

## باد چیست ؟

باد جریان هوایی است که از مراکز پرسشار به طرف مراکز کم فشار به حرکت در می آید.

هر چه شیب فشار (تفاوت فشار) بین دو نقطه بیشتر باشد شدت جریان هوا نیز بیشتر خواهد بود. تفاوت فشار دو نقطه را گرادیان فشار می گویند.

### ۱) بادهای آلیزه (تجارتی) :

این بادها در نیمکرهای شمالی و جنوبی به ترتیب از شمالشرقی به جنوبغربی و از جنوبشرقی به شمالغربی در حال وزشند بادهای تجارتی در زبانهای اسپانیولی-ایتالیایی و فرانسوی به ترتیب Alisios و Alizes و Alisei در زبانهای آلمانی تحت عنوان Passat می نامند. تمام این اسمای فاقد منشاء شناخته شدهایی هستند.

این بادها در بین منطقه پرسشار جنب حاره و همگرایی میان حارهایی در بخش اعظمی از این مناطق در تمام طول سال می وزد و با ثبات‌ترین بادهای کره زمین هستند.

در نیمکره جنوبی به علت مداومت فشار زیاد جنب حاره، بادهای تجارتی به طور منظم وزیده و طوقهایی را تشکیل می دهند. از این رو تجارتی های سطحی در نیمکره شمالی حالات منظمتر و قویتری دارند و سعت نفوذ کمربند تجارتی ها در نیمکره شمالی در حدود ۲۵۰۰ کیلومتر و در نیمکره جنوبی در حدود ۳۰۰۰ کیلومتر است.

در سطح فوقانی کمربند حاره در حدود ۱۰ کیلومتری از سطح زمین، بادهایی با جهت مخالف تجارتی ها می خورند، که آنها را آنتی‌ترید (ضد تجارتی) می گویند.

### ۲) بادهای موسمی :

کلمه موسم دارای ریشه عربی است و به معنی فصل است. به بادهایی که در فصول متضاد سال با جهات مخالف می وزند موسمی ها گفته می شود.

این بادها در زمستان، به صورت جریان سردی از خشکی به دریا و در تابستان به صورت جریان هوای مرطوب و گرمی از دریا به خشکی می وزند.

در تابستان‌ها، قاره آسیا گرم شده و به علت تشکیل کم‌فشارهای حرارتی گستردگ در خلیج فارس و آسیای مرکز و دشت راجستان هند، از اقیانوس هند و آرام بادهایی به جهت این مراکز کشیده می‌شوند این شرایط همزمان با استرالیا و توأم با تشکیل یک آنتی‌سیلکون در روی آن می‌باشد که بادهای خروجی از آن، ضمن عبور از استوا با جهت جنوب غربی به جهت آسیا کشیده می‌شوند و موسمی‌های تابستانی در آسیا را بوجود می‌آورند.

#### ۳) بادهای غربی:

در گستره جهانی اغلب در عرض‌های میانه و بین حدود ۳۵ تا ۶۵ درجه عرض جغرافیایی و یا به عبارت دیگر از پر فشار جنوب حاره به مناطق کم فشار جنوب قطب شیوع دارند.

این بادها از نظر جهت و استمرار دارای خصوصیات متغیرند در سرعت و جهت حرکت آنها جریانات موجی بویژه سیلکون‌های سیار و آنتی سیلکون‌هایی که در منطقه نفوذ این بادها از غرب به شرق حرکت می‌کنند اثر عمده‌ای دارند از اینرو ممکن است بادهای مذکور ضمن وزش از غرب به شرق خصوصیات طوفانی هم داشته باشند در زمستان‌های نیمکره شمالی توسعه آنتی سیلکون‌های قاره‌ایی و بعضًا حتی سیلکون‌ها از توسعه باز بادهای غربی ممانعت به عمل آورده و بدین جهت بادهای مزبور به نحو بارزی بر روی اقیانوس‌ها توسعه می‌یابند ولی چون در عرض‌های میانه نیمکره جنوبی، شرایط قاره‌ایی تقریباً حاکمیتی ندارد. بادهای غربی هم تقریباً حالت کمربند جهانی بخود گرفته‌اند.

#### ۴) بادهای محلی :

این بادها منطقه کوچکی را در برگرفته و معمولاً منحصر به لایه‌های بسیار پایین اتمسفر است.

#### ۵) نسیم دریاو خشکی :

این بادها حاصل تفاوت روزانه درجه حرارت بین دریاها و خشکی‌ها است. به هنگام روز، میزان فشار هوای دریاها در مقایسه با خشکی‌های هم‌جوار به علت پایین بودن نسبی درجه حرارت بیشتر است از این رو جریان هوایی از طرف دریا به طرف خشکی برقرار می‌شود و شب هنگام خشکی‌ها سرد شده و به علت افزایش فشار هوای سطوح آنها جریان بادی از خشکی به سوی دریا می‌وزد.

#### ۶) بادهای کوه و دره :

این بادها در اتمسفر آزاد، در نتیجه تفاوت گرمای حاصله بین دره‌ها و دشت‌ها که منجر به اختلاف فشار بین نواحی یاد شده می‌شود، بوجود می‌آیند.

: (Foehn) ۷

باد گرم و خشکی است که در سمت پشت به باد یک پشته کوهستانی بروز می‌کند و این نام منشاء خود را از آلپ گرفته است.

زمانی که هوای نسبتاً مرطوبی بر پشته کوهی صعود می‌کند سرد شده، تراکم حاصل از این امر به صورت بارندگی در جهت رو به باد ظاهر می‌شود و چنانچه در ارتفاعات ذخیره‌ای از هوای سرد انباشته نباشد جریان هوا ضمن گذر از پشته کوهستانی به تدریج در شرایط بی در رو، در داخله پشت به باد گرم و خشک می‌شود به طور کلی، در زمان جریان این باد، میزان نم نسبی به طور ناگهانی پایین می‌آید بارندگی قطع می‌شود.

در زمان حداکثر شدت باد، درجه حرارت به حداکثر خود می‌رسد و عموماً از میزان فشار هوا کاسته می‌شود. ذوب برف‌های زمستانی، خشکی و سوزاندن مزارع و ایجاد شرایط مساعد برای حریق جنگل‌ها از دیگر نشانه‌های بروز بادهایی با خصوصیات باد «فون» است.

علت بوجود آمدن باد چیست؟

آزمایش

مقداری پودر تالک تهیه کنید. این پودر را به قیمت کم از فروشنده‌گان لوازم بهداشتی و آرایشی می‌توانید بخرید. آنگاه یک لامپ صد واتی روشن کنید. وقتی لامپ گرم شد و دور و بر خود را گرم کرد، مقدار کمی از پودر تالک را از نیم متری بالای لامپ روی آن بریزید. پودر قبل از اینکه روی لامپ برسد، به طرف بالا بر می‌گردد.

اگر کمی از لامپ فاصله بگیرید و پود را کمی بالاتر از میز روی آن بریزید این بار پودر در هوا ، قبل از رسیدن به میز ، به سوی لامپ کشیده می‌شود و به این ترتیب جریان هوا که نامرئی بود، برای شما قابل روئیت می‌شود. در سطحی بسیار وسیع‌تر از کره زمین ، نیز همین کار رخ می‌دهد و بادی متناسب با جابه‌جایی هوا در تمام فصول سال ، مخصوصاً در فصلهای معینی جریان می‌یابد.

بادهای جهانی و منطقه‌ای

می‌دانیم که گرمتربین نقاط روی زمین اطراف خط استوا است. بنابراین اطراف این منطقه همیشه هوای گرم در حال بالا رفتن است. هوای جابجا شده در منطقه‌های معین، در شمال و جنوب خط استوا، قطب شمال و قطب جنوب، جریان می‌یابد. اگر زمین ساکن بود، مسیر این بادها همیشه شمالی و جنوبی بود، ولی چون زمین به دور خودش حرکت می‌کند (حرکت وضعی زمین)، این حرکت سبب می‌شود که در نیمکره شمالی باد از چپ به راست و در نیمکره جنوبی از راست به چپ بوزد.

علاوه بر بادهای جهانی بادهای منطقه‌ای نیز وجود دارند که مربوط به بخش‌های کوچکی از زمین هستند. مثلاً ساکنان ساحل دریاهای و دریاچه‌ها شاهد بادهای روزانه و شبانه در خلاف جهت همدیگر خواهند بود. زیرا وقتی روزها خورشید به خشکی و دریا می‌تابد، ساحل بیشتر از دریا گرم می‌شود (زیرا دریا گرما را به خود جذب می‌کند، در حالی که ساحل حرارت را پس می‌دهد).

بنابراین هوای گرم ساحل بالا می‌رود و هوای تقریباً سردی از دریا به سوی ساحل جریان پیدا می‌کند و شبها نیز عکس این جریان رخ می‌دهد، زیرا وقتی آفتاب غروب می‌کند، ساحل سرد می‌شود، درحالی که چون ظرفیت گرمایی آب زیاد است، آب دریا گرمایی را که در طول روز جذب کرده است، به تدریج پس می‌دهد و هوای مجاور خود را گرم و سبک می‌کند و به بالا می‌زند و در نتیجه نسیم ملایمی شبها از ساحل به دریا می‌وزد. بادها همیشه ملایم و خوشایند نیستند و گاهی طوفان شدیدی در اثر جابه‌جایی سریع هوا حاصل می‌شوند که جان و مال مردم را به خطر می‌اندازد.

انسان که به دنبال استفاده از نیروی طبیعت است، از باد نیز غافل نبوده است. او با مهار کردن باد توانسته است در موارد زیادی انرژی باد را به خدمت خود درآورد. کشتی‌های بادبانی، آسیابهای بادی، ژنراتورهای بادی که امروزه در کشورهای ساحلی روز به روز به تعداد آنها افزوده می‌شود و ... نمونه‌هایی در این زمینه هستند.

انرژی باد

تاریخچه

احتمالاً نخستین ماشین بادی به توسط ایرانیان باستان ساخته شده است و یونانیان برای خرد کردن دانه‌ها و مصریها، رومی‌ها و چینی‌ها برای قایقرانی و آبیاری از انرژی باد استفاده کرده‌اند. بعدها استفاده ار توربینهای بادی با محور قائم سراسر کشورهای اسلامی معمول شده و سپس دستگاههای بادی با محور قائم با میله‌های چوبی توسعه یافت و امروزه نیز ممکن است در برخی از کشورهای خاورمیانه چنین دستگاههایی یافت شوند.

در قرن ۱۳ این نوع توربینها به توسط سربازان صلیبی به اروپا برده شد و هلنديها فعالیت زیادی در توسعه دستگاههای بادی مبدول داشتند، بطوری که در اواسط قرن نوزدهم در حدود ۹ هزار ماشین بادی به منظورهای گوناگون مورد استفاده قرار می‌گرفته است. در زمان انقلاب صنعتی در اروپا استقاده از ماشینهای بادی رو به کاهش گذاشت. استفاده از انرژی باد در ایالات متحده از سال ۱۸۵۴ شروع شد. از این ماشینها بیشتر برای بالا کشیدن آب از چاههای آب و بعدها برای تولید الکتریسیته استفاده شد.

بزرگترین ماشین بادی در زمان جنگ جهانی دوم توسط آمریکائیها ساخته شد. در شوروی سابق در سال ۱۹۳۱ ماشینی بادی با محور افقی بکار انداختند که انتظار می‌رفت ۱۰۰ کیلو وات برق به شبکه بدهد. ارتفاع برج ۲۳ متر و قطر پره‌ها ۳۰.۵ متر بود.

انرژی باد نظیر سایر منابع انرژی تجدید پذیر، بطور گستردگی ولی پراکنده در دسترس می‌باشد. تابش نامساوی خورشید در عرض‌های مختلف جغرافیایی به سطح ناهموار زمین باعث تغییر دما و فشار شده و در نتیجه باد ایجاد می‌شود.

به علاوه اتمسفر کره زمین به دلیل چرخش، گرما را از مناطق گرمسیری به مناطق قطبی انتقال می‌دهد که باعث ایجاد باد می‌شود. انرژی باد طبیعتی نوسانی و متناوب داشته و وزش دائمی ندارد. انرژی باد بعنوان یکی از فناوریهای انرژی پاک محسوب می‌شود، چرا که تنها جزئی بر طبیعت و محیط زیست می‌گذارد. نیروگاه‌های بادی هیچ نوع آلاینده هوا یا گاز گلخانه‌ای تولید نمی‌کنند.

### کاربرد انرژی باد

از انرژی باد جهت موارد ذیل بهره گرفته می‌شود:

- الکتریسیته

- پمپاژ آب از چاهها و رودخانه‌ها

- آرد کردن غلات، کوبیدن گندم

- گرمایش خانه

استفاده از انرژی بادی در توربین‌های بادی که به منظور تولید الکتریسیته بکار گرفته می‌شوند از نوع توربین‌های سریع محور افقی می‌باشند. هزینه ساخت یک توربین بادی با قطر مشخص، در صورت افزایش تعداد پره‌ها زیاد می‌شود.

در مکانهایی که شبکه برق رسانی ضعیف و بادهای محلی در نزدیکی ژنراتورهای بادی موجود می باشد استفاده از این حامل انرژی کاربرد بیشتری خواهد داشت.

در طی انقلاب صنعتی ساخت های فسیلی بدلیل ارزانی و قابلیت اطمینان بالا، جایگزین انرژی باد شدند. با این وجود، بحران نفتی باعث ایجاد تمایلات جدیدی در زمینه تکنولوژی انرژی باد جهت تولید برق متصل به شبکه، پمپاژ آب و تامین انرژی الکتریکی نواحی دور افتاده گردید. در سالهای اخیر، مشکلات زیست محیطی و مسئله تغییر آب و هوای کره زمین بعلت استفاده از منابع انرژی متعارف این علاقه را تشدید کرده است.

### مزارع بادی

معمولًا چندین توربین بادی متمرکز را شامل می شود که به منظور تامین انرژی که از طریق شبکه توزیع می شود طراحی شده اند بیشترین ظرفیت توربینهای بادی نصب شده در چند دهه گذشته به شبکه متصل بوده و نیاز از توربینهای بادی در کاربردهای منفصل از شبکه مانند تولید انرژی در نواحی دور افتاده و شارژ باتری استفاده می شود. کاربرد مهم دیگری که توربینهای بادی دارند تولید انرژی مکانیکی جهت پمپاژ آب است.

اندازه فن آوری جدید توربینهای بادی مدرن به دو شاخه اصلی می شوند :

توربین های با محور افقی و توربین های با محور عمودی آسیاب های بادی قدیمی همچنان در بسیاری مناطق غیرشهری دیده می شوند .

می توان از توربین های بادی با کارکردهای مستقل استفاده نمود و یا می توان آنها را به یک " شبکه قدرت تسهیلاتی " وصل کرد یا حتی می توان با یک سیستم سلول خورشیدی یا فتوولتائیک ترکیب کرد.

عموماً از توربین های مستقل برای پمپاژ آب یا ارتباطات استفاده می کنند، هرچند که در مناطق بادخیز مالکین خانه ها و کشاورزان نیز می توانند از توربین ها برای تولید برق استفاده نمایند مقیاس کاربردی انرژی باد، معمولًا تعداد زیادی توربین را نزدیک به یکدیگر می سازند که بدین ترتیب یک مزرعه بادگیر را تشکیل می دهند.

■ توربین های بادی متصل به شبکه معمولًا دو کاربرد دارند:

توربینهای بادی منفرد: برای تامین بارهای الکتریکی از نوع مسکونی، تجاری، صنعتی یا کشاورزی تولید انرژی می نمایند. بار مصرفی در مجاورت توربین قرارداشته و بار مصرفی به شبکه نیز متصل است.

اکثرا توربین در نزدیکی یک کشتزار یا گروهی از منازل قرار داده میشود. عموما اندازه این توربین ها مابین  $100 - 1000 \text{ kwe}$  است.

پمپ های بادی موارد استفاده از توربین های بادی جهت پمپاژ آب عبارتند از:

- تامین آب آشامیدنی چارپایان در مناطق دور افتاده

- آبیاری در مقیاس کم و آبکشی از عمق کم برای پرورش آبزیان

بیش از یک میلیون پمپ بادی در حال حاضر بعنوان نمونه در آرژانتین، ایالات متحده آمریکا، آفریقای جنوبی، بوتسوانا، نامبیا و زیمبابوه نصب شده اند.

باد مخرب است یا مفید؟

گهگاه توفانها و گردبادهای سهمگینی در گوشه و کنار جهان پدیدار میشود که اگر نیروی آنها بطور صحیح بکار گرفته شود، میتواند به جای مخرب بودن ، مفید باشد. اصول بهره برداری از انرژی باد از نخستین کوششهای انسان تا کنون تغییر نکرده است. با وزش باد ، قایقها و کشتیها به حرکت در میآیند و یا پره آسیاب بادی از طریق دندنهای گردانده میشود. امروزه مولدهای الکتریسیته بادی به نحوی طراحی شده‌اند که از حد اکثر نیروی باد بهره برداری شود و انرژی باد بجای آسیاب کردن غلات ، بوسیله یک ژنراتور توربینی تبدیل به الکتریسیته میشود.

مزایای انرژی بادی

یکی از مزایای انرژی باد آن است که وزش باد در زمستانها سریعتر است و هنگامی که نیاز بیشتری به برق داریم، الکتریسیته بیشتری تولید میشود. این انرژی بدون ایجاد آلودگی ، دارای منبع انرژی پایان ناپذیر و فن آوری آزموده شده است. پیشرفت‌های اخیر در صنعت ، همواره سبب کاهش هزینه الکتریسیته تولید شده توسط مولدهای بادی میباشد؛ این مبلغ کمتر از هزینه الکتریسیته تولید شده توسط زغال سنگ و شکافت هسته‌ای است و از نظر اقتصادی قابل رقابت با سایر موارد میباشد.

همچنین مانند دیگر انرژیهای قابل تجدید و ادامه دار مخالفان زیادی ندارد. بریتانیا دارای موقعیتهای خوبی از نظر منبع باد در اروپا است. دانمارک در مقایسه با انگلستان که فقط ۲۵٪ درصد الکتریسیته مورد نیاز خود را از نیروی باد تأمین می‌کند، ۳.۷ درصد (۶۰۰ میلیون وات) الکتریسیته مورد نیاز را از انرژی باد تهیه می‌کند؛ در صورتی که منبع باد انگلستان ۲۸ برابر بیش از دانمارک است.

### ناکار آمدهای انرژی بادی

گفته می‌شود که یکی از بزرگترین موانع بهره برداری از نیروی باد در بریتانیا، مسئله تأثیر زیست محیطی آن است. بسیاری از مردم می‌گویند مولدهای بادی از نظر ظاهری ناخوشایند بوده و پر سر و صدا می‌باشند؛ بخصوص چون در نواحی زیبای خارج از مناطق شهری قرار دارند. اما باید گفت مولدی که سوخت آن زغال سنگ است، مسلماً پر سر و صدای تر و زشت تر از دکلهای آسیاب بادی خواهد بود. صدای متواتی توربینهای دکلهای آسیاب بادی برای کسانی که در نزدیکی آنها می‌باشند، یک موضوع مهم به شمار می‌رود. اکنون صدای این مولدها به کمک فناوری چرخ دنده‌ها و توربینهای سه تیغه‌ای قابل کنترل می‌باشد.

### نیروگاه ساحلی

یک راه پیشگیری از شکایات مذکور، بنا کردن مجموعه دکلهای بادی در پایگاههای ساحلی است که هیچ کس نه آنها را می‌بیند و نه صدایشان را می‌شنود؛ همچنین در آنجا اغلب وزش باد دو برابر خشکی می‌باشد. با اینکه هوای دریا طبیعتی تباہ کننده دارد و سبب کاهش عمر مولدها می‌گردد، اما در عوض احتمال تخریب و خرابکاری در آنها کاسته می‌شود.

### نیروگاههای جدید بادی

امروزه ارتفاع برجهای مخصوص انرژی باد به ۷۰ متر می‌رسد، می‌توانند ۱.۵ مگاوات برق تولید کنند. اما نصب روتورهای (چرخندها) قویتر در این تأسیسات می‌تواند بهای الکتریسته حاصل از این منبع غیر سنگواره‌ای را تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد. در حال حاضر یک شرکت آلمانی در صدد است تا با تولید نسل جدیدی از تأسیسات بادی هزینه این منبع انرژی جایگزین را تا حد الکتریسیته هسته‌ای کاهش دهد. برج جدید که ۹۰ متر ارتفاع دارد، قادر است ۵ مگاوات الکتریسیته تولید کند، از آنجا که مجموعه چرخ

دنده‌ها و مواد در یک واحد جای دارند، بخش محرک بسیار سبکتر از نمونه‌های قبلی است. این ویژگی امکان استفاده از این تأسیسات را در دریاهای آزاد که در آنها بادهای قویتری می‌وزد، آسانتر می‌سازد.

از اطلاعات مربوط به صنعت هواپیمایی، آیرودینامیک، الکترونیک و ... در ساخت این ماشینها بهره گیری می‌شود. به این ترتیب پروانه‌های ساخته می‌شود که برای بادهای تند بطور سریع کار می‌کند. ماشینهای دیگر غیر از پروانه نیز مورد نظر بوده و در حال توسعه است. دو درصد از انرژی خورشید که به زمین می‌رسد به باد تبدیل می‌گردد، ۳۵ درصد انرژی باد در ضخامت یک کیلومتری از سطح زمین موجود است. محاسبات نشان می‌دهد که برای تمام سیاره زمین این انرژی ۲۰ برابر انرژی مصرفی دنیا است.

### نیروگاه بادی در آسمان

بهره گیری از نیروی باد به عنوان یکی از منابع انرژی نو روز به روز بیشتر می‌شود. توان کنونی جهان، حدود ۵۰ هزار مگاوات است؛ یعنی چیزی در حدود توان ۵۰ نیروگاه هسته‌ای. اما هنوز مشکلاتی بر سر راه بهره‌برداری از این الکتریسیته سبز وجود دارد. توربینهای چرخان باعث تداخل در دریافت تلویزیونی می‌شوند و به نظر می‌رسد وقتی باد نمی‌وزد، منظره ناخوشایندی از چیزهایی بی‌صرف را به نمایش می‌گذارند.

اما برایان رابت، مهندس استرالیایی، راه حل جالبی برای این کار دارد: به جای برافراشتن توربینها روی زمین، آنها را در جریان تند باد در ارتفاع ۱۵ تا ۴۵ هزار پایی شناور می‌سازیم. او با همکاری سه مهندس دیگر دستگاهی را ساخته‌اند که ژنراتور الکتریکی پرنده (FEG) نام گرفته است. این دستگاه مانند بادبادک در هوا شناور می‌ماند و بادهایی با سرعت ۲۰۰ مایل بر ساعت، پرهای آن را می‌چرخانند. جریان الکتریکی تولید شده از راه رشته بسیار محکمی به ایستگاه زمینی فرستاده می‌شود. به نظر این مهندس استرالیایی می‌توان ۶۰۰ عدد از این دستگاهها را در هوا داشت که هر کدام ۲۰ مگاوات برق تولید می‌کنند.

### محاسبه سرعت میانگین باد

بادها از یک قانون کلی تبعیت می‌کنند، ولی از لحاظ شدت روزانه و مدت وزش در هر نقطه از زمین بطور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند. سرعت باد نسبت به ارتفاع از سطح دریا تغییر می‌کند. با آزمایشهایی که انجام یافته، نسبت توان تولیدی در ارتفاع ۱۵۰۰ متری به توان تولیدی در ارتفاع ۵۰ متری برابر ۲۵ و در ارتفاع ۳۰۰ متری این نسبت برابر ۱۰ می‌باشد.

## مسائل اقتصادی ماشینهای بادی

امروزه تکنولوژی استفاده از انرژی باد در بسیاری از کشورها در دسترس بوده و ارزانترین راه برای تهیه الکتریسیته از مشتقات انرژی خورشیدی تشخیص داده شده است. بهای انرژی تولید شده به عوامل محیطی و عملی و نیز نوع ماشین بکار گرفته شده بستگی دارد. با بررسیهای مختلفی که در زمینه قیمت استفاده از انرژی باد انجام گرفته است، نشان می‌دهد که گرچه هزینه ماشینهای بادی با بزرگی و نیز ازدیاد توان تخمينی آنها افزایش می‌یابد، ولی بهای هر کیلووات انرژی آنها کاهش پیدا می‌کند.

وقتی کاربردهای جمعی ماشینهای بادی مورد نظر باشد، هزینه‌های کاربردهای جمعی ماشینها در ابعاد کوچک است. لازم به یاد آوری است که در انتخاب دستگاههای بزرگ محدودیتهایی وجود دارد. مثلاً اگر سرعت انتهایی پره ماشین بادی به حد سرعت صوت و یا بیشتر برسد تولید موج ضربه کرده و سبب گرم شدن و فرسودگی و از کار افتادن سریع ماشین می‌شود.

علاوه بر اینکه باید سعی شود تا ماشینهای بادی هزینه اصلی (هزینه ساخت روتور، دکل و ..) کمتری داشته باشند و بایستی در محلهایی نیز که باد قابل ملاحظه‌ای دارند نصب شوند و ماشین برای سرعت باد عملی تنظیم شده باشد. تهیه ماشینی که برای تمام سرعتهای باد کار کند، گرانتر تمام می‌شود. ماشینهای معمولی بادی اصولاً برای جلوگیری از مصرف سوختهای دیگر در ایام وزش باد بکار می‌روند و همراه با سایر دستگاههای تولید انرژی نیز از آنها استفاده می‌شود.

اگر از ماشین بادی بصورت تنها منبع انرژی استفاده شود، باید دستگاههای ذخیره انرژی در کنار ماشینهای بادی نظیر انبارهای ذخیره هیدروژن به توسط الکتریسیته، دستگاههای ذخیره حرارتی، دستگاههای ذخیره انرژی جنبشی (چرخ طیار، دستگاههای الکترومغناطیسی فوق هادی)، دستگاههای ذخیره انرژی پتانسیل (نظیر دستگاههای سیالی پمپی با دستگاههای ذخیره فشاری) بکار گرفته شوند. با اضافه کردن دستگاههای ذخیره، بهای برق تولیدی ممکن است به مرتب افزایش یابد.

باد و آب

چگونه می‌توان از باد و آب بطور همزمان و با همکاری یکدیگر بهره برداری کرد تا منبعی مستمر و ثابت از برق بادی و آب شیرین بدست آورد؟ یکی از مشکلات روزافزون جهانی مسئله کمبود آب شیرین در آینده‌ای نزدیک است. طبق آمار سازمان ملل، جمعیت در حال افزایش دنیا تا سال ۲۰۲۵ روزانه به میلیاردها متر

مکعب آب شیرین اضافی در روز نیاز خواهد داشت. در حالیکه ظرفیت جاری جهانی آب شیرین کنی رقمی در حدود ۲۸ میلیون متر مکعب در روز برآورده می‌شود.

یک راه حل اساسی برای مبارزه با کمبود آب در آینده، شیرین کردن و نمک گیری آب شور اقیانوسها در مقیاس وسیع میباشد، لکن نمک گیری و آب شیرین کنی پروسه‌ای بسیار پر خرج و فن آوری انرژی بر در اغلب نقاط گیتی است. در میان کلیه فن آوریهای جاری آب شیرین کنی، سیستم اوسموسیس معکوس بالاترین کارآیی انرژی برق را دارد و میان ۳ تا ۸ کیلووات ساعت برق به ازای هر متر مکعب آب راندمان آن است.

اوسموسیس معکوس متده است که آب شیرین و خالص را از طریق تزریق یا فشار آب نمکی از داخل یک غشا یا پرده نیمه ضد آب (که اجازه می‌دهد گروهی از سلولها و نه همه آنها، از آن بگذرند) که اجازه گذشت نمک را نمی‌دهد، می‌گذرانند. با وجود راندمان بالای سیستم اوسموس معکوس، ۴۰ درصد قیمت آب شیرین به مصرف انرژی مورد نیاز می‌رسد. از نقطه نظر قیمت و محیط زیست، منابع انرژی جایگزین ارزان و تمیز برای راه حل‌های آب شیرین کنی مقرر به صرفه مورد نیاز می‌باشد.

انرژی باد بهر حال یکی از ارزانترین منابع انرژی قابل تجدید است که دارای آینده‌ای امیدوار کننده نیز می‌باشد. معهداً چون طبیعتی متغیر و قانون ناپذیر دارد و به هیچ فرمول و دستورالعملی پایبندی نشان نمی‌دهد، محققین می‌باید هنوز عواقب و عوارضی که بر سیستمهای آب شیرین کنی از خود نشان می‌دهد و عملکردش بر کل سیستم را ارزیابی دقیق کنند.

در ۲۰۰۴ پروژه باد یک طرح مطالعاتی در مورد سیستم ترکیبی انرژی باد و سیستم آب شیرین کنی را مورد توجه قرار داد که پروژه مذبور هنوز هم در کنکاش و جستجوی اثرات باد و آب شیرین کنی بطور توانما می‌باشد؛ و به این منظور مسائل فنی، بررسی امکانات عملی و مناسب و قابل قیاس با ایده‌های جایگزین و ارزیابی عملی و دوام پذیر اقتصادی هر کدام از عمدۀ امور مورد توجه پروژه می‌باشد. برای اطمینان از عرضه دائمی و بی وقفه برق به شبکه خدمات شهری، پروژه باد مشغول مطالعه در مزایای بالقوه ادغام انرژیهای باد و آب بصورت همزمان است (که انرژی حرکتی یا سقوط آب را در مهار می‌آورد).

انواع روش‌های مقابله با باد و پیشروی باد رفته‌ها

بادها به صورتهای مختلفی اثرات منفی خود را بر سازه‌های مهندسی، مخصوصاً راهها، وارد می‌کنند. بخش وسیعی از کشورها بطور دائم در معرض فرسایش بادها و هجوم ماسه‌های روان است. کویرهای مرکزی و

حاشیه‌های آنها ، قسمتهای از سواحل خلیج فارس ، دریای عمان و دریای مازندران و حاشیه سواحل برخی از رودهای کشور از جمله مناطقی‌اند که بطور دائم در معرض عمل فرسایش و رسوبگذاری باد قرار دارند. مقابله با بادرفتها ممکن است با یکی از اهداف زیر صورت بگیرد.

از بین بردن یا تثبیت تجمعهای ماسه‌ای ، به منظور جلوگیری از پیشروی بیشتر آنها. متوقف کردن مستقیم و دائمی ماسه قبل از آنکه به محل مورد حفاظت برسد. کمک به ماسه جهت استقرار در محلی خاص.

#### أنواع روشهای مقابله با بادرفتها

##### جابجایی

برداشتن و جابجا کردن مواد بادآورده از اولین کارهایی است که توسط افرادی که خانه و کاشانه آنها مورد هجوم ماسه‌ها روان قرار گرفته ، انجام می‌شود. بکار گیری این روش برای راهها و دیگر سازه‌های مهندسی ، اغلب غیراقتصادی است و در مدت طولانی بازده چندانی ندارد.

##### حفر خندق

حفر گودالهای طویل عری به وی تلماسه‌ها تقارن آنها را بر هم زده و اغلب منجر به از بین رفتن آنها می‌شود. از طرف دیگر حفر خندق در سمت رو به باد سازه مورد حفاظت ، کانونی موقتی جهت تجمع مواد بادرفته ایجاد می‌نماید.

##### گیاهکاری

گیاهان با ایجاد مانعی در برابر باد ، از یک طرف از سرعت و در نتیجه قابلیت حمل آن می‌کاهمند و از طرفی ضمن نگهداری خاک توسط شبکه ریشه‌هایشان ، باد مرطوب نگهداشتن بخششای سطحی ، چسبندگی ذرات خاک را به یکدیگر بیشتر می‌کنند. در اطراف شهرها و آبادیهای حاشیه کویرهای کشورمان ، با بکارگیری گونه‌های مناسب و مقاوم گیاهان (مثل تاغ و گز و آتریپلکس) ، پیشرفت‌های چشمگیری در این مورد بدست آمده است.

نهال این گیاهان معمولا در کیسه‌های پلاستیکی کوچک کاشته شده و پس از رشد کافی در خزانه به همان صورت در محل مورد نظر ، حتی روی تلماسه‌ها ، غرس می‌شود. در یکی دو سال اول این نهالها نیاز به حفاظت بیشتر و چند بار آبیاری در فصل گرم دارند. با گذشت زمان آنها می‌توانند با ریشه‌های معمولا عمیق خود آب لازم را از اعماق بیشتر خاک بدست آورند. در مناطق باد خیز ، درختکاری در سمت رو به باد می‌تواند به عنوان عاملی سرعت گیر ، مزارع و سازه‌ها را محافظت نماید.

### هموار کردن سطح

به منظور افزایش ضریب جهش مواد حمل شونده توسط باد ، با هموار کردن سطح زمین یا نصب پوششی سخت و هموار به روی آن حرکت ماسه‌ها را تسریع نموده از رسوبات آنها در جاهای ناخواسته جلوگیری به عمل می‌آید.

### افزودن به چسبندگی ذرات

در جاهایی که به دلیل فقدان آب کافی ، یا دیگر مشکلات نتوان تپه‌های ماسه‌ای و زمینهای اطراف آن را گیاهکاری ثبت نموده معمولا با پاشیدن مواد نفتی که تحت نام کلی "مالچ" نامیده می‌شوند. ضمن چسباندن ذرات ماسه به یکدیگر ، از حرکت و فرسایش آنها توسط باد جلوگیری می‌شود. به منظور تداوم برقراری شرایط مناسب ، مالچ پاشی باید هر چند سال یکبار تکرار شود.

### سازه‌های بارشکن

ایجاد دیوارهایی در مقابل حرکت باد می‌تواند بسته به جهت یابی دیوار ، مسیر حرکت ماسه‌های روان و متغیر داده و در مواردی که عمود بر جهت وزش باد بنا شده باشند، باعث توقف حرکت ذرات شوند. دیوارهایی بادشکن را با مصالح مختلفی از جمله ، حصیر ، چوب یا ورقه‌های فولادی موجودار می‌توان ساخت. در نواحی کویری کشور ما جهت ثبت حرکت ماسه‌ها معمولا از حصیرهای بافته شده از گون استفاده می‌شود. با فرو کردن نوارهایی از حصیر به داخل کاسه‌ها در امتدادی عمود بر جهت وزش باد ، ضمن ایجاد بادشکن ، ماسه‌ها در جلو و عقب حصیرها جمع می‌شوند.

این حصیرها را باید هر چند مدت یکبار و قبل از مدفون شدن کامل، از زیر ماسه بیرون کشید، یا حصیرهای جدیدی به روی دانه نصب کرد. مثال فوق گواه این مطلب است که دیوارهای بادشکن الزاماً نباید از استحکام و مقاومت زیاد، مشابه دیوارهای حایل، برخوردار باشند. نکته اساسی در اینجا انتخاب محل و جهت مناسب برای دیوار است. تعداد دیوارها که معمولاً با فاصله‌ای نسبت به هم قرار می‌گیرند، عامل مهم دیگر در جذب انرژی و سرعت باد و جلوگیری از پیشروی بیشتر بادرفتها و تلماسه‌هاست.

### بادسنج Anemometer

اسبابی برای اندازه‌گیری سرعت باد یا هرگاز متحرک دیگر، به آن آنمومتر هم گفته‌اند.

● بادسنج لیزری نوعی بادسنج که در آن باد مورد اندازه‌گیری از میان دو پرتو لیزر که در زاویه راست نسبت به یکدیگر قرار گرفته‌اند عبور می‌کند و در نتیجه بر طبق قانون فیزیکی تغییر سرعت پرتو نوری بر اثر عبور از یک عامل متحرک، سرعت یکی یا هر دو پرتو لیزری را تغییر می‌دهد. اگر دستگاه‌هایی برای سنجش تغییر سرعت پرتوهای لیزری به سیستم اضافه گردد به طور نسبی می‌تواند سرعت باد را در دامنه وسیعی به‌طور دقیق مشخص سازد.

● بادسنج: دستگاهی است که نیرو، وزش بادها (سرعت هوا) را اندازه می‌گیرد و اهمیت فراوان برای هواشناسان دارد. این دستگاه با فراهم کردن اطلاعات درباره جهت وزش باد در جاهای گوناگون کمک می‌کند و ازین اطلاعات است که می‌توان پدید آمدن طوفان‌ها و گردبادهای تند را پیش‌گوئی کرد. این اطلاعات است که به هوانوردان، کشاورزان و عامه مردم یاری می‌رساند.

طوفان چیست؟

عبارت است از آشفتگی جوی با اختلال در فشار موجود با گستردگی طوفان‌های تورنادو (عرض ۱ کیلومتر) تا گردبادهای حاجیم (عرض ۲ تا ۳ هزار کیلومتر) را گویند.

گاه بر اثر حرکت شدید باید که در جریان دو جبهه هوای سرد و گرم تولید می‌شود به قدری شدت آن زیاد است که به صورت امواج هوایی سریع به حرکت در می‌آید و در مسیر خود باعث قطع درختان، خرابی ساختمان‌ها و شکستن شیشه‌ها می‌شود و مناطق وسیعی را در هم می‌کوبد. سرعت حرکت طوفان گاه به صدها کیلومتر در ساعت می‌رسد

طوفان‌ها، که در نقاط مختلف دنیا به صورت گردداد، بادهای دریایی و یا تند باد دیده می‌شوند، ممکن است گرددادی با سرعت چرخش ۱۰۰ تا ۴۰۰ کیلومتر در ساعت و سرعت جابجایی ۵۰ تا ۷۰ کیلومتر در ساعت ایجاد کنند. طوفان‌ها اغلب با باران‌های شدید و سیل همراهاند.

گرددادهای دریایی که از اقیانوس‌های مناطق حاره منشأ می‌گیرند قدرت تخریبی زیادی دارند. این گرددادها در اوایل تابستان و اواخر پاییز بیشتر دیده می‌شوند و معمولاً بین ۷ تا ۱۵ درجه عرض شمالی یا جنوبی در دو طرف خط استوا رخ می‌دهند. در این مناطق به طور متوسط سالانه ۴۰ گردداد دریایی بزرگ ثبت می‌شود.

در نوامبر سال ۱۹۷۰ کشور بنگلادش (که در آن موقع پاکستان شرقی نامیده می‌شد) مورد اصابت یکی از این گرددادهای شدید دریایی واقع شد و این حادثه سبب مرگ صدها هزار نفر انسان، تلفات و نابودی سنگین دامها و محصولات کشاورزی گردید. در جنوب شرقی ایالات متحده آمریکا تنها یک تند باد صدها میلیون دلار خسارت وارد کرده است و در بعضی سال‌ها مجموع خسارات ناشی از بلاهای طبیعی در این کشور به رقم یک هزار میلیون دلار بالغ می‌شود.

علاوه بر خسارات اولیه که سبب آنها نیروی خود طوفان است (فرو ریختن سقف خانه‌ها، ریشه‌کن شدن درخت‌ها و ...)، اشیایی که طوفان به اطراف پرتاپ می‌کند، موجب خسارات جانی و مالی زیاد می‌شوند. بر اثر بادهای طوفانی اجسام مختلفی از جا کنده می‌شوند و با نیروی زیاد به اطراف پرتاپ می‌گردند. طوفان به سیم‌های انتقال برق و نیز تیرهای چراغ برق صدمه می‌زند و در نتیجه کار دستگاه‌های تصفیه آب و فاضلاب و تلمبه خانه‌هایی را که با نیروی برق کار می‌کنند مختل می‌سازد و مشکلات فراوانی در اثر جمع شدن زباله و فضولات که خود سبب افزایش مگس و سایر جانداران موذی می‌شود پیش می‌آیند.

به استثنای مواردی که طوفان‌ها تؤام با حوادث ثانوی مانند سیل و یا هجوم امواج دریا می‌باشند به طور کلی این گونه حوادث طبیعی موجب مرگ و میر و جراحات ناچیزی می‌گردد، به عنوان نمونه در مهم‌ترین طوفان استوایی که در سال ۱۹۷۴ در منطقه داروین استرالیا رخ داد، یک شهر ۴۵۰۰۰ نفری تنها ۵ نفر کشته شدند و ۱۴۵ نفر مجروح نیز به بیمارستان‌ها مراجعه نمودند که از این تعداد ۱۱۰ نفر دارای جراحات و مابقی گرفتار ضربه و کوفتگی‌های خفیف بوده‌اند.

اعلام آگاهی قبل از وقوع طوفان، میزان مرگ و میر و ناتوانی را محدود نموده و مجروه‌های دارای جراحات سطحی و بی‌اهمیت خواهند بود.

انواع طوفان

الف) طوفان شن : عبارت است از صعود پرقدرت شن و ذرات گرد و غبار در اثر بادهای سخت و طوفانی که به سمت ارتفاعات به حرکت درمی‌آید.

ب) طوفان‌های رعد آسا : عبارت است از ابرهای کومولوس حجمی که در آنها مراکز بارالکتریکی گسترش یافته است.

ج) طوفان شدید: عبارت است از طوفان‌های مخرب و متمرکز که در سطح زمین ایجاد می‌شوند علامت مشخص کننده این نوع طوفان ابرهای متراکم و پراکنده لوله‌ای شکل است که تا سطح زمین گسترش یافته و در مسیر خود مخرب‌ترین اثرات را ایجاد می‌کند.

د) طوفان‌های استوایی : این گونه از طوفان‌ها در دریاهای آزاد ایجاد شده و از ویژگی‌های آن خسارات ناشی از بادهای شدید، ریزش شدید باران، امواج طوفانی دریا، امواج ساحلی شدید، سیل دریایی، سیل رودخانه‌ای، رعد و برق و طوفان‌های رعد آسا است.

و) امواج طوفانی : بالا آمدن ناگهانی آب دریا در اثر وزش بادهای شدید و فشار کم اتمسفر، منجر به ایجاد امواج طوفانی می‌گردد. این امواج گاه با اسمی دریایی طوفانی، امواج طوفانی با امواج ناشی از جزر و مد شناخته می‌شوند.

عوامل خاص در بروز سوانح ناشی از بادهای شدید

- محل اسکان افراد در کنار مناطق ساحلی یا کوهستان‌های در حال ریزش.

- قدرت و استحکام اقامتگاه‌هایی با کیفیت پایین.

- درختان قدیمی و سست ریشه.

- اشیاء و وسایل پراکنده سبک در اطراف خانه‌ها.

- سقف‌های کاذب و سبک.

- خطوط تلفن و برق و دکل‌های برق و تلگراف.

- انسداد راههای عبور.

طوفان‌های دریایی (موج بندر یا دریا لرزه)

گاه قسمت‌هایی از بستر دریاها و اقیانوس‌ها به طور ناگهانی و درجهت قایم (به سوی بالا و پایین) جابجا می‌شوند، در پی این امر آبهایی که برروی بخش‌های جابجا شده قرار دارند نیز از حالت اولیه خود خارج می‌گردند، امواجی بر سطح دریاها و اقیانوس‌ها منتشر می‌شود که زمین‌شناسان به آنها طوفان دریایی (موج بندر یا دریا لرزه) می‌گویند. بر اثر زلزله، لغزش‌های زمین در زیر دریا و یا فوران آتشفشان در دریا به همراه ایجاد شکاف در کف اقیانوس‌ها امواج عظیم بسیار قوی، پدید می‌آید که گاه از بیست تا پنجاه متر ارتفاع و به سرعتی از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد، میلیونها تن آب را یکباره جابجا می‌کند و گاه موجب غرق کامل بنادر و سواحل می‌شود این امواج در ساحل سرعت خود را از دست داده و در مقابل بر ارتفاع آنها افزوده می‌شود.

کلمه تسونامی از یک واژه ژاپنی به مفهوم موج بند اقتباس شده است. مسافتی را که تسونامی از محل تشکیل خود طی می‌کند گاه به چندین هزار کیلومتر می‌رسد. در سال ۱۷۷۵ میلادی زمین لرزه‌ای در جنوب غربی اروپا، تسونامی ایجاد کرد که ۶۰۰۰ نفر را در لیسبون پایتحت پرتغال کشت ارتفاع آب به ۱۸ متر رسید. در سال ۱۸۸۳ میلادی به دنبال انفجارهای آتشفشانی جزیره کراکاتو در اندونزی تسونامی ایجاد شده حدود ۳۵۰۰۰ نفر از بین برد. بیشترین موج Tsunami تاکنون در ژاپن، آلاسکا و بنگladش مشاهده شده است.

اقدامات مقابله با تسونامی همانند اقدامات مقابله با سیل می‌باشد و عزیمت به یک زمین مرتفع یا تاحدی وسط شهر محل سکونت می‌باشد در دستور کار قرار گیرد. از جویبارهایی که به داخل دریا جریان می‌یابند نیز می‌باشد پرهیز نمود.

#### در صورت بروز طوفان

۱. برای اطلاع از وضعیت و گرفتن دستورات لازم به رادیو، تلویزیون و یا اعلام بلندگوهای عمومی گوش فرا دهید.

۲. پنجره‌های خانه را با تخته بپوشانید (بر روی پنجره‌های بزرگ و پهن به منظور پیشگیری از خرد شدن، نوار چسب‌های مناسب بچسبانید).

۳. لوازم و ابزاری را که بیرون هستند به داخل بیاورید.

۴. غذا و آب ذخیره کنید، رادیو و چراغ قوه همراه داشته باشید.

۵. جریان برق، آب و گاز را قطع کنید (امکان شروع هر گونه حریق را از بین ببرید).
۶. در منزل بمانید و به پنجره و درها نزدیک نشوید (به محکم‌ترین قسمت خانه پناه ببرید)
۷. تماشای طوفان سهل‌انگاری است، وقتی که امواج طوفان درست بالای سر شماست مرحله آرامش است  
بزودی باد شدید از سمت دیگر بر خواهد خواست.
۸. بعد از طوفان به خارج از منزل نروید (به آرامش پس از وقوع طوفان اعتماد نکنید، این آرامش بیش از چند دقیقه طول نخواهد کشید، در داخل منزل و پناهگاه باقی بمانید زیرا طوفان شدید از جهت مخالف باز خواهد گشت).
۹. جز در موقع ضروری رانندگی نکنید.
۱۰. اگر فرصت ندارید به پناهگاه بروید در نزدیکترین نهر یا جوی آب دراز بکشید و سر خود را با دست بپوشانید.
۱۱. به دلیل نامنظم بودن طوفان‌های استوایی، اغلب اوقات پیش‌بینی محل و زمان دقق وقوع طوفان غیرممکن است.
۱۲. چنانچه دستور ترک محل صادر شود، باید فوراً به آن عمل نمایید.
۱۳. از ساحل و سایر مناطقی که احتمالاً در معرض خطر جزر و مد است دور شوید، طوفان ممکن است موجب جاری شدن سیل گردد پس، از جاده‌هایی استفاده کنید که از رودخانه‌ها دور باشند.
۱۴. درجه برودت یخچال را افزایش دهید تا در صورت قطع برق، مواد غذایی برای مدت طولانی‌تری قابل نگهداری باشند.
۱۵. اثاثیه خارج از منزل را به داخل منزل بیاورید (سطل زباله – آنتن و ...)
۱۶. از تلفن فقط در موارد ضرورت استفاده نمایید.
۱۷. بعد از بروز طوفان از مناطق خطر و آسیب دیده دوری نمایید.
۱۸. اگر احساس می‌کنید که به سقف خانه فشار می‌آید و در حال خراب شدن است پنجره‌ای را باز کنید.  
در هنگام وقوع طوفان یا اعلام وقوع طوفان

۱. وقتی که در ناحیه شما طوفان‌های توفم با رعد و برق وجود دارد، برای دستیابی به آخرین اطلاعات اضطراری که از سوی مقامات مسئول محلی اعلام می‌شود، رادیو و یا تلویزیون خود را روشن نمایید. گوش به زنگ شنیدن (جدیدترین) اطلاعیه‌های منتشره در مورد احتمال وقوع گردباد، یا اعلام وقوع گردباد باشید.

۲. سیستم هشدار در مورد گردباد که در محله یا منطقه شما موجود می‌باشد را بشناسید. اکثر نواحی مستعد گردباد به یک سیستم آژیر مجهز می‌باشند. فرق بین نوع آژیر در هنگام احتمال وقوع گردباد با اعلام وقوع گردباد را بشناسید.

۳. وضعیت احتمال وقوع گردباد وقتی اعلام می‌شود که شرایط آب و هوایی مستعد ایجاد گردباد باشد، برای مثال در طی یک طوفان شدید توفم با رعد برق.

۴. مواطن وضع هوا باشید و آماده باشید که در صورت بدتر شدن اوضاع فوراً پناه بگیرید. وضعیت اعلام وقوع گردباد وقتی اعلام می‌شود که قیف گردباد مشاهده شود یا توسط رادار مشخص گردد. فوراً باید پناه بگیرید.

۵. از آنجایی که گردبادها اغلب با طوفان‌های تندری همراه می‌باشند، هر گاه که احتمال وقوع یک طوفان توفم با تندر برود یا این طوفان به وقوع بپیوندد، باید به تغییرات اوضاع هوا، به طور جدید توجه نماییم. وضعیت احتمال وقوع طوفان تندری شدید به این معنی است که امکان وقوع طوفان تندری شدید در ناحیه شما وجود دارد.

۶. باتری‌های تازه (نو) و یک رادیو یا تلویزیون که با باتری نیز کار می‌نماید، در دسترس قرار دهید. اغلب در طی طوفان‌های تندری - درست زمانی که اطلاعات در مورد اعلام وضعیت هوا بیش از همیشه موردنیاز است - جریان برق قطع می‌شود.

۷. برخی گردبادها به سرعت، بدون زمانی برای هشدار اعلام وقوعشان و گاهی بدون همراهی طوفان توفم با تندر، ظاهر می‌شوند. زمانی که مواطن گردبادهایی که سریع پدیدار می‌شوند هستید، باید بدانید که نمی‌توانید مطمئن باشید که قیف گردباد را حتماً خواهید دید چون امکان دارد ابرها با بارش باران مانع دید شوند.

اسطوره طوفان در فرهنگ‌ها

سومریان و بابلیان

لوح طوفان از حماسه گیلمشقدیم‌ترین نوشهای که تاکنون درباره داستان طوفان به دست آمده، سنگنبشته‌هایی است که از سومریان و بابلیان باستان یافت شده‌است. این سنگنبشته‌ها در سه هزار سال پیش از میلاد مسیح نوشته شده‌اند، به همین دلیل سومریان و بابلیان پیشتر از دیگر ملت‌ها، داستان طوفان را نگاشته‌اند. طوفان در سنگنبشته‌های سومری، به نام زیوگیدو است.

رویدادهای داستان طوفان سومری و بابلی با رویدادهای داستان طوفان نوشته شده در تورات، تا حدودی هماهنگ است؛ زیرا در داستان سومری و بابلی، آمده‌است که کشتی طوفان با قیر اندوش و سازنده کشتی، خود قهرمان طوفان است. این توصیف در سفر پیدایش در تورات نیز آمده‌است. در هر دو سند آمده‌است که خدایان، شخصی را از روی دادن طوفان آگاه کردند و او با افراد خانواده‌اش در یک کشتی نشسته و از جانوران، از هر کدام جفتی در آن نهاده و از طوفان رهایی یافتند. همچنین در هر دو روایت، مدت طوفان هفت روز دانسته شده‌است. در دوره طوفان، زیوگیدو یا زیودسورا به پیشگاه آن خدای آسمان و انلیل رئیس خدایان، قربانی کرده و آن‌ها را پرستش می‌کند. در دیلمون، انو و انلیل به زیوگیدو زندگی جاویدان می‌بخشند. معنی لغوی زیوگیدو دیدن زندگی است. در این متن از این که چرا انکی تصمیم به نابود کردن بشر گرفته بود، سخنی نرفته است.

چگونگی داستان طوفان در اسناد بابلی، که جدیدتر از اسناد سومری است، با طوفان سومری اندکی اختلاف ظاهری دارد. نام خدایی که به قهرمان طوفان دستور ساختن کشتی داده در الواح سومری انکی ولی در سنگنبشته‌های بابلی و آشوری نام او ایشтар نوشته شده‌است.

زیودسورا هم در اساطیر بابلی و آشوری، اوتناپیشتمیم است. اینا از خدایان باستان سومر بوده‌است که نسل آدمی را از طوفان می‌رهاند. چون بعل از گناهکاری آدمیان در زمین خشمگین می‌شود، و از شهر شوری پک کینه به دل می‌گیرد، با فرستادن طوفان، شهر شوری پک را ویران کند، و آدمیان گناهکار را بکشد.

در این هنگام، اینا از تصمیم بعل آگاه می‌شود و با شتاب به اوتانا پیش‌تیم که پادشاه بابلیان بود و مردم او را به نیکی می‌شناختند، رفته و او را از خواست بعل آگاه می‌سازد. آنگاه اینا به اوتناپیشتمیم فرمان می‌دهد که یک کشتی بزرگ بسازد و اندرون و بیرون آن را با قیر اندوش کند؛ آن‌گاه خود با خانواده‌اش و یک زوج نر و ماده از هر جانور در آن کشتی درآورد تا انسان‌ها و جانوران از طوفان رهایی یابند. اوتاناپیشتمیم، به پیروی از اینا کشتی را ساخته، آن‌گاه طوفان آغاز می‌شود.

هفت شب و هفت روز، آسمان باران می‌بارد و از دریاها و چشمه‌ها آب می‌جوشد و روی زمین را آب فرامی‌گیرد؛ و همه انسان‌ها و جانوران جز آن‌ها که در کشتی اوتانا پیش‌تیم در آمده‌اند، نابود می‌گردند. پس از هفت شب‌هه روز، طوفان می‌ایستد و آب‌ها در زمین فرومی‌روند؛ و اوتانا پیش‌تیم، از پنجه‌های کشتی کبوتری

به بیرون می‌فرستد و کبوتر برای او از خشکی نشانی می‌آورد. پس از آن کشته، بر فراز کوهی می‌نشیند و سرنشینان آن، در سرزمین میان‌رودان از کشته پیاده می‌شوند، و از فرزندان ایشان، سومریان و بابلیان و دیگر اقوام پدید می‌آیند.

در میان داستان حماسی گیل‌گمش که در حدود دو هزار و پانصد سال پیش از میلاد، در الواح سومری نوشته شده، اشاره‌ای به داستان طوفان سومری و بابلی شده است؛ در آن داستان، یعنی داستان حماسی گیل‌گمش، میان گیل‌گمش و اوتاناپیش‌تیم دیداری روی می‌دهد، گیل‌گمش چگونگی رخ دادن طوفان بزرگ را از اوتاناپیش‌تیم می‌شنود. گیل‌گمش برای دیدار اوتاناپیش‌تیم از جنگل و دریاها گذشته و در جزیره‌ای در وسط دریا با او دیدار می‌کند؛ اوتاناپیش‌تیم آن‌چه در طوفان بر وی گذشته است، برای گیل‌گمش روایت می‌کند.

### عبرانیان

خدا به نوح دستور داد که جانوران را جفت‌جفت به کشته بیاورد. به دلیل همانندی بسیار رویدادهای طوفان نوح در تورات و طوفان سومری و بابلی، سرچشمۀ داستان طوفان در تورات را روایت‌های سومری دانسته‌اند. البته داستان طوفان در تورات، با شرح بیشتری نوشته شده‌است. ظاهراً عبرانیان، به نوشته‌های سومری و اکدی دست یافته و نام نوح، یکی از قهرمانان قدیم خود را، جانشین نام اصلی کرده‌اند. باب‌های ششم تا هشتم، سفر پیدایش به طوفان نوح می‌پردازد.

روایت تورات در کتاب پیدایش چنین است: " و خداوند خدا دید که شرارت انسان در زمین بسیار است، و خیال‌های دل او، دائمًا شرارت است. و خداوند متأسف شد که انسان را بر زمین ساخته بود، و در دل خود محزون گشت. و خداوند گفت انسان را که آفریده‌ام، از روی زمین محو سازم، انسان و بهایم را، حشرات و پرندگان هوا را، چون‌که پشیمان گشتم از ساختن ایشان. " ۱

خدا نوح را که در نظر التفات یافته بود ۲ برگزید و به او دستور داد که کشته را بسازد. کشته از چوب کوفر ساخته شد و بیرون‌ش ب قیر اندود گشت. طول کشته سیصد ذراع، عرضش پنجاه ذراع و ارتفاع آن سی ذراع بود. ۳ همچنین خدا به نوح دستور داد که جانوران پاک، هفت جفت و از جانوران ناپاک یک جفت به کشته بیاورد. با روی دادن طوفان، نوح با خانواده‌اش به کشته وارد می‌شود؛ تا این که سرانجام کشته بر کوهی نشست. آنگاه نوح و خانواده‌اش به زنین تازه پا گذاشتند.

بنا به روایت تورات، پسران نوح که از کشته بیرون آمدند، سام و حام و یافت بودند. نوح سیصد و پنجاه سال پس از طوفان زندگی کرد و در تمام عمر، نهصد و پنجاه سال عمر داشت.

داستان طوفان در سوره‌های چندی از قرآن آمده است. داستان نوح در قرآن، همانند داستان نوح در تورات است و در عین حال اختلافاتی نیز وجود دارد. در تورات، داستان بسیار مفصل و یکجا آمده است؛ در قرآن، داستان پراکنده، مکرر و بسیار مختصر است. در تورات، داستان به شیوه اسطوره و داستان بیان شده است.

اما در قرآن، پس از بیان روایت نوعی پند و عبرت نیز در آن بیان گشته است. اما در روایت اسلامی، در تفاسیر قرآن و کتب تاریخی و قصص انبیاء، مانند تاریخ طبری، این داستان بسیار مفصل آمده است؛ به قدری که از تورات نیز مفصل‌تر است و یا از دیگر کتاب‌های یهود نظیر هاگادا بهره برده است.

در قرآن تصریح شده است که کسانی از مشرکین، به نوح آزار می‌رسانند؛ اما نوح به خدا دعا کرد. خدا به او دستور داد که یک کشتی بسازد. نوح را کشتی را می‌ساخت، در حالی که قوم او، وی را مسخره می‌کردند. در قرآن، همچنین اشاره به فرزند ناصالح نوح رفته است که به کشتی درنیامد و هلاک شد.

### متون قدیم یونانی

اسطوره یونانی طوفان چنین است که زئوس خدای بزرگ قوم هلن، ریس خدایان آن گروه، پس از آفرینش انسان پشیمان گشت و از کارهای او خشنماناک گردید؛ پس خواست که ایشان را در زمین نابود کند، به دریاهای، رودها و چشمه‌های زمین دستور داد طغیان کنند، و به آسمان هم فرمان داد که ببارد تا طوفان سختی ایجاد شود و نسل ایشان از بین بروند. ولی در این وقت، پرومته پیش از روی دادن طوفان از خواسته زئوس آگاه شد و بی‌درنگ به دکالیون و زنش پیرا دستور داد برای نجات آدمی و جلوگیری از نابودی نسل انسان، یک کشتی بسازند و هنگام رخ دادن طوفان بر آن سوار شوند تا از طوفان رهایی یابند. دوکالیون و پیرا، بر کشتی ساخته شده سوار گشتند، و پس از آن طوفان پدید آمد و آسمان به شدت بارید و دهروز، جهان را آب فراگرفت و به جز دو نفر کشتی‌نشینان، همه انسان‌های زمین غرق شدند. پس از مدتی، آبهای فرورفتند و آسمان از باریدن ایستاد و کشتی دکالیون و پیرا، بر قله کوهی نشست و آن دو باقی مانده، به خشکی درآمدند. پس از پایان طوفان، دکالیون به پیشگاه زئوس قربانی کرد. زئوس به او و همسرش دستور داد که سنگ‌هایی پشت سرshan بیاندازند. سنگ‌هایی که دکالیون انداحت تبدیل به مردان شدند و سنگ‌هایی که پیرا انداحت تبدیل به زنان شدند. یکی از پسران ایشان هلن نام داشت که یونانیان از آن‌ها به وجود آمدند.

داستان طوفان و چگونگی روی دادن آن در متون دینی زردشتی و داستان‌های اساطیر باستانی ایران نیز آمده‌است. داستان طوفان در کتاب وندیداد اوستا چنین آمده‌است که میان اهورامزدا و اهریمن جنگی درگرفت. اهورامزدا برای نابود ساختن اهریمن خواست در زمین طوفان سختی بفرستد، ولی می‌خواست انسان را رهایی دهد و نگذارد که انسان‌ها از بین بروند.

از این رو، اهورامزدا به جمشید آگاهی داده و به وی دستور می‌دهد: "ای جمشید، در این جهان خاکی، سرمای سختی خواهد شد، سرمای سختی که از آن نابود گردد، در آن برف بسیاری خواهد بارید، از فراز کوه‌ها تا رود اردوی. ای جمشید، از سه جای جانوران خواهند گریخت. نخست از آن‌چه ترسناک‌ترین جای‌ها هستند، دوم آن‌چه در فراز کوه‌ها هستند، سوم آن‌چه در دریاهای ژرف در خانه‌های استوار هستند. پیش از سرما، این سرزمین سرسبز است؛ آن را برف بجنباند و سپس ای جمشید برف آب شده و این جهان خاکی را ویران کند. همان جهانی که مردمان آن جای پای گوسفندان را می‌بینند؛ چنین جهان از طوفان آب ویران گردد. پس ای جمشید، غاری بساز که درازا و پهنای آن چون یک میدان اسب باشد. تخمه جانوران بیشه و ستور و مردم و مرغان و آتش سرخ را در آن‌جا ببر... در آن‌جا به اندازه مسافت هزار قدم انبار کن؛ آن‌جا بازاری بساز که در آن سبزی‌ها باشند و خوراکی که فاسد نشود. در آن‌جا خانه‌ها بسازد، با اطاق‌ها و ستون‌ها و دیوارها و حصارها. آن‌جا تخمه تمام بزرگ‌ترین و بهترین و نیکوترين مردان و زنان زمین را ببر و تخمه بزرگ‌ترین و زیباترین جانوران را، آن‌جا تخمه بلندترین و خوشبوترین گیاهان و درخت‌ها را ببر، و تخمه خوشبوترین و نیکوترين خوراک را، تا وقتی که مردم در غار هستند، جفت‌جفت و دو به دو باشند تا نسل ایشان بماند."

خداآوند جمشید را از وارد کردن این افراد بازمی‌دارد: کوژسینه، کوژپشت، ستمگر، درویش، فریبدنه، بخیل، بددهین، و کسی که دندان‌هایش بدترکیب است.

جمشید فرمان اهورامزدا را پیروی کرده و چنین غاری را ساخت. وندیداد، یک روز آن غار را یک سال دانسته‌است.

بعضی از زرتشتیان، باور دارند که، غار جمشید و آن‌چه که در آن از انسان و حیوانات برده شده، امروز نیز محفوظ مانده و تا پایان جهان محفوظ خواهد ماند. این عقیده زرتشتیان بیشتر به داستان اصحاب کهف در قرآن شبیه است.

## گردباد Tornado

گردباد (سیاهباد)، شدیدترین و در مقیاس خود ویرانگرترین آشفتگی جوی است. اما این پدیده بسیار کوچکتر از آن است که بتوان روی نقشه‌های استاندارد هواشناسی آن را یافت. قطر این پدیده بین کمتر از یک‌صد متر تا حدود یک کیلومتر متغیر است. این توفندهای چرخنده و غرش کننده، هنگامی که در سطح زمین حرکت می‌کنند می‌توانند سرعت باد در حال دوران را به  $500$  کیلومتر در ساعت برسانند. میانگین سرعت افقی این توفان‌ها  $50$  کیلومتر در ساعت است و تنها چند کیلومتر را طی طریق می‌کنند. اما بوده‌اند توفان‌هایی که پس از طی یک‌صد کیلومتر بازهم فعال بوده‌اند.

گردبادها همیشه در اثر ناپایداری بیش از حد در جو به وجود می‌آید. در چنین هنگامه‌ای، آهنگ کاهش دما با ارتفاع در محیط زیاد است. گردباد در حقیقت همان فعالیت توفان تندری بسیار نیرومند است. گردباد (سیاه باد) ترجمه واژه اسپانیایی تورنادو به معنی توفان تندری است.

گردباد نخست همانند ابر قیفی شکل funnel cloud نمایان می‌شود که از کف ابر کومولونیمبوسCb و پیش ماماتوس به سوی پایین گسترش یافته است. پس از آنکه این قیف با زمین تماس پیدا کرد ویرانی را آغاز نموده و ذرات را به درون خود می‌مکد، و حتی اشیاء سنگین را از روی زمین بلند نموده چند صد متر دورتر می‌اندازد.

به جز بادهای شدید و تومندی که این پدیده تولید می‌کند، ویرانی ساختمان‌ها تا حدی در اثر انفجار همراه با این پدیده است. فشار جو ممکن است در زمان کمتر از یک دقیقه بیش از  $50$  میلی بار کاهش یابد. اختلاف فشار زیاد میان داخل ساختمان بسته و جو خارج آن، باعث انفجار شده و ممکن است دیوارها و سقف ساختمان را به سوی خارج پرتاب کند.

بزرگترین منطقه گردباد خیز جهان Tornado alley در منطقه میسیسیپی است و سالانه میانگین  $200$  تورنادو در آن رخ می‌دهد.

## گردبادهای دریایی - Water Spouts

گردبادهای دریایی در روی دریا رخ می‌دهند و به کشتی‌هایی که در مسیر آنها قرار دارد خسارت چشمگیر وارد می‌کنند. گردبادهای دریایی دو نوع هستند، یک نوع همانند گردباد خشکی است که در روی دریا رخ

می‌دهد، یعنی از گسترش قیفی شکل ابر کومولونیمبوس به سوی پایین ایجاد می‌شود. نوع دیگر از سطح آب به سوی بالا گسترش می‌یابد و به طور مستقیم به ابر مربوط نیست. این پدیده کمابیش مانند پدیده تنوره دیو dust devil است که در تابستان‌های گرم کویرهای ایران رخ می‌دهد و شدتی کمتر از نوع نخست دارد.

هر دو پدیده، جدا از پیدایش آن، گردباد دریایی water spout خوانده می‌شود، زیرا آب به داخل آن و به سوی بالا رانده می‌شود.

به عقیده نویسنده، یکی از ریشه‌های داستان اکوان دیو در افسانه‌های کهن ایرانی که به شاهنامه هم راه یافته است همین گردبادهای دریایی بوده. اکوان دیو در دزی سنگی در ساحل دریا می‌زیسته و در دریا و خشکی‌های ساحلی توفان به پا می‌کرده است. سنگی که افراسیاب بر سر چاهی که بیشتر در آن زندانی بود گذاشت، توسط (توفان، تیفون) اکوان دیو از دریای چین به منطقه توران‌زمین پرتاپ شده بود. در چین چرخدندهای ویرانگر دریایی تیفون نامیده می‌شود. در نبرد با رستم، اکوان پهلوان را از زمین به آسمان برده به میان دریا پرتاپ می‌کند. به عقیده نگارنده اکوان دیو نماد گردبادهای دریایی Water Spot است.

### تشکیل گردباد

گردبادها همراه چندین توفان توسعه می‌یابند، به طوری که لایه‌ای از هواهای سرد به زیر هواهی گرم می‌رود و این عمل باعث صعود هواهی گرم می‌شود. گردبادهای روی آب گردبادهای دریایی غالباً در نبود انتقال گرما و یا در دماهای مختلف مشاهده می‌شوند.

خدمات واردہ از یک گردباد در نتیجه سرعت بالای باد می‌باشد. فصل گردبادها در آمریکای شمالی ماه مارس و اوت است، گردبادها می‌توانند چندین بار در سال رخ بدeneند. آنها معمولاً در بعدازظهر و عصرها اتفاق می‌افتد؛ بالای هشتاد درصد از گردبادها میان ظهر تا نیمه شب رخ می‌دهند.

در کانادا، به طور متوسط از ۸۰ گردبادی که سالیانه رخ می‌دهد، ۲ کشته، ۲۰ زخمی و باعث دهها میلیون دلار کانادایی خسارت می‌شود.

به طور میانگین، در آمریکا از ۱۰۰،۰۰۰ تندر استرم سالیانه، ۱۰۰۰ گردباد و تقریباً ۵۰ کشته در هر گردباد بوده است. لیست مردگان گردباد آمریکا در ۱۸ مارس ۱۹۲۵م، که از جنوب هند، میسوری شروع شده بود، در حدود ۶۹۵ نفر بود. بیش از ۶ گردباد در روز ملاحظه شده است.

شدت گرددادها به وسیله فوجیتا – پیرسن بدست آمده است.

هدف یاب ها برای آگاهی دادن به مردم در حالت آماده باش در شرایط اضطراری هستند.

## مشخصات گردداد

هیچ دو گرددادی دقیقاً شبیه هم نیستند. هیچ یک از دو گرددادها دقیقاً مثل هم عمل نمی کنند. پیش بینی دقیق وقوع یک گردداد در یک زمان خاص تقریباً غیر ممکن است.

ممکن است دو گردداد دقیقاً شبیه هم نباشند، ولی آنها برای دسته بندی شدن در گروه گرددادها دارای مشخصات یکسانی هستند. یک گردداد از چرخش باد به دور محور مشخصی ایجاد می شود. یک تندر استرم هم می تواند بچرخد، اما به این معنی نیست که آن یک گردداد می باشد.

بنا به گفته بومیان کانادا، کشته شدگان یک گردداد ۱۲،۰۰۰،۰۰۰ نفر بودند. خسارات واردہ از گردداد بالغ بر میلیونها دلار است.

## ایجاد آگاهی و امنیت در مقابل گردداد

پس از گردداد بلافصله، از رادیو و رسانه خبری وقوع حادثه پخش می شود. وقتی که اطلاعیه ای راجع به گردداد داده می شود انجمن های عمومی توصیه به رفتن به پناهگاه می کنند. پیش از ساختمان سازی توصیه به ایجاد یک پناهگاهی در یک اتاق یا راهرو و یا حتی زیر زمین شده است، تا در هنگام وقوع یک گردداد بتوانیم زیر یک درگاهی برویم. گرچه ساختمان های سست مثل mobile home هیچ استحکامی در مقابل گرددادهای قوی ندارند، به افراد ساکن این گونه ساختمان ها پیشنهاد ترک آنجا داده می شود.

وسایل نقلیه در هنگام یک گردداد خطرناک هستند. هنگام وقوع یک گردداد، ایجاد ترافیک سنگینی می کند، ممکن شما قادر به رانندگی خارج از مسیر آن باشید. در غیر این صورت، بهتر است که هر چه زودتر آن را ترک کنید و خود را به امن ترین جای ممکن برسانید. تحت هیچ شرایطی نباید شما در وسیله نقلیه بمانید، چون وسیله نقلیه به راحتی به وسیله بادهای شدید به اطراف پرت می شود. تعدادی از مردم زیر یک پل هوایی پناه می گیرند، اما توجه به اینمی آنجا نمی کنند. پل ها تنوع زیادی در ساختمان هادارند، ولی تعداد انبوهی از آنها در مقابل اینگونه حوادث مقاوم نیستند.

## نکاتی در رابطه با وقوع گردباد

تشکیل سریع گردبادها ممکن است با هشدار جزئی یا بدون اعلام خطر همراه باشد.

گردبادها، تا زمانی که گرد و خاک و اشیا را از روی زمین بلند نکرده‌اند یا به شکل توده‌ای ابری و به صورت قیفی در نیامده‌اند، ممکن است تقریباً شفاف به نظر بیایند.

میانگین سرعت حرکت گردبادها ۵۰ کیلومتر در ساعت است اما ممکن است در حالت ایستا و بدون حرکت، سرعت آن به ۱۱۰ کیلومتر در ساعت نیز برسد.

گردبادها می‌توانند همراه توفان‌های نواحی استوایی در حرکت باشند.

گرداب‌های دریایی، گردبادهایی هستند که به واسطه حرکت روی سطح آب تشکیل می‌شوند.

ساعت وقوع بیشتر گردبادها بین ۳ بعدازظهر تا ۹ شب می‌باشد، هرچند احتمال وقوع آن در هر زمان از شبانه‌روز امکان‌پذیر است.

مراقب این علائم خطر باشید:

آسمان تیره و غالب اوقات به رنگ متمایل به سبز بارش وسیع تگرگ توده ابری تیره، وسیع و در حال محوشدن (به ویژه اگر در حال چرخش باشد) غرش آسمان با صدای بلند شبیه به قطار باریث اگردیدید توفان یا هر یک از علائم خطر در حال نزدیک شدن است، فوراً برای رفتن به پناهگاه آماده شوید.

اقدامات قبل از وقوع گردباد

چند دقیقه وقت صرف نمایید تا با خانواده یک برنامه‌ریزی برای موقع اضطراری بروخورد با گردباد، انجام دهید.

محل جعبه کمک‌های اولیه و کپسول آتش‌نشانی را مشخص نمایید.

محل قرار گرفتن کلیدها یا شیر فلکه‌های تأسیسات را مشخص نمایید تا در زمانی اضطراری در صورتی که وقت داشتید، آنها را قطع نمایید.

کمک‌های اولیه ، طریقه استفاده از کپسول آتش‌نشانی، و چگونگی و زمان قطع جریان آب، برق و گاز را به اعضای خانواده خود آموزش دهید.

در برابر تغییر وضعیت آب و هوا هوشیار باشید.

برای کسب اطلاعات به رادیو و تلویزیون گوش کنید.

هنگام وقوع گردباد، خانواده شما ممکن است هر جایی باشند، خانه، محل کار، مدرسه یا در خودرو، با اعضای خانواده در مورد بهترین محل برای پناه گرفتن از گردباد و چگونگی محافظت از خود در برابر اشیای و اجسام در حال سقوط صحبت نمایید.

کلید جان سالم به در بردن از گردباد و کاهش خطر آسیب‌های احتمالی، در آماده بودن و تمرین کارهایی که شما و اعضای خانواده به هنگام بروز گردباد باید انجام دهید، می‌باشد.

بیشتر موارد مرگ و آسیب دیدگی در طی یک گردباد ناشی از اجسام سبک و سرگردان است.

اگرچه ناحیه کاملاً امن در هنگام وقوع گردباد وجود ندارد، برخی مکان‌ها نسبت به سایرین از امنیت بیشتری برخوردار می‌باشند.

اقدامات حین وقوع گردباد

فوراً پوشش مناسب به تن کرده، و به رادیو و تلویزیون محلی به ویژه به گزارش هواشناسی گوش فرا دهید. مکانی را در خانه انتخاب کنید تا اعضای خانواده در صورتی که گردباد بروز نماید، در آن جمع شوند.

یک قانون اصلی این است : از پنجره‌ها اجتناب نمایید چون کنده شدن پنجره و شکستن شیشه‌ها، می‌تواند سبب آسیب رساندن یا مرگ شخص شود.

امن‌ترین مکان خانه، قسمت مرکزی زیرزمین می‌باشد.

در صورتی که زیرزمین ندارید، به یک اتاق مرکزی، بدون پنجره در پایین ترین طبقه بروید.

در صورت امکان بدن خود را با یک پتو، کیسه خواب یا تشک پوشانده، سرتان را با هر چیز در دسترس حتی دست‌هایتان بپوشانید.

دقت نمایید که بالای قسمتی که در آن پناه گرفته‌اید، اشیاء سنگین وجود نداشته باشد، اشیاء ممکن است بر روی شما بیافتد.

از آسانسورها استفاده نکنید چون ممکن است برق قطع شود و شما در آن گیر بیافتید.

اگر در هنگام ایجاد گردباد، در هوای آزاد قرار دارید:

اگر هشدار وقوع گردباد را دریافت کردید سریعاً به دنبال یافتن پناهگاه باشید.

از نواحی پر درخت پرهیز نمایید

از وسایل نقلیه اجتناب نمایید.

در یک جوی، آبراهه یا نقطه کم ارتفاع از زمین دراز بکشید.

سرتان را با چیزی یا با بازوها یا بازوها حفاظت نمایید.

اگر خارج از ساختمان هستید و یک گردباد به شما نزدیک می‌شود، به درون شیار موجود در روز زمین بروید.

در صورت امکان، دراز کشیده و سر خود را با بازوها یا بازوها بپوشانید.

اگر در یک ساختمان مانند خانه، مدرسه، آسایشگاه، بیمارستان، کارخانه، مرکز خرید یا برج هستید؛ به پناهگاه و محل امنی (از قبل اتفاق امن، طبقات پایین، زیرزمین، یا پایین ترین سطح ساختمان) که از قبل در نظر گرفته‌اید بروید.

در صورت نبود زیرزمین، به وسط یکی از اتاق‌های داخلی واقع در طبقات پایین ساختمان به دور از کنج‌ها، پنجره‌ها و دیوارهای بیرونی بروید. اگر مقدور است میان خود و محیط بیرون حصارهایی جهت محافظت از خود قرار دهید.

زیر یک میز محکم بروید با کمک دست‌ها از سر و گردن خود محافظت نمایید.

پنجره‌ها را باز نکنید.

اگر در یک وسیله نقلیه، تریلر، یا کانکس هستید؛ فوراً از وسیله نقلیه خارج شوید و به نقاط پست، پناهگاه یا داخل ساختمان بروید.

کاروان‌ها و اتاقک‌های ماشینی حفاظت لازم را ایجاد نمی‌کنند.

در یک مکان مسطح و پست بیشتر در امان هستید.

از زیر پل هوايی يا ساير پل‌ها رد نشويد ، هرگز سعى نکنيد، از طريق ماشين يا کاميون در مناطق شهری و متراكم از گرددباد جلو بيفتيد، فورا وسيله نقليه را برای رفتن به پناهگاه امن، ترك کنيد.

انواع گرددباد با مقیاس ثُوجیتا (مقیاس اف)

مقیاس فوجیتا ، يا مقیاس اف، گرددبادهای تند را با در نظر گرفتن خسارتی که بادهایشان به وجود می آورند اندازه گیری می کند. با آنکه وسیله مفیدی است ولی به هیچ وجه قطعی نمی باشد، مخصوصاً به این دلیل که هر ساله دانشمندان در حال کشف چیزهای جدیدی درباره گرددبادهای تند هستند.

گرددباد تند اف- صفر (F<sub>0</sub>) (کمتر از ۱۱۵ کیلومتر در ساعت)

به نام "گرددباد توفانی" نیز شناخته می شود. در بدترین حالت، این گرددباد ضعیف ممکن است چند شاخه درخت یا تابلوی نصب شده را بشکند. در ضمن آنها معمولاً بسیار کوچک هستند.

گرددباد تند اف- ۱ (F<sub>1</sub>) (۱۱۵ - ۱۷۹ کیلومتر در ساعت)

بادهای یک گرددباد اف - ۱ شدت یک تندباد را دارند. این بادها می توانند خانه های کاروانی را از پایه های خود جدا کرده و وسائل نقلیه را از جاده منحرف کنند.

گرددباد تند اف- ۲ (F<sub>2</sub>) (۱۸۰ - ۲۵۱ کیلومتر در ساعت)

گرددبادهای تند اف- ۲، برادرهای بزرگتر، خوبیت تر و قوی هیکل تر اف- ۱ هستند. خانه کاروانی را که اف- ۱ قادر جا به جا می کند یادتان است؟ اف- ۲ همان خانه کاروانی را متلاشی می کند. ماشینی را که اف- ۱ از جاده منحرف کرد چطور؟ اف- ۲ آنقدر قوی است که می تواند آن ماشین را از روی جاده بلند کند.

گرددباد تند اف- ۳ (F<sub>3</sub>) (۲۵۲ - ۳۲۹ کیلومتر در ساعت)

به فراوانی اف- ۱ و اف- ۲ نمی باشد. اف- ۳ واگنهای قطار را واژگون می سازد، دیوارهای ساختمانهای خوب ساخته شده را خراب می کند، و یک جنگل را چنان درب و داغان خواهد کرد که انگار درختهایش چوب کبریت هستند. این همان توفانی است که برایش پناهگاههای زیادی دربخشهای معینی از ایالتهای غربی- مرکزی آمریکا از بتون مسلح ساخته شده است.

گرددباد تند اف-۴ (۴F) - ۳۳۰ کیلومتر در ساعت)

تنها خبر خوب این است: اف-۴ نادر است. به غیر از این، همه خبرها بد هستند: اف-۴ها زمان زیادی طول می کشند، مسافت زیادی را طی می نمایند و خانه ها را با خاک یکسان کرده یا حتی آنها را از جای خود بلند می کنند. یک ماشین چطور؟ اگر در مسیر یک اف-۴ قرار گیرد، بهترین تقلید از پرواز یک هواپیمای کوچک را به نمایش می گذارد.

گرددباد تند اف-۵ (۵F) - ۴۱۷ کیلومتر در ساعت)

اف-۵، بزرگترین گرددباد تند ممکن، یک خانه مستحکم پی دار را از جای خود بلند و تا مسافت قابل توجهی حمل خواهد کرد. درختهای بزرگ را از جا خواهد کند، پوست درختان را به طور کامل از تنہ آنها جدا، و آنها را به صدها متر آنطرف تر پرت خواهد کرد. حتی یک ساختمان بتونی مسلح شده با استیل، اگر روی زمین قرار داشته باشد، به کلی ویران خواهد شد. در طی صد سال اخیر، گرددبادهای اف-۵ پنج صدها انسان را کشته اند.