IRANBOOKLET

مرجع آزمون های شبیه سازی شده هوانوردی

مطالعه کر گرامی فایل پیش رو از وب سایت ایران بوکلت دانلود شده است.
ایران بوکلت مدرن ترین و اقتصادی ترین سامانه شبیه سازی آزمون برای تمامی رشته های هوانوردی اعم از خلبانی ، دیسپچری ، مهمانداری ، تعمیر و نگهداری هواپیما می باشد.
از شما دعوت میکنیم حتما از سامانه ما به نشانی IranBooklet.ir بازدید فرمایید

جزوه درس performance هواپیما به زبان فارسی

*****نکته مهم : با تغییر دما فشار حتما تغییر میکند ولی ممکن است با تغییر فشار دما تغییر نکند .**

: ISA Condition
Temperature = 15 C Or 59 F(1
Pressure = 29.92 In.Hg Or 1013.2 Milibar(2
: Standard Laps Rate(3
به این صورت که به ازای هر 1000 پا که بالا میرویم دما 2 درجه سانتیگراد یا 3.5 درجه فارنهایت افت کند و فشار به ازای هر 1000 پا صعود یک اینچ جیوه یا 34 میلی بار کاهش داشته باشد .

****برای بدست آوردن ISA هر سطحی از این فرمول کمک میگیریم : ISA Temperature = 15 – (Alt/1000 * 2)**

: Altitude
فاصله عمودی هواپیما نسبت به هر خط فشاری که روی Altimeter ست شود میگوییم .

: Q Codes

QFE : همان فشار حاضر در ایستگاه است . اگر در یک فرودگاه این فشار را ببندیم Altimeter عدد صفر را به ما نشان میدهد به تعبیر دیگر اگر این فشار را در پرواز ست کنیم فاصله هواپیما تا سطحی را که روی آن در پروازیم را به ما میدهد که اصطلاحا آنرا Absolute Alt مینامیم که در Annex 6 به آن Height میگوییم .

QNH : اگر فشار ایستگاه را با توجه به Standard Laps Rate به فشار سطح دریا تبدیل کنیم این فشار بدست می آید . این فشار معیار پرواز هواپیما هنگام Departure و Arrival میباشد .
اعتبار این فشار تا 25 مایلی فرودگاه میباشد و پس از خروج از این شعاع QNE را ست میکنیم . اگر روی زمین این فشار را ست کنیم Airport Elevation را به ما نشان میدهد که در بحث Annex به این ارتفاع Altitude میگوییم . یک روش چک هم برای Altimeter توسط این فشار وجود دارد به این صورت که این فشار را روی باند ست میکنیم باید ارتفاعی که به ما نشان میدهد همان ارتفاع واقعی باند باشد که حداکثر خطای قابل قبول 75 پا است .

QNE : به فاصله از خط فشاری 29.92 میگویند که به این خط فشاری اصطلاحا
Standard Datum Plane میگوییم . ارتفاعی را که نسبت به

29.92 میخوانیم همان Pressure Alt
میگوییم که در Annex به آن Flight Level میگویند .

QFF : اگر QFE را نسبت به Actual Laps Rate به فشار سطح دریا تبدیل کنیم فشار واقعی سطح دریا بدست می آید که در عملیات پرواز کارایی آنچنانی ندارد .

: Types Of Altitude

: Indicated Altitude -1

(Current Altimeter Setting QNH)

: Calibrate Altitude(2
اگر IND.Alt را نسبت به Installation Error و Instrument Error و Position Error تصحیح کنیم CAL.Alt بدست می آید .

: True Altitude(3
اگر CAL.Alt را نسبت به ارتفاع PRES.Alt)) و Non Standard Temperature تصحیح کنیم TRU.Alt بدست می آید .

4) Pressure Altitude :
ارتفاع نسبت به خط فشاری 29.92 را میگویند .

5) Absolute Altitude :
ارتفاع هواپیما نسبت به سطحی که روی آن پرواز میکند را میگوییم .

6) Density Altitude :
تغییرات شرایط جوی باعث میگردد که شرایط استاندارد Level های بالاتر و یا پایین تر نسبت به ایستگاه ما در ایستگاهی که ما در آن قرار داریم حاکم گردد که این شرایط موجود تعیین کننده Performance هواپیمای ما است که بر اساس واحد ارتفاع اندازه گیری میگردد که اصطلاحا آنرا DNS.Alt میگوییم . اگر شرایط استاندارد Level های بالاتر در ایستگاه حاکم گردد اصطلاحا آنرا High DNS.Alt مینامند که عامل کاهش Performance است ولی اگر شرایط Level های پایین تر در ایستگاه حاکم گردد اصطلاحا آنرا Low DNS.Alt مینامند که عامل افزایش Performance هواپیما می باشد . به عبارت دیگر DNS.Alt رابطه معکوس با Air Density دارد .

Performance Types :
کلا Performance هواپیما به پنج بخش تقسیم میشوند که عبارتند از :

1)Take Off Performance
2)Climb Performance
3)cruise Performance
4)Descend Performance
5)Landing Performance

که اکنون به تشریح این اقسام میپردازیم .

Take Off Performance :

هواپیما برای بلند شدن از زمین نیاز دارد که مقداری روی باند Fast Taxi کند تا در این مسافت به سرعتی به نام Lift Off Speed برسد که در این سرعت هواپیما Lift کافی برای برخاستن را بدست می آورد . چون T.O Part و Landing Part جزو قسمتهای بحرانی پرواز به حساب می آیند (3 الی 4دقیقه قبل از Landing و 3 الی 4 دقیقه بعد از T.O) به همین منظور برای Safty هواپیما در انتهای باند یک مانع فرضی به ارتفاع 50 پا در نظر میگیریم . بعد از Airborne شدن هواپیما مقدار مسافتی که هواپیما نسبت به زمین طی میکند تا 50 پا مانع را Clear کند را جزو T.O Part لحاظ میکنیم . مقدار مسافتی را که هواپیما طی میکند تا به Lift Off Speed برسد را Ground Roll یا Take Off Roll مینامند که مجموع Ground Roll و مسافتی که هواپیما طی میکند تا مانع 50 پایی را Clear کند را اصطلاحا Total Distance یا Take Off Distance مینامیم . محاسبه Take Off Distance از زمانی است که هواپیما Take Off Thrust میگیرد تا جایی که 50 پا مانع فرضی را Pass میکند .

عواملی که روی T.O Performance تاثیر میگذارند به این شرحند :

1)Temperature:

افزایش دما باعث کاهش Air Density میشود . در نتیجه باید برای تولید Lift کافی مسافت بیشتری روی باند بدود یعنی Ground Roll افزایش پیدا میکند در نتیجه Total Distance زیاد میشود و این عامل کاهش Performance هواپیما خواهد بود .

2)Pressure :

افزایش فشار باعث افزایش Air Density میشود . در نتیجه باید برای تولید Lift کافی مسافت کمتری روی باند بدود یعنی Ground Roll کاهش پیدا میکند در نتیجه Total Distance کم میشود و این عامل افزایش Performance هواپیما خواهد بود .

3)Humidity :

افزایش رطوبت باعث کاهش Air Density میشود . در نتیجه باید برای تولید Lift کافی مسافت بیشتری روی باند بدود یعنی Ground Roll افزایش پیدا میکند در نتیجه Total Distance زیاد میشود و این عامل کاهش Performance هواپیما خواهد بود .

4)A/C Weight :

افزایش وزن هواپیما باعث میشود که Lift مورد نیاز در سرعت بالاتری برای هواپیما تامین شود پس در نتیجه T.O Distance زیاد میشود و این عامل کاهش Performance هواپیما خواهد شد .

5)Wind :

باد روبرو نیرویی است مثبت در جهت تولید Lift در نتیجه اگر Head Wind داشته باشیم هواپیما زود تر Lift کافی را بدست می

اورد در نتیجه T.O Distance کم شده و Performance افزایش پیدا میکند . اما اگر Tail Wind داشته باشیم این مسئله عامل افزایش Ground Speed هواپیما میشود و هیچگونه تاثیری بر تولید Lift ندارد . چون Ground Speed زیاد میشود T.O Distance را زیاد میکند و در نتیجه Performance کاهش میابد . واگر Cross Wind داشته باشیم چون از فرامین کمک میگیریم تا Off نشویم این عمل باعث افزایش Total Drag هواپیما میشود در نتیجه T.O Distance را افزایش داده و Performance را کاهش میدهد .

6) Runway surface :

لازمه هر حرکت وجود یک ضریب اصطکاک متعارف ما بین دو سطح است اگر ضریب اصطکاک سطح باند از حد متعارف خود بیشتر باشد مقداری از Thrust هواپیما به طور غیر مستقیم صرف غلبه کردن بر این اصطکاک میگردد پس طول باند مورد نیاز افزایش پیدا میکند در نتیجه Performance کاهش پیدا خواهد کرد . حال اگر ضریب اصطکاک از حد متعارف کمتر باشد مقداری از نیروی Thrust هواپیما صرف ایجاد اصطکاک نرمال میگردد پس باز هم افزایش طول باند را داریم در نتیجه باز هم Performance کاهش میابد.

7) Runway Gradient :

هرگاه جسمی در سطح شیب دار قرار گیرد مؤلفه وزن آن به دو مؤلفه تجزیه میگردد که مؤلفه افقی وزن در جهت شیب عمل میکند حال اگر Take Off هواپیما در Down Slop باند انجام شود این نیرو در جهت Thrust عمل میکند و باعث میشود هواپیما زودتر به T.O Speed برسد در نتیجه T.O Distance کم شده و

Performance افزایش میابد . اما اگر Take Off هواپیما در Up Slop باند انجام شود مؤلفه افقی هم جهت Total Drag عمل میکند و باعث میشود هواپیما دیرتر به سرعت Lift Off خود برسد این امر باعث افزایش T.O Distance خواهد شد و Performance راکاهش میدهد . در کل میتوان گفت که Up Slop Runway باعث افزایش T.O Performance میگردد و Down Slop Runway باعث افزایش Landing Performance میشود .

8) Turbulence :

Turbulence باعث افزایش Stall Speed هواپیما است . به همین دلیل برای اینکه از Stall کردن احتمالی هواپیما بعد از T.O جلوگیری بکنیم لازم است که با سرعتی بیش از Normal Climb Speed پرواز کنیم تا اینکه تا اینکه در اثر برخورد با Updraft هواپیما به Critical A.O.A نرسد به همین دلیل زاویه Climb هواپیما باید کمتر شود در نتیجه مقدار مسافتی که بعد از T.O طی میکنیم تا 50 پا مانع فرضی را Clear کنیم بیشتر میشود یعنی T.O Distance زیاد میشود در نتیجه Performance کاهش میابد .

9) Ice :

برایT.O کردن هواپیما همیشه باید Ice از روی بدنه کاملا پاک باشد به دلیل اینکه وجود Ice میتواند شکل Airfoil را تغییر دهد و باعث میشود هواپیما زودتر Stall کند و از طرف دیگر این مسئله باعث افزایش وزن هواپیما میگردد و اثر دیگر آن این است که Total Drag را افزایش میدهد . که این عوامل همگی سبب میشوند که کاهش Performance داشته باشیم .

- Anti Ice را قبل از اینکه وارد منطقه مشکوک به Icing شویم استفاده میکنیم ولی Deice را برای از بین بردن استفاده میکنیم .

: Climb Performance

بعد از اینکه هواپیما Airborn میشود عملا Climb Performance هواپیما آغاز میشود . بیش از 90% از عواملی که روی T.O Performance تاثیر گذار بود بر Climb Performance هم تاثیر میگذارد . به جز آیتمهای Runway Surfaceو Runway Gradient بقیه عوامل بر Climb Performance
تاثیر میگذارد معیار سنجش Climb Performance تغییرات Rate Of Climb هواپیما میباشد یعنی هر عاملی که باعث افزایش Rate Of Climb گردد Climb Performance را افزایش میدهد .پس میتوان نتیجه گیری کرد که :
افزایش Temperature و کاهش Pressure و افزایش Humidity و افزایش A/C Weight و Turbulence و Ice Condition همگی عواملی هستند که Climb Performance را کاهش میدهند در مورد باد میتوان گفت Head Wind عامل افزایش و Tail Wind باعث کاهش Climb Performance هواپیما خواهد شد .
در هواپیمایی سه سرعت برای Climb وجود دارد :
: (Best Angel Of Climb Air Speed (VX(1
سرعتی است که اگر هواپیما با این سرعت Climb کند بیشترین ارتفاع را در کمترین مسافت ممکن بدست می آورد . این سرعت

باعث یک Sharp Climb برای هواپیما میگردد از این رو خلبان باید کاملا گیجهای موتور را تحت نظر داشته باشد چون پرواز با این سرعت باعث میشود که Cooling موتور به خوبی انجام نشود به همین دلیل پرواز با این سرعت همیشه برای ما با محدودیت همراه است . چون هدف از این سرعت Clear کردن مانع فرضی انتهای باند است بهتر از پس از رسیدن به این ارتفاع زاویه را کاهش دهیم .

2) VY(Best Rate Of Climb Air Speed) :

سرعتی است که اگر هواپیما با این سرعت Climb کند بیشترن ارتفاع را در کمترین زمان بدست خواهد آورد . این سرعت هم باعث یک Sharp Climb میشود به همین جهت استفاده از این سرعت برای ما دارای محدودیت میباشد و در زمان پرواز با این سرعت خلبان باید دائما Engine Instrument را Monitor نگه دارد . بعد از اینکه هواپیما مانع فرضی انتهای باند را Clear کرد باید سرعت خود را از VX به VY افزایش دهد و تا زمانی که محدوده Traffic Pattern فرودگاه (حدودا به شعاع 5 مایلی فرودگاه) را ترک کند باید این سرعت را نگه دارد . این سرعت برای Clear نگه داشتن موانعی که در اطراف فرودگاه وجود دارد محاسبه شده است .

*****نکته مهم : با افزایش ارتفاع VX افزایش و VY کاهش میابد .**

Service Ceiling :

جایی که MAX Rate Of Climb هواپیما 100 پا در دقیقه باشد .

Absolute Ceiling :

ارتفاعی است که در آن Rate Of Climb هواپیما صفر است (نقطهای که هواپیما قادر نیست بالاتر از آن برود) . نقطهای است که VX و VY به هم میرسند .

3) Cruise Air Speed (Normal Climb Air Speed) :

بعد از ترک Traffic Pattern فرودگاه هواپیما برای گرفتن ارتفاع بالاتر باید از سرعت Cruise Speed استفاده کند اصطلاحا به این سرعت Economic Cilmb Speed هم میگویند بزرگترین اختلاف این سرعت با VX و VY در این است که در این سرعت Rate Of Climb هواپیما کم است ولی سرعت زیاد میشود ولی در VX و VY مقدار Rate Of Climb زیاد و سرعت کم است .

استفاده از این سرعت هنگام Climb محاسن زیر را به دنبال دارد :

1) Better Engine Cooling
2) Better Forward Visibility
3) Better Navigation Speed
4) Reduce Total Time Of Cross Country
5) Reduce Engine Fuel Flow

حدود این سرعت برابر است با 75% از MAX Range Speed هواپیما که این سرعت طبق جداول Performance قابل محاسبه است .

Normal Climb Sequence:
Lift Off ----- VX ----- VY ----- Cruise Climb

اما اگر هواپیما در منطقه Higher Terrain باشد ترتیب Climb آن به این صورت خواهد بود :
Lift Off ---- VY ----- Cruise Climb

VX برای این حذف میشود که یا ارتفاع فرودگاه زیاد است یا ارتفاع کم است ولی مانعی در اطراف فرودگاه وجود ندارد . که این خود دو تعریف برای Higher Terrain است .

تاثیر باد بر روی Climb Performance :

اگر هواپیما در شرایط Head Wind پرواز کند وبا یک سرعت ثابت و با یک Rate ثابت پرواز کند به دلیل باد روبرو Ground Speed هواپیما خیلی کمتر میباشد . یعنی اینکه اگر هواپیما به مدت یک زمان مشخص Climb کند به نسبت مسافت کمتری ارتفاع مورد نظر را بدست می آورد حال اگر همین هواپیما با یک گردش 180 درجه ای در حالت Down Wind قرار گیرد همان باد عاملی در جهت افزایش
Ground Speed هواپیما میگردد . یعنی اینکه برای رسیدن به یک ارتفاع مشخص و در یک زمان مشخص (در صورتی که سرعت و Rate ثابت باشد) مسافت بیشتری طی کرده است . این خود عامل یک فهم غلط میگردد یعنی برای خلبانی که گردش به Down Wind را شروع میکند این تصور به وجود می آید که گردش به Down wind عامل از بین رفتن Lift هواپیما گردیده

است و هواپیما Climb نمیکند . در صورتی که این یک تصور غلط میباشد چون Tail wind هیچ تاثیری بر روی تولید Lift هواپیما نخواهد داشت . آنچه که باعث این تصور غلط میگردد افزایش Ground Speed هواپیما میباشد که باعث میشود هواپیما در طی مسافت بیشتری بتواند به یک ارتفاع مشخص برسد که اگر مثلا مانعی در مسیر وجود داشته باشد خلبان احساس میکند که هواپیما نمیتواند Climb کند و مانع را Clear نگه دارد . پس میتوان مطالب فوق را در یک کلام خلاصه کرد :

تاثیر باد بر روی Climb Performance عامل کاهش Angel Of Climb میگردد (گرفتن ارتفاع به نسبت مسافت بیشتر) و تاثیری بر روی Rate Of Climb ندارد .

Altitude Constance ----- Indicate Air Speed

Rate Of Descend & Constance ----- Rate of Climb Constance

: Cruise Performance

از زمانی که به Cruising Level خود میرسیم وارد طولانی ترین قسمت پرواز میشویم در حقیقت Cruise فاصله دو نقطه Top Of Climb و Top Of Descend میباشد .

Endurance : مدت زمانی که هواپیما نسبت به سوختی که دارد به نسبتFuel Flow میتواند پرواز کند.

عواملی که میتوانند بر Endurance تاثیر بگذارند تغییر ارتفاع و تغییر Power Setting میباشند .

Range : مقدار مسافتی که هواپیما با توجه به سوخت موجود و سرعتی که دارد میتواند پرواز کند . عواملی که بر روی Range تاثیر میگذارند عبارتند از :

. Altitude & Temperature & T Air Speed & G.S

عواملی که بر Cruise Performance تاثیر میگذارند عبارتند از :

1)Power Setting
2)True air speed
3)Ground Speed
4)Range
5)Endurance
6)A/C Weight
7)Engine Fuel Flow

در Cruise محاسبه Estimate Time ورود به هر نقطه بر اساس G.S و یا T Airspeed محاسبه میگردد . T Airspeed هواپیما سرعت واقعی آن در یک Airmass است که اگر مؤلفه H.W و یا T.W را روی آن تاثیر دهیم G.S به دست می آید . برای بدست آوردن T Airspeed با توجه به ارتفاع و درجه حرارت میتوان از CR3 کمک گرفت ولی یک روش ساده هم وجود دارد :

به ازای هر 1000 پا ارتفاع 2% روی Indicated A.S افزایش دهیم T.S بدست می آید .

دو عاملی که بر T.S تاثیر میگذارند (در یک ISA ثابت) عبارتند از تغییر ارتفاع و تغییر درجه حرارت .

با افزایش ارتفاع و درجه حرارت در یک ISA ثابت T.S افزایش پیدا میکند اگر T.S زیاد شود G.S نیز افزایش پیدا کند پس در نتیجه Range هواپیما تا حدی پیدا خواهد کرد . یکی از عوامل

مهمی که در Cruise در نظر گرفته میشود تاثیر باد بر Cruise Performance میباشد که تاثیر باد فقط بر روی مقدار مسافطی است که هواپیما میتواند پرواز کند میباشد (Range) نه بر روی مدت زمانی که پرواز میکند (Endurance) .

Landing Performance :

کلیه عواملی که بر روی T.O Performance اثرداشتند بر روی Landind Performance هم مؤثرند . معمولا در هنگام Approach همان 50 پا مانع فرضی را در ابتدای باند داریم که بهترین نوع Approach زمانی است که هواپیما در ابتدای باند 50 پا ارتفاع داشته و در هزار پایی اول باند هواپیما را بنشاند . یکی از وسائلی که در موقع Landig از آن استفاده میشود Falp ها می باشند . استفاده از Flapها در زمان Landing مسئله بسیار ضروری میباشد مخصوصا برای هواپیماهای High Performance چون استفاده از Flap باعث میگردد که Approach Speed هواپیما کمتر شود در نتیجه Landing Distance کوتاهتر خواهد شد . عملا Flap به طور مستقیم بر روی Landing Distance تاثیر نمیگذارد . معمولا هواپیماها مخصوصا هواپیماهای Transport مسئله No Flap Landing ندارند و در یک پرواز Normal از Flap به هنگام Landing استفاده میکنند . در اصل No Flap Landing برای یک هواپیمای سنگین یک Landing غیر Normal محسوب میشود چون در لین حالت Approach Speed هواپیما زیاد میباشد . در زمان Touch چرخهای هواپیما باید Tire Speed Limit هواپیما را خلبان مد نظر داشته باشد . در زمانی که هواپیما Full Flap برای

Landing می آید باید After Touch حداقل یک Step از Flap جمع شود تا اینکه وزن هواپیما سریعتر روی چرخها قرار بگیرد و از Airborne شدن هواپیما جلوگیری شود و همچنین Effectiveness Break های هواپیما بالا رود . مهمترین عاملی که Effectiveness را تعریف میکند Runway Surface است .

*****نکته مهم : در Landig Performance تاثیر Runway Surface بر روی آن بیشتر از Runway Gradient است چون سطح باند تعریف کننده Break efficiency هواپیما است .**

هواپیما در هنگام Landing و در Final Approach باید یک سرعت مناسب را نگه دارد که مهمترین عامل تعیین کننده آن وزن هواپیما است به دلیل آنکه Approach Speed یک Indicate Air speed است اگر سرعت هواپیما از این سرعت بیشتر باشد Landing Distance افزایش پیدا میکند و اگر سرعت هواپیما کمتر از آن باشد هواپیما A.O.A بیشتری خواهد داشت در نتیجه Sink Rate زیادی خواهد داشت.
در زمان Approach خلبان یک Indicate Air Speed را باید ثابت نگه دارد تا بتواند برای هواپیما یک Rate Of Descend مناسب را ایجاد کند و نهایتا یک Stabilized Approach داشته باشد . به همین دلیل اگر خلبان در Final یک Attitude ثابت را نگه دارد همیشه یک Approach Speed ثابت خواهد داشت .
True Air speed و Ground Speed نمی توانند برای ما معیار درستی برای Approach Speed باشند به دلیل آنکه با تغییر

ارتفاع این دو سرعت متغیرند یعنی تغییر Airport Elevation میتواند روی این دو سرعت تاثیر گذار باشد در صورتی که ارتفاع فرودگاه هیچ تاثیری بر Indicate Air Speed نخواهد داشت .

دو مسئله بسیار مهم وجود دارد که خلبان باید همیشه در هنگام پرواز و Taxi به آنها دقت داشته باشد :

1) Jet Blast :

هوای خروجی از موتور هواپیماهای جت میتواند خساراتی به هواپیماهایی که در پشت آنها و نزدیک آنها هستند وارد کنند که به این جریان Jet Blast میگویند که دارای سرعت و حرارت بالایی است به همین دلیل مخصوصا برای هواپیماهای Light که در پشت یک هواپیمای بزرگ در حال taxi کردن هستند میتواند یک خطر بسیار جدی باشد به همین دلیل هر زمان Anti Collision Light یک هواپیما روشن باشد به آن معنی است که یا هواپیما در حال استارت زدن است و یا اینکه موتورهای آن روشن است که در این زمان اگر بخواهیم از پشت آن Taxi کنیم باید به مسئله Jet Blast دقت داشته باشیم .

Wake Turbulence:

همانطور که میدانیم در زمان تولید Lift دو منطقه پر فشار و کم فشار در زیر و روی بال ایجاد میشوند و چون هوا تمایل دارد همیشه از پر فشار به کم فشار برود این حرکت در دو سر بال (Wing Tip) انجام میشود و با بالا آمدن هوا از منطقه پر فشار به منطقه کم فشار جریانات پیچشی و گردبادی شکل در دو سر Wing Tip بال شکل میگیرد عملا با حرکت کردن هوا از پر فشار به کم فشار چون Air Stream هوا روی بال از بین میرود

درصدی از Total Lift هواپیما کاهش می یابد به همن جهت هرچه سطح مقطع بال در Wing Tip ها کمتر باشد درصدی که از Lift کاهش می یابد کمتر خواهد بود که اصطلاحا به این جریانات Wing Tip Vortex یا همان Wake Turbulence گفته میشود که باعث میشود در پشت هواپیما جرانات متلاطمی بوجود آید که مخصوصا برای هواپیما های Light که پشت سر یک هواپیمای سنگین پرواز میکند بسیار خطرناک است . این Vortex ها از زمانی بوجود می آیند که هواپیما در حالت Take Off Attitude قرار میگیرد که اصطلاحا آن سرعت را VR یا Rotation Speed میگویند **ماکزیمم Wake Turbulence تولید شده در زمانی است که سه شرط زیر وجود داشته باشد :**

1)Heavy A/C

2)High A.O.A

3)Low Speed

که این سه شرط را فقط در حالت Climb و Landing خواهیم داشت که در این دو حالت نیز میزان قدرت این پدیده در Climb قویتر خواهد بود چون هواپیما در Clean Configuration قرار دارد . شدت Wake Turbulence تولید شده به این آیتمها بستگی دارد :

1)A/C Weight :

هرچه وزن هواپیما بیشتر باشد Lift مورد نیاز هم بیشتر خواهد بود در نتیجه اختلاف فشار زیر و روی بال بیشتر خواهد شد و طبیعتا Wake Turbulence شدیدتری هم خواهیم داشت .

2)Air Density :

چون Air Density رابطه مستقیم با تولید Lift دارد و عامل

افزایش Lift هواپیما میگردد در زمان High Air Density میزان Wake Turbulence افزایش پیدا میکند .

3) Wing Span :

در دو هواپیما با وزن ثابت هواپیمایی که دارای Wing Span کوتاهتری است Wake Turbulence شدیدتری دارد چون مقدار نیرویی که بر واحد سطح در Span کوتاهتر وارد میشود بیشتر است . هرچه Span کوتاهتر شود Wing Tip به Differential Pressure نزدیک تر میگردد و باعث شدت بخشیدن به Wing Voretx میگردد .

4) A/C Speed :

در بحث Wing Vortex همیشه سرعت را در کنار A.O.A قیاس میکنیم یعنی عملا در High A.O.A که همراه Low Speed میباشد میزان شدت Wake Turbulence افزایش پیدا میکند . جهت چرخش Wing Vortex روی بال سمت راست خلاف جهت عقربه های ساعت و روی بال سمت چپ همجهت عقربه های ساعت میباشد . Rate Of Descend آن حدود 400 تا 500 پا در دقیقه است و Level Off Point آن 800 تا 900 پا زیر ارتفاع است که هواپیما در آن پرواز میکند و سرعت آن چیزی در حدود 90 نات میباشد . تاثیر باد میتواند زمان از بین رفتن Wake Turbulence را تغییر دهد مهمترین بادهایی که این زمان را افزایش میدهد Tail Wind و Quarter Tail Wind میباشند که از بین این دو نوع Quarter Tail Wind میتواند تاثیر بیشتری داشته باشد . در کل حداقل زمانی که ما میتوانیم در پشت یک هواپیمای سنگین Operation کنیم 3 الی 4 دقیقه است . در زمانی که چرخهای هواپیما روی زمین است عملا Wake Turbulence

ی وجود ندارد پس میتوان گفت After Landing و Before Take Off برای هواپیما Wake Turbulence در نظر گرفته نمیشود .

کلا برای جلوگیری از تاثیر wake Turbulence هواپیماهای دیگر بر هواپیمای خود باید این پنج حالت را به خاطر داشته باشیم :

1 - Lift Off Point هواپیمای سبک باید قبل از Lift Off Point هواپیمای سنگین باشد و همچنین Flight Path هواپیمای سبک باید بالاتر و موازی Flight Path هواپیمای سنگین باشد .

2 - Lift Off Point هواپیمای سبک باید بعد از Touch Down Point هواپیمای سنگین باشد .

3 - Touch Down Point هواپیمای سبک باید قبل از Lift Off Point هواپیمای سنگین باشد .

4 - Touch Down Point هواپیمای سبک باید بعد از Touch Down Point هواپیمای سنگین باشد و Flight Path هواپیمای سبک باید بالاتر و موازی Flight Path هواپیمای سنگین باشد .

5 - Traffic Pattern یک هواپیمای سبک باید داخل Traffic Pattern هواپیمای سنگین باشد .

: Wind Component Chart

اختلاف Wind Direction و Runway Heding را Angel Off Runway میگویند :

Runway Heding – Wind Direction = 0 Full Head (1 Wind

Runway Heding – Wind Direction = 180 Full Tail (2 Wind

Runway Heding – Wind Direction = 90 Full (3 Cross Wind

Quarter 90 > Runway Heding – Wind Direction(4 Head Wind

Quarter 90 < Runway Heding – Wind Direction(5 Tail Wind