

جلسه ۱۵:

انرژی باد (۱)

درس: انرژی و توسعه پایدار

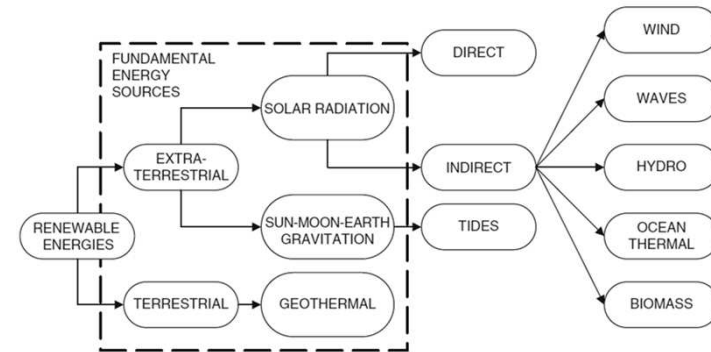
دکتر علی رضا بازارگان

info@environ.ir

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

1

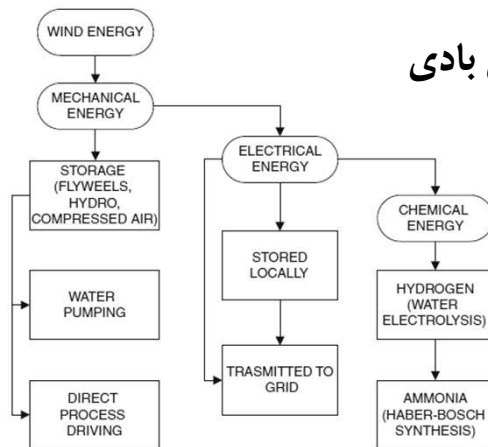
یادآوری انرژی تجدیدپذیر



Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

2

انرژی بادی

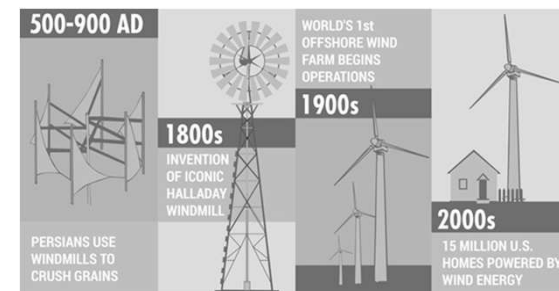


Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

3

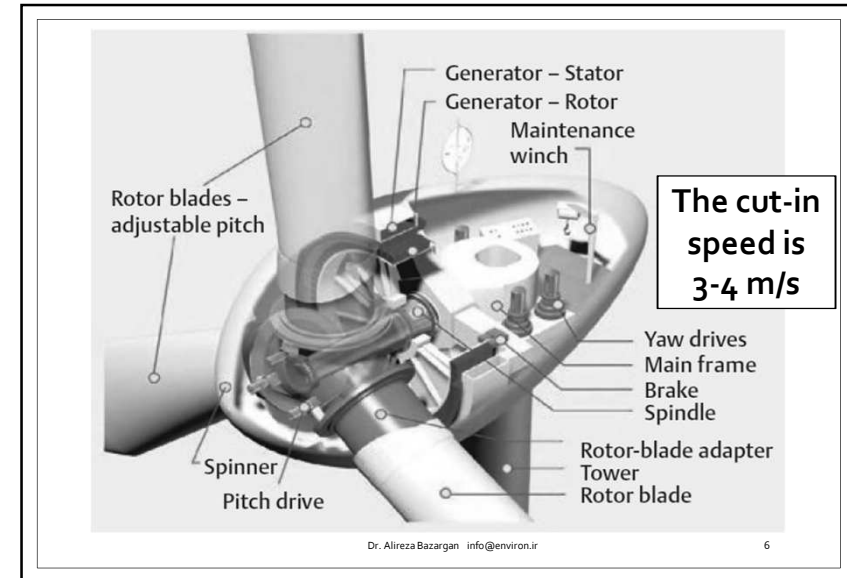
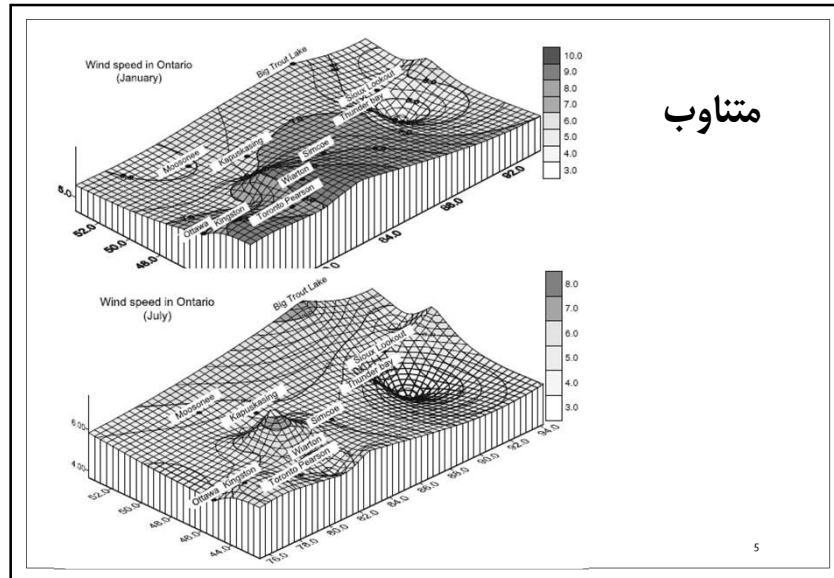
استفاده دیرینه

- حداقل ۴۰۰۰ سال است که بشر از نیروی باد استفاده کرده است



Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

4

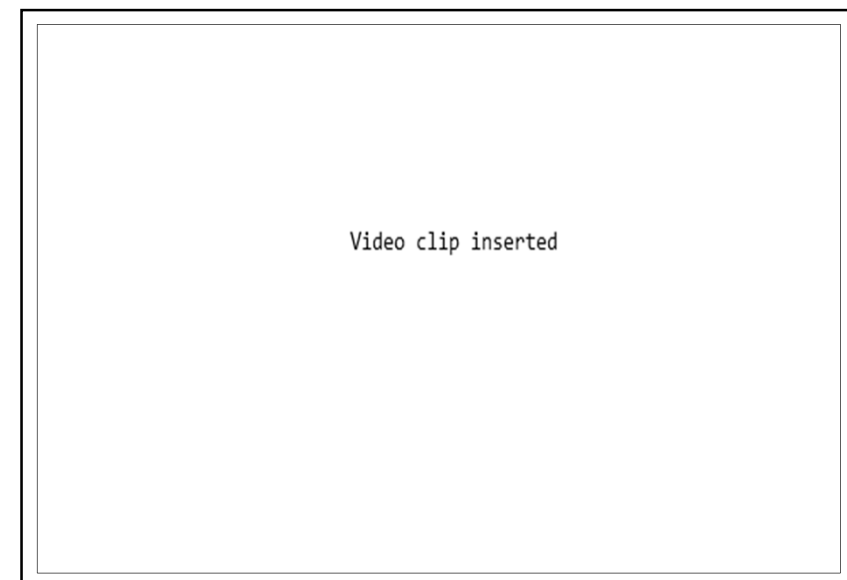


ساخت

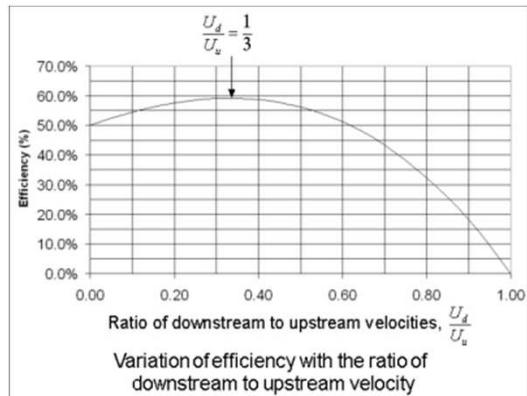
- امروزه توربین های بادی می توانند قطر بیش از ۱۲۰ متر داشته و توان ۷.۵ مگاوات داشته باشند
- عمر طراحی نیروگاه های بادی ۲۰ سال است
- بیش از ۱ میلیارد دور در این مدت خواهد زد
- مواد تشکیل دهنده باید محکم و سبک باشد
- به ماکزیمم راندمان آیرودینامیکی ممکن (۵۹٪) نزدیک شده ایم

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

7



Betz's Law



9

کارکرد



- انرژی باد که به ژنراتور می دهد با سرعت پره ها رابطه توان ۳ دارد
- پس هر چه سرعت پره ها بیشتر باشد، انرژی بیشتری به دست می آید
- ولی نمی توان سرعت را نامحدود افزایش داد و مطلوب است که انرژی به دست آمده (توان) ثابت باشد

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

10



The cut-off speed is about 20-25 m/s

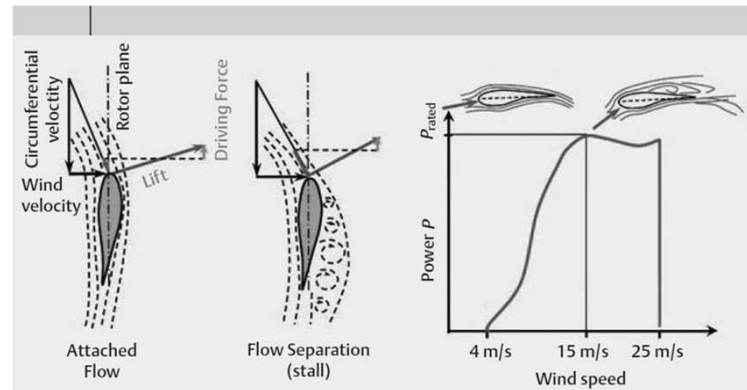
Stall

- یکی از روش های کنترل میزان ورود انرژی در این روش، پره ها به صورت محکم به بدنه متصل شده اند
- سرعت گردش پره ها تقریباً ثابت نگه داشته می شود
- طوری طراحی شده است که اگر سرعت باد بیش از حد زیاد شود، در پشت پره ها نیروی drag ایجاد شده که اجازه نمی دهد سرعت پره ها بیش از حد شود
- از این طریق اطمینان حاصل می شود که نیروی ورودی بیش از حد نیست

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

12

Stall



Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

13

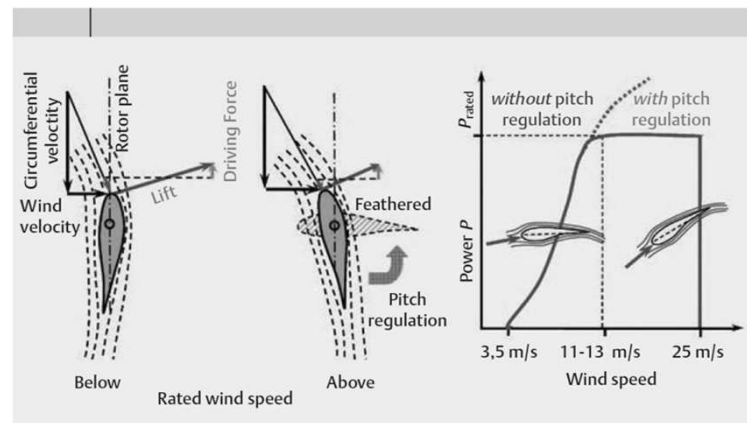
حالت های دیگر

- حالت **active stall** مانند گزینه **stall** است با این فرق که با تغییر زاویه پره ها، می توان تنظیم کرد که چقدر **drag** ایجاد شود. پس می توان کنترل دقیق تری داشت
- فراتر از **active stall** به تکنولوژی **pitch** می رسیم که توسط آن می توانیم کاملا پره را به سوی باد بچرخانیم تا به صورت طبیعی توان کاهش یابد

Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

14

Pitch



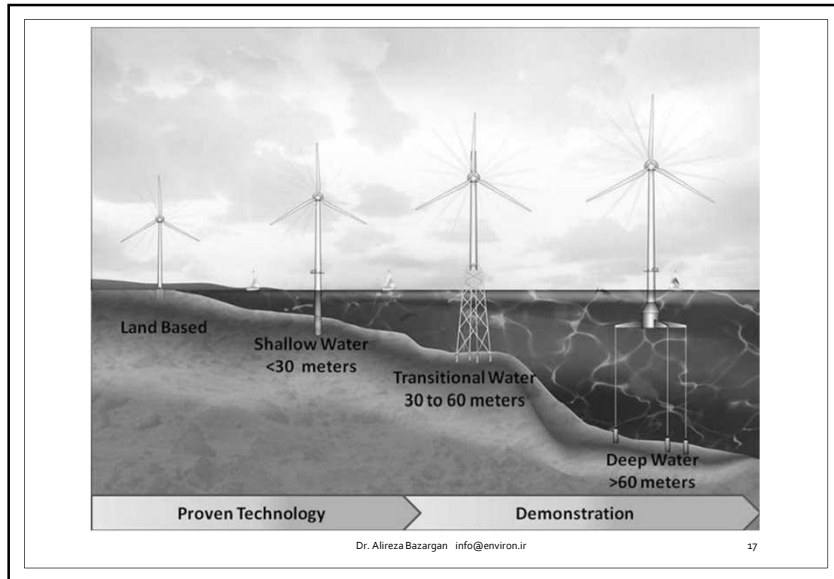
Dr. Alireza Bazargan info@environ.ir

16

توربین بادی در دریا



- در سال های اخیر صنعت توربین های بادی رشد چشم گیری داشته است
- توربین در دریا در دهه ۷۰ مطرح شد و اولین نمونه ها در دهه ۹۰ اجرا شد. اکنون کمتر از ۲٪ از توربین های بادی دنیا در آب نصب هستند.
- کشورهای انگلستان، دانمارک، هلند و سوئد پیشتازند



مقایسه

- محاسن دریا:
 - هم انرژی بادی بیشتر، هم فضای بیشتر
 - انتقال ساده تر (محدودیت جاده و تونل و... وجود ندارد)
 - بر خلاف توربین های زمینی، توربین های دریایی در روز (نسبت به شب) انرژی بیشتری تولید می کنند
- معایب دریا:
 - حدود ۲ برابر گران تر
 - مشکلات دریا مانند خوردگی شدید و انتقال برق تولید شده از کف دریا