.3V, T <sub>a</sub> = -30 to +85°C)						
(Read / Write)						
$t_{ASSA}$	CD	Address setup time		0	—	nS
$t_{AHSA}$		Address hold time		0	—	nS
$t_{CSSASA}$	CS1/CS0	Chip select setup time		5		nS
$t_{CSHSA}$				5		nS
$t_{CYSA}$	SCK	System cycle time		70	—	nS
$t_{LPWSA}$		Low pulse width		20	—	nS
$t_{HPWSA}$		High pulse width		20	—	nS
$t_{SSA}$	SDA	Data setup time		15	—	nS
$t_{HSA}$		Data hold time		0	—	nS

شکل ۲: ترتیب سیکل های زمانی و مدت زمان هر یک

پس از اتصال پایه ها و رعایت مسائل سخت افزاری، نوبت به کدنویسی، جهت برنامه ریزی و راه اندازی LCD و انتقال دستورات و داده ها به IC درایور جهت Initialize شدن و نمایش تصویر بر روی LCD می رسد. برای اینکار تعداد زیادی رجیستر کنترلی داریم که تنظیم دقیق هریک از اهمیت زیادی برخوردار است.

❖ **رجیستر کنترلی PC[1:0] (Power Control):** در صورت استفاده از خازن LCD کمتر از 13nf،

PC[0] را صفر و در صورتی که بین 13nf تا 22nf باشد، یک می گذاریم. همچنین در صورت استفاده

از Vlcd خارجی PC[1] را صفر و در صورت استفاده از ولتاژ داخلی آن را یک میکنیم. برای LCD مورد

نظر ما  $PC[1:0] = 10b$  به کار می بریم. کد ارسال دستور نیز به صورت زیر می باشد.

#### (6) SET POWER CONTROL

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set Panel Loading PC[1:0]	0	0	0	0	1	0	1	0	PC1	PC0

Set PC[0] according to the capacitance loading of LCD panel.

Panel loading definition: **0b** :  $LCD \leq 13nF$       **1b** :  $13nF < LCD \leq 22nF$

Set PC[1] to program the build-in charge pump stages. Before changing PC[1] value, always ensure the IC is in a RESET state. Avoid changing PC[1] when the display is enabled.

Pump control definition: **0b** = External  $V_{LCD}$       **1b** = Internal  $V_{LCD} (x10)$

قبل از شروع به ارسال دستورات باید چندین نکته را در نظر داشت: ابتدا آنکه انتقال اطلاعات به صورت سریال از بیت سنگین شروع می شود در نتیجه در پروتکل SPI باید حالت (MSB First) را برای Master فعال کرد. نکته مهم بعدی آنکه، در صورت نیاز به تغییر بیت PC[1]، این کار باید قبل از فعال شدن نمایش تصویر با دستور کنترلی Display Enable باشد که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

همچنین قبل از هرگونه ارسال دستور، باید هم به صورت سخت افزاری و هم به صورت نرم افزاری ریست را فعال کرد. فعال کردن ریست به صورت سخت افزاری از طریق پایه ریست LCD و با صفر و یک کردن آن انجام می شود. همچنین برای فعال کردن ریست به صورت نرم افزاری از دستور System Reset به همراه 150ms تاخیر به صورت زیر استفاده می کنیم.

#### (23) SYSTEM RESET

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
System Reset	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0

This command will activate the system reset. Control register values will be reset to their default values. Data stored in RAM will not be affected.

❖ رجیستر کنترلی TC[1:0] (Temperature Compensation): این رجیستر برای تنظیم ضریب جبران دمایی به کار می رود. در صورت داغ شدن LCD و تغییر بایاس سیستم، می توان به تصحیح بایاس و تنظیم کنتراست LCD پرداخت. برای LCD مورد نظر ما  $TC[1:0] = 00b$  به کار می بریم. کد ارسال دستور به صورت زیر می باشد.

**(5) SET TEMPERATURE COMPENSATION**

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set Temperature Comp. TC[1:0]	0	0	0	0	1	0	0	1	TC1	TC0

Set  $V_{BIAS}$  temperature compensation coefficient (%-per-degree-C)

Temperature compensation curve definition:

00b = -0.00%/°C

01b = -0.05%/°C

10b = -0.15%/°C

11b = -0.25%/°C

❖ رجیستر کنترلی BR[1:0] (Bias Ratio): از این رجیستر برای تنظیم نسبت بایاس بین  $V_{lcd}$  و  $V_{bias}$  استفاده می کنیم. برای LCD مورد نظر ما  $BR[1:0] = 01b$  به کار می بریم. کد ارسال دستور به صورت زیر است.

**(26) SET LCD BIAS RATIO**

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set Bias Ratio BR [1:0]	0	0	1	1	1	0	1	0	BR1	BR0

Bias ratio definition:

00b = 5

01b = 10

10b = 11

11b = 12

❖ رجیستر کنترلی PM[7:0] (Potentiometer): در صورتی که از ولتاژ داخلی  $V_{lcd}$  استفاده کنیم برای محاسبه مقدار این رجیستر از دو طریق رابطه زیر و جدول - نمودار زیر می توان بهره برد. با توجه به فرمول زیر  $C_T$  همان رجیستر جبران دمایی،  $T$  دمای محیط و  $C_{v0}$  و  $C_{pm}$  دو عدد ثابت هستند که با توجه به جدول زیر و بر مبنای رجیستر بایاس BR باید تعیین شوند.

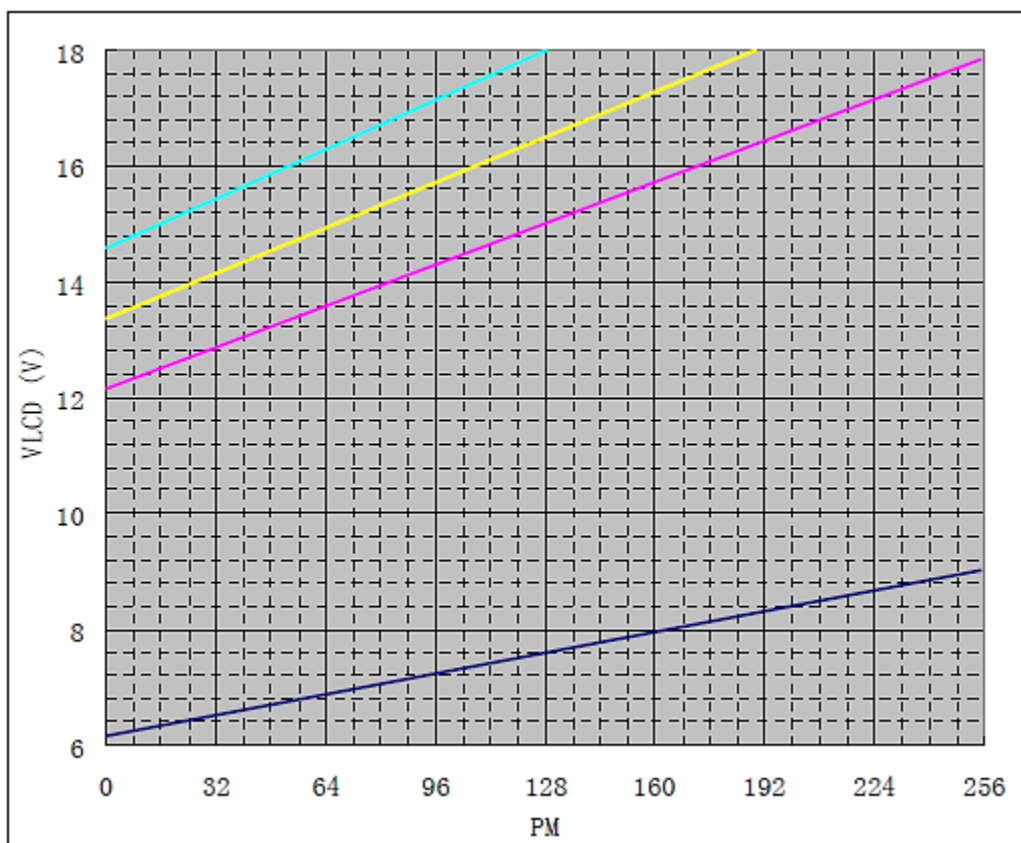
$$V_{LCD} = (C_{V0} + C_{PM} \times PM) \times (1 + (T - 25) \times C_T \%)$$

حال با توجه به آنکه  $V_{lcd}$  باید در حدود ۱۳ ولت انتخاب شود و با توجه به مقادیر ثابت  $C_{v0}$  و  $C_{pm}$  در جدول زیر که با توجه به نرخ بایاس ۱۰ به ترتیب مقادیر 12.157v و 22.26mv، خواهند شد، مقدار رجیستر PM، ۴۰ محاسبه می شود.

BR	Cv0 (V)	CPM (mV)	PM_reg	VLCD (V)
5	6.154	11.22	0	6.154
			255	9.015
10	12.157	22.26	0	12.157
			255	17.833
11	13.369	24.45	0	13.369
			189	17.991
12	14.580	26.61	0	14.580
			128	17.986

VLCD-PM-BR relationship at 25°C

همچنین با توجه به نمودار زیر نیز می توان بر مبنای  $V_{lcd} = 13v$  به محاسبه رجیستر PM پرداخت که مجدداً به همان مقدار ۴۰ می رسیم.



کد ارسال دستور تنظیم نرخ پتانسیومتر نیز به صورت دو بایتی و به صورت زیر می باشد.



#### (10) SET V<sub>BIAS</sub> POTENTIOMETER

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set V <sub>BIAS</sub> Potentiometer. PM [7:0] (Double-byte command)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	PM7	PM6	PM5	PM4	PM3	PM2	PM1	PM0

Program V<sub>BIAS</sub> Potentiometer (PM[7:0]). See section *LCD Voltage Setting* for more detail.

Effective range: 0 ~ 255

❖ رجیستر کنترلی LC[2:0] (LCD Control): از بیت های ۰ تا ۲ این رجیستر برای LCD

Mapping Control استفاده می شود و در واقع می توان به آینه کردن (Mirror) نسبت به نمودار X یا Y پرداخت. از آنجا که در LCD مذکور، نمایش اطلاعات از سمت راست - بالا شروع می شود می توان به معکوس کردن محور X و نمایش اطلاعات از سمت چپ - بالا پرداخت. در نتیجه  $LC[2:0] = 010b$  به کار می بریم. کد ارسال دستور نیز به صورت زیر می باشد.

#### (18) SET LCD MAPPING CONTROL

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set LCD Mapping Control LC [2:0]	0	0	1	1	0	0	0	MY	MX	LC0

This command is used for programming LC[2:0] to control COM (row) mirror (MY), SEG (column) mirror (MX).

LC[2] controls Mirror Y (MY): MY is implemented by reversing the mapping order between RAM and COM electrodes. The data stored in RAM is not affected by the MY action. MY will have immediate effect on the display image.

LC[1] controls Mirror X (MX): MX is implemented by selecting the CA or 127-CA as write/read (from host interface) display RAM column address so this function will only take effect after rewriting the RAM data.

LC[0] controls whether soft icon sections (2xFLT, 2xFLB) are displayed during partial display mode.

❖ رجیستر کنترلی LC[4:3] (LCD Control): از بیت های ۳ و ۴ این رجیستر برای تنظیم نرخ خط

(Line Rate) استفاده می شود. تنظیم این رجیستر به مجموعه ای از عوامل از جمله ولتاژ V<sub>lcd</sub>، Frame-Rate، MUX-Rate و نحوه نمایش تصویر بر روی LCD به صورت On/Off Mode یا Gray Shade بستگی دارد که با در نظر گرفتن مجموعه این عوامل برای LCD مذکور  $LC[4:3] = 10b$  به کار می بریم. کد ارسال دستور نیز به صورت زیر می باشد.

#### (14) SET LINE RATE

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set Line Rate LC [4:3]	0	0	1	0	1	0	0	0	LC4	LC3

Program LC [4:3] for line rate setting (Frame-Rate = Line-Rate / Mux-Rate). The line rate is automatically scaled down by 2/3, 1/2, 1/3 and 1/4 at Mux-Rate = 108, 80, 56, and 40.

The following are line rates at Mux Rate = 109 ~ 160.

00b: 25.2 Kips	01b: 30.5 Kips	10b: 37.0 Kips	11b: 44.8 Kips
In On/Off Mode			
00b: 8.5 Kips	01b: 10.4 Kips	10b: 12.6 Kips	11b: 15.2 Kips

(Kips: Kilo-Line-per-second)

❖ رجیستر کنترلی CEN[6:0] (COM End): این رجیستر تعیین کننده تعداد سطرها LCD می باشد. برای تعیین مقدار آن، باید تعداد سطرها LCD منهای یک شود. از آنجا که LCD مورد نظر ما دارای ۸۰ سطر می باشد، پس  $CEN = 79$  را به کار می بریم. کد ارسال دستور نیز به صورت دوبایتی به صورت زیر می باشد.

#### (27) SET COM END

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set CEN	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
(Double-byte command)	0	0	-	CEN register parameter						

This command programs the ending COM electrode. CEN defines the number of used COM electrodes, and it should correspond to the number of pixel-rows in the LCD. When the LCD has less than 160 pixel rows, the LCM designer should set CEN to  $N-1$  (where  $N$  is the number of pixel rows) and use COM1 through COM- $N$  as COM driver electrodes.

❖ رجیستر کنترلی AC[2:0] (Address Control): از این رجیستر برای تنظیم روند افزایش سطر / ستون LCD و تعیین بازگشت مجدد (wrap around) استفاده می شود. از آنجا که تمایل داریم سطرها از بالا به پایین افزایش یافته و ستون ها از چپ به راست زیاد شده و سپس ریست شوند و همچنین با در نظر گرفتن قابلیت wrap around مقدار  $AC[2:0] = 001b$  تعیین می شود. کد ارسال دستور نیز به صورت زیر می باشد.

#### (12) SET RAM ADDRESS CONTROL

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set AC [2:0]	0	0	1	0	0	0	1	AC2	AC1	AC0

Program registers AC[2:0] for RAM address control.

AC[0]: WA, Automatic column/row wrap around.

0: CA or RA (depends on AC[1]= 0 or 1) will stop incrementing after reaching boundary

1: CA or RA (depends on AC[1]= 0 or 1) will restart, and RA or CA will increment by one step.

AC[1]: Auto-Increment order

0 : column (CA) increment (+1) first until CA reaches CA boundary, then RA will increment by (+/-1).

1 : row (RA) increment (+/-1) first until RA reach RA boundary, then CA will increment by (+1).

AC[2]: RID, row address (RA) auto increment direction ( 0/1 = +/- 1 )

When WA=1 and CA reaches CA boundary, RID controls whether row address will be adjusted by +1 or -1.

AC[2:0] controls the auto-increment behavior of CA and RA. For Window Program mode (AC[3]=ON), see section *Command Description* (32) ~ (35) for more details. If WPC[1:0] and WPP[1:0] values are the default values, the behavior of CA, RA auto-increment will be the same, no matter what the setting of AC[3] is.

❖ رجیستر کنترلی LC[7:6] (LCD Control): از این رجیستر برای تعیین مد 4k یا 64k استفاده

می شود. اهمیت این قضیه در ارسال دیتا به صورت دو بایتی یا سه بایتی می باشد. با توجه به بافر ۸

بیتی SPI و ارسال اطلاعات به صورت دو بایتی LC[7:6] = 10b به کار می بریم. کد ارسال دستور به

صورت زیر می باشد.



**(21) SET COLOR MODE**

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set Color Mode LC [7:6]	0	0	1	1	0	1	0	1	LC7	LC6

Program color mode and RGB input pattern. Color mode (LC[7:6]) definition:

**Note:** For serial bus modes, please refer to 8-bit tables below.

**Green Enhance Mode disabled (DC[4]=1):**

LC[7:6] = 01b (RRRR-GGGG-BBBB, 4K-color)

12 bits of input RGB data are stored to 16 RAM bits. No dither is performed. Every 3 bytes of input data will be merged into 2 sets of RGB data.

Data Write Sequence (8-bit)	D[7:0]
1 <sup>st</sup> Write Data Cycle	R3 R2 R1 R0 G3 G2 G1 G0
2 <sup>nd</sup> Write Data Cycle	B3 B2 B1 B0 R3 R2 R1 R0
3 <sup>rd</sup> Write Data Cycle	G3 G2 G1 G0 B3 B2 B1 B0

Data Write Sequence (16-bit)	D[15:0]
1 <sup>st</sup> Write Data Cycle	0 0 0 0 R3 R2 R1 R0 G3 G2 G1 G0 B3 B2 B1 B0
2 <sup>nd</sup> Write Data Cycle	0 0 0 0 R3 R2 R1 R0 G3 G2 G1 G0 B3 B2 B1 B0

LC[7:6] = 10b (RRRRR-GGGGGG-BBBBB, 64K-color)

16 bits of input data are stored to 16 RAM bits directly.

Data Write Sequence (8-bit)	D[7:0]
1 <sup>st</sup> Write Data Cycle	R4 R3 R2 R1 R0 G5 G4 G3
2 <sup>nd</sup> Write Data Cycle	G2 G1 G0 B4 B3 B2 B1 B0

Data Write Sequence (16-bit)	D[15:0]
1 <sup>st</sup> Write Data Cycle	R4 R3 R2 R1 R0 G5 G4 G3 G2 G1 G0 B4 B3 B2 B1 B0

❖ رجیستر کنترلی DC[4:2] (Display Enable): از این رجیستر برای روشن کردن و خارج شدن LCD از مد Sleep استفاده می شود. همچنین برای تعیین مد On / Off Ratio جهت نمایش بهتر اطلاعات استفاده می شود. نتیجه آنکه DC[4:2] = 101b به کار می بریم. کد ار سال دستور نیز به صورت زیر می باشد.

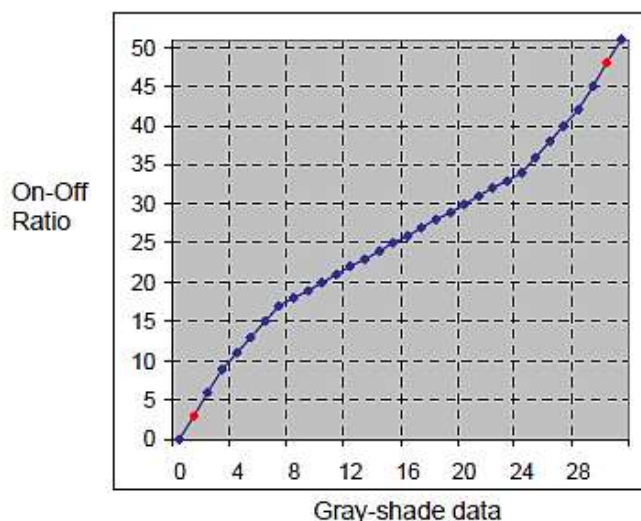
### (17) SET DISPLAY ENABLE

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set Display Enable DC [4:2]	0	0	1	0	1	0	1	DC4	DC3	DC2

This command is for programming register DC[4:2].

When DC[2] is set to 0, the IC will put itself into Sleep mode. All drivers, voltage generation circuit and timing circuit will be halted to conserve power. When DC[2] is set to 1, UC1698u will first exit from Sleep mode, restore the power and then turn on COM drivers and SEG drivers. There is no other explicit user action or timing sequence required to enter or exit the Sleep mode.

DC[3] controls the gray shade modulation modes. UC1698u has two gray shade modulation modes: an On/Off mode and a 32-shade mode. The modulation curves are shown below. Horizontal axes are the gray shade data. The vertical axes are the ON-OFF ratio.



DC[4] Green Enhance Mode. Refer to command Set Color Mode for more information.

0b: Green Enhancing Mode enabled

1b: Green Enhancing Mode disabled

لازم به ذکر است که پس از فعال کردن LCD و پیش از فرستادن دیتا بر روی LCD یک تاخیر حداقل 15ms باید اعمال شود.

### ❖ رجیسترهای کنترلی WPP1, WPC1, WPP0, WPC0: این رجیسترها برای تعیین اندازه پنجره

LCD مورد استفاده قرار می گیرند. در واقع این چهار رجیستر مربوط به شروع و پایان سطر و ستون های LCD می باشند. مقادیر این رجیسترها با توجه به LCD مورد نظر ما که دارای ۸۰ سطر و ۳۲۰ ستون است، تعیین می شود. برای مقدار دهی به این رجیسترها، تعداد سطر و ستون منهای یک را در نظر می گیریم. دستورات ارسالی جهت مقدار دهی به این رجیسترها به صورت دوبایتی بوده و به صورت زیر می باشد.

**(30) SET WINDOW PROGRAM STARTING COLUMN ADDRESS**

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set WPC0 (Double-byte command)	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
	0	0	-	WPC0[6:0] register parameter						

This command is to program the starting column address of RAM program window.

**(31) SET WINDOW PROGRAM STARTING ROW ADDRESS**

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set WPP0 (Double-byte command)	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
	0	0	-	WPP0[7:0] register parameter						

This command is to program the starting row address of RAM program window.

**(32) SET WINDOW PROGRAM ENDING COLUMN ADDRESS**

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set WPC1 (Double-byte command)	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
	0	0	-	WPC1[6:0] register parameter						

This command is to program the ending column address of RAM program window.

**(33) SET WINDOW PROGRAM ENDING ROW ADDRESS**

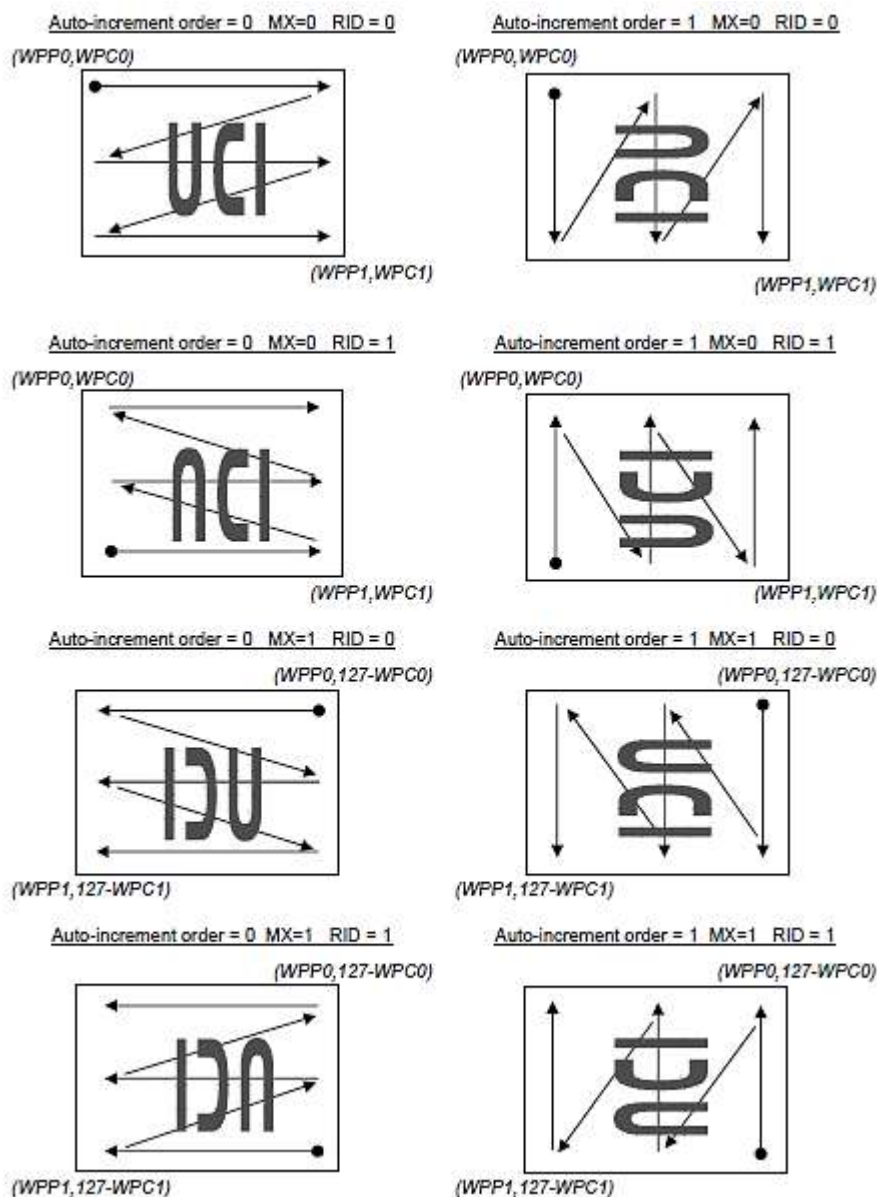
Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set WPP1 (Double-byte command)	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
	0	0	-	WPP1[7:0] register parameter						

This command is to program the ending row address of RAM program window.

نکته مهم در تعیین مقادیر این رجیسترها، به تفاوت تعداد سطر و ستون های LCD و IC درایور برمی گردد. در واقع IC درایور این LCD ۱۶۰ سطر و ۱۲۸ ستون را ساپورت می کند ولی از آنجا که درایور این LCD، رنگی و از نوع RGB می باشد در نتیجه تعداد  $128 * 3 = 384$  ستون تک پیکسلی را ساپورت می کند که از ستون های LCD (۳۲۰ ستون) بیشتر است. یکی دیگر از نکات مهم در نحوه دستور دادن سطر و ستون به LCD است که باید دقت کرد که با هر افزایش ستون، سه ردیف پیکسل افزایش می یابد که تصویر بالا مبنی بر حداکثر بودن مقدار ۱۲۷ (هفت بیتی بودن رجیستر WPC1) برای تعیین کردن نهایت مرز ستون های LCD تایید کننده مطلب فوق می باشد.

همچنین به دلیل متفاوت بودن تعداد سطر و ستون های LCD و IC درایور، یک تفاوت جزئی به صورت زیر در شروع سطر و ستون های LCD می باشد. شروع سطر LCD مطابق با IC درایور از سطر صفرم بوده ولی انتهای LCD سطر ۷۹ است. شروع ستون های LCD از ستون ۱۷، IC درایور بوده و با توجه به سه پیکسلی بودن هر ستون، انتهای آن ۱۲۳ می باشد. همچنین ستون صفرم LCD از ردیف دوم آغاز به کار می کند.

حال با توجه به مشخص بودن رجیسترهای کنترلی WPC0, WPC1, WPP0, WPP1 در نحوه تنظیم اندازه پنجره LCD، رجیستر کنترلی AC[2:0] به منظور کنترل کردن آدرس و رجیستر کنترلی LC[2:0] در تعیین LCD Mapping Control به منظور آینه کردن سطر و ستون ها، می توان تصاویر قابل نمایش را به هر شکل ممکن بر روی LCD فرستاده و مطابق اشکال زیر نشان داد.



❖ **رجیستر کنترلی RA[7:0] (Row Address):** از این رجیستر جهت آدرس دادن به مکان نما برای انتقال به سطر مورد نظر جهت روشن یا خاموش کردن پیکسل ها استفاده می شود. دستورات ارسالی این رجیستر به صورت دوبایتی و به شکل زیر می باشد. حداکثر مقداردهی به سطرها ۱۵۹ می باشد.



#### (9) SET ROW ADDRESS

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set Row Address LSB RA [3:0]	0	0	0	1	1	0	RA3	RA2	RA1	RA0
Set Row Address MSB RA [7:4]	0	0	0	1	1	1	RA7	RA6	RA5	RA4

Set SRAM row address for read/write access.

Possible value = 0~159

❖ **رجیستر کنترلی CA[6:0] (Column Address):** از این رجیستر جهت آدرس دادن به مکان نما برای انتقال به ستون مورد نظر جهت روشن یا خاموش کردن پیکسل ها استفاده می شود. دستورات ارسالی این رجیستر به صورت دوبایتی و به شکل زیر می باشد. باید دقت کرد که فعال کردن هر ستون به منزله روشن / خاموش شدن سه پیکسل می باشد. حداکثر مقدار دهی به ستون ها ۱۲۷ می باشد.

#### (4) SET COLUMN ADDRESS

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Set Column Address LSB CA[3:0]	0	0	0	0	0	0	CA3	CA2	CA1	CA0
Set Column Address MSB CA[7:4]	0	0	0	0	0	1	0	CA6	CA5	CA4

Set SRAM column address for read/write access. CA is counted in RGB triplets, not individual SEG electrode.

CA value range: 0~127

حال پس از تنظیم دستورات اولیه، باید به نحوه ارسال دیتا به منظور نمایش تصویر پرداخت. برای اینکار باید به این نکته توجه کرد که داده های ارسالی به صورت دوبایتی در یک RAM ۱۶ بیتی ذخیره می شوند. از این رو برای روشن کردن سه پیکسل در یک سطر و ستون، باید اقدام به ارسال دو بایت دیتا از طریق پروتکل SPI در رجیستر ارسال داده زیر کرد.

❖ **رجیستر داده Data To Display Memory:** از دستور ارسالی زیر به منظور ارسال دیتا جهت نمایش یک تصویر می توان بهره برد. لازم به ذکر است که قبل از ارسال داده به منظور تمایز داده و دستور باید پین CD به High Level تغییر پیدا کند.

#### (1) WRITE DATA TO DISPLAY MEMORY

Action	C/D	W/R	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Write data	1	0	8-bit data written to SRAM							

UC1698u will convert input RAM data to 16-bit of RGB data. Please refer to command *Set Color Mode* for detail of data-write sequence.



در نهایت با استفاده از دستورات ذکر شده در بالا و نحوه ارسال دو بایتی داده، می توان به Initialize کردن LCD و ارسال رشته ای از داده ها جهت نمایش یک تصویر پرداخت. به همین منظور صرفاً جهت نشان دادن راه اندازی صحیح LCD و ارسال دستورات و داده جهت نمایش تصویر، به ارسال مجموعه ای از داده ها با نمایش حرف I که مخفف Initialize می باشد، در وسط پنجره LCD اقدام و اکتفا می کنیم.

