

The Course of Renewable energy



MUSTANSIRIYAH UNIVERSITY
COLLEGE OF SCIENCES ATMOSPHERIC
SCIENCES DEPARTMENT
2020-2021

Dr. Haneen Hakem
FOURTH STAGE



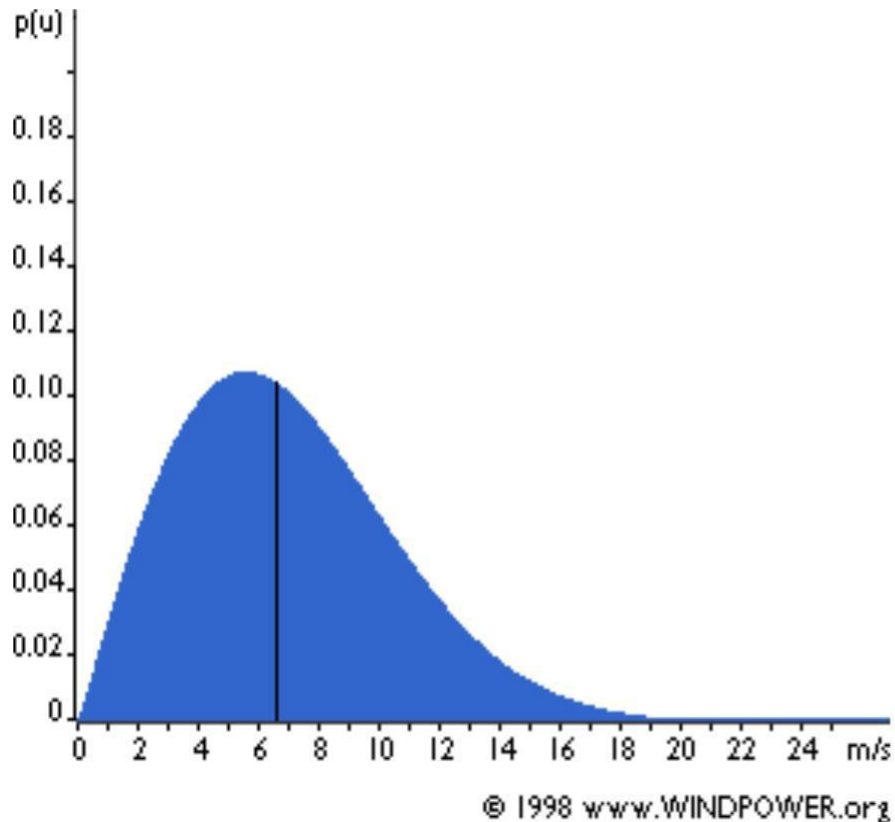
Welcome Students!

TO LECTURE THREE

Describing Wind Variations: Weibull Distribution

The General Pattern of Wind Speed Variations

It is very important for the wind industry to be able to describe the variation of wind speeds. Turbine designers need the information to optimize the design of their turbines, so as to minimize generating costs. Turbine investors need the information to estimate their income from electricity generation.



توزيع ويبيل (Weibull distribution)

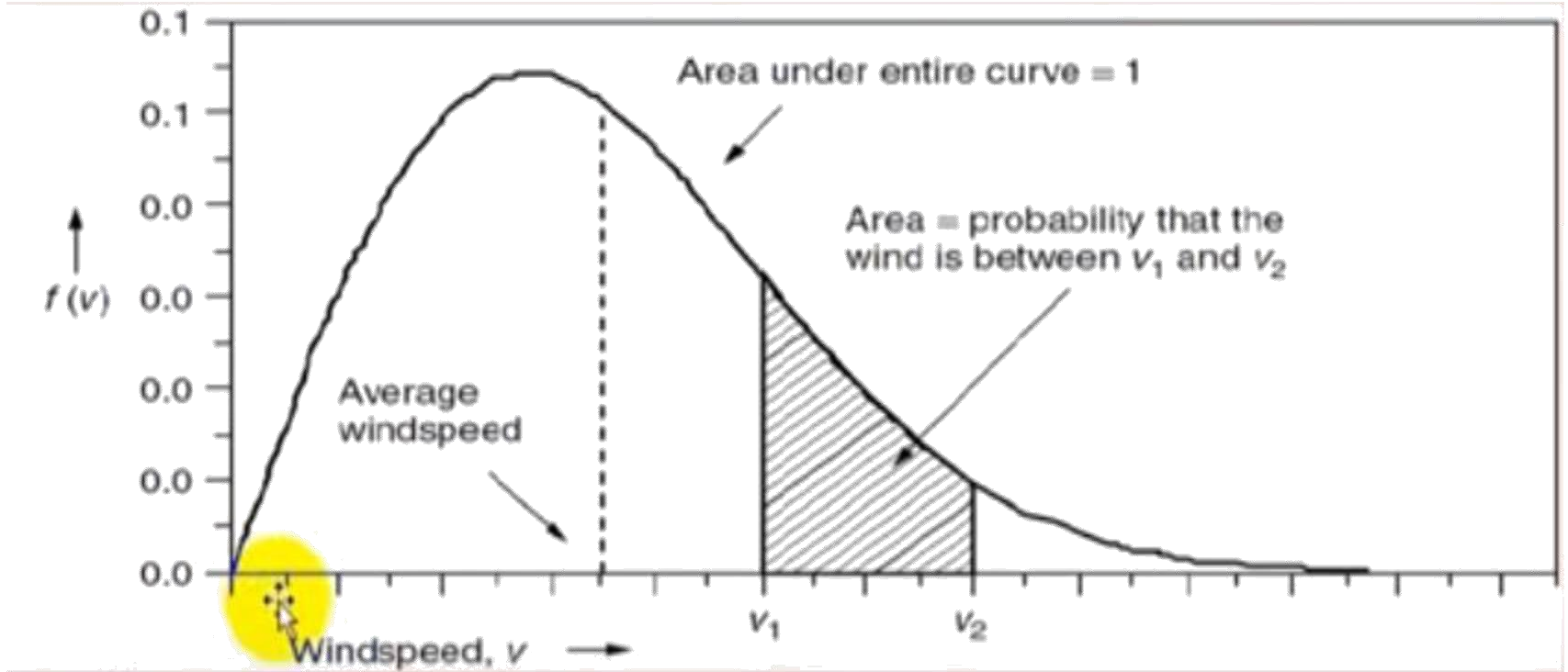
❖ Waloddi Weibull هو عالم فيزياء سويدي 1887-1979

❖ استخدام الطرق الاحصائية في تحليلات البيانات المتعلقة بعلوم الصحة والامراض وامواج البحار وتنظيم قوة تشتت الرياح وتحليل سرعة الرياح وغيرها...

❖ توزيع ويبيل (Weibull distribution) من التوزيعات المهمة في العمليات الاحصائية والتي لها تطبيقات واسعة ومنها استخدامة في تحليل سرع الرياح وكثافة طاقة الرياح فهو يصف سلوك بيانات سرعة الرياح وتوزيعاتها التكرارية المحتملة زيادة ونقصانا نسبة الى قيمة معدل سرعة الرياح.

❖ توزيع ويبيل هو توزيع احتمالي مستمر .

- ✓ يصف توزيع سرعة الرياح المطلوب دراستها في موقع معين ضمن سقف زمني معين.
- ✓ يعطي عدد الساعات (عدد التكرارات) التي تتكرر فيها قيمة كل سرعه ضمن تقسيمات السرعة والتي تعرف (bin) .
- ✓ عادة ترسم النسبة المئوية لتوزيع التكرارات ($f\%$) على المحور Y مع سرعة الرياح على المحور X .
- ✓ توزيع ويبيل تعطي افضل نتائج التطابق (Fitting) بين توزيعات سرعة الرياح الحقيقية لموقع الدراسة مع التوزيع الاحتمالي للدالة.
- ✓ قيمة الرسم تعطي الاحتماليات الاكثر ترجيحاً لسرعة الرياح السائدة في موقع الدراسة.
- ✓ تستخدم للمفاضلة بين عدة مواقع لنصب توربينات الرياح.



If you measure wind speeds throughout a year, you will notice that in most areas strong gale force winds are rare, while moderate and fresh winds are quite common. The wind variation for a typical site is usually described using the so-called Weibull distribution,

The Weibull distribution is often used in the field of life data analysis due to its flexibility, and it can mimic the behavior of other statistical distributions such as the normal and the exponential.

The statistical distribution of wind speeds varies from place to place around the globe, depending upon local climate conditions, the landscape, and its surface. The Weibull distribution may thus vary, both in its shape, and in its mean value. As shown in the image, Weibull distribution depend on two parameter scale(C) and shape(k)



Estimating the Weibull Distribution Parameters

To obtain a Weibull density distribution is necessary determine shape parameter k and c scale parameter, the common methods for determining k and c are:

1. **Graphical method**
2. **Standard deviation method**
3. **Moment method**
4. **Maximum likelihood method**
5. **Energy pattern factor methods**



The most simple method to calculate the two parameters scale(A) and shape(k) is (Standard deviation method) and we can calculate them by using those equations:

$$k = \left(\frac{S.D}{\bar{X}} \right)^{-1.086}$$

As we shown the above equation depend on Standard Deviation ($S.D$) and the mean of wind speed X

$$C = \frac{X}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{K}\right)}$$

While the scale parameter depends on the mean of wind speed and Gamma function Γ .

And the figure down about (PDF) Probability Density function to Mosul station

So, we calculate the Wind power density by Weibull distribution

$$WPD = 1/2 * \rho A^3 \Gamma(1 + 3/k)$$

❖ توزيع ويبيل هو توزيع احتمالي مستمر يعطي احتمالية كثافة التوزيع حيث يبين الجزء الزمني المتوقع ان تبقى فيه معدلات سرعة الرياح ضمن حدود سرعة معينة.

I

❖ على المخطط الذي يعرف بمعلمتية وهما:

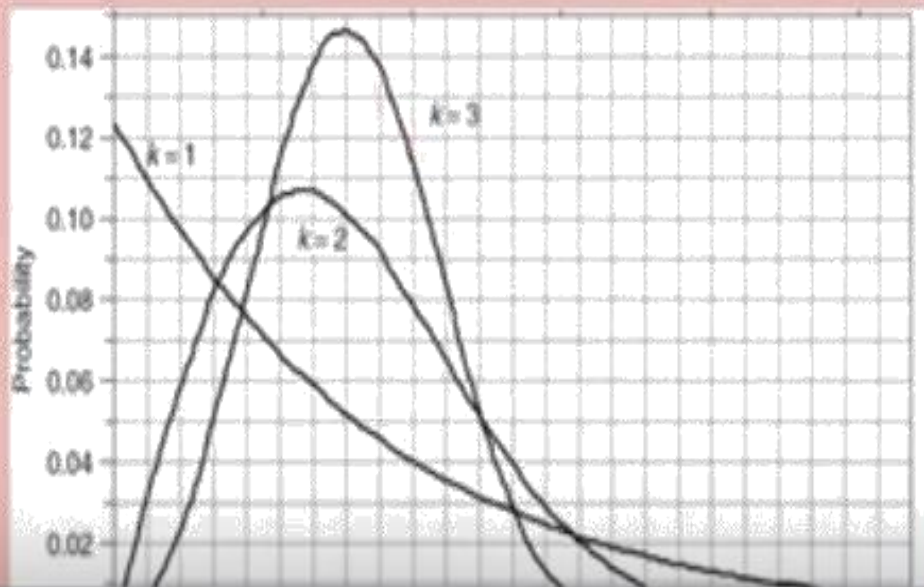
❖ معلمة الشكل k shape parameter لابعدي,

✓ يبين تكرارات سرعة الرياح في الموقع ومدى اقتراب قيمها من قيمة متوسط سرعة الرياح.

✓ قيمة الوسيط هو القيمة التي تكون نصف قيم سرعة الرياح اعلى منه والنصف الاخر اقل منه

✓ معامل الشكل يرمز الى طبيعة نظام الرياح متغير او مستقر !!

✓ عند قيمة $k=1$ تكون السرعة متجهه للانخفاض ويكون الموقع غير ملائم لنصب توربينات رياح



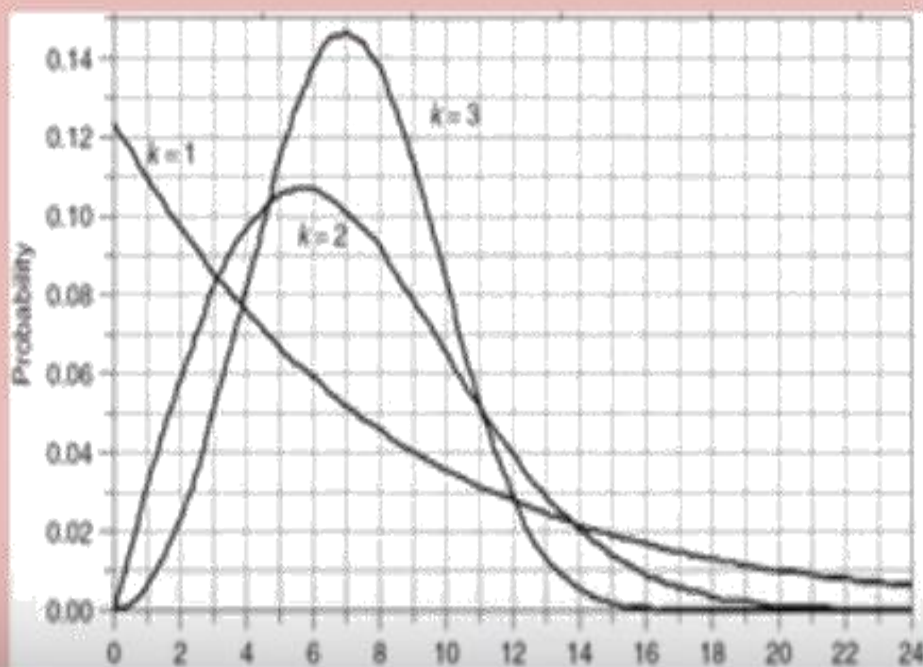
✓ عند قيمة $k=1$ تكون السرعة متجهه للانخفاض ويكون الموقع غير ملائم لنصب توربينات رياح

✓ قيم k الصغيرة تعني ان نظام سرعة الرياح في الموقع متغيرة Variable Wind regime

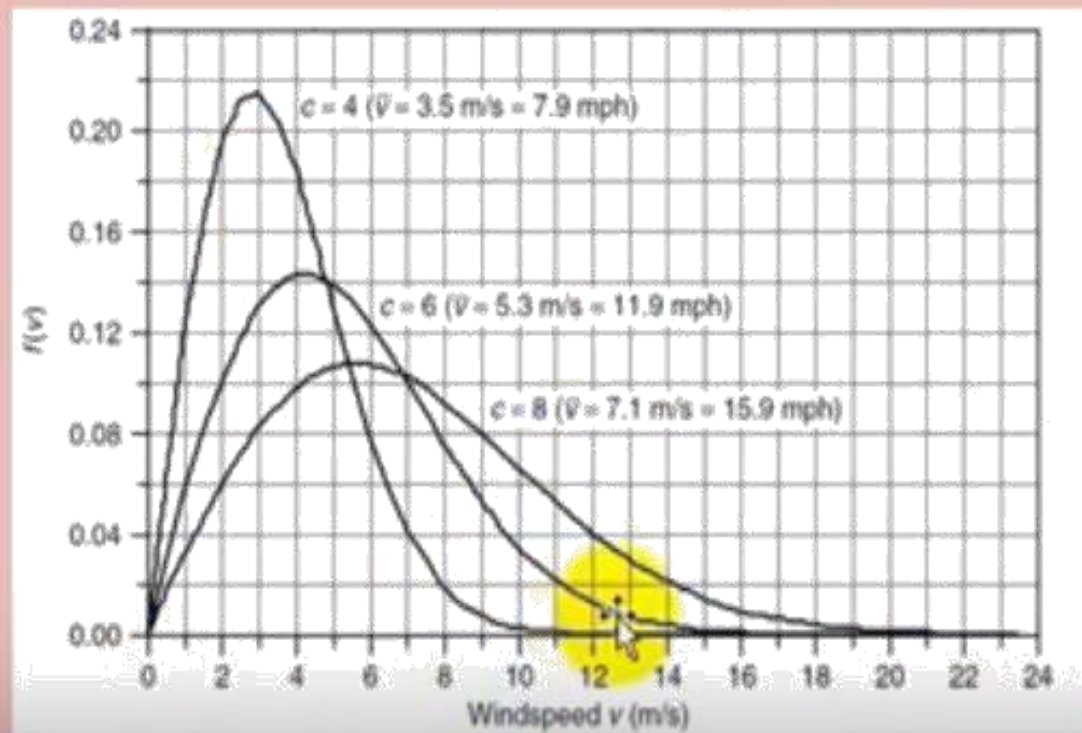
✓ عادة للمواقع التي تكون قيم k (1.51-1.99). For most fairly wind site,

✓ عند $k=2$ وهو نظام رياح متوسط الاستقرارية ويسمى توزيع رايلي حالة خاصة

✓ عند اكبر من $k=2$ الى حد $k=3$ يكون افضل توزيع منتظم ومستقر وغير متغاير السرعة بشكل كبير كما لو ان سرعة الرياح تهب بقيم شبه ثابتة القيم.



- ❖ معلمة القياس c scale parameter تقاس بوحدات (m/s).
- ❖ يبين التوزيع الكامل لتقسيمات سرعة الرياح في الموقع .
- ❖ كلما كانت قيمة c اعلى كلما كانت المنطقة اكثر وفرة بالرياح.
- ❖ عادة قيمة $c = (1.125 - 1.142) V_{mean}$

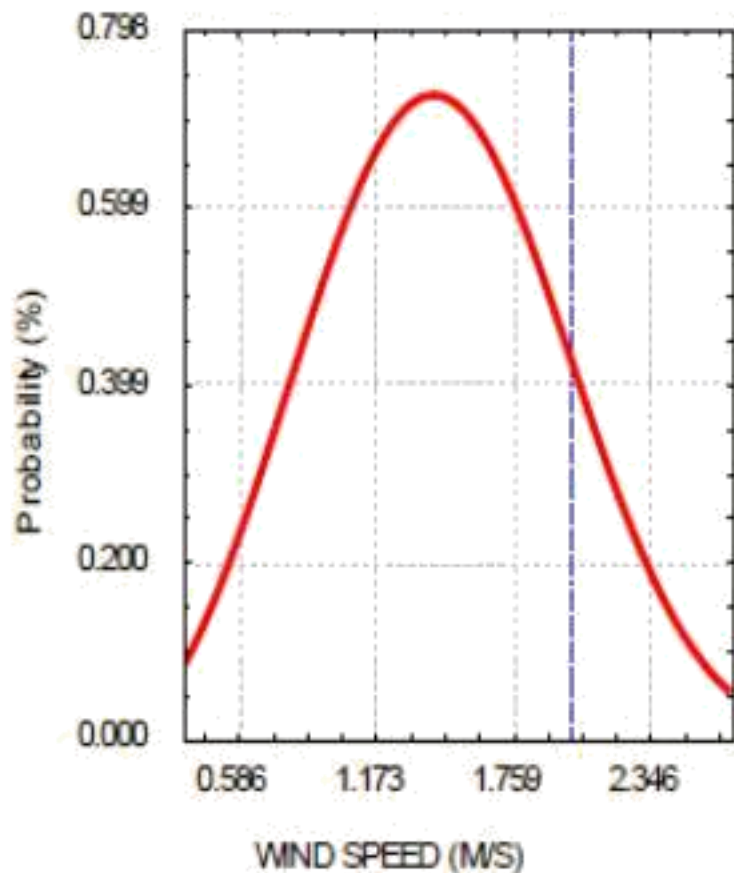


Month	Ch 1 speed (30 m)					Ch 2 speed (20 m)	
	Mean (m/s)	Max (m/s)	Std.	Weibull	Weibull	Mean (m/s)	Max (m/s)
			Dev. (m/s)	k	c (m/s)		
Jan	6.80	15.9	2.71	2.67	7.60	5.97	14.3
Feb	6.03	23.4	3.11	2.05	6.82	5.23	22.4
Mar	6.58	17.2	3.12	2.19	7.40	5.77	15.1
Apr	5.44	22.3	2.95	1.93	6.14	4.83	19.5
May	4.85	16.8	2.53	1.98	5.46	4.28	14.1
Jun	4.90	14.9	2.58	1.99	5.52	4.37	13.1
Jul	4.81	12.7	2.23	2.26	5.42	4.33	11.8
Aug	5.10	21.1	2.64	2.01	5.75	4.58	18.9
Sep	5.92	16.2	2.82	2.21	6.67	5.32	15.0
Oct	6.53	18.1	3.13	2.17	7.36	5.89	17.1
Nov	6.36	17.0	3.26	1.96	7.12	5.66	14.8
Dec	6.03	15.9	3.10	2.00	6.78	5.40	14.2
Annual	5.78	23.4	2.87	2.01	6.29	5.14	22.4

Probability Density Function

Mosul station-Summer

$$y = \text{weibull}(1.62,3)$$



Probability Distribution Function

Mosul station-Summer

$$p = \text{iweibull}(1.62,3)$$

