



آشنایی با شرکت Vortex

## فهرست مطالب

۱.	درباره Vortex	۳
۲.	روش انجام کار Vortex	۴
۳.	رویکرد Vortex	۵
۴.	داده‌های ورودی	۶
۵.	محصولات Vortex	۷
	MAP - ۱-۵	۸
	MAST - ۲-۵	۹
	FARM - ۳-۵	۱۰
	SERIES - ۴-۵	۱۱
۶.	مشتری‌های شرکت Vortex	۱۲

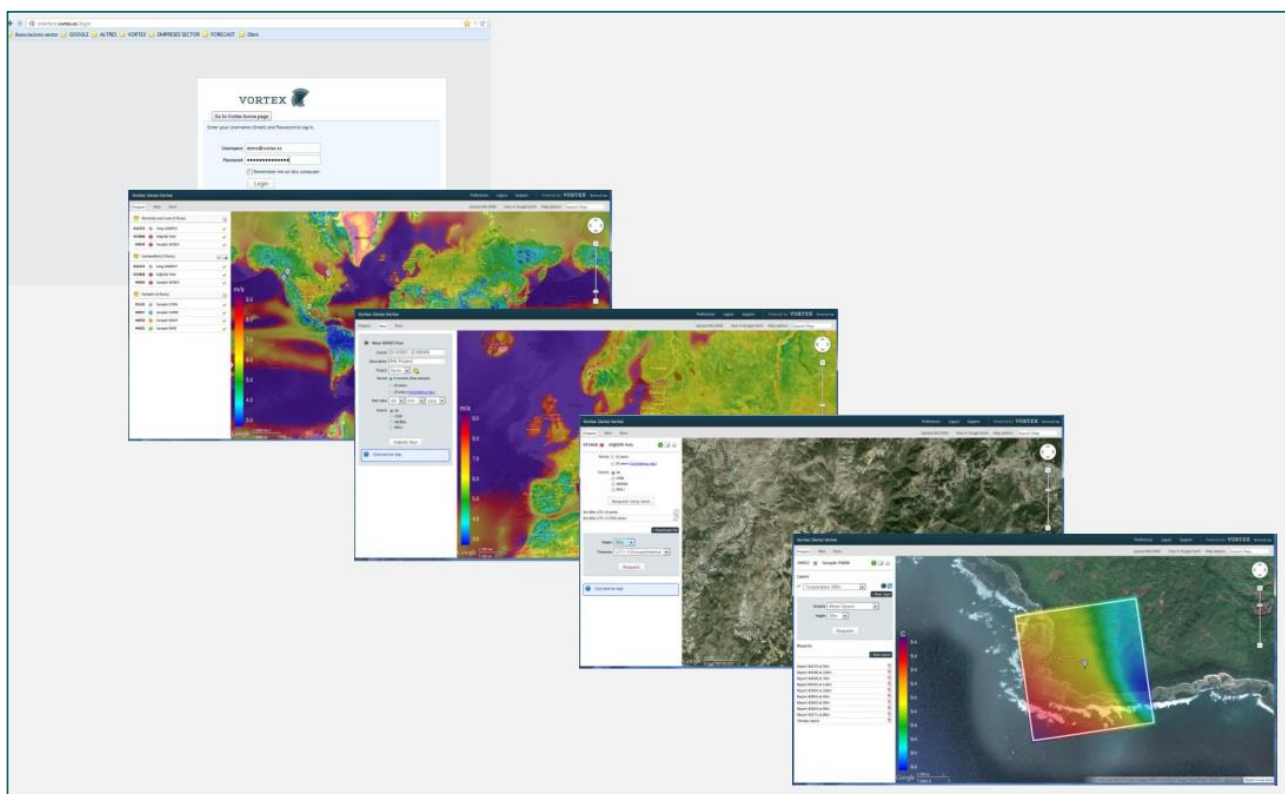
## ۱. درباره Vortex

Vortex ابزاری برای انجام مدل سازی به صورت آنلاین (on-line atmospheric modeling service) است که با فراهم نمودن تخمینی از سرعت و سایر پارامترهای باد در مکان هایی که داده های باد اندازه گیری شده در دسترس نیست به کمک متخصصان و سرمایه گذاران حوزه باد می آید.

Vortex توسعه تکنولوژی خود را در سال ۲۰۰۷ با کمک متخصصان حوزه باد (با بیش از ۱۵ سال تجربه) آغاز نمود. محصولات Vortex پس از مذاکرات فراوان با متخصصان فعال در حوزه انرژی بادی طراحی شده است. شایان ذکر است در طی این سالها Vortex همواره کوشیده از بازخورد مشتری ها به منظور افزایش دقت محصولات خود استفاده نماید.

مدل فعالیتی که Vortex برگزیده روشی منحصر به فرد است: محاسبه از راه دور. تنها کافیسیت از طریق رابط اینترنتی<sup>۱</sup> Vortex و با فشردن چند کلیک، اطلاعات اولیه وارد شود. پس از تنها چند ساعت نتایج آماده شده و از طریق رابط اینترنتی Vortex قابل دریافت می باشد. بدین ترتیب مشتری ها نیازی به خرید سوپر کامپیوتر ندارند. همچنین نیازی نیست کارشناس مدل سازی باشند و از خدمات مشاوره نیز بی نیاز خواهند بود.

لازم به ذکر است Vortex تنها داده های مورد نیاز را برای احداث نیروگاه بادی در مراحل مختلف فراهم می نماید و در زمینه انجام مطالعات امکان سنجی هیچگونه خدماتی ارائه نمی دهد.



<sup>1</sup> Interface

## ۲. روش انجام کار Vortex

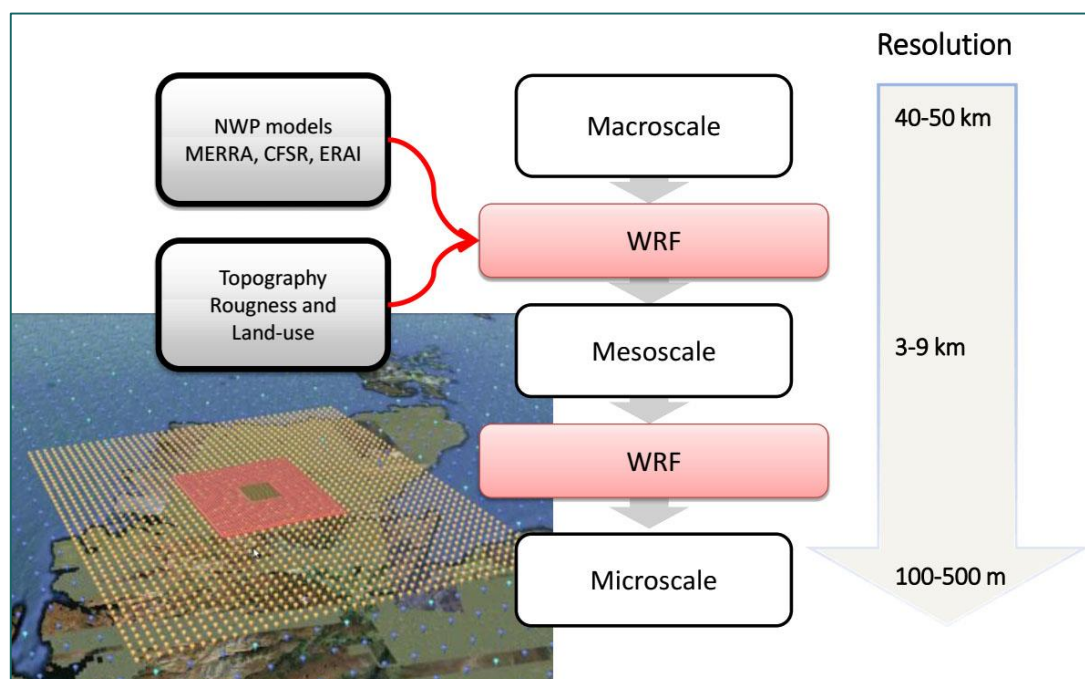
Vortex مدل WRF (Weather Research & Forecasting Model) را به صورت منحصر به فرد از مقیاس ماکرو (Macroscale) به مقیاس میکرو (Microscale) با رزولوشن ۱۰۰ متر اجرا می‌کند.

مدل پژوهش و پیش‌بینی هوا یا WRF، سامانه پیش‌بینی عددی هوا در مقیاس متوسط است که به منظور عملیات پیش‌بینی هوا و برآورد نیازهای تحقیقاتی در مورد جو طراحی شده است. برای توسعه WRF تلاش همه جانبه‌ای بین موسسات و مراکز تحقیقاتی مختلف صورت گرفته است. این موسسات معتبر عبارتند از:

۱. مرکز ملی تحقیقات جوی (NCAR)
۲. اداره کل جوی و اقیانوس‌شناسی ملی
۳. مراکز ملی پیش‌بینی‌های زیست محیطی (NCEP)
۴. آزمایشگاه سیستم‌های زیست محیطی (FSL)
۵. آژانس آب و هوای نیروی هوایی (AFWA)
۶. آزمایشگاه تحقیقاتی نیروی دریایی
۷. دانشگاه Oklahoma
۸. نیروی هوایی فدرال (FAA)

مدل WRF برای کاربردهای مختلف با رزولوشن‌های مختلف (از چند متر تا هزار کیلومتر) قابل استفاده می‌باشد. اطلاعات بیشتر در خصوص مدل WRF در وبسایت <http://www.wrf-model.org/index.php> قابل دسترس می‌باشد.

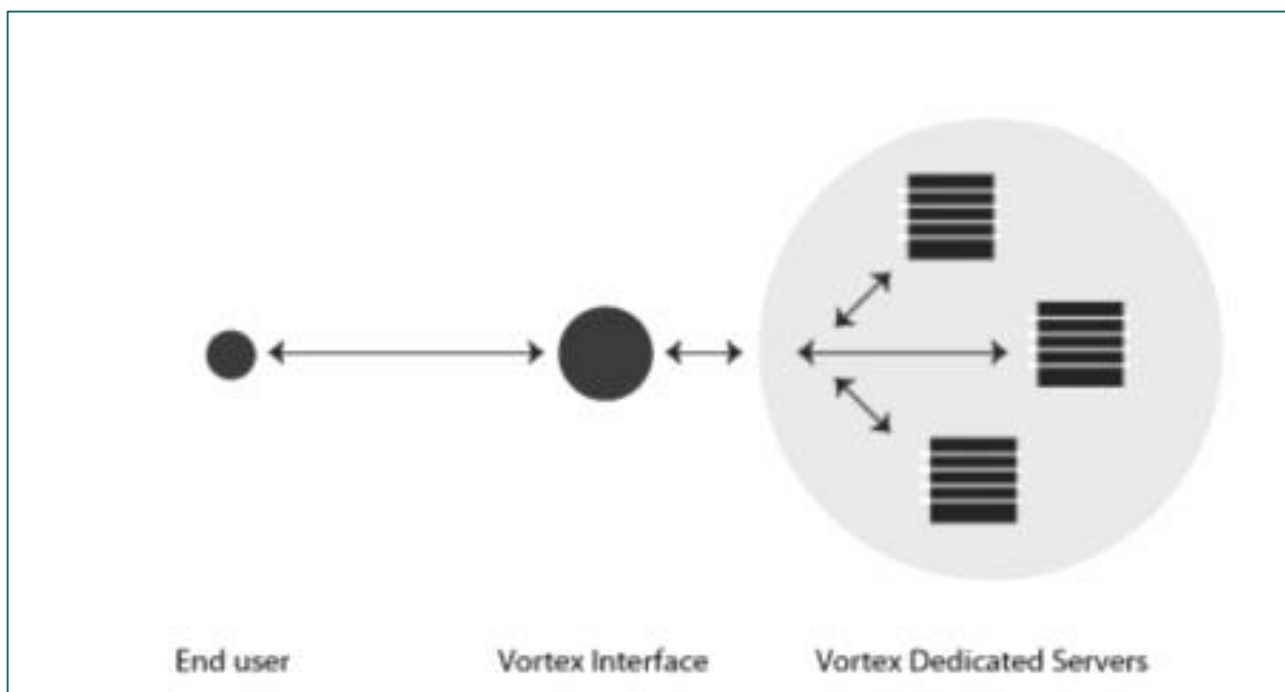
یکی از ویژگی‌های متمایز Vortex در استفاده از این مدل، پیاده‌سازی ابزاری اتوماتیک و قدرتمند است که این امکان را فراهم می‌سازد روزانه بسیاری از این نوع مدل‌سازی‌ها را - بر اساس درخواست مشتری از طریق رابط اینترنتی Vortex و بدون نیاز به دخالت کارشناسی از شرکت Vortex - به صورت سیستمی و خودکار برای موارد متعدد اجرا نماید. تجربه‌های فراوانی که از اجرای موارد مختلف برای مشتریان متفاوت در تمامی قاره‌ها به دست آمده به Vortex امکان استفاده مناسب از مدل WRF را به منظور بدست آوردن بهترین نتایج می‌دهد.



### ۳. رویکرد Vortex

یکی از مشخصه‌های برتر Vortex در زمینه تهیه داده‌های باد رویکردی است که این شرکت به منظور تهیه داده‌های مورد نیاز بر اساس درخواست مشتری انجام می‌دهد. در واقع داده‌های Vortex از پیش محاسبه شده نمی‌باشند و تنها چند ساعت پس از درخواست مشتری تهیه می‌شوند. از مهمترین ویژگی‌های این رویه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- نتایج تنها بر اساس درخواست مشتری و برای منطقه مورد نظر ایشان تهیه می‌شود. در این حالت نیازی به پرداخت هزینه‌ی اضافه برای مناطق بزرگتر وجود ندارد.
- مدل‌سازی بر اساس آخرین تکنولوژی و داده‌های موجود در زمان درخواست مشتری انجام می‌شود. از همین رو مشتری به روزترین و دقیق‌ترین نتایج را در اختیار خواهد داشت.

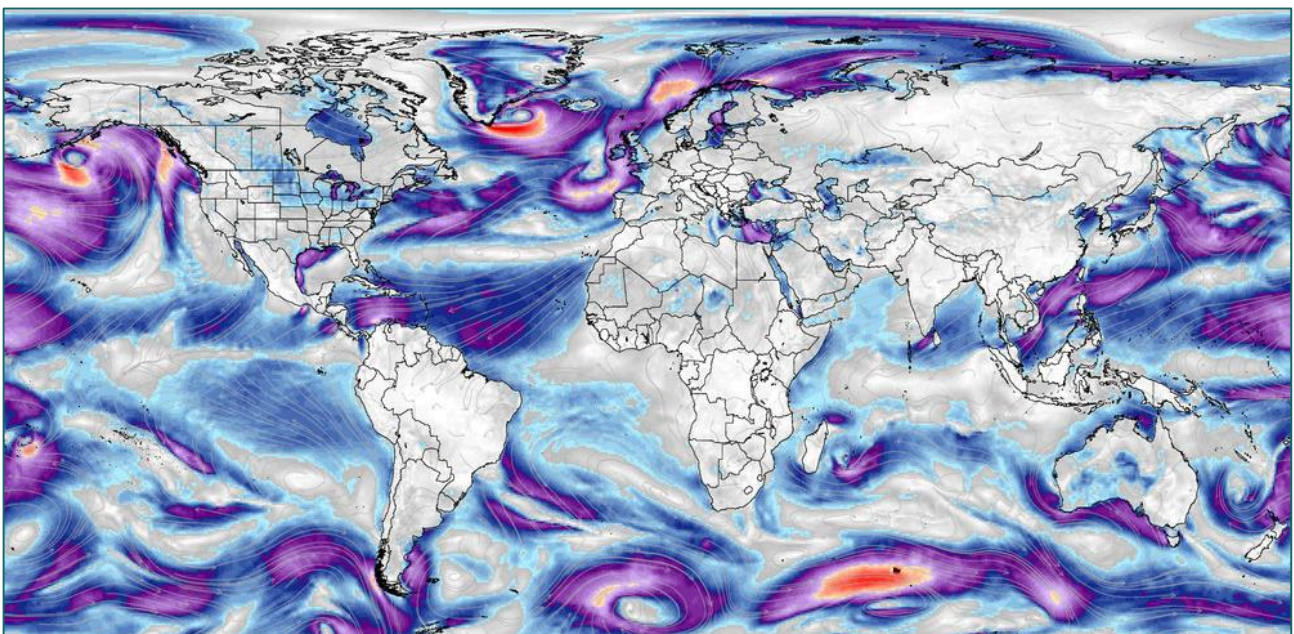




#### ۴. داده‌های ورودی

Vortex به منظور پیاده‌سازی مدل WRF از داده‌های ورودی مختلفی استفاده می‌نماید. به منظور تهیه نقشه توپوگرافی، Vortex از داده‌های Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) و جهت تهیه اطلاعات مربوط به پوشش و زبری منطقه از داده‌های ESA GlobCover Land Cover استفاده می‌نماید. Vortex به منظور تهیه داده‌های باد ورودی جهت استفاده در مدل WRF نیز از سه منبع زیر استفاده می‌کند:

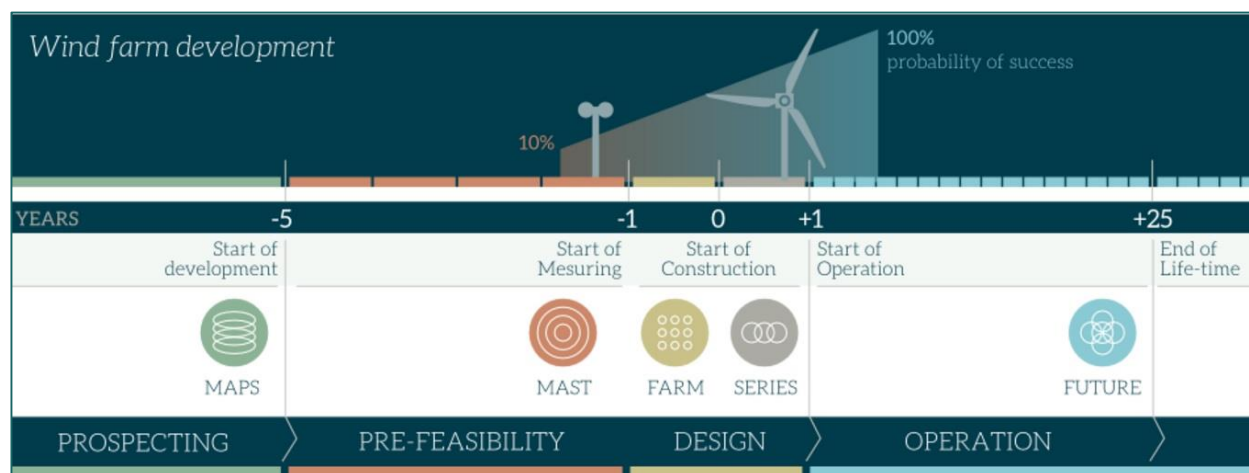
1. Climate Forecast System Reanalysis (**CFSR**)
2. Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications (**MERRA-2**) developed at the National Aeronautics and Space Administration (NASA)
3. ECMWF Interim Reanalysis (**ERA-Interim**) developed at the European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF)



## ۵. محصولات Vortex

محصولات Vortex بر اساس تجربه ۱۵ ساله مهندسان حوزه باد با سابقه فعالیت در شرکت‌های مطرح دنیا از جمله Alstom, Nordex و ... طراحی شده است. شایان ذکر است تیم مهندسی Vortex در مجموع سابقه طراحی بیش از ۱۰۰۰۰ مگاوات نیروگاه بادی را دارا می‌باشد و نکته حائز اهمیت این است که در حدود ۱۰۰۰ مگاوات از نیروگاه‌های بادی طراحی شده در حال حاضر ساخته شده و در حال بهره‌برداری می‌باشند.

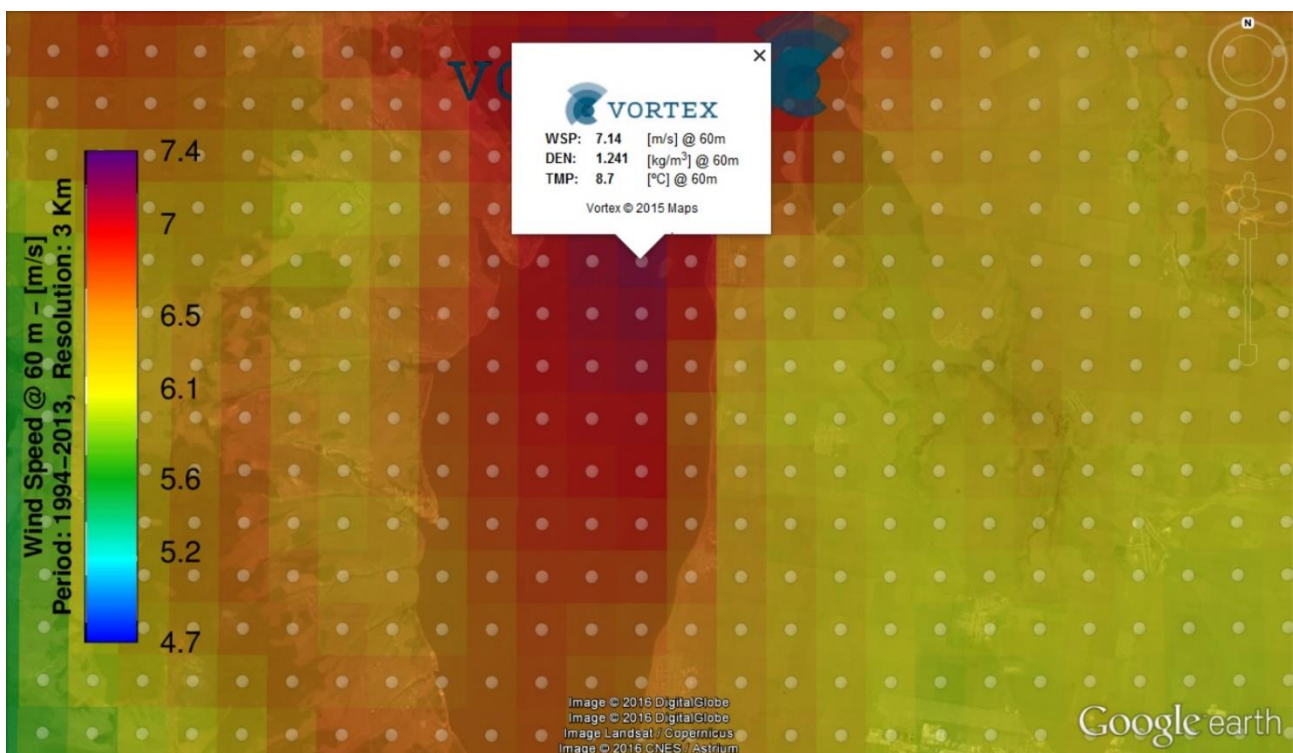
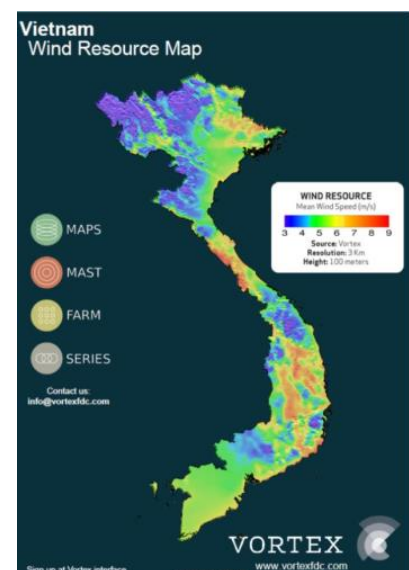
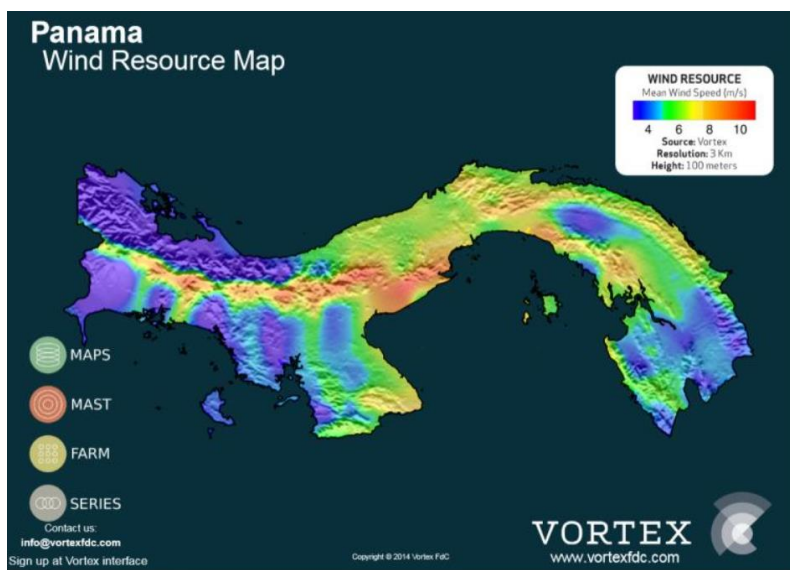
محصولات Vortex به نحوی طراحی شده‌اند که نیازهای مختلف توسعه نیروگاه‌های بادی را در مراحل مختلف پوشش دهند.



همانطور که در شکل بالا نشان داده شده است به منظور تصمیم‌گیری در مراحل مختلف توسعه و احداث نیروگاه بادی نیاز به در اختیار داشتن اطلاعات و داده‌هایی می‌باشد که بر اساس آنها بتوان بهترین تصمیم را اتخاذ نمود. از همین رو Vortex محصولات خود را در ۴ پکیج مختلف طبقه‌بندی کرده است که هر کدام از این پکیج‌ها می‌تواند به منظور تصمیم‌گیری در مراحل مختلف طراحی و احداث نیروگاه بادی مورد استفاده قرار گیرند.

## MAP – ۱-۵

به منظور طراحی و احداث نیروگاه بادی مراحل مختلفی باید انجام شود که اولین مرحله انتخاب سایت مناسب برای احداث نیروگاه بادی می‌باشد. انتخاب سایت مناسب برای احداث نیروگاه بادی بدون در اختیار داشتن اطلس باد قابل اطمینان در منطقه مورد نظر امری دشوار و در برخی موارد غیرممکن است که با عدم قطعیت بسیار بالایی همراه خواهد بود. از همین رو Vortex به منظور انتخاب سایت مناسب در منطقه مورد نظر مشتری، اطلس باد آن منطقه را بر اساس داده‌های باد ۲۰ ساله CFSR با دو رزولوشن 1km و 3km (Mesoscale) و در ارتفاع‌های مختلف تهیه می‌نماید. لازم به ذکر است نقشه‌های تهیه‌شده در فرمت Google Earth (\*.kmz) نیز قابل ارائه می‌باشند که اطلاعات سرعت، دما و چگالی هر نقطه به صورت دیجیتال بر روی آن قابل نمایش می‌باشد. همچنین داده‌های Wind Rose هر نقطه نیز قابل ارائه می‌باشد.



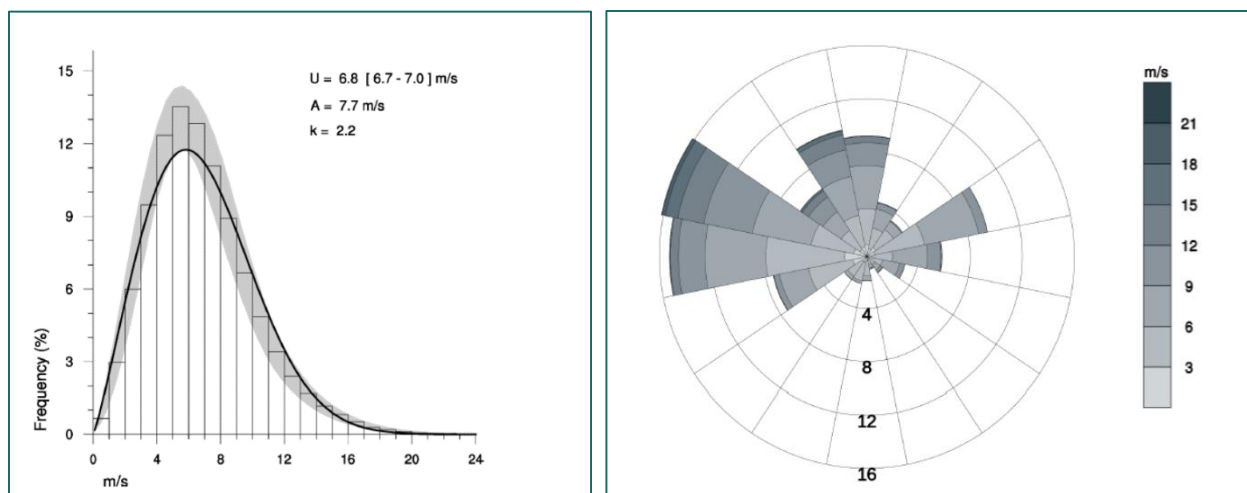


## MAST – ۲-۵

پس از انتخاب سایت مناسب برای احداث نیروگاه بادی، به منظور بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز در مورد سرعت، جهت وزش باد و سایر پارامترهای مورد نیاز باید دکل بادسنجی به همراه تجهیزات مورد نیاز اندازه گیری در سایت نصب شود. انتخاب مکان مناسب برای نصب دکل یکی از مهمترین مواردی است که در توسعه و طراحی یک نیروگاه بادی باید مدنظر قرار گیرد. به منظور تصمیم گیری در این مرحله جهت انتخاب مکان مناسب برای نصب دکل، Vortex Mast طراحی شده است. Vortex Mast یک دکل بادسنجی مجازی است که اطلاعات مهمی را در خصوص پتانسیل باد منطقه قبل از نصب دکل بادسنجی ارائه می دهد. Vortex Mast همچنین کمک شایانی به انتخاب بهترین مکان برای نصب دکل از میان چندین نقطه منتخب می نماید. داده های Mast شامل موارد زیر می باشند:

- Mean wind speed
- Weibull curve
- Wind rose
- Temperature and Density

این داده ها با رزولوشن ۱۰۰ متر (Microscale) و در ارتفاع های ۵۰ تا ۱۵۰ متر و برای بازه های ۱ تا ۲۰ ساله بر اساس درخواست مشتری قابل محاسبه می باشند. شایان ذکر است داده های Mast در فرمت TAB برای WAsP و در فرمت WWS برای WindSim قابل ارائه می باشد.



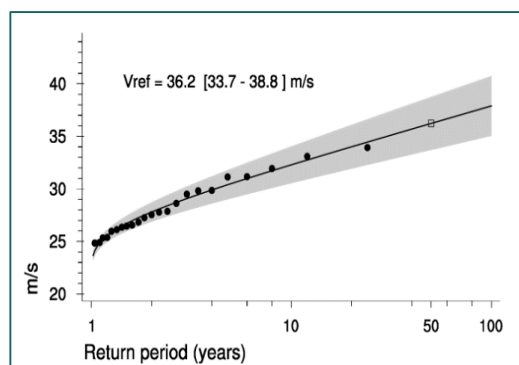
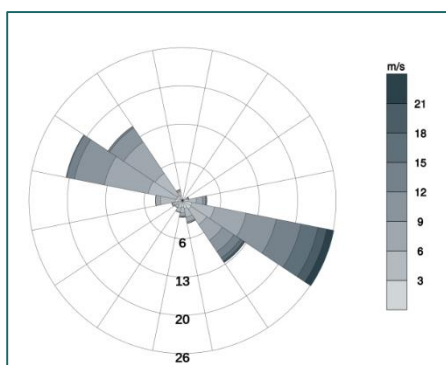
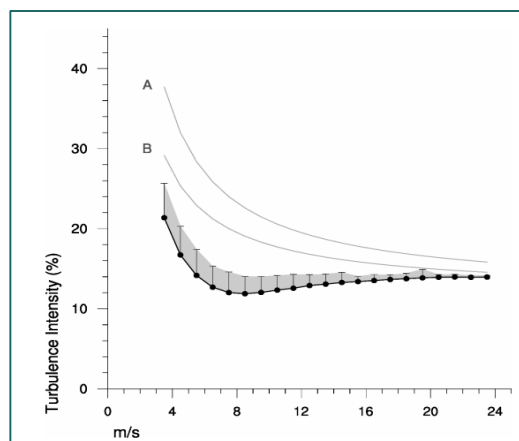
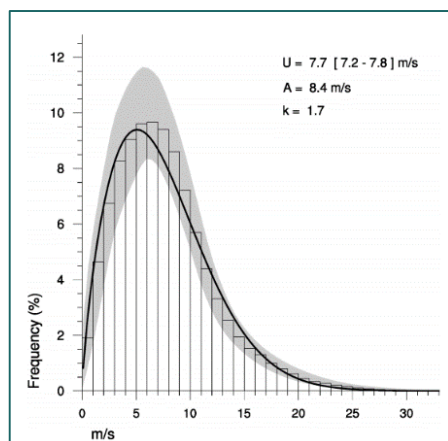
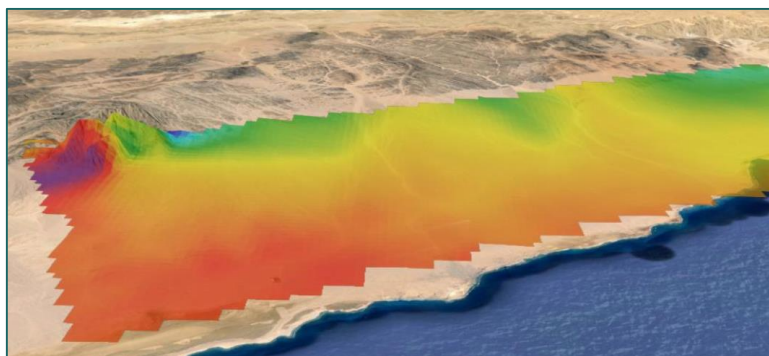
m/s - deg	0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5	180	202.5	225	247.5	270	292.5	315	337.5	%
0-1	15.9	0.0	0.0	31.6	15.2	26.1	15.6	9.0	4.7	0.0	0.0	9.4	5.3	9.2	5.9	4.8	1.7
1-2	13.6	0.0	0.0	31.7	61.5	111.5	41.1	25.8	22.9	0.0	0.0	18.7	18.3	31.5	24.3	15.3	4.8
2-3	7.7	0.0	0.0	15.9	113.2	216.6	57.4	28.5	20.4	0.0	0.0	18.9	24.8	62.3	56.4	16.8	7.3
3-4	3.3	0.0	0.0	6.4	129.4	301.0	76.2	26.8	8.4	0.0	0.0	17.5	31.6	94.0	111.3	22.5	9.5
4-5	2.5	0.0	0.0	2.6	126.1	282.4	84.0	19.3	0.9	0.0	0.0	13.3	24.7	123.2	183.6	29.7	10.2
5-6	1.2	0.0	0.0	0.0	124.8	229.7	70.3	11.9	0.0	0.0	0.0	12.4	13.3	126.6	292.4	43.1	10.6
6-7	1.2	0.0	0.0	0.0	80.7	153.7	51.3	6.6	0.0	0.0	0.0	8.1	7.5	128.7	391.8	47.2	10.0
7-8	0.0	0.0	0.0	0.0	47.8	86.3	39.0	2.4	0.0	0.0	0.0	4.6	3.7	102.9	500.0	60.3	9.7
8-9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	40.8	32.9	0.8	0.0	0.0	0.0	5.2	1.8	68.8	534.4	76.3	8.8
9-10	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	21.3	25.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	44.1	518.0	69.9	7.9
10-11	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.8	21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	37.5	465.8	54.8	6.7
11-12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	345.7	48.6	4.9
12-13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	260.6	38.7	3.7
13-14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	148.1	27.3	2.2
14-15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.0	22.2	1.2
15-16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.9	14.8	0.5
16-17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	10.2	0.3
17-18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	5.7	0.1
18-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.5	0.1
19-20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
20-21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0
21-22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%	0.5	0.0	0.0	1.0	8.2	16.9	6.4	1.5	0.7	0.0	0.0	1.3	1.5	10.0	45.1	7.0	

## FARM - ۳-۵

Vortex Farm با فراهم نمودن داده‌های بلند مدت (۳۰ ساله) کمک شایانی به انتخاب بهترین سایت از میان چندین سایت بر اساس میزان انرژی تولیدی و همچنین تعیین کلاس توربین‌های باد مورد نیاز می‌نماید. داده‌های Vortex Farm شامل موارد زیر می‌باشند:

- Mean wind speed
- Extreme wind speed (Vref)
- Turbulence
- Inflow angle
- Vertical shear

شایان ذکر است این داده‌ها از طریق انجام محاسبات با دو رزولوشن ۱۰۰ متر و ۵۰۰ متر (Microscale) به دست می‌آیند که برای هر تعداد نقطه و در هر ارتفاعی قابل محاسبه و در دو فرمت Google Earth (\*.kmz) و WRG قابل ارائه به متقاضی می‌باشند. بدیهی است با در اختیار داشتن نتایج در فرمت WRG می‌توان محاسبات مربوط به توان تولیدی نیروگاه (AEP) را با استفاده از نرم‌افزارهای رایج طراحی نیروگاه‌های بادی به انجام رساند.



**SERIES - ۴-۵**

تصحیح داده‌های اندازه‌گیری شده توسط دکل بادسنجی نصب‌شده در سایت با استفاده از داده‌های بلند مدت امری بسیار ضروری در مطالعات امکان‌سنجی احداث نیروگاه بادی می‌باشد. به همین منظور می‌توان از داده‌های Vortex Series به عنوان داده‌های بلند مدت جهت انجام محاسبات MCP (Measure, Correlate, Predict) استفاده نمود. شایان ذکر است داده‌های Vortex Series شامل میانگین سرعت باد (ساعتی)، جهت باد، فشار و دما می‌باشد که از طریق انجام محاسبات با رزولوشن ۳ کیلومتر (Mesoscale) به دست می‌آیند. داده‌های Vortex Series برای بازه‌های ۱۰ ساله و ۲۰ ساله و بر اساس داده‌های CFSR، ERA-I، MERRA-2 و یا هر سه آنها (بر اساس درخواست متقاضی) قابل محاسبه و ارائه می‌باشند.

لازم به ذکر است پس از خرید، داده‌ها به صورت ماهانه و رایگان همواره قابل به روز شدن می‌باشند. همچنین در صورت آپلود داده‌های اندازه‌گیری شده در سایت توسط متقاضی، Vortex محاسبات MCP را بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده و داده‌های بلند مدت Vortex Series انجام و داده‌های تصحیح شده را به صورت رایگان در اختیار متقاضی قرار می‌دهد.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	DD/MM/YYYY HH:MM	Power(kWh)	MinP	MaxP	M(m/s)	minM	maxM	D(deg)	T(C)	P(hPa)
2	23/03/2012 12:00	11967.8	9894.6	14286	7.5	6.9	8.1	122	10.4	1021.4
3	23/03/2012 13:00	12284.7	9887.8	15071.9	7.58	6.9	8.3	123	10.9	1021
4	23/03/2012 14:00	12913.3	10575.5	15362.4	7.78	7.1	8.4	122	11.2	1020.5
5	23/03/2012 15:00	13098.3	10649.1	15075.9	7.83	7.2	8.3	122	11.2	1020.1
6	23/03/2012 16:00	14888.8	11423	16753.1	8.27	7.4	8.7	123	10.7	1019.7
7	23/03/2012 17:00	16338.2	13264.7	17750.4	8.65	7.9	9	120	9.7	1019.4
8	23/03/2012 18:00	17623.2	14250.9	19179.2	8.93	8.1	9.3	116	8.4	1019.1
9	23/03/2012 19:00	19668.6	16643.9	20842.4	9.4	8.7	9.7	112	7.1	1019.1
10	23/03/2012 20:00	21971.3	19244.1	23456.8	9.9	9.3	10.2	110	6.2	1019.4
11	23/03/2012 21:00	22216.4	19503.2	23189.1	9.98	9.4	10.2	107	5.5	1019.5
12	23/03/2012 22:00	22424.8	19941.8	23624.5	10.32	9.9	10.7	102	4.8	1019.6
13	23/03/2012 23:00	22321.4	20007.4	24016.2	10.4	9.9	10.8	100	4.3	1019.7
14	24/03/2012 00:00	22666.8	20896.2	25038.4	10.47	10.1	11	98	4.1	1019.8
15	24/03/2012 01:00	21763.5	20399.6	24068.5	10.35	10	10.9	95	3.8	1019.6
16	24/03/2012 02:00	21585.1	19608.4	24099.2	10.32	9.9	10.9	93	3.5	1019.3
17	24/03/2012 03:00	20846.2	18368.1	23400.9	10.12	9.6	10.7	92	3.4	1019.1
18	24/03/2012 04:00	20136.2	17407	22485.2	9.95	9.3	10.5	91	3.2	1018.9
19	24/03/2012 05:00	19511.9	16729.4	21607.1	9.8	9.1	10.3	89	3.1	1018.7
20	24/03/2012 06:00	18642.2	15809.4	20396.1	9.6	8.9	10	89	3.1	1018.5
21	24/03/2012 07:00	18059.2	15156.4	19869.5	9.47	8.7	9.9	90	3.4	1018.7
22	24/03/2012 08:00	16876.9	14245.2	18802.3	9.18	8.5	9.6	94	4.7	1018.8
23	24/03/2012 09:00	11373.3	9983.9	13024.7	7.77	7.3	8.2	101	6.6	1019
24	24/03/2012 10:00	9056.5	7287.7	11105.8	6.83	6.1	7.3	111	8.4	1019.1
25	24/03/2012 11:00	8150	6285.9	10945.3	6.38	5.7	7.3	121	10.1	1019.2
26	24/03/2012 12:00	7480	5423.4	10697.4	6.1	5.3	7.2	128	11.2	1019.3
27	24/03/2012 13:00	7545.4	5350.8	10917.5	5.97	5.3	7.2	130	11.9	1019
28	24/03/2012 14:00	6590.3	5136.6	9809.6	5.65	4.8	6.9	131	12.4	1018.8
29	24/03/2012 15:00	6095.1	4293.2	8944.1	5.32	4.4	6.6	133	12.5	1018.7
30	24/03/2012 16:00	5835.3	4163.1	8530.2	5.35	4.3	6.5	131	12.1	1018.7
31	24/03/2012 17:00	6553.5	4806.8	8707.1	5.68	4.6	6.6	127	11.3	1018.6
32	24/03/2012 18:00	7604	5657.2	9019.4	6.17	5.4	6.7	121	10.1	1018.6



## ۶. مشتری‌های شرکت Vortex

شرکت‌های فراوانی در سراسر دنیا از محصولات Vortex استفاده می‌نمایند که در ادامه اسامی برخی از مهمترین آنها آورده شده است.

