جزوه دوره مبتدی پاراگلایدینگ

(Novice)

آکادمی ورزش های هوایی هورمز

اوست آفریننده و آرام کننده آسمان

فهرست مطالب

عنوان	صفحه	عنوان	صفحه
نیروهای وارد بر پاراگلایدر در پرواز	۳	جو و ترکیبات آن	۲۱
برآیند نیروهای آیرودینامیک	۳	لایه های جو	۲۱
درگ و انواع آن	۴	خواص جو	۲۲
استال و انواع آن	۵	روش های انتقال انرژی	۲۲
Glide Ratio	۷	باد(Wind)	۲۳
Sink Rate	۷	Wind Gradient	۲۳
Aspect Ratio	۷	Wind Shear	۲۴
توربولانس و انواع آن	۷	Wind Chill	۲۴
Adverse Yaw	۸	Lapse Rate	۲۴
Crab Technique	۹	بادهای محلی و انواع آن	۲۵
چک آخر فرود (Round out check)	۹	نشانه های پایداری و ناپایداری در طبیعت	۲۷
گراند هندلینگ	۱۰	نیروهای بالابر	۲۸
فرسایش بال	۱۵	علت تشکیل ابرها	۲۹
تست های اصلی پارچه بال	۱۸	انواع ابرها	۳۵
درصد فشار برروی لاینها	۲۰	توده ها و جبهه ها	۳۵
هواشناسی	۲۱	وارونگی هوا	۳۷

تاریخ به روز رسانی: ۸ بهمن ۱۴۰۲

نیروهای وارد بر پاراگلایدر در پرواز (Aerodynamic Forces)

در یک سوم جلویی بال، مرکز فشار قرار دارد که آنرا با **CP = Center of Pressure** نمایش میدهیم.

مرکز تاثیر نیروهای آیرودینامیکی بر بال، در این نقطه (CP) قرار دارد.

Thrust: نیرویی است که پاراگلایدر را روی زمین به جلو میراند.

در پاراگلایدر پس از جدا شدن پای خلبان از زمین، این نیرو قطع شده و پاراگلایدر به وسیله نیروی وزن، به پرواز خود ادامه می دهد.

Weight: عبارت است از تاثیر نیروی جاذبه بر جرم جسم.

در پاراگلایدر فقط وزن خلبان تاثیرگذار نیست، بلکه وزن کل مجموعه پروازی، وسیله را به طرف پایین می کشد.

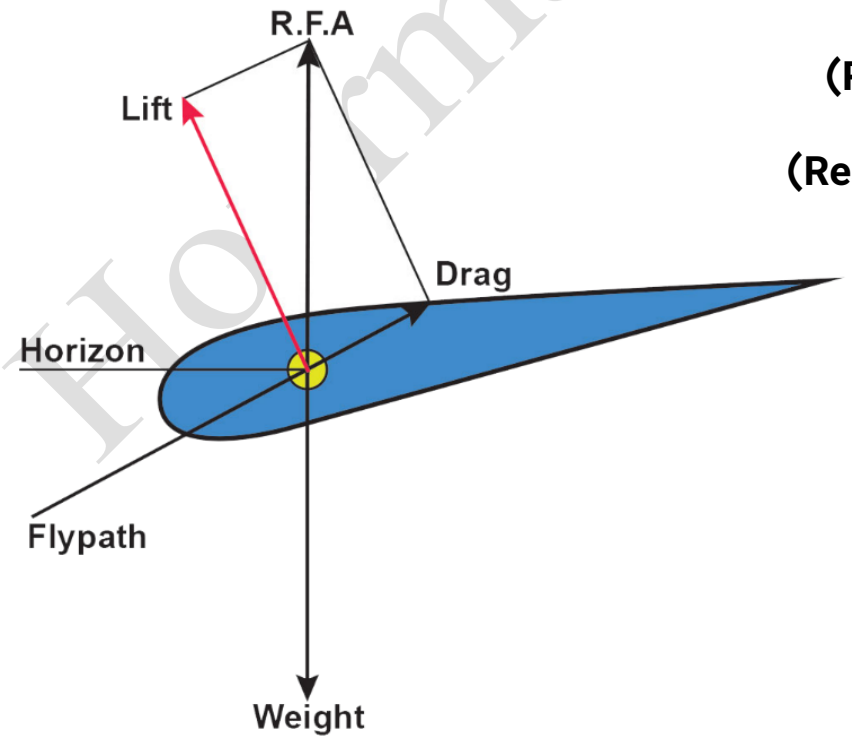
Lift: نیرویی است هواره عمود بر Fly Path که تمایل بر بالا بردن پاراگلایدر دارد.

Drag: نیرویی است همواره مخالف جهت مسیر پرواز (Fly Path).

هرگاه جسمی در یک سیال حرکت کند، نیرویی خلاف جهت جریان عبوری به آن وارد می شود که به آن نیروی درگ یا پسا گفته می شود.

نیروی Drag همواره در امتداد مسیر پرواز (Fly Path) بوده و بر نیروی Lift عمود است.

* در پاراگلایدر، برآیند نیروهای Weight و Lift باعث ایجاد Air Speed شده و وسیله پروازی در امتداد fly path به مسیر خود ادامه می دهد.



برآیند نیروهای آیرودینامیکی (R.F.A)

(Resultant Forces Aerodynamic)

R.F.A عبارت است از

برآیند نیروهای Lift و Drag.

Hourmaz Academy

Drag

نیرویی است همواره مخالف جهت مسیر پرواز.

انواع Drag:

۱. Parasite Drag:

عبارت است از مقاومت اجسام در مقابل عبور جریان هوا، که به دو صورت می باشد:

- **Form Drag:** Drag ایجاد شده در اثر شکل اجسام
- **Skin Drag:** Drag ایجاد شده در اثر جنس سطح اجسام

۲. Induced Drag:

درگ ایجاد شده توسط Lift Maker ها (مانند ایرفویل)

Vortex یک نمونه از این نوع درگ می باشد.

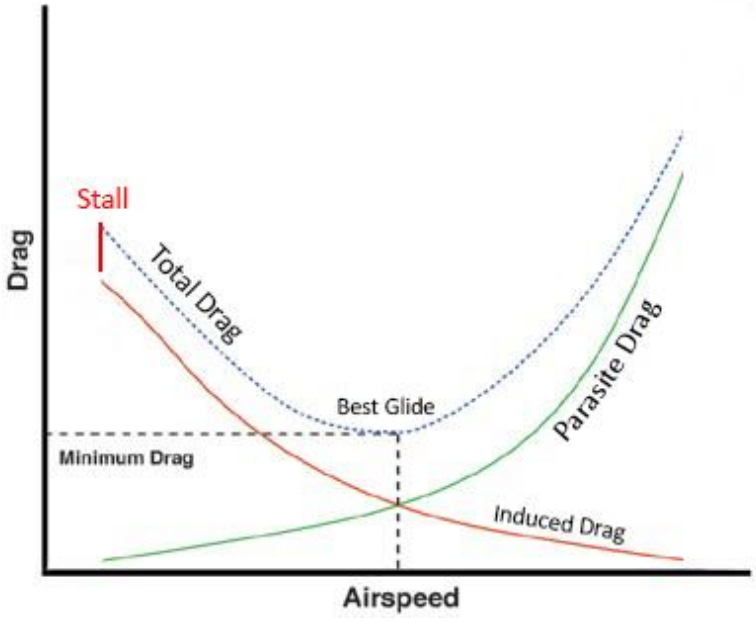
نمودار Drag:

همانطور که از نمودار مشخص است، با افزایش سرعت Induced Drag کاهش پیدا کرده و Parasite Drag افزایش پیدا می کند.

Total Drag:

به مجموع Induced Drag و Parasite Drag گفته می شود.

در یک سرعت هوایی مشخص، میزان Total Drag به حداقل خود می رسد، این نقطه Minimum Drag نام دارد که همان سرعت هوایی است که پاراگلایدر در Best Glide Ratio خود پرواز می کند.



Stall یا واماندگی

Stall به لحظه بحرانی ای گفته می شود که وسیله پروازی از پرواز خارج شود.

Stall بر اثر افزایش زاویه حمله (angel of attack) رخ می دهد.

به زاویه ی حمله ای که در آن stall اتفاق می افتد آلفا (α) می گویند.

در پاراگلایدر افزایش زاویه حمله به دو علت اتفاق می افتد.

۱. استفاده از brake که باعث بالا رفتن Chord line شده و نتیجه آن افزایش زاویه حمله می باشد.

۲. بر اثر جا به جا شدن relative wind (به دلیل برخورد گاست).

جهت بررسی پروسه استال، نیاز است که ابتدا با یک سری از مفاهیم آشنا شویم:

Air Flow: به جریان هوای عبوری از سطوح بال (سطح رویی و سطح زیرین) گفته می شود.

Separation Point: به نقطه جدایی Air flow از سطح رویی بال گفته می شود، که در پاراگلایدر با گرفتن برک ها، این نقطه به لبه حمله بال نزدیک تر می شود.

چگونه واماندگی (Stall) اتفاق می افتد؟

با افزایش زاویه حمله بال separation point به سمت لبه حمله حرکت می کند که این امر باعث افزایش نیروی drag و کاهش نیروی lift می شود.

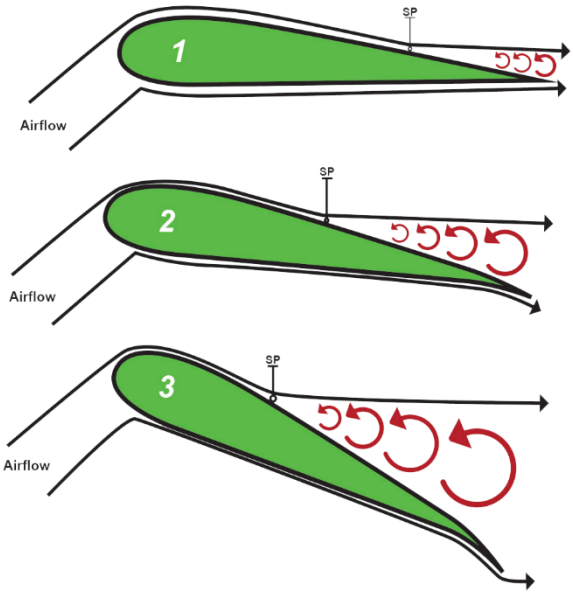
کاهش نیروی lift تا آنجایی ادامه پیدا می کند که دیگر قادر به تحمل وزن خلبان نبوده و stall اتفاق می افتد.

از نگاه دیگر با افزایش زاویه حمله سرعت هوایی پاراگلایدر کاهش می یابد و این کاهش سرعت هوایی اگر به کمتر از min air speed برسد بال دچار واماندگی یا stall می شود.

Hourmaz Academy

انواع استال:

Stall ممکن است به یکی از حالت های زیر رخ دهد:



۱. Full Stall:

در این حالت Brake ها به آهستگی توسط خلبان کشیده می شوند.

در این زمان زاویه حمله (A.O.A) افزایش یافته، سرعت کانوپی

و خلبان همزمان کاهش می یابد.

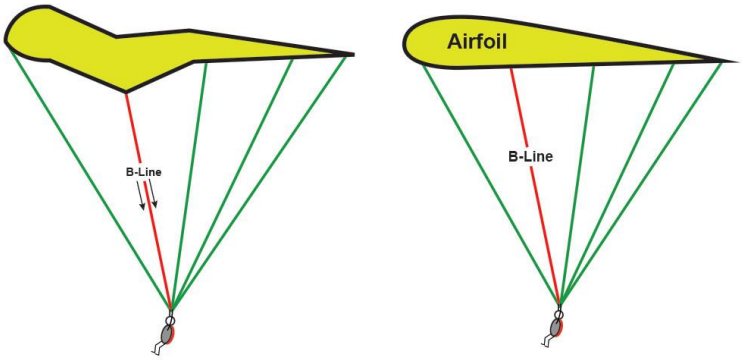
هرچه زاویه حمله بیشتر شود، Separation Point

به لبه حمله نزدیکتر شده، مقدار Drag زیاد و Lift کاهش

می یابد. در این هنگام در زاویه حمله خاص (زاویه آلفا)،

Stall اتفاق می افتد.

۲. B-Line Stall:



یک استال کنترل شده می باشد که به عنوان

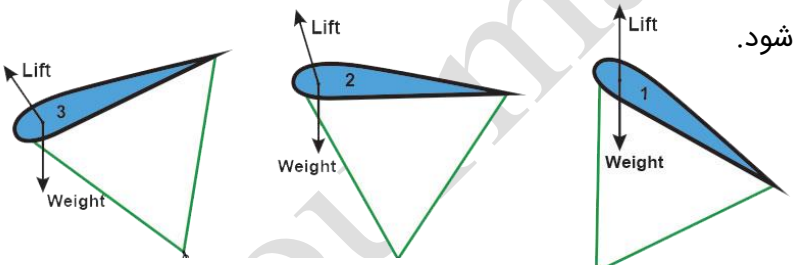
مانوری جهت کم کردن ارتفاع استفاده می شود.

خلبان با کشیدن رایزرهای B به طرف پایین، بال

به حالت شکسته در آمده، شکل Airfoil

در Canopy به هم می خورد و Stall اتفاق می افتد.

۳. Dynamic Stall:



به نوسانات بیش از اندازه حول محور عرضی بال گفته می شود.

در این حالت، Brake ها به طور ناگهانی

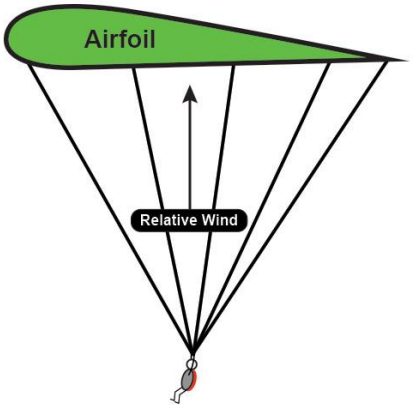
توسط خلبان کشیده و سپس رها می شوند.

در این زمان سرعت کانوپی زودتر از سرعت

خلبان کاهش می یابد و به دلیل وجود خاصیت

پاندولی، کل سیستم در محور Pitch شروع به حرکت می کند.

۴. Deep Stall:



به این نوع استال، پاراشوت استال هم گفته می شود.

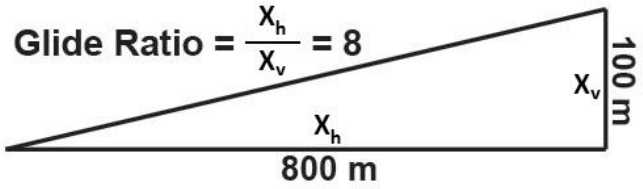
در این حالت شکل Canopy بهم نمی ریزد و بال به صورت تقریبا عمودی،

به طرف پایین می رود و Deep Stall اتفاق می افتد.

در این حالت Relative Wind به صورت عمودی، از زیر به بال برخورد می کند.

Glide Ratio

نسبت مسافت افقی طی شده به افت ارتفاع را Glide Ratio می گویند.



که به دو نوع Air G.R و Ground G.R می باشد.

Air G.R همواره ثابت می باشد اما Ground G.R رو به باد کاهش و پشت به باد افزایش می یابد.

$$Glide\ Ratio = \frac{X_h}{X_v} = \frac{Horizontal\ Speed}{Vertical\ Speed} = \frac{Lift}{Drag}$$

Sink Rate

میزان افت وسیله پروازی در واحد زمان را Sink Rate می گویند و واحد آن m/s می باشد.

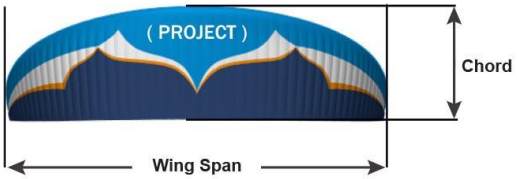
Aspect Ratio (A.R): نسبت منظری

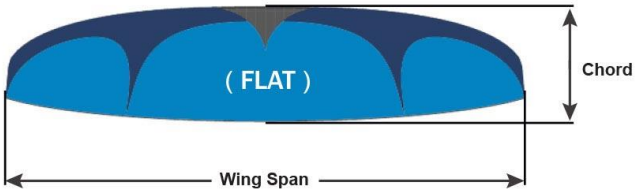
نسب طول (Wing Span) به عرض بال (Chord Line) را گویند.

$$A.R = \frac{Wing\ Span}{Chord\ Line}$$

از آنجایی که بال پاراگلایدر، دارای عرض ثابتی نمی باشد، مقدار نسبت منظری با فرمول زیر بدست می آید:

$$A.R = \frac{Span}{Chord} \times \frac{Span}{Span} = \frac{Span^2}{Area}$$





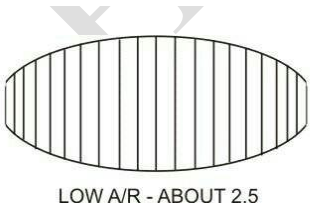
در حالتی که بال در پرواز است (Project)، Wing Span کوچکتر از حالتی است که بال بر روی زمین (Flat) قرار دارد.

در نتیجه : Flat Aspect Ratio > Project Aspect Ratio

در کل بال ها از نظر Aspect Ratio به دو دسته تقسیم می شوند:

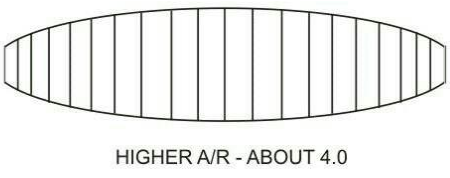
Low Aspect Ratio

بالهایی هستند که طول کم و عرض زیاد دارند.



High Aspect Ratio

بالهایی هستند که دارای طول زیاد و عرض کم هستند.



نکته: هر چه عدد نسبت منظری، افزایش پیدا کند، سرعت و فرمان پذیری بال، افزایش و پایداری کاهش پیدا می کند.

توربولانس (Turbulence):

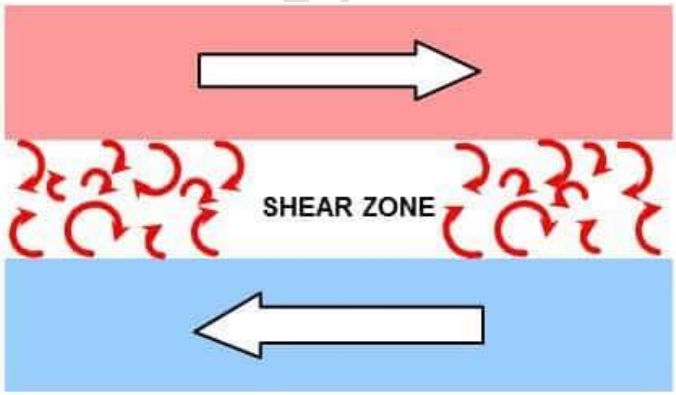
به مجموع جریانات آشفته هوایی توربولانس می گویند.

توربولانس میتواند باعث ایجاد مشکلات در پرواز گردد.

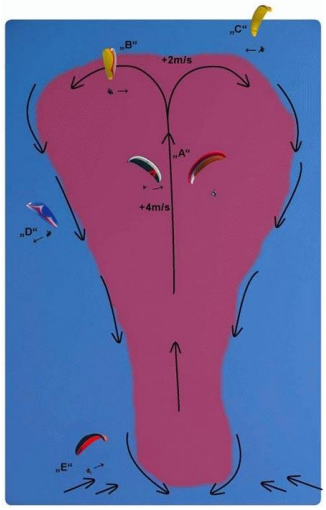
انواع Turbulence:

۱. **Wake Turbulence:** توربولانس ناشی از عبور یک جسم جامد، درون توده هوا می باشد.
Vortex ها نمونه ای از این توربولانس می باشد.

۲. **Mechanical Turbulence:**
در اثر عبور هوا از یک جسم جامد ساکن به وجود می آید.
Rotor ها نمونه ای از این توربولانس می باشد.



۳. **Shear Turbulence:**
هنگامی که دو بسته هوایی که از نظر سرعت یا جهت و یا هردو با هم تفاوت داشته باشند، بر روی هم قرار گیرند، در مرز بین آنها هوا آشفته می شود.



۴. **Thermal Turbulence:**

هنگامی که یک ترمال شکل گرفته و به سمت بالا حرکت می کند، هوای سرد و سنگین تر اطراف آن، به سمت پایین ریزش کرده و جایگزین آن شده، که بر اثر این جابه جایی، در مرز ترمال و هوای اطراف آن، آشفتگی ایجاد می شود.

Adverse Yaw (تاخیر در چرخش)

در پرواز، هنگامی که Brake یک سمت را می کشیم، با خم شدن لبه فرار، زاویه حمله بال همان سمت زیاد می شود. که این حالت باعث افزایش ضریب لیفت همان سمت شده و همچنین باعث افزایش تاثیر قانون سوم نیوتن می شود و در نتیجه به علت افزایش نیروی Lift ، در همان سمت بال، در لحظه اول، باعث می شود تا کل کانوپی به سمت مخالف متمایل شده و مانع گردش سریع ما شود.

اما در نهایت، به دلیل زیاد شدن Drag در همان سمت بال، سرعت آن کم شده و بال با تاخیر شروع به گردش به همان سمت می کند.

به همین دلیل باید در استفاده بیش از اندازه از برک ها در هنگام شروع چرخش اجتناب کرد.

همچنین جهت کم کردن اثر تاخیر در چرخش، ابتدا برک مخالف جهت چرخش را بالا برده و سپس با استفاده از وزن و برک سمت چرخش، اقدام به چرخیدن می کنیم.

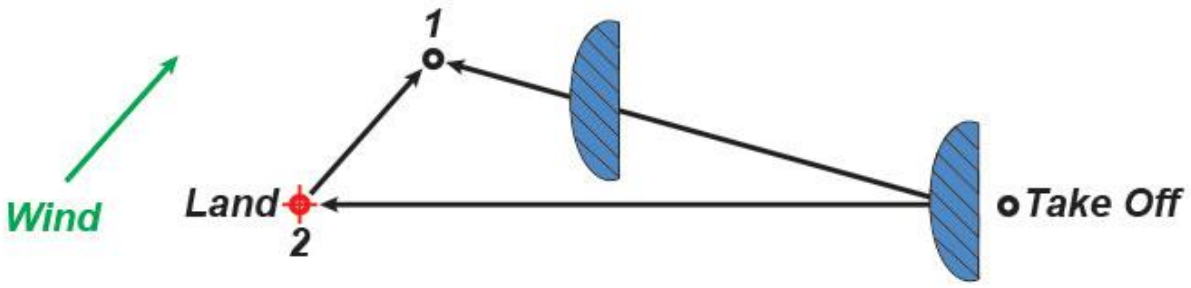
Crab Technique

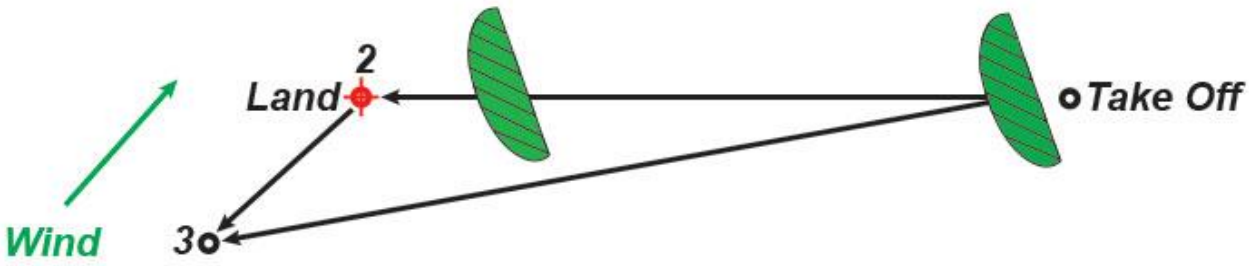
این تکنیک در هنگامی که باد مایل و نسبتا زیادی می وزد کاربرد دارد، به طوری که در این موقع برای رسیدن به هدف مشخص، جهت حرکت بال را با زاویه به سمت باد قرار داده تا مسیر مستقیم به سمت هدف طی شود.

در شکل (الف)، اگر مستقیم به طرف هدف حرکت نماییم، با توجه به جهت و سرعت وزش باد، در نهایت به نقطه ۱ میرسیم.

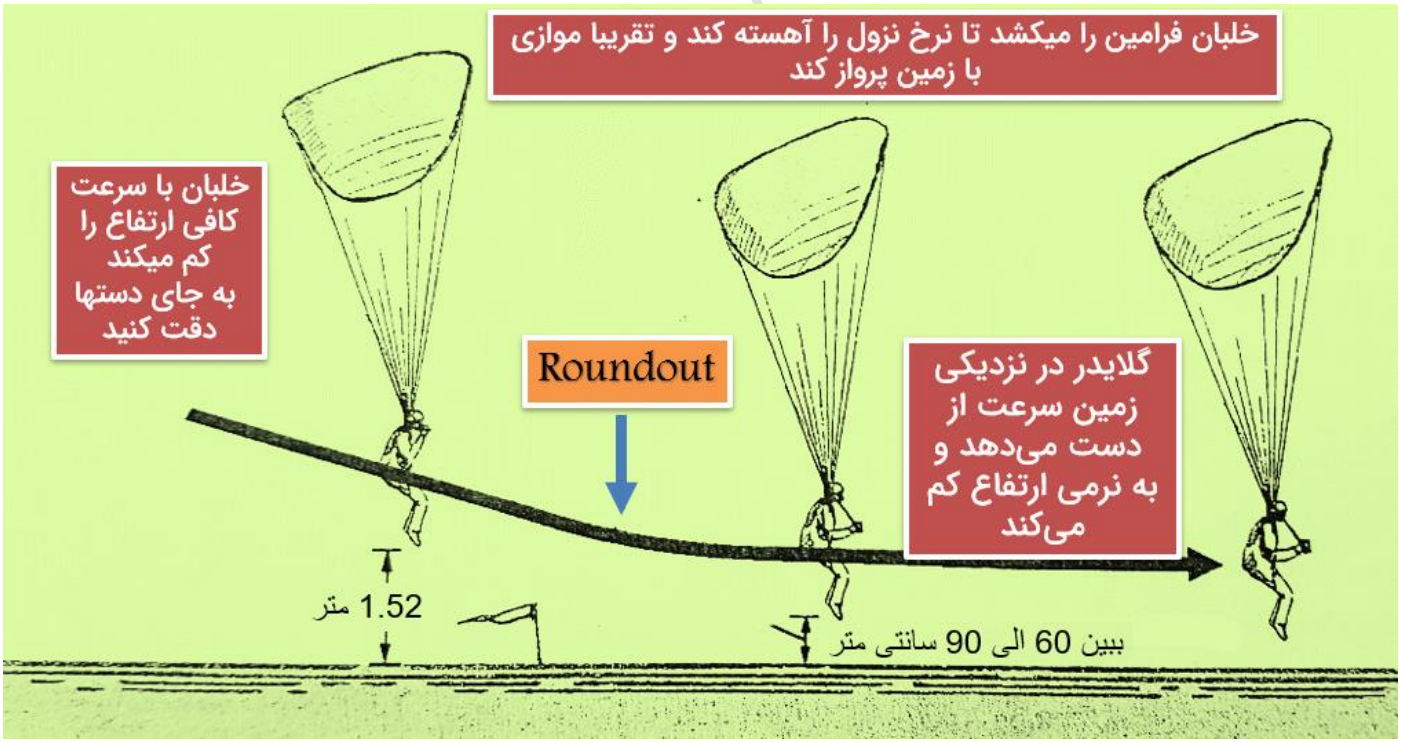
Hourmaz Academy

برای رسیدن به هدف، با توجه به زاویه و شدت وزش باد و همچنین مسیر مستقیم تا هدف و برآیند آنها، زاویه بال را تعیین می نماییم (شکل ب)، تا به هدف برسیم.





چک آخر فرود (Round out Check)



گراند هندلینگ

چگونه با تمرینات زمینی قابلیت های پروازی خود را افزایش دهیم

افزایش مهارتهای زمینی (گراند هندلینگ) برای هر خلبان پاراگلایدر هم برای ایمنی در هنگام تیک آف و هم برای اعتماد به نفس قبل از پرواز, بسیار مهم است. اما کجا باید تمرین کرد؟ و چه تمریناتی؟

در این مقاله, ما مجموعه ای از نکات و تمرینات را برای شما فراهم آورده ایم تا شما را برای مهارت در کنترل بال .آماده کنیم

چیزی که باید دنبالش باشید, باد با سرعت ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر بر ساعت در فضای باز و شیبدار است. انجام این تمرینات در سطح شیبدار بهتر از سطح صاف است, چون در زمین های مسطح بال کمی از خط قائم دورتر قرار گرفته که باعث می شود سخت تر حس پرواز واقعی را بدست آورید.

اگر صبح زود قبل از این که سایت های پاراگلایدر شلوغ شود در سایت حضور پیدا کنید, می توانید به یک گوشه ای بروید و تمرینات خود را شروع کنید. از تمرین در محل اصلی تیک آف پرهیز کنید, بنابر این کمی دورتر از نقطه تیک آف در قسمت هموار کنار سایت محل خوبی را برای تمرین انتخاب کنید, با این شرایط شما به پرواز در نخواهید آمد ولی شرایط پرواز واقعی را حس خواهید کرد و می توانید رفتار بال را در هنگام تیک آف با باد, خوب یاد می گیرید

از چه وسایلی هنگام تمرینات زمینی استفاده کنیم

همیشه بخاطر داشته باشید که هنگام تمرینات زمینی (گراند هندلینگ), کلاه ایمنی بپوشید, چون ممکن است پایتان به جایی گیر کرده و زمین بخورید یا جریان قوی هوا شما را از زمین جدا کرده و سپس زمین خورده و سرتان با سنگ یا اجسام سخت دیگر برخورد کند. بنابر این کلاه ایمنی خود را بپوشید.

با پوشیدن یک هارنس فوم دار ازصدمه در اثر زمین خوردن جلوگیری کنید, اغلب هارنس های معمولی دارای فوم است (Back Protection). محافظ پشت و شانه

پوشیدن دستکش و پوتین فراموش نشود, اولی از صدمه دیدن دست هنگام کار کردن با لاین ها و دومی محافظ پاهایتان هنگام کشیده شدن روی زمین خواهد بود.

در تمرین ها وسایل معمولی خود را که هنگام پرواز از آنها استفاده می کنید, بکار بگیرید, با این روش شما با حس هارنس و بال خود آشنا خواهید شد.

تمرین ۱

نخست, بر بالا نگهداشتن بال در حالت ریورز تمرکز کنید. بنابر این در حالت ریورز بال را بالا آورده و تلاش کنید آن را در پرواز نگهدارید, چیز پیچیده ای نیست, فقط زیر بال به سمت وسط آن حرکت کنید. هرگاه یک طرف بال در آستانه ریختن بود, چند قدم بردارید و بال را دوباره بالا نگهدارید.

برای در پرواز نگهداشتن بال, با بریک های کوچک, اصلاحات (Correction) کوچک و با گام هایتان اصلاحات بزرگ را انجام دهید. اما بعد هر دو را با هم بکار ببرید. سپس جای این دو را عوض کنید, بعد از گام هایتان استفاده نکنید و فقط با بریک گرفتن سعی کنید بال را کنترل کنید, ببینید با اعمال این فرامین حس شما نسبت به بال و همچنین رفتار بال چگونه تغییر می کنند.

تمرین ۲

هم چنانکه بال بالای سرتان است رو به باد برگردید, سعی کنید با حس کردن بال فرامین لازم را اعمال کنید. در این وضـــعیت, شـــما به زمین و روبرو نگاه می کنید و حس می کنید که باد با بال چه می کند و آن را به کدام ســـو می کشد, سعی کنید در صورت حرکت بال به زیر بال بروید. تلاش کنید تا اندازه ای بریک را که برای اصلاح حرکت یاو (Yaw)و آوردن بال بالای ســـرتان لازم اســـت, حس کنید. زمان زیادی را برای این کار در نظر بگیرید و با بال بالای سرتان به این طرف و آن طرف حرکت کنید تا احساس کنید کاملا به بال تان وصل شده اید.

تمرین ۳

سعی کنید قبل از دویدن, فشار آوردن به بال را از قسمت بند سینه تمرین کنید. با این کار از لغزیدن هارنس به سمت بالا جلوگیری کرده و در مقایسه با دویدن به صورت ایستاده, ارتباط خیلی بهتری با بال پیدا می کنید. بنابر این در یک مسافت حداقلی با فشار آوردن به بند سینه سرعت تان را افزایش داده و به سرعت پرواز می رسید. چند روز زمان لازم است تا این کار را بدرستی انجام دهید, نکته تطبیق سرعت دویدن تان با افزایش سرعت بال و حس کردن زمانی است که بایستی با گام هایتان شتاب بیشتری به بال بدهید. سعی کنید این مهارت را یاد بگیرید و لانچ تمیزی بدون زیاد پاندول شدن داشته باشید, نباید به سمت جلوی بال تاب خورده و نوسان کنید و بال ناگهان شما را از روی زمین کنده و لحظه ای بعد به زمین بکوبدتان. خلاصه آنکه, از ناحیه سینه به بال فشار آورده و در یک فاصله کوتاه سرعت تان را تا سرعت پرواز افزایش دهید

تمرین ۴

روی تغییر وضعیت تان کار کنید, وقتی در حالت ریورز بال را بالا آورده و رو به باد برگشتید و آماده پرواز شدید دوباره پشت به باد شوید و به حالت ریورز برگردید,

سعی کنید بدون اینکه سرتان ناگهان بچرخد به آرامی از حالت ریورز چرخیده و رو به باد شوید, مانند ورزش های رزمی کمی زانوهای خود را خم کنید تا این چرخش به نرمی انجام شود, با این تمرین می توانید به نرمی از حالت ریورز رو به باد شده و دوباره به حالت ریورز برگردید بدون آنکه بال شما متوجه حرکت شما شده باشد. تمرکز کنید, بال را به آرامی و پیوستگی بالا بکشید به نرمی بچرخید و مسافت کوتاهی را بدوید, اگر بتوانید این مراحل را به نرمی انجام دهید, انگاه یک لانچ زیبا, کوتاه و موثر (Effective Launch)خواهید داشت

تمرین ۵

روی آهسته بالا آوردن (Slow Rise) بال تمرین کنید و سرعت بالا آمدن آهسته بال را کنترل کنید.

با حرکت به سمت بال یا دورشدن از آن سرعت پر شدن سل ها و بالا آمدن بال را کنترل کرده و قدرت بال را بگیرید تا بال را با اهستگی هر چه بیشتر بالای سرتان بیاورید و نگذارید بال بیفتد.

تمرین ۶

آهسته پایین آوردن (Slow Decent) بال را تمرین کنید, با استفاده از رایزر های A سرعت پایین آمدنبال را کنترل کنید, هم چنان که بال را کنترل می کنید, قدرت بال را کرده در عین حال نگذارید بال بی رمق شده و به زمین بیفتد.

تمرین ۷

نقطه واماندگی (Stall) بال را کشف کنید. با حرکت به سمت بال یا کمی بریک و یا هردو, سعی کنید بال را عقب برده و بیاندازید و سعی کنید نقطه ای (هنگامی که بال را از روی زمین بلند کرده و بالای سر خود می برید, بال یک مسیر قوس و منحنی را طی می کند که در یک نقطه از این قوس بال استال می کند) را که بال استال می کند پیدا کنید.

بسته به سرعت بال و شیبی که روی آن ایستاده اید, نقطه استال هر بال با بقیه متفاوت است, بهرحال پیدا کردن نقطه استال بال تان خیلی خوب است و به محض این که بال می خواهد استال کند, ببینید می توانید دوباره آن را به پرواز در آورید. به دفعات به استال بردن بال و دوباره به پرواز درآوردن آن را تمرین کنید. بسته به شرایط باد, برای دوباره در گیر شدن بال و انرژی دادن به آن ممکن است لازم شود رایزر های A را بگیرید. این تمرین را با استال کمی بیشتر یا کمتر ادامه دهید و تغییر فاز بال از حالت پروازی به حالت غیر پروازی را یاد بگیرید

Hourmaz Academy

تمرین ۸

سپس حرکت پیچ (Pitch) بال به سمت جلو را کشف کنید, بعد از بالا آوردن بال و سرعت گرفتن آن, اجازه دهید بال به سمت جلو پرواز کرده و از شما جلو بزند, بدون آنکه شما از بریک ها استفاده کنیدو ببینید می توانید فرو ریختن (Collapse) بال را پیش بینی کنید. اگر بریک ها را ناگهان و محکم بکشید می توانید از فرو ریختن بال جلوگیری کنید, اگر چه اغلب بال فرانت تاک کرده و بعد پشت سر شما پایین می آید, که باید دوباره در حالت ریورز آن را بالا آورد. این تمرین را بارها و بارها انجام دهید تا شکل و رفتار بال را درست قبل از اینکه جلوی شما فرو بریزد, حس کنید.

تمرین ۹

برای افزایش مهارت خود در بکار بردن بریک ها, تلاش کنید تا لبه های بال (Wing Tip) را با زمین مماس کنید. این تمرین را خیلی آرام انجام دهید. سعی کنید بدنتان را در یک نقطه ثابت نگهدارید, به پشت مایل شده و به آرامی بدنتان را بچرخانید و در یک موقعیت (Position) متعادل عالی قرار بگیرید, سپس با استفاده از بریک آهسته بال را در بالای سر خود به پرواز در آورید.

این تمرین را برای هر دو طرف بال اجرا کنید, با این تمرین توانایی کنترل دقیق روی بریک ها را بدست خواهید آورد. به استال بردن لبه بال در حالی که بالای سر شما قرار دارد بسیار ساده تر از زمانی است که در کنار شما قرار دارد, بنابر این اگر بتوانید لبه بال استال شده را به پرواز در آورید و دوباره آن را به استال ببرید, توانایی کنترل خوب روی بریک ها را بدست آورده اید.

تمرین ۱۰

اکنون روش های مختلف بالا آوردن بال را تمرین کنید. ببینید آیا بدون استفاده از رایزرهای A و فقط با تکیه پشت به هارنس و مایل شدن به عقب می توانید بال را در باد شدید بالای سر خود بیاورید, اگر توانستید, تلاش کنید بال را با رایزرهای عقبی کنترل کنید, یعنی به عقب تکیه کنید و بال را بالای سر خود بیاورید سپس با رایزرهای عقبی پیشروی بال را کنترل کنید.

حالا هر دو رایزر A را در یک دست و بریک را در دست دیگر بگیرید, و هنگام کنترل دست ها را در جهت مخالف یکدیگر حرکت دهید. این تکنیک برای لانچ در هوای ترمیک و زمانی که در مورد جهت باد مطمئن نیستید یا جهت باد خیلی تغییر می کند, بسیارمفید است. این تمرین را با حرکت دادن دست ها در جهت مخالف یکدیگر, بالا آوردن بال و کنترل آن تکرار کنید.

تمرین را با قلاب کردن یک انگشت در حلقه بریکی که شل است ادامه دهید, با این تکنیک هر دو بریک در دستان شماست, این ترکیب بسیار خوبی است, سپس تمرین را با گرفتن رایزرهای A در یک دست و رایزرهای C در دست دیگر ادامه دهید, ببینید این تکنیک روی بال شما موثر است, تا چه حدی, چقدر شما فرمان را اعمال کرده اید. با تمام این تکنیک ها شما رفتار بال و تکنیک های مختلف را یاد می گیرید.

عناوین تمرین های زمینی (گراند هندلینگ)

۱. بال را بالا نگهدارید (در حالت ریورز)
۲. به سمت باد چرخش کنید (با حفظ تعادل)
۳. با حداقل فاصله خودتان را به سرعت پرواز برسانید
۴. تغییر وضعیت(Transition) ، چرخش نرم و آرام(Smooth Turns)
۵. آهسته بالا آوردن بال(Slow Rise)
۶. آهسته پایین آوردن بال(Slow Decent)
۷. نقطه واماندگی (Stall) و دو باره به پرواز (Re-fly) در آوردن بال
۸. جلو زدن، (Pitch)و فروریختن بال(Collapse)
۹. تماس کناره های بال با زمین(Tip Touches)
۱۰. وضعیت های مختلف بالا آوردن بال(Pull-up Variation)

فرسایش بال پاراگلایدر

Hourmaz Academy

نکاتی در مورد فرسایش و پیری پارچه بال پاراگلایدر

۱. دو دلیل اصلی فرسوده شدن بال پاراگلایدر

- فرسوده شدن پارچه بال پاراگلایدر
- خارج شدن بال پاراگلایدر از حالت تریم کارخانه

۲. مشکلات فرسودگی و کهنه شدن بال

- Takeoff سخت
- بالای سر نمی ایستد
- Sink زیاد
- سرعت پیشروی کم
- در پشت ترمال احساس عقب زدگی و deep stall
- در ورود به ترمال ممکن است دچار چرخش منفی شود

۳. **نشانه های فرسوده شدن بال**

- تغییر شکل دادن بال از عرض (پروفایل)
- تغییر شکل دادن بال در طول(تمام بال)
- افزایش حالت الاستیکی پارچه بال در زاویه ۴۵ درجه
- کاهش خاصیت نفوذپذیری پارچه بال پاراگلایدر

۴. **عوامل پیر شدن(فرسوده شدن) بال**

- حرارت
- رطوبت

*حرارت و رطوبت باعث فعالیت شیمیایی در بال شده و موجب فرسودگی یا پیری بال می شود

در یک روز آفتابی و گرم دما در صندوق ماشین شما می تواند به ۷۰ درجه میرسد

- بسته بندی و جمع کردن نامناسب بال

مانورهای پر فشار که باعث می شود پارچه بال در زاویه ۴۵ درجه تحت فشار قرار گیرد

فشار و شوک ناگهانی و زیاد(front tuck)

*خاک خیلی در کاهش عمر بال تاثیری ندارد

Hourmaz Academy

دانستنی هایی در مورد پارچه های پاراگلایدر

شرکتهای تولید کننده پارچه بال

-شرکت porcher Marine (France)

بزرگترین تولید کننده پارچه های پاراگلایدر در جهان می باشد.

بیش از ۷۰ درصد پارچه های rip-stop با عنوان تجاری sky tex و در وزنهای مختلف تولید می شوند.

شرکت Gelvenor Textiles (south Africa)

تولید کننده پارچه های مشهور LCN۰۶۶ OKS, LCN۰۶۶K۵۴ وLCN۵۱۷K۵۴

پارچه های مورد استفاده در بال پاراگلایدرها به خاطر روکش پلیمری بی نهایت با دوامشان مشهورند.

این بافت از سایر بافتهای موجود در بازار محکم تر است و عمر بسیار زیادی دارد.

محافظت در برابر اشعه ماوراء بنفش در این پارچه به وسیله یک مانع که در روکش آن تعبیه شده افزایش یافته است

شرکت Perseverance Mills,Ltd (England)

تولید کننده پارچه های مشهورPN۵, PN۴ ,PN۱ – Pertex Blue

این شرکت از دهه ۱۹۵۰ در کار تولید پارچه برای چترهای نجات فعال بوده است. این شرکت از تولیدکنندگان اصلی مواد مورد استفاده در پاراگلایدر ها در گذشته بوده است.

Hourmaz Academy

شرکت Teijin Ltd (Japan)

تولید کننده پارچه های مشهور پلی استر

شرکت Toray Textiles,Inc(Japan)

تولید کننده پارچه های مشهور نایلونtoray

یکی از بزرگترین تولید کننده منسوجات در آسیا می باشد. این شرکت در گذشته یکی از نخستین تامین کنندگان مواد مورد استفاده در پاراگلایدر ها بوده است.

این شرکت درجات بسیار متنوعی از نایلون را با ویژگی های منحصر به فردی همچون سبکی و نیز مواد ضد آب را تولید می نماید

شرکت Carrington Performance Fabrics Ltd(England)

شرکت Jw Textil (china)

تولید کننده پارچه های N۶۶-۳۰DB, N۶۶۳۰DA,N۶۶۲۰DA

ویژگی پارچه هایRip stop

یک پارچه از جنس نایلون (nylon)با بافت بسیار ریز است که با استفاده از یک تکنیک خاص در بافت پارچه مقاومت آن در برابر پاره شدن افزایش می یابد.

در این تکنیک نخ های تقویت کننده زخیم تر در فواصل منظم که معمولا بین ۵ تا ۸ میلی متر می باشد و در یک الگوی چهار خانه در تار و پود پارچه تنیده می شوند، که باعث استحکام بیشتر پارچه می گردد.

در این حالت استحکام کششی پارچه علاوه بر راستای تار و پود، در راستای اریب(زاویه ۴۵ درجه) نیز افزایش می یابد که خود باعث مقاومت بیشتر این پارچه در برابر پاره شدن می باشد.

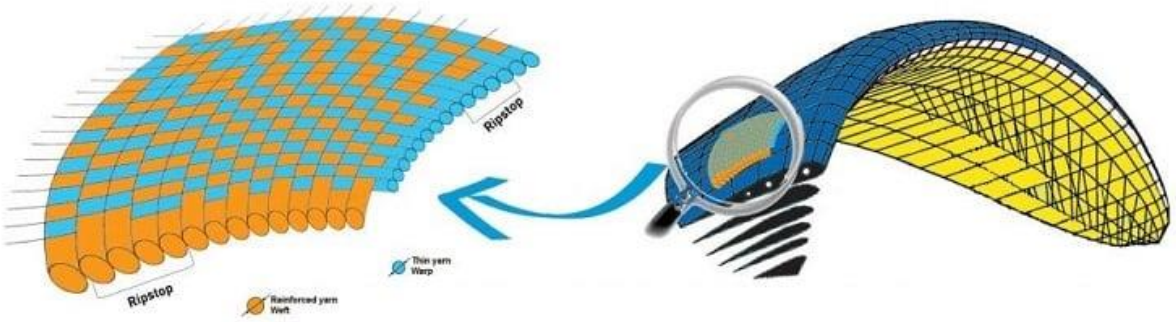
در این ساختار بافت با ایجاد پارگی در یک قسمت امکان گسترش پارگی وجود ندارد.

تشخیص پارچه ریپ استاپ به دلیل وجود الگوی چهارخانه استفاده شده در بافت آن بسیار آسان است.

Rip stopاغلب برای بادبان کشتی های تفریحی، بالن های هوای گرم، بادبادکها و چتر و در لوازم کمپ مانند چادر، کیسه خواب و پرچم و بندها و موارد زیاد دیگری که احتیاج به پارچه های سبک و با استحکام دارند مورد استفاده قرار می گیرد.

همچنین می توان از ریپ استاپهای زخیم تر برای مواردی همچون ساخت کیف ها، چمدانها و لباسهای محافظ پلیس استفاده کرد.

جنس هوا-عبور آن (نوع ورزشی) این نوع پارچه بسیار برای پوشاک ورزشی مناسب است و در شورت های ورزشی (دومیدانی) و در لباسهای یونیفرم ورزشی مورد استفاده قرار می گیرد.



تست های اصلی که بر روی پارچه های بال انجام می گیرد

تست نفوذپذیریporosity test

نفوذپذیر سنج ابزاریست که برای اندازه گیری مقدار هوای عبور کننده از پارچه مورد استفاده قرار می گیرد. این ابزار منحصر به فرد مدت زمانی که طول می کشد تا حجم مشخصی از هوا از پارچه بال عبور کند را اندازه گیری می نماید.

از آنجا که کیفیت پارچه به مرور زمان تحلیل می رود، مدت زمانی که لازم است تا حجم مشخصی از هوا از پارچه بال عبور کند نیز با گذشت زمان کاهش می یابد.

پاراگلایدر با از دست دادن کیفیت خود دیگر کمتر همانند یک بال و بیشتر مانند یک چتر نجات عمل خواهد کرد.

زمانی می رسد که دیگر پرواز کردن با این پاراگلایدر خطرناک است. بازرسی که برروی بال پاراگلایدر شما انجام می گیرد، می تواند شامل تست های نفوذپذیری بر روی پارچه بال باشد که به شما نشان می دهند زمانی که پارچه بال نو است هوا با چه سرعتی نسبت به وضعیت فعلی آن نفوذ می کند.

این مسئله یک براورد نسبتا صحیح را در مورد اینکه بقیه عمر بال شما چقدر است در اختیارتان می گذارد.

تست استحکام موادmaterial strength test

این تست شامل اندازه گیری استحکام نایلون می باشد. نایلون می بایست مقدار خاصی از فشار را تحمل کند تا برای پرواز مناسب شناخته شود.

ناحیه ای که بسیار حائز اهمیت است ناحیه حول دوخت ها می باشد که به طور خاصی مستعد آسیب و پوسیدگی است.

کشیدگی دوخت ها نیز ممکن است توسط خلبانها در خلال بازرسی ایمنی تحت نظارت قرار گیرد.

گاهی اوقات ما بالهایی را مشاهده می کنیم که آنقدر فرسوده هستند که اگر با دست آنها را بکشیم پاره می شود.

بدیهی است که چنین بالی احتمالا برای پرواز ایمن نیست و در نتیجه مانورها و توربولانس با نیروی G بالا می تواند دچار مشکلات ساختاری شود

جدول مشخصات Line ها (بندهای پاراگلایدر)

جنس	نام تجاری	کاربرد	رنگ	ضخامت	درجه زوال	نقطه شروع گسیختگی	قابلیت کشسانی	ساییدگی	مقاومت در برابرuv	(روکش دار) مقاومت در برابر تغییر شکل	(روکش) مقاومت در برابر تغییر شکل	احتمال پاره گی در زمان کهنه شدن
Aramide	kevlar	بندها رایزرها	رشته های زرد رنگ و می تونه به رنگ دیگه ای باشه	1.44	°C500	°C500	کم	ناچیز	بد	خیلی خوب	اگر محافظت بشه خوبه در غیر این صورت پوسیده می شه	خوب
Ultra-high molecular weight polyethylene	Dyneema	بندها رایزرها	به صورت رشته های سفید که با پوشش پلی اورتان پوشیده شده	0.97	°C110	°C147	کم	خیلی خوب	خوب	متوسط	متوسط	عالی
Copolymer polyester	vectran	بندها	رشته های زرد رنگ و می تونه به رنگ دیگه ای باشه	1.41	°C500	°C500	کم	ناچیز	خیلی بد		اگر محافظت بشه خوبه در غیر این صورت پوسیده می شه	بد
polyester	Tergal dacron	بندها رایزرها	به راحتی رنگ می شود	1.38	°C220	°C260	خیلی زیاد	خوب	خوب			
polyamide	Nylon	بندهای کمکی	سفید	1.14	°C230	°C260	ملایم ومرتجع	خوب	متوسط			

Kevlar

کاهش مقاومت با افزایش عمر(احتمال پاره شدن در اثر کهنگی)

مقاومت حرارتی بالا و خوب

تغییر طول پیدا نمی کند

با ایجاد گره در این لاینها تا ۷۰% کاهش مقاومت خواهیم داشت

Dyneema

تریم تغییر می کند (تغییر طول پیدا می کند و از جایی که فشار کم دارد جمع می شود)

حساسیت حرارتی زیاد

با ایجاد گره در این لاینها تا ۵۵% کاهش مقاومت خواهیم داشت

در صورت افتادن در آب شور تا حدود ۴۰% تحمل این بندها کم می شود

Nylon

مورد استفاده در چترهای کمکی دارای خاصیت جذب

شوک

Hourmaz Academy

درصد فشار وارده بر لاینهای بال

بال با چهار رایزر	درصد فشار
A	40%
B	30%
C	20%
D	10%

مثال: در یک بال پاراگلایدرکه وزن خلبان 60 کیلو گرم می باشد:
وزنی که بندهای A تحمل می کند به روش زیر محاسبه می شود
A 40%
(60×40)÷100=24
با فرض 8 عدد بودن بندهای A
24÷8=3 وزن وارد بر هر بند
در صورتی که بال tuck %50 بدهد وزنی که هر بند A تحمل می کند
2×3=6
هنگام انجام مانور با G 4 فشار وزنی که هر بندA تحمل می کند
4×3=12

بال با سه رایزر	درصد فشار
A	50%
B	40%
C	10%

بال با سه رایزر High aspect ratio	درصد فشار
A	65%
B	30%
C	5%

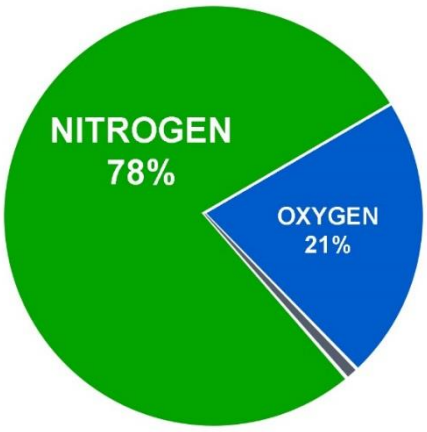
بال با دو رایزر	درصد فشار
A	85%
B	15%

توجه:

در صورت پارگی در بندهای بال پاراگلایدر ترجیها بند مورد نظر را تعویض نمایید مخصوصا از زدن گره در بندهای A و Bجدا خودداری نمایید.

هواشناسی

جو و ترکیبات آن (The Atmosphere):



جو ترکیبی از گازهای نیتروژن (حدود ۷۸ %)،
اکسیژن (حدود ۲۱ %) و ۱% باقیمانده گازهای دیگر
و مقدار کمی آب و یخ است که توسط نیروی جاذبه
در اطراف زمین نگه داشته شده است.

ضخامت جو حدود ۸۰۰ کیلومتر می باشد.

لایه های جو (The Layers of The Atmosphere):

۹۹% حجم جو زمین در زیر ارتفاع ۵۵ کیلومتری قرار دارد.

لایه های جو به ترتیب عبارتند از:

۱. **تروپوسفر (Troposphere) :** به ضخامت حدود ۲۰ کیلومتر.
- ضخامت تروپوسفر در قطبها کمتر از استوا می باشد.
- دما در این لایه به ازاء افزایش هر ۳۰۰ متر حدود ۲ تا ۳ درجه کاهش می یابد.

مرز تروپوسفر را با لایه بعدی آن Tropopause می نامند.

تروپوپاز دارای اهمیت بسیار زیادی است زیرا حوادث آب و هوایی زیادی مانند جت استریم ها، توربولانس ها و طوفان ها از آنجا آغاز می شوند.

۲. **استراتوسفر (Stratosphere) :** به ضخامت حدود ۵۰ کیلومتر.
۳. **مزوسفر (Mesosphere) :** به ضخامت حدود ۸۵ کیلومتر.
۴. **ترموسفر (Thermosphere) :** به ضخامت حدود ۶۹۰ کیلومتر.
۵. **اگزوسفر (Exosphere).**

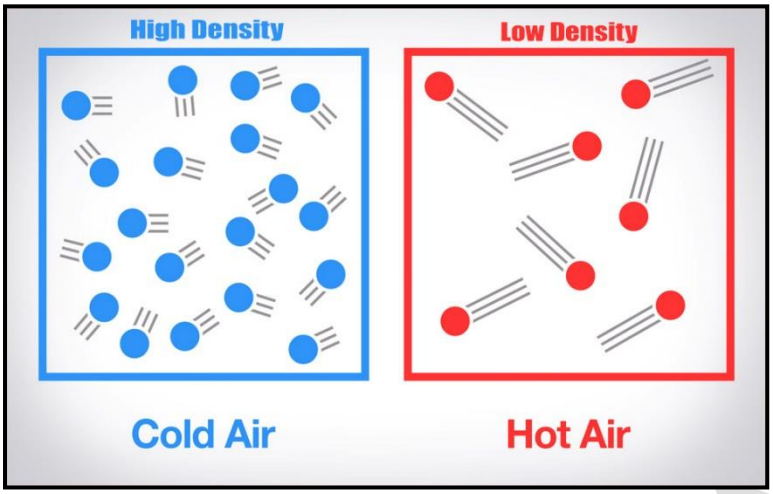
Hourmaz Academy

خواص جو (Properties of The Air):

سه متغیر بنیادی در ترکیب گازهای جو عبارتند از:

درجه حرارت، غلظت و فشار.

درجه حرارت:



برای اندازه گیری گرما یا سرمای گازها، از درجه حرارت استفاده می شود و بیانگر اندازه حرکت مولکول های آن گاز می باشد، حرکت مولکول های یک گاز گرم، سریع تر از یک گاز سرد است. دمای صفر مطلق نقطه ای است که در آن حرکت مولکول ها کاملا متوقف می گردد.

غلظت:

غلظت یک گاز به معنی جرم مولکولی در واحد حجم می باشد.

فشار:

وزن ستونی از هوا به واحد سطح را فشار می گویند.

انتقال انرژی حرارتی :

انرژی خورشیدی وارد جو شده و جو مانند یک موتور گرمایی عمل می کند و این انرژی را به روش های مختلفی در جو انتقال می یابد.

Hourmaz Academy

این انتقال انرژی به سه روش انجام می شود:

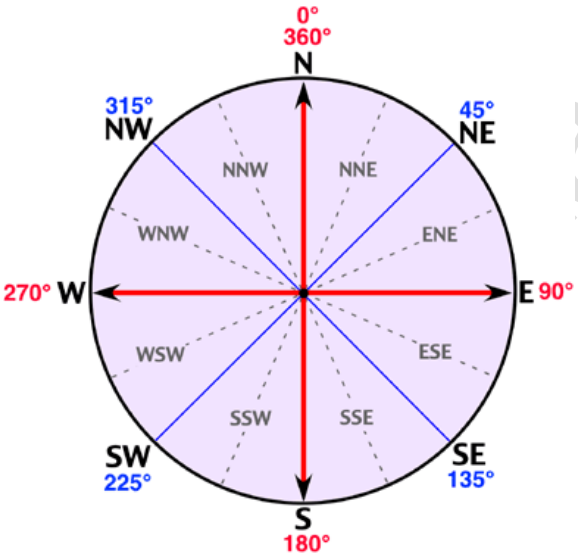
۱. **تابش:**

یک نوع انتقال انرژی بوسیله امواج الکترومغناطیسی می باشد. امواج الکترومغناطیسی از هر جسمی که دمای آن بالاتر از صفر مطلق باشد تابش می کنند. از کل انرژی خورشیدی که به جو زمین وارد می شود تقریبا ۲۰% توسط گازهای جو و ابرها جذب می شود و تقریبا ۳۰% از بقیه انرژی خورشیدی توسط ابرها و سطح زمین منعکس و پراکنده می شود. باقیمانده انرژی خورشیدی توسط زمین جذب می شود. سطح زمین منبع دوم تولید انرژی برای جو می باشد.

۲. **رسانایی:** انتقال انرژی حرارتی از طریق یک جسم جامد را رسانایی گوییم.
خاک انرژی حرارتی دریافتی از خورشید را توسط عمل رسانایی به محیط جامد همجوار خود منتقل می کند.

۳. **همرفتی:**
انتقال انرژی حرارتی از طریق سیالات را همرفتی گوییم.

باد (Wind):



باد در اثر اختلاف فشار در دو منطقه و معمولا در ابعاد افقی به وجود می آید، به این صورت که همیشه جریان هوا از منطقه پرفشار به سمت منطقه کم فشار حرکت می کند.

یکی از شواهد و جنبه های اثر جو بر زندگی روزمره به ویژه بر پرواز ما، باد است.

باد می تواند بخار آب و دمای هوا را برای مسافت زیاد انتقال دهد، بنابراین در تغییرات جو، نقش مهمی دارد.

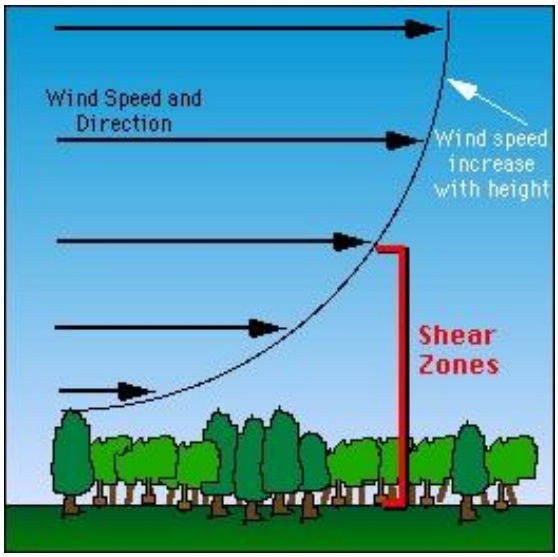
معمولا باد به جهتی که از آن سمت می وزد، نامیده می شود. به طور مثال باد شمالی از سمت شمال و باد جنوب-غربی از سمت جنوب غربی می وزد. همچنین باد کوهستانی بادی است که از سمت کوهستان و باد دریا بادی است که از طرف دریا می وزد.

در روش استاندارد در نظر گرفته شده برای اندازه گیری جهت و سرعت باد، جهت را بر حسب درجه و در جهت عقربه های ساعت و سرعت باد را بر حسب متر بر ثانیه، کیلومتر بر ساعت و یا نات بیان می کنند.

تدرج باد (Wind Gradient):

باد پس از برخورد با سطح زمین و عوارض آن، در اثر اصطکاک با آن، سرعت خود را از دست می دهد و هرچه بالاتر رویم بر سرعت آن افزوده می شود. این اختلاف سرعت را تدرج باد گویند.

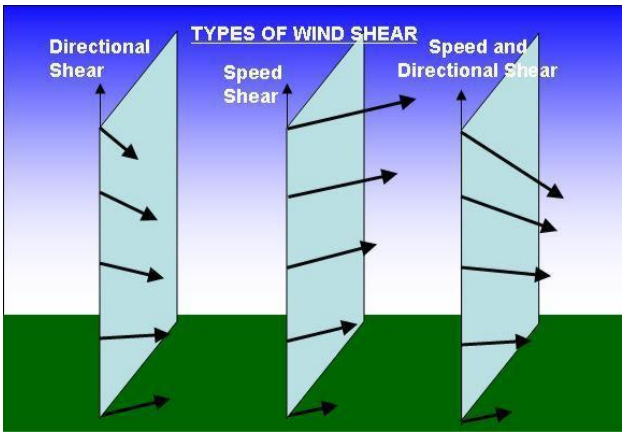
طبیعی است که بسته به نوع عوارض زمین و سرعت باد، این تدرج باد متفاوت است، مثلا تغییر سرعت باد بر روی آب به مراتب کمتر از خشکی است. به دلیل وجود تدرج باد (Wind Gradient) هنگام نزدیک شدن به سطح زمین برای فرود، جهت کاهش اثر آن، در Final Leg باید با حداکثر سرعت (Trim) به زمین نزدیک شویم.



برش باد (Wind Shear):

تعریف wind shear یا همان قیچی باد وشناخت انواع آن که یکی از عوامل خطر ساز هنگام نشستن وسایل پروازی میباشد:

تغییرات ناگهانی سرعت و جهت باد را باد قیچی wind shear می گویند که می تواند به صورت افقی یا عمودی و یا مخلوطی از هر دو جهت باشد:



Hourmaz Academy

۱. **باد قیچی عمودی vertical wind shear:** تغییرات سرعت و جهت عمودی باد در ارتفاع را گویند که بوسیله نصب دو باد سنج یا بیشتر در بالای یک دکل در ارتفاع های مختلف اندازه گیری می شود.

۲. **باد قیچی افقی horizontal wind shear:** تغییرات جهت و سرعت در مسافت افقی باد را گویند و بوسیله بادسنج هایی که در یک ارتفاع در طول باند نصب شده اند تعیین می شود.

۳. **باد قیچی ارتفاع پایین low level wind shear :** این نوع باد با پدیده های زیر رابطه داشته و باعث ایجاد خطر برای پروازها می شود که شامل موارد زیر می باشد :

الف: جبهه روبرو frontal surfaces

ب: تند باد تقریبا افقی با سرعت بیش از ۸ کیلومتر بر ساعت jet streams

ج: ابرهای رعد و برق دار نظیر towering cumulus or cumulonimbus

د: mountain waves

و: micro burst

تاثیر باد قیچی wind shear بر وسیله پروازی:

اصلی ترین تاثیر بادقیچی عبارت است از:

آشفتگی هوا turbulence

۲ .حرکت هوای شدید که شامل کشش هوا بالا و پایین draft یا حرکت چرخشی rotating یا swirling می شود

۳ .افزایش و کاهش ناگهانی سرعت هواییair speed

۴ .افزایش و کاهش ناگهانی سرعت زمینی و یا انحراف سمتی و رانش وسیله پروازیdrift

*لازم بذکر است که آشفتگی هوا در آسمان فاقد ابر و معمولا در ارتفاعات بالا و همراه باتغییر سرعت در نزدیکی مسیر خروج گازهای هواپیما ایجاد می شود یعنی clear air turbulence یا CAT که در ارتباط با تند باد jet streamمی باشد خیلی خطرناک و جدی است یکی دیگر از خطرهایی که برای پرواز وجود دارد واکنش گردنده rotorو جریان رو به پایین down draft تحت اثر mountain waves است که می تواند باعث مشکلاتی در شرایط پرواز loss of control گردد.

Hourmaz Academy

سرمای حاصل از باد (Wind Chill):

از دست دادن تدریجی دمای بدن هنگامی که باد به پوست بدن ما برخورد می کند، به علت وجود رطوبت پوست، تبخیر سطحی از روی پوست صورت می گیرد و این عمل تبخیر گرماگیر است. در نتیجه روی پوست خود احساس سرما می کنیم، در صورتی که هوا به آن اندازه سرد نیست. این احساس، بسته به دمای هوا و سرعت باد، متغییر بوده ولی دمای آن همیشه کمتر از دمای واقعی هوا است.

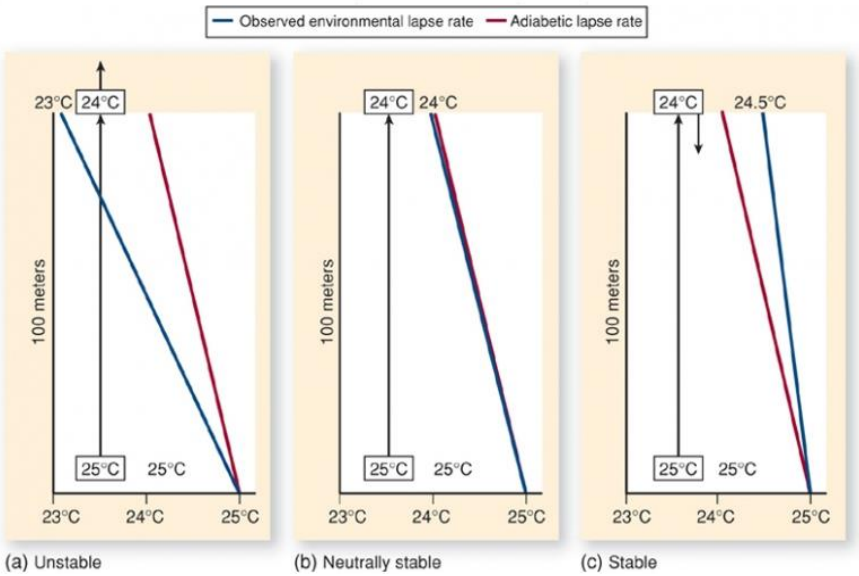
تغییرات دما با افزایش ارتفاع (The Lapse Rate):

همانطور که دیدیم در Troposphere، با افزایش ارتفاع دما کاهش می یابد.

این کاهش دما در حالت تئوری به صورت تقریبا خطی و یکنواخت است.

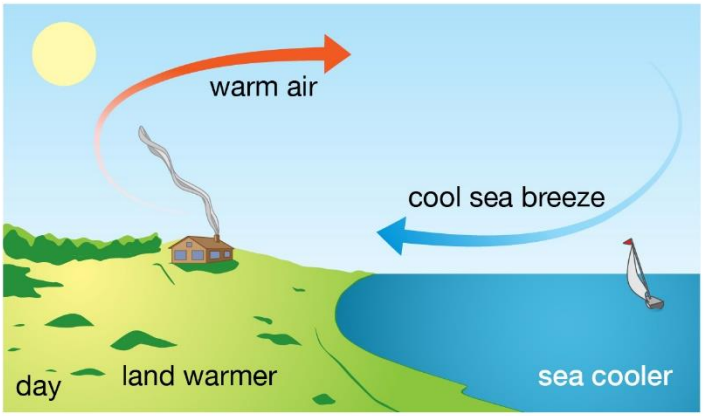
هر چه اختلاف دما در سطح زمین و ارتفاعات کمتر باشد، شرایط پایدارتر و هرچه این اختلاف دما بیشتر باشد شرایط ناپایدارتر است.

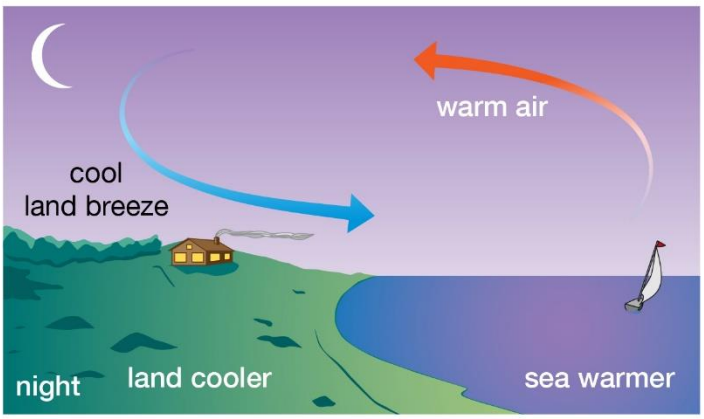
به عبارت دیگر هرچه نمودار تغییرات دمای واقعی، نسبت به نمودار تغییرات دمای تئوری به خط عمود نزدیک تر باشد، شرایط هوا پایدارتر است.



بادهای محلی:

باد دریا – باد خشکی:(Sea Breeze – Land Breeze)



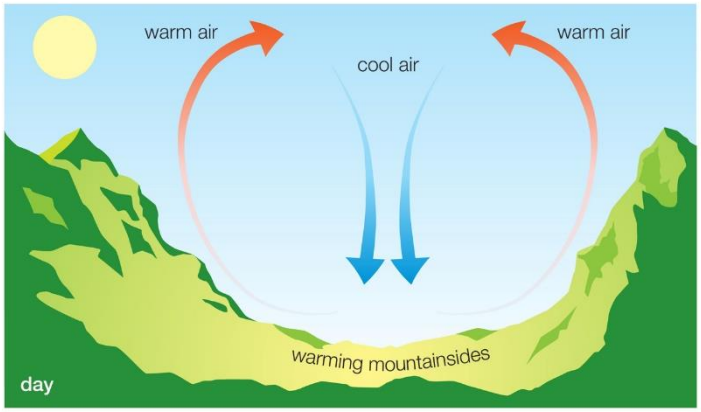


سطح زمین از مواد مختلفی تشکیل شده که با توجه به ظرفیت ویژه گرمایی خود، هر یک انرژی گرمایی خاصی را جذب می کنند.

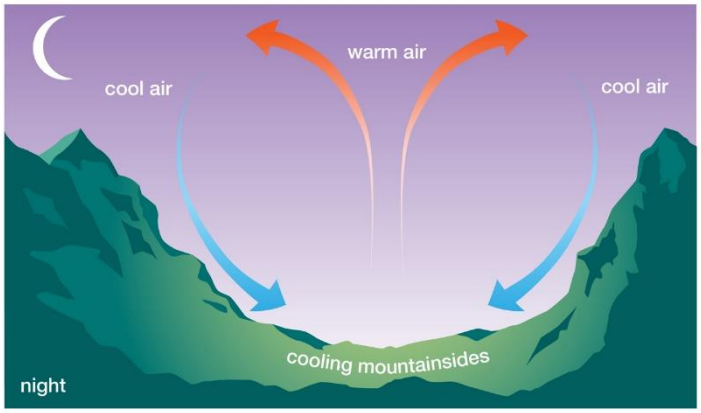
مثلا در مقایسه آب و خاک خشک، مشاهده می شود که آب ۴ برابر بیشتر ظرفیت جذب انرژی گرمایی را نسبت به خاک دارد.

آب می تواند انرژی خورشیدی بیشتری را جذب کند زیرا تابش می تواند تا عمق زیادی از آب نسبت به خاک نفوذ نماید و همچنین آب می تواند به راحتی انرژی را مخلوط و گسترش دهد.این بدین معنی است که اگر مقدار مساوی انرژی خورشید به حجم مساوی آب و خاک برسد، سرعت افزایش دمای آب آهسته تر از افزایش دمای خاک است.

در روز خاک زودتر از آب گرم می شود و سپس هوای مجاور خود را گرم می کند.در نتیجه هوای پرفشار مجاور آب به سمت هوای کم فشار مجاور خشکی حرکت می کند و جریان هوایی از سمت دریا به خشکی ایجاد می نماید. به این جریان هوا،"باد دریا (Sea Breeze)"می گوییم.



در شب، آب که گرمای زیادی ذخیره نموده با سرعت کمتری نسبت به خاک خنک می شود. در نتیجه هوای مجاور سطح آب گرمتر از هوای مجاور سطح خشکی خواهد بود. این اختلاف دما باعث ایجاد " باد خشکی" (Land Breeze) می شود.



باد دشت – باد کوهستان

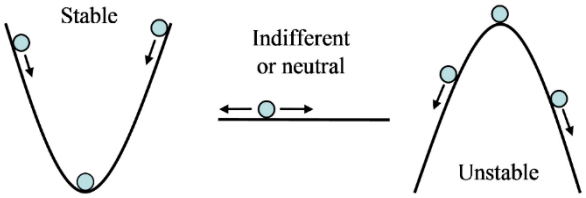
(Anabatic Wind – Katabatic Wind)

در روز باد گرم از دشت به ارتفاعات کوهستان حرکت می کند، به این جریان هوا، باد دشت (Anabatic Wind) می گوییم.

در شب باد سرد از ارتفاعات به سمت دره حرکت می کند. به این جریان هوا باد کوهستان (Katabatic Wind) می گوییم.

انواع پایداری (Stability):

- پایداری مطلق (Positive)
- پایداری منفی (Negative)
- پایداری خنثی (Neutral)

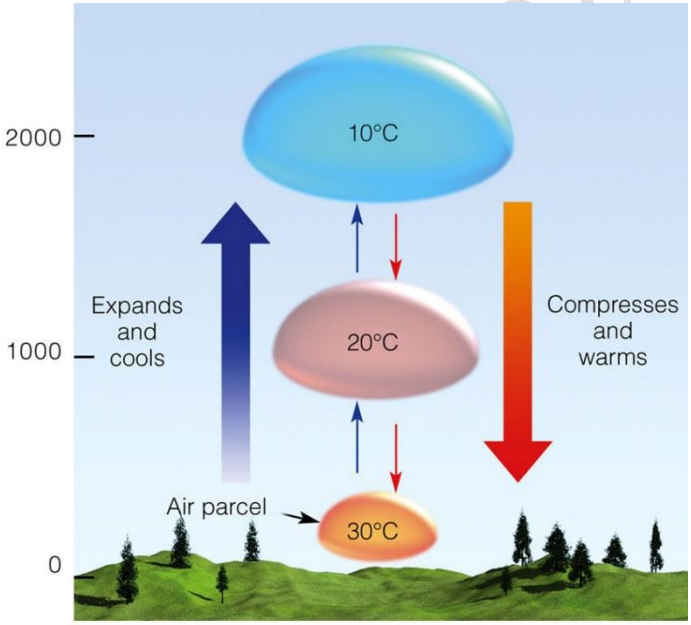


مطابق شکل: یک نیم کره و گوی در نظر گرفته می شود. اگر نیم کره بر سطح قاعده خود قرار گیرد گویند دارای وضعیت پایداری مثبت یا پایداری مطلق است. در این حالت اگر گوی را در این نیم کره حرکت بدهیم و سپس رها کنیم، گوی پس از تغییر وضعیت، مجدداً به مکان اولیه خود باز می گردد.

از طرف دیگر اگر نیم کره در راس خود به حال تعادل باشد آن را حالت پایداری منفی یا ناپایداری مطلق گویند زیرا در اثر کمترین نیروی وارده بر گوی، باعث تغییر مکان اولیه شده و جسم بسرعت از وضعیت تعادل خود دورتر می شود.

حال اگر گوی را بر روی یک سطح صاف در نظر بگیریم، این وضعیت را وضعیت خنثی گویند، زیرا اگر گوی را حرکت دهیم به نظر می رسد که یک حالت پایداری جدیدی پس از دریافت نیروی محرکه جدید بدست می آورد.

پایداری و ناپایداری (Stability & Instability) در طبیعت:



هوای پایدار، هوایی است که تمایل به حرکت صعودی نداشته و می خواهد در همان جایی که هست، باقی بماند. اما هوای پایدار در برابر نیرویی که آن را به سمت بالا حرکت می دهد مقاوت می کند. حال بررسی می کنیم که این عمل چگونه رخ می دهد.

تصور شود یک حبابی از هوا به سمت بالا حرکت می کند، با صعود هوا به ارتفاع بالا و به علت کاهش فشار جو، این حباب هوا منبسط می شود. نظر به اینکه کاهش فشار با ارتفاع در Troposphere تقریبا خطی و یکنواخت است، بنابراین انبساط حباب هوا نیز یکنواخت بوده و در نتیجه روند کاهش دما با افزایش ارتفاع، با نرخ ثابت و تقریبا برابر با ۳ درجه سانتی گراد در هر ۳۰۰ متر خواهد بود.

لذا حباب هوا با توجه به دما و فشار در ارتفاع خاصی به سطح تعادل خواهد رسید.

نشانه های پایداری و ناپایداری (Indication of Stability):

طبیعی است که هرچه هوا ناپایدارتر باشد، ترمال های قوی تری هم به وجود می آید و برای استفاده از آنها نیاز به مهارت بیشتری می باشد. برای شناخت هوای مناسب برای پرواز، نیاز به شناخت میزان ناپایداری جو دارید، که این مهم از روی نشانه های آن امکان پذیر است.

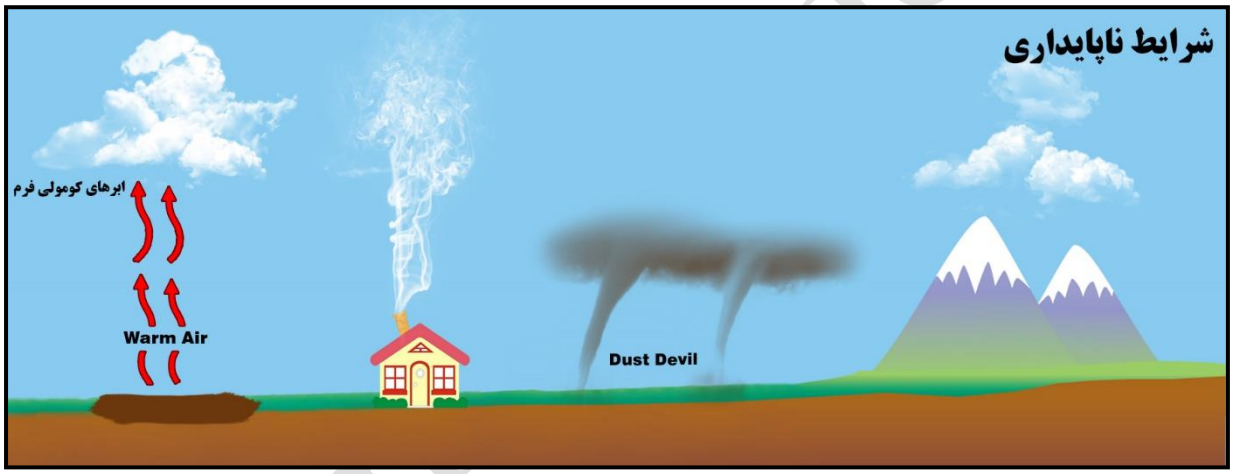
در صورتی که هوا سرد و خشک در منطقه وارد شود، هوا را ناپایدار می کند.

ابرهای کومولی فرم (جوششی)، بر اثر جریانات عمودی شکل می گیرد و همیشه بر ناپایداری هوا در آن لایه دلالت دارد.

دودی که از دودکش خارج می شود، اگر تا ارتفاع نامشخص صعود کند، نشانه ناپایداری تا آن لایه می باشد.

پدیده هوایی نظیر تنوره دیو (Dust Devil) که از ترمال های قوی ایجاد می شود و یا میزان تندباد آنی (Gust Wind) نشان دهنده ناپایداری هوا است.

دید بسیار خوب و هوای توربولانسی نیز، از نشانه های هوای ناپایدار است.



اگر توده هوای ورودی گرم و مرطوب باشد، هوا پایدار می شود.

ابرهای استراتی فرم (پوششی)، معمولا نشانه هوای پایدار است.

در صورت تشکیل لایه ای از مه، یا کاهش دید افقی در اثر غبار یا دود، مشخص کننده هوای پایدار است.

همچنین در صورتی که ستون های دود، مستقیم بالا روند و در یک ارتفاع خاص جمع گردند، نشانه هوای پایدار است.

نیروهای بالابر هوا (Lifting The Air):

سه عامل اصلی برای صعود هوا وجود دارد:

۱. **نیروی بالابر جبهه ای (Frontal Lifting):**

در شرایطی که یک توده هوا به یک منطقه وارد شده و با هوای مستقر در آن منطقه دارای اختلاف دمایی باشد، در صورتی که توده هوای ورودی گرمتر باشد، هوای گرم و سبک بر روی هوای سرد و سنگین سوار شده و یک جریان صعودی را ایجاد می کند.

این صعود آرام و یکنواخت و در یک منطقه وسیع خواهد بود.

۲. **نیروی بالابر و صعود کننده بر شیب ها، در مناطق کوهستانی (Orographic Lifting):**

در صورتی که جریان هوا به سمت شیب کوهستان حرکت کند، هنگام برخورد با دامنه آن به ناچار از آن بالا می رود و در بالای خط الرأس کوه در صورت برودت لازم به ابر تبدیل می شود.

۳. **نیروی بالابر در اثر گرمایش سطح زمین (Convectional Lifting):**

گرمایش زمین ناپایداری و جریانات عمودی صعودی ایجاد می کند.

جریانات عمودی مجزا و جدا از هم تقریبا ابرهای جوششی کوچکی را ایجاد می کنند.

ولی در شرایط هوایی کم فشار، ابرهایی که تشکیل می شوند، ممکن است منطقه وسیعی را در بر گیرند.

هر یک از عوامل صعود، با افزایش ارتفاع بسته هوا، دمای آن کم شده و اگر به اندازه کافی بالا رود (سرد شود)، به نقطه اشباع رسیده و ابر تشکیل می شود.

باید توجه داشت که بسته به رطوبت نسبی هوا، دمای نقطه اشباع نیز متفاوت است و در نتیجه بسته به رطوبت نسبی آن منطقه، ابرها نیز در ارتفاعات مختلف تشکیل می شوند.

نقطه شبنم و ارتفاع ابرها (Dew Point):

به دمای نقطه اشباع بخار آب، در یک توده هوا، نقطه شبنم گفته می شود و با درجه سانتی گراد بیان می شود.

هرچه رطوبت نسبی هوا بالاتر باشد، نقطه شبنم پایین تر است.

در اصل نقطه شبنم یک اندازه گیری برای رطوبت نسبی هوا است.

همچنین از نقطه شبنم می توان برای محاسبه کف ابرهای مشخص استفاده نمود.

$$h = 400 \times (\mathrm{st} - \mathrm{dp})$$

h: ارتفاع کف ابر (بر حسب Ft)

st: دمای سطح (سانتی گراد)

dp: نقطه شبنم (سانتی گراد)

Hourmaz Academy

علت تشکیل ابر:

ابرها از آن جهت که نشانه خوبی برای تغییرات آب و هوایی و همچنان جریانات صعودی هستند، مورد توجه می باشند.

البته باید به این نکته توجه کرد که هر نوع ابری نمی تواند برای صعود، مورد استفاده قرار گیرد.

برای تشکیل ابر سه عامل اصلی باید وجود داشته باشد :

۱. **رطوبت**
۲. **دما**
۳. **هسته های متراکم**

ابرها از قطرات بسیار ریز میکروسکوپی آب، به ابعاد ۰.۰۱ تا ۰.۲۵ میلی متر تشکیل شده اند.

باید توجه کرد که قطرات باران در این محدوده قرار نمی گیرند.

در صورتی که بخار آب موجود در هوا به حالت اشباع برسد، به قطرات ریز آب تبدیل شده و ابر به وجود می آید.

به میزان رطوبت هوا نسبت به حالت اشباع، رطوبت نسبی گفته می شود و آن را با درصد بیان می نمایند.

وقتی از واژه اشباع برای هوا استفاده می شود، معنی آن این است که رطوبت نسبی هوا به ۱۰۰% رسیده است.

همانطور که می دانید رطوبت نسبی، متناسب با دمای هوا تغییر می کند. (افزایش دما سبب کاهش رطوبت نسبی و کاهش دما، سبب افزایش رطوبت نسبی است)

اگر هوای حاوی مقدار مشخصی آب، به اندازه کافی سرد شود، به نقطه اشباع می رسد.

بنابراین، راه اصلی تشکیل ابر در طبیعت،برودت هوای حاوی بخار آب است و راه اصلی ایجاد برودت هوا، صعود آن است.

به جز مه که دراثر تماس هوا با زمین سرد ایجاد می شود،کلیه ابرها بر اثر صعود هوای حاوی بخار آب تشکیل می شوند.

شکل گیری ابر به یک عامل دیگر نیز بستگی دارد و بدون کمک این عامل هوا به صورت فوق اشباع باقی مانده و رطوبت نسبی آن بیش از ۱۰۰% خواهد شد. این عامل کمک کننده، ذرات بسیار ریز میکروسکوپی معلق در هوا هستند که به آنها هسته های متراکم (Condensation Nucleus) گویند و این ذرات سبب می شوند که بخار آب متراکم شود و قطرات بزرگ شوند. اگر شرایط دمایی زیر صفر باشد، بخار آب به کریستال یخ تبدیل خواهد شد. به این ذرات ریز که عامل تبدیل بخار آب به کریستال یخ هستند، هسته های تصعید (Sublimation Nucleus) گویند.

Hourmaz Academy

انواع ابرها (Cloud Type):

از نظر شکل ظاهری ابرها به دو نوع اصلی پوششی (Stratus Form) و جوششی (Cumulus Form) تقسیم می شوند.

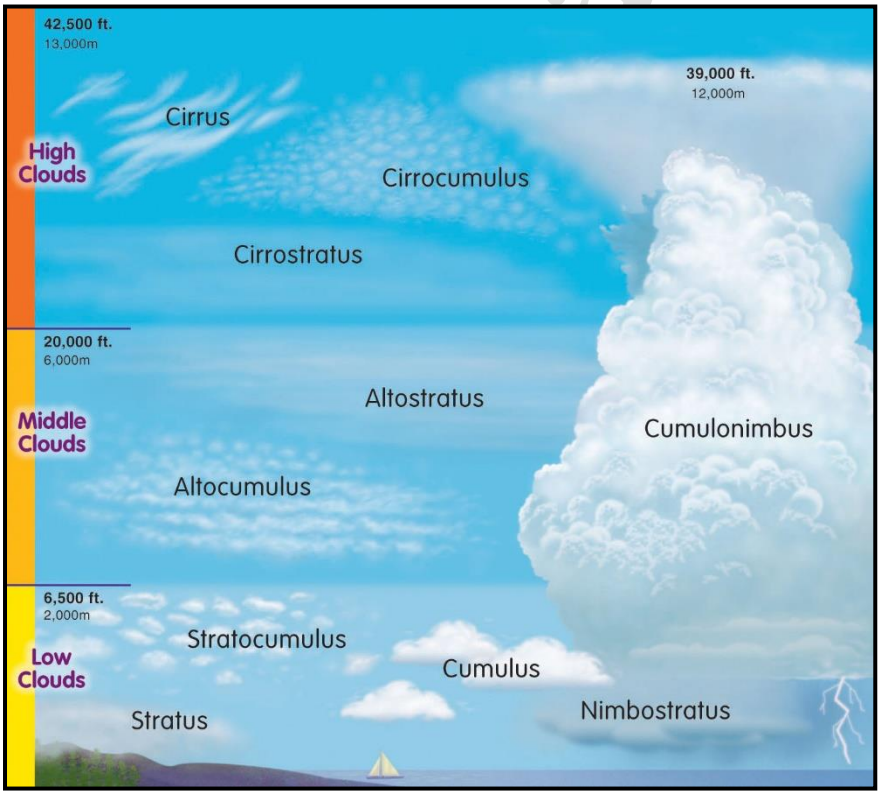
ابرهای (Stratus Form) ابرهای پوششی و لایه ای هستند که در منطقه ای وسیع گسترده شده اند.

این نوع ابرها اغلب در شرایط هوایی پایداری تشکیل شده و معمولا توسط نیروی بالابر جبهه ای همراه با صعود بسیار آرام ولی گسترده مشاهده می شود.

ابرهای (Cumulus Form) یا جوششی، روی هم انباشته شده و شکل پنبه ای دیده می شوند.این نوع ابر در اثر صعود هوا و یا جریانات جوششی در یک منطقه ایجاد می شود.

Stratiform

Cumuliform



ابرها از نظر ارتفاع، به چهار دسته تقسیم می شوند :

۱. ابرهای ارتفاع بالا
۲. ابرهای ارتفاع متوسط
۳. ابرهای ارتفاع پایین
۴. ابرهای با رشد عمودی

ابرهای ارتفاع بالا (High Level Clouds):

این ابرها جزء بالاترین ابرها هستند و به علت ارتفاع و سرمای زیاد از کریستال های یخ تشکیل شده اند.

ارتفاع این ابر بین ۶ تا ۱۱ کیلومتر است و در اثر صعود هوای گرم بر روی هوای سرد و به وجود می آید.

دما در این ابر ها در ارتفاع ۷ کیلومتری بین ۳۶- الی ۴۱- درجه سانتی گراد است.

سیروس (Ci) (Cirrus):

شکل ظاهری ابر به صورت الیافی شکل، پر مانند و شبه یال اسب است. این ابر بارندگی و توربولانس ندارد و از روی شکل آن می توان به جهت باد در آن ارتفاع پی برد.

سیروکومولوس (Cc) (Cirro-Cumulus):

در صورتی که هوای گرم ناپایدار بر روی هوای سرد صعود کند، این نوع ابر به وجود می آید. شکل ظاهری آن موجی شکل و منگوله ای است و نشان از هوای گرم ناپایدار در روز آینده دارد.

سیرواستراتوس (Cs) (Cirro-Stratus):

در صورتی که هوای گرم پایدار بر روی هوای سرد صعود کند، این نوع ابر به وجود می آید. شکل ظاهری آن تمامی آسمان را می پوشاند و خورشید و ماه از ورای آن دیده می شوند. این ابر نشانه افزایش دما و امکان بارندگی در روز آینده است.

ابرهای ارتفاع متوسط:(Middle Level Clouds)

پسوند آلتو (Alto) به معنی بالا و نیمبو (Nimbo) به معنی باران زا می باشد. این ابرها از ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متر است.

آلتو کومولوس:(Ac) (Alto-Cumulus)

این نوع ابر در اثر صعود هوای گرم، در جبهه ناپایدار و یا در اثر امواج کوهستان و حرکت سریع هوای گرم و غلتیدن آن بر روی هوای سرد ایجاد می شود. شکل ظاهری این ابر به صورت ردیف ابرهای پف کرده است. این نوع ابر هم در شرایط پایدار و هم در شرایط ناپایدار تشکیل می شود.

آلتو استراتوس :(As) (Alto-Stratus)

این نوع ابر در اثر صعود هوای گرم پایدار بر روی هوای سرد به وجود می آید. شکل ظاهری آن به صورت لایه ای شکل و خاکستری رنگ، به همراه رگه های تیره رنگ است. در صورتی که ضخامت آن ابر زیاد شود، تبدیل به ابر باران زا می شود.

نیمبو استراتوس :(Ns) (Nimbo-Stratus)

از ضخیم شدن ابرهای آلتو استراتوس و یا استراتو کومولوس تا مرحله بارندگی ایجاد می شود و رنگ آن تیره تر از آلتو استراتوس است و اغلب بارش از این ابر قابل رویت است.

ابرهای ارتفاع پایین:(Low Level Clouds)

ارتفاع کف این ابرها زیر ۲۰۰۰ متر است و معمولا حاصل فعالیت در همان منطقه می باشد.

استراتوس :(St) (Stratus)

این نوع ابر در اثر حرکت جبهه گرم پایدار و ایجاد فرآیند برودتی از تبخیر قطرات باران در هوای سرد و یا حرکت هوای گرم مرطوب به دامنه ارتفاعات تشکیل می شود. رنگ آن خاکستری، ضخامت لایه کم و گاهی منطقه گسترده ای را می پوشاند. تقریبا کف آن یکنواخت است.

استراتو کومولوس :(Sc) (Strato-Cumulus)

این ابر از پراکنده شدن ابر استراتوس در اثر کاهش شرایط پایداری و یا گسترش ابر کومولوس که دارای رشد محدود می باشد تشکیل می شود. رنگ آن خاکستری، ضخامت لایه کم و گاهی منطقه گسترده ای را می پوشاند. تقریبا کف آن یکنواخت است.

کومولوس :(Cu) (Cumulus) این نوع ابر در اثر نیروی بالابر محلی (ترمال) یا جریانات عمودی، در شرایط ناپایدار محلی ایجاد می گردد. شکل آن، گل کلمی است و بسته به قدرت ترمال و ناپایداری هوا می تواند چندین کیلومتر ضخامت داشته باشد و در صورت پایداری هوا رشد آن کم بوده و نشان دهنده ارتفاع ترمال است.

ابرهای جوششی با رشد عمودی (Clouds With Vertical Development):

این نوع ابرها به خاطر انرژی فوق العاده و رشد بسیار، ممکن است از ارتفاع ۱۵۰ متری زمین تا ارتفاع ۲۳ کیلومتری رشد کنند.

- **کومولوس رشد یافته (Tower Cumulus):** این نوع ابر در اثر صعود شدید هوای مرطوب، در شرایط ناپایداری شدید و رطوبت زیاد در مناطق کوهستانی و دشتها یا عبور جبهه سرد ناپایدار بر روی هوای گرم و همچنین به کمک نیروی ترمال در شرایط ناپایداری شدید به وجود می آید. رشد عمودی آن، این ابر را به شکل کوهی عظیم نشان می دهد. گاهی قسمت فوقانی ابر مسطح می شود، که نشان از گسترش این ابر در لایه پایدار است. قدرت این نوع ابر بسیار زیاد است و ممکن است جریان صعودی تا ۴۰ متر بر ثانیه به وجود آورد و تا مرز تروپوپاز و تا ارتفاع ۲۳ کیلومتری بالا رود.

- **کومولونیمبوس (CB) (Cumulonimbus):**

در صورتی که بارندگی در ابرهای کومولوس رشد یافته آغاز شود به آن کومولونیمبوس گویند.

این ابر خطرناک ترین ابرها است و کلیه وسایل پرنده و حتی هواپیماهای جنگی از این نوع ابرها فاصله می گیرند. رگبار شدید باران، برف، تگرگ، رعد و برق و طوفان های مختلف همراه با باد شدید، از پیامد های این نوع ابر است.

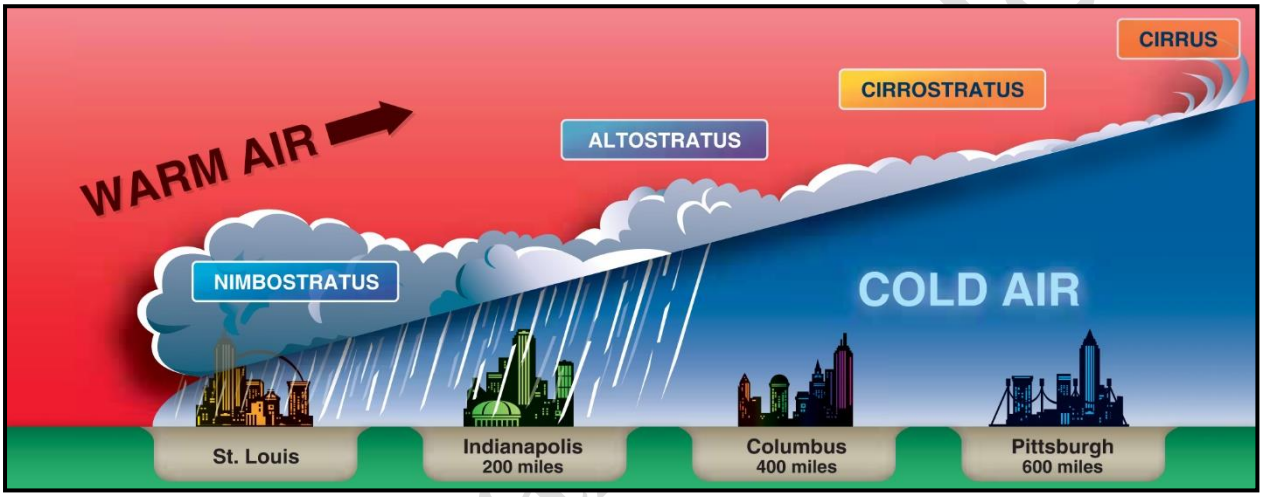
Hourmaz Academy

توده ها و جبهه های هوا (Air Masses & Fronts):

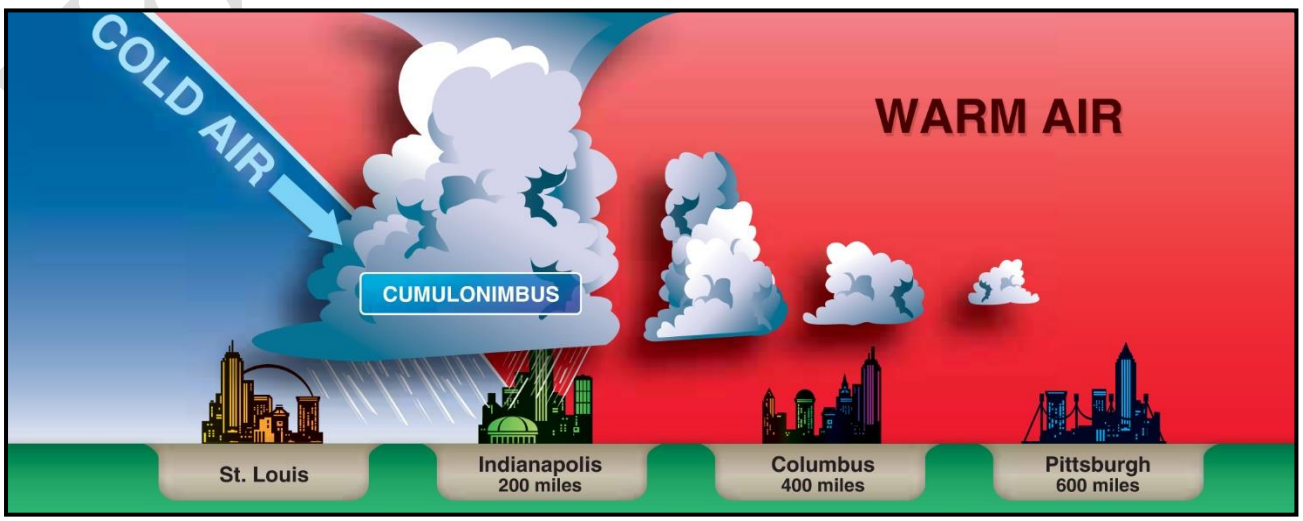
- **توده ها:** انبوه عظیمی از هوای یک دست که کمیت هایی همچون، دما، رطوبت و فشار در همه جای آن یکنواخت بوده و می تواند مسافت چندین کیلومتر را در بر گیرد.
- **جبهه:** مرز مشترک بین دو توده ی هوایی را گویند و با نام توده هوایی که در حال پیشرفت است نامیده می شود.

انواع جبهه:

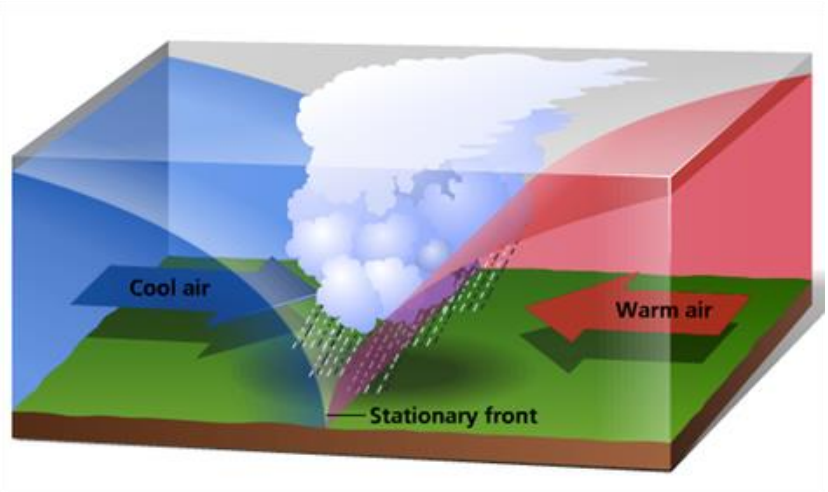
۱. **جبهه گرم (Warm Front):** در صورتی که توده هوای ورودی گرم باشد، به علت سبکتر بودن، هوای گرم، بر روی هوای سرد، سوار شده و در صورت صعود کافی آن، به ترتیب ابرهای سیرویس، سیرواستراتوس، آلتواستراتوس و نیمبواستراتوس نمایان خواهند شد.



۲. **جبهه سرد (Cold Front):** هنگام ورود جبهه سرد، به علت سنگین بودن هوای ورودی، دیگر بر روی هوای ساکن سوار نشده و مدام هوا را زیر و رو می کند. نتیجه آن به وجود آمدن ناپایداری زیاد است و در صورت وجود رطوبت کافی در منطقه، ابر کومولونیمبوس به وجود می آید. سرعت عبور آن سریع بوده و هرچه از شروع آن بگذرد، از ناپایداری هوا کاسته می شود.



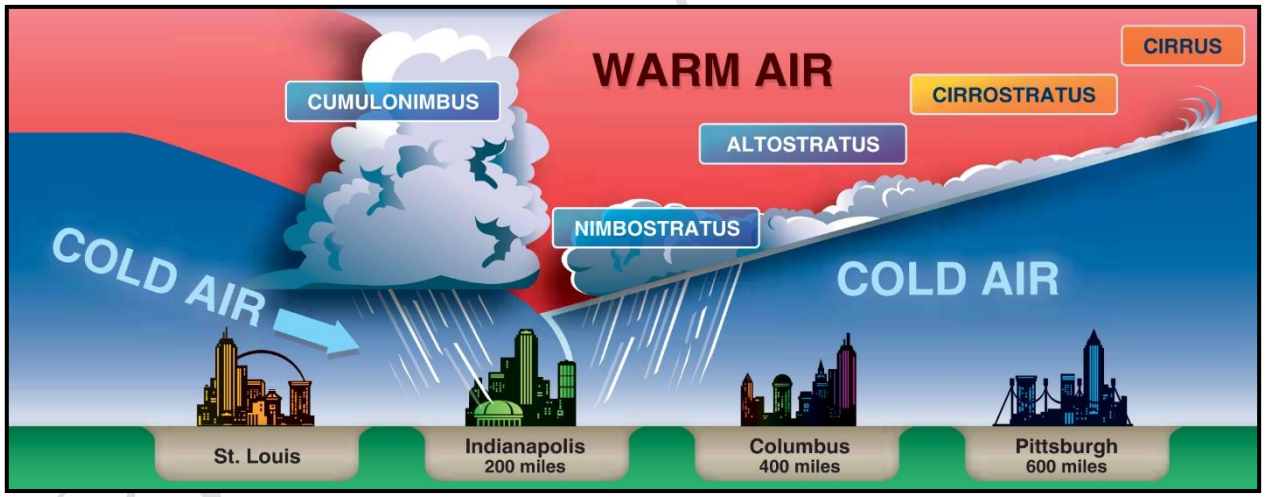
۳.جبهه ساکن :(Stationary Front)



دو توده هوای متفاوت در صورت ساکن بودن هوا به آرامی به هم نزدیک شده و بین آن دو توده شرایط سکون به وجود می آید.

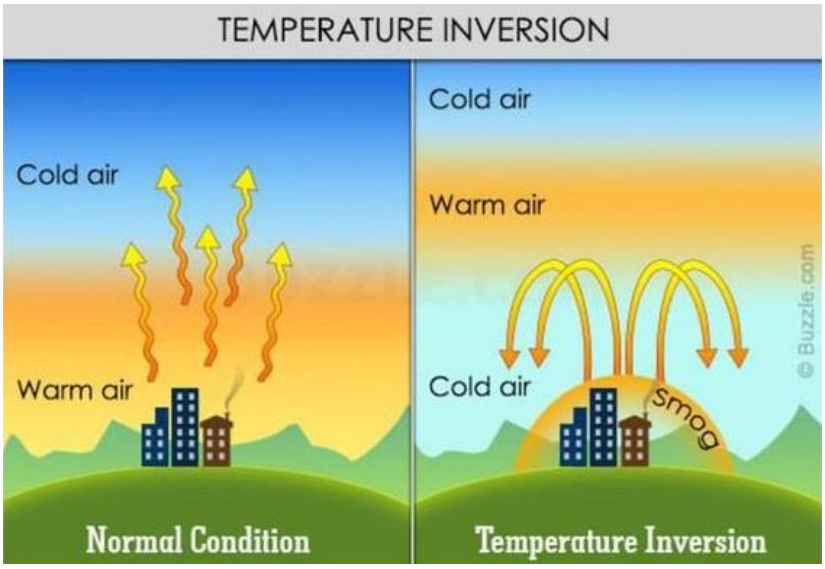
۴.جبهه بسته :(Occluded Front)

در برخورد دو جبهه سرد و قرارگیری یک جبهه گرم بر روی آنها جبهه بسته ایجاد می شود.



Hourmaz Academy

وارونگی هوا (Inversion)



در شرايط عادي در لايه تروپوسفر يعني اولين لايه مجاور زمين هر چه از سطح زمين فاصله بگيريم و به طرف بالا پيش برويم هوا سردتر مي‌شود.

اگر وضعيت توزيع عمودي دما در اين لايه برعكس بشود به آن وارونگي دما مي‌گويند به عبارت ساده در لايه تروپوسفر هميشه و همه جا و در شرايط عادي هواي مجاور زمين گرم‌تر و هواي لايه‌هاي بالاتر سردتر است و اما وارونگي دما زماني است كه اين شرايط وارونه يا برعكس بشود يعني وارونگي دما دلالت دارد بر اينكه هواي مجاور زمين سردتر از هواي لايه‌هاي بالاتر باشد.

.وقوع وارونگي دما به خودي خود يک پديده كاملا طبيعي است و هيچ خطري را متوجه انسان و جانداران نمي‌كند اما امروزه و به خصوص در شهرهاي بزرگ و صنعتي رخ دادن اين پديده موجب تراكم و افزايش آلودگي مي‌گردد علت اين قضيه هم روشن است در شرايط عادي همواره هواي سرد لايه‌هاي بالا به علت سنگيني به سمت پايين حركت مي‌كند و هواي گرم مجاور زمين به علت سبكي به سمت بالا مي‌رود يعني در شرايط عادي همواره يک نوع جابه‌جايي عمودي هوا وجود دارد.

بنابراين آلاينده‌هايي كه از طرق مختلف وارد هوا مي‌گردند در همان هواي مجاور زمين باقي نمي‌مانند بلكه از طريق جابه‌جا شدن صعودي هوا مي‌روند در لايه‌هاي مختلف جو پراكنده مي‌شوند اما وقتي وارونگي دما رخ مي‌دهد آلاينده‌ها وارد هواي سرد سنگين مجاور زمين مي‌گردند و چونكه جابه‌جايي هوا وجود ندارد ميزان اين آلاينده‌ها در هواي ساكن و راكد مجاور زمين به حداكثر ممكن مي‌رسد.

بدين ترتيب وارونگي موجب افزايش شديد آلاينده‌ها در آن بخش از اتمسفر مي‌گردد كه مردم لحظه‌به‌لحظه براي ادامه حيات خود به اكسيژن آن نياز دارند و البته در چنين شرايطي مجبور مي‌شوند كه با هر دم و بازدمي مقاديري از گازهاي خطرناک و ذرات سرب را هم استنشاق و وارد ريه‌هاي خود كنند. وجود هوای سرد و خشک که باعث جذب تشعشع جزئی حرارت زمین می‌گردد.

انواع وارونگی هوا :

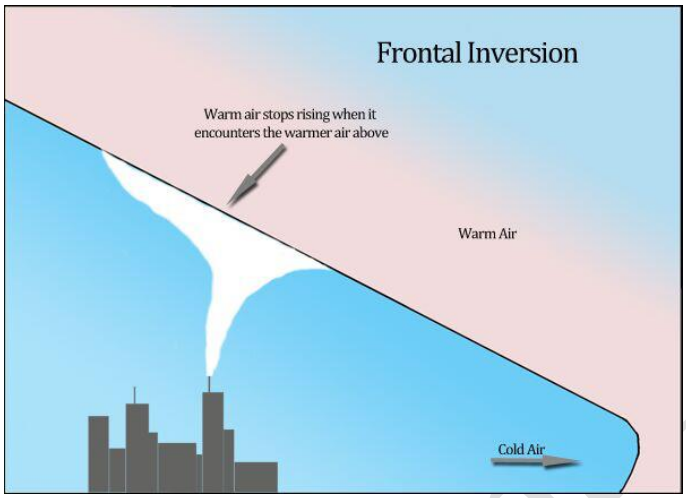
۱. از نظر موقعیت مکانی

اینورژن سطح زمینsurface Inversion

اینورژن سطوح فوقانیupper inversion

۲. از نظر چگونگی پیدایش

اینورژن تشعشعی:Radiation Inversion متداول ترین نوع اینورژن می باشد که در روی خشکی در شبهای بدون ابر و باد بوجود می آید. زمین در طی شب گرمای خود را با تشعشع زمینی (طول موج بلند) از دست می دهد و لایه های مجاور خود را سرد می نماید در نتیجه قسمت زیرین اتمسفر سرد تر از بالا می شود و باعث پیدایش اینورژن می گردد.



اینورژن جبهه ای Frontal Inversion حرکت هوای سرد در زیر هوای گرم یا لغزش هوای گرم روی هوای سرد باعث ایجاد دمای معکوس در لایه ای از اتمسفر می شود که به آن اینورژن جبهه ای می گویند

اینورژن توربلانسی turbulence inversion اگر باد گرمی روی آب سرد وزش نماید تا چند پایی حالت اینورژن بوجود می آورد، که به آن اینورژن توربلانسی یا اغتشاشی می گویند. نوع دیگری از اینورژن وجود دارد که در یک لایه جو دما نسبت به ارتفاع تغییر نمی کند، بلکه ثابت می ماند، این لایه را هم دما(Isothermal)

عوامل ایجاد آلودگی هوا:

- وجود هوای سرد و خشک که باعث جذب تشعشع جزئی حرارت زمین می‌گردد
- آسمان صاف و بدون ابر که عمل تشعشع را سرعت می بخشد
- هوای آرام و بدون باد که باعث عدم تداخل هوای سرد و گرم شود