آموزشگاه هواپیمائی مدل

صندوق پستی ۲۸۴۳

تئوری پرواز

تئوری پرواز

مهارت یك‌خلبان صرفا درچگونگی دانستن حرکت ونحوه استفاده از فرامین هواپیما نمیباشد بلکه بستگی بان داردکه خلبان اطلاعات‌کافی درمورد نیروهای‌موثر در پرواز وطرق بهره‌برداری‌بیشتر ازنیروهای مزبورباستفاده ازقوانین ایرودینامیکی ضمن اطلاع‌از محدودیتهای هواپیما داشته باشد.

یك خلبان خوب‌برای‌اینکه درهر حالتی‌قادر به‌کنترل‌هواپیماباشد بایدازاصول مقدماتی پرواز برخوردار و بطور خلاصه بداند هواپیمای‌وی‌چراپرواز میکند و فرامین مختلف چگونه درپرواز اوتاثیر میگذارند وباکسب این معلومات یك‌خلبان خوب میتواند در حاشیه امنی پرواز نموده ازکارهای خطرناك دوری جسته وخود رابرای دفاع‌درموقعیتهای غیرمنتظره وغیرعادی آماده نماید.

کتاب تئوری پرواز وسیله‌ایستکه باخواندن دقیق آن میتوانید حقایق مربوط به‌پرواز را باسانی ودرمدت بسیارکم فراگیرید. عکسهای مربوط‌به‌این‌کتاب عکسهای بسیار گویائی میباشندکه‌کلیه حالات پرواز یك هواپیما رااز نخستین مرحله تامراحل بسیار پیچیده وحساس بخوبی روشن میسازد.

این‌کتاب ازچهار درس تشکیل و سئوالات امتحانی هر درس در پایان کتاب

مشخص شده وجواب‌صحیح‌سئوالات نیزداده شده است.

خواندن‌دقیق این‌کتاب برای اعضای آموزشگاههای هواپیمای مدل وگلایدرو خلبانی وحتی‌بسیاری ازخلبانان‌کم تجربه بسیار مفید و امو زنده بوده و بسیاری از سئوالات آنها را بخوبی جواب خواهد داد .

سئوال« هواپیما چگونه پرواز میکند»که در ذهن اغلب مردم‌کوچه و بازار در این عصر هواپیمائی و فضانوردی خطور میکند نیز بزبان خیلی ساده وبـا مثالهـای بسیار آسان دراین‌کتاب جواب داده شده است وبـایـکبار خوانـدن ودیـدن تصاویـر مربوطه هرگز فراموش نخواهد شد.

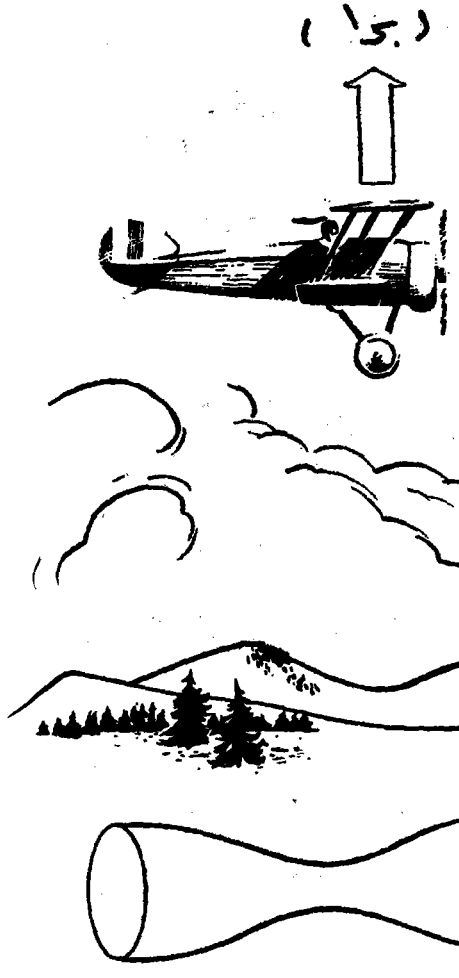
درس اول

تصور نمائید برای بدرقه یکی از دوستانتان که عازم خارج ازکشور میباشدیا احیاناً خودتان عازم میباشید به فرودگاه مهرآباد آمده‌اید وباید تاپرواز هواپیمای مورد نظر چند ساعتی در فرودگاه باشید امروز روز شلوغی است و تعداد زیادی هواپیما یکی بعد از دیگری فرود آمده ویا فرودگاه را ترك میکنند وشماکه به‌هواپیما وپرواز آن بسیار علاقمند میباشید ویا در همین چند ساعت به‌آن علاقمند شده‌اید از خود سئوال میکنید چه‌چیزاین هواپیماها را درآسمان نگهمیدارد این کتاب به‌سئوال شماپاسخ میدهد.

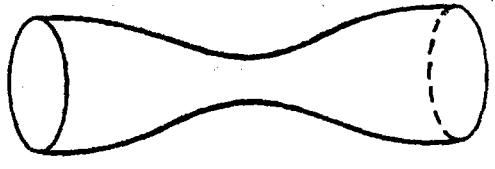
بشکل۱ نگاه‌کنیدنیروئی رانشان میدهدکه عامل اصلی بپرواز درآمدن هواپیماست. نام این‌نیرو (برا) است. (برا) از اختلاف فشار هوادرسطح بالائی‌وپائینی بال دراثر برخورد الیاف هوا حاصل میگردد ودر حقیقت یك‌فشار منفی‌است. بعبارت دیگر فشارکمتر ازفشار جو میباشد.

برای‌فهمیدن(برا) کسب معلوماتی‌درباره‌تاثیرجریانات هوادراجسام‌لازم‌میباشد.

شکل۲ یك‌لوله خالی مخصوصی رانشان میدهد قطر دوسرباز این لوله از گلوگاه ویا وسط آن بیشتر میباشد وبنام لوله ونتوری نامیده میشود.

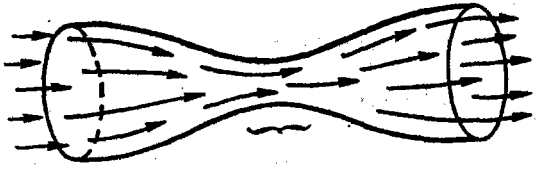


شکل ۱



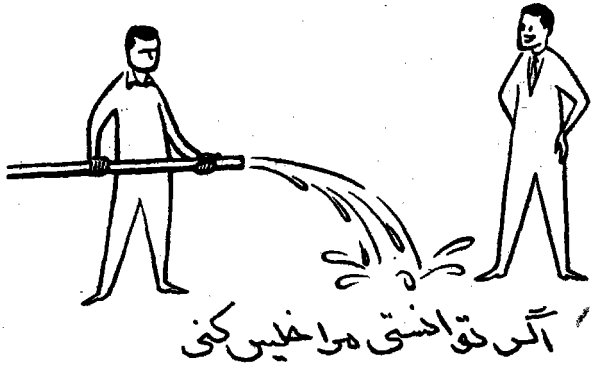
شکل ۲ لولهٔ ونتوری

درشکل۳ مقداری‌جریان هواازطرف چپ‌وارد لوله‌میشودوچون‌قطرلوله‌در وسط کم‌میشودوازطرف‌دیگرجریان هوادائماًازطرف‌چپ ادامه‌دارد هوای‌رسیده‌به‌وسط لوله ناگزیرباسرعت بیشترباید‌ازقسمت‌کم قطرعبورکرده وازسر دیگر لوله خارج شود این حقیقت نه فقط درمورد هوا بلکه درمورد آب هم صادق است.



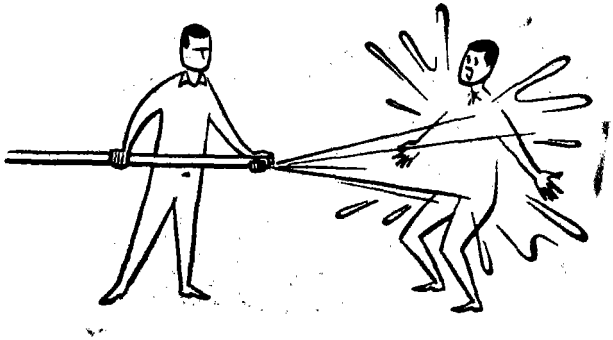
شکل۳ جریان هوای سریع

بشکل۴نگاه کنید شاید فرصتی دست بدهد تا بخواهید دوستتان را با یك لوله آب درکنار استخر خیس نمائید وقتی لوله را بطرف دوستتان میگیرید او در میرود



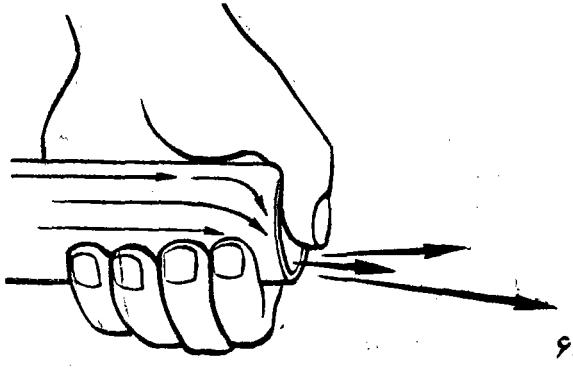
شکل۴

وفشار وبرد آب وطول لوله‌هم انقدر نیست‌که بـه‌او برسد درنتیجـه اوخیس نمیشود حالا اگر مانند شکل ۵ شست خود را روی سوراخ لوله قرار دهید اشکال حل خواهد شدچون مقطع‌لوله‌کوچك میشود وآب باسرعت زیادتری ازلوله خارج شده ودرنتیجه مسافت بیشتری راطی خواهد کرد و دوستتان خیس خواهد شد.



شکل۵

شکل۶ چگونگی این موضوع را شرح میدهد شما بدون اینکه بدانید یك لوله ونتوری ساخته اید و آب هم مانند هوا بعلت تنگ شدن سر لوله بوسیله انگشت شست شما و زیادشدن فشار سرعت گرفته است. سر لوله و یا محل خروج آب را در اینجا میتوان به قسمت کم قطر لوله ونتوری تشبیه نمود. بگذارید لوله ونتوری را مدتی بحال خود بگذاریم ولی این اصل را بخاطر داشته باشید سرعت هوا با خروج از مجاری نسبتاً کوچك همیشه زیاده میگردد.



شکل۶

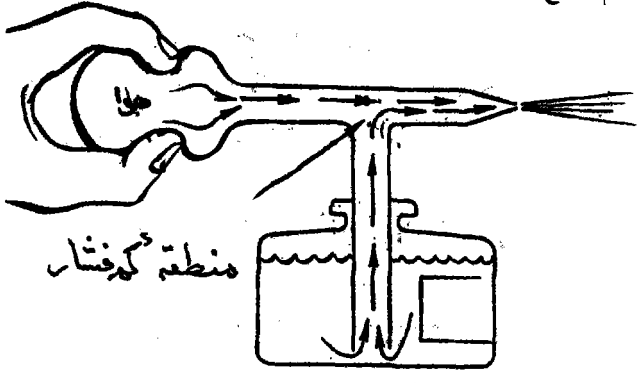
در داخل جلد این کتاب ورقه سفیدی قرار دارد آنرا بردارید وطبق شکل۷ نزدیك دهان خود قرار داده وخیلی آرام وآسان شروع به فوت کردن به سطح فوقانی آن بنمائید حالا قدری تندتر وباز هم تندتر فوت کنید کاغذ بطرف بالا میاید نمیاید....؟

وقتیکه جریان هوا از روی سطحی بسرعت عبور میکند درروی آن یك منطقه

شکل۷

کم فشار یامکش ایجاد مینماید وهرقدر هوا سریع‌تر حرکت کند فشار کمتر خواهد شد وچون فشار در زیر سطح برابر فشار جو ویا بیشتر خواهد بود سبب بالا آمدن کاغذ میشود.

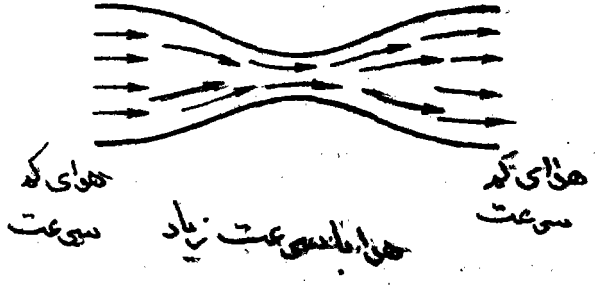
عطرپاش معمولی وپیستوله رنگ‌پاشی هم روی همین اصل کار میکنند. شکل۸ ساختمان داخلی یك عطرپاش رااز نزدیك نشان میدهد بافشار دادن گوی لاستیکی هوا در داخل لوله افقی جریان یافته واز بالای لوله عمودی منتهی به ظرف مـــایع عبور میکند ودر نتیجه یك منطقه مکش ویاکم فشار بوجود میاید ومایع ازلوله بالا آمده واز سر لوله‌افقی بخارج پاشیده میشود. دراینجا مایع‌هم ما ندبلند شدن کاغذ ازظرف بالا میاید یعنی همانطوریکه جریان‌هوا ازبالای کاغذ عبورکرد وآنرا ازجا بلندکـــرد همین جریان‌هم مایع رابالا می‌آورد



شکل۸

بگذارید آنچه راکه تابحال آموخته‌ایم خلاصه کنیم.

بشکل۹ نگاه کنید وقتی جریان‌هواازیك محیط بازواردیك منطقه محدود میشود



شکل۹

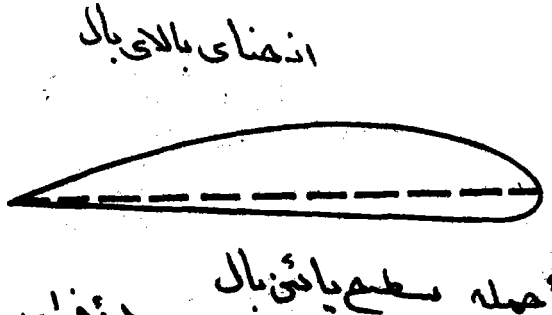
بالطبع سرعت آن افزوده میشود .

شکل۱۰، وقتی‌جریان هوا از روی سطح شیئی عبور میکند خلاء ویامنطقه‌کم فشار بوجود میاورد هرقدر سرعت هوا بیشتر شود مکش هم زیادتر ودرنتیجه فشار کم‌تر خواهد شد بخاطر داشته باشید بازیاد شدن سرعت هوا درموقع عبور ازروی‌یك شئی‌ازفشار آن‌کاسته میشود. تاچند لحظه دیگر درمورد ارتباط این دواصل باهواپیما بحث خواهیم کرد.

شکل۱۰

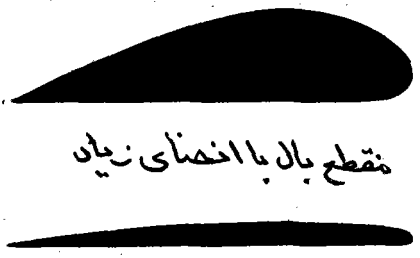
بگذارید قدری درباره بال هواپیماکه بالاخره هواپیما را درهوا نگمیدارد صحبت نمائیم .

در شکل ۱۱ مقطع یك‌بال نمونه بنظر شما میرسد، لبه جلو بال را لبه حمله ولبه عقبی بال رالبه فرار وخط فرضی بین لبه حمله وفرار را وتر بال مینامند. سطح منحنی بالای بال را انحناء یاقوس بال میگویند.



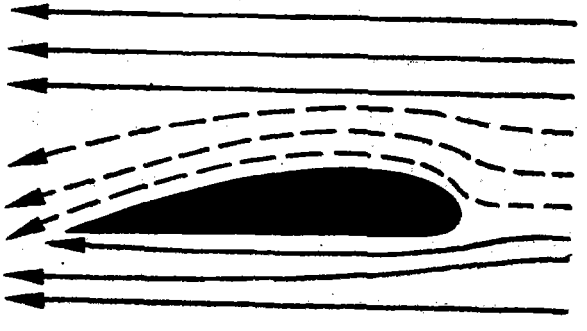
شکل۱۱

درشکل ۱۲ مقطع دوبال نشان داده شده قوس یا انحناء یك بال زیـاد وبال دیگر بسختی‌دارای انحناء میباشد. دراینجابهتراست باقسمتهای مختلف‌بال آشناشوید زیرا باآنهاکار خواهیم داشت.



شکل۱۲

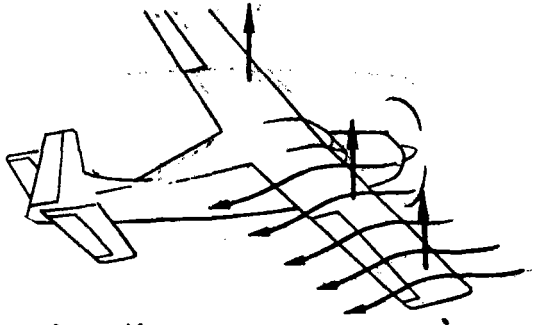
حالا شکل ۱۳ مقطع بال‌رادر هنگام پرواز نشان میدهدپیکانها نماینده عبور جریان یاالیاف هوا از رو وزیر بال وخطوط مستقیم بالای‌بال معرف جریان مغشوش نشده ومنظم هوا میباشد ، با دقت به‌هوائی که از بالای بال عبور میکند نگاه کنید الیاف هوا ازیك منطقه بهم فشرده محـدود از زیر به انحنای بال وازبالابـه‌طبقه منظم هوا عبور مینماید بعبارت دیگر هـوائی کـه مستقیماً ازبـالای بال میگـذرد منطقه‌ای را طی مینماید که شباهت زیادی به‌لولـه و نتوری دارد و شما میدانید در لوله ونتوری چه‌چیز اتفاق می‌افتد سرعت‌هوا زیاد میشود. حالا منظور از انحنای



شکل۱۳

بال را درک میکنید زیرا همین انحناء است که تشکیل یک لوله نیمه و نتوری میدهد .

نتیجه عبور سریع هوا از بالای بال را میتوان درشکل ۱۴ مشاهده نمود. سرعت زیاد هوا در بالای بال تولید یك منطقه کم فشار روی بال مینماید که آنرا (برا) مینامند ودرنتیجه بال بالامیاید.

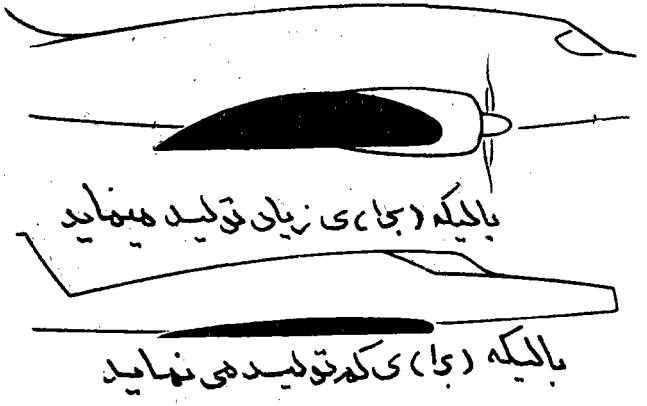


شکل۱۴

مجدداً کاغذ سفید را مانند دفعه گذشته فوت نمائید ببینید چگونه بالا میاید نیروئی که سبب میشود کاغذ بالا بیاید ونیروئی که سبب میشود بال بالا بیاید هر دو یکی میباشند هوائی که ازسطح انحناء دار بال عبور میکند بابدست آوردن سرعت تولید خلاء یامنطقه کم فشار روی بال مینماید وبعلت کم شدن فشار درسطح بالائی بال در نتیجه بال هواپیما بالا میاید وبهمین دلیل است که هواپیما پرواز میکند.

بزرگی وکوچکی هواپیما اهمیتی ندارد بطورخلاصه میتوان گفت بال باین منظور طرح ریزی گردیده که تولید (برا) بنماید. هرچیزیکه برای تولید (برا) طرح شده باشد سطح ایرودینامیکی یا «ارفویل» نامیده میشود. واضح است در زیر سرعت صوت هر قدر زاویه انحناء بال زیادتر باشد (برا)ی بیشتری ایجاد خواهد نمود.

شکل ۱۵ مقطع دونوع بال یکی با (برا)ی زیاد ودیگری با (برا)ی کم را نشان میدهد ازبال با (برا)ی زیاد درهواپیماهائی استفاده میشودکه بارهای سنگینی حمل میکنند واضح است که بالهای حجیم با (برا)ی زیاد درمقایسه بابالهای با(برا)ی کم مقاومت زیادی درمقابل هوا ایجاد نموده ونمی‌توانند بسرعت پرواز نمایند.

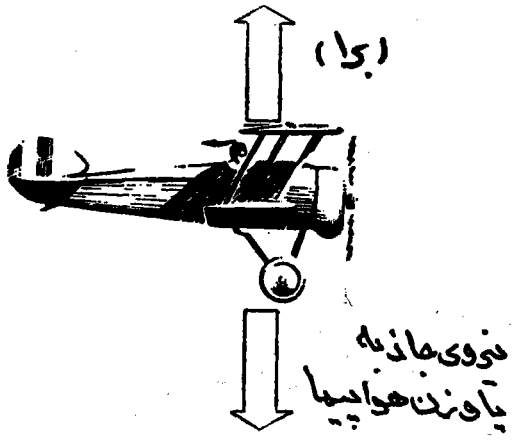


شکل۱۵

در ساختمان هواپیماهای شکاری و ره‌گیری امروزه که اکثراً درشرائط ومواقع لازم بالای سرعت‌صوت‌پروازمینمایند اجباراًاز بالهای‌نازك با(برا)ی‌کم استفاده‌میشود تا سرعت سریع لازم را بدست آورند.

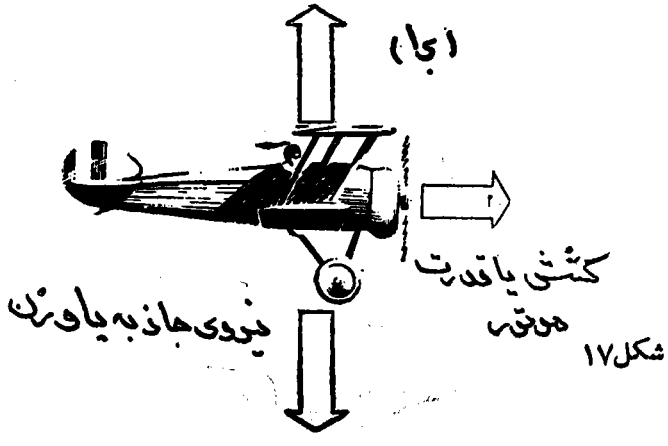
بانگاهی به‌بالهای هواپیماهای جدید امروزه میتوان باسانی به‌سریع ویاکند بودن سرعت پرواز آنهاپی برد زیرا انحنای بال معرف این موضوع است. بهرحال دراکثر هواپیماها حد متوسطی بین (برا)ی‌زیاد وسرعت زیاد درنظرگرفته میشود واز یك‌انحناء متوسط استفاده میشود. (برا) یکی ازچهار نیروی عمده‌ای‌استکه در روی هواپیما در موقع پرواز عمل مینماید.

نیروی دیگر در شکل۱۶ نشان دادن شده است شاید حدس زده باشید این نیرو همان نیروی ثقل یا درست وزن هواپیما میباشد. اگر هواپیما وزن نداشت به (برا) هم احتیاج نداشت.



شکل۱۶

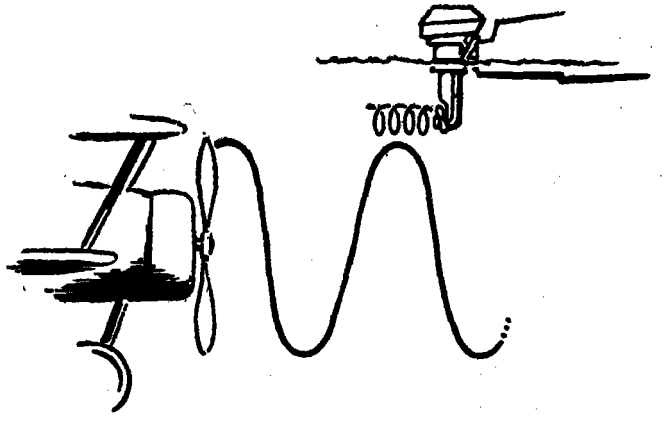
شکل۱۷ نیروی سوم وارده به هواپیما را نشان میدهد این‌نیروکشش یا نیروی پیش برنده هواپیما میباشد،کشش بوسیله ملخ یا ملخها در هواپیمای چند موتـــوره وتوربین درهواپیماهای جت تولید میشود .



شکل۱۷

شکل ۱۸ نشان میدهد ملخ چگونه هواپیما را درهوا بـه پیش میکشد. ملـــخ همانطـــور عمل میکندکـــه دریك قـــایق موتـــوری ملخ آن قایق را بطـــرف جلو فشار میدهد.

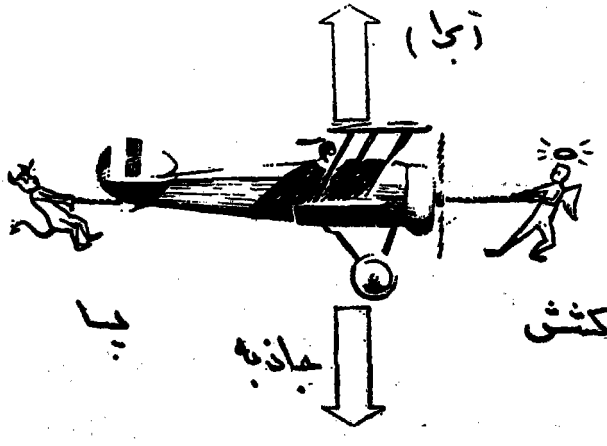
نیروی لازم برای‌گرداندن ملخ از موتور بدست میاید. گرچه موتور جت ملخ ندارد وساختمان آن باموتور پیستونـی تفاوت دارد ولی‌کشش تـولید شده درحقیقت



شکل۱۸

بهمین ترتیب ایجاد میگردد. بطور کلی در این دو موتور یك چیز مشترك‌است. برای بدست آوردن کشش زیاد باید نیروی زیاد بکار رود. بسیاری از مردم تصور مینمایند اگر نیروی موتور دوبرابر گردد سرعت هواپیما هم دوبرابر خواهد شد در حالیکه این مسئله درست‌نیست زیرا دراین‌صورت هواپیما های سبك امروزه احتمالا میبایستی در سرعتهائی معادل یابیش‌از۵۰۰ میل در ساعت پرواز میکردند.

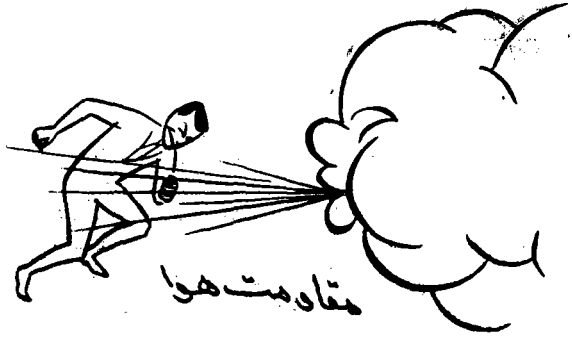
به شکل۱۹ نگاه‌کنید در حقیقت نیروی‌کشش برای خنثی‌نمودن نیروی‌چهارم که پسانامیده‌میشودودرموقع‌پروازروی‌هواپیماایجاد میشود میباشد.مقاومت‌هوایا پسا کوشش‌میکندمانع حرکت‌شیئی درهواگردد.



شکل۱۹

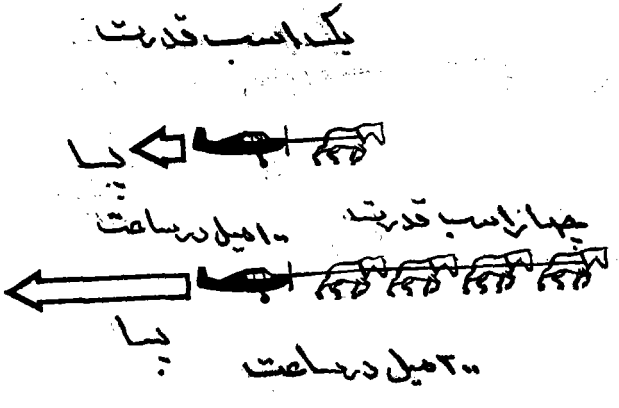
بشکل ۲۰ نگاه‌کنید هر قدرتندتر بدویم بامقاومت بیشتر هوا درمقابل خود روبرو خواهیم شد ، اگر در خودروئی‌که باسرعت ۳۰ میل درساعت درحرکت است

دست خود را ازپنجره بیرون بیاورید مقاومت هوا را درروی دست خودحس خواهید کرد حالا اگر سرعت خودرو را دوبرابر نمائید ملاحظه خواهیدکرد مقاومت بیشتر خواهد شد. برمبنای محاسبات انجام‌شده فیزیکی‌مقدار این‌نیرو بامجذور سرعت‌نسبت مستقیم دارد در این حالت مقاومت هوابچهار برابر افزایش خواهد یافت .



شکل۲۰

درمورد هواپیما هم اگر سرعت هواپیما از ۱۰۰ میل درساعت به۲۰۰ میل در ساعت افزایش داده شود مقاومت هوا نیز طبق‌شکل۲۱ چهار برابر خواهدشد. برای خنثی نمودن این مقاومت اضافه شده هوا کشش یا قدرت موتور نه‌فقط باید دو برابر شود بلکه ازچهار برابر هم باید بیشترگردد. بگذارید تصورنمائیم موتور بسیار بزرگی را روی‌هواپیمائی نصب مینمائید تا سرعت هواپیمادو برابرگردد خوب این موتور بزرگ سوخت بیشتری میخواهد ودر نتیجه وزن هواپیما زیاد میشود ووقتی

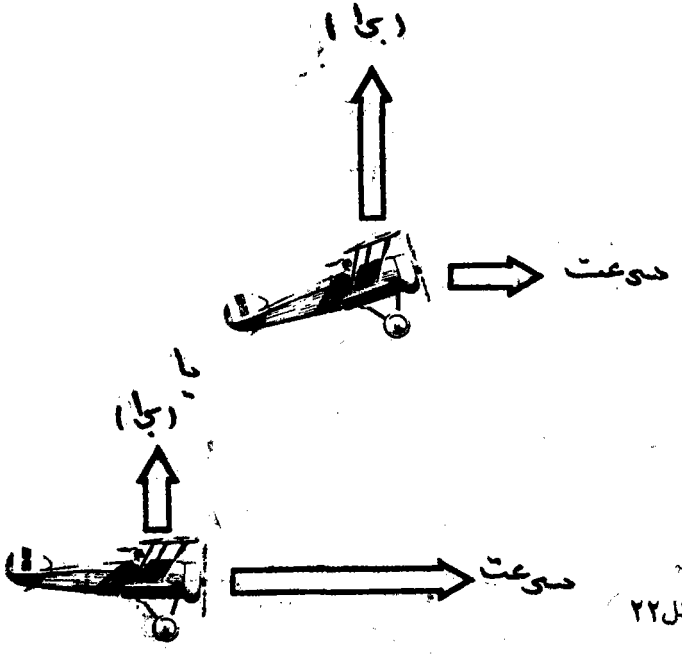


شکل۲۱

وزن هواپیما زیاد شد مسلماً (برا)ی بیشتری لازم است که در این صورت یا باید بال بزرگ شود ویا انحنای آن زیادگرددکه این‌ها خود تولید پسای بیشتر مینماید.

شکل ۲۲ به یك قسمت دشوار از طرح هواپیما مربوط میگردد.همه چیز را نمیتوان باهم درهواپیما داشت یاباید سرعت فدای (برا) گردد و یا (برا) فدای‌سرعت.

اکنون که‌باچهار نیروی اصلی مؤثربهواپیما درحال پرواز آشنا شدیم بتشریح در مورد آنها می پردازیم عمل این‌نیروها روی یك هواپیمای کوچك مثلا پایپر یا یك بوئینگ ۷۴۷یکسان میباشد. حالا میدانید چرا هواپیما پرواز میکند .اگر در اینمورد مطمئن نیستید و اگر احیاناً مطلبی وجود دارد که اطمینان بدانستن آن ندارید بهتر است قبل ازبحث‌دراین‌باره وتشریح بیشتر در مورد نیروهای فوق مجدداً درس اول‌را تکرارکنید .

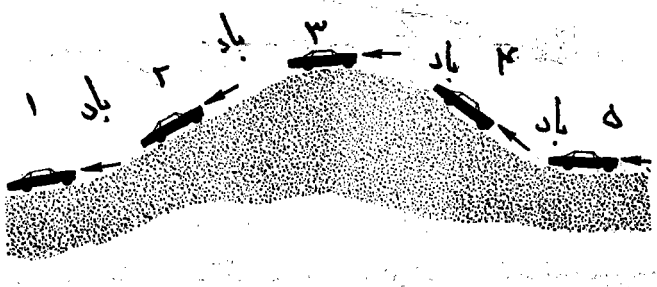


شکل۲۲

برای اطمینان از آمادگی خود وفهم مطالب مشروحه بسئوالاتی که در قسمت آخر این کتاب آمده است جواب دهید و معلومات خود را بیازمائید وبعددرس‌دوم‌را شروع نمائیدضمناً بدانیدجواب‌صحیح هر سئوال در زیر همان صفحه داده‌شده است .

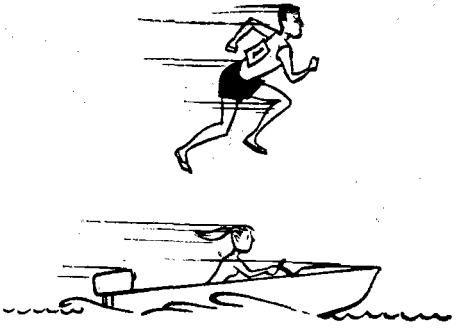
درس دوم

در شکل ۱ خودرویی ازتپه ناهمواری درحال بالا رفتن میباشد فرض کنید شما راننده این خودرو هستید و سرعت خودرو ۶۰ کیلومتر در ساعت است اگر در نقطه ۱ دست خودراازپنجره بیرون بیاورید بنظر شمابادازکدام جهت میوزد البته از روبرو حالا درنقطه ۲ هستید دوباره باد ازچه‌جهتی میوزد باز هم از روبرو در حقیقت فرق نمیکند درهر نقطه‌ای که با شید چه سربالا چه‌سرازیر و چه در یك سطح افقی در نقاط ۳ و۴ یا ۵ باد همیشه درخلاف جهت حرکت شما میوزد .این جریان هوا یا بادکه در حقیقت دراثر حرکت خودرو بوجود آمده است وشما دراثر برخورد آن‌بادستتان آنرا حس میکنید بادنسبی‌نامیده‌میشود البته هرقدر سریع‌تر حرکت نمائید باد نسبی قویتر خواهد بود .



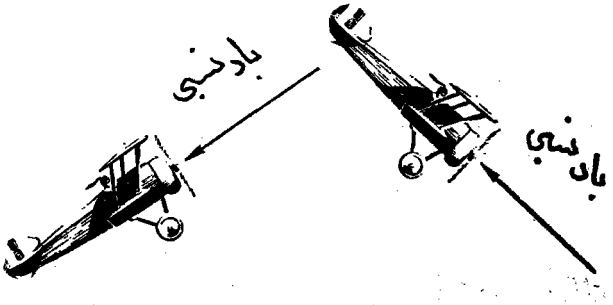
شکل۱

هرچیز که درهوا حرکت کند بادنسبی معادل باسرعت حرکت خود بوجودمیآورد در شکل ۲ دومورد دیگر ازبادنسبی نشان داده شده‌است بخاطر داشته باشید بادنسبی



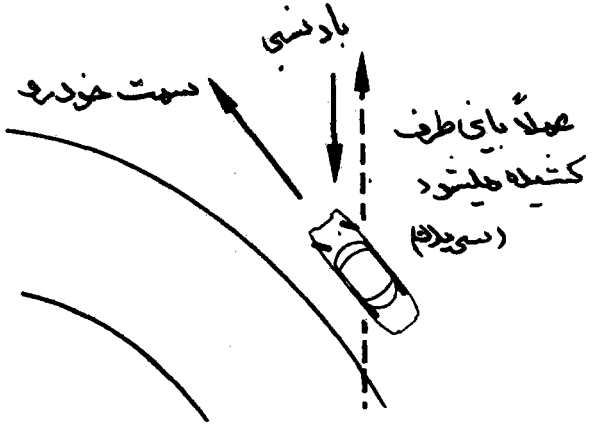
شکل۲

همیشه درجهت خلاف حرکت شماظاهر میشود به‌شکل ۳ نگاه کنید اگر بالا بروید جهت بادنسبی بطرف پائین خواهد بود و اگر بطرف پائین حـــرکت نمائید جهت باد نسبی بطرف بالا خواهد بود این موضوع درمورد هر شیئی که حرکت میکند مثل خودرو و قطاروهواپیما وکشتی صدق میکند .



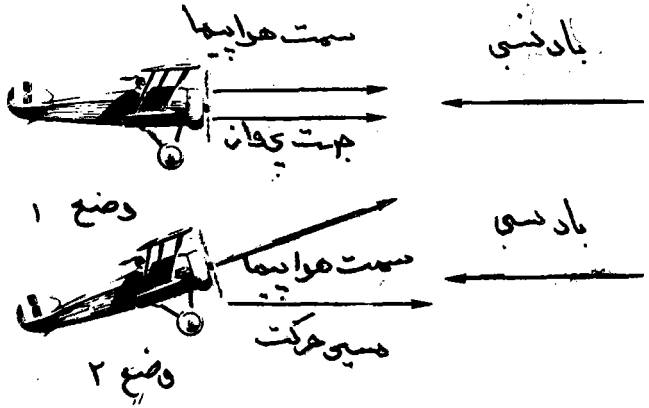
شکل۳

گاهی اتفاق می‌افتد جهت حرکت وسیله‌ای باسمت آن یکی نمیباشد مثلا در شکل ۴ خودروئی درروی یك جاده لغزنده لغزیده وبه منطقه یخزده کنار جاده کشیده شده واز پهلو درحرکت است در حالیکه سمت خودرو درجهت دیگراست حالا دراین صورت جهت بادنسبی ازکدام طرف خواهد بود در جهت سمت خودرو و یا جهتی که خودرو عملا میلغرد جواب آن اینست باد نسبی همیشه در خلاف جهت حرکت شما میوزد نه‌در سمتی که جلوی خودرو درآن سمت قرار دارد .



شکل۴

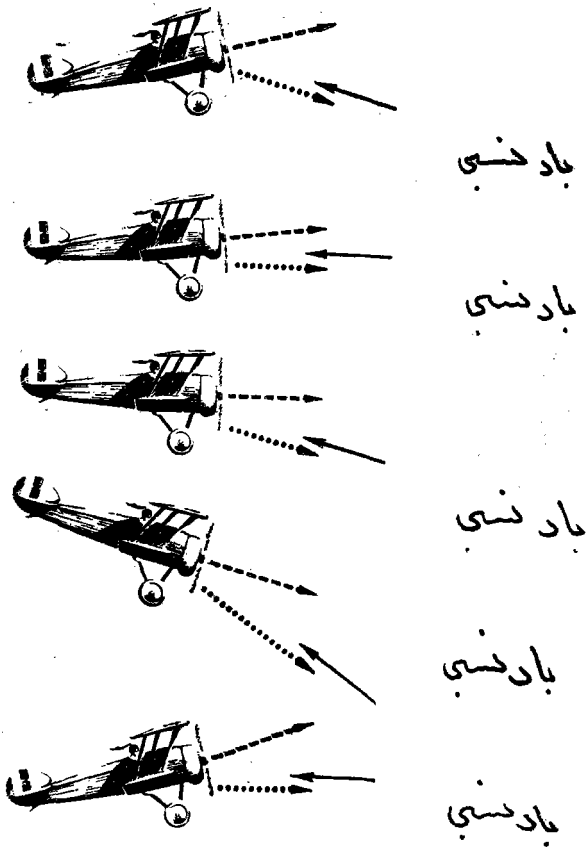
شکل ۵ دو وضع متفاوت رانشان میدهد در وضع ۱ هواپیمائی در یك سمت و جهت درحال پروازاست بنابراین‌بادنسبی درجهت مخالف یعنی درست ازمقابل میاید. میتوانید بگوئیدهواپیمادرحال حمله‌بادنسبی میباشددر وضع ۲گرچه دماغ هواپیما بسمت بالا قرار دارد ولی درواقع بـآرامی دریك مسیر افقی پـرواز مینمایدکه دراین حال هواپیما ودر نتیجه بال آن تحت زاویه‌ای به بادنسبی برخورد مینماید .



شکل۵

زاویه بین محور طولی هواپیما و باد نسبی را زاویه حمله میگویند . شکل ٦ هوا پیمائی را در حالتهای مختلف با زاویه حمله متفاوت نشان میدهد خطوط نقطه چین مسیر واقعی پرواز هواپیما وخطوط خطچین جهت حرکت هواپیمارا نشان

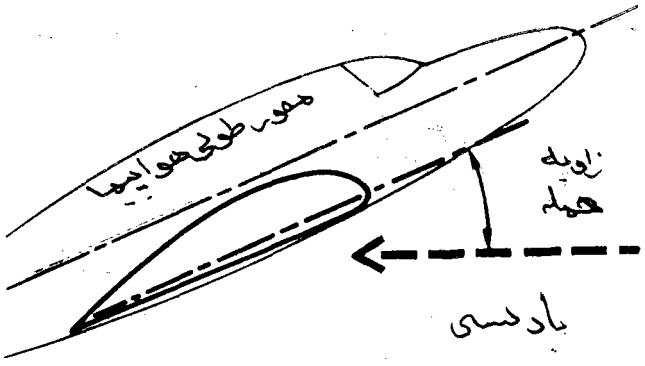
میدهد این اشکال را مدتی مطالعه و بررسی نمائید وسعی کنید هواپیمائی راکه بزرگترین زاویه حمله را دارد مشخص سازید .



شکل۶

حالا زاویه حمله کدام هواپیما از همه کوچکتر است شکل ۷ همین مطلب را بصورت بزرگتری نشان داده است و هواپیمائی را بازاویه حمله زیاد نمایش میدهد .

باتوجه به تعریف بالا زاویه حمله زاویه ایست که بین جهت بادنسبی و محور طولی هواپیما بوجود میآید .چون بال به بدنه متصل است و در حقیقت عامل اصلی تولید (برا) میباشد ووتر آن بال بامحور طولی هواپیما تقریباً موازی است ازاین ببعد بجای بکار بردن محور طولی هواپیما وتر مقطع بال را بکار خواهیم برد و بعبارت دیگر میتوان زاویه حمله را اینطور تعریف نمود - زاویه بین مسیر برخورد الیاف هوا با وتر مقطع بال هواپیما(بشکل ۷ توجه نمائید) .



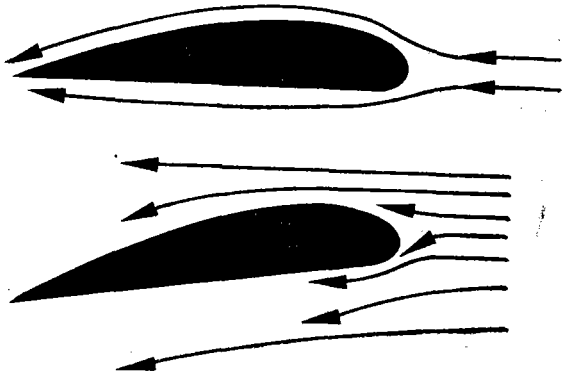
شکل۷

با توجه بشکل ۸ ــ می‌بینیم بال بازاویه حمله زیاد منطقه تنگتری برای عبور جریان هوا بوجود میآورد ودرنتیجه دراثر تنگ بودن مسیر (لوله ونتوری را بخاطر بیآورید) سبب زیادشدن سرعت هــوا میگردد واین سرعت زیــاد هوا منطقه کم فشار زیادتری ایجاد میکند و بالاخره بال هم (برا)ی بیشتری تولید مینماید .پس میتوانیم بگوئیم (برا)ئیکه بال در زاویه حمله زیاد تولید میکند بیشتر از (برا)ی تولید شده با زاویه حمله کم میباشد .

شکل۸

در شکل ۹ بازهم خواهیم دیدکه اگر زاویه حمله زیاد باشد بال هواپیما با باد نسبی دریك خط قرار نخواهندگرفت وروی همین اصل بال با مقاومت بیشتری از هوا روبرو خواهد بود ودرنتیجه ازسرعت هواپیما درهواکاسته خواهد شد .در اینجا یکی از مهمترین قوانین پــرواز نتیجه میشود مقدار (بــرا) با سرعت نسبت مستقیم دارد

بعبارت دیگرافزایش‌سرعت باعث‌افزایش (برا) ونقصان زاویه حمله گشته و بالعکس ازدیاد زاویه حمله‌تاحد معینی باعث ازدیاد (برا) ونقصان سرعت میگردد .



شکل۹

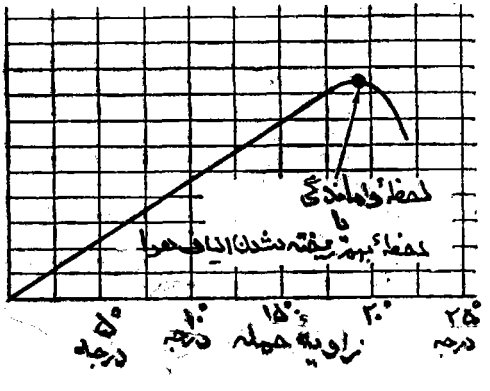
میدانیم اگر زاویه حمله هواپیما رازیادکنیم (برا)ی آن زیادمیشودوپسای‌آن نیز افزایش میابد و در نتیجه از سرعت هوائی کاسته میشود شکل ۱۰ مقطع بالی را با زاویه حمله خیلی زیاد نشان میدهد وقتی زاویه حمله بالی‌اینقدرزیادباشد جریان هوا نمیتواند بطور منظم از سطح بالائی آن عبورکند وبعلت بهم ریختگی مناطق‌کم فشار تولید شده را منهدم نموده و در نتیجه آن بال اکثر (برا)ی خود راکه همان نقاط‌کم‌فشارمیباشند ازدست خواهدداد. این وضعیت درهر هواپیمائی بازیاد شدن‌بیش از حد زاویه حمله پیش میآید .

شکل۱۰

بنابراین نتیجه میگیریم که باازدیاد زاویه‌حمله تاحد معینی (برا) افزایش‌میابد ووقتی زاویه حمله بال ازآن حد معین بگذرد بر عکس باعث انهدام (برا) وازدیاد پسا میگردد و در این وضعیت هواپیما قادر به ادامه پرواز نخواهد بود ـ این وضعیت را واماندگی میگویند. بسیاری از تازه‌کارها تصور مینمایند واماندگی هواپیما در اثر از بین‌رفتن قدرت موتور پیش میآید این موضوع در مورد خودرو درست است ولی در هواپیما صحیح نیست ــ واماندگی وضعیتی است که در اثر کم شدن (برا) اتفاق‌می‌افتد وعلت کم‌شدن (برا) نیز ازدیاد بیش از حدمعین زاویه حمله میباشد .

بزبان ساده‌تر میتوان گفت تازمانیکه الیاف هوا بسرعت وبطورموازی باسطوح بال باآن برخورد نمایند تولید (برا)خواهند نمود و هر عاملی که باعث بهم ریختگی الیاف درسطح فوقانی‌بال شودباعث انهدام مناطق کم فشار تولید شده درسطح‌فوقانی بال که همان (برا) باشد میگردد .این‌عامل چیزی جز ازدیاد زاویه حمله نخواهد بود .

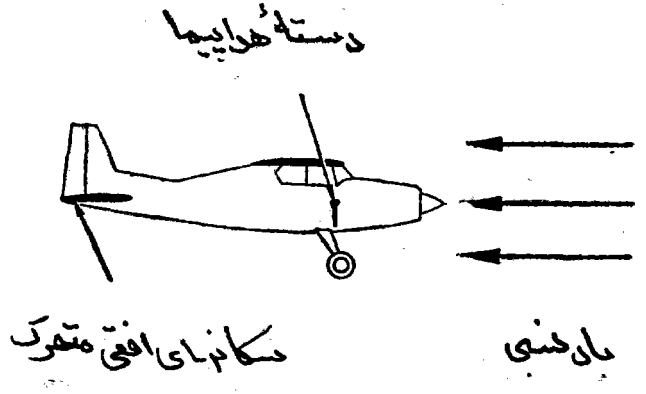
شکل ۱۱ منحنی رانشان میدهدکه نمودار افزایش (برا) باافزایش زاویه حمله میباشد . توجه نمائید (برا)ی تولید شده با ۱۰ درجه زاویه حمله بیشتر از (برا)ی تولید شده با ۵ درجه زاویه حمله میباشد .می‌بینیم بازیاد شدن زاویه حمله (برا) هم زیاد میشود ولی وقتیکه زاویه حمله به ۲۰ درجه میرسد (برا) ناگهان‌کم میشود این همان حد معین است که تابحال چند باربان اشاره کرده‌ایم . این نقطه‌ایست که دیگر با افزایش زاویه حمله (برا) افزایش نمی‌یابد بلکه بر خلاف تصور ناگهان‌کم خواهدشد



شکل ۱۱

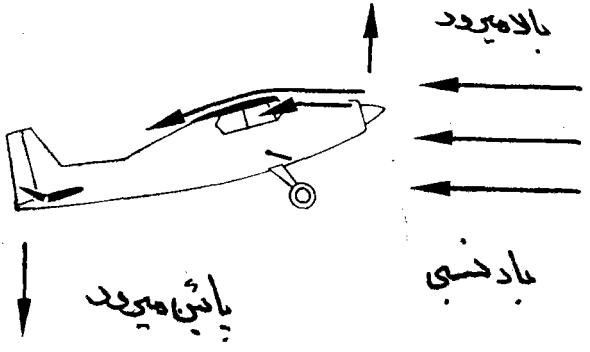
و این‌زمانی‌ایست که واماندگی پیش می‌آید .زاویه واماندگی اکثر هواپیماها بین ۱۷ الی بیست‌وچنددرجه‌میباشد.حالامیدانیم‌که زیادازحد بودن‌زاویه حمله سبب‌واماندگی هواپیمامیشود. ببینیم زاویه حمله چگونه‌کنترل میگردد .

شکل ۱۲ هواپیمائی را در پرواز افقی و مستقیم نشان میدهد دسته یا فرمان هواپیما دروسط‌قراردارد وسکانهای‌افقی‌دم‌هم درحالت وسط‌یاخنثی میباشند.



شکل۱۲

شکل۱۳همین‌هواپیمارادروضعی نشان میدهدکه دسته‌بعقب‌کشیده‌شده‌وسکانهای افقی بالا آمده‌اند و در نتیجه دم هواپیما پائین رفته است اگردم هواپیما پائین برود واضح است، دماغ هواپیما بالا خواهد آمد وهواپیما بازاویه حمله زیاد در حال پرواز خواهد بود اگر دسته‌را باز هم‌بعقب بکشیم دماغ بازهم بالاتر خواهدآمد ودرنتیجه زاویه حمله بحداکثر خودرسیده وهواپیما به نقطه واماندگی خواهد رسید .یگانه راه



شکل۱۳

درآمدن ازواماندگی بدست آوردن‌سرعت بیکی از طرق افزایش قدرت موتور ــ کم نمودن زاویه‌حمله باجلودادن فرامین‌میسر خواهد بود .

زاویه حمله باسکانهای افقی واقع دردم‌کنترل میگردد .باین ترتیب اگر دسته فرامین رابعقب بکشیم‌زاویه حمله زیادواگرآنرا بجلو بدهیم زاویه‌حمله‌کم میگردد . البته وقتی دسته‌رابعقب میکشیدوهواپیما اجباراً اوجگیری مینماید درنتیجه مقداری از (برا) صرف اوجگیری شده وباعث نقصان سرعت میگردد وباکم شدن سرعت برای جبران‌کمبود (برا) اجباراً بایدزاویه حمله رازیاد نمود تاجبران‌کمبود (برا) وافزایش پسا رانمایدبعبارت دیگر بازیادوکم‌کردن سرعت زاویه حمله هواپیما نیز تغییرخواهد نمود.پس سکانهای افقی علاوه براینکه زاویه‌حمله راکنترل مینمایند سرعت هواپیما رانیز کنترل میکنند .

عقب‌کشیدن دسته فقط ازسرعت هواپیماکاسته و شما را به واماندگی نزدیکتر مینماید. وقتی‌ارتفاع شماکم میباشد بمنظور جلوگیری ازواماندگی فقط یك‌راه چاره وجوددارد وآنهم استفاده‌ازقدرت موتور است‌چون ارتفاعی وجود نداردکه‌باجلودادن دسته پرواز هواپیما رااز واماندگی‌خارج ساخت.

اگر قوانین زیر را همیشه مراعات نمائید پرواز شما بی‌خطر خواهدبود .

۱ ــ درصورت داشتن ارتفاع‌کافی سرعت هواپیما را با استفاده از سکان افقی کنترل‌کنید اگر سرعتتان خیلی زیاد است دماغ رابالا بیاورید و اگر خیلی‌کند وکم است دماغ راپائین بیاورید .

۲ ــ ارتفاع خودرابادسته‌گازکنترل‌کنید اگر ارتفاع خیلی زیاد است ازنیروی موتور بکاهید .

داستانهای زیادی ازخلبانانیکه در موقع تقرب برای فرود در ارتفاع‌کم بودند گفته شده‌است این خلبانان بجای استفاده‌ازقدرت موتور درتنظیم ارتفاع یااوجگیری دسته فرمان رابعقب‌کشیده ودماغ‌رابالا آورده بودند وچون هواپیما عکس‌العمل‌نشان نداده واوجگیری نمی‌نمود دسته راتا آخر بعقب‌کشیده درنتیجه با ازدیاد زاویه حمله هواپیما تمام (برا)ی موجود را از دست داده وامانده میگردید .

چنین خلبانان بی‌تجربه گاهی وقتی به فکر زیاد نمودن قدرت موتور جهت پیش‌گیری‌ازواماندگی‌می‌افتادندکه‌کارازکارگذشته ووقتیکه‌زاویه‌حمله‌بحداکثرمیرسید دیگر قدرت موتور هم نتیجه‌ای نمیداد وهواپیماوامانده‌گردیده وسقوط مینمود .

بازهم داستانهای زیادی ازگزارشات سوانح وجود داردکه‌همگی ازبی‌تجربگی خلبانان حکایت مینماید .بررسی لاشه‌هواپیما وقطعات آن پس‌ازهرسانحه هوائی‌نشان داده است‌که دسته‌گازکاملا جلو ودسته هواپیما کاملا درحالت عقب قرار داشته‌اند . بلی‌دسته بایدجلوداده شود تااز زاویه حمله هواپیماکاسته گردد (فراموش نشود اگر ارتفاعی‌موجود باشد) .

وامانده شدن هواپیمافقط درارتفاع‌نزدیك زمین خطرناك‌میباشد. خلبانیکه‌وقت خودرا صرف آموختن واماندگی مینماید وعلل وامـــانده شدن رامیامـــوزد ومیداند چگونه باید ازآن پرهیز نماید وچگونه هواپیما راازواماندگی خـــارج کند دیگر از واماندگی نمیترسد .

اصولا واماندگی بـــدون اعلام قبلی اتفاق نمی‌افتد اولا تازمانیکه زاویه‌حمله بحداکثر خود ودرنتیجه‌سرعت‌بحداقل‌خودنرسدکه هردو ازکشیدن بی‌مورد دسته‌فرمان بعقب‌میباشد هواپیماوامانده نمیشود وقتی‌هواپیمابه‌وامانده شدن نزدیك میشودجریان نامنظم هوا دربالای بالها بشما خبر میدهدوهواپیما لرزش خفیفی مینمایددراین‌مرحله اول خارج شدن ازوامـــاندگی‌آسان است. راه صحیح درآوردن ازحـــالت واماندگی بترتیب‌وهمزمان‌عبارت‌ازدرآوردن‌هواپیماازکجی‌ـــدادن دسته بجلو(اگرارتفاع‌موجود باشد) واضافه نمودن قدرت موتور میباشد زیرا ازارتفاع هواپیما زیادکاسته نخواهد شد .

بطورکلی مواظب موارد زیرباشید :

۱ ـسعی‌کنید بتوانید واماندگی راازپیش تشخیص دهید .

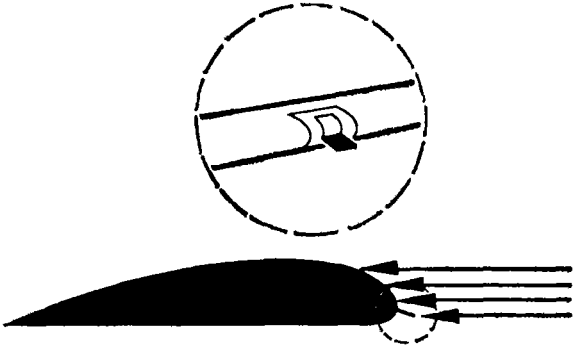
۲ ـبخاطر داشته‌باشید هواپیما راازکجی خـــارج ودماغ را پائین آورده و از زاویه حمله‌آن بکاهید .

۳ ــ اگرزاویه حمله‌بال هواپیما بیش‌از حدنباشد هواپیما وامانده نخواهدشد.

اگر توانائی‌کنترل ومواجه شدن با واماندگی از قدرت شما خارج است و بآن تسلط‌کامل ندارید ازیك مربی خوب بخواهید واماندگی را درارتفاع بی‌خطری با شما تمرین نماید .

بسیاری ازهواپیماهای جدید بانشان دهنده واماندگی مجهز میباشند این نشان دهنده‌که ازیك‌سیستم الکتریکی بسیار ساده تشکیل شده با نـزدیك شدن هـــواپیما به واماندگی بصورت صدای بوق یاسوت مخصوص خلبان را از خطر واماندگـــی آگاه میسازد .

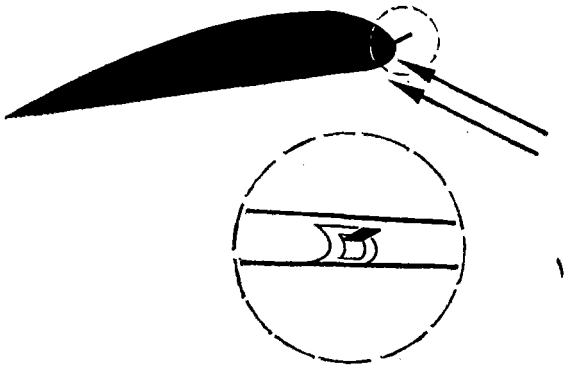
شکل ۱۴ فلاپ فلزی ساده‌ای را نشان میدهدکه‌ازلبه‌حمله بال‌بیرون آمده‌است



شکل۱۴

البته دراین حال زاویه حمله بال‌کم میباشدو باد نسبی فـلاپ فلزی رابطـــرف پائین نگهمیدارد .

شکل ۱۵ بال هواپیمائی راکه به فلاپ مزبور مجهز میباشد با زاویه حمله زیاد نشان میدهد دراین‌صورت بـادنسبی اززیر به‌فلاپ فلزی فشار آورده وآنـرابـالا میدهد . وقتی فلاپ بالا میآید نقش یك‌کلید برق را بازی کرده با اتصال و تشکیل یك مدار الکتریکی ساده نظیر زنك در منزل شما صدای بوقی درکابین بلند میشود و خلبان را اززندیك شدن بحالت واماندگی مطلع میسازد .



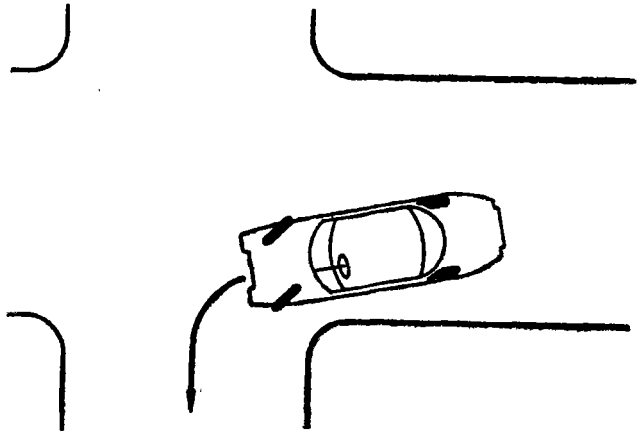
شکل۱۵

درس دوم دراینجا بپایان رسید اگراین درس رابخوبی نفهمیده‌اید آنرا چندبار تکرارکنیدتامطمئن شویدکه آنراخوب آموخته‌اید ووقتی خیال میکنید آماده امتحان میباشید به‌سئوالات امتحانی درقسمت آخر این‌کتاب جواب دهید ومعلومات خود را بیازمائید وبعد درس سوم راشروع نمائید ضمناً بدانید جواب صحیح هرسئوال درزیر همان صفحه داده شده است ·

درس سوم

به (شکل ۱) توجه نمائید ،در موقع پیچیدن براست‌یاچپ در یك چهار راه به‌نحوه وطریقه‌دورزدن‌وحالات خودروکاری نداریم بلکه‌خیلی‌ساده چرخهارا به‌جهتی که میخواهیم برویم‌هدایت‌مینمائیم البته‌گردش‌هواپیمابااین‌آسانی‌هم‌نیست.

در این درس درباره چگونگی گردش هواپیما بحث خواهیم‌کرد .

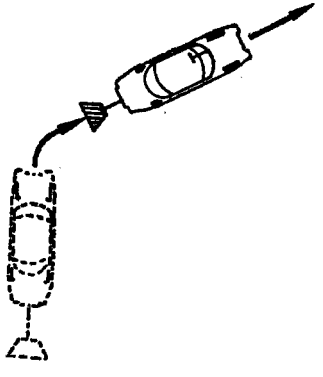


شکل۱

شکل ۲خودروئی‌رانشان میدهدکه یك‌بلوك بزرك چوب‌رااز پشت‌سرخودمیکشد طنابی‌که‌به‌بلوك بسته‌شده سبب‌میشودکه‌بلوك هم درجهت‌کشش‌طناب بوسیله خودرو

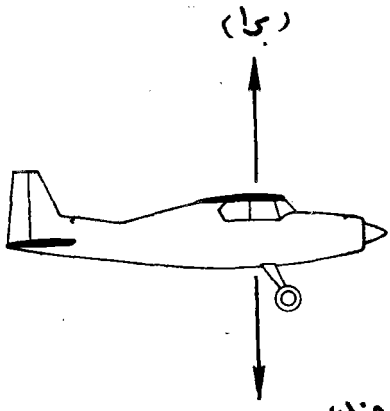
شکل۲

کشیده شود اگرخودرو مانندشکل ۳ بطرف راست بپیچد بلوك چوب بازهم در همان جهت‌کشیده خواهد شد پس باین نتیجه خواهیم رسیدکه یك شئی از هر جهتی‌که بآن نیرو وارد شود در همان جهت حرکت خواهدکرد .



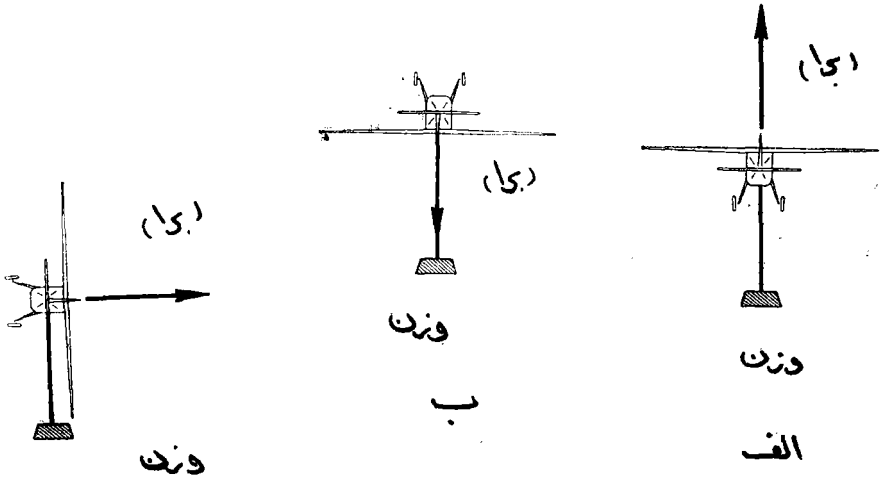
شکل۳

شکل ۴ هواپیمائی را درپرواز افقی ومستقیم دریك ارتفاع ثابت نشان میدهد اگر نیروی (برا) درروی‌هواپیما عمل‌نمیکرد یگانه نیروی عمودی دیگر درجهت‌عکس آن عمل‌میکرد یعنی وزن هواپیما یانیروی‌ثقل‌باقی‌میماند و دراثر نبودن (برا) هواپیما بزمین‌کشیده میشد در این حالت چون هواپیما درپرواز افقی و مستقیم میباشد (برا)ی هواپیما باید باندازه وزن آن باشد این دونیرو دراین صورت همدیگر راخنثی نموده‌و هواپیمانه‌بالا میرود ونه پائین میآیدبلکه در خط مستقیم و در یك ارتفاع ثابت پرواز



شکل۴

مینماید و اگر (برا) زیاد شود ومقدار آن از وزن هواپیما زیادتر گردد طبعاً هواپیما بالا خواهد رفت .

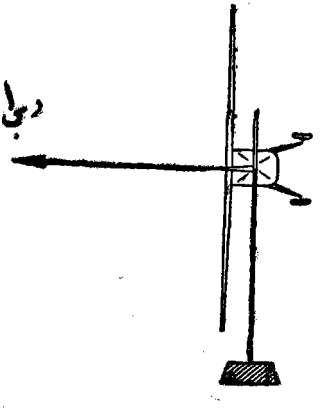


شکل۵

حال بشکل ۵ توجه نمائید که هواپیمائی را در سه حالت مختلف نشان میدهد دوحالت آن تقریباً غیرعادی بنظرمیرسد. نکته‌ای‌که دراین اشکال جلب‌توجه مینماید مربوط به‌نحوه تأثیر بردار نیروی (برا) به هواپیما در حالات مختلف پرواز میباشد . توجه‌کنید (برا)ی هواپیما درهرسه‌حالت بطور عمود بربال وارد میشود .

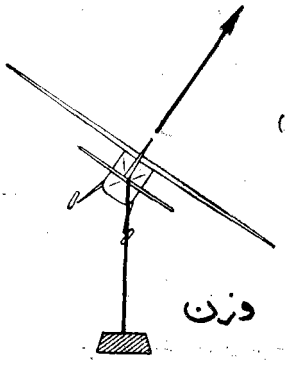
(برا) بدون درنظرگرفتن حالات مختلف هواپیما در پرواز همیشه بطود عمود بربالها اثرمینماید .درحالت‌الف هواپیما درپرواز افقی ومستقیم میباشد وبعلت اینکه نیروی (برا) ونیروی ثقل ازنظر مقدار مساوی میباشند هواپیما نه‌بالا میرود ونه‌پائین میاید درحالت ب که هواپیمادرحالت پرواز پشت میباشد نیروی (برا) و وزن هواپیما هردو بطرف پائین عمل‌میکنند ونیروئیکه هواپیمارابالانگهداردوجودندارد ودرنتیجه هواپیمابطرف پائین‌خواهد آمد. درحالت پ‌هواپیما ۹۰درجه‌کج شده وگردش مینماید نیروی (برا) با نیروی گریز از مرکز خنثی شده و یگانه نیروئی‌که به هواپیما وارد میشودنیروی ثقل‌است درنتیجه‌هواپیما بازهم پائین خواهد آمد. بعبارت دیگر میتوان گفت در کجی ۹۰ درجه هیچگاه نمیتوان اوجگیری‌کرد حتی بایدگفت ارتفاع ثابت را هم‌درکجی ۹۰درجه‌نمیتوان‌نگهداشت‌واین‌عمل‌دردرجات‌کجی کمتراز ۹۰درجه امکان دارد چون نیروی (برا) بدو نیرو تقسیم میشود یکی نیروی گریز از مرکز را خنثی میکند ویکی نیروی وزن‌را دراین‌درجات‌کجی هم میتوان اوجگیری‌کرد وهم‌میتوان هواپیما رادر ارتفاعی‌ثابت‌بسمت معینی‌گردش داد .

شکل ٦ هواپیمائی را با ۹۰ درجه زاویه‌کجی بطرف چپ نشان میدهد در این حالت‌نیروی(برا)بازهم بربال‌عموداست‌وفقط‌نیروی‌گریزازمرکز راخنثی‌میکندوهواپیما مطمئناً بسمت چپ میگردد. باید بدانید دراین‌حالت هواپیماحتماًارتفاع‌خودرا ازدست خواهدداد.آنچه‌که دراینجا بیان‌گردیده فقط برای‌کجی۹۰ درجه‌که یك کجی بینهایت زیاداست میباشد .



شکل۶

شکل ۷ هواپیمائی‌را با۴۵ درجه کجی بال نشان میدهد توجه نمائید (برا) هنوز هم عمود بربال است .

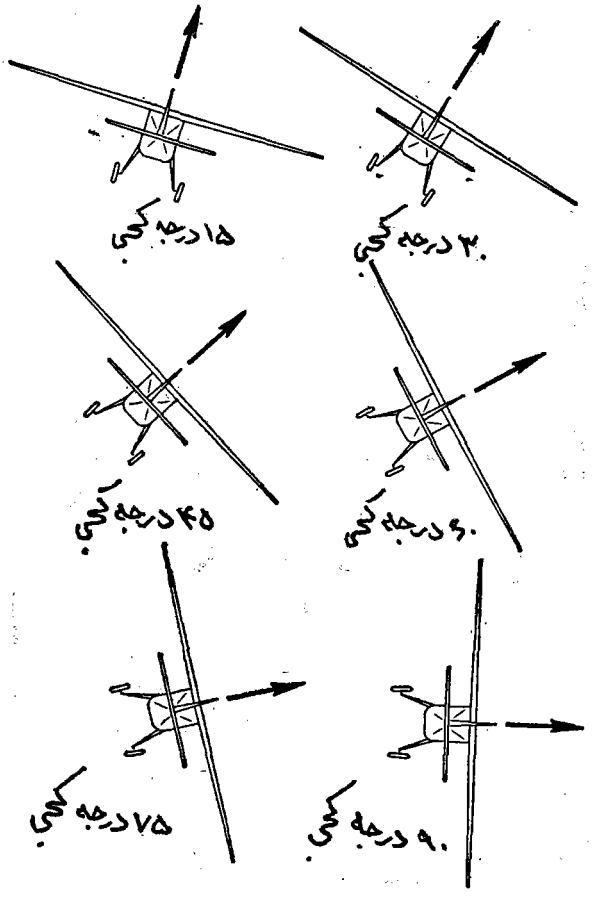


شکل۷

بشکل ۱۳ توجه‌نمائید نیروی (برا) درحقیقت‌نتیجه دونیروی گردش ونیروی (برا)ی عمودی میباشد. یکی ازاین‌دونیروآنکه‌افقی وبراست است نیروی‌گریزازمرکز را خنثی میکند ودیگری‌که عمود برآن است درحقیقت وزن هواپیما را تحمل مینماید وهمان «برا»ی مؤثر میباشد .

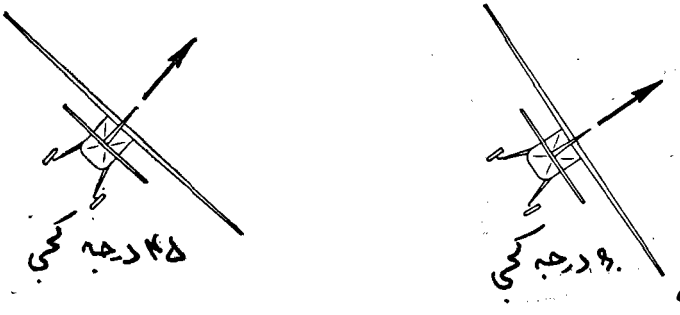
شکل ۸ هواپیمای ما را در شش حالت باشش زاویه‌کجی مختلف نشان میدهد با زیاد شدن تدریجی کجی بال بهمان نسبت (برا)ی بال بطرف راست کشانده میشود بعبارت دیگربازیادشدن زاویه‌کجی‌سطح‌تولیدکننده (برا) که همان بالها باشدکوچکتر شده و «برا» کمتر میشودکه برای جبران آن باید سه‌کارکرد ــ یك اینکه هواپیما رااز کجی درآورد دو ــ چنانچه سرعت اجــازه میدهد زاویه حمله را زیـادکـرد سوم ــ اینکه بااضافه نمودن قدرت موتور «برا»ی ازدست‌رفته باید جبران شود .هرچه زاویه کجی بیشتر میشود برمقدار این تصیحات باید افزوده شود .

شکل ۹ هواپیمائی را با ۴۵ و ۶۰ درجه زاویه‌کجی بال نشان میدهد اگر توجه نمائید خواهید دید (برا)ی بالیکه زاویه‌کجی آن زیاد است بیشتر بسمت افقی متمایل



شکل۸

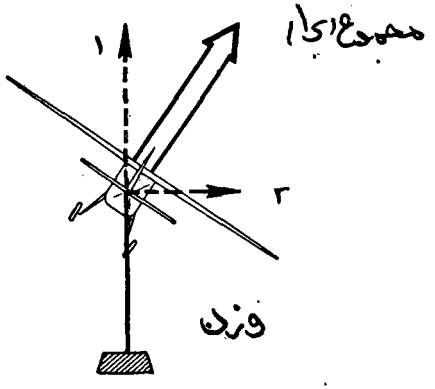
شده است بعبارت دیگربازیادشدن‌زاویه‌کجی بیشتر نیروی (برا) مصرف خنثی‌نمودن نیروی‌گریز ازمرکز ناشی ازگردش هواپیما میشود .



شکل۹

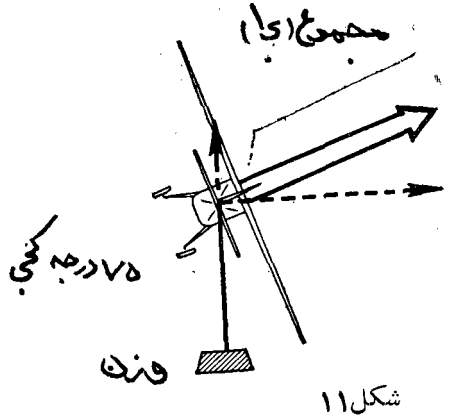
اصولا بخاطر داشته باشید بازیاد شدن کجی بدلیل کم شدن شعاع دایره گردش هواپیما تندتر گردش خواهد کرد، عیناً مانندخود روکه هرچه فرمان رابیشتر بگردانید شعاع گردش کمتر شده وخودرو سریع‌تر دور میزند.

شکل ۱۰ هواپیمائی را دریك گردش بازاویه کجی ۴۵ درجه نشان میدهد بخاطر داشته باشید وقتی هواپیما گردش مینماید همانطورکه قبلاً اشاره شد نیروی (برا)ی

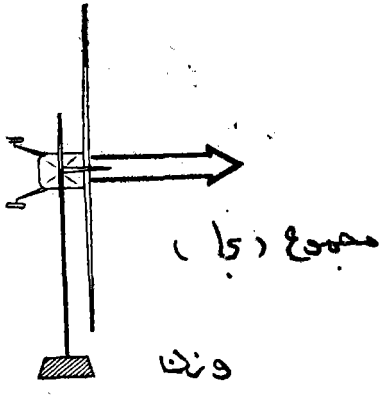


شکل ۱۰

حاصله بدونیروی افقی(۲) ونیروی عمودی(۱) تقسیم میگردد. بردار پاپیکان (۲) صرف خنثی‌نمودن نیروی گریز ازمرکز ناشی ازگردش هواپیما حول یك‌نقطه فرضی میگردد وبخش (۱) همان (برا)ی مؤثر است که باید وزن هواپیما را تحمل کند ـ در صورتیکه اگر هواپیما را از گردش در آوریم هر دو نیزو به‌نیروی (برا) تبدیل‌خواهد شدکه قادر خواهدبود وزن‌هواپیما را تحمل کند.



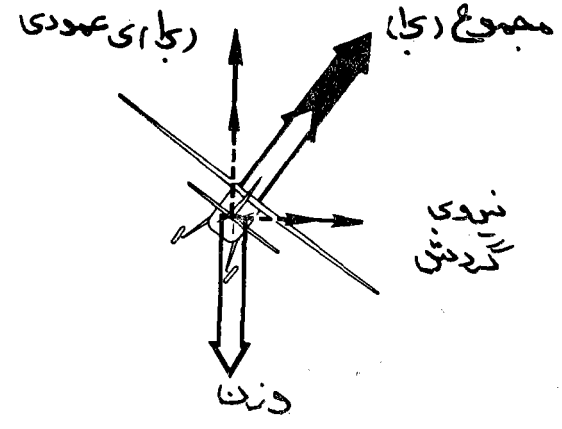
شکل ۱۱



شکل ۱۲

بطور خلاصه یادگرفتیم که بمحض گذاردن هواپیما درگردش قسمتی ازنیروی (برا) را از دست خواهیم داد چون باید نیروی گریز ازمرکز حاصله ازگردش را خنثی کند وبرای جبران آن چنانچه نخواهیم هواپیما راازگردش درآوریم باید ۱- یا زاویه حمله را زیادکرد (در صورتیکه سرعت اجازه دهد) ۲-قدرت موتوررا افزایش دادکه همیشه‌راه‌کاردوم مناسب‌تراست، چون چنانچه اگرفقط زاویه حمله رازیادکنیم سرعت کم خواهد شد.

شکل ۱۳ درست آنچه راکه باعقب‌کشیدن دسته درگردش اتفاق می‌افتد نشان میدهد وقتی دسته را بعقب میکشیم زاویه حمله زیاد میشود و در نتیجه مجموع (برا)ی بال زیاد میشود این‌افزایش باپیکان سیاه نشان داده شده چون مجموع(برا)ی بال را زیادکردیم (برا)ی عمودی هم آنقدرزیاد میشودکه باوزن هواپیما برابرمیشود وچون (برا)ی عمودی تولید شده قادر است نیروی جاذبه یا ثقل راخنثی کند دراین حالت هواپیما میتواندگردش نموده وضمناً ارتفاع خود را حفظ نماید .



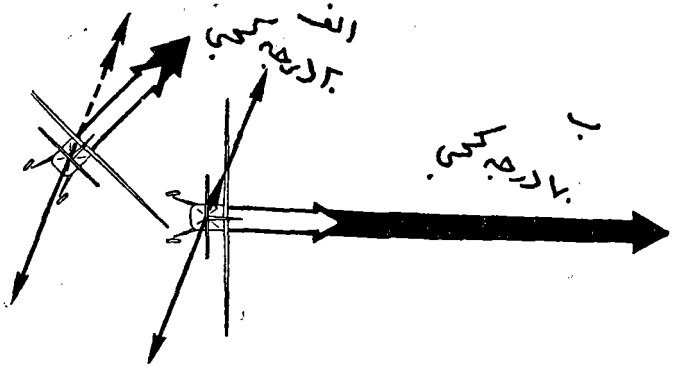
شکل۱۳

در این‌درس‌مکانیك وتئوری‌مقدماتی‌گردش برای شماتشریح‌گردید درصورتیکه مطالب را بخوبی نفهمیده‌اید آنراچند بارتکرارکنید تامطمئن شویدکه‌آنرا خوب آموخته‌اید ووقتی خیال میکنید آماده امتحان میباشید به‌سئوالات امتحانی درقسمت آخر این‌کتاب جواب دهید ومعلومات خود را بیازمائید و بعد درس چهارم را شروع نمائیدضمناً بدانید جواب‌صحیح‌هرسئوال درزیر همان صفحه داده شده است.

درس چهارم

درس چهارم آخرین بحث ما درمورد تئوری پرواز در این کتاب میباشد .

بشکل۱ توجه نمائید هواپیمائی را دریك‌گردش باکجی ۲۰ درجه وهواپیمای دیگری را دریك‌گردش باکجی زیاد حدود ۷۰ درجه نشان میدهد. هواپیمای الف با انجام گردش لب تخت مقدار کمی از (برا)ی خود را از دست داده که برای تامین



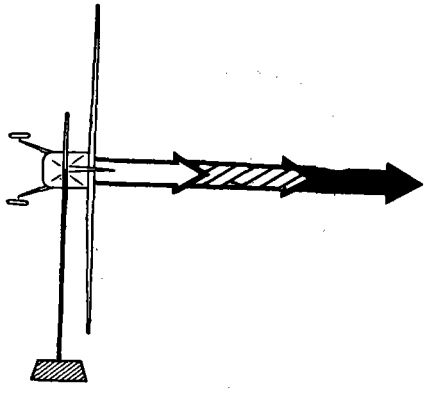
شکل۱

آن به‌زاویه حمله هواپیما بایدکمی اضافه شودتا (برا)ی ازدست رفته جبران وارتفاع هواپیما حفظ‌گردد. اما باتوجه به زاویه‌کجی هواپیمای باازدیاد زاویه حمله بتنهائی کافی نخواهد بود چون هواپیما بیش ازحدکج شده وکجی زیاد باعث از بین رفتن

(برا)ی زیادی شده است .

بنا براین برای اینکه هواپیما ارتفاع خود را حفظ کند (برا)ی آن باید بیش از دوبرابر افزایش یابد. حالا یك‌سئوال پیش میآید.آیا برای تامین این (برا)ی اضافی ازدیاد زاویه حمله درحال‌گردش‌کافی خواهد بود؟ دراینجا عملاً بیك‌مسئله پی میبرید وان اینست که وقتی زاویه کجی بال به ۷۰ درجه یا بیشتر میرسد در اکثر هواپیماها بدست آوردن (برا)ی اضافی‌لازم برای ارتفاع فقط حفظ‌باازدیاد زاویه حمله تقریباً غیرممکن میباشد و باید بمنظور جبران (بر)ی ازدست رفته از یك عامل مؤثر دیگر (قدرت موتور) کمك‌گرفت. بخاطر داشته باشید این‌مسئله باتجربه ثابت‌شده وتقریباًجزء قوانین پرواز درآمده‌است. تا زاویه‌کجی ۳۰ درجه ممکن است باز یاد کردن زاویه حمله درگردش بمنظورحفظ ارتفاع (برا)ی ازدست رفته راجبران نمود ولی ازکجی ۲۰ درجه ببالا بمنظور حفظ ارتفاع دریك‌گردش‌گود حتماً باید بمیزان معینی متناسب با درجه‌کجی ازقدرت موتورکمك‌گرفت، بیاد داشته باشید تنها زاویه‌کجی‌که حتی قدرت حداکثر موتور هم بمنظور حفظ ارتفاع‌کاری ازپیش نخواهد برد کجی ۹۰ درجه است‌که این‌مسئله را قبلاً هم باشکل (۲) نشان دادیم .

بشکل۲توجه نمائید‌که‌یك هواپیما را درگردش ۹۰ درجه زاویه‌کجی نشان میدهدکه‌حفظ ارتفاع دراین‌وضعیت ممکن نمیباشد.

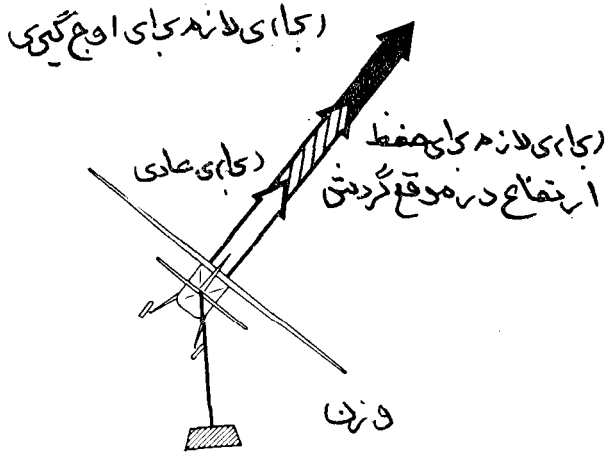


شکل۲

بهرحال اگر از دست‌دادن ارتفاع اشکالی نداشته باشدگردش با۹۰ درجه‌کجی کاملا بی‌خطر میباشد ولی اگرسعی شود ارتفاع را بازیادکردن زاویه حمله حفظ‌کرد

مطمئناً هواپیما وامانده خواهد شد. واماندگی درحالت گردش را واماندگی گردشی میگویند و راه خروج ازاین نوع واماندگی عیناً همان است که قبلاً تشریح گردید.

تابحال در موردگردشهای باارتفاع ثابت صحبت کردیم حال ببینیم اگرخواسته



شکل۳

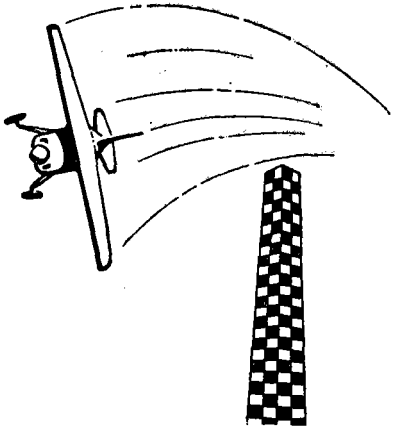
باشیم ضمن انجام یك گردش اوجگیری هم بنمائیم چه خواهد شد بشکل ۳ توجه نمائید هواپیمائی رادریك گردش حدود ۴۵ درجه نشان میدهد ــ باتوجه به مطالبی که تابحال درمورد نیاز به جبران (برا)ی ازدست رفته دراثر گردش بآن اشاره کرده‌ایم لازم است باازدیاد زاویه حمله واضافه نمودن کمی قدرت (برا)ی موردنیاز جهت نگهداشتن ارتفاع رابدست آوریم . حال چنانچه باید اوجگیری نمائیم مقداری (برا)ی اضافی لازم است که بر خلاف نیروی جاذبه عمل نماید .این (برا)ی موردنیاز فقط ازراه اضافه نمودن قدرت موتور میسر است .

فلش سفید نمودار مقدار (برا)ئی که هواپیما درحال پروازافقی ومستقیم جهت خنثی نمودن نیروی وزن تولید مینماید میباشد فلش‌ها شوردارنمودار مقدار (برا)ئی است که دراثر کجی هواپیما موردنیاز است تاارتفاع هواپیما ثابت بماند وفلش سوم که برنگ سیاه مشخص شده نمودار مقدار (برا)ئی است که باید بوسیله افزایش قدرت موتورو

ازدیاد زاویه حمله تولید نمود تاهواپیما اوجگیری نماید .به‌شکل «۲» توجه نمائیدکه این هرسه نیرو یا (برا)ی تولید شده‌کمترین‌تأثیری‌درپرواز هواپیما بازاویه ۹۰ درجه ندارد وهواپیما علاوه بر اینکه ارتفاع نخواهدگرفت بلکه ارتفاع ازدست خواهد داد چون هیچکدام ازآنها نیروی وزن را خنثی نمیکند .

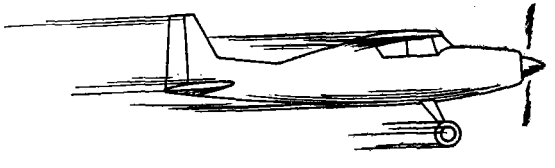
سعی برای بدست آوردن (برا)ی اضافی برای اوجگیری بازاویه‌کجی زیاد با زیادکردن زاویه‌حمله به‌تنهائی میسر نیست‌ونتیجه آن واماندگی خواهد بود بال فقط میتواند حد معینی (برا) تولید نماید.گردش هواپیما احتیاج به (بر)ای اضافی دارد اوجگیری هم (برا)ی‌اضافی میخواهد. حال‌اگر بخواهیم ضمن اوجگیری گردش هم بنمائیم به (برا)ئی بیش از آنچه‌که بال هواپیما قادر به‌تولید آن است نیاز داریم .

شکل ۴ هواپیمائی رادر یك‌گردش حدود ۹۰ درجه نشان میدهد می‌بینیم‌که با این‌کجی نگهداشتن ارتفاع خیلی مشکل و اگر ۹۰ درجه باشد غیرممکن میباشد و هواپیما ارتفاع‌خودرا ازدست خواهد داد .



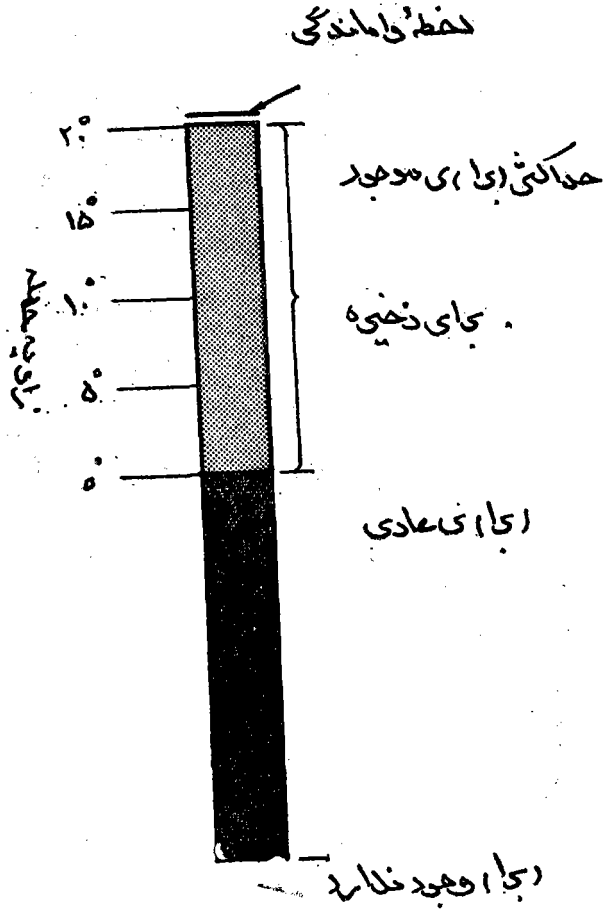
شکل۴

شکل ۵ یك هواپیمارادرحالت اوجگیری ساده و بدون‌کجی نشان میدهد .



شکل۵

شکل ٦ معرف تغییرات مقدار (برا)ی تولید شده به نسبت ازدیاد زاویه‌حمله از زیر صفر تا حـــداکثر زاویه حمله‌که باعث وامـــاندگی هواپیما میگردد میباشد . قسمتهای هاشورزده ستون نمودار مقدار (برا)ی ایجاد شده درپرواز افقی ومستقیم با

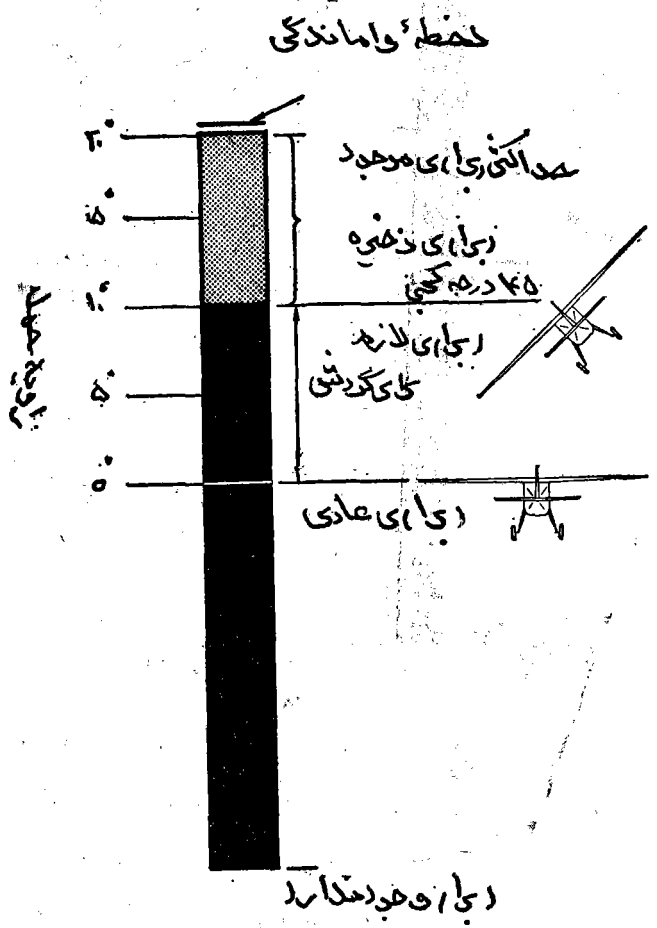


شکل۶

زاویه حمله‌کم تاپروازدرحالات مختلف باحداکثر زاویه حمله میباشد. درزاویه حمله صفردرجه‌که هواپیما در حـال پرواز افقی میباشد (بـرا)ی حاصله (برا)ی عادیست.در بالای (برا)ی عادی مقدار زیادی (برا)ی ذخیره وجود داردکه درصورت لزوم از آن استفاده خواهد شد ودر حقیقت همان (برا)ی ذخیره‌ایست‌که شما بدون اضافه نمودن قدرت موتور فرضاً بمنظور جبران‌کمبود (برا) درکجی‌های زیر ۳۰ درجه ازآن استفاده

میکنید. حالا فرض میکنیم هواپیما را ۴۵ درجه کج کنیم برای حفظ ارتفاع پرواز در این کجی باید زاویه‌حمله راهم تاحدود ۱۰ درجه افزایش دهیم.

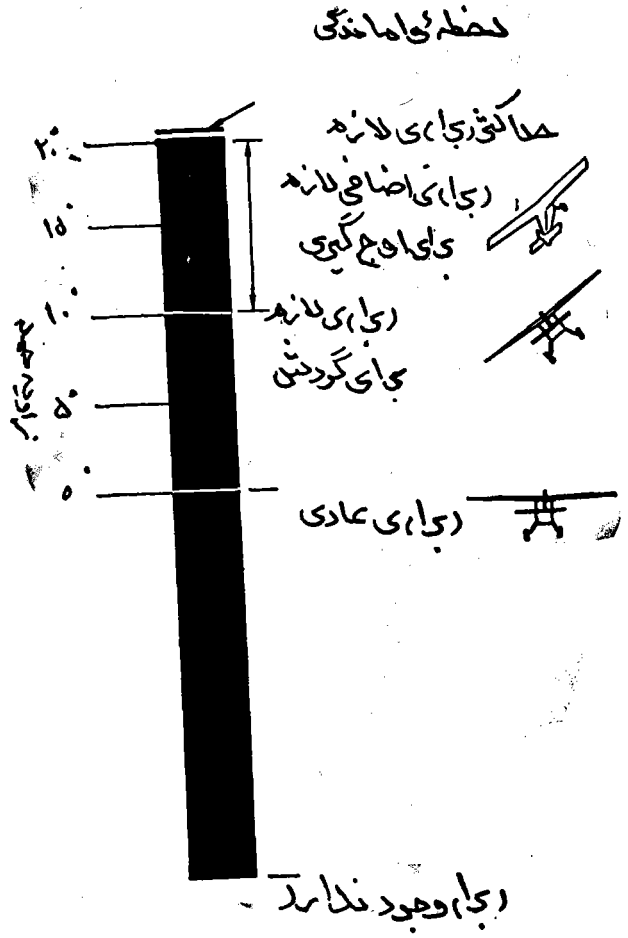
به شکل ۷ نگاه کنید باانجام این کار تقریباً نصف (برا)ی ذخیره را مصرف مینمائیم ودر نتیجه (برا)ی کمی باقی میماند. حالا درحالیکه مشغول گردش میباشیم



شکل۷

چنانچه بخواهیم کمی اوجگیری نمائیم باید بقیه (برا)ی ذخیره راکه ناشی از ازدیاد زاویه حمله تا ۲۰ درجه است همراه‌باکمی قدرت‌موتور مصرف نمائیم.

درشکل ۸ کلیه (برا)ی اضافی موجود را مصرف کرده و هواپیما تقریباً درنقطه واماندگی میباشد. وهرنوع کوشش وتقلا در جهت انجام یك گردش تند و یا اوجگیری

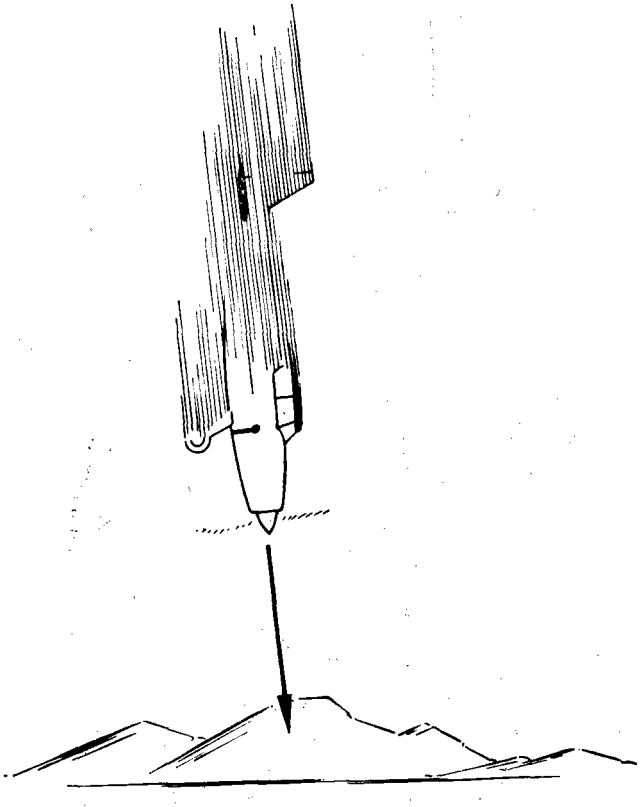


شکل۸

سریع منتج به‌اضافه شدن بیش از حدزاویه حمله وبالاخره واماندگی میشود. بهتراست اوجگیری‌درحال گردش‌رابازاویه‌کجی‌کم انجام دهیم . یادتان باشد همیشه درپرواز با هرنوع هواپیما از هواپیما همانقدر (برا) بخواهیدکه میتواند تولید نماید .

آنچه‌که تا بحال‌گفته شد مربوط به واماندگی بعلت ازدیاد زاویه حمله وکم شدن سرعت بود ــ حال‌کمی درموردواماندگی درسرعت زیاد ناشی از ازدیاد ناگهانی ولحظه‌ای زاویه حمله صحبت میکنیم ــ در این نوع واماندگی خلبان بدلائلی نظیر جلوگیری ازبر خورد به مانعی در پرواز مثلا در آوردن ازشیرجه درارتفاع‌کم بشدت دسته پرواز رامیکشد وزاویه حمله‌رادریك لحظه شاید چندصدم ثانیه بحد بالای‌زاویه

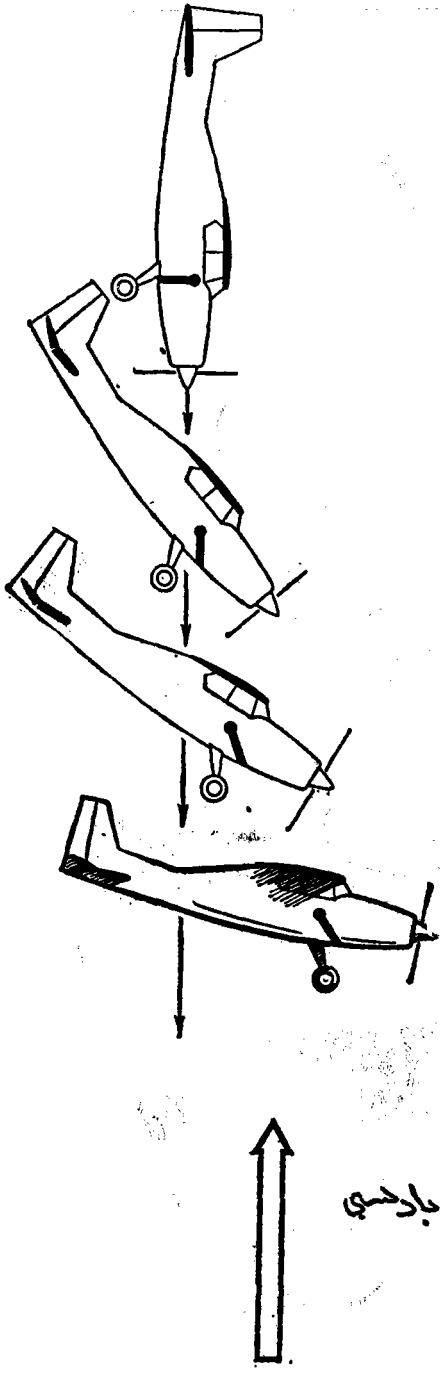
حمله واماندگی میرساند و در نتیجه هواپیماکه دارای سرعت کافی وحتی زیاد میباشد وامانده میشود .این نوع واماندگی که واماندگی در سرعت زیاد نامیده میشود بسیار خطرناك وبعلت اتفاق افتادن درشرائط غیر مترقبه اکثراً بهسانحه ختم میشود .



شکل۹

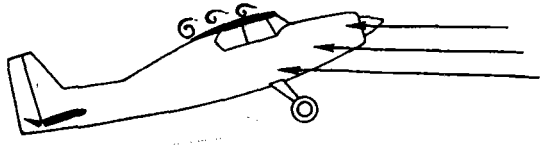
بشکل۹توجه کنید خلبانی درحال شیرجه تقریباً عمودی میباشد سرعت هواپیما خیلی زیاداست وباکم شدن سریع ارتفاع خلبان تصمیم بهدرآوردن هواپیما مینماید.

شکل ۱۰ نشان ازدیاد زاویه حمله ناشی از عقب کشیدن شدید دسته پـــروازی توسط خلبان میباشد ــ مسلماً نتیجه نخواهد داشت .توجه نمائیدگرچه حالت هواپیما از حـالت شیرجه تقریباً بهافقی تبدیل شده ولی بعلت سریدن که با پرواز تفاوت دارد هواپیما بازهم بطرف پائین میرودکه اگر ارتفاع کافی باشدوخلبان دفاع مناسب بنماید ممکن است منجر به سانحه نشود .



شکل ۱۰

بخاطر داشته باشید !هواپیما میتواند در هر سرعتی وامانده شود و آن زمانی است که‌عمداً یا اشتباهایا با انجام یك‌مانور غلط ویا اجبار به درآوردن هواپیما ازیك حالت خطرناك باکشیدن پشت دسته پروازی زاویه حمله ناگهانی ازحدمجاز بگذرد .

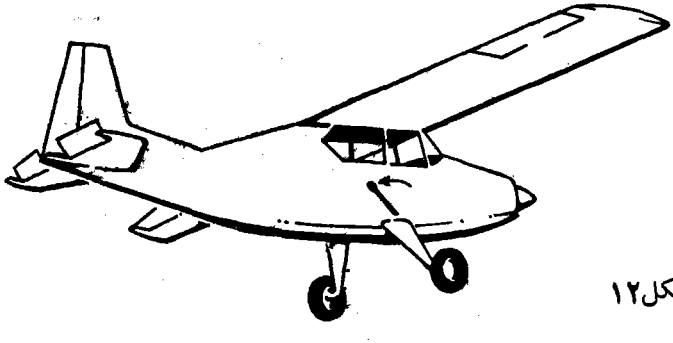


واماندگی‌عادی

شکل۱۱

تابحال درباره سه‌نوع واماندگی‌متفاوت صحبت‌کردیم .درواماندگی نوع‌اول شکل ۱۱ بالهاافقی‌میباشند وزاویه‌حمله‌کم‌کم‌اضافه میشودوهواپیما به‌نقطه‌واماندگی میرسد این‌نوع واماندگی را واماندگی‌عادی میگویندکه هم باموتور باز وهم باموتور بسته اتفاق می‌افتد .

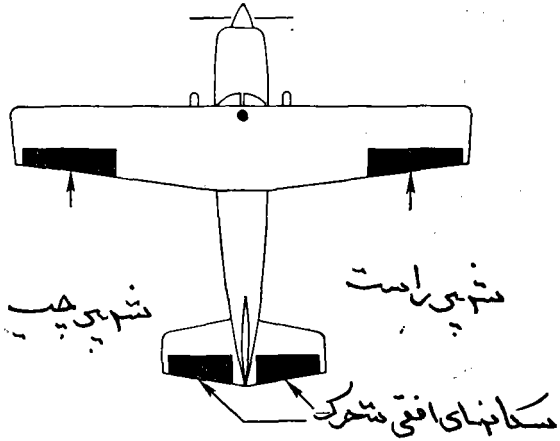
واماندگی نوع دوم واماندگی درحال‌گردش میباشدکه در شکل ۱۲ نشان داده شده است دراینجا یك نکته را یادآور میشویم‌که ازدیاد زاویه کجی در ازدیاد سرعت واماندگی اثر مستقیم دارد بطور مثال چنانچه هواپیما با ۲۰ درجه‌کجی در سرعت ۶۵ میل وامانده شود اگرکجی را به ۲۵ درجه برسانید همان هواپیما ممکن است در سرعت ۱۲۰ میل وامانده شود .



شکل۱۲

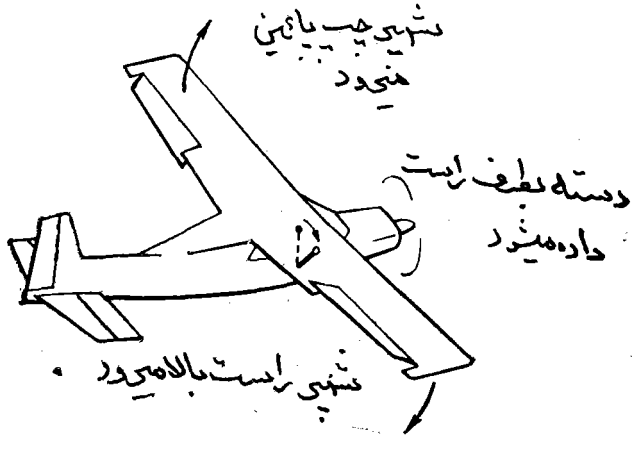
واماندگی نوع سوم واماندگی درسرعت زیاد است و آن وقتی اتفاق می‌افتد که خلبان بطور ناگهانی بمنظور درآوردن هواپیما ازیك وضع خطرناك پروازی ویا انجام یك‌مانورغلط دسته پرواز را بعقب بکشد .

بشکل ۱۳ نگاه‌کنید هواپیمائی رااز بالا نشان میدهد درلبه فرار هر دوبال این هواپیما دو سطح‌کنترل دیده میشودکه به انهاشهپر میگویند و با حرکت انها هواپیما درروی محور طولی خودگردش مینماید .



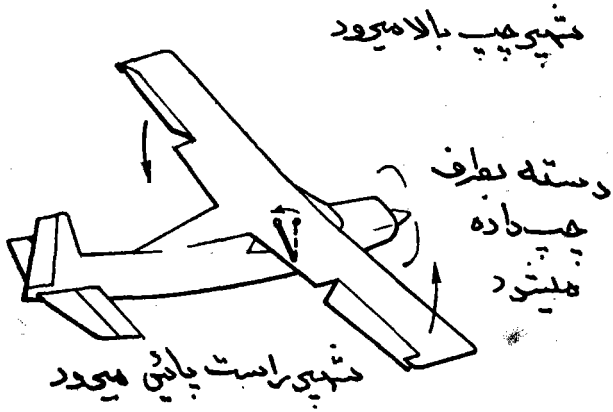
شکل۱۳

شکل ۱۴ همین هواپیما را در وضع‌دیگری نشان میدهد وقتی دسته رابیکطرف میدهیم‌یکی از شهپرها بالا میرود وشهپردیگر پائین میاید وباعث‌گردش هواپیمارحول محور طولی‌که درامتداد بدنه هواپیما میباشد میگردد .



شکل۱۴

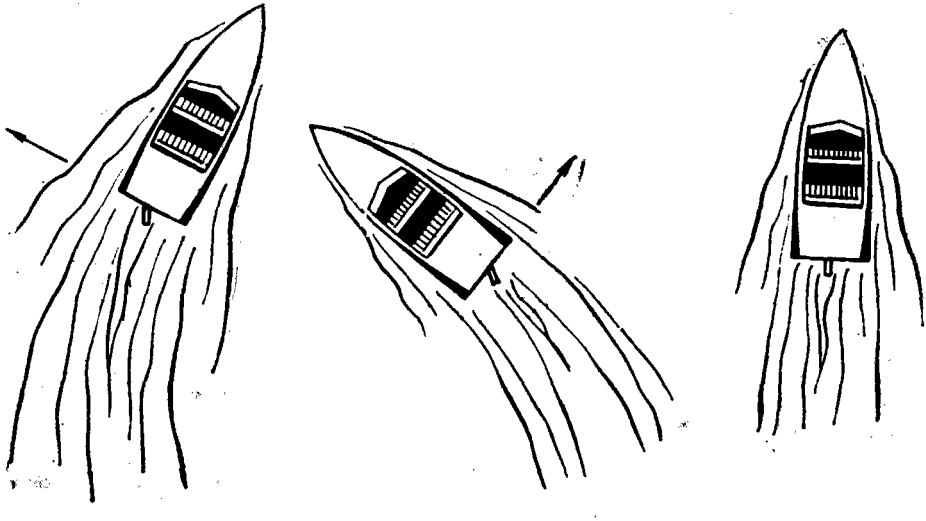
به شکل ۱۴ توجه کنید بابالاآمدن شهپر بال‌راست‌بال راست پائین میرود و در شکل ۱۵ دسته بچپ داده شده و شهپر بال چپ بالا و شهپر بال راست پائین رفته و در نتیجه بال چپ پائین رفته وبال راست بالا میاید .



شکل۱۵

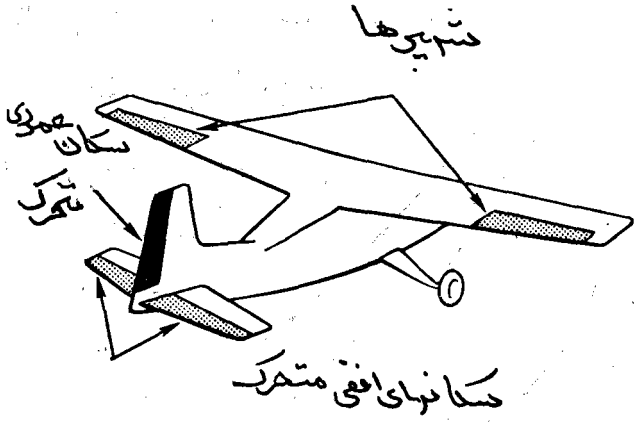
هواپیما سه‌کنترل اصلی داردکه تابحال درباره دوتای آن یعنی سکان افقی و شهپرها صحبت کرده‌ایم. کنترل سوم هواپیما سکان عمودی است .

درشکل ۱۶ گردش‌قایق‌بوسیله سکان‌آن نشان داده میشود .



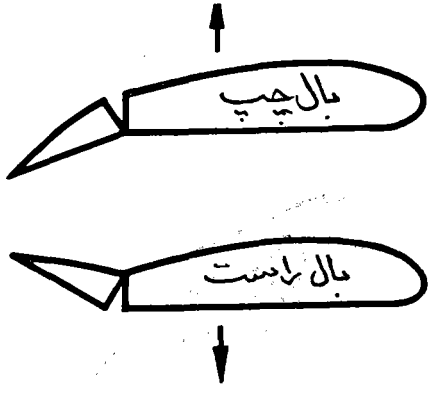
شکل۱۶

سکان عمودی هواپیما همانطورکه در شکل ۱۷ دیده میشود ظاهر ساده‌ای دارد که کاملا شبیه سکان یك قایق است ومیتوان گفت اصلا یك‌وسیله اصلاح کننده‌میباشد.



شکل۱۷

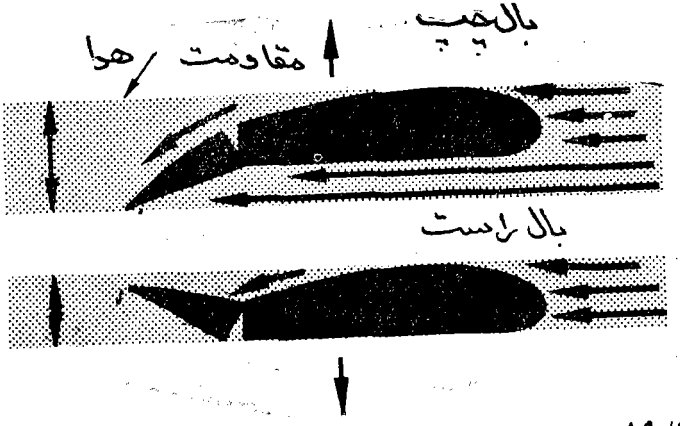
حالا بگذارید طرزکارآنرا ببینیم تصور نمائید میخواهیم به‌راست‌گردش نمائیم ابتدا دسته رابطرف راست میدهیم وطبق شکل ۱۸ شهپر بال چپ پائین آمده و شهپر بال راست بالا میرود ودرنتیجه بال چپ بالا وبال راست پائین میآید .



شکل۱۸

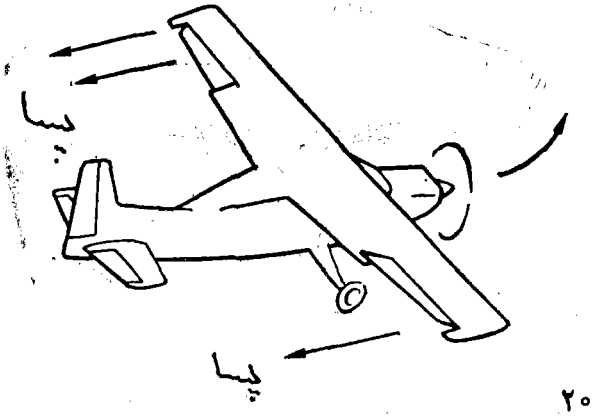
درشکل ۱۹ (برا)ی تولید شده بوسیله بال چپ بیشتر از (برا) ی تولید شده بوسیله بال راست میباشد زیراسطح قوسی شکل‌بال‌چپ وسیعتر ازبال راست شده است وجریان هوا موقع لغزش روی آن برعکس بال‌راست شکسته نمیشود.درحقیقت در هر نوع پرواز زمانی‌که (برا) ی حاصله بال اضافه میشود ــ پسا هم بهمان نسبت زیاد

میشود ولی نسبت (بـرا) به‌پسا در آن بـال همیشه بیشتر از نسبت (بـرا) به‌پسای بال راست میباشد وبرای خنثی نمودن پسای اضافی در بال چپ باید سکان عمودی را در جهت گردش حرکت داد .



شکل۱۹

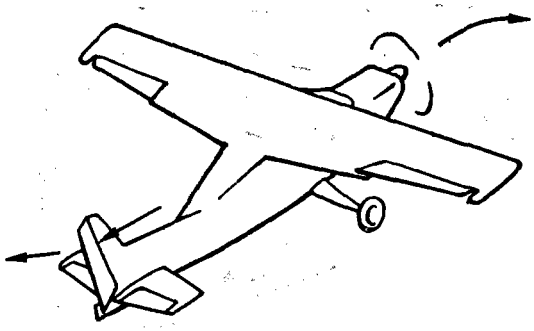
درشکل ۲۰ هواپیماباوجود اینکه روی بال راست کج شده ولی‌بطرف چپ‌تغییر



شکل۲۰

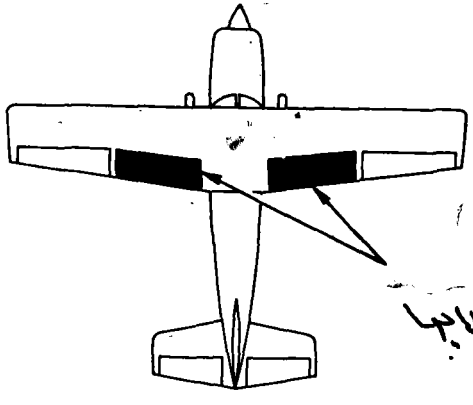
جهت خواهد دادودراینجا از سکان عمودی همانطوریکه در شکل ۲۱ نشان داده شده برای خنثی کردن پسای اضافی حاصله از سکان عمودی استفاده شده است .

برای خارج شدن ازگردش شهپرها وسکان عمودی‌راباید باحرکت دسته‌فرامین پروازی وپائی‌ها بحال اول‌برگرداند. منظور اصلی استفاده از سکان عمودی درهواپیما



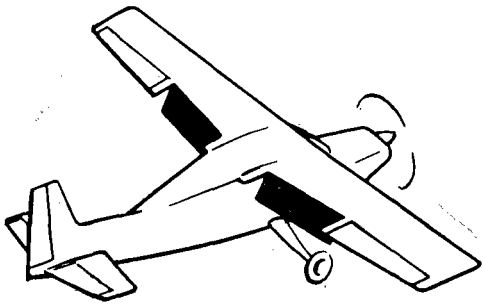
شکل۲۱

برای گرداندن آن نیست بلکه برای خنثی نمودن تأثیر پسای اضافی درروی بال که در اثر پائین بودن شهپر بوجود آمده است میباشد. پس بطور خلاصه ازسکان عمودی همزمان باشهپرها استفاده میشود وفشار وارده به دسته و پائی‌ها باید مساوی وهماهنگ و همزمان باشد .



شکل۲۲

شکل ۲۲ یك جفت فلاپ راکه در لبه فراربال‌ها بین شهپرها و بدنه هواپیما قرار دارد نشان میدهد ،غیر از بعضی هواپیماهای کوچك کلیه هواپیماها دارای فلاپ میباشند . فلاپهاشبیه‌شهپرها میباشند ویگانه فرق‌آنها با شهپرها دراین استکه فلاپها همانطوریکه درشکل ۲۳ دیده میشودهردو باهم دریك زمان وبا یك زاویه دریك‌جهت بطرف‌پائین حرکت مینمایند .

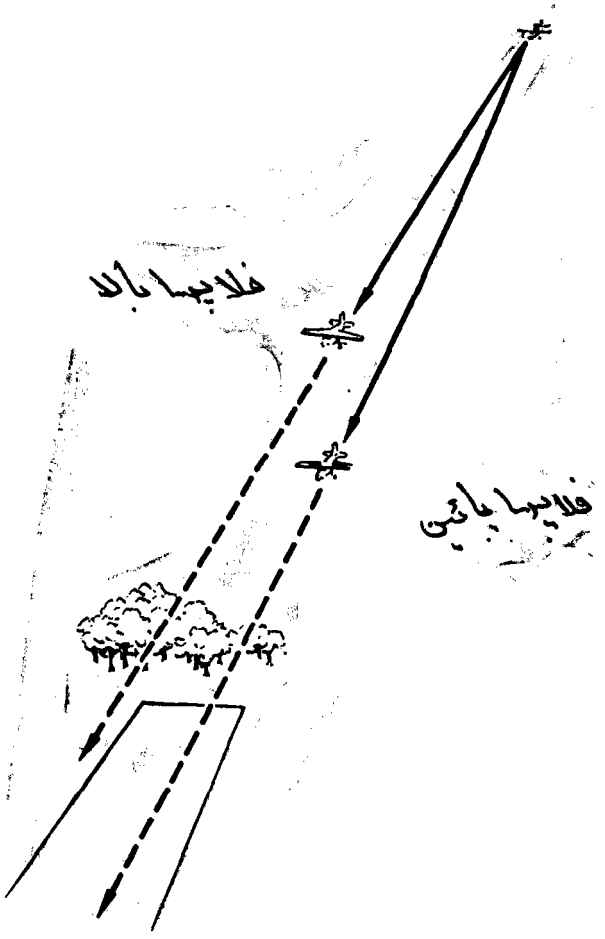


شکل۲۳ فلاپ‌ها در حالت پائین

منظور ازتعبیه فلاپ در هواپیما قابل کنترل نمودن هواپیما در سرعت نزدیك سرعت واماندگی میباشد در حقیقت فلاپ سرعت واماندگی را در هواپیماکم مینماید بطور مثال اگر هواپیمائی بـدون فلاپ درسرعت ۸۰ میل وامانده شود با استفاده از فلاپ درسرعت ٦۰ میل وامانده خواهد شد وبهمین دلیل‌ازآنها فقط درمواقع نشستن و یا بعضی مانورهای مخصوص درپرواز استفاده میشود .

بخاطر داشته باشید فلاپها ضمن ازدیاد (بـرا) پسای اضافی هم بوجودمیاورند. از فلاپ فقط درسرعت‌کم استفاده میشود درحقیقت شکل ۲۴ یك تصویر بسیار جالب از طرز استفاده ازفلاپ را نشان میدهد .

تصور نمائید هواپیمائی باسرعت‌فرودی عادی برای فرود بیك فرودگاه نزدیك میشود ولی ارتفاع هواپیما زیاد است وهواپیما بلند آمده است و خلبان میخواهد از ارتفاع هواپیما بدون تغییر سرعت ضلع آخر دراسرع وقت بکاهد دراین‌صورت بایداز قدرت موتورکاسته‌شود ولی همانطوریکه‌دربالاگفته شد موتور هواپیما درحال‌حاضردر دورکم میباشد وشیرجه هم اشکال را حل نخواهد نمود زیرا سرعت هواپیما خیلی زیاد خواهد شد و برای نشستن مناسب نخواهد بود ووقتی هواپیما روی باند خواهد رسید سرعت آن آنقدر زیادخواهد بودکه‌قادر به‌نشستن نخواهدشد ولی اگر ازفلاپ استفاده شود دماغ هواپیما پائین‌آمده وبدون اینکه‌سرعت اضافه شود میتوان ارتفاع هواپیما راکم نموده‌وعمل نشستن راانجام داد.



شکل۲۴

با توجه به‌دلایل فوق در بلند شدن‌ها نیز حتماً باید از فلاپ استفاده‌کرد چون مسافت دویدن هواپیما را برای بلندشدن‌کم مینماید ــ با استفاده ازفلاپ هواپیما میتواند درفرودگاههائی‌که باندپروازی‌کوتاه‌دارند عمل نشست وبرخواست راباآسانی انجام دهد .

در اینجا درس چهارم هم بپایان رسید ــ امید است مطالب این‌کتاب برای شما قابل استفاده بوده واز اطلاعات مقدماتی آن بهره‌کافی برده باشید.

منظورازتألیف این‌کتاب آموزش خلبانی به خوانندگان آن نیست بلکه هدف

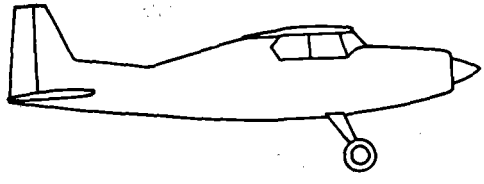
افزایش معلومات علاقمندان و آشنائی بیشتر آنان بامقدمات پرواز میباشد وسعی‌شده تا آنجاکه امکان‌داردحقایق مهم‌پروازکه‌دراثر تجربیات خلبانان وتحقیقات مهندسین وتجزیه وتحلیل‌سوانح‌بدست آمده بزبان ساده و بطور خلاصه بیان‌گردد .

بخاطر داشته‌باشیدکه سئوالات امتحان‌این درس هم در آخرکتاب درج‌گردیده است لطفاً به‌سئوالات مطروحه پاسخ دهید .با آرزوی موفقیت .

آزمایش درس اول

یکی از چهار جواب هر سئوال صحیح میباشد آنرا انتخاب کنید

۱ــ چهار نیروئی راکه درهنگام پرواز به هواپیما وارد می‌شود در شکل زیــر نشان دهید :



۲ــ (برا)ی بال بوسیله کدامیك ازعوامل زیر ایجاد میگردد :

الف ــ زیاد شدن سرعت الیاف هوا روی بـال کــه تولید منطقه فشار زیاد می‌نماید.

ب ــ کم شدن سرعت الیاف هوا روی انحنای بال که تولید مناطق کم فشار می‌نماید.

پ ــ زیاد شدن سرعت الیاف هواروی بال‌که تولید منطقه‌کم فشارمی‌نماید.

ت ــ لوله‌های ونتوری‌که درداخل بال‌کارگذارده می‌شود.

۳ــ زیاد شدن سرعت الیاف هوا در روی یــك سطح محدب باعث‌کدامیك از حالات زیر می‌شود :

الف ــ ساختمان ایرودینامیکی را بهم می‌زند.

ب ــ فشار را زیاد می‌کند .

پ ــ کلیه نیروها را خنثی می‌نماید .

ت ــ فشار راکم می‌کند .

۴ــ شکل ایرودینامیکی یا ارفویل :

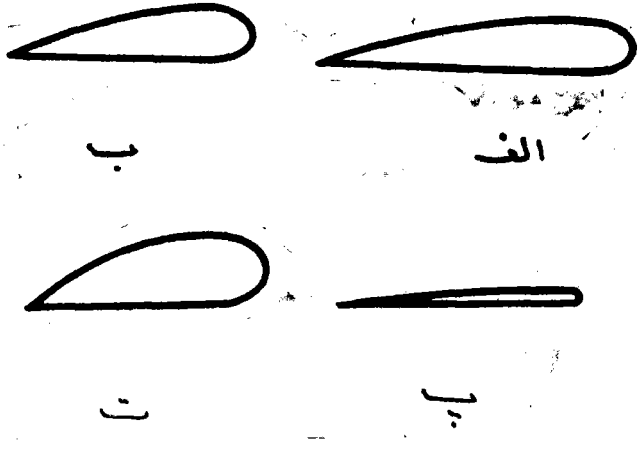
الف ــ برای تولید (برا) بکار می‌رود.

ب ــ یك دستگاه خنثی‌کننده جاذبه می‌باشد.

پ ــ (برا)را خنثی‌می‌نماید.

ت ــ برای خنثی نمودن‌کشش بکار می‌رود .

۵ ــ کدامیك از بالهای زیر انحنای بیشتری دارد ؟



۶ ــ وترکدام یك ازبالهای بالا بزرگتر است؟

۷ــ کدام یك ازبالهای بالا برای یك هواپیمای جت سریع مناسب می‌باشد؟

۸ــ کدام یك ازبالهای بالا برای یك هواپیمای باری مناسب است ؟

۹ــ کدام یك ازبالهای بالاپسای کمتری تولید می‌نماید ؟

۱۰ــ کدام یك ازبالهای بالا به احتمال بیشتر برای یك هواپیمای سبك مناسب است ؟

۸- ب ۷- ت ۶- ب ۵- ب

جواب: ۱- ب ۲- ب ۳- ت ۴- الف ۵- ت ۶- الف

آزمایش درس دوم

یکی از چهار جواب هر سئوال صحیح میباشد آنرا انتخاب کنید

۱ــ باد نسبی درچه موقعی بخوبی حس می‌شود:

الف- درموقع طوفان و گرد باد.

ب- موقعیکه در هنگام طوفان دست خود رااز پنجره‌یك‌خودرو درحال توقف بیرون می‌آورید.

پ - وقتیکه‌دریك خودرو روباز باسرعت‌رانندگی می‌نمائید.

ت - درصحرا هنگام شب.

۲ــ زاویه‌حمله عبارتست از :

الف - زاویه بین هواپیما وافق .

ب - زاویه بین افق وباد نسبی .

پ - همیشه ثابت است.

ت - زاویه بین وتربال وباد نسبی.

۳ــ لحظه بهم ریخته شدن (burble point) الیاف‌هوا عبارتست‌از:

الف - لحظه‌ای‌که هواپیما وامانده می‌شود.

ب ـ لحظه‌ای‌که موتور هواپیما نامنظم کار می‌کند وقدرت کامل خودرا ازدست می‌دهد .

پ ـ وقتیکه هوا درزیربال شروع به‌نامنظم شدن مینماید.

ت ـ لحظه‌ای‌که دراثرکم‌شدن سرعت وازدیاد زاویه حمله الیاف هوا بهم ریخته می‌شوند .

۴ـ هواپیما درکدامیك ازحالات زیرواماندە میشود :

الف ـ درسرعت خیلی‌کم.

ب ـ خلبان نمی‌تواند موتور را روشن نگهدارد .

پ ـ سکانهای افقی تماماً پائین می‌باشند.

ت ـ زاویه حمله بحداکثر خود رسیده باشد.

۵ ـ کدام یك ازشرح‌های زیرصحیح نمیباشد:

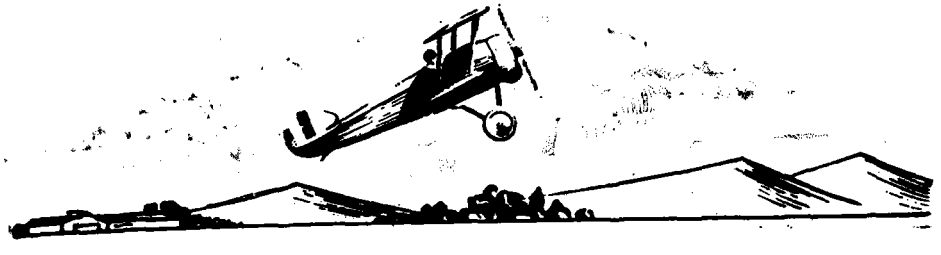
الف ـ سکانهای افقی زاویه حمله راکنترل می‌کنند.

ب ـ بالاآوردن دماغ هواپیما به بالای افق همیشه سبب اوج‌گیری هواپیما خواهدشد .

پ ـ عقب‌کشیدن دسته ازسرعت‌هواپیمامی‌کاهد.

ت ـ باموتورکاملاً باز احتمال واماندگی وجود دارد

۶ـ شکل زیرکدام یك ازحالات مشروحه را مشخص می‌سازد:



الف ـ هواپیما درلحظه واماندگی است.

ب ـ هواپیما درحال اوج‌گیری است.

پ ـ هواپیما با سرعت‌کم وارتفاع ثابت درپرواز است.

ت ـ چون باد نسبی نشان داده نشده نمی‌توان جواب داد.

۷ـ وامانده شدن درچه موقعی خطرناك میباشد :

الف ــ وقتی درارتفاع بالا تمرین می‌شود.

ب ــ وقتی بطور غیرعمد درارتفاعات بالاپیش‌می‌آید.

پ ــ وقتی بطور غیرعمد درارتفاعات پائین پیش می‌آید.

ت ــ همیشه.

جواب : ۱- ب ۲- ت ۳- الف ۴- ت ۵- ب ۶- ت ۷- ب

آزمایش درس سوم

یکی ازچهارجواب هرسئوال صحیح میباشدآنرا انتخاب کنید

۱ــنیروئی که هواپیما را میگرداند:

الف ــ بوسیله سکان عمودی تولید می‌شود.

ب ــ (برا)ی بال می‌باشد.

پ-جزءعمودی‌جاذبه‌می‌باشد.

ت - باعقب‌کشیدن دسته خنثی می‌شود.

۲ــ زاویه حمله برای چه‌منظوری درموقع‌گردش زیاد می‌شود:

الف - برای‌کم‌کردن سرعت هواپیما.

ب ــ برای نگهداشتن دماغ‌دربالای افق.

پ - برای جلوگیری‌ازواماندگی.

ت - برای زیادکردن (برا)ی بالها.

۳ــ بوسیله کدام یك ازحرکات زیر می‌توان از واماندگی خارج شد:

الف - عقب‌کشیدن دسته.

ب ـ بالاآوردن سکانهای افقی.

پ ـ پائین‌آوردن سکانهای افقی.

ت ـ پائین‌آوردن‌دم هواپیما.

۴ ـ نتیجه زیاد بعقب‌کشیدن دسته درموقع گردش‌سبب کدام‌یك‌ازحالات زیرخواهدشد:

الف ـ زیاد شدن میزان‌گردش.

ب ـ کم شدن میزان‌گردش .

پ ـ همیشه واماندگی‌پیش می‌آید.

ت ـ کم شدن مجموع (برا).

۵ ـ (برا)ی‌بال همیشه:

الف ـ یکسان است،

ب ـ کافی است.

پ ـ عمود بربال است.

ت ـ مستقیم بطرف بالا است.

۶ ـ اگر هواپیما بطرف راست می‌گردد:

الف ـ سکانهای افقی باید درحالت وسط باشد.

ب ـ دسته‌کمی بعقب‌کشیده می‌شود.

پ ـ (برا)ی بال مستقیم بطرف بالا است.

ت ـ (برا) بیشتر افقی است تاعمودی.

۷ ـ دریك‌کجی زیاد بال:

الف ـ (برا) بیشتر افقی است تاعمودی.

ب ـ (برا) بیشتر عمودی است‌تا افقی.

پ ـ (برا) مستقیم‌بالاوپائین می‌باشد.

ت ـ نیروی جاذبه یاثقل زیاد می‌شود.

۸ ـ از دیاد زاویه حمله درموقع‌گردش :

الف - (برا) راکم می‌نماید.

ب ــ کجی هواپیما راخود بخود زیاد می‌نماید.

پ - ازاحتمال واماندگی جلوگیری می‌نماید.

ت - میزان گردش هواپیما را زیاد می‌کند.

۷- ت

جواب : ۱- ب ۲- ت ۳- ب ۴- ب ۵- الف ۶- ب ۷- ب ۸- الف

آزمایش درس چهارم

یکی از چهار جواب هر سئوال صحیح میباشد آنـرا انتخاب کنید

۱ـ گردش با ۹۰ درجه کجی بال درچه موقعی امکان پذیر می‌باشد :

الف ـ وقتی برای حفظ ارتفاع کوشش نمی‌شود.

ب ـ وقتی ارتعاع ثابت حفظ می‌شود.

پ ـ هیچ‌وقت.

ت ـ درهروضعیت.

۲ـ گردش درحال اوجگیری همیشه باید :

الف ـ خیلی گود باشد.

ب ـ یك مانور خطرناك تلقی شود.

پ ـ خیلی کم عمق یالب تخت باشد .

ت ـ هیچ کدام ازموارد فوق.

۳ـــ زمانیکه هواپیما در حال گردش و اوج گیری است زاویه حمله چه تغییری می‌نماید؟

الفـــ همان اندازه‌است که درگردش افقی خواهدبود.

ب ـ کمتر ازاندازه‌ایست که درگردش افقی خواهد بود.

پ ـ بیشترازاندازه‌ایست که درگردش افقی خواهد بود.

ت ـ همیشه از ۱۰ درجه کمتر است.

۴ـ هواپیما درکدام یك ازحالات زیر وامانده می‌شود :

الف ـ درهرسرعت وهرزاویه حمله.

ب ـ فقط دریك سرعت بخصوص وهر زاویه حمله.

پ ـ درهرسرعت وفقط دریك زاویه حمله.

ت ـ فقط دریك سرعت بخصوص ویك زاویه حمله بخصوص.

۵ ـ اگر دماغ هواپیما زیرافق باشد :

الف ـ واماندگی امکان پذیرنمی‌باشد.

ب ـ واماندگی فقط درسرعتهای خیلی کم امکان‌پذیر است.

پ ـ اگر دسته خیلی جلوباشد هواپیما وامانده خواهد شد.

ت ـ هواپیما درصورتی درسرعت زیاد وامانده می‌شودکه زاویه حمله بطور ناگهانی تغییریابد.

۶ـ منظور اصلی ازسکان عمودی هواپیما عبارتست از :

الف ـ خنثی کردن پساکه همیشه درشهپر چپ تولید می‌شود.

ب ـ خنثی کردن پسای بالی که شهپرآن پائین است.

پ ـ خنثی کردن پسای بالی که شهپرآن بالا است.

ت ـ گرداندن هواپیما حول محور عمودی.

۷ـ درموقع گردش بچپ:

الف ـ سکان عمودی بچپ داده می‌شود.

ب ـ شهپر راست بالا می‌رود.

پ ـ شهپر چپ بالا می‌رود .

ت ـ هواپیما باید بطرف راست کج شود.

۸ــ منظور استفاده ازفلاپ درموقع تقرب برای فرود عبارتست‌از:

الف ــ پائین‌آمدن سریع بدون افزایش سرعت .

ب ــ جلوگیری ازپائین‌آمدن دماغ.

پ ــ کاهش زاویه‌کجی وزاویه حمله دریك زمان.

ت ــ امکان فرود نرمتر.

۷- ۱۳۰

جواب : ۱ــ ۱۳۰ ۲ــ ب ۳ــ ب ۴ــ ب ۵ــ ب ۶ــ ب ۷ــ ب ۸ــ ب

سایر انتشارات

الات دقیق

ناوبری هوائی

هوا شناسی

ائرو دینامیك

دانستنیهای‌فنون هواپیمائی برای جوانان

هواپیمای مدل

موتورهای مدل

موتورهای هواپیمای مدل

هواپیما

از پرواز چه میدانید؟