

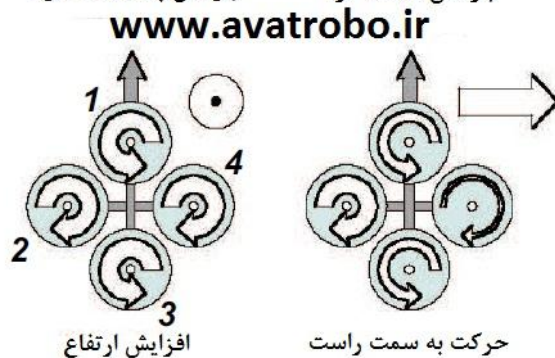
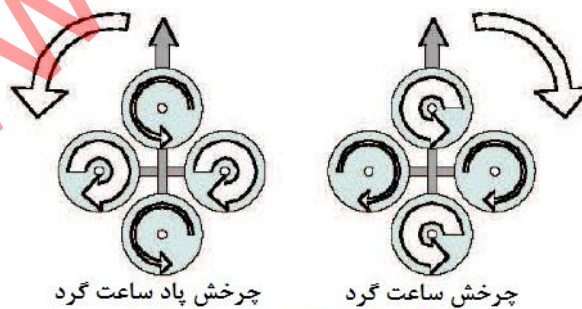
# به نام خدا

## معرفی قسمت های مختلف کوادروتور

### مکانیک پرواز:

کوادروتور یا کوادکوپتر یک ربات پرنده چهار ملخه می باشد که به دلیل پایداری بیشتر نسبت به پرنده هایی با تعداد ملخ کمتر مانند هلیکوپتر ها، علاقه مندان بیشتری دارد.

همان طور که در تصویر زیر می بینید کنترل این عمود پرواز بر طرف دار از طریق تغییر دور موتور صورت می گیرد و جهت موتور ها به هیچ وجه تغییر نمی کند (البته نمونه هایی هم هست که جهت موتور ها عوض می شود اما تعداد آن ها در جهان بسیار کم است). این عمود پرواز ها عموماً در دو شکل پلاس و ضربدر موجود هستند (همانند شکل زیر).



همان طور که در شکل بالا می بینید در مدل پلاس کوادروتور، وقتی پرنده قصد انجام مانور پاد ساعت گرد را دارد دو ملخ که در جهت ساعت گرد می چرخند سرعتشان افزایش می یابد و دو ملخ دیگر به همان نسبت سرعتشان کم می شود؛ در این صورت بدون تغییر ارتفاع نیروی عکس العمل باعث چرخش پاد ساعت گرد می شود. چرخش ساعت گرد برعکس چرخش پاد ساعت گرد می باشد. هنگام افزایش ارتفاع، هر چهار موتور به یک نسبت سرعتشان افزایش می یابد. برای حرکت به سمت راست، دو موتور عقب و جلو سرعتشان ثابت می ماند، موتور سمت راست سرعتش کم شده و موتور سمت چپ به همان نسبت سرعتش زیاد می شود در این حالت پرنده به سمت راست کج شده و بدون کاهش ارتفاع به سمت راست حرکت خواهد کرد. توضیح بقیه حرکات مانند همین موارد توضیح داده شده و یا ترکیب چند مورد با هم می باشد.

اگر بخواهیم کوادروتور ها را با بالگرد و هواپیما مقایسه کنیم، اولین وجه تمایزی که کاربرد کوادروتور ها را متمایز می سازد، پایداری بسیار زیاد و همچنین قدرت مانور آن می باشد. البته هر کدام از آن ها کاربرد های خاص خود را دارند و نمی توان مدلی را برتر از مدل دیگر دانست. عموماً هواپیما ها با سرعت بیشتری پرواز می کنند و نیاز به زمینی صاف به مسافت طولانی جهت نشست و برخاست دارند ولی در مقابل، کوادروتور ها و هلیکوپتر ها عمود پرواز بوده و برای نشست و برخاست نیاز به زمین زیادی ندارند اما سرعتشان نسبت به هواپیما مقدار کمتری است.

## قطعات:

کوادروتور از قسمت های مختلفی تشکیل شده است که به شرح زیر می باشد:

- موتور
- باتری
- راه انداز موتور (اسپید کنترلر)
- کنترلر پرواز (فلایت کنترلر) و یا اتوپایلوت
- رادیوکنترل (شامل فرستنده و گیرنده)

## موتور:

در ربات های پرنده به خصوص کوادروتور ها برای ایجاد نیروی پیشرانش، از موتور های براشلس استفاده می کنند. همان طور که از نام این موتور ها پیدا است، این موتور ها براش یا همان جاروبک را ندارند. همین ویژگی باعث شده که دو برتری مهم نسبت به موتور های معمولی داشته باشند و آن هم یکی زیاد بودن نسبت توان تولیدی به وزن موتور زیاد است و تلفات موتور کمتر می باشد و دیگر این که نسبت به موتور های معمولی (موتور های براش) نیاز به مراقبت و نگهداری کمتری دارند. از لحاظ ظاهری تفاوت اصلی این موتور ها با موتور های DC معمولی، دارا بودن سه سیم می باشد.



هنگام انتخاب یک موتور براشلس برای ربات پرنده خود باید به دیتاشیت (برگه اطلاعات) آن موتور مراجعه کنید. به جدول های زیر که مربوط به موتور BL2215 می باشد توجه کنید:

| Specification                    |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| No. Of cells                     | 2-3x Li-Poly       |
| RPM/V                            | 950/1200           |
| Max. efficiency                  | 82%                |
| Max. efficiency current          | 14 - 24.5A (>75%)  |
| No load current / 10 V           | 0,5 A              |
| Current capacity                 | 2215/25 16.5 A/60s |
|                                  | 2215/20 24.5 A/60s |
| Internal Resistance              | 275 mohm           |
| Stator dimensions                | 22x15 mm           |
| External dimensions              | 28.5x32.4 mm       |
| Shaft diameter                   | 3 mm               |
| Weight                           | 59 g/2.08oz.       |
| Recomended model w eight         | 2215/25 500-800g   |
|                                  | 2215/20 600-1000g  |
| Recomended prop w ithout gearbox | 9*4.7 10*4.7 10*5  |

| Model     | Voltage | Propeller    | RPM  | Max Current | Max Trust |
|-----------|---------|--------------|------|-------------|-----------|
| BL2215/25 | 12.0V   | 10X5(Thin)   | 8180 | 14A         | 850g      |
| BL2215/25 | 12.0V   | 11X7(Thin)   | 6280 | 18A         | 905g      |
| BL2215/25 | 12.0V   | 1047GWS      | 7200 | 16.5A       | 930g      |
| BL2215/25 | 12.0V   | 10X4.7(SLOW) | 7250 | 16.5A       | 950g      |
| BL2215/25 | 12.0V   | 1060GWS      | 7800 | 15A         | 850g      |
| BL2215/25 | 12.0V   | 9X4.7(SLOW)  | 8750 | 12A         | 810g      |

پارامتر های مهمی که باید به آن توجه کنید، یکی وزن موتور می باشد که برای این موتور 59 گرم ذکر شده است. دیگری میزان تراست(نیروی پیشرانش تولیدی) موتور است که برای این موتور در مدل 25 آن بین 500 تا 800 گرم ذکر شده است. برای انتخاب موتور با تراست مناسب، شما باید وزن کل پرنده خود را تخمین بزنید و تقسیم بر 4 کنید( به خاطر وجود 4 موتور در کوادروتور)، عدد به دست آمده باید کمتر از مقدار تراست موتور باشد تا موتور ها بتوانند پرنده را از جای خود بلند کنند. حال اگر پرنده ای با قابلیت مانور بالا می خواهید باید اختلاف مجموع تراست موتور ها با وزن پرنده زیاد باشد.

پارامتر دیگری که باید به آن توجه کنید، تعداد سل (cell) های باتری مناسب برای موتور می باشد. به سطر اول جدول اول نگاه کنید، نوشته 2-3 سل؛ این یعنی باتری انتخابی شما برای پرنده باید 2 سل و یا 3 سل باشد.

به سطر های جدول دوم نگاهی بیندازید. به عنوان مثال از سطر اول جدول می توان این برداشت را کرد که اگر به موتور خود ولتاژ 12 ولت را بدهیم با یک ملخ 5\*10، حداکثر جریان کشیده شده از باتری 14 آمپر بوده و تراستی که موتور ایجاد می کند 850 گرم خواهد بود.

## باتری:

در کوادروتور ها منبع انرژی باتری می باشد. باتری انتخابی برای این ربات ها، باتری لیتیوم پلیمر می باشد. دلیل این انتخاب بیشتر به خاطر دو ویژگی است. یک نسبت توان به وزن باتری زیاد است و دو، جریان دهی بسیار بالایی دارد.



اولین پارامتری که باید در انتخاب باتری توجه کرد، ولتاژ باتری است که باید مناسب برای موتور باشد. موتوری که در بالا به آن اشاره شد(BL2215) نیازمند یک باتری دو سل یا سه سل است. هر سل معادل 3.7 ولت می باشد پس دو سل یعنی یک باتری 7.4 ولتی و سه سل یعنی یک باتری 11.1 ولتی.

پارامتر بعدی که باید به آن توجه کرد، آمپر ساعت باتری می باشد. باتری بالا یک باتری 5000 میلی آمپر ساعت است. این یعنی اگر آمپر کشی از باتری 5000 میلی آمپر(5 آمپر) باشد، باتری در مدت زمان یک ساعت تخلیه می شود. حال باید توجه کرد که

ما چه میزان زمان پرواز نیاز داریم و با توجه به آمپر کشی موتور ها، باتری خود را انتخاب کنیم. اگر موتور های ما در مجموع 40 آمپر جریان بکشند این یعنی باتری 5 آمپر ساعتی ما در حدود 7.5 دقیقه خالی خواهد شد. این عدد به روش زیر به دست آمده: 5 آمپر (ظرفیت باتری) را بر 40 آمپر (جریان کشی موتور ها) تقسیم می کنیم که عدد 0.125 به دست می آید. این عدد را در 60 دقیقه ضرب می کنیم که عدد 7.5 به دست می آید.

پارامتر مهم بعدی، پارامتر C باتری است. باتری که عکس آن را در بالا مشاهده می کنید یک باتری 25C است. این یعنی  $5000mAh * 25 = 125A$ . ماکزیمم جریان دهی باتری 125 آمپر خواهد بود که این عدد باید از مجموع جریان کشی موتور ها بیشتر باشد، در غیر این صورت باتری شما آسیب خواهد دید.

### اسپیدکنترلر:

این وسیله، یک رابط میان موتور، باتری و کنترلر ربات (فلایت کنترلر و یا اتوپایلوت) می باشد. در ادامه همین مقاله نحوه اتصال ها را خواهیم گفت.



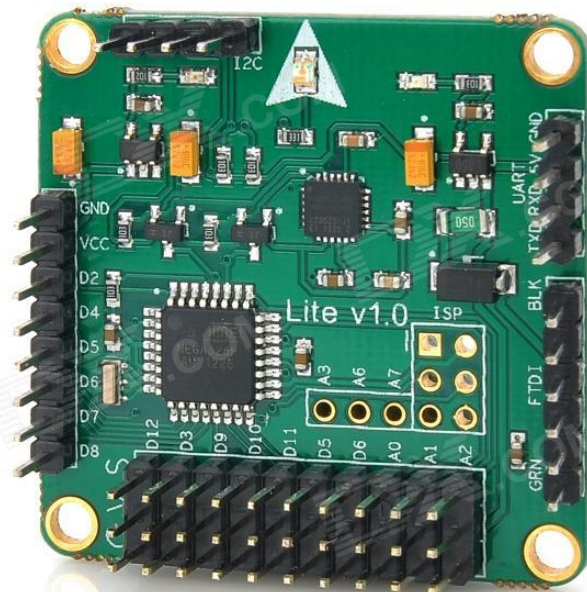
پارامتر های مهم این وسیله که باید به هنگام خرید به آن ها توجه کرد، ولتاژ کاری و توانایی عبور جریان آن می باشد. اسپیدکنترلر بالا توانایی عبور جریان 60 آمپر را دارد و محدوده ولتاژ کاری آن بین 5.6 ولت تا 23 ولت است.

### فلایت کنترلر:

فلایت کنترلر یا همان کنترل کننده پرواز وسیله ای است که حتما باید در کوادروتور ها باشد در صورتی که در هواپیما این اجبار وجود ندارد. این وسیله وظیفه حفظ تعادل ربات را دارد. بر روی فلایت کنترلر ها یک سنسور سه محوره جایروسکوپ (اندازه گیری شتاب زاویه ای) و یک سنسور شتاب سنچ (اندازه گیری شتاب خطی) وجود دارد.

این وسیله واسط بین گیرنده و اسپید کنترلر می باشد ، که در ادامه همین مقاله اتصال های آن را توضیح می دهم.

در خیلی از مواقع که نیاز به کیفیت بالاتری است و می خواهیم امکانات دیگری همچون گرفتن مختصات پرنده، ارسال اطلاعات پرواز بر روی تصویر ارسالی از پرنده و .... را به پرنده اضافه کنیم؛ به جای استفاده از فلایت کنترلر ها از اتوپایلوت ها استفاده می شود.

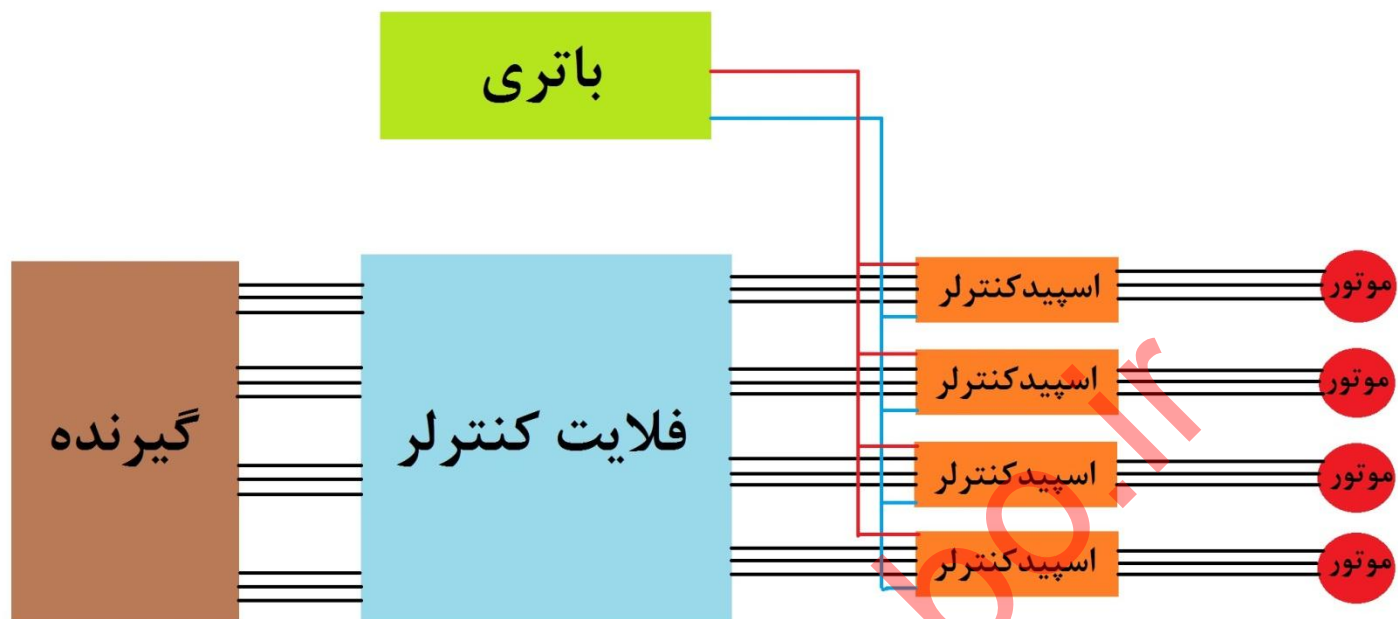


## رادیو کنترل:

معمولا به هنگام خرید رادیو کنترل، در بسته بندی آن یک گیرنده نیز وجود دارد در غیر این صورت باید گیرنده را جداگانه خریداری کنید. اساس عملکرد این دو به این صورت می باشد که رادیو کنترل در دست شما قرار دارد و توسط اهرم های موجود بر روی آن، فرمان های بالا و پایین، عقب و جلو، چپ و راست و گردش حول محور عمودی را ارسال می کنید. در طرف دیگر، گیرنده ای که بر روی پرنده قرار دارد این فرمان ها را دریافت می کند و به برد فلایت کنترل می فرستد. فلایت کنترل با دریافت این سیگنال ها و بررسی داده های سنسور های خود، سیگنال مناسب را به اسپیدکنترلر می فرستد و اسپیدکنترلر نیز سیگنال مناسب را به موتور برای کنترل دور آن ارسال می کند.



## نحوه اتصال های قطعات:



[www.avatrobe.ir](http://www.avatrobe.ir)

همان طور که در تصویر بالا مشاهده می کنید، اسپیدکنترلر توسط سه سیم به موتور وصل می شود. این سه سیم در موتور به سیم پیچ ها متصل هستند. اسپید کنترلر ولتاژ باتری را طبق یک الگوریتم خاص (این الگوریتم در پردازنده اسپید کنترلر قرار دارد) به موتور اعمال می کند.

در طرف دیگر اسپید کنترلر می بینید که هر اسپید کنترلر یک سیم منفی و یک سیم مثبت دارد که به باتری متصل می شود و از این طریق ولتاژ و جریان موتور تأمین می شود.

علاوه بر این سیم ها همان طور که در تصویر می بینید؛ سه سیم دیگر از اسپید کنترلر به فلایت کنترلر متصل هستند. این سه سیم،  $VCC$  (5 ولت) و  $GND$  (0 ولت یا همان زمین مدار) و سیگنال PWM هستند. توسط سیگنال PWM که از فلایت کنترلر به اسپیدکنترلر می رود می توان سرعت موتور ها را کنترل کرد (از طریق تغییر پهنای پالس سیگنال).

اتصالات دیگری را نیز می بینید که بین گیرنده و فلایت کنترلر وجود دارند. هر کدام از این دسته های سه سیمه که بین گیرنده و فلایت کنترلر هستند، شامل  $VCC$  و  $GND$  و سیگنال PWM هستند. این دسته سیم ها فرمان های دریافتی از رادیوکنترل را به برد فلایت کنترلر می دهند. هر کدام از این دسته ها دستور مجزایی را به فلایت کنترلر می دهند که یک دسته برای حرکت بالا و پایین پرنده، یک دسته برای حرکت جلو و عقب، دسته دیگر برای حرکت چپ و راست و آخرین دسته برای حرکت گردش حول محور عمودی می باشد.

موفق باشید

[www.avatrobe.ir](http://www.avatrobe.ir)

نویسنده: آرش روشنی