



**CLEAN  
ENERGY**



# انرژی‌های نو چیه؟

جلسه سوم



# چند پرسش مهم

## 01 چیستی؟

انرژی‌های نو چی هستند؟

## 02 چرایی؟

چرا ما باید راجع بهشون یاد بگیریم؟

## 03 چگونگی؟

چجوری باید ازشون استفاده کنیم؟



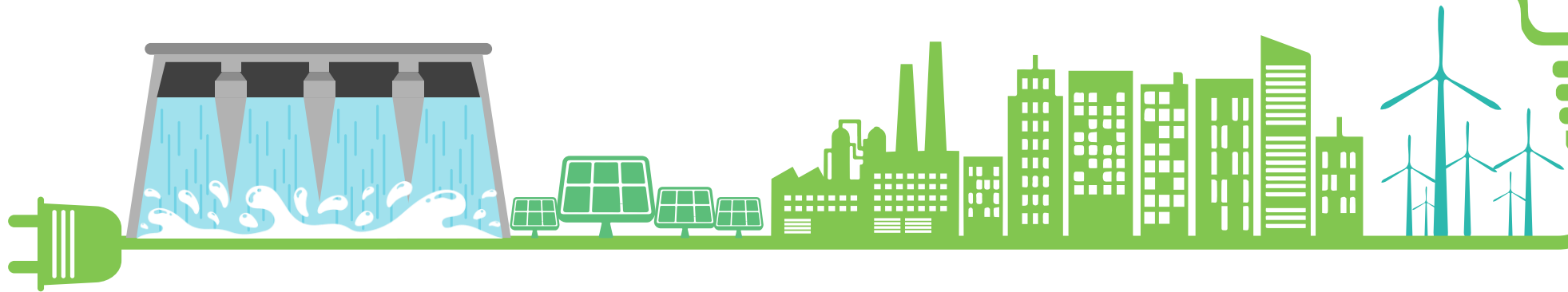
## داستان انرژی



# و امروز . . .



انسان انواع متفاوتی از اشکال انرژی رو میشناسه، کنترل میکنه و به کار میگیره.



# اما آینده چی؟

آلودگی روز به روز بیشتر می شود.  
دنیای ما در حال آلوده شدن است و گونه های زنده زیادی در خطر هستند.

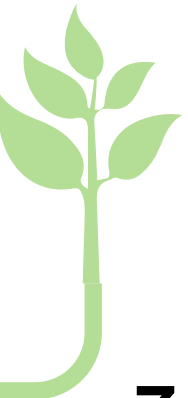
گرما داره ترسناک همیشه  
گرمايش زمين يه حقيقته و باعث نابودی  
خیلی از شهرها، زمین ها و اکوسیستم ها  
می شود.

تصیور آینده ترسناکی در راه  
آینده بشر ترسناکه آگه فکری برای این  
شرایط نکنیم.



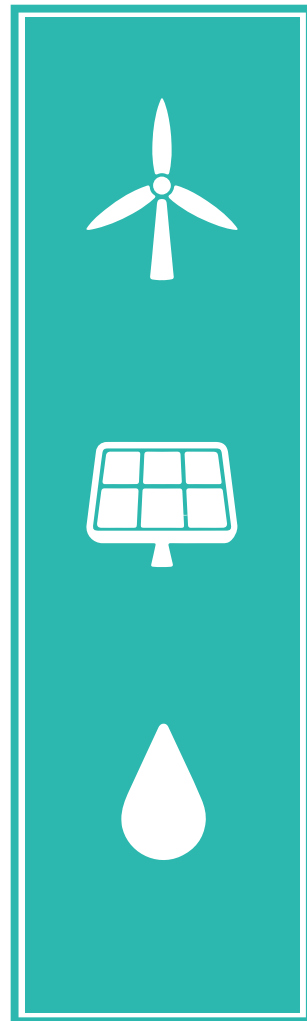
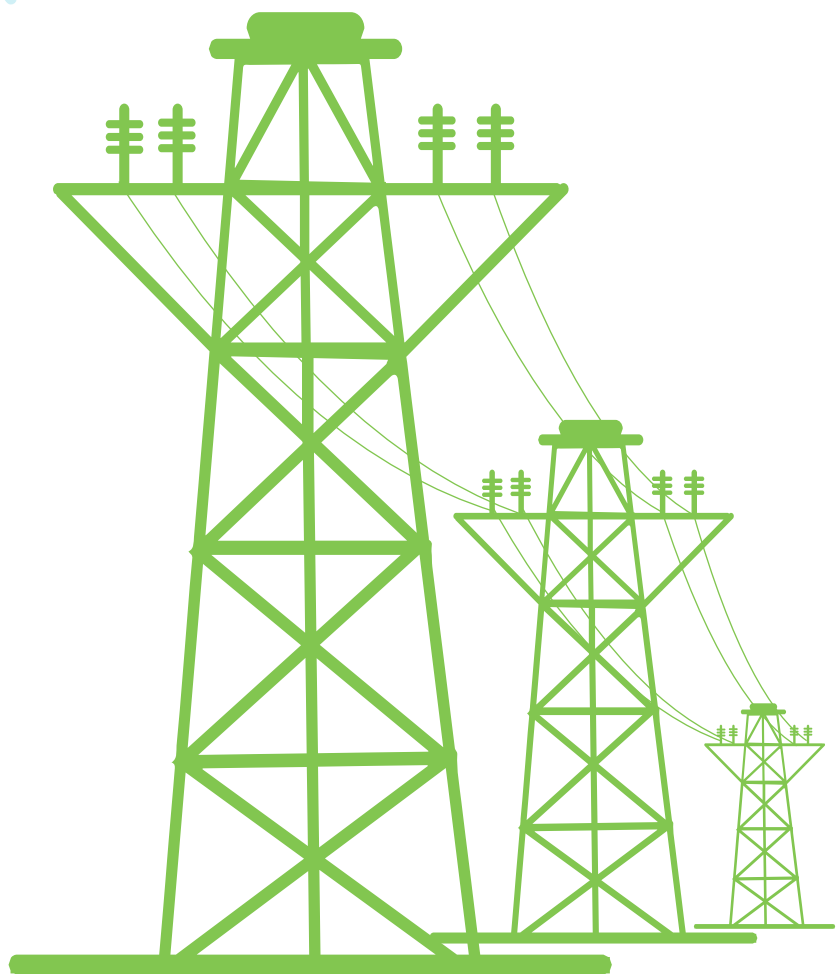
منابع انرژی رو به اتمام  
سوخت های فسیلی اصلی ترین منبع  
انرژی ما رو به اتمام هستند.

وقت زیادی باقی نمونه  
سیستم های انرژی امروزی پاسخگوی  
جهان پر جمعیت ما نیستند .



# قهرمانان وارد میشوند.

انرژی های نو راه نجات آینده



**00%**

آلاینده‌گی پایین  
کمترین آلاینده‌گی و گرمایش زمین

**80%**

بالاترین بازدهی ممکن  
بازدهی بسیار بالا نسبت به تکنولوژی های قدیمی

**100%**

اصلی ترین جواب آینده  
تنها راه ساخت آینده بشر حرکت به سوی  
تکنولوژی های جدید انرژی می باشد



# آیا منابع اصلی انرژی سبز را می‌شناسید؟



## جریان‌ات درون جو

جریان هوا با انواع شکل بادهای زمین  
مانند جریان جت فوقانی  
بادهای میانی  
بادهای سطحی  
و طوفان‌ها حاوی انرژی باور  
نکردنی هستند.



## زمین سیاره آبی

۷۰ درصد زمین را آب پوشانده  
که دارای انواع اشکال حرکت و  
انرژی هستند.  
مانند موج‌ها رودخانه‌ها و  
جریان‌ات اقیانوسی



## یک منبع انرژی تمام نشدنی

مقدار انرژی تابشی خورشید  
فراتر از تصور بشر است که تا  
زمین برجاست و حیات دارد  
می‌توان از آن بهره برد.

# خیلی قدیمی خیلی جدید...!!!

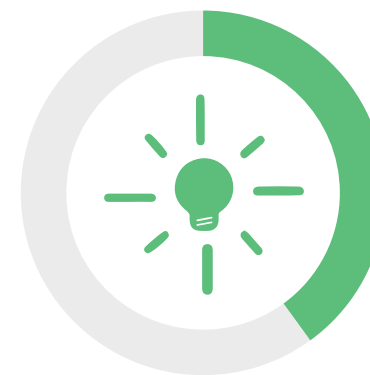
## طبیعت بسار جلو تر از ما

میلیاردها سال است که درختان بهترین سیستم تبدیل انرژی جهان هستند که با نور خورشید کار می کنند. و جانوران با سیستم های تبدیل شیمیایی!! با بازدهی چشم گیر عمل میکنند حشرات و باکتری ها قوی ترین سیستم های بازیافت جهان به شمار می روند.



## حال و آینده

ژنراتورهای بیومس  
پنل های خورشیدی  
توربین بادی  
نیروگاه های حرارتی زمین گرمایی  
نیروگاه های حرارتی خورشیدی



# کی دوست داره بیشتر بدونه؟

دوست دارین بدونین این  
سیستمها جذاب چجوری کار  
میکنن؟



## کی دوست داره آینده رو بسازه؟

کلید آینده جهان انرژی و هر کسی این کلید توی دستش باشه همه چیز رو خواهد داشت ، پول ، شهرت ، اعتبار ، قدرت و...

کسی هست که نخواد آینده بهتری داشته باشه؟؟؟ ملتی هست که اقتدار و پیشرفت نخواد؟ این مسابقه همین الانشم شروع شده نباید جا بمونیم!

# چجوری همیشه متخصص انرژی نو شد؟



## انرژی‌های نو در راه رشد سیستم‌های امروزی در حال پیشرفت هستند اما همچنان چالش‌های زیادی دارند.

### هزینه‌های بالا

ساخت سیستم‌های مدرن هزینه بسیار بالایی دارد که باید کاهش پیدا کند.



### توان پایین

سیستم‌های موجود توان کمی دارند و میزان انرژی تولیدی آن‌ها پایین می‌باشد.



### وابستگی به زمان و اقلیم

این سیستم‌ها به صورت تمام وقت نمی‌توانند کار کنند مانند سیستم‌های خورشیدی که وابسته به روز هستند.



### آلاینده‌گی جانبی

برای تولید و ساخت برخی از این سیستم‌ها نیازمند مواد خطرناک هستیم که آلاینده‌گی جانبی دارند.



انرژی سبز هست اما.....



# ایران و انرژی های سبز

یک موضوع مهم برای تمام کشورها

با توجه به اهمیت موضوع کشور ما نیز بیکار ننشسته است



به جهت توسعه و استعدادیابی در این زمینه علاوه بر تحقیقات صنعتی و دانشگاهی، تعداد زیادی مسابقات و جشنواره ملی دانش آموزی و دانشجویی در زمینه انرژی های سبز برگزار می گردد

مسابقات تبیان  
مسابقات دانشگاه شریف  
مسابقات دانشگاه امیرکبیر  
شانس بالای طرح های انرژی در مسابقات خوارزمی



این داستان ادامه دارد



**CLEAN  
ENERGY**





این قسمت: (باد)

# چند پرسش مهم

## 01 چرا اول باد؟

چون قرار توربین بادی بسازیم!

## 02 چرا توربین بادی؟

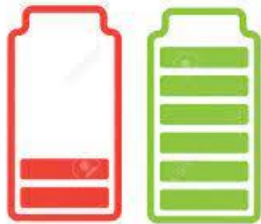
چون تکنولوژی در دسترس تری داره و برای درک مطلب ساده تره و همچنین اجزای مشابه سیستم های آبی هم داره .

## 03 فقط توربین بادی یاد می گیریم؟

نه روی همه اشکال انرژی های سبز کار می کنیم.

# روش یادگیریمون یادتون هست؟

پس اول باید  
بفهمیم باد چیه



منابع رو بشناسیم  
۰۱

روش‌های ذخیره  
و انتقالو بشناسیم  
۰۳

ایده بدیم و  
آینده رو بسازیم  
۰۵

سیستم‌های موجود  
رو بشناسیم  
۰۲

شرایط و امکانات  
رو بسنجیم  
۰۴



# یک دوست قدیمی باد یک منبع انرژی قدرتمند.

باد یکی از منابع انرژی سبز می باشد که از دیرباز با ما همراه است. کشتی های بادبانی و آسیاب های بادی نماد این همراهی کهن هستند.

## باید چه بدانیم؟

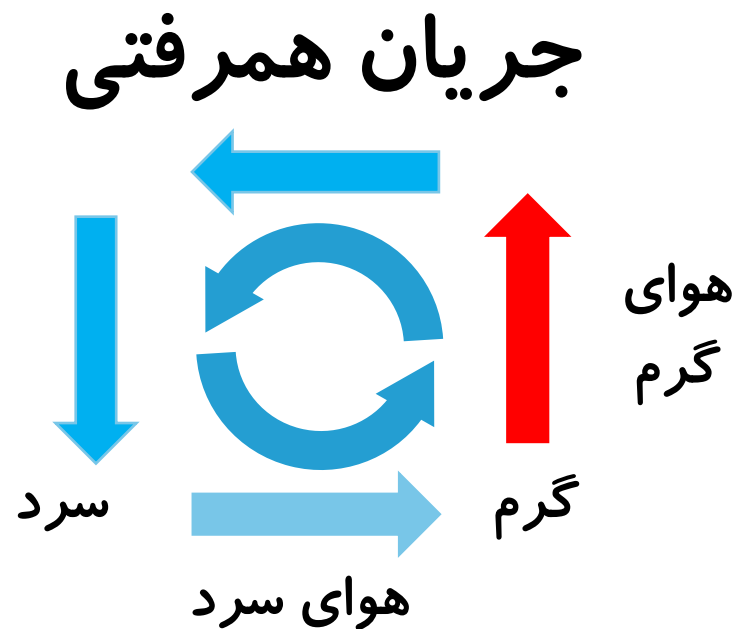
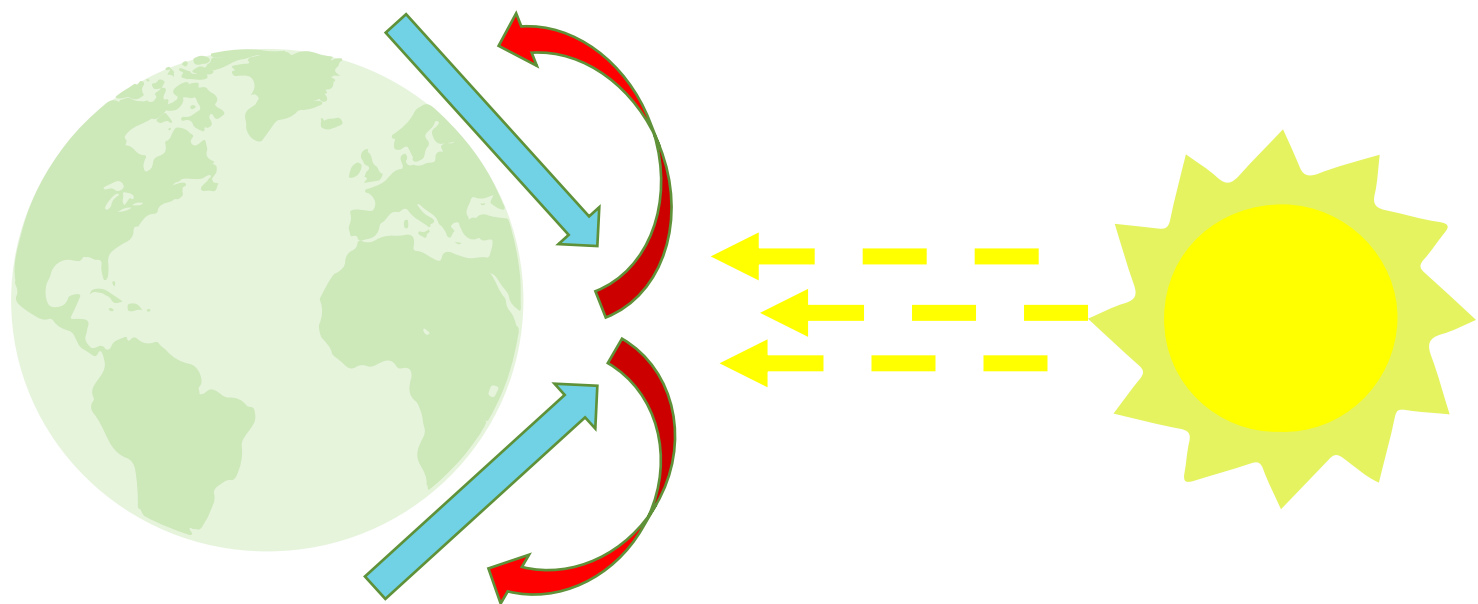
01 چجوری به وجود میاد؟

02 چند نوع باد داریم؟

03 چجوری میشه ازش انرژی گرفت؟

# باد شکل جالبی از انرژی خورشیدی

بادها را جریان همرفتی به جود آمده توسط خورشید و گردش زمین به وجود می‌آورد.



# انواع باد



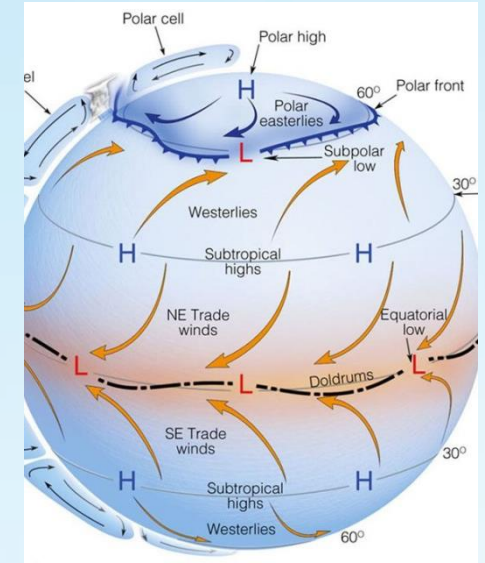
## بادهای فوقانی جریان جت استیریم

جریان باد ثابت  
دائمی و بدون نوسان  
سرعت تا ۳۰۰ کیلومتر بر  
ساعت  
ارتفاع بالا و دور از دسترس  
بدون تخریب



## طوفان و تورنادو جریان‌های گردابی بزرگ

جریان نامتعارف  
فصلی و بدون زمان، غیر قابل  
پیش‌بینی،  
سرعت ۹۰ تا ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت  
مخرب و غیر قابل کنترل  
در سطح



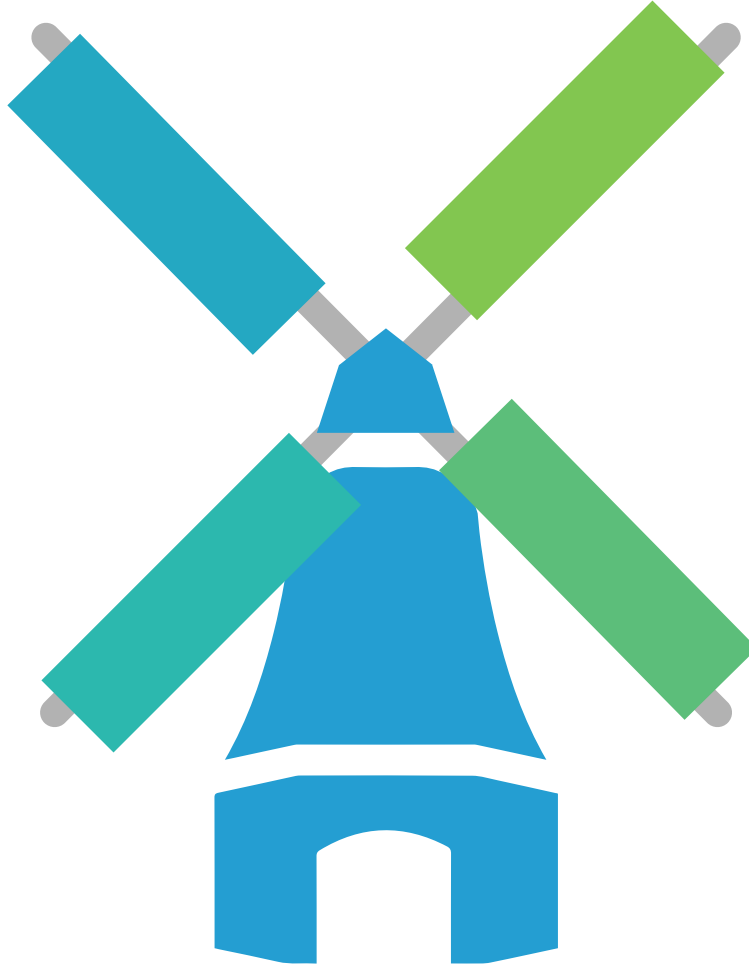
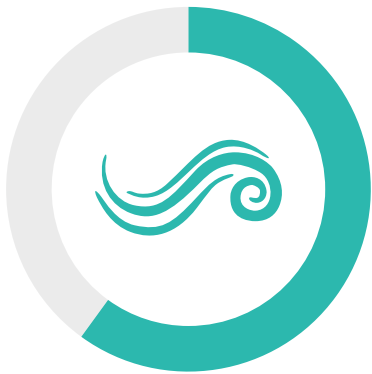
## باد های سطحی باد معمولی

جریان باد روزانه  
وابسته به فصل  
سرعت ۰ تا ۷۰ کیلومتر بر  
ساعت  
آرام، قابل کنترل و بدون  
تخریب  
نزدیک سطح و در دسترس

# مقدار انرژی و روش استخراج آن

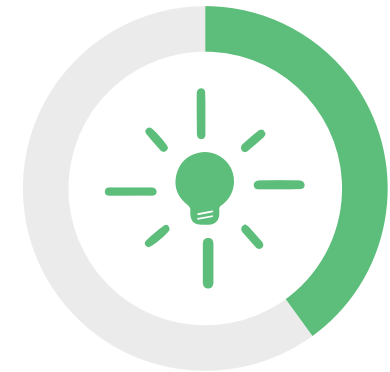
## میزان انرژی باد

میزان انرژی جذب شده از باد وابسته به سرعت جریان باد و ابعاد مانع ایجاد شده بر سر راه باد می‌باشد، که با توجه به این دو پارامتر می‌تواند از بسیار کم در حد حرکت آرام یک قاصدک تا بسیار زیاد در حرکت دادن یک کشتی بزرگ و یا نابود کردن ساختمان‌ها باشد.



## باد داری انرژی جنبشی می‌باشد

با استفاده از قرار دادن یک مانع سر راه جریان باد و جلوگیری از جریان و یا تغییر جهت آن میتوان انرژی جنبشی باد را طبق قانون سوم نیوتون استخراج کرد.

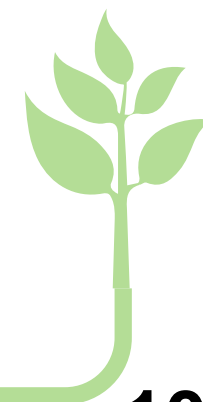
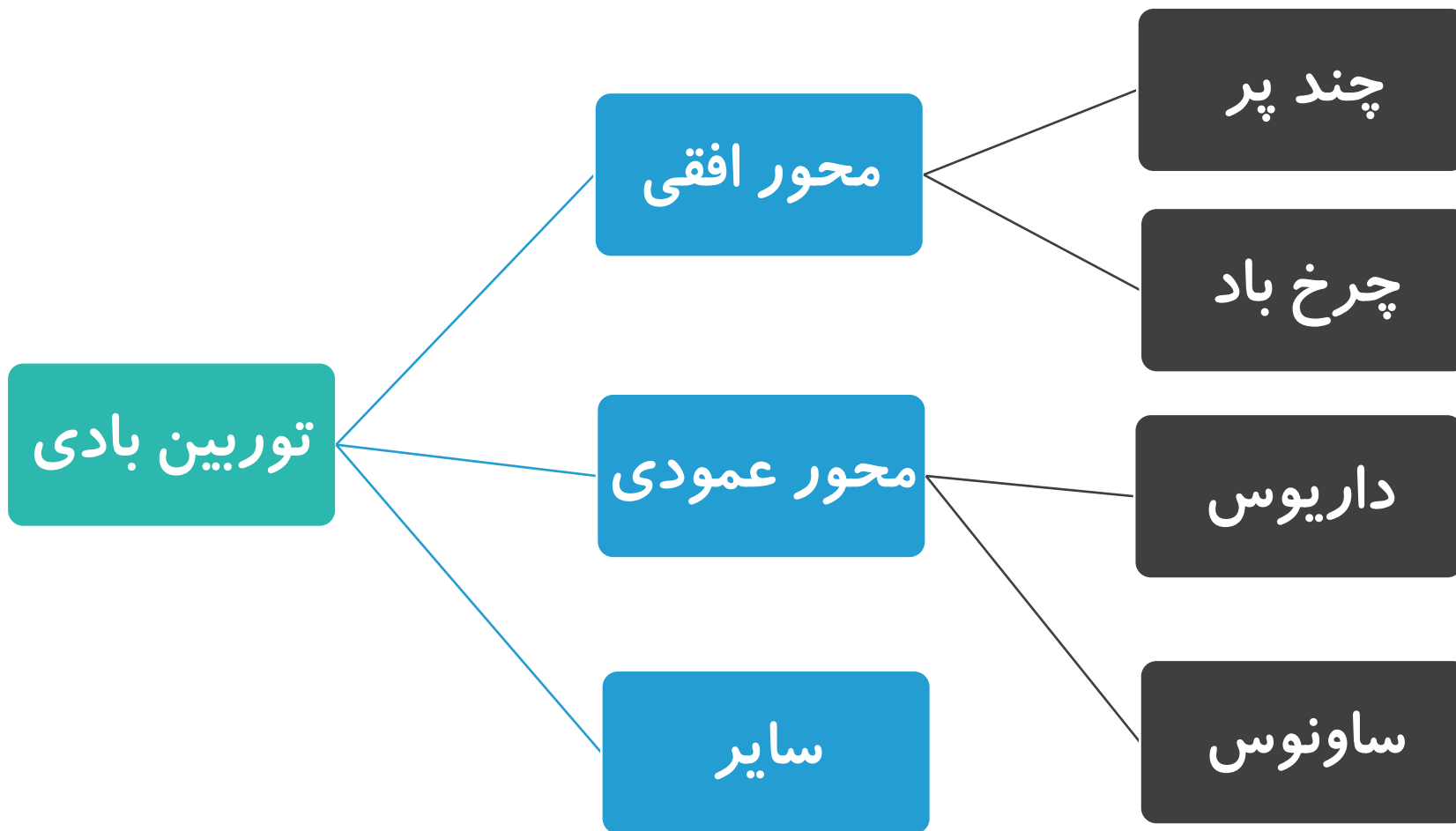


# بازم بریم سراغ نقشه یادگیری





# انواع توربین بادی



# توربین بادی محور افقی معمولی



قابلیت اجرا در تمامی ابعاد  
بازدهی بیشتر در ابعاد بزرگ

نیازمند پایه بلند باریک و مستحکم  
نیازمند محیط باز

نیازمند جریان باد زیاد  
دارای توان بالا

ساختار پیچیده



وابسته به جهت جریان



# تور بین بادی محور افقی چرخ باد

تلمبه آب مزرعه



ابعاد اجرایی کوچک با پایه‌ی بلند



نیازمند ارتفاع ۱۰ متری و محیط باز



جریان باد متوسط با توان کم  
(سرعت بالا و قدرت کم)



وابستگی کمتر به جهت باد



ساختار ساده‌تر



# توربین بادی داروویس

ساختار متوسط



ابعاد متوسط و کوچک در اشکال متنوع



پایه کوتاه و محیط محدودتر



جریان باد متوسط توان متوسط



به جهت جریان وابسته نیست



# توربین بادی ساونوس

05 ساختار بسیار ساده



01 ابعاد کوچک و اشکال متنوع

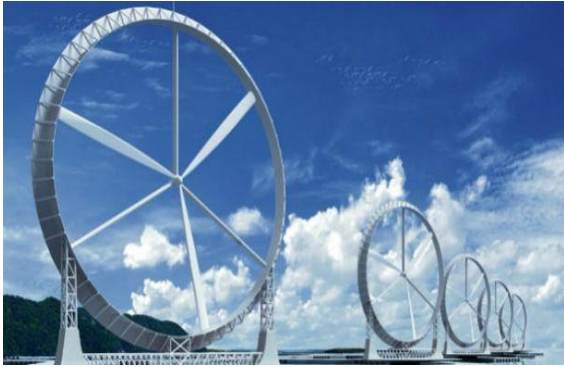
02 قابل اجرا در محیط های محدود

03 جریان باد ملایم، بازدهی خوب، توان کم

04 به جهت باد وابسته نمی باشد

یک یادگاری از ایران باستان

# انواع متفاوت توربین بادی



توربین دروازه‌ای



داکت فن



توربین برج بادگیر



توربین بادی ارتعاشی



توربین بادی پرنده چرخ باد  
مناسب جریان‌های میانی



توربین بادی پرنده جت  
استیریم





## این داستان ادامه دارد...

قسمت بعد توربین بادی محور افقی از نزدیک.



**CLEAN  
ENERGY**





این قسمت: چرخش پره‌های بزرگ



# در این قسمت

## 01 توربین بادی از نزدیک

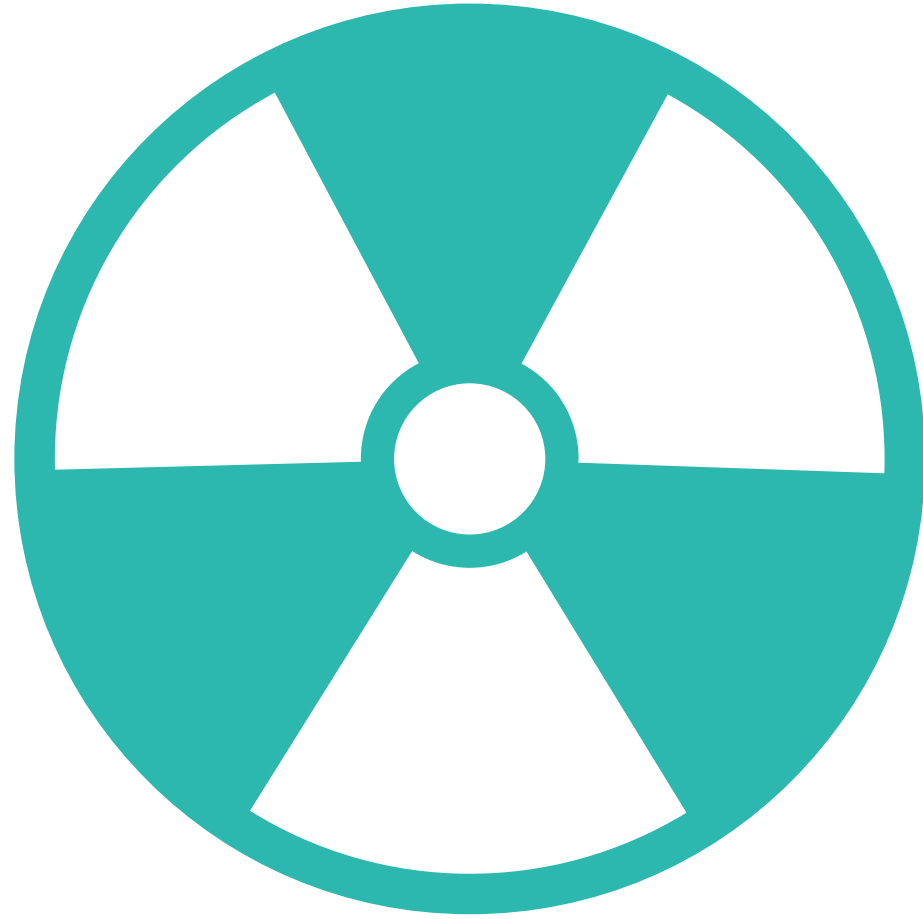
میدونید توربین بادی چه بخش‌هایی داره؟

## 02 عملکرد توربین بادی

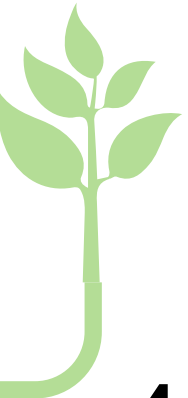
باد میخوره و میچرخه به همین سادگی!

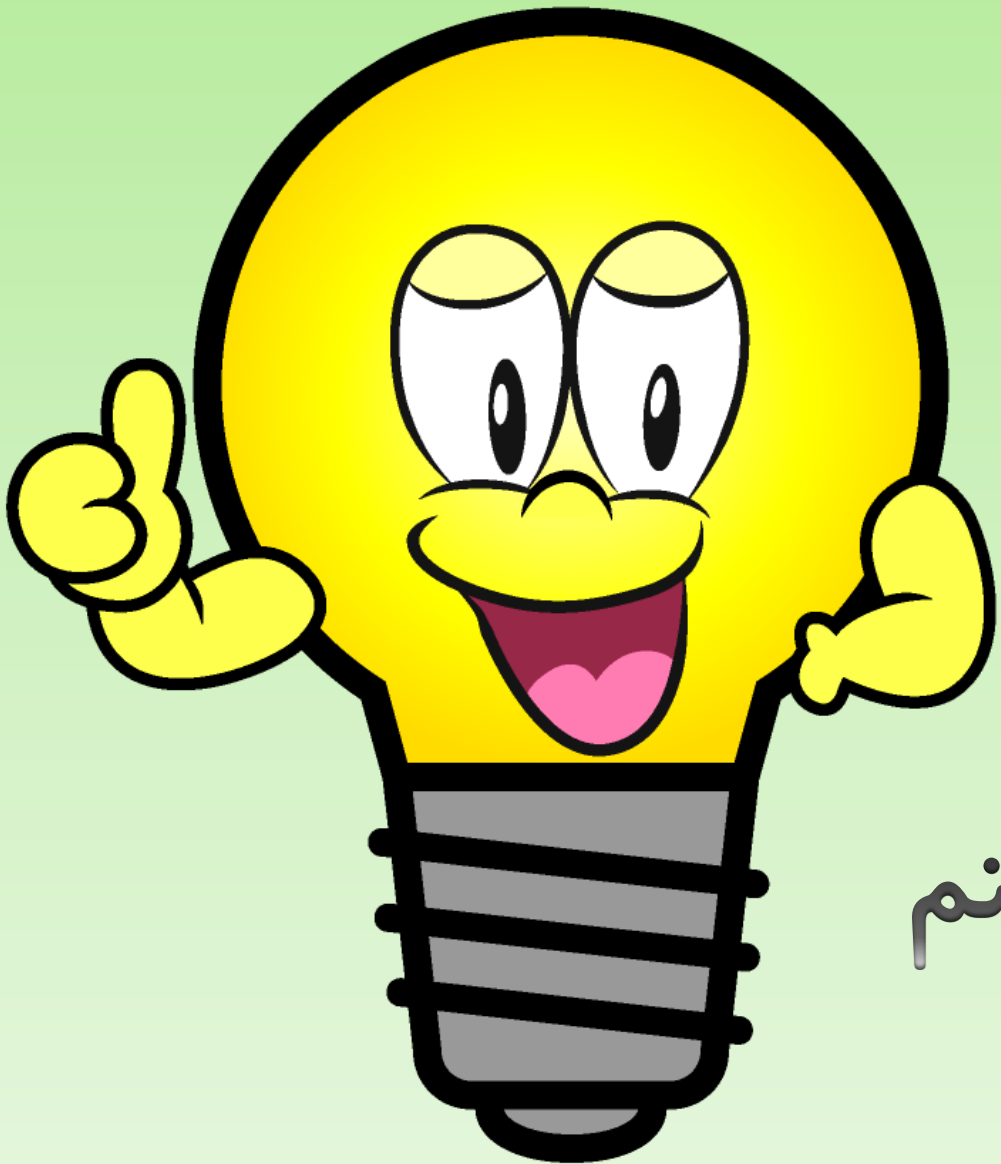
## 03 ابعاد و اندازه‌ها

تصوری از اندازه یه توربین بادی دارین؟



یه خبر مهم





این لایت یکی از آخرین لامپ‌های رشته‌ایه. اون انرژی‌های جدید رو دوست داره. لایت اومده سر کلاس ما تا راجع به انرژی‌های سبز یاد بگیره. از امروز لایت عضو کلاس ماست.

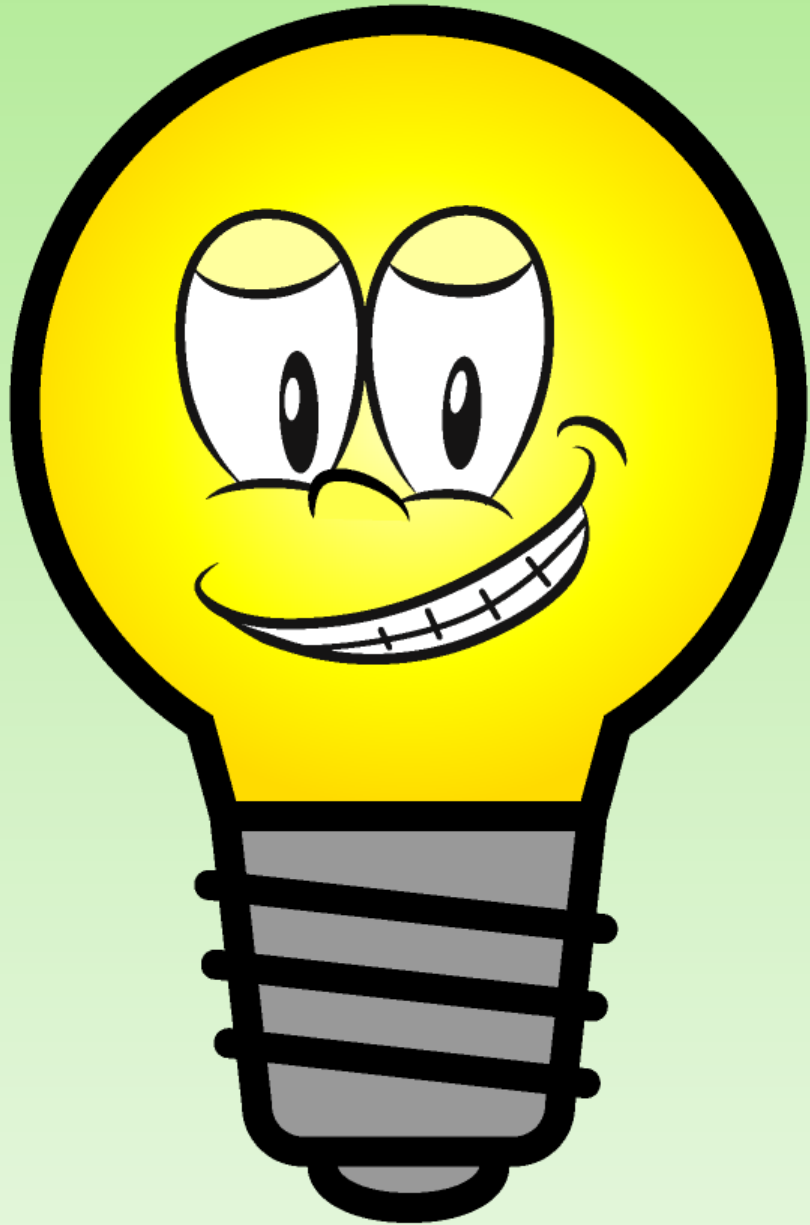
سلام همگی خوشبختم

بریم سر درسمون...

# و اما توربین‌های بادی محور افقی

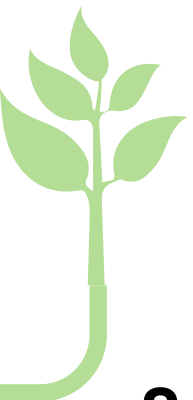
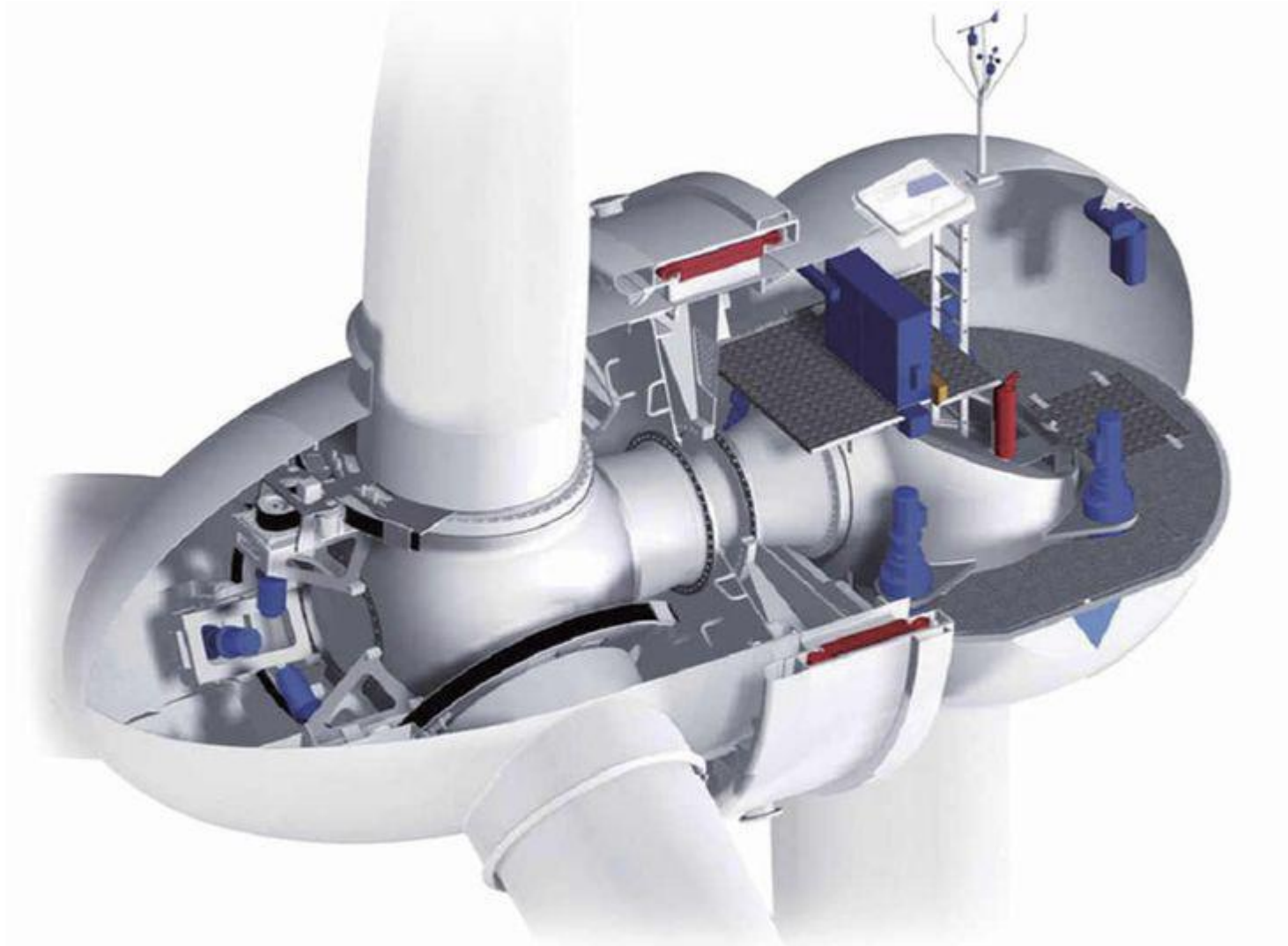
انقدر معروف هستن که وقتی می‌گیم توربین بادی معمولا این شکل  
در ذهن مردم تداعی میشه

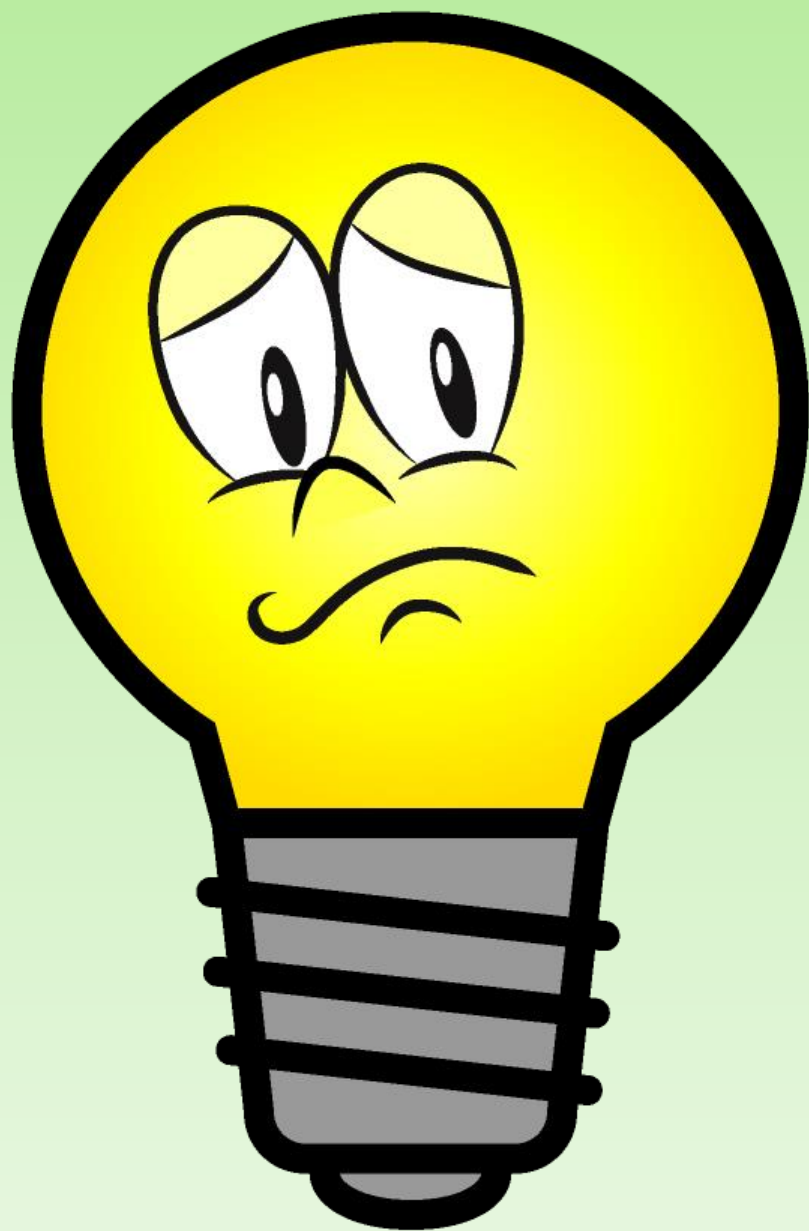
ولی چه چیزایی راجع بهشون میدونید؟



چیزی نیست که! یه ستون داره  
سه تا پره میچرخه

# ترو بین بادی از نزدیک





اینا دیگه چین داخلش چرا  
اینهمه قطعه داره؟



# اجزای توربین بادی

توربین بادی وسیله ای است که انرژی جنبشی موجود در باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می نماید. فرآیند تبدیل انرژی عبارت است از تبدیل انرژی جنبشی باد به انرژی جنبشی مجموعه روتور و سپس تبدیل آن به انرژی الکتریکی در ژنراتور است. امروزه بیشترین توربین های بادی، توربین هایی با محور افقی می باشند که در این قسمت اجزا این توربین ها معرفی می شوند. منظور از عبارت "محور افقی" این است که محور اصلی توربین بادی که نیرو محرکه را تولید می کند افقی است.

روتور توربین بادی  
پره ها (blades)

هاب (Hub)

دماغه (nose cone)

ناسل (nacelle)/موتور خانه یا گهواره

شافت (shaft)

سیستم انتقال قدرت / جعبه دنده (gearbox)

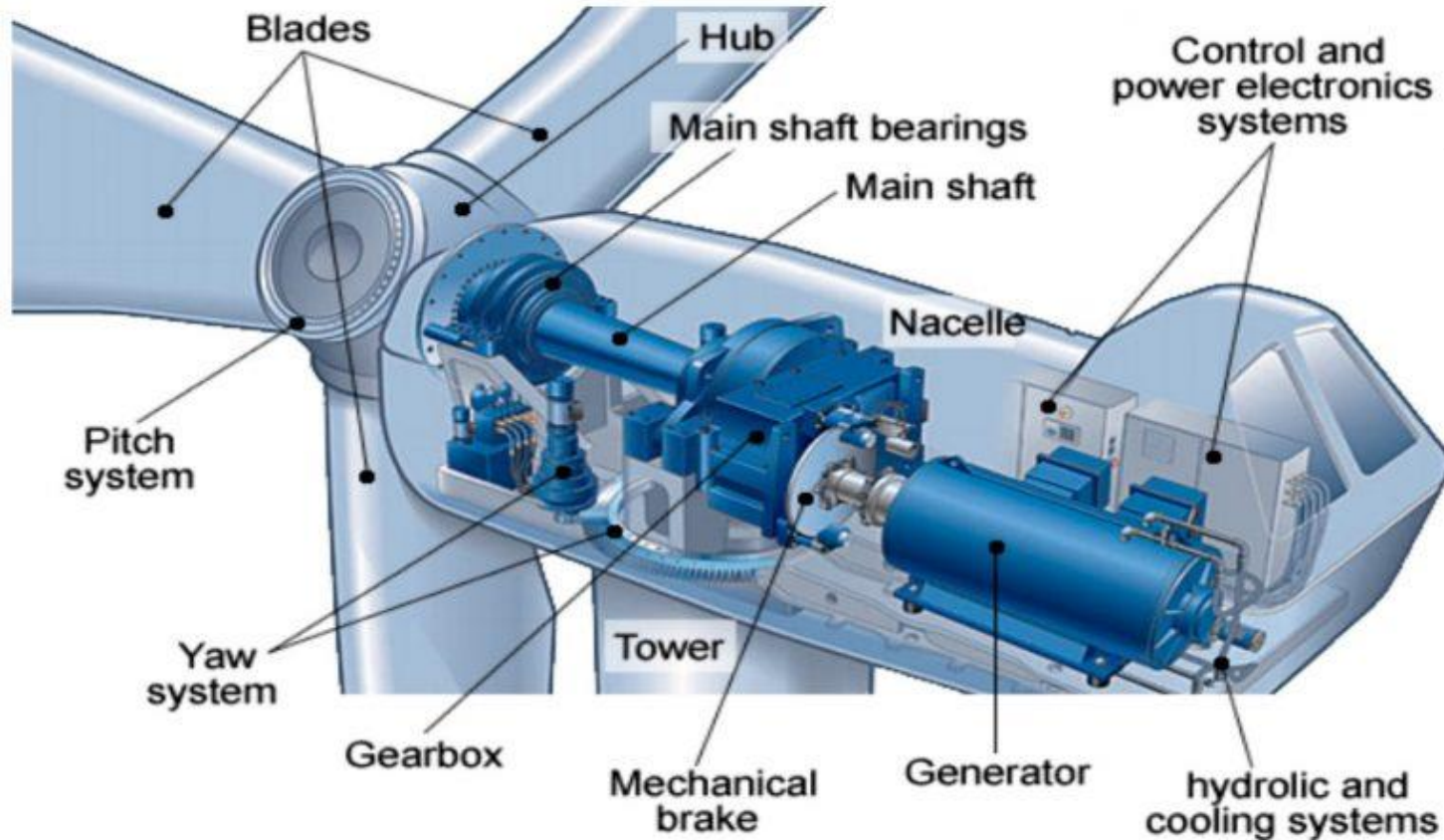
ژنراتور

سیستم جهت دهی ((yaw system)

سیستم هیدرولیک

سیستم های الکتریکی

باد سنج و باد نما



خوب اينا چي هستند؟  
چيكار مي كنند؟



# روتور توربین بادی

روتور توربین باد شامل پره، هاب، دماغه و یاتاقان های پره می باشد. روتور یک توربین بادی محور افقی بطور خلاصه متشکل از تعدادی پره می باشد که بطور شعاعی در اطراف یک شفت که موازی باد قرار می گیرد نصب شده اند و بدین ترتیب روتوری را تشکیل می دهند که عمود بر جهت باد دوران می کند. روتور ها انرژی جنبشی باد را دریافت کرده و آن را تبدیل به نیروی مکانیکی محور می کند

**پره ها :** (blades) یکی از مهمترین بخش های توربین بادی بوده و وظیفه آن تولید نیروی لازم برای چرخاندن شفت اصلی توربین باد است. پره ها تعیین کننده ترین عامل اصلی مقدار انرژی جذب شده از باد و همچنین بار وارده بر توربین هستند. پره ها به گونه ای ساخته می شود که استحکام و استقامت بسیار بالا در برابر نیروهای دینامیکی و آیرودینامیکی داشته باشد. پیشرفت های اخیر در زمینه تحلیل سازه موجب سبک تر شدن پره ها شده است. ساختن پره که از مواد کامپوزیتی به خصوص اپوکسی و فایبرگلس یا الیاف کربن ساخته می شود کماکان طولانی ترین فرآیند در ساخت توربین بادی است. بزرگ ترین کارخانه ساخت پره توربین شرکت LM در امریکا است

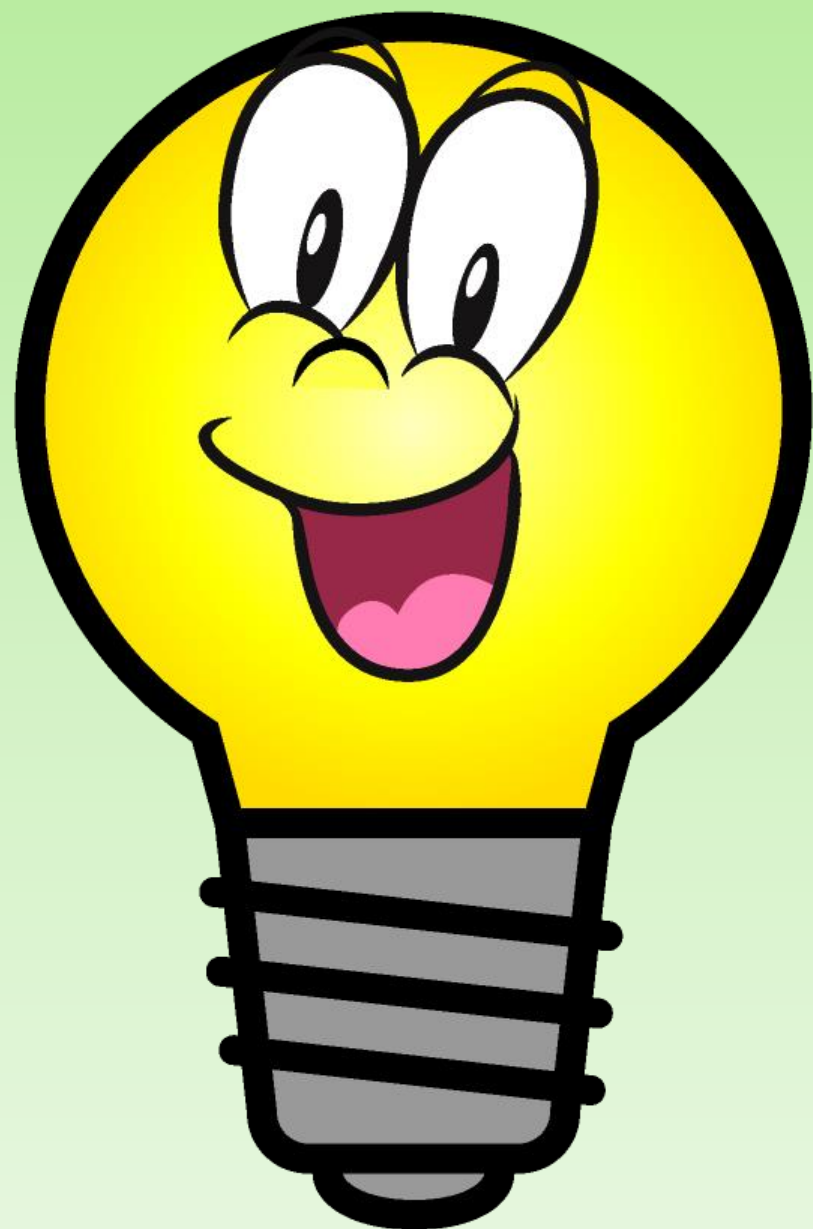


# هاب و پوشش هاب

**هاب (Hub):** هاب یا توپی توربین بادی کار اتصال پره های توربین بادی را به محور اصلی به عهده دارد. از لحاظ بار گذاری مکانیکی هیچ یک از قطعات توربین به اندازه هاب تحت تاثیر بارگذاری های متعدد و پیچیده نمی باشند. در داخل هاب سیستم گام یا پیچ قرار دارد که با تغییر زاویه پره مقدار نیروی وارده به روتور را کاهش یا افزایش می دهد. در سرعت های باد بالا با افزایش زاویه پره ها می توان توان روتور را در یک مقدار نامی توربین، ثابت نگه دارد

در سرعت باد های متفاوت نیازمند زاویه پره های متفاوت هستیم برای همین پره های توربین میتوانند تغییر زاویه بدنند.

کنترل کننده جهت پره ها



چه جالبه این هاب چرا اسمش  
شبيه هاب شبکه و هاب  
راینه است؟

دماغه

nose cone

دماغه توربین بادی سازه ای مخروطی است که برای اصلاح جریان باد و کاهش مقاومت باد در نوک روتور طراحی می شود و معمولا برای کاهش وزن از کامپوزیت ساخته می شود. اتصال پره توربین به هاب دارای طرح های مختلفی می باشد

طرح حلقه ((Hutter

طرح فلنج فولادی

طرح پیچ صلیبی ((cross bolt

طرح فلنج ( bonded in flange)

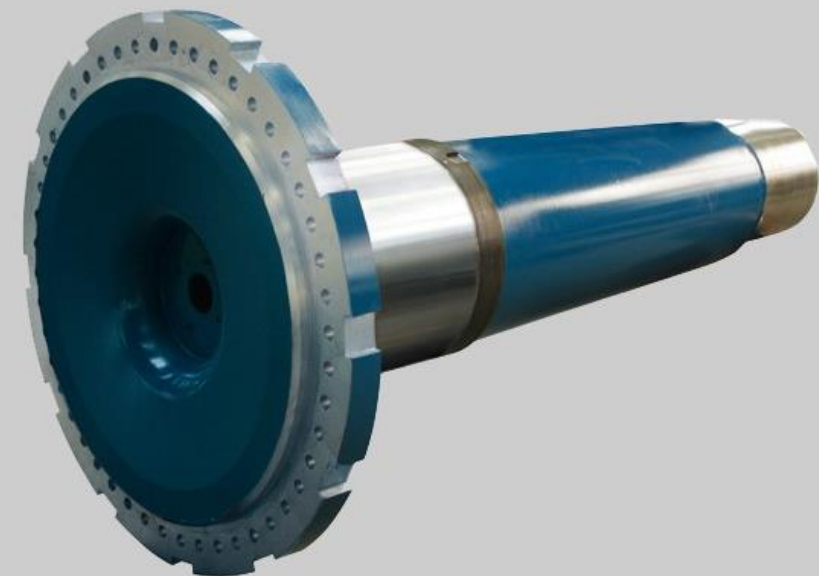
غلاف پیوندی ((bonded in sleeve



# ناسل nacelle

موتور خانه یا گهواره

شامل پوشش خارجی مجموعه توربین، شاسی و سیستم دوران حول محور برج می باشد که روتور به آن متصل است. ناسل در بالای برج قرار دارد. بعضی از ناسل ها آنقدر بزرگند که تکنسین ها می توانند داخل آن بایستند.



شافت (shaft)

شافت توربین بادی گشتاور روتور را به جعبه دنده و در حالت محرک مستقیم به ژنراتور متصل می کند.

ژنراتورها انواع متنوعی دارند.....



ژنراتور های القایی (آسنکرون)  
ژنراتور های سنکرون

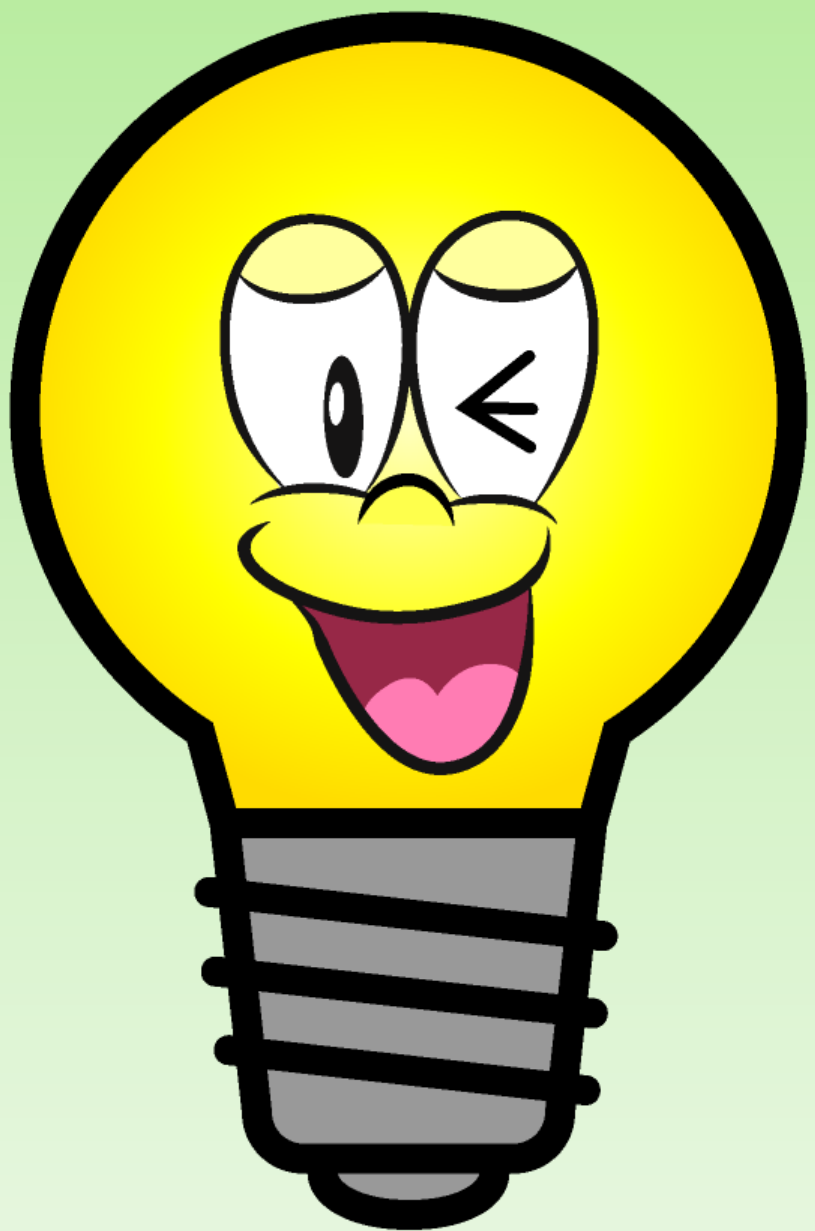
ابعاد سیم پیچ ژنراتو  
توربین بادی



## ژنراتور

ژنراتور: ژنراتور هایی که در توربین بادی به کار گرفته می شوند بر خلاف دیگر ژنراتور هایی که در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند می بایست توانایی کارکرد را تحت شرایط نوسانی توان که از ماهیت نوسانی سرعت باد ناشی می شود داشته باشند. در توربین های کوچک از ژنراتور های جریان مستقیم ( DC با ظرفیت محدود چند وات تا چندین کیلو وات استفاده می شود و در سیستم های بزرگتر از ژنراتور های جریان متناوب ( AC تک فاز و یا سه فاز استفاده می شود. ژنراتور های متناوب خود می توانند به دو صورت باشند





من میدونتم سیستم جهت دهی  
چی کار میکنه  
جهت میده

خسته نباشی پهلوان

# سیستم جهت دهی yaw system

چرخاندن پره های توربین به سمت باد

سیستم جهت دهی وظیفه دارد همواره توربین را در جهت وزش باد برای بدست آوردن حداکثر راندمان از یک توربین بادی سمت دهی کند که باید بتوان همواره صفحه روتور توربین را عمود بر جهت وزش باد قرار دهد. این سیستم از لحاظ عملکرد کمترین ارتباط را با مجموعه سیستم های داخل ناسل دارد و می توان آن را یک سیستم با عملکرد مستقل حساب کرد. این سیستم به دو صورت است، سیستم که به صورت دم در انتهای ناسل (passive yaw یا آزاد) نصب می گردد (فقط در توربین های کوچک) و یا سیستم یاو که محل اتصال ناسل با برج است و (active yaw فعال) وظیفه اتصال ناسل به برج را به عهده دارد. سیستم یاو برای اندازه گیری جهت باد از باد نما استفاده می کند. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد جهت باد و تاثیر آن در توان خروجی، مقاله [جهت باد](#) را مطالعه کنید. به علت سنگینی توربین های بادی بزرگ از چند موتور الکتریکی برای چرخاندن توربین استفاده می شود.

## سیستم های اکتريکی

### سیس تم های الکترونیم

علاوه بر ژنراتور ها در توربین های بادی از دیگر اجزا الکتريکی نیز استفاده می شود. این اجزا شامل موارد

زیر می باشند:

کابل ها

کلید ها

ترانسفورماتورها

خازن ها

موتورهای سیستم جهت دهی (yaw system) گام

### باد سنچ (Anemometer)

این وسیله سرعت باد را اندازه گرفته و اطلاعات حاصل از آن را به کنترل کننده ها انتقال می دهد.

### باد نما (Wind vane)

وسیله ای است که جهت وزش باد را اندازه گیری می کند و کمک می کند تا جهت توربین نسبت به باد در وضعیت مناسبی قرار داشته باشد.

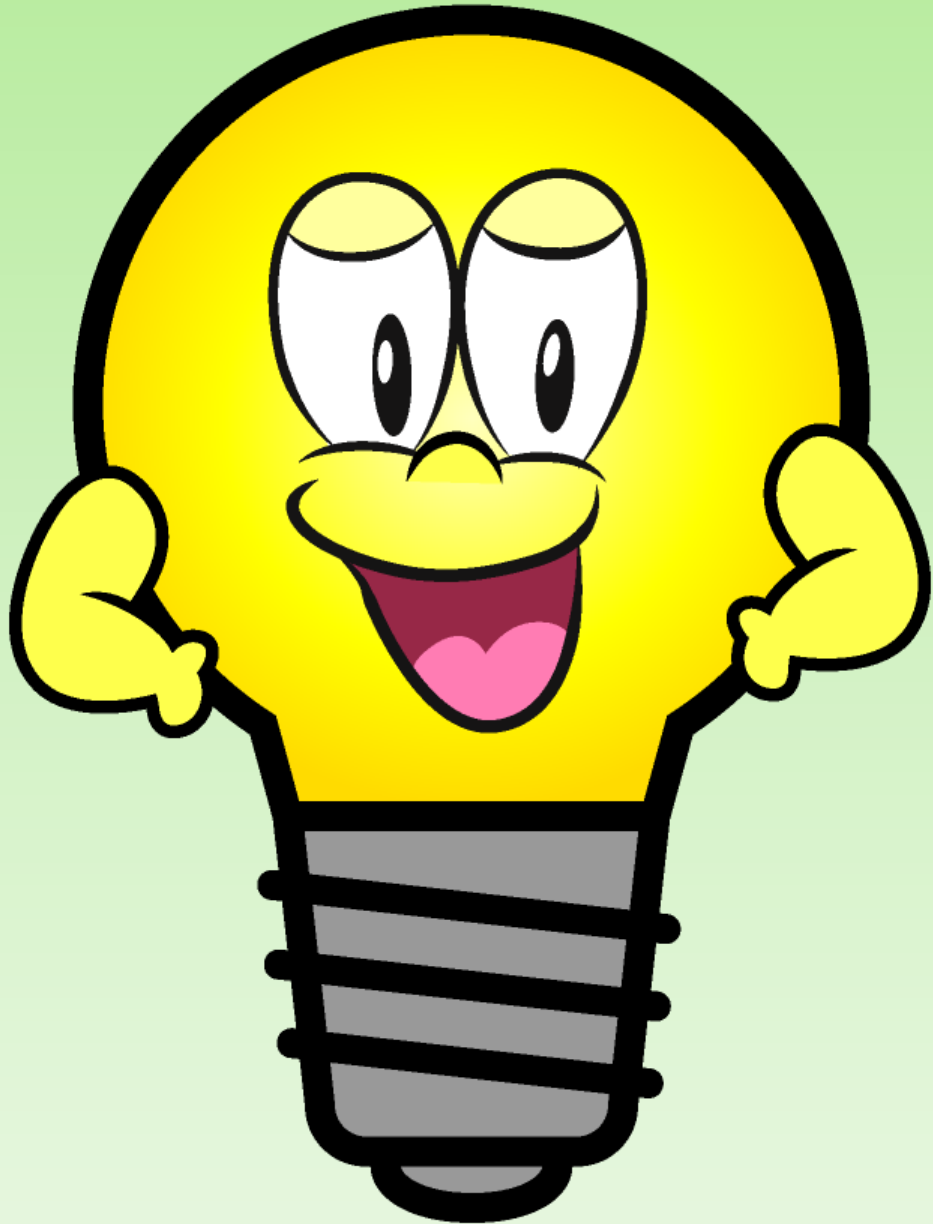


## باد نما و باد سنچ

# برج توربین (tower)

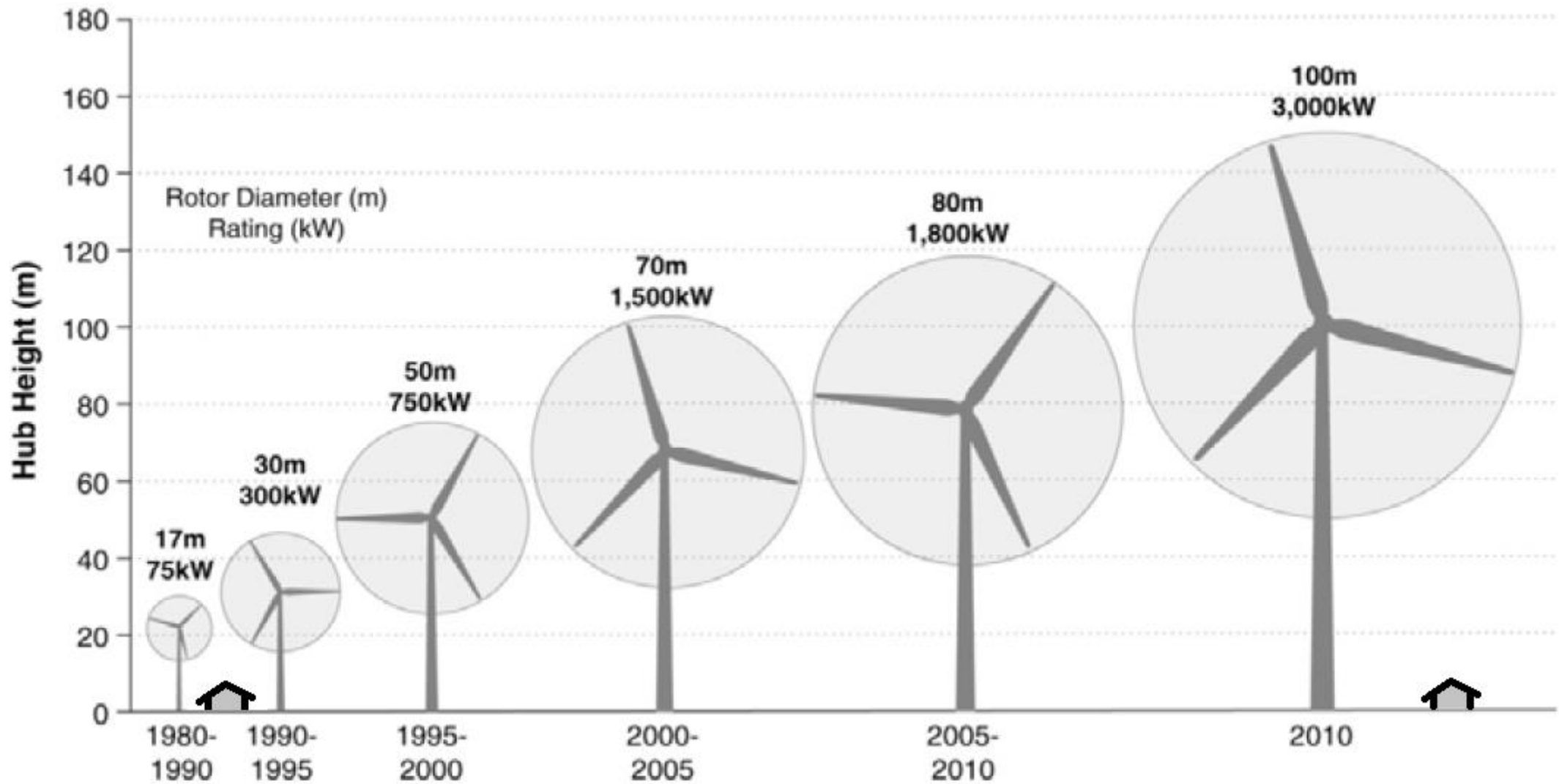
برج در توربین های محور افقی از عوامل تعیین کننده در تکنولوژی توربین است که ممکن است تا ۲۰ درصد هزینه ساخت توربین را به خود اختصاص دهد. با افزایش ارتفاع برج هزینه های ساخت حمل و نقل و نصب توربین افزایش می یابد در حالی که موجب افزایش بازده توربین نیز می شود. تلاقی منحنی های هزینه و بازده، مشخص کننده ی ارتفاع بهینه برج است. توربین های بادی علاوه بر بار های ناشی از وزن تجهیزات در مرض نیرو های ناشی از باد نیز می باشند که این نیرو ها بسیار متغیر بوده و به همین سبب مشکلات بار های دینامیکی و خستگی مصالح را موجب می شوند. در طراحی برج بدترین شرایط بار گذاری باید مد نظر قرار گیرد، همچنین خستگی سازه برای عمر بین ۲۰ تا ۳۰ سال می بایست در طراحی لحاظ گردد. برج های متداول امروزی شامل برج های استوانه ای، خرپایی، مهاری می باشند ارتفاع برج معمولاً بین یک تا یک و نیم برابر قطر روتور در نظر گرفته می شود. انتخاب نوع برج وابستگی به شرایط سایت دارد. همچنین استحکام برج فاکتور مهمی در دینامیک سازه توربین باد محسوب می گردد چرا که احتمال کویل شدن ارتعاشات بین برج و روتور که منجر به خطر رزونانس می گردد وجود دارد. برای حمل راحت برج ان را به صورت چند تکه طراحی کرده اند و هر قسمت به دیگری به وسیله پیچ و مهره متصل می شود. اندازه گشتاور هر پیچ به صورت استاندارد تعیین و اعمال می شود.

یه وجب توریین چقد قطعه  
داشت!



یه وجب؟

# یک ساختمان ۳ طبقه ۱۰ متر ارتفاع دار





سوخت ...



Thank You





**CLEAN  
ENERGY**



این قسمت: (سوار بر باد)

چند پرسش

مهم

01 ایرفویل چیست؟

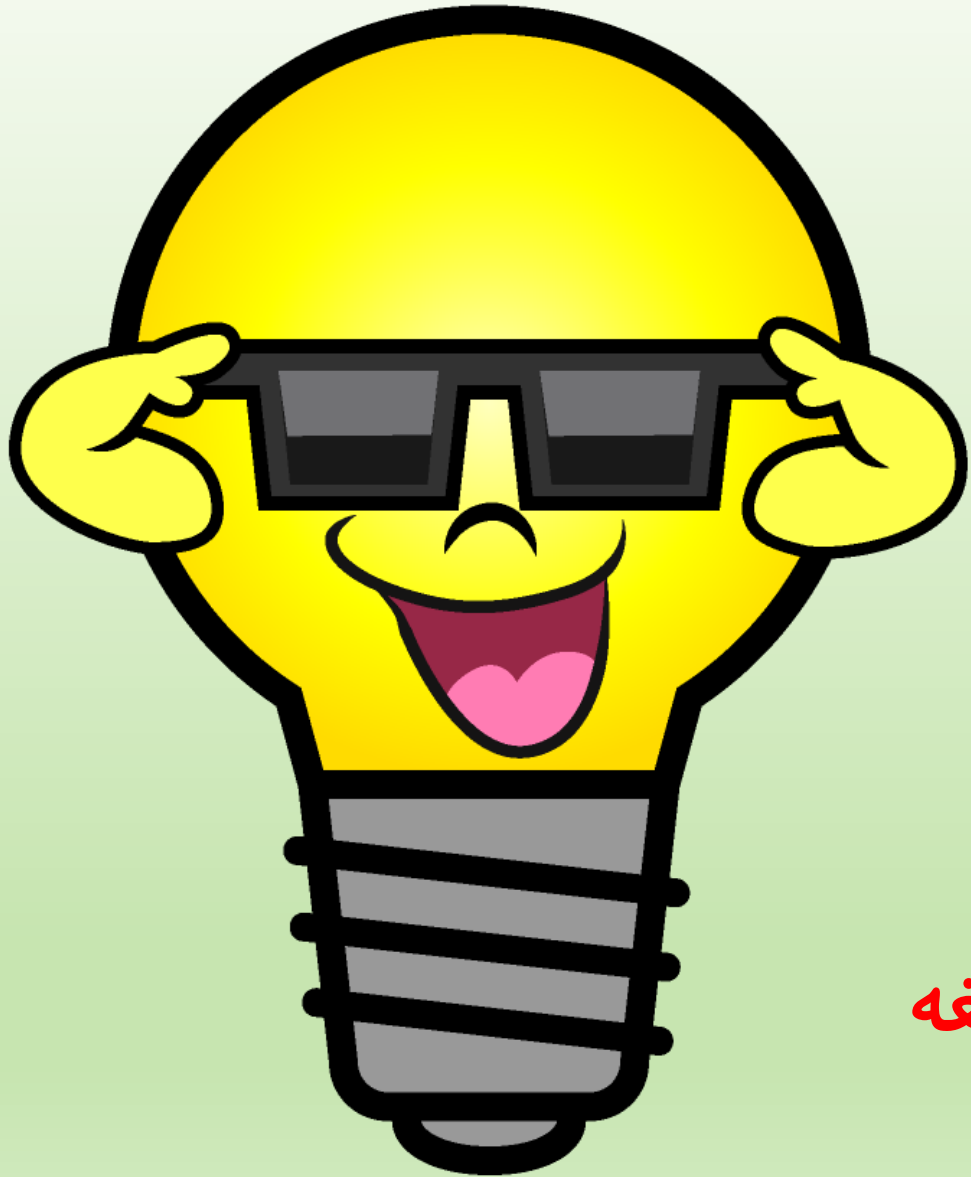
تا حالا اسم ایرفویل به گوشت خورده؟

02 چجوری انرژی باد رو به چرخش تبدیل کنیم؟

ایجاد حرکت با باد

03 پره یا بال مسئله این است؟

بال هوا پیما چه ربطی به پره توربین داره؟

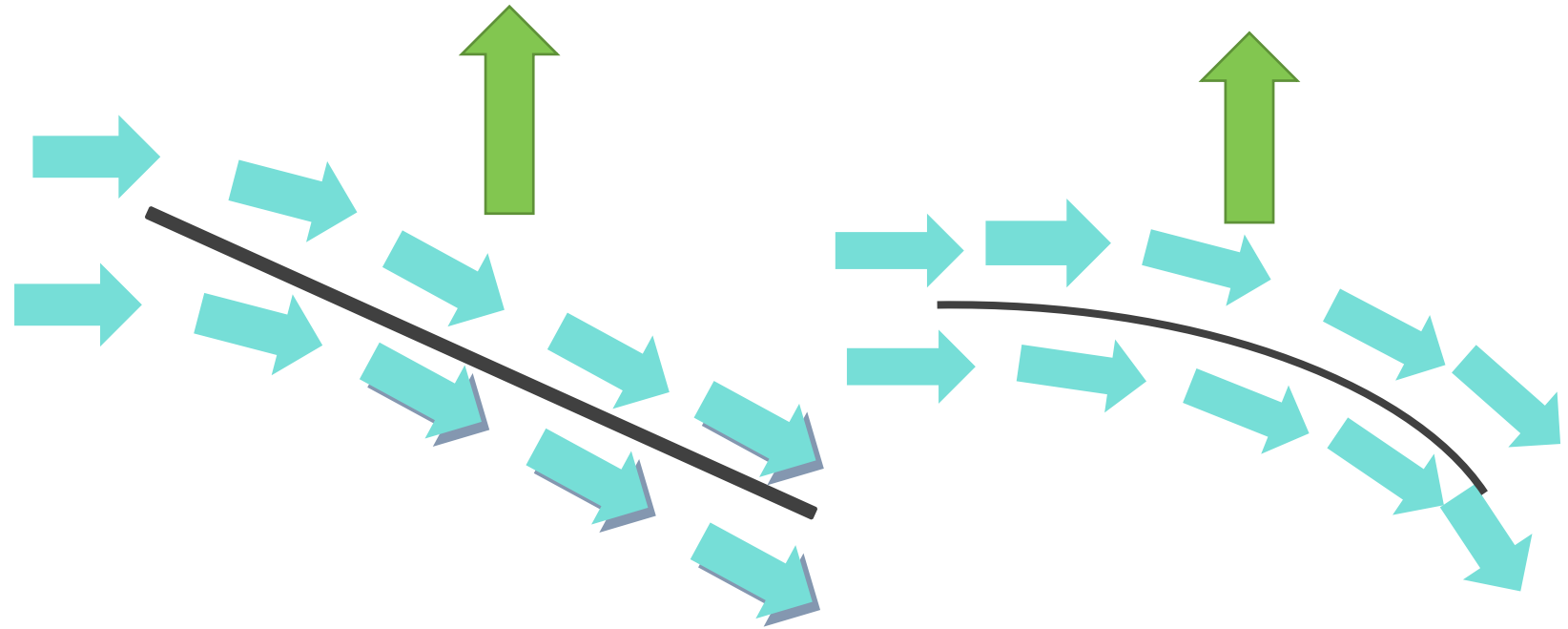


خوب معلومه ديگه جلوی باد مانع  
میزاریم تا هلمون بده

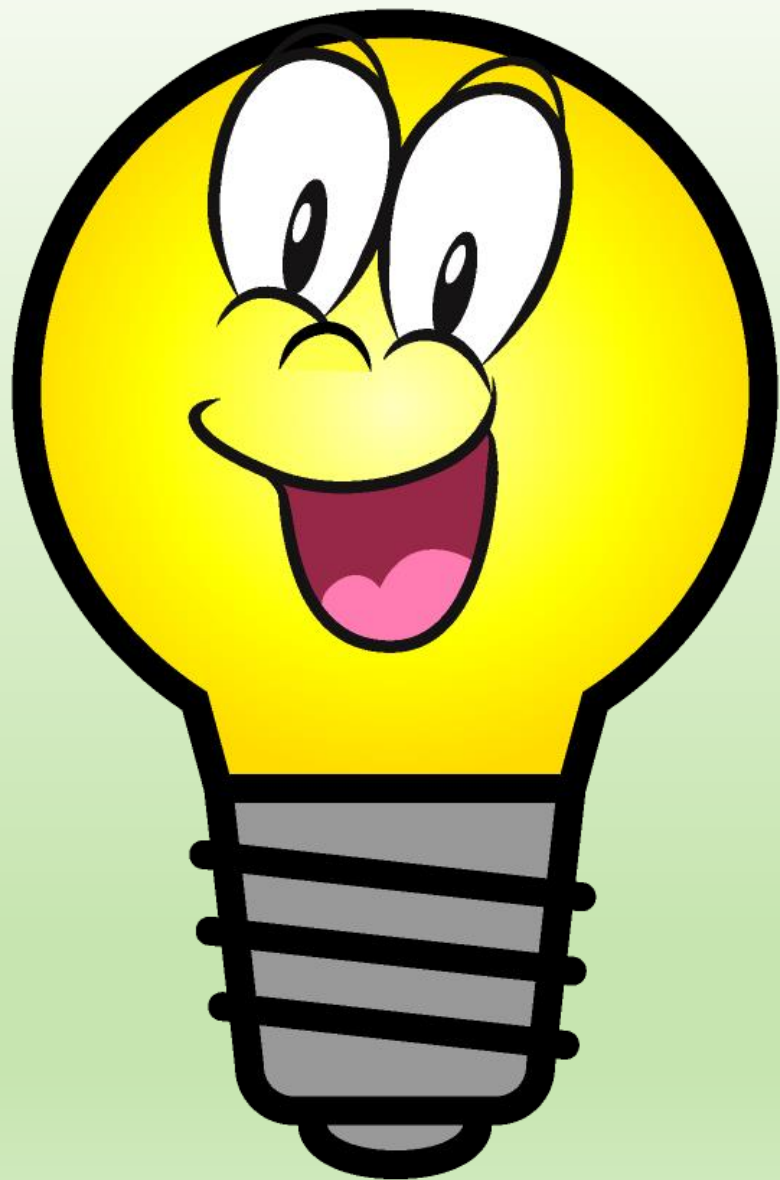
ما میخوایم بچرخیم نه اینکه مستقیم بریم نابغه

# یک راه حل ساده

میتوان با قرار دادن یک پره خمیده یا کج جهت جریان باد را تغییر داد و حرکت ایجاد کرد.



قانون سوم نیوتون که یادتونه؟



خوب حله ديگه بریم توريينو  
بسازيم...

کجا با اين عجله؟ صبر کن باهم بریم ...

# مشکلات مقاطع صفحه ای

در واقع نمیتوان از سطح مقطع  
های صفحه برای پره توربین  
استفاده کرد.

این مقاطع دو مشکل اصلی دارند:  
1. مقاومت کم به دلیل نازک بودن  
2. باز دهی پایین



پس باید چیکار کنیم؟  
اصلا سطح مقطع چی هست؟



سطح مقطع یعنی اگر چیزی رو ببری و از کنار  
نگاهش کنی چه شکلی می بینی؟

مقطع بال هواپیما و توربین مشابه هم هستند.



مقطع ستون



مقطع استوانه



جلوی بال

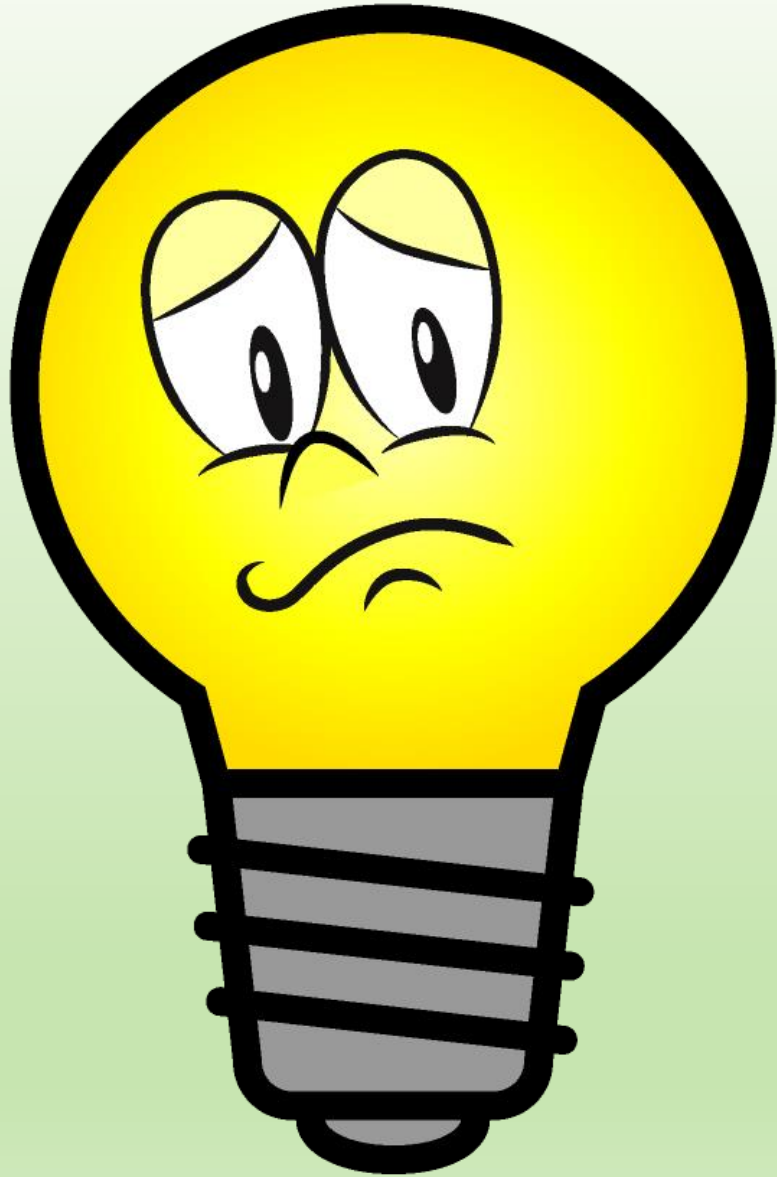
مقطع بال

یا همان ایرفویل



مقطع لوله





چرا شبیه هم دیگن؟

# انواع ایر فویل

روش تولید لیفت در ایر فویل های متداول به دو صورت کلی است:

۱. تغییر جهت هوا

۲. اصل برنولی



## ایر فویل های ضخیم زیر تخت



## نیمه متقارن



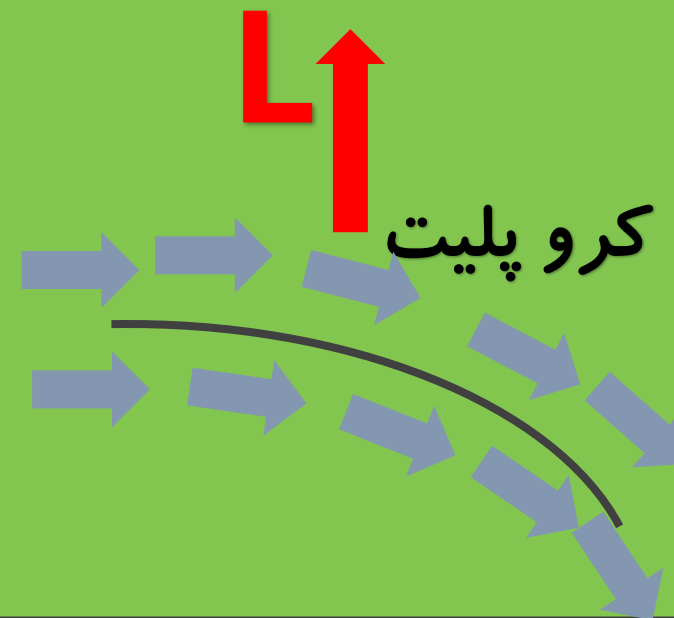
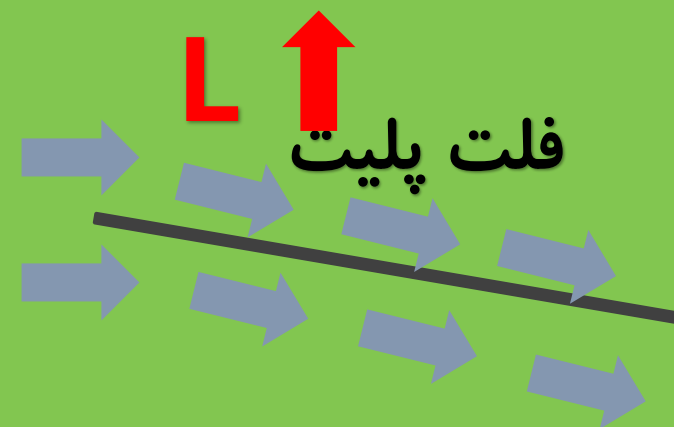
## زیر شکم دار

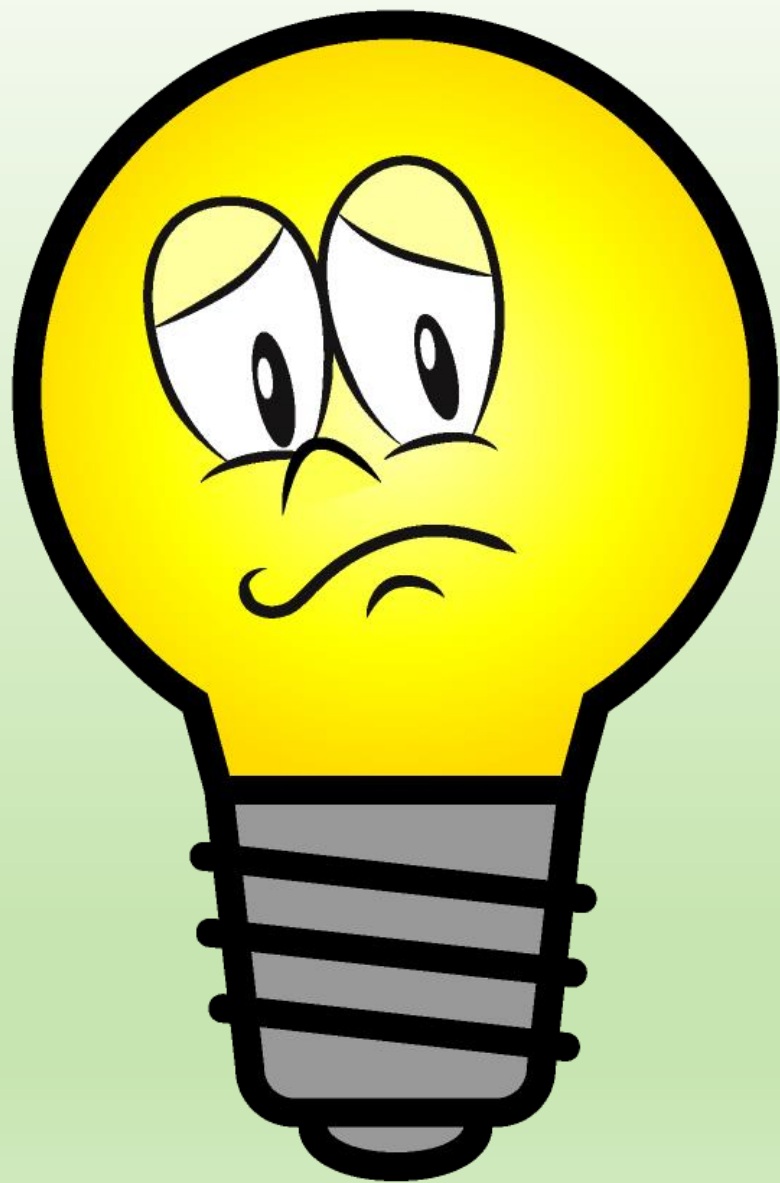


## پربازده ترین ایر فویل توربین و هواپیما مقارن

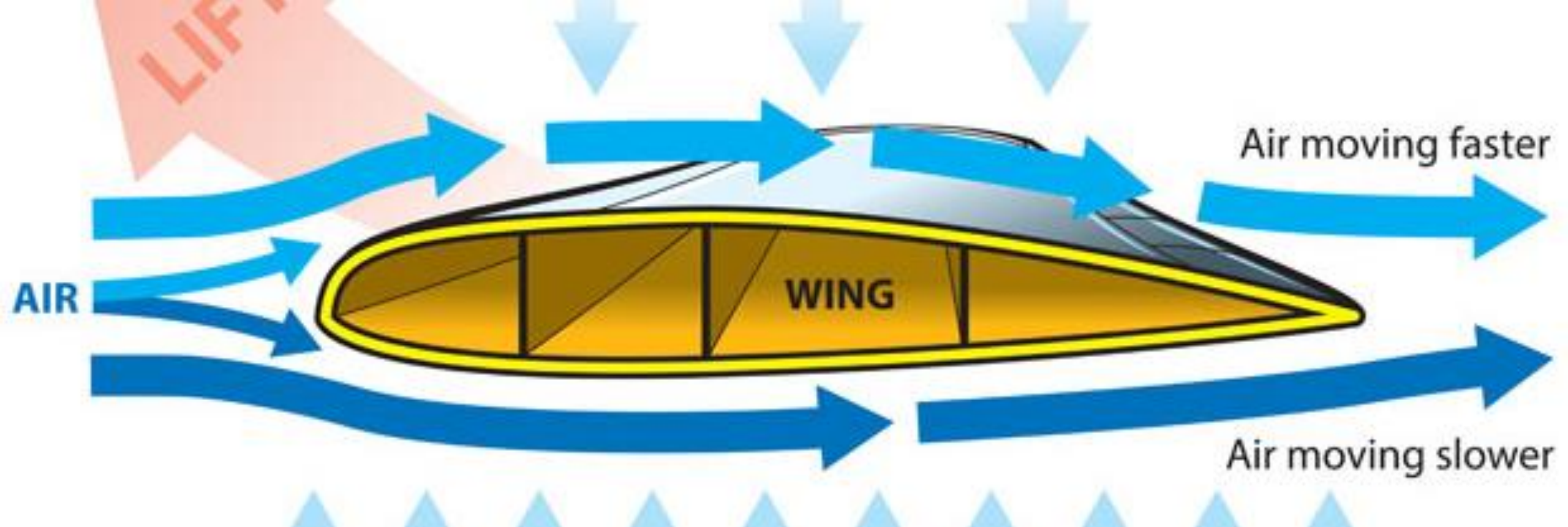


## ایر فویل های نازک





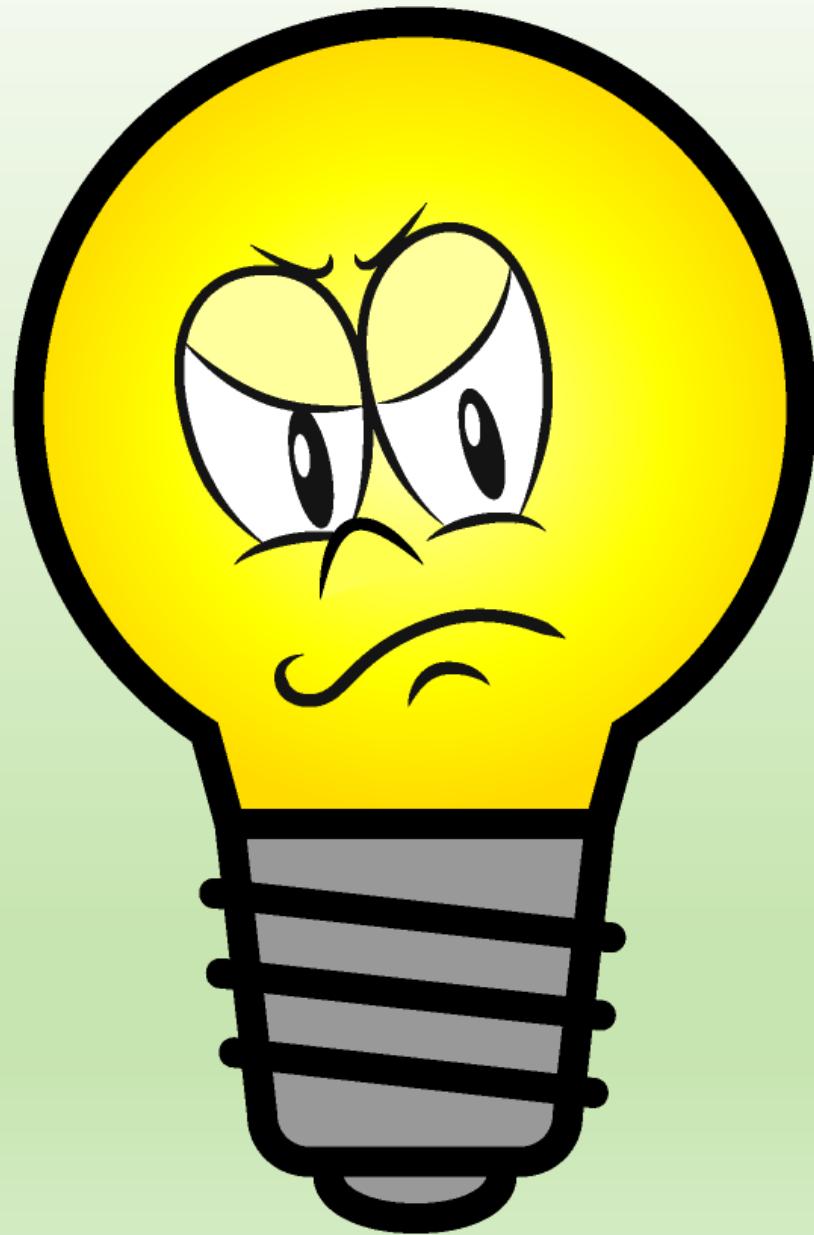
این ضخمیم ها چطوری  
نیرو درست میکنن؟



## اصل برنولی

$$\frac{V^2}{2} + \frac{P}{\rho} = C$$

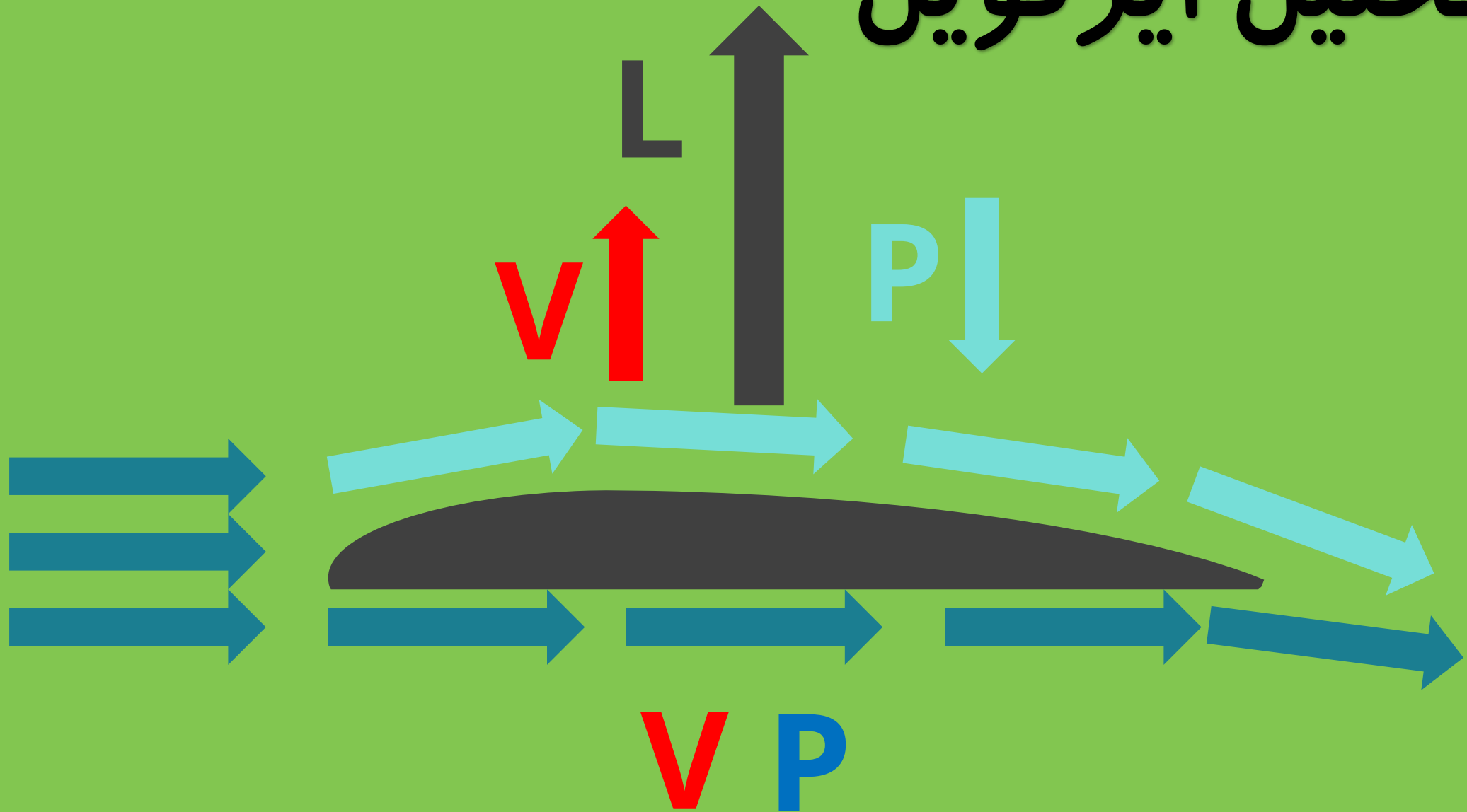
مقدار ثابت = فشار تقسیم بر چگالی + سرعت به توان دو تقسیم بر دو



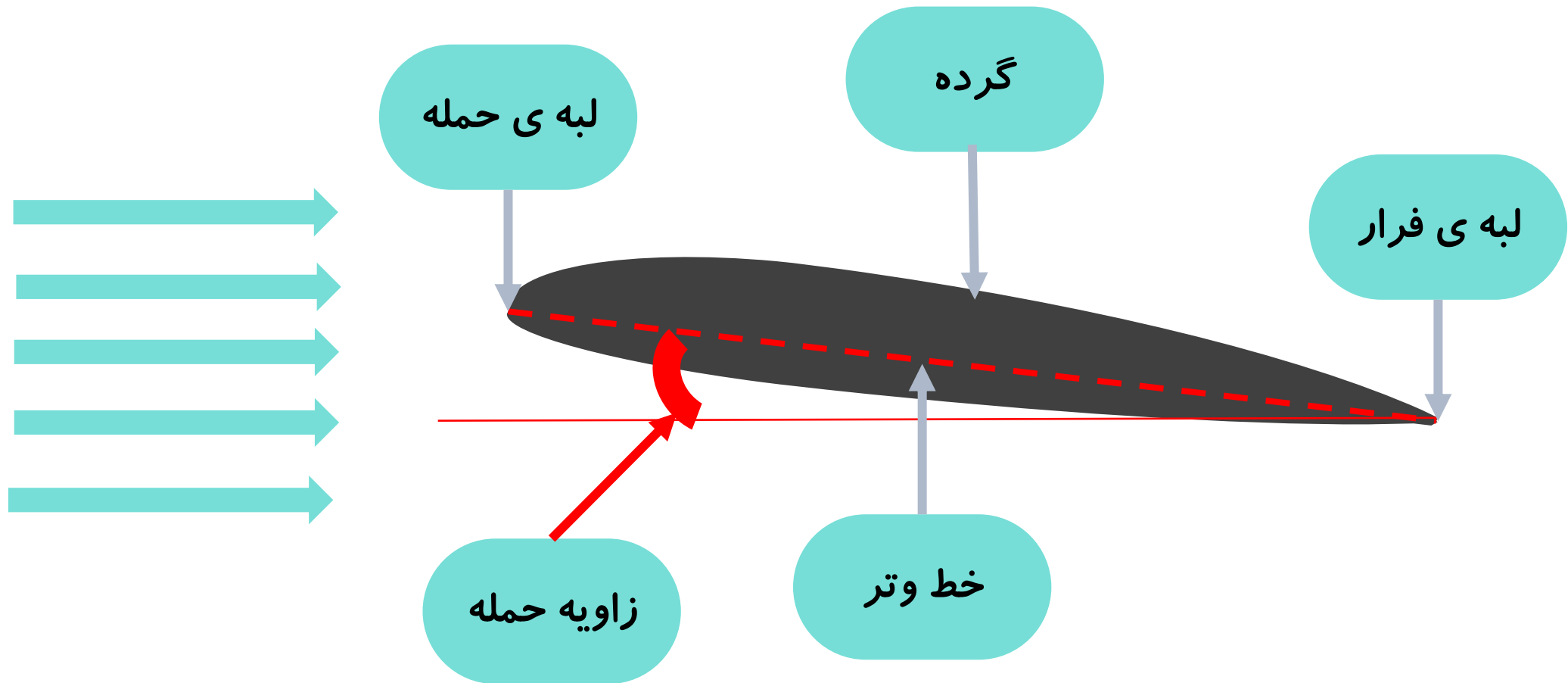
چیشد چیشد؟  
این چه کمکی به ما می کنه؟

به زیون ساده یعنی اگه سرعت  
هوا زیاد بشه فشارش کم میشه

# تحليل اير فويل



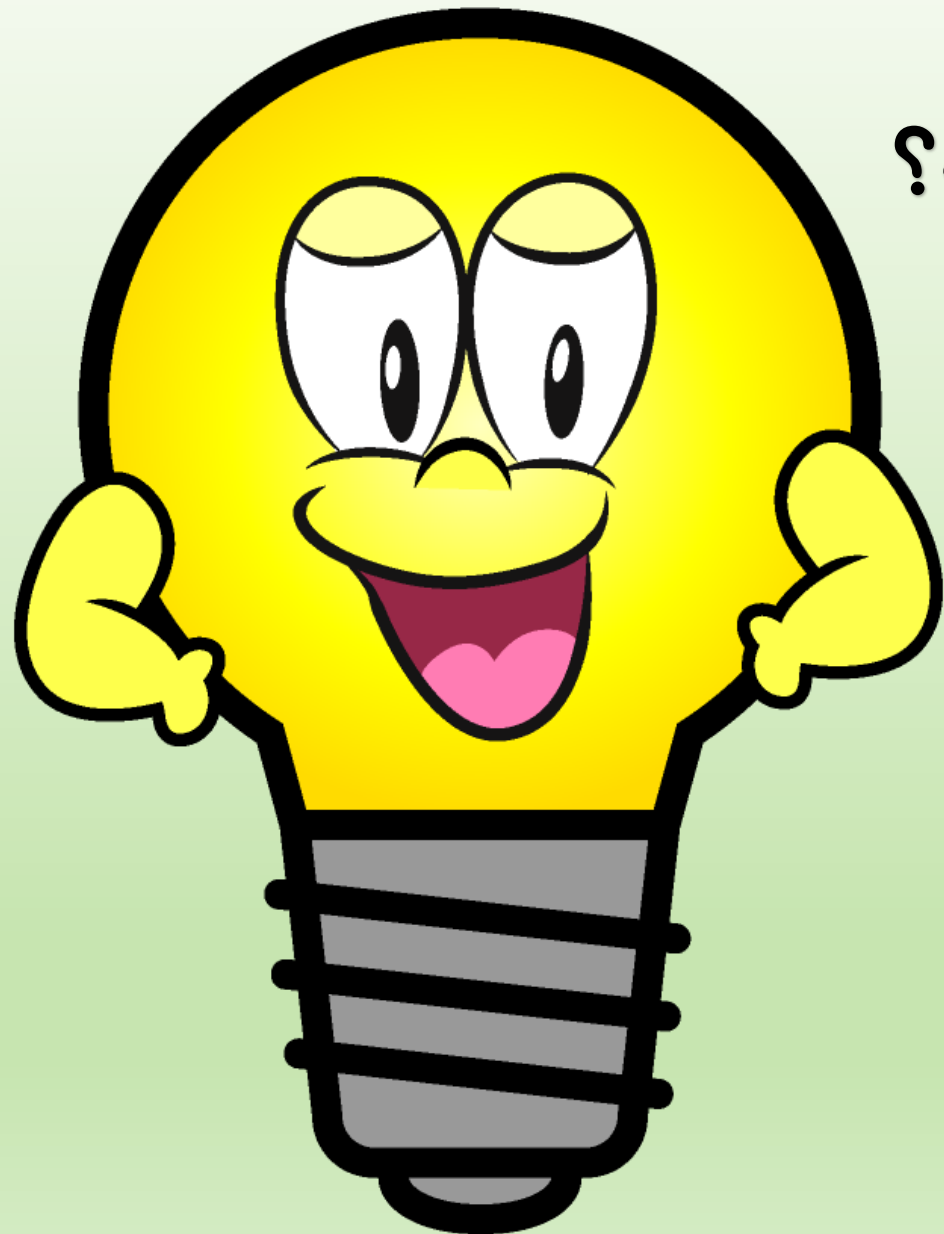
# بخش‌های ایرفویل



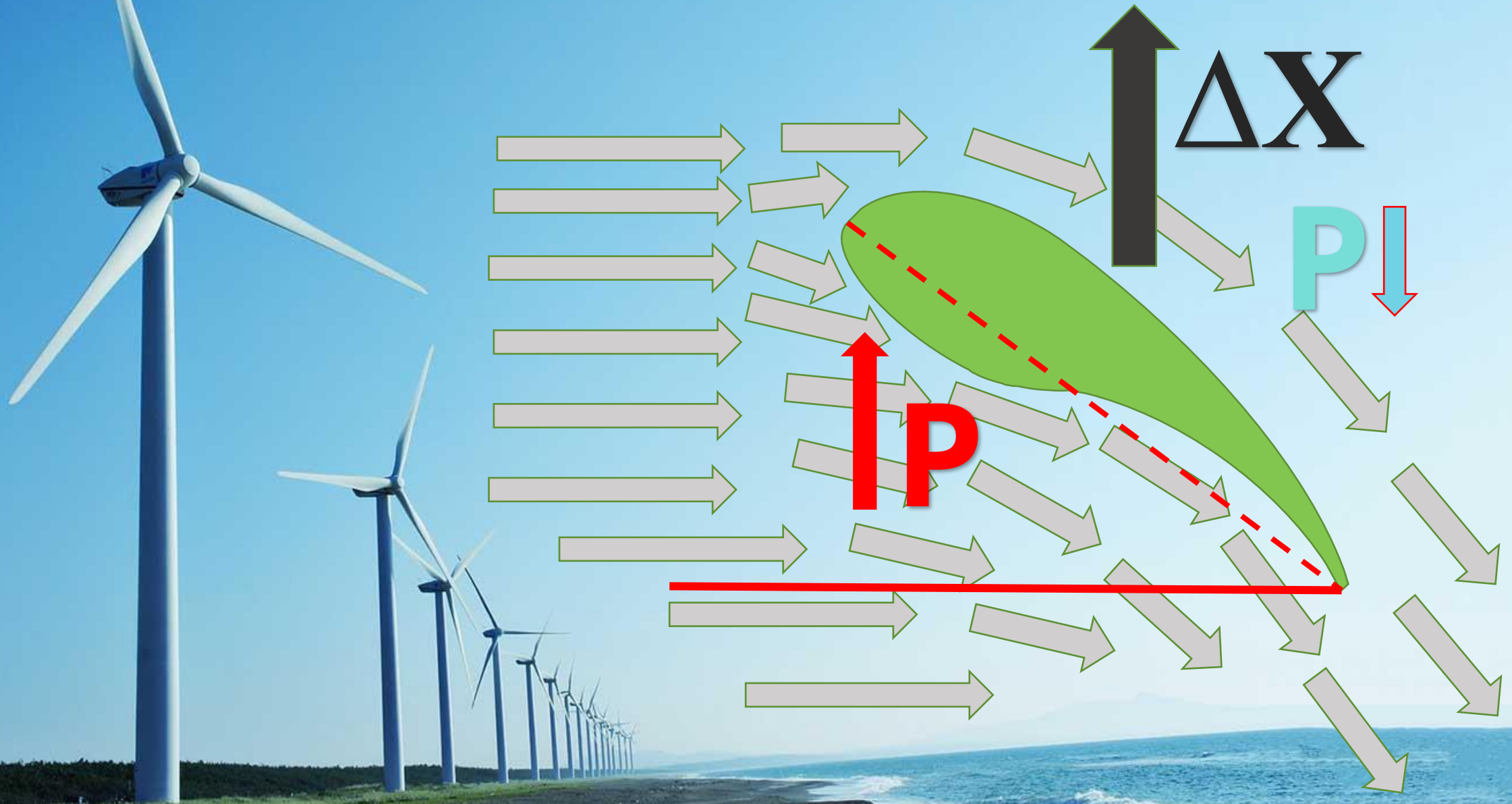


چه با حال!

تو توربین هم همین مدلی کار می کنه؟



# پره توربین یک بال بر عکس





## این داستان ادامه دارد...

حالا میتونیم بریم توربین بسازیم.