

دفتر برنامه ریزی کلان برق و  
انرژی

گروه توسعه فناوری های نوین  
برق و انرژی

فناوری سیستم های هواپرد انرژی باد

**Airborne Wind Energy  
systems (AWESs )**

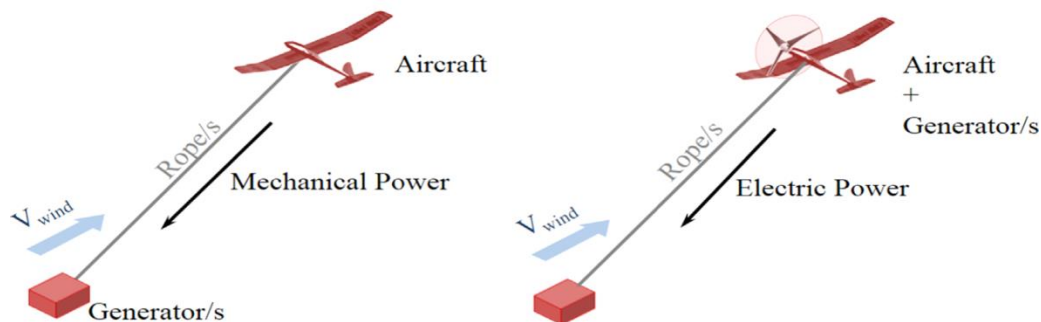
انرژی باد در ارتفاع بالا در حال حاضر یک منبع بسیار امیدوار کننده برای تولید پایدار انرژی الکتریکی است.

میزان قدرت و در دسترس بودن حجم زیادی از باد که در ارتفاع بین ۳۰۰ و ۱۰۰۰ متر از زمین وجود دارد نشان می دهد سیستم های هوا برد انرژی باد (AWESS) از فن آوری های در حال ظهور انرژی تجدید پذیر هستند. از لحاظ نظری دستیابی به مقیاس مگاوات تولید برق از این نیروگاه ها یکی از دلایل مهم جذابیت سیستم های AWES می باشد. به عنوان مثال تولید ۳۴ مگاوات با استفاده از یک ایرباس A380 در برخی از پیش بینی ها آمده است.

در دهه گذشته، چندین شرکت به کسب و کار AWESS وارد شده و اختراعات متنوع و راه حل های فنی برای اجرای آنها ارائه داده اند.

پژوهش در ارتباط با این فناوری از دهه ۷۰ آغاز و در دهه کنونی سرعت بیشتری پیدا کرده است. هدف از این نوع فناوری دسترسی به لایه های بالاتر جو نسبت به توربین های سنتی باد بوده است. چند نمونه از این فناوری در سراسر جهان توسعه یافته که نتایج حاصل از آزمایش های اولیه آن نیز در دسترس می باشد.

AWESS به طور کلی از دو جزء اصلی شامل یک سیستم روی زمین و حداقل یک هواپیما (Aircraft) تشکیل شده است که هواپیما به صورت مکانیکی (در برخی موارد نیز الکتریکی) با طناب (اغلب به عنوان مهار کننده) متصل می شوند. در برخی از آن ها تولید برق در سیستم روی زمین (GG-AWES<sup>۱</sup>) و در برخی در هواپیما یا بخشش پرواز (FG-AWES<sup>۲</sup>) انجام می شود.



در سیستم های GG-AWES نیروی آیرودینامیکی که هواپیما از طریق طناب منتقل می کند در روی زمین به انرژی الکتریکی تبدیل می شود که البته این نوع نیز با توجه به متحرک یا ثابت بودن سیستم

1 Ground-Generator Airborne Wind Energy Systems  
2 Fly-Generator Airborne Wind Energy Systems

روی زمین به دو دسته تقسیم می شوند. در ارتباط با فناوری هایی که بخش زمینی آن ثابت است شرکت های خصوصی زیادی در حال تحقیق و توسعه می باشند. آن دسته از فناوری که بخش تولید برق آنها روی زمین متحرک هستند پیچیده تر می باشند. البته نمونه هایی توسط برخی شرکت ها و یا دانشگاه ها ارائه شده است که بجز شرکت NTS Energie هیچکدام توسعه بروزی نداشته اند.

این دسته از فناوری ها نیز خود به دو شیوه طراحی تقسیم می شوند:

۱- ژنراتور با محور عمودی (Vertical axis generator)

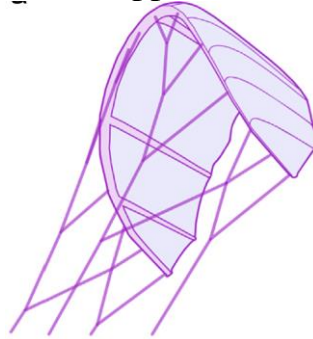
۲- ژنراتور های ریلی (Rail generators)

البته بخش هوا برد آن نیز به چند دسته فناوری تقسیم می شود که مهمترین آن ها عبارتند از:

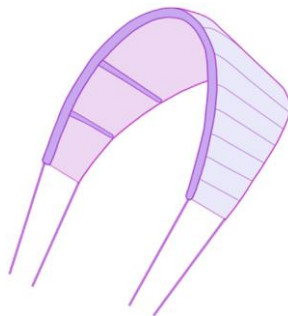
۱- کایت های تک لایه Leading Edge Inflatable (LEI) kites که خود به دو دسته زیر تقسیم

می شوند:

• Supported Leading Edge (SLE) kites



• کایت های C-kites که توسط چهار مهارکننده اصلی کنترل می شوند.

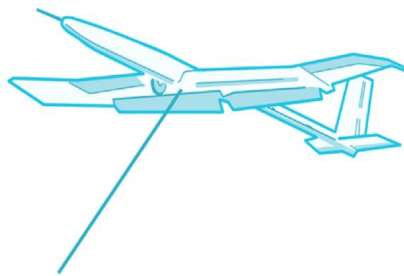


۲- کایت های Foil kites (یا ram-air kites) که از مشتقات parafoils پارافویل ها هستند.

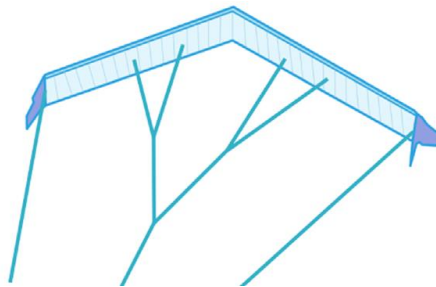


۳- کایت های Delta kites که شبیه به بال های گلايدر بهم چسبیده هستند.

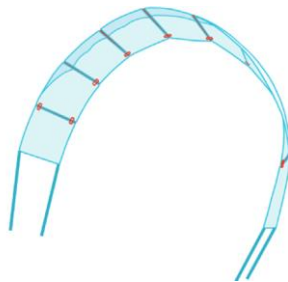
۴- گلايدر ها Gliders



۵- گلايدر های Swept rigid wings که از نوع گلايدر بدون سطوح کنترل بدنه و دم هستند.



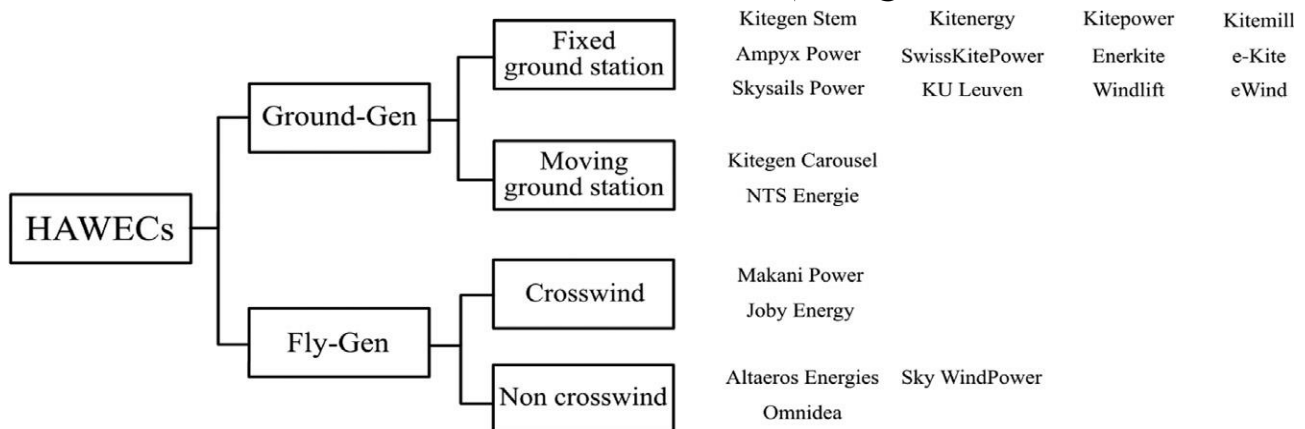
۶- Semi-rigid wings که از چند ماژول سفت و سخت کوتاه تشکیل شده است و هر کدام توسط لولایی به دیگری متصل شده اند.



۷- کایت های مخصوص (Special design kites) از قبیل Kiteplanes و Tensairity Kites که

توسط شرکت های TUDelft هلند و MPA اتریش در حال تحقیق و بررسی می باشند.

طبقه بندی انواع سیستم های AWES و شرکت های فعال در این زمینه



شرکت ها و مشخصات سیستم های GG-AWES در حال تحقیق و توسعه توسط آن ها

Ground-Gen HAWECs							
Fixed/Moving	Airborne System	Company	Power Class	Main force	Actuators		N. Ropes
					On ground	Airborne	
Fixed ground station - Pumping System	Leading edge inflatable kite	KiteGen Stem	kW	Lift	x		2
		WindLift	kW	Lift	x		3
		Kitenergy	kW	Lift	x		2
		Swiss Kite Power 2	kW	Lift	x		3
		KitePower	kW	Lift		x	1
		Swiss Kite Power 1	kW	Lift		x	1
	Foil kite	SkySails Power	kW-MW	Lift		x	1
		EnerKite	kW	Lift	x		3
	Delta Kite	EnerKite	kW	Lift	x		3
	Swept Rigid Wing	EnerKite	kW	Lift	x		3
	Glider	Ampyx Power	kW-MW	Lift		x	1
		e-Kite	kW	Lift	x		2
		Kitemill	kW	Lift		x	1
	Glider with rotors	TwingTec	kW	Lift		x	2
	Semi-rigid Wing	KiteGen Stem	MW	Lift	x		2
	Parachute	GuangdongTech	MW	Drag		x	2
Aerostat	Omnidea	kW	Magnus effect		x	2	
Moving ground station	- Rail	Leading edge inflatable kite	KiteGen Rail Carousel	MW-GW	Lift	x	2
		Kitenergy		MW	Lift	x	2
	Foil kite	NTS		Lift	x	4	
	-Axial	Leading edge inflatable kite	KiteGen Carousel	MW	Lift	x	2

شرکت ها و مشخصات سیستم های FG-AWES در حال تحقیق و توسعه توسط آن ها

Fly-Gen HAWECs				
General system description	Company	Flying principle	Type	Energy generation system
Turbines on a tethered aircraft	Makani Power	Wings lift	Crosswind	6/8 turbines
	Joby Energy	Wings lift	Crosswind	Several turbines
Tethered quadcopter	Sky Windpower	Rotors thrust	Non-crosswind	4 turbines
Turbine on a lighter than the air balloon	Altaeros Energies	Buoyancy	Non-crosswind	1 turbine
Magnus Effect turbine	Omnidea	Buoyancy	Non-crosswind	Buoyant wind turbine

