

قطب کشوری  
انرژی های نوین

۲

اژنه



انرژی های نوین  
معاونت امور انرژی  
معاونت انرژی های تجدیدپذیر



نیروگاه گلدویند چین: بزرگترین مزرعه بادی جهان  
گفت و گویی صمیمی با اعضای انجمن مروجان انرژی  
داستان آروشا در دنیای نوین

فصلنامه آموزشی ترویجی اژنه

دوره اول / شماره ۲ / زمستان ۱۴۰۲ / ۲۸ صفحه

کانال رسمی پژوهش سرانرژی @Pajouheshsara

کانال محتوایی قطب کشوری انرژی های نوین @EnergyNovin\_Src

www.energynovin-src.ir @EnergyNovin\_Src

وزارت آموزش و پرورش  
اداره کل آموزش و پرورش استان فارس  
مدیریت آموزش و پرورش ناحیه ۳ شیراز



فصلنامه آموزشی - ترویجی اژنو  
قطب کشوری انرژی های نوین

صاحب امتیاز: قطب کشوری انرژی های نوین

مدیرمسئول: امیرحسین رضوان

سردبیر: محمدرضا رنجبر

هیات تحریریه:

محمدرضا رنجبر - محسن حیدری - مهدیه سیاوش پور

مشاور فنی: احمد عابدی

طراحی جلد: هاجر کشاورزی

نشانی نشریه: شیراز- بلوار دلاوران بسیج  
- خیابان شهدای محله خاتون - جنب  
تالارمعلم - پژوهشسرای قطب کشوری

روابط عمومی/شماره تماس: منصوره زیارتی  
۰۹۱۷۸۸۶۵۹۰۵

نشانی اینترنتی: www.energynovin-src.ir

پست الکترونیک: energy.novin.stu@gmail.com

شبکه های اجتماعی: @EnergyNovin\_src

۱۶	انرژی گاه / چشم انداز نیروگاه های بادی آینده
۱۸	معرفی کتاب / محسن حیدری
۲۰	پیشگامان انرژی / مهدیه سیاوش پور
۲۲	داستان انرژی / آروشا در دنیای نوین آروشا با خود فکر کرد؛ چقدر خوب بود هوا آلوده نبود و می توانستیم در حیاط ورزش کنیم.



پیام انرژی / مهدیه سیاوش پور

بهره‌برداری از ۳۰۰۰ مگاوات نیروگاه بادی در کشور تا  
دو سال آینده

۲۶

مطالب، لزوماً انعکاس  
دیدگاه های نشریه نمیباشد.  
نشریه در دخل، تصرف و  
تلخیص مقاله ها آزاد است.



۴	یادداشت سردبیر / محمدرضا رنجبر
۵	کافه انرژی / گفتگویی صمیمی با ستارگان انجمن علمی پژوهشی مروجان انرژی / محمدرضا رنجبر
۸	کارنو/ تازه های فناوری / مهدیه سیاوش پور



۱۰

آیا میدانید!؟ / مهدیه سیاوش پور

شرکت سولولیکو (Soleolico) به تازگی نخستین توربین بادی جهان مجهز به پنل  
های خورشیدی روی پره هایی گردان را معرفی کرده است.

انرژی نما / سیستم های هیبرید / مهدیه سیاوش پور

سیستم های هیبریدی متشکل از منابع مختلف انرژی مانند انرژی خورشیدی  
(سولار)، انرژی باد، ژنراتور و باتری میباشد که مزیت آن نسبت به حالت تک  
منبع قابلیت اطمینان بالا و تامین بار الکتریکی بدون وقفه می باشد.



۱۲

انرژی زا / معرفی نیروگاه / محسن حیدری

بزرگترین توربین بادی جهان، رکورد بیشترین برق  
تولید شده توسط یک توربین را در یک روز شکست.



۱۴



# کافه انرژی

## گفت و گویی صمیمی با ستارگان

### انجمن علمی-پژوهشی مروجان انرژی

محمدرضا رنجبر - کارشناسی ارشد برق



باشگاه انرژی نام گرایشی است که برای نخستین بار امسال به سومین دوره مسابقات انرژی‌های نوین اضافه گردید و با استقبال خوب دانش‌آموزان و همکاران مقطع متوسطه‌ی اول مواجه شد.

در باشگاه انرژی دانش‌آموزان ضمن معرفی انرژی‌های تجدیدپذیر به همسالان خود از طریق راه‌اندازی (سایت نشریه و کانال)، تولید محتوای آموزشی در قالب کلیپ انیمیشن پادکست عکس و همچنین برگزاری همایش‌ها و بازدیدهای علمی، دانش‌آموزان علاقه‌مند در این حوزه را نیز هدایت و باعث کشف استعدادها و توانمندی‌های مهارتی آن‌ها می‌شود.

در این گفت و گوی صمیمی سعی کردیم تا شما را با فعالیت‌های انجمن علمی پژوهشی مروجان انرژی در دبیرستان امام حسن عسکری(ع) ۲ ناحیه ۳ شیراز بیشتر آشنا کنیم اعضای این انجمن حنانه قجری، آیلاز قهرمانی گرایبی و هستی قاسمی به سرپرستی خانم وجدانی (معاون دبیرستان) می‌باشند.

## سخن سردبیر



محمدرضا رنجبر

در طول تاریخ مسئله‌ی تامین انرژی برای برطرف کردن نیازهای مختلف بشر، موضوعی جدی و حساس بوده است.

تا آنجا که انسان‌ها برای رسیدن به اهداف استراتژیک انرژی خود، مرتکب جنگ و نزاع‌های فراوانی شده‌اند.

با پیشرفت تکنولوژی و استفاده‌ی بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی زیست بوم کره‌ی زمین دستخوش تغییرات آب و هوایی زیان‌باری گشته و باعث به وجود آمدن تابستان‌های گرم، زمستان‌های سرد، کانون‌های عظیم گرد و غبار، از بین رفتن گونه‌های متنوع جانوری و... شده است.

یکی از راه‌های جلوگیری از تخریب بیشتر محیط‌زیست جایگزین کردن انرژی‌های تجدیدپذیر با سوخت‌های مولد گازهای گلخانه‌ای است و در این بین انرژی باد جزو بهترین و پربازده‌ترین آنها می‌باشد.

هم اکنون بسیاری از کشورهای صنعتی عمده‌ی انرژی تجدید پذیر خود را از طریق نیروگاه‌های بادی دریافت می‌کنند. به طور مثال دانمارک بیش از نیمی از کل برق تولیدی خود را به وسیله‌ی توربین‌های بادی تامین می‌کند.

ما ایرانیان بعنوان پیشگامان استفاده از انرژی باد در تاریخ و به دلیل داشتن ۲ تونل بادی از ۷ تونل بادی فعال جهان پتانسیل فوق‌العاده‌ای برای بهره‌گیری از این انرژی خدادادی داریم.

نیروگاه‌های منجیل، سیاه‌پوش، کهک، بینالود و میل نادر (زابل) از جمله‌ی برترین مزارع بادی کشور می‌باشند.

قطب کشوری انرژی‌های نوین در این شماره از نشریه‌ی اژنو قصد دارد تا ضمن معرفی این هدیه الهی، گامی کوچک در جهت توسعه فرهنگ استفاده از انرژی بادی بردارد.

امیدوارم که ما را از نظرات سازنده خود محروم نسازید.

به امید حق...



**\* بچه‌ها چی شد که به فکر تشکیل انجمن علمی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر افتادید؟**

شروع کار اینجوری بود که چند نفر از کارشناسان انرژی‌های نو از قطب کشوری به مدرسه‌ی ما آمدند و درباره‌ی این مسئله با بچه‌ها صحبت کردند و گفتند که استفاده از این انرژی‌ها به داشتن محیط زیست پاک کمک می‌کند و چون که ما علاقه‌مند به طبیعت سبز هستیم وارد این گرایش شدیم.

**\* نحوه‌ی اطلاع‌رسانی شما به بچه‌ها در مورد اطلاعات و محتواهای آموزشی چگونه بود؟**

خب ما با کمک مدیر مدرسه یک کانال اطلاع‌رسانی در پیام‌رسان شاد ایجاد کردیم که بیش از ۶۰۰ نفر دنبال کننده دارد و محتواهای آموزشی از قبیل کلیپ پوستر بروشور پادکست و غیره که خودمان آماده می‌کردیم را پس از مجوز از خانم وجدانی و سایر کارشناسان علمی مدرسه در کانال بارگذاری می‌کردیم ، موضوع این محتواها بیشتر پیرامون کلیات انرژی‌های نوین و نیروگاه‌های مربوطه بود.

**\* آیا کلیپ‌های آموزشی را هم خودتان می‌ساختید؟**

بله ، نحوه‌ی کار به این شکل بود که پس از پیدا کردن یک کلیپ جذاب یکی از بچه‌ها که تسلط بهتری به زبان انگلیسی داشت متن کلیپ را ترجمه می‌کرد و شخصی که صدای بهتری داشت کار صداگذاری و نفر آخر هم که تسلط بر ویرایش ویدئو داشت کار ادیت فیلم را انجام می‌داد.

**\* یکی از اتفاقات جالب و مهیج در مدرسه‌ی شما برگزاری مسابقه با موضوع انرژی‌های تجدیدپذیر بود ، در این مورد بیشتر توضیح بدید**

ما در انجمن و با همکاری هم چند مسابقه در موضوعات مختلف انرژی‌های نو طراحی کردیم همینطور فرم داوری هم خودمان برایش درست کردیم و با تایید داوران مدرسه آثار بچه‌ها را بررسی کردیم ، در پایان نیز مدیریت دبیرستان جوایزی به نفرات برتر اهدا نمودند.

**\* بچه‌ها چه کسانی به شما در رسیدن به اهداف پژوهشی تان کمک کردند؟**

خانواده‌هایمان یعنی پدر و مادر و کادر مدرسه خیلی به ما کمک کردند ، ضمن اینکه با دوستانمان در مدرسه همفکری خوبی داشتیم.

**\* به نظر تان آینده‌ی علمی پژوهشی شما چگونه است؟**

شرکت ما در مسابقات انرژی‌های نوین شروع کار بوده و ما امیدواریم در طول زندگی هر جا که بتوانیم از فرصت‌هایمان خوب استفاده کنیم ، به محیط زیست اطرافمان کمک کنیم و قطعا ادامه تحصیل در این رشته در دانشگاه و عملی کردن ایده‌های مان به کمک شرکت‌های دانش بنیان جزو اهداف اصلی ما می‌باشد.

**\* یکی دیگر از برنامه‌های جالبی که با استقبال خوب سایر دانش‌آموزان مواجه شد برگزاری نمایشگاه بود ، در این باره نیز توضیح دهید.**

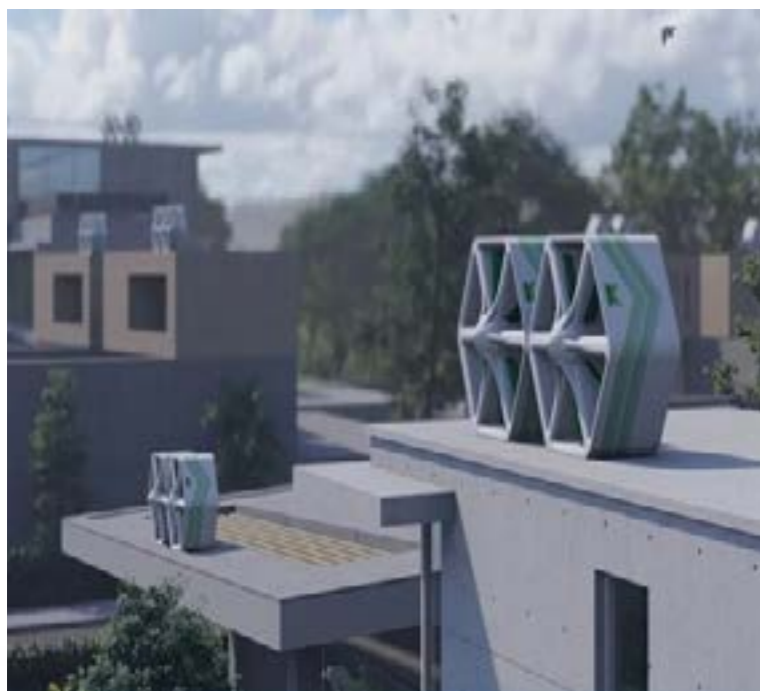
در ایام دهه‌ی فجر بود که ما یک غرفه در کنار نمایشگاه ، با موضوع انرژی‌های نو آماده کردیم و از بچه‌ها خواستیم هر کسی دست‌سازه یا تولید محتوایی مرتبط با موضوع دارد در نمایشگاه به نمایش بگذارد و خودمان هم نیز در کنار آنها مشغول معرفی انرژی‌های نوین شدیم که انگیزه‌ی خیلی خوبی برای ادامه‌ی کار به ما داد.

**\* به عنوان سوال آخر چه توصیه‌ای برای سایر بچه‌های علاقه‌مند دارید؟**

این یک تجربه‌ی شیرین و دلچسب بود امیدوارم بچه‌های علاقه‌مند بیایند و توی مسابقات شرکت کنند و انشالله موفق بشوند.

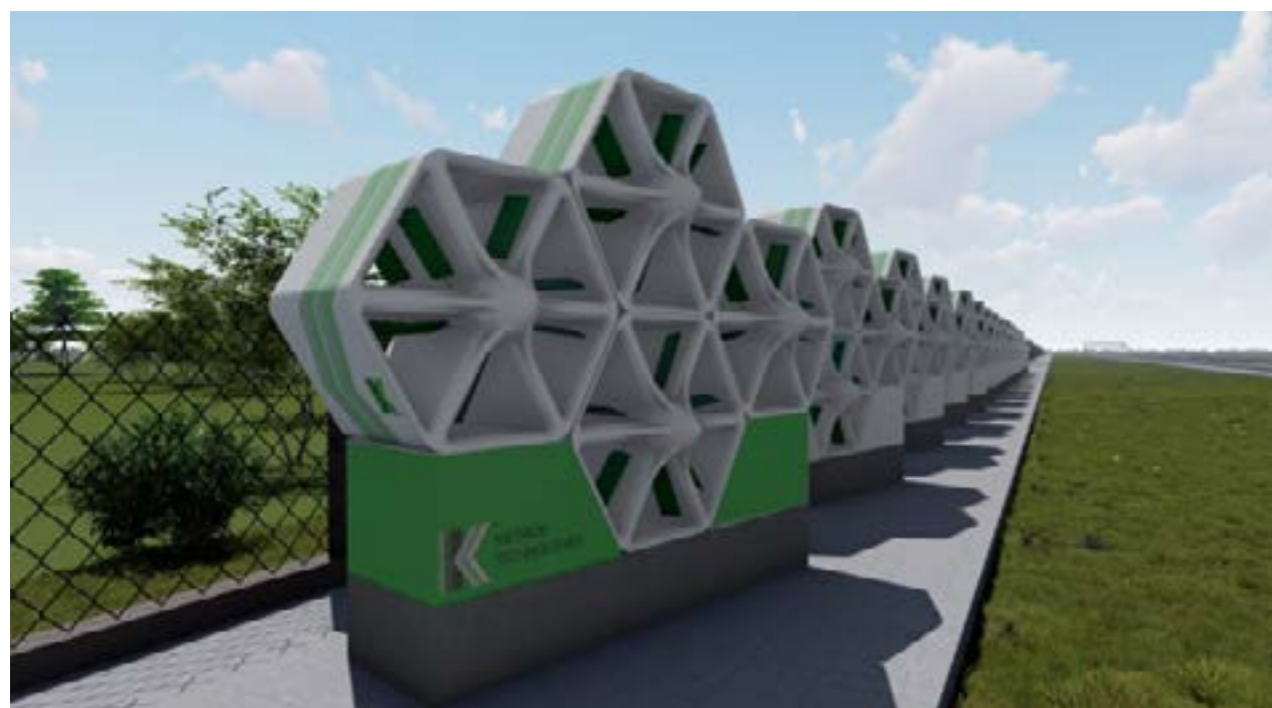
در پایان من هم برای همه‌ی شما بچه‌های عزیز آرزوی موفقیت در همه‌ی مراحل زندگی را دارم و همه‌ی شما را به خداوند بزرگ می‌سپارم.





که باد کمی می‌وزد، کارآمدتر می‌کنند. این فناوری همچنین برای محیط‌های شهری که فضا محدود است، مناسب است.

ایروفویل نام شکل ویژه‌ای است که مقطع بال هواپیما یا برخی از تیغه‌های صنعتی مثل ملخ‌ها و پروانه‌ها دارند. جسمی که این شکل را داشته باشد با حرکت در شارهای مانند هوا یا آب، بر پایه اصل برنولی، نیروی بالابرنده ایجاد می‌کند. عامل اصلی پرواز هواپیما نیز همین شکل خاص مقطع بال آن است که با حرکت در هوا و ایجاد نیروی بالابرنده که بیشتر از نیروی وزن هواپیما و در جهت مخالف نیروی وزن است، موجب بالا رفتن و پرواز هواپیما می‌شود. توربین‌های لانه زنبوری شرکت کاتریک به ویژه در محیط‌های شهری جایگزین پایدارتر و مقرون به صرفه‌تری نسبت به توربین‌های سنتی هستند.



مهدیه سیاوش پور - کارشناسی ارشد فیزیک



# فن‌های بدون پروانه، آینده توربین‌های بادی

این جایگزین‌های جدید توربین‌های بادی که فن‌هایی بدون پروانه هستند، می‌توانند به زودی مشهور شوند و به طور گسترده مورد استفاده قرار بگیرند.

منظره آشنای توربین‌های بادی سر به فلک کشیده با پروانه‌های چرخان به زودی می‌تواند به تاریخ بپیوندد.

یک استارت‌آپ به نام «کاتریک تکنولوژی» (Katrik Technologies)، مستقر در گلاسکوی اسکاتلند، با یک طراحی انقلابی، حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر را تکان داده است. طراحی این شرکت شامل پنل‌ها یا توربین‌های بادی لانه زنبوری بدون پروانه است. توربین‌های خلاقانه این شرکت برخلاف توربین‌های سنتی، دارای یک شبکه شش ضلعی فشرده شبیه به لانه زنبور است که بر بام ساختمان‌های شهری قرار می‌گیرد؛ (یا قابل ادغام در ساختارهای موجود است).

این پنل‌های بادی از چندین مجرای کانال شکل، حاوی ایروفویل (aerofoils) استفاده می‌کند که وقتی در معرض انرژی جنبشی باد قرار می‌گیرند، به‌طور مستقل نوسان می‌کنند. این نوسانات مکانیکی به انرژی تبدیل می‌شوند و این رویکرد را در شرایطی





## آیا میدانید!؟

افزون بر این، از پنل های خورشیدی می توان برای نمایش بنرها و تبلیغات کسب و کارها استفاده کرد و رنگ های دلخواه برای تطبیق با تبلیغات تجاری را به کار گرفت.



# معرفی نخستین توربین بادی جهان مجهز به پنل های خورشیدی

شرکت سولئولیکو (Soleolico) به تازگی نخستین توربین بادی جهان مجهز به پنل های خورشیدی روی پره هایی گردان را معرفی کرده است. این محصول توانایی استفاده از انرژی های بادی و خورشیدی برای تولید برق در ۲۴ ساعت شبانه روز و هفت روز هفته را دارد.

سولئولیکو که در حوزه انرژی فعالیت می کند از محصول خود به نام "بادبان ها" (Sails) نام می برد که در آن یک سامانه مغناطیسی دارای پتنت برای کالیبره کردن جهت باد هر توربین بادی با پنل های خورشیدی به منظور جذب انرژی در حالت ۳۶۰ درجه استفاده شده است.

به گفته سولئولیکو، پایه و اساس توربین بادی با پنل های خورشیدی این شرکت شامل بیش از ۱۰ سال پژوهش و ساخت ۳۰ نمونه اولیه در کنار پتنت ها و طرح هایی است که تولید انرژی از باد و خورشید و ذخیره سازی در یک واحد منفرد را ترکیب می کند.

این شرکت همچنین نوعی پوشش چاپ سه بعدی شده را در محصول خود به کار گرفته است. این فناوری می تواند کربن را جذب و آن را به هوای پاک تصفیه شده تبدیل کند. یک واحد از توربین بادی با پنل های خورشیدی سولئولیکو تا ۹ اکتبر خارج از کاخ ماگدالنا برای بازدید عموم نصب شده بود.

این توربین ها می توانند عملکردی تا ۲۵ درصد بالاتر از توربین های بادی کنونی ارائه کنند و زمانی که در کنار دیگر واحدهای سولئولیکو نصب شوند، اثر بازخوردی بین آنها می تواند کارایی را تقریباً ۱۵ درصد افزایش دهد.



این شرکت فعال در حوزه انرژی، همچنین ادعا می کند که فناوری معرفی شده می تواند بدون ایجاد سر و صدا و در سرعت پایین کار کند و از این رو، مشکلی برای پرندگان ایجاد نمی کند.

مزیت این سامانه، خروجی بیش‌تر توربین‌های بادی در زمستان است. در حالی‌که در طول تابستان پنل‌های خورشیدی خروجی پیک تولید خود را دارند.



## انرژی‌نما

# سیستم‌های هیبریدی

سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر هیبریدی (HRES) برای تولید برق در مناطق دور افتاده در حال فراگیر شدن هستند که دلیل آن پیشرفت در فناوری انرژی تجدیدپذیر و افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی بوده‌است.

سیستم‌های هیبریدی متشکل از منابع مختلف انرژی مانند انرژی خورشیدی (سولار)، انرژی باد، ژنراتور و باتری میباشند که مزیت آن نسبت به حالت تک منبع قابلیت اطمینان بالا و تامین بار الکتریکی بدون وقفه می باشد عملکرد این سیستم‌ها در شرایط بحرانی بدین صورت است: زمانی که نور خورشید نداریم احتمالاً بتوانیم روی برق تولیدی حاصل از انرژی باد تکیه کنیم و اگر هیچ کدام از اینها نبود میتوانیم روی منبع باتری حساب کنیم.



### Hybrid systems

Hybrid systems consist of different energy sources such as: solar energy, wind energy, generator and battery, which has the advantage over single source mode, high reliability and uninterrupted supply of electric load. The performance of these systems in critical conditions is as follows: when we don't have sunlight, we can probably rely on the electricity produced by wind energy, and if none of these are available, we can count on the battery source.





## انرژی‌زا

# نیروگاه گلدویند چین بزرگترین مزرعه بادی جهان

بزرگترین توربین بادی جهان، رکورد بیشترین برق تولید شده توسط یک توربین را در یک روز شکست:

توربین غول‌پیکر «گلد ویند» در استان فوجیان چین این رکورد را برجای گذاشته است. این توربین بادی فراساحلی با مدل ۱۶MW Goldwind-GWH۲۵۲ دارای پره‌های ۱۲۳ متری و قطر روتور ۲۵۲ متر است.

این توربین که در مزرعه بادی دریایی Zhangpu Liuaو متعلق به و شرکت چینی China Three Gorges است، اول سپتامبر ۲۰۲۳ و در طول یک دوره ۲۴ ساعته ۳۸۴/۱ مگاوات تولید کرد و رکورد جهانی جدیدی را برای یک توربین بادی انفرادی ثبت کرد.

توربین گلدویند مدل ۱۶MW-GWH۲۵۲ با اشغال مساحتی کمی بیش از ۵۰۰۰ متر مربع، یکی از بزرگترین توربین‌های بادی جهان است که قادر است ۳۴/۲ کیلووات ساعت برق به ازای هر دور گردش روتور تولید کند.

این پروژه مزرعه بادی دریایی Zhangpu Liuaو در دریای آزاد در سمت جنوب شرقی شبه جزیره Zhangpu در استان فوجیان واقع شده است. سایت حدود ۲۲/۹ کیلومتر مربع در استان فوجیان واقع شده است. این اولین پروژه مزرعه بادی در سواحل جنوب فوجیان و اولین پروژه کشور چین در استفاده از توربین بادی فراساحلی با ظرفیت ۱۶ مگاوات در هر توربین است. کل سرمایه‌گذاری این پروژه نزدیک به ۶ میلیارد یوان و ظرفیت کل نصب شده طراحی شده ۴۰۰ مگاوات است. پس از راه اندازی، برق سالانه شبکه می‌تواند از ۱/۶ میلیارد کیلووات ساعت فراتر رود که می‌تواند در حدود ۵۰۰۰۰ تن زغال سنگ استاندارد صرفه جویی کند و انتشار دی اکسید کربن را حدود ۱/۳۶ میلیون تن در سال کاهش دهد.

توربین بادی ۱۶MW-GWH۲۵۲ گلدویند برای کار در آب‌هایی با سرعت باد کم طراحی شده است. این مدل دارای ویژگی‌های اصلی زیر است:

۱. این اولین استفاده از دمپرها برای کاهش بار در چین است که می‌تواند به طور موثر وزن سازه‌های نگهدارنده برج را کاهش دهد.

دمپر برج در کاهش هزینه‌ها و بهبود قابلیت اطمینان، به ویژه از نظر راندمان بالا در کاهش لرزش سازه اهمیت زیادی دارد - جرم کوچکی، انرژی ارتعاشی عظیم برج را جذب می‌کند و سپس آن را توسط یک دستگاه دمپر (میرا کننده) برای کاهش ارتعاش و بار از بین می‌برد. برج و دکل این دستگاه می‌تواند تا حد زیادی وزن سازه و پایه را تا بیش از ۱۰٪ کاهش دهد و قابلیت اطمینان و عملکرد آن را بهبود بخشد.



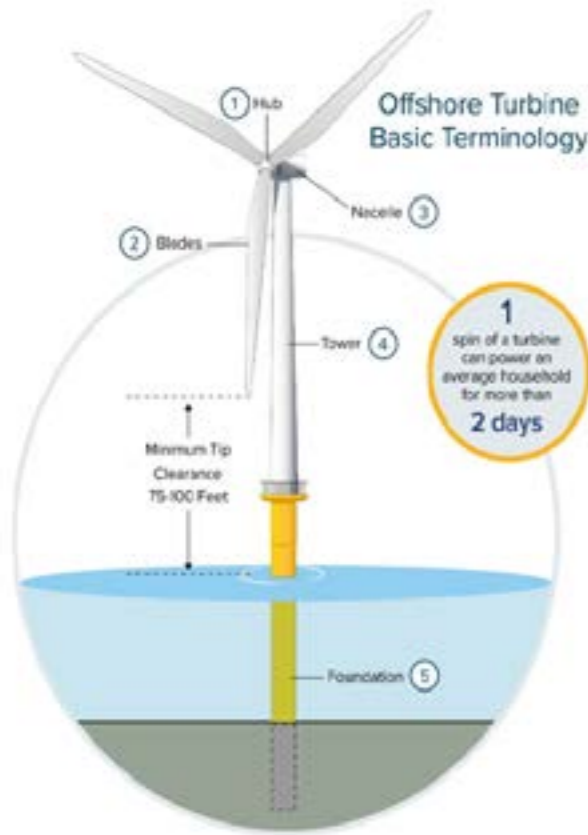
ناسل اولین واحد ۱۶ مگاواتی گلدویند در سه ماهه چهارم سال ۲۰۲۲ در پارک صنعتی بین المللی بادی فراساحلی CTG در چین راه اندازی شد.

۲. فناوری پیشرفته اندازه‌گیری باد Lidar برای افزایش ثبات سازه و سازگاری آن استفاده می‌شود.

فناوری پیشرفته لیدار، اندازه‌گیری باد را با فناوری کنترل هوشمند توربین بادی ترکیب می‌کند که درست مانند تجهیز توربین بادی به "مغز" و "چشم" است و می‌تواند اطلاعات جریان باد را از قبل به دقت محاسبه کند، مانند سرعت باد ورودی، جهت، شدت تلاطم و تغییرات آنها، در نتیجه بار توربین بادی را تا حد زیادی کاهش می‌دهد و به طور موثر تولید برق را بهینه می‌کند، همچنین تحت شرایط باد شدید، ایمنی و ثبات و سازگاری را بهبود می‌بخشد.

۳. مانیتورینگ فاصله نوک تیغه پره تا مرکز برج، عملکرد ایمن توربین را تضمین می‌کند.

سیستم مانیتورینگ فاصله نوک تیغه پره تا مرکز برج، تصاویر لحظه‌ای و متعددی از توربین‌های بادی را از طریق دوربین‌های با کیفیت بالا می‌گیرد، سپس با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری عمیق تصویری و نیز رایانه‌ای که برای پردازش سریع این تصاویر استفاده می‌کند، فاصله نوک تیغه تا برج را محاسبه می‌کند. از طریق این مانیتورینگ همزمان و لحظه‌ای فاصله نوک پره تا مرکز برج، عملکرد ایمن و بدون مخاطره توربین، همچنین پارامترهایی مانند انعطاف‌پذیری پره‌ها، طول عمر بیشتر و کاهش بار توربین بادی و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری پره‌ها، حاصل می‌شود.







# چشم انداز

## نیروگاه های بادی آینده

نویسندگان: Philipp Beiter, Joseph T. Rand, Joachim Seel, Eric Lantz, Patrick Gilman, Ryan Wiser



انرژی بادی به طور فزاینده‌ای در میان گزینه‌های کم‌هزینه فناوری در بسیاری از بازارهای انرژی قرار می‌گیرد و به طور متوسط

۵۵ گیگاوات در ظرفیت جهانی نصب شده سالانه در طول ۵ سال گذشته رشد می‌کند [۱].

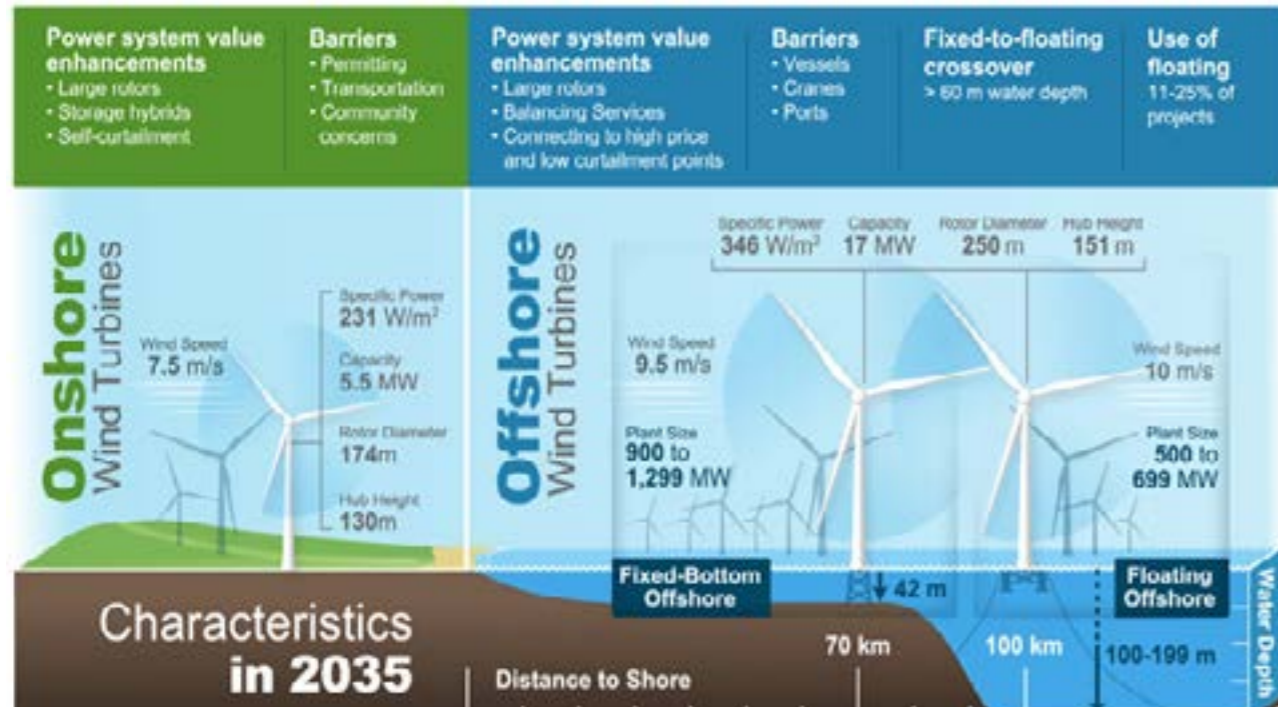
نوآوری فناوری محیطی پویا برای انرژی باد امروز و آینده ارائه می‌دهد. فن آوری و طراحی نیروگاه نیاز به تکامل دارد تا انرژی باد به گسترش نقش خود در یک سیستم انرژی پایدار، کم هزینه و قابل اعتماد ادامه دهد. درک ما از طراحی و بهره برداری آینده نگر نیروگاه بادی محدود است، اما پیش بینی ویژگی های کلیدی طراحی، حد اقل یک دهه قبل از استقرار آنها می‌تواند به جهت گیری صحیح سرمایه گذاری، تحقیق و توسعه (R&D) منجر شود و تصمیمات برنامه ریزی سیستم انرژی امروز را بهبود بخشد [۲].

بخش بزرگی از تحقیقات حوزه انرژی، مربوط به آینده‌نگری فناوری انرژی باد است. تحقیقات به طور فزاینده ای بر ارزش افزوده سیستم انرژی و خدمات انرژی و به طور خاص بر طراحی نیروگاه بادی و انتخاب طرح های عملیاتی متمرکز شده است که می‌تواند این ارزش را افزایش دهد. سایر تحقیقات بر محدودیت ها و ملاحظات زیست محیطی استفاده از انرژی باد در خشکی و نیز اقیانوس ها، و همچنین پتانسیل و مزایای باد در تولید انرژی پاک و فن آوری و طراحی نیروگاه تأکید کرده اند [۳]. پذیرش عمومی و سایر نگرانی های اجتماعی نیز به عنوان محرک های احتمالی در بهبود طراحی نیروگاه بادی و کاهش خطرات محیط زیستی برجسته شده اند.

پیش‌بینی شرایط و ملزومات نیروگاه‌های بادی و طراحی‌های فناوری آینده می‌تواند به رعایت استانداردهای مورد نظر مقامات نظارتی و محیط زیستی و به چگونگی تحت تأثیر قرار گرفتن محیط زیست و حیات وحش کمک بسزایی کند. علاوه بر این، در زمینه سناریوهای کربن‌زدایی عمیق، انرژی باد ممکن است نقش مرکزی را در گذار به انرژی کاملاً پایدار، قابل اعتماد و کم‌هزینه را ایفا کند.

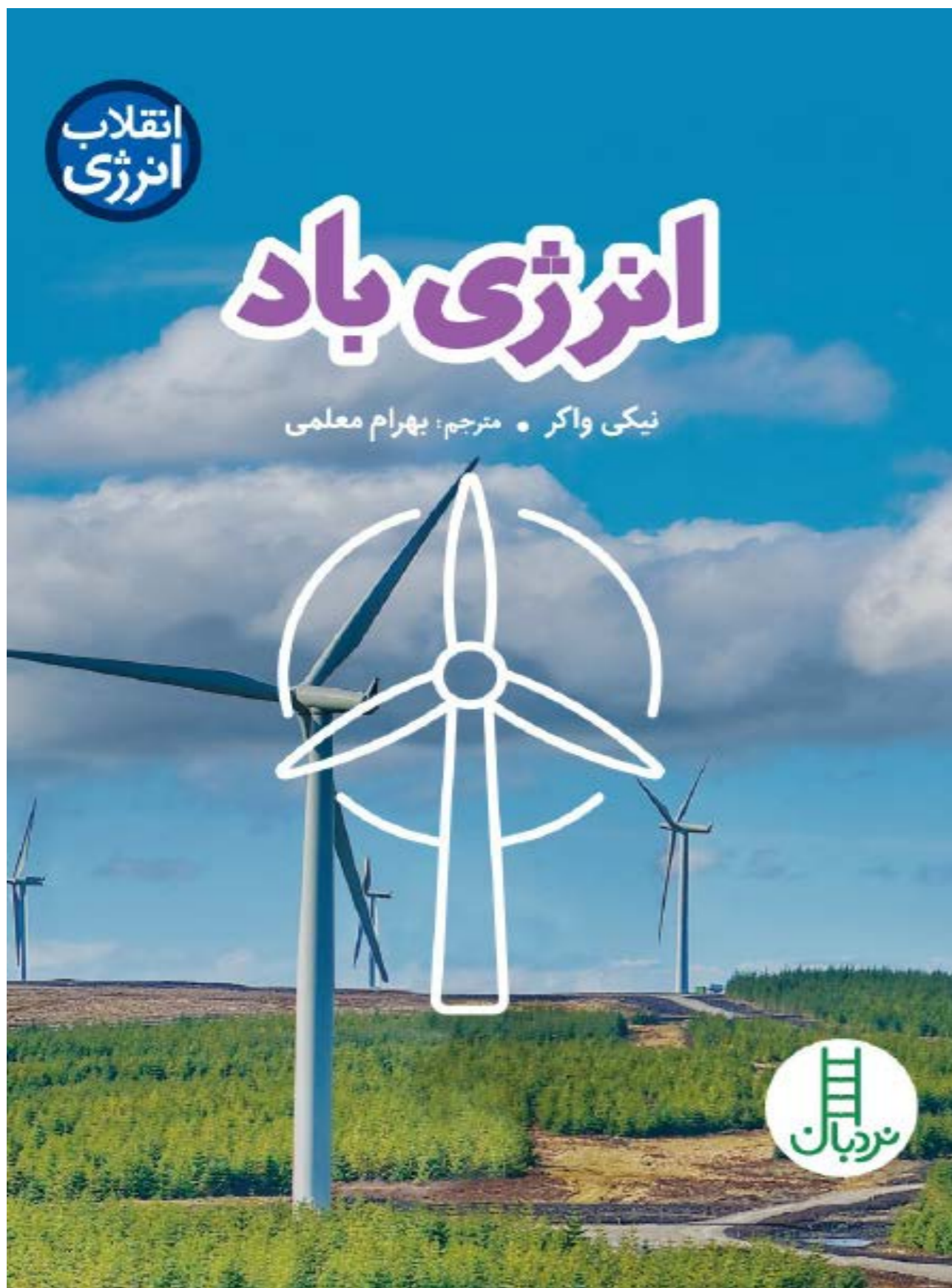
فناوری انرژی باد در سال های اخیر به سرعت تغییر کرده است. نوآوری فناوری، بازارهای برق در حال تحول است و استفاده بهینه و رقابتی از زمین و اقیانوس همچنان بر طراحی و عملکرد توربین ها و نیروگاه های بادی تأثیر گذار است. پیش‌بینی این روندها و جهت گیری نوآوری ها و تأثیر آن‌ها بر امکانات آینده می‌تواند استراتژی‌های تجاری و اولویت‌های تحقیقاتی را مشخص کند. در این مطالعه با استفاده از نظرسنجی انجام شده از ۱۴۰ متخصص بادی پیشرو در جهان، انتظارات طراحی نیروگاه بادی آینده را در سال ۲۰۳۵، هم برای نیروگاه بادی در خشکی و هم برای نیروگاه بادی فراساحلی شناسایی شده است [۴]. کارشناسان ارشد انرژی پیش بینی می‌کنند که اندازه پره های توربین ها و انرژی تولیدی آن ها به طور مداوم در حال افزایش هستند و در مورد هر توربین بادی موجود در خشکی تا ۵۵ مگاوات و در مورد توربین بادی فراساحلی و دریایی تا ۱۷ مگاوات پیش بینی تولید دارند. کارشناسان انتظار دارند اندازه مجموع انرژی تولیدی در نیروگاه بادی موجود در خشکی در حدود ۱۱۰۰ مگاوات برای نیروگاه بادی فراساحلی (دریایی) در حدود ۶۰۰ مگاوات خواهد بود [۵].

کارشناسان راهکارهایی را برای افزایش اقبال و ارزش استفاده از سیستم های تولید انرژی بادی را از طریق استفاده روزافزون از روتورهای بزرگتر توربین های بادی، همچنین ترکیب سیستم توربین بادی با پروژه های هیبریدی مبتنی بر باتری، تولید هیدروژن و موارد دیگر پیشنهاد می‌کنند [۶]. کارشناسان در مورد طراحی و بهره‌برداری نیروگاه های انرژی در آینده، پنج مکانیسم را شناسایی کرده که باید در نظر گرفته شوند: اقتصاد و صرفه‌جویی در واحد تولیدی، واحد تولید برق، مقدار منابع موجود، سیستم انرژی شبکه ای، و راندمان تولید. با توجه به موارد ذکر شده، کارشناسان پیش‌بینی می‌کنند که این گزینه های انتخاب در طراحی، منجر به کاهش هزینه انرژی ۲۷ درصدی (خشکی) و ۱۷ تا ۳۵ درصدی کاهش هزینه در انرژی دریایی شناور و دریایی پایه ثابت تا سال ۲۰۳۵، در مقایسه با هزینه طراحی و پیاده سازی آن با تکنولوژی امروز می‌شود. این کاهش هزینه باعث تخصیص منابع مالی صرفه جویی شده در توسعه و طراحی و گسترش شبکه انرژی باد می‌شود [۷].



شکل ۱: انتظارات از ویژگی های کلیدی نیروگاه بادی آینده

- ۱- Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable capacity statistics. IRENA. ۲۰۲۰.
- ۲- Wisner R, Jenni K, Seel J, et al. Expert elicitation survey on future wind energy costs. Nat Energy ۲۰۱۶;۱(۱۰):۸-۱. doi: 10.1038/nenergy.2016.135
- ۳- Lopez A, Mai T, Lantz E, Harrison-Atlas D, Williams T, Maclaurin G. Land use and turbine technology influences on wind potential in the United States. Energy ۲۰۲۱;۲۲۳(May):۱۲۰۰۴۴.
- ۴- Environmental Protection Agency (U.S.). Expert Elicitation Task Force White Paper. Washington D.C. ۲۰۰۹.
- ۵- Wisner R, Rand J, Seel J, et al. Expert elicitation survey predicts declines in wind energy costs by ۴۹% to ۳۷%. Nat Energy ۲۰۲۱;۱(۵):۱۱-۱.
- ۶- Hirth L, Miller S. System-friendly wind power: how advanced wind turbine design can increase the economic value of electricity generated through wind power. Energy Econ ۲۰۱۶;۲۰۱۶:۵۶-۵۱. doi: 10.1016/j.eneco.2016.05.016
- ۷- Wisner R, Mills A, Seel J, Levin T, and Botterud A. Impacts of variable renewable energy on bulk power system assets, pricing, and costs. Technical Report. ۲۰۱۷.



سال انتشار شمسی: ۱۳۹۷ سال انتشار میلادی: ۲۰۰۷ سری چاپ: ۱

شابک: ۹۶۴۳۸۹۹۱۷۲-۹۷۸ تعداد صفحه: ۳۲

# انقلاب انرژی باد

معرفی کتاب

معرفی:

کتاب «انرژی باد» از مجموعه کتاب های حفظ محیط زیست انتشارات فنی ایران است که درباره انرژی باد، انواع آن و مسایل و مشکلات مرتبط با استخراج و استفاده آن مطالبی ارزنده را همراه با تصاویری ملموس بیان کرده است. مطالعه این مجموعه بر اطلاعات عمومی ما در زمینه حفظ محیط زیست و شناخت منابع انرژی های پاک می افزاید.



**نویسنده: نیکي واکر**

**مترجم: بهرام معلمی**

محسن حیدری - دکترای الکترونیک



انتشارات: فنی ایران - نردبان



## ایرانیان باستان

### پیشگامان استفاده از انرژی بادی

قدیمی‌ترین روش استفاده از انرژی باد، به ایران باستان بازمی‌گردد. برای نخستین بار، ایرانیان موفق شدند با استفاده از نیروی باد، دلو یا چرخ چاه را به گردش درآورده و از چاه‌های آب خود، آب را به سطح مزارع برسانند. ایرانیان اولین کسانی بودند که در حدود ۲۰۰ سال قبل از میلاد مسیح برای آرد کردن غلات از آسیاب‌های بادی با محور قائم استفاده کردند. در کتاب‌های قدیمی نوشته‌اند: دیار سیستان، دیار باد و ریگ است و همان شهر است که گویند باد آنجا، آسیاب‌ها را گرداند و آب از چاه کشد و باغ‌ها را سیراب کند و در همه دنیا شهری نیست که بیشتر از آنجا از باد سود ببرد. و درجایی دیگر نوشته‌اند که در سیستان باد های سخت و مداوم می‌وزد و به همین دلیل در آنجا آسیاب‌های بادی را برای آرد کردن گندم ساخته‌اند.



قدیمی‌ترین آسیاب بادی به جا مانده در جهان، شاهکار معماری ایران باستان، مجموعه آسیاب‌های بادی نشتیفان معروف به آسیاد های نشتیفان در خراسان واقع شده است.



آسیادهای نشتیفان خواف از مجموعه آسیادهای تاریخی جهان محسوب می‌شود. که از دوران پیش از تاریخ اسلام در ایران باقی مانده است.

در گذشته، آسیادها یکی از اساسی‌ترین پایه‌های دوام و پایداری زندگی مردم بوده‌اند. ایرانیان در گذشته بر اساس شرایط اقلیمی، انواع آسیادها را بنا می‌کردند و از آن‌ها برای آرد کردن گندم و سایر غلات و تهیه نان استفاده می‌کردند. آسیادها از جهت معماری و عملکرد و از همه مهم‌تر استفاده از انرژی پاک و تجدید پذیر باد، مورد اهمیت هستند.

از دیگر استان‌های دارای قدمت کاربرد انرژی باد، می‌توان به کرمان، اصفهان و یزد اشاره نمود که در این مکان‌ها در زمان‌های قدیم برای خنک کردن منازل از کانال‌های مخصوص جهت هدایت باد استفاده می‌کردند. بعد از ایران، کشور های عربی و اروپایی پی به قدرت باد در تبدیل انرژی بردند.

# آروشا در دنیای نوین

## سبا، رادمنش - سبا، رادمنش

### کلاس چهارم و پنجم

زنگ ورزش بود، بچه ها به حیاط مدرسه رفتند. وقتی وارد حیاط شدند، آروشا متوجه شد تعدادی از بچه ها ماسک زده اند. خانم مربی به حیاط مدرسه آمد. دانش آموزان را در گوشه ای از حیاط جمع کرد و گفت: « بچه ها امروز هوا آلوده است؛ بهتر است به کلاس برگردیم و بازی های فکری انجام دهیم. »

آروشا با خود فکر کرد؛ چقدر خوب بود هوا آلوده نبود و می توانستیم در حیاط ورزش کنیم. در همان حالتی که غرق در افکارش بود؛ چشمهایش را بست و ناگهان در عالم رویا، خودش را در شهری سرسبز با آسمان آبی دید. همانطور که در عالم رویا قدم می زد؛ متوجه شد که اتومبیل ها تغییر کرده اند. تصمیم گرفت سوار تاکسی شود. در بین راه، راننده در خیابانی که یک طرف آن چند درخت نخل مصنوعی بود، توقف کرد. سپس با سیمی بلند، اتومبیل را به نخل وصل کرد.



آروشا پرسید: « شما اینجا چه کاری انجام دادید؟ »

راننده توضیح داد: « چون اتومبیل برقی است، باید آن را شارژ کرد تا بتواند به راه خود ادامه دهد؛ سپس توضیح داد: « برگ این نخل ها از پنل های خورشیدی درست شده است؛ که نور خورشید را جذب، و به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند؛ این انرژی در تنه این درختان ذخیره می شود و ما می توانیم از انرژی ذخیره شده برای شارژ کردن اتومبیل و تلفن همراه استفاده کنیم. »



به یک پارک رسیدند. آروشا تصمیم گرفت پیاده شود. پارک چه هوای خوبی داشت! تمیز و پر از اکسیژن! در گوشه ای از پارک دختری را دید که روی نیمکت نشسته و کتاب می خواند. با خوشحالی به سمتش دوید و نامش را پرسید. دخترک با لبخند گفت: « من خوشه هستم » و سپس گویی که سالها با هم دوست باشند؛ یکدیگر را در آغوش گرفتند.

ناگهان لامپ های رنگی که در سرتاسر پارک دیده می شد، توجه آروشا را به خود جلب کرد. بالای هر لامپ یک صفحه کوچک خورشیدی نصب شده بود.

آروشا رو به دوستش کرد و پرسید: « این لامپ ها ظاهری زیبا ولی عجیب دارند! کاربردشان چیست؟ » خوشه که بسیار اهل مطالعه و تحقیق بود به او پاسخ داد: « این لامپ ها با استفاده از پنل ها، نور خورشید را جذب، و در شب به پارک روشنایی می بخشند. »

آروشا پیشنهاد داد باهم در شهر قدم بزنند. آروشا گفت: « چقدر شهرتان زیباست! چه ساختمان های جالبی دارید! ای کاش شهر من هم به این زیبایی بود. این رنگ های چشم نواز چه حس خوبی به انسان می دهد! »

خوشه گفت: « دیوارهای ساختمان ها از پنل های خورشیدی رنگی پوشانده شده است که علاوه بر زیبایی، عایق مناسبی هستند که از هدر رفتن انرژی جلوگیری می کنند و با جذب نور خورشید، به سیستم سرمایشی و گرمایشی واحدها کمک می کنند. این رنگ های شاد در روحیه ی مردم هم اثر مثبتی داشته است. »

آروشا پرسید: « آیا در تمام شهرها، خانه ها را با پنل های رنگی پوشانده اند؟ »

خوشه گفت: « نه دوست من! در مناطقی از کشور که هوای سردی دارند؛ از رنگ های تیره استفاده کرده اند تا نور بیشتری جذب شود. »

ناگهان توجه آروشا به بام پوش ها جلب شد و گفت: « چقدر زیبا هستند. »



خوشه تأیید کرد و گفت: « این بام پوش ها از پنل های خورشیدی ساخته شده اند؛ که با قراردادنشان بر روی پشت بام ها، گرمای خانه ها تامین می شود. لوله های آبی بر روی سقف نصب شده است که بعد از گرم شدن، آب را به داخل ساختمان هدایت می کنند و برق مورد نیازهم از همین پنل ها تامین می شود و با بکار بردن پنل ها به جای پنجره ها، دیگر نیازی به استفاده از بخاری در فصل زمستان نیست. »

آروشا پرسید: « آیا در تمام نقاط کشور از انرژی خورشیدی استفاده می کنید؟ »

خوشه سری تکان داد و گفت: « نه، در بعضی از شهرها که باد زیاد می وزد؛ مثل شیراز، اصفهان و تبریز، توربین های بادی نصب کرده اند. »

آروشا پرسید: « توربین بادی؟ چگونه به تامین انرژی کمک می کند؟ »

خوشه پاسخ داد: « هزینه تولید برق از این توربین ها بسیار ارزان تر از سوخت های فسیلی است و باعث حفظ طبیعت می شود. با وزش باد این توربین ها می چرخد و نیروی حاصل از آن به گیربکس منتقل می شود. سپس انرژی به دست آمده مولد برق را می چرخاند و برق تولید می کند. »

آروشاپرسید: « آیا توربین ها را از کشورهای دیگر وارد می کنید؟ » خوشه پاسخ داد: « خیر، خوشبختانه در کشور خودمان کارخانه هایی وجود دارد که این توربین ها را می سازند. »

همه چیز برای آروشا جالب بود! او دوست داشت اطلاعات بیشتری به دست آورد.

آروشا رو به خوشه کرد و گفت: « آیا از انرژی آب هم استفاده می کنید؟ »

خوشه پاسخ داد: « بله، همانطور که می دانی در گذشته های دور، در سراسر دنیا، از انرژی آب برای چرخاندن پره های آسیاب استفاده می کردند. بنابراین مردم آسیاب ها را در جایی بنا می کردند که در نزدیکی رودخانه ها باشد. »

بیشتر کره زمین را آب فرا گرفته است. آب اقیانوس ها، دریاها و رودها به دلیل نیروی گرانش ماه به صورت دائم در جزر و مد هستند. انرژی بدست آمده از این جزر و مد، کمک بزرگی برای تولید برق است.

این بارخوشه از آروشا سوال کرد: « می توانی حدس بزنی کدام شهرها از انرژی برق آبی استفاده می کنند؟ »

آروشا پاسخ داد: « بله! حتما شهرهایی که نزدیک دریاها و رودهای بزرگ هستند. »

خوشه گفت: « بله! در استان هایی مانند خوزستان، مازندران و چهارمحال بختیاری که نزدیک آب هستند؛ می توان از انرژی برق آبی استفاده کرد. استفاده از توربین های آبی در کف دریاها و رودها برای محیط زندگی آبریان هم بسیار مفید است. »

در راه آروشا و خوشه هر دو احساس تشنگی کردند و نزدیک یک آب سرد کن ایستادند. آروشا متوجه شد در ساخت آب سرد کن هم از پنل خورشیدی استفاده شده بود.

خوشه رو به آروشا کرد و گفت: « می دانستی در بعضی از مناطق ایران مثل تفتان، اصفهان، سیلان و بستک لار، علاوه بر انرژی خورشیدی از انرژی زمین گرمایی هم استفاده می کنند؟ »

آروشا مشتاقانه پرسید: « انرژی زمین گرمایی؟! »

خوشه پاسخ داد: « بله، این انرژی از مواد مذاب درون زمین که بسیار داغ است؛ بدست می آید و در طول عمر زمین این گرمای درونی به طور آرام تولید شده و همین امر موجب به وجود آمدن منبع مهمی از انرژی شده است. مناطق دارای چشمه های آب گرم، اولین مناطقی هستند که از این انرژی استفاده می کنند. نیروگاه هایی که در این شهرها احداث شده اند، با حفرچاه درون مخازن زمین گرمایی و مهار آب داغ، می توانند برق تولید کنند.

آروشا گفت: « چه دنیای نا شناخته ای! و چه خدای دانایی! چقدر این اطلاعات برایم مفید و لذت بخش بود. » خوشه ادامه داد: « صبر کن دوست من! تو هنوز بایک انرژی آشنا نشده ای! بیا با هم به خانه ی ما برویم. »

در گوشه ای از حیاط خانه دستگاهی بود. خوشه آن را به آروشا نشان داد و گفت: « ما باقی مانده غذاها و میوه هایمان را در این دستگاه می ریزیم که تبدیل به گاز می شود. گاز تولید شده با استفاده از لوله هایی که از زیر دستگاه عبور می کند؛ به آشپزخانه هدایت می شود و ما برای پخت و پز از آن استفاده می کنیم. سپس مواد زائد آن را به عنوان کود برای رشد گیاهان، باغچه و گلدان به کار می بریم؛ که به این انرژی بدست آمده از پسماندها انرژی زیست توده می گویند. »

آروشا با خود گفت: « ای کاش مردم شهرمن هم از اقتصادی بودن و فواید انرژی پاک اطلاع داشتند و از آن بهره می بردند. »

در همین افکار بود که زنگ مدرسه به صدا در آمد. آروشا دوباره خود را درحیاط مدرسه دید. اما این بار آروشا امیدوار بود که در آینده ای نزدیک، این شهر رویایی تبدیل به یک شهر واقعی شود!



## پیام انرژی

۱۰ سال پیش تصور این بود که تولید انرژی‌های تجدیدپذیر به صرفه نیست و حالا به جایی رسیده ایم که می‌توانیم بگوییم قیمت آن حتی ارزان‌تر از انرژی‌های فسیلی در کشور تمام می‌شوند.



# بهره‌برداری از ۳۰۰۰ مگاوات نیروگاه بادی در کشور تا دو سال آینده

مدیرکل نظارت بر احداث و تولید نیروگاه‌های ساتبا با اشاره به برنامه ریزی وزارت نیرو در دولت سیزدهم برای ساخت ۱۰ هزار مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر تا پایان کار دولت، گفت: شورای عالی اقتصاد در دو ماه پایانی سال گذشته مجوز ساخت حدود ۳۰۰۰ مگاوات نیروگاه بادی را ابلاغ کرده که امیدواریم تا دو سال آینده به شبکه سراسری برق متصل شوند.



به گزارش برق نیوز، علی شب نورد خاطرنشان کرد: شورای عالی اقتصاد توسعه نیروگاه‌های بادی را در دو ماه پایانی سال ابلاغ کرده و اسناد مناقصه تهیه شده و ساختگاه‌ها مشخص شده و تنها ساز و کارهای اجرایی برگزاری مناقصه در دستور کار است که با اطمینان می‌توان گفت تا یک ماه آینده امیدواریم مناقصه آن برگزار شود و حداقل در فاز اول ۱۷۰۰ مگاوات مناقصه نیروگاه بادی انجام خواهد شد.

وی، برنامه وزارت نیرو برای توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر را تشریح و اظهار کرد: بر اساس برنامه ریزی صورت گرفته در دولت سیزدهم و وزارت نیرو، با شروع کار دولت سیزدهم، هدف گذاری ۱۰ هزار مگاواتی برای توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر انجام شده که از این میزان حدود ۳۰۰۰ مگاوات به توسعه نیروگاه‌های بادی اختصاص یافته است.

وی با تاکید بر اینکه ایران، کریدورهای بادی خوبی در شمال شرق و شرق کشور دارد که باید از این انرژی خدادادی به نحو احسن استفاده شود، عنوان کرد: در دو سال گذشته، ریل گذاری برای توسعه نیروگاه‌های بادی انجام شده است.



شب نورد، نرخ خرید انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشور توجیه پذیر دانست و افزود: با ابلاغ مصوبه شورای عالی اقتصاد در خصوص توسعه نیروگاه‌های بادی، قیمت خرید برق نیروگاه‌های بادی ۹.۵ سنت برای هر کیلووات ساعت برای ۴.۵ سال مصوب شده است و با توجه به این امتیاز که از ابتدا امکان فروش در بورس انرژی فراهم شده است، سرمایه گذارانی که در این حوزه وارد شوند می‌توانند هر کیلووات برق تولیدی را ۱۲ سنت به دولت بفروشند.

شب نورد درباره اقدامات ساتبا برای اجرایی شدن توسعه انرژی‌های بادی در کشور بیان کرد: با برنامه ریزی ساتبا، قرار است ساخت حدود ۱۷۰۰ مگاوات نیروگاه بادی طی حدود ۱ ماه آینده به مرحله مناقصه برسد. سرمایه گذارانی که در این حوزه فعالیت دارند می‌توانند به این مناقصه وارد بشوند و در ساختگاه‌های مناسب شناسایی شده در شمال شرق و شرق کشور با قیمت‌های مناسب اعلامی برنده شوند و ساخت نیروگاه‌ها را آغاز کنند.

شب نورد ابراز امیدواری کرد تا ۲ سال آینده ۳۰۰۰ مگاوات نیروگاه بادی به شبکه سراسری متصل شود و یادآور شد: بر اساس برنامه ریزی دولت حدود ۲ سال ریل گذاری این طرح انجام شده و قرار است حدود ۲ سال اجرای این پروژه‌ها به طول بینجامد.

وی، دلایل الزام حرکت به سمت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را بیان کرد و ادامه داد: ارزش انرژی‌های فسیلی بیش از اینهاست که بخواهند به عنوان سوخت در نیروگاه‌ها سوزانده و تبدیل به برق شوند. با توجه به وجود پتانسیل خدادادی باد و خورشیدی در کشور، حال می‌توان با توجه به پیشرفت تکنولوژی و دست یافتن به قیمت مناسب و اقتصادی به برق تجدیدپذیر دست پیدا کنیم.

شب نورد ادامه داد: از سوی دیگر کشور در تابستان به دلیل مصرف بالای برق مشکل کمبود انرژی دارد و در زمستان با مشکل کمبود سوخت مواجه است، بنابراین راهی به جز حرکت به سمت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر وجود ندارد و دنیا هم به این سمت حرکت کرده است.

وی با اشاره به اینکه در سال گذشته ۸۵ درصد افزایش ظرفیت نیروگاهی دنیا به تجدیدپذیرها اختصاص یافته است، به سیاست دولت سیزدهم برای توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر پرداخت و خاطرنشان کرد: تمام تلاش دولت در دو سال گذشته به ریل گذاری و جذاب شدن سرمایه گذاری در حوزه تجدیدپذیر بوده و حال مدل‌های متفاوت خرید برق چه به صورت ریالی و چه به صورت ارزی با قیمت‌های متفاوت برای تکنولوژی‌های متفاوت و برای متقاضیان با ظرفیت‌های مالی و فنی متفاوت داریم.

نیروگاه بادی منجیل - توان ۹۰ مگاوات

