



دانشگاه آزاد اسلامی
بندرعباس

اصول مهندسی فرودگاه

موضوع درس #۳ موانع فرودگاه

بیژن سعیدی نژاد

کارشناس ارشد مدیریت و برنامه ریزی حمل و نقل

کارشناس ارشد مهندسی و مدیریت ساخت

MBA

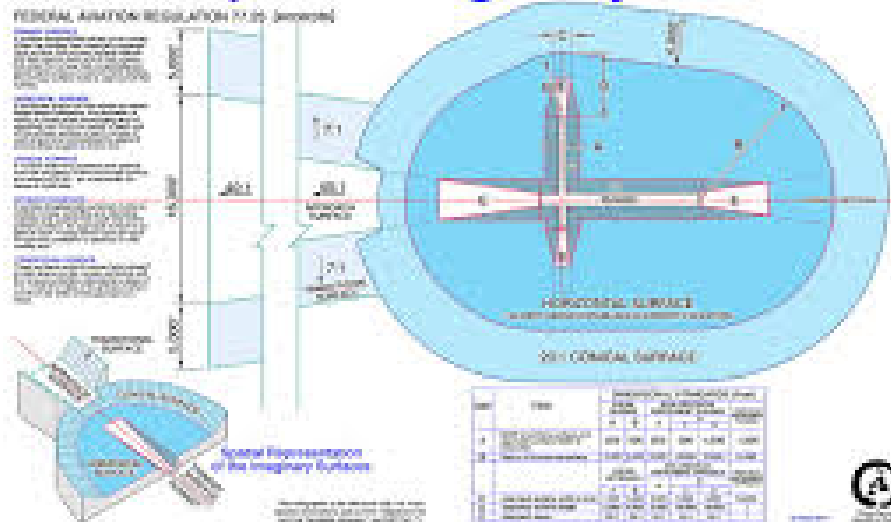
قوانین منطقه بندی

- محل فرودگاه باید طوری انتخاب شود که نشست و برخاست هواپیماها بدون مانع و بی خطر انجام گیرد.
- به منظور جلوگیری از ایجاد هرگونه مانعی در آینده در اطراف فرودگاه باید اقدامات لازم انجام پذیرد.
- خرید زمین های زیر مسیر فرود و منطقه دور زدن هواپیماها به منظور جلوگیری از احداث ساختمان در بیشتر مواقع از نظر اقتصادی امکان پذیر نیست
- میتوان قوانینی وضع نمود که شهرداری مجوز احداث ساختمانهای بلند در این مناطق را صادر ننماید.
- ارتفاع مجاز ساختمانها در این مناطق بستگی به فرودگاه و نوع هواپیماها دارد.

طبقه بندی موانع

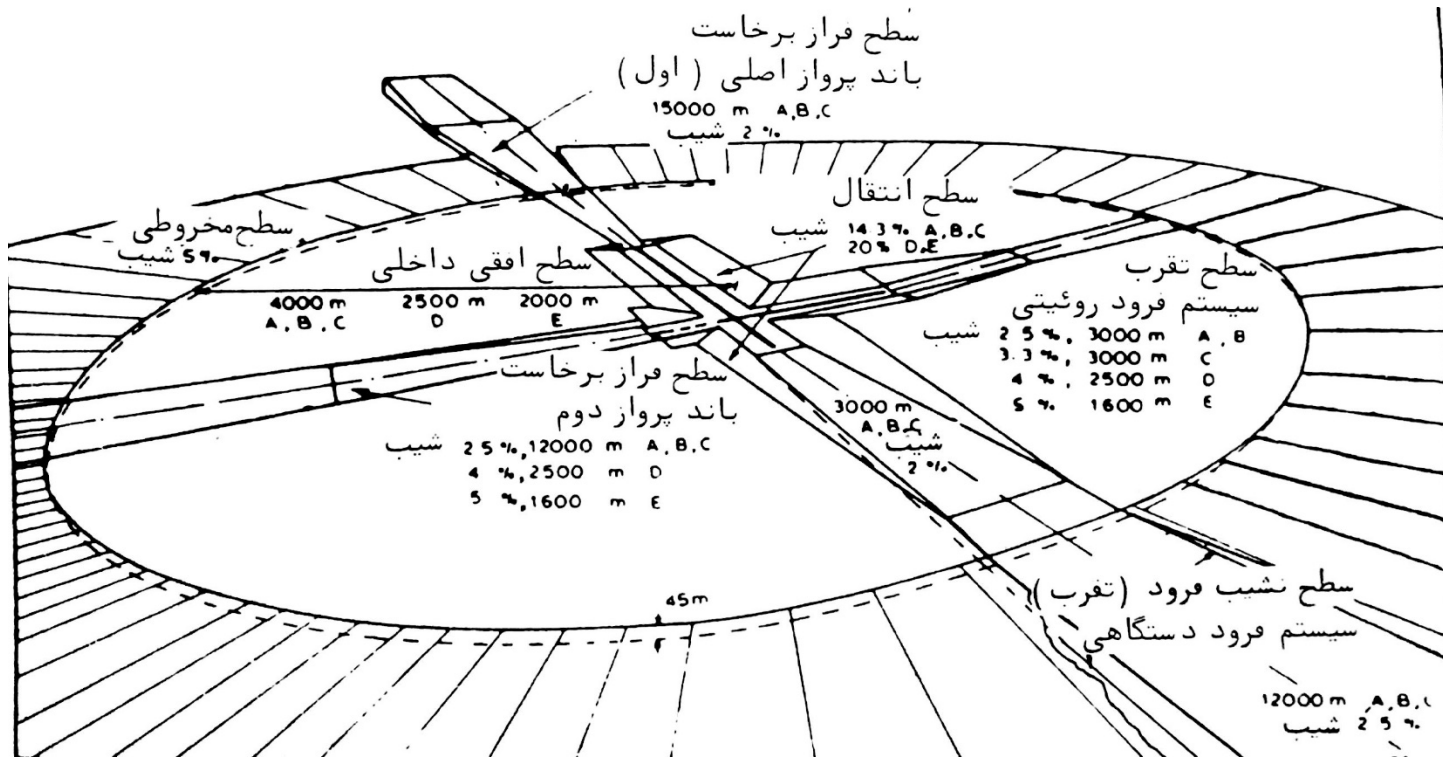
- موانعی که باعث به مخاطره انداختن امنیت هوانوردی میشوند به دو گروه تقسیم میگردند
- موانع موجود در سطوح فرضی
- موانعی که ارتفاع آنها از حد معینی از سطح زمین در مناطق تقرب و دورزدن تجاوز میکند.

Civil Airport Imaginary Surfaces



طبقه بندی موانع

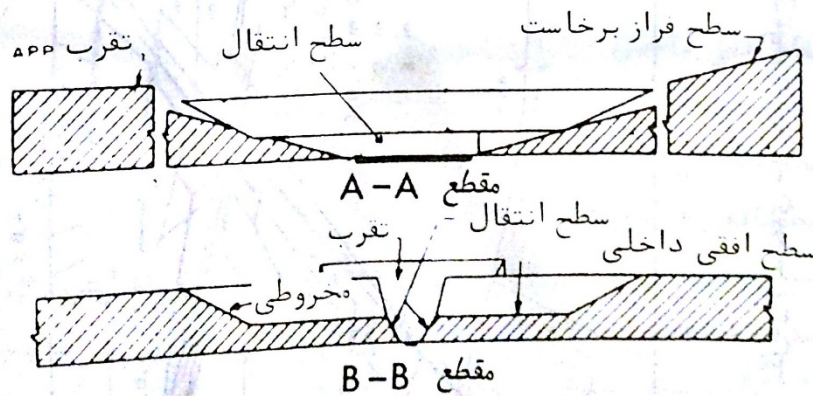
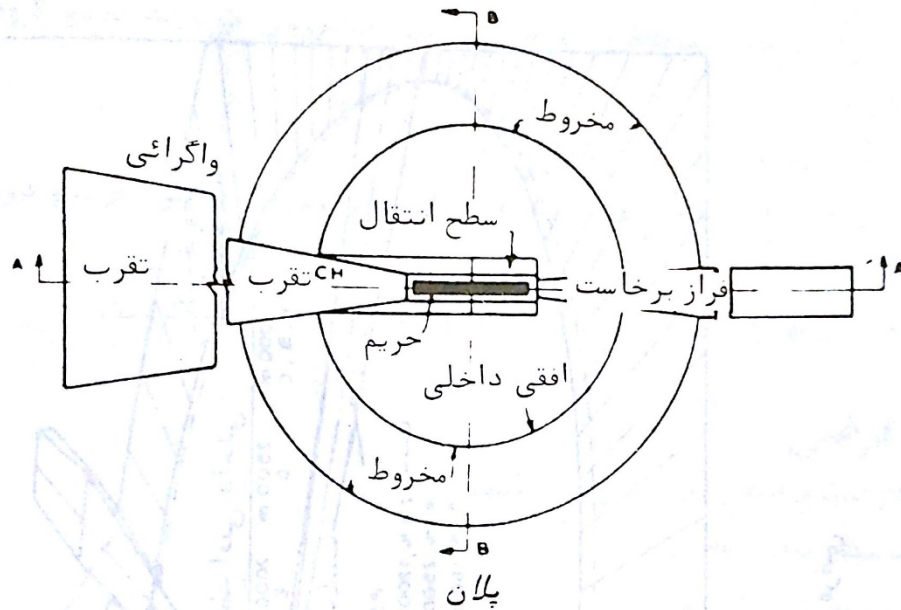
□ انواع سطوح فرضی



طبقه بندی موانع

5

□ انواع سطوح فرضی

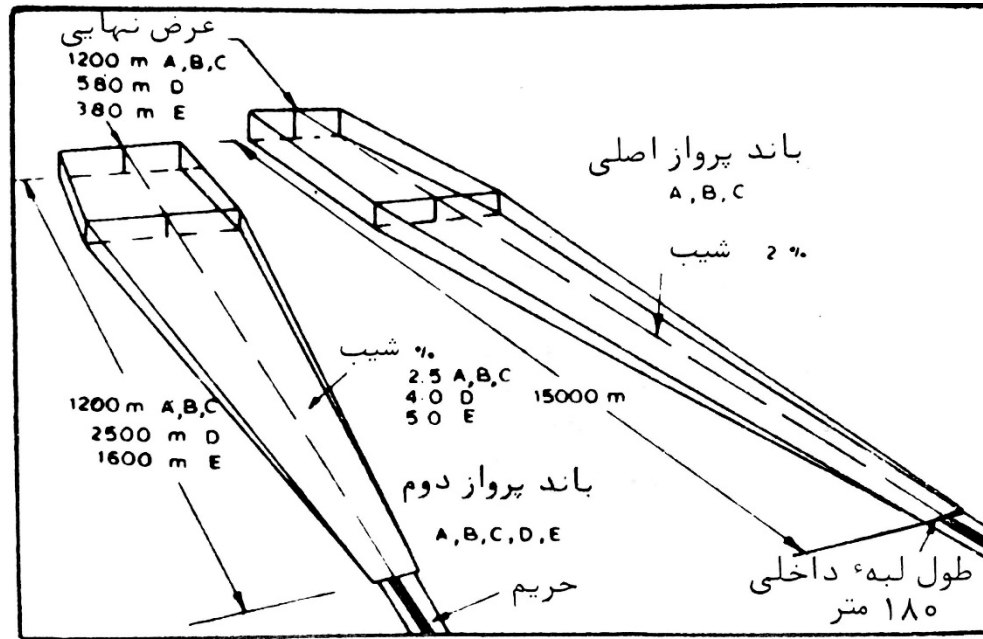


سطوح فرضی

□ سطح فراز برخاست

□ بعد از انتهای باند پرواز و در امتداد آن به منظور برخاستن هواپیماها در نظر گرفته میشود.

□ در فرودگاههایی که قرار است در آینده باند پرواز امتداد داده شود، سطح فراز برخاست از انتهای باند پرواز امتداد یافته، تعیین خواهد شد.



سطوح فرضی

□ سطح فراز برخاست (ادامه)

■ اجزاء سطح فراز برخاست

■ لبه داخلی

■ خطی است افقی، عمود بر محور باند پرواز که به فاصله معینی از انتهای باند پرواز و یا در انتهای معبر بی مانع قرار دارد. طول آن بر اساس نوع فرودگاه تعیین شده و ارتفاع آن بلندترین نقطه واقع بر خطی فرضی که از انتهای باند در امتداد محور مرکزی خطی به لبه داخلی وصل میشود، میباشد.

■ دو لبه جانبی

■ این دو لبه از لبه داخلی شروع شده و با نسبت واگرایی معینی از یکدیگر دور میشوند، این واگرایی تا رسیدن به یک عرض نهایی مشخص ادامه میابد و از این مقطع به بعد شیب جانبی صفر بوده و فاصله این دولبه تا انتهای سطح فراز برخاست ثابت میماند.

■ علاوه بر واگرایی مذکور در فوق، این دو لبه دارای یک شیب بالارو ثابت نیز میباشند که مساوی با شیب سطح فراز برخاست است.

■ ضلع خارجی

■ این ضلع خطی افقی بوده و عمود بر محور مسیر پرواز است.

سطوح فرضی

□ سطح فراز برخاست (ادامه)

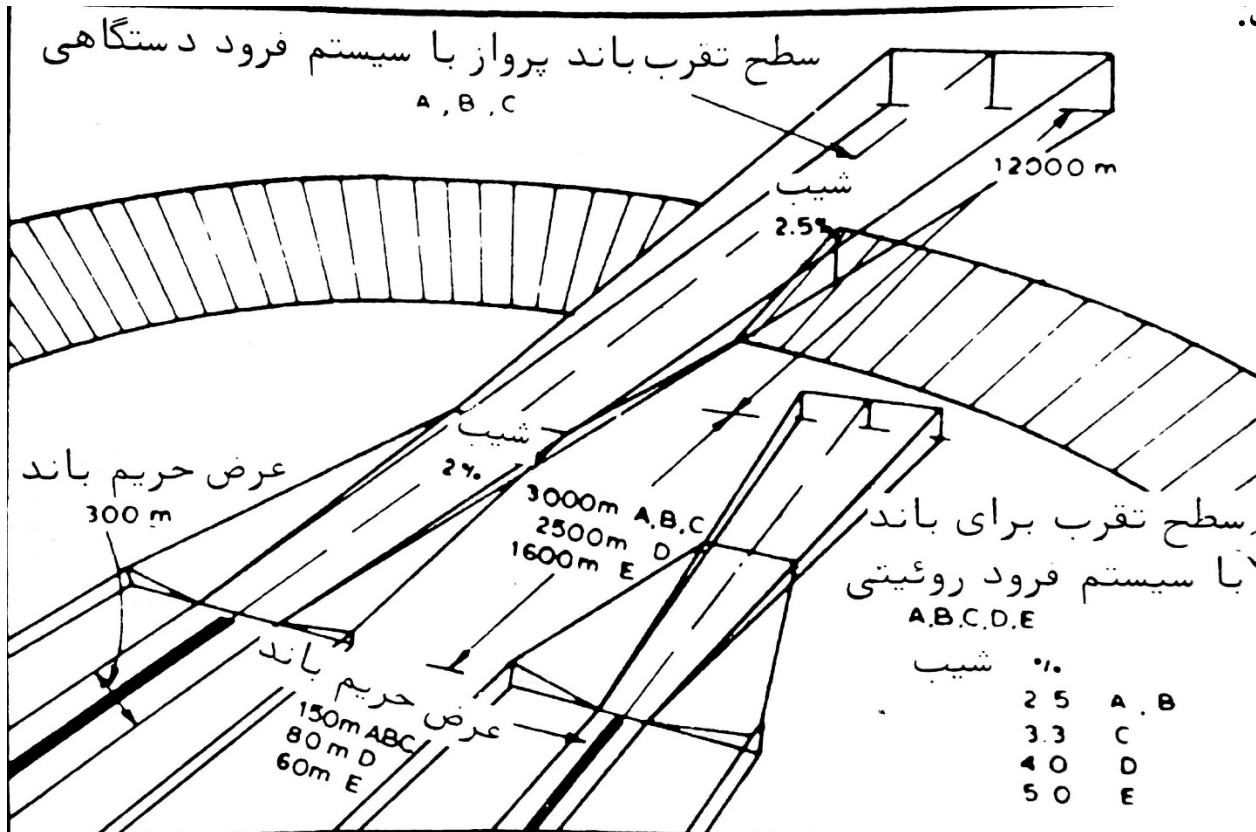
طبقه بندی باند پرواز	باند اصلی برخاست		سایر باندهای پرواز		
	ABC*	ABC	D	E	
اقلام					
طول لبه داخلی (متر) (ft)	180 (600)	180 (600)	80 (260)	60 (200)	
فاصله از انتهای باند پرواز (متر) (ft)	60 (200)	60 (200)	30 (100)	30 (100)	
درصد واگرایی هر طرف	12.5	12.5	10	10	
عرض نهایی (متر) (ft)	1800 (6000)	1200 (4000)	580 (1900)	380 (1250)	
طول (متر) (ft)	15,000 (50,000)	12,000 (40,000)	2500 (8300)	1600 (5200)	
درصد شیب	2	2.5	4	5	

ابعاد و شیب سطح فراز برخاست

سطوح فرضی

□ سطح تقرّب

□ در انتهای کوچکتر حریم باند پرواز ایجاد میگردد و هواپیماها برای فرود از آن استفاده میکنند.



□ سطح تقرّب

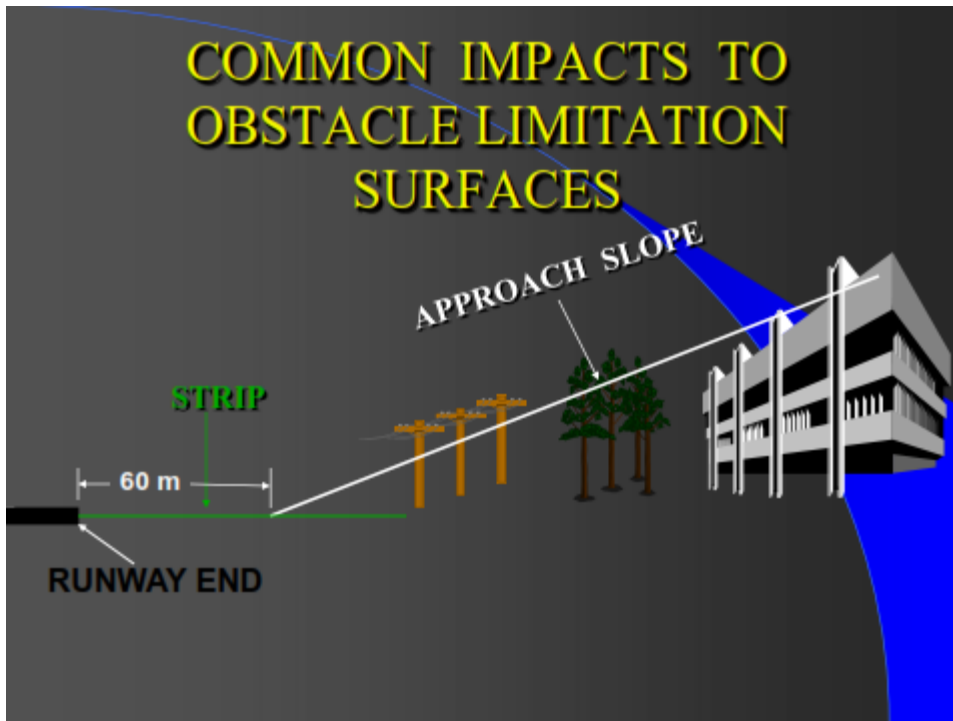
□ قسمت‌های مختلف سطح تقریب

- لبه داخلی : با طول معین به صورت افقی و عمود بر امتداد محور باند پرواز و در فاصله معینی قبل از آستانه باند قرار گرفته است. ارتفاع لبه داخلی باید برابر با ارتفاع نقطه وسط آستانه باند پرواز باشد.
- اضلاع جانبی: دو ضلع جانبی که از لبه داخلی شروع شده و به صورت یکنواخت با واگرایی معینی نسبت به محور باند پرواز ادامه پیدا میکند و ایجاد سطحی به طرف خارج با شیب طولی معینی مینماید.
- لبه خارجی: که موازی لبه داخلی میباشد.

سطوح فرضی

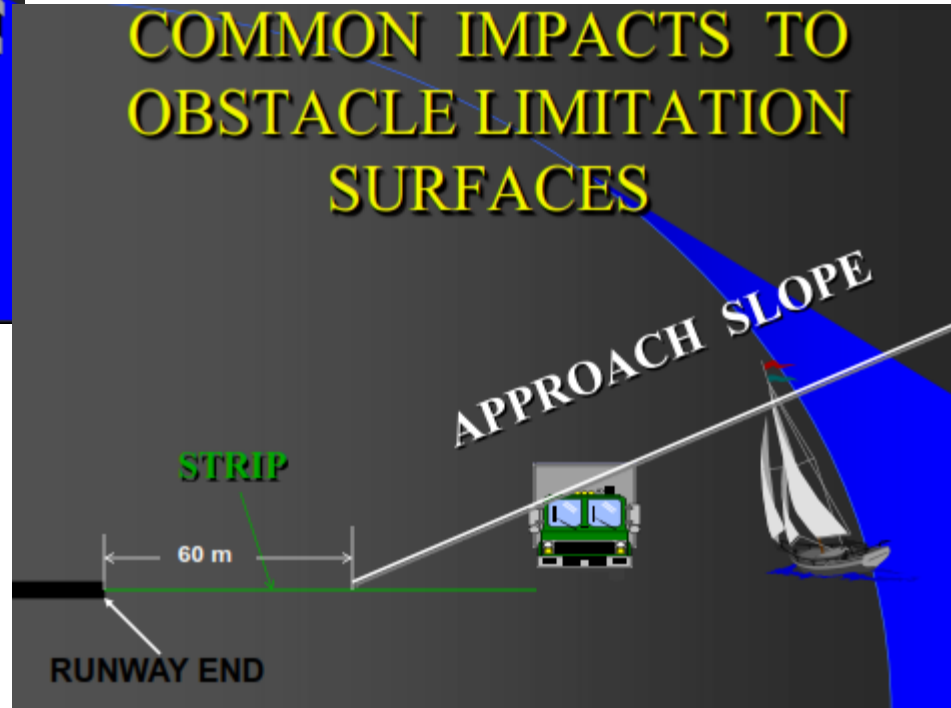
11

COMMON IMPACTS TO OBSTACLE LIMITATION SURFACES



□ سطح تقرب

COMMON IMPACTS TO OBSTACLE LIMITATION SURFACES



سطوح فرضی

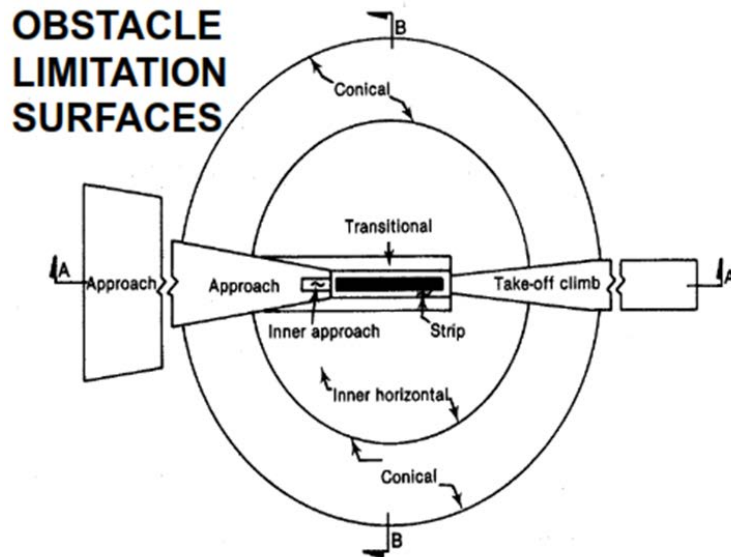
ابعاد، شیب و محدودیت موانع سطح تقرب

طبقه بندی باند پرواز سطح و اقلام	فرود روئینی				فرود دستگاهی	
	AB	C	D	E	AB	C
سطح تقرب						
طول لبه، داخلی (متر)	150	150	80	60	300	300
(ft)	(500)	(500)	(260)	(200)	(1000)	(1000)
فاصله از آسمان	60	60	30	30	60	60
باند پرواز (متر)	(200)	(200)	(100)	(100)	(200)	(200)
درصد واگرایی هر خط	10	10	10	10	15	15
قطعه اول						
طول (متر)	3000	3000	2500	1600	3000	3000
(ft)	(10,000)	(10,000)	(8300)	(5200)	(10,000)	(10,000)
درصد شیب	2.5	3.3	4	5	2	2
قطعه دوم						
طول (متر)	—	—	—	—	3600	3600
(ft)	—	—	—	—	(12,000)	(12,000)
درصد شیب	—	—	—	—	2.5	2.5
قطعه افقی						
طول (متر)	—	—	—	—	8400	8400
(ft)	—	—	—	—	(28,000)	(28,000)
طول کل (متر)	3000	3000	2500	1600	15,000	15,000
(ft)	(10,000)	(10,000)	(8300)	(5200)	(50,000)	(50,000)
سطح افقی داخلی						
متر ارتفاع (ft)	45	45	45	45	45	45
(ft)	(150)	(150)	(150)	(150)	(150)	(150)
شعاع (متر)	4000	4000	2500	2000	4000	4000
(ft)	(13,000)	(13,000)	(8300)	(6500)	(13,000)	(13,000)
سطح مخروطی						
درصد شیب	5	5	5	5	5	5
ارتفاع (متر)	100	75	55	35	100	75
(ft)	(350)	(250)	(180)	(115)	(350)	(250)
سطح انتقال						
درصد شیب	14.3	14.3	20	20	14.3	14.3
سطح افقی خارجی						
ارتفاع (متر)	150	150	—	—	150	150
(ft)	(500)	(500)	—	—	(500)	(500)
شعاع (متر)	15,000	9900	—	—	15,000	9900
(ft)	(50,000)	(33,000)	—	—	(50,000)	(33,000)

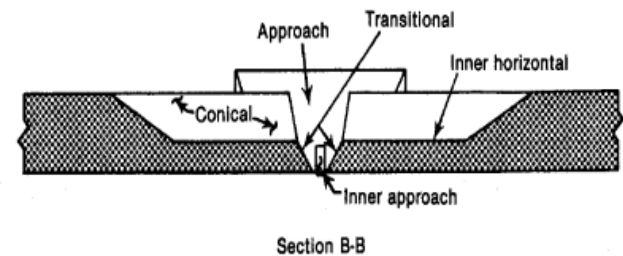
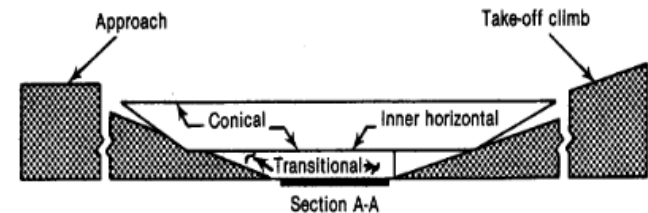
- سطح افقی داخلی (IHS: Inner Horizontal Surface)
- سطحی است که در یک صفحه افقی بالای فرودگاه و اطراف آن قرار گرفته است.
- دایره ای بودن سطح افقی داخلی الزامی نیست اما شعاع خارجی ترین قسمت آن باید از نقطه مرجع فرودگاه (Airport Reference Point : APR) یا نقاط دیگری که به این منظور تعبیه شده است، اندازه گیری شود. نقطه مرجع فرودگاه معمولاً یک نقطه ثابت است که در انتهای باند پرواز تعیین میگردد.
- ارتفاع سطح افقی داخلی از زمین ۴۵ متر و ابعاد آن بر اساس طول باند پرواز در جدول آورده شده است.

□ سطح افقی داخلی (HIS: Inner Horizontal Surface)

- در صورتیکه طول باند ۱۵۰۰ متر و یا بیشتر باشد، سطح افقی داخلی به صورت یک سطح ترکیبی متشکل از دو سطح دایره ای شکل میباشد که مرکز هر کدام در دو انتهای باند پرواز و با شعاع های مساوی ۴۰۰۰ متر خواهد بود.
- برای طول باند پرواز ۵۰۰۰۰ متر و بیشتر، ممکن است قوس ها با دو مماس به یکدیگر متصل شده و تشکیل یک سطح بیضوی را بدهند.



OBSTACLE LIMITATION SURFACES

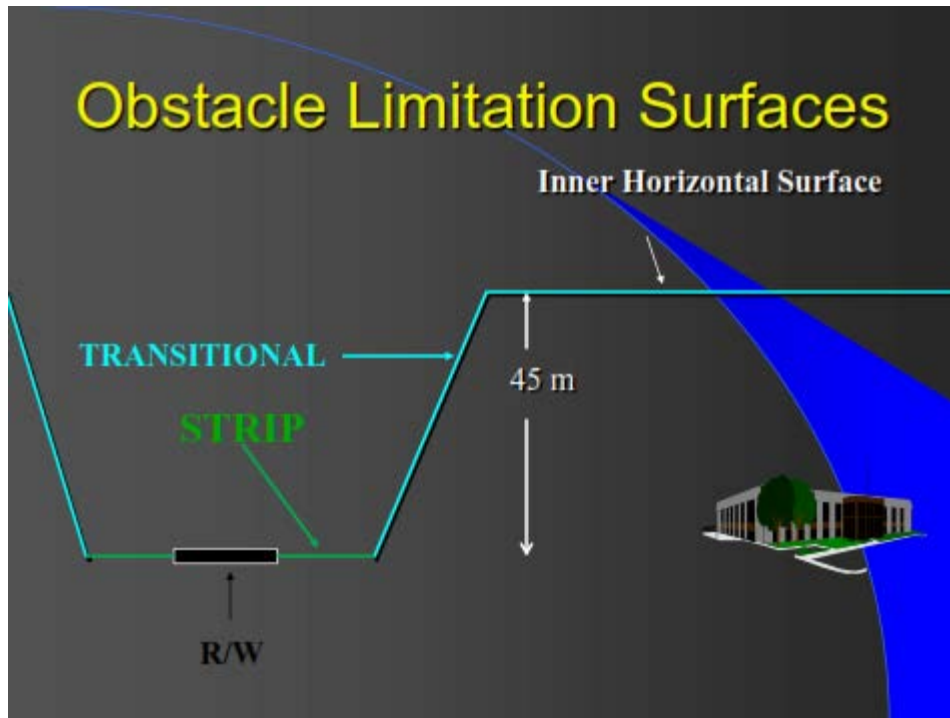


□ سطح مخروطی (Conical Surface)

- این سطح طوری قرار گرفته است که سطح قاعده کوچک پایین بر روی پیرامون سطح افقی داخلی و سطح قاعده بزرگ آن در بالا قرار گرفته است. محدودیت های این سطح به صورت زیر است:
 - قاعده پایین مخروط منطبق بر پیرامون سطح افقی داخلی
 - قاعده بزرگتر در ارتفاع معینی بالای سطح افقی داخلی، شیب یال هی سطح مخروطی را باید در صفحه قائم که بر پیرامون سطح افقی داخلی عمود است اندازه گیری نمود.
 - ابعاد و شیب سطح مخروطی در جدول آورده شده است.

□ سطح انتقال (Transitional Surface)

□ سطح پیچیده ای است که در امتداد لبه حریم باند پرواز و قسمتی از لبه سطح تقرب قرار دارد و دارای شیب سربالایی به طرف سطح افقی داخلی میباشد. این سطح به منظور کنترل موانع مانند ساختمان و غیره مورد استفاده قرار میگیرد.

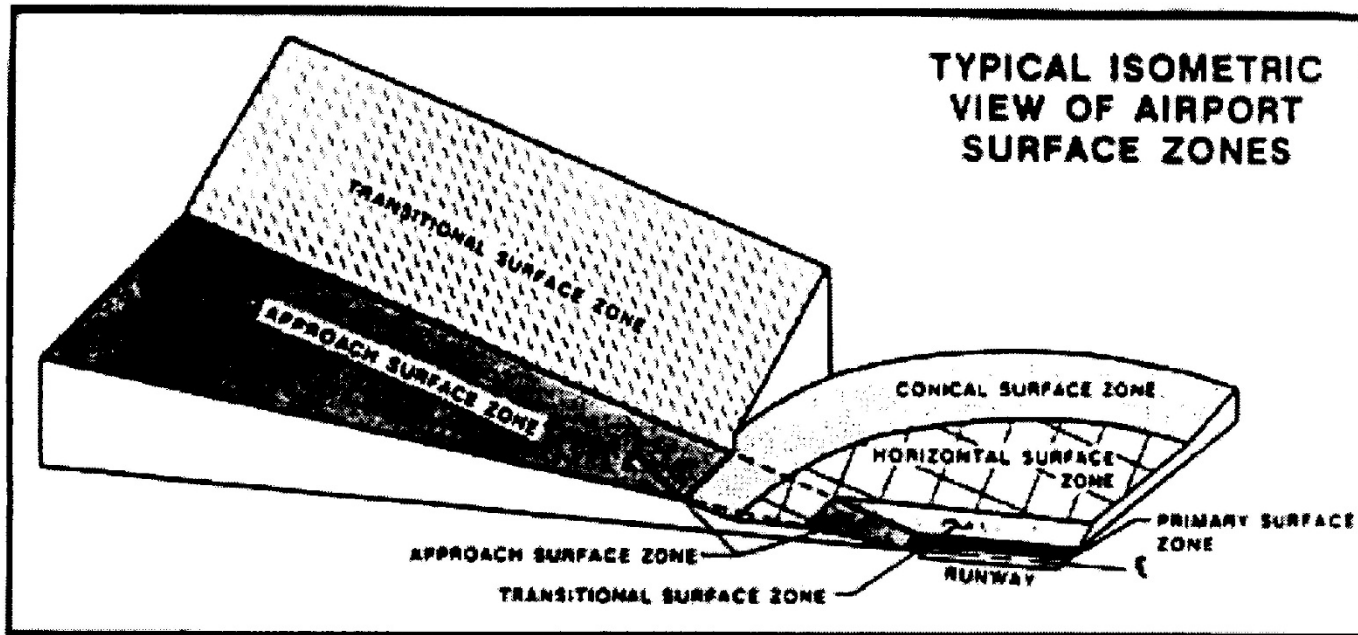


سطوح فرضی

□ سطح انتقال (ادامه)

□ محدوده سطح انتقال به صورت زیر میباشد

- لبه پایین : از تقاطع لبه سطح تقرب با سطح افقی داخلی شروع شده و در امتداد لبه سطح تقرب به طرف لبه داخلی آن ادامه پیدا کرده و از این نقطه به بعد منطبق بر لبه حریم باند و موازی با خط محور باند ادامه میباشد.



□ سطح انتقال (ادامه)

■ محدوده سطح انتقال به صورت زیر میباشد

- لبه بالایی در صفحه سطح افقی داخلی قرار گرفته است. برای باندهای پرواز به طول ۹۰۰ متر یا بیشتر شیب انتقال برابر با $14/3$ درصد (۱:۷) و برای باندهای پرواز طویل تر از ۹۰۰ متر این شیب باید ۲۰ درصد (۱:۵) در نظر گرفته شود.
- این شیب در صفحه ای اندازه گیری میشود که یک ضلع آن عمود بر محور باند بوده و ضلع دیگر آن امتداد قائم است.

□ سطح افقی خارجی (Outer Horizontal Surface: OHS)

- معمولاً سطح افقی خارجی برای فرودگاههایی که طول باند پرواز آن ها کمتر از ۹۰۰ متر باشد در نظر گرفته نمیشود. به طور کلی این سطح به صورت دایره ای به مرکز نقطه مرجع فرودگاه میباشد.
- در صورتیکه طول باند پرواز بیشتر از ۹۰۰ متر و کمتر از ۱۵۰۰ متر باشد سطح افقی خارجی تا ۹۹۰۰ متر از نقطه مرجع فرودگاه امتداد خواهد داشت. برای فرودگاههای با طول باند پرواز بیشتر، این سطح حدود ۱۵۰۰۰ متر از نقطه مرجع خواهد بود.
- مرتفع ترین سطح افقی خارجی برابر با ۱۵۰ متر بالای ارتفاع نقطه مرجع فرودگاه میباشد و احداث ساختمان در بالای این سطح مجاز نخواهد بود.

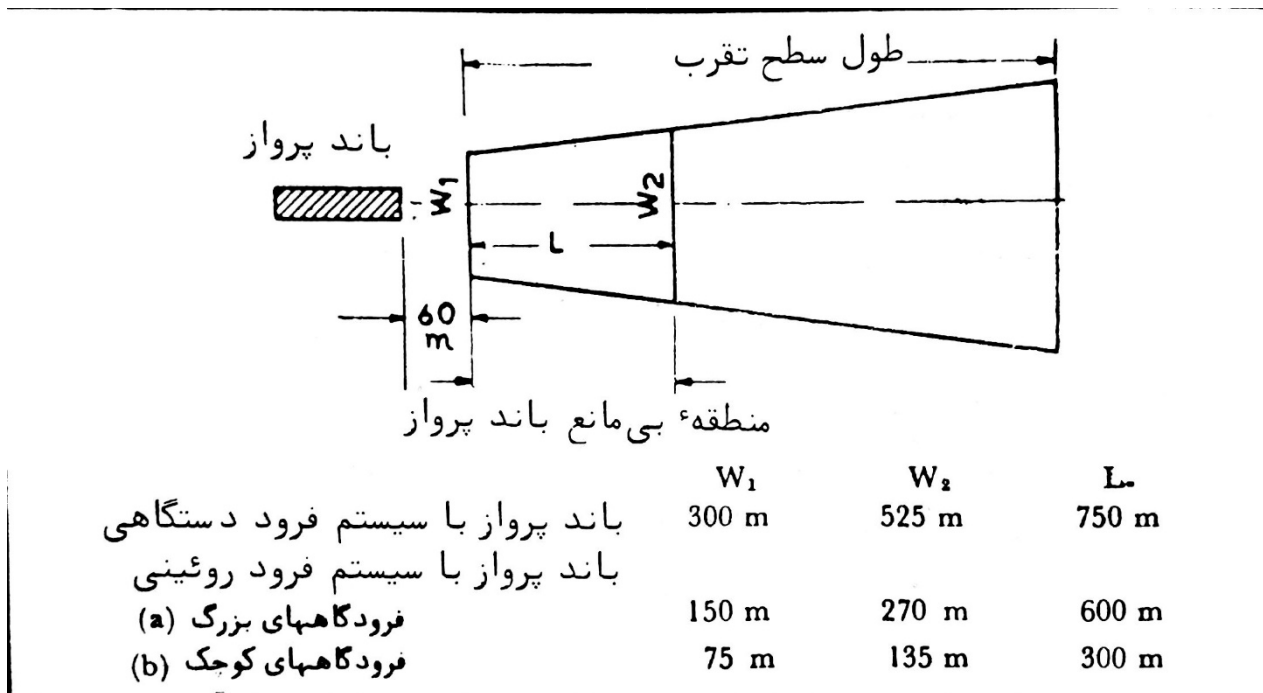
منطقه تقرّب Approach Zone

- هنگام فرود، زاویه نشیب هواپیماها (دالان تقرّب) ممکن است از وضعیت شیب زیاد تا کم متغیر باشد اما در هنگام بلند شدن میزان فراز هواپیما بوسیله بار بالها و قدرت موتور آنها کنترل میشود. بنابراین با توجه به وضعیت متغیر فرود، سطح وسیع بدون مانع لازمه به بنام **منطقه تقرّب** نامیده و لازم است در هر دو طرف باند در امتداد جهت فرود و یا برخاست هواپیما این منطقه را در نظر گرفت.
- بر روی این سطح هواپیماها میتوانند بدون خطر ارتفاع خود را کم یا زیاد نمایند.
- کل این سطح را باید عاری از هرگونه مانعی نگهداشت و این عمل میتواند بوسیله وضع قوانین انجام پذیرد.
- پلان منطقه تقرّب دقیقاً نظیر پلان سطح تقرّب میباشد با این تفاوت که سطح تقرّب یک سطح کاملاً فرضی بوده در حالیکه منطقه تقرّب فرود، بر روی زمین طبیعی قرار داد.

منطقه تقرّب

□ منطقه بی مانع (Clear Zone)

□ داخلی ترین قسمت منطقه نشیب فرود که بحرانی ترین قسمت از نقطه نظر مانع میباشد، منطقه بی مانع نامیده میشود. ترکیب و ابعاد آن در شکل زیر نمایش داده شده است.



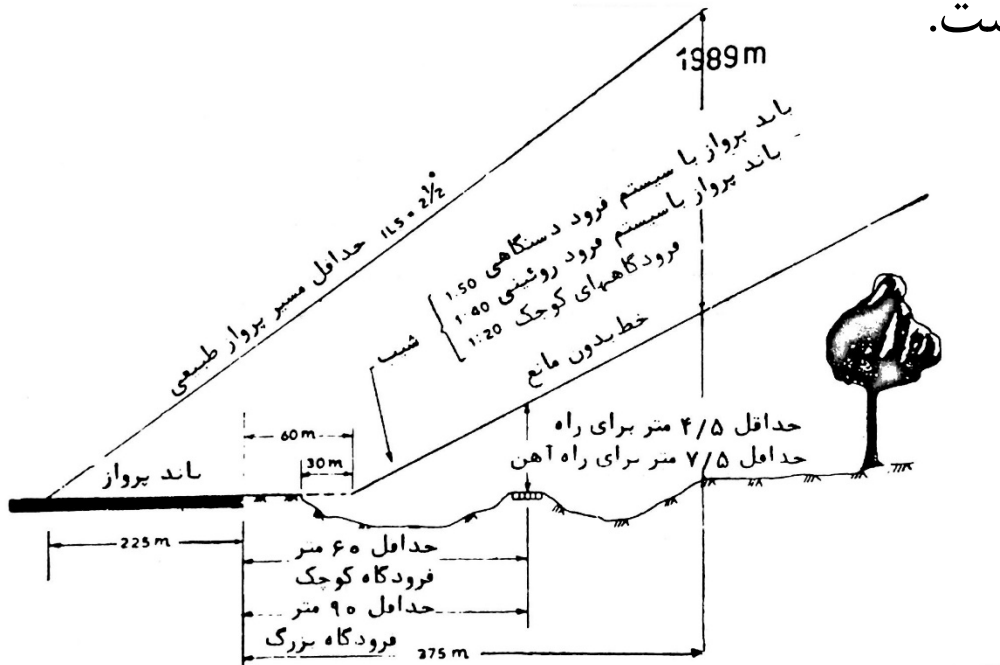
□ منطقه بی مانع (Clear Zone)

- خرید زمین های واقع در این منطقه جهت تکمیل قوانین منطقه بندی توضیه میگردد.
- شیب بندی این سطح الزامی نیست ولی باید تمام موانع موجود در آن را انتقال داد.
- گرچه مسطح بودن این منطقه ترجیح دارد ولی چندان حیاتی نیست.
- حصار نرده ای، احداث کانال و ایجکاد سایر موانع فرعی در این منطقه مجاز میباشد.

منطقه تقرّب

□ ارتفاع بی مانع راه و راه آهن

□ راه و راه آهن را میتوان در منطقه بی مانع فرودگاه احداث نمود و در صورتیکه یک ارتفاع بی مانع استاندارد رعایت گردد، تردد وسایل نقلیه در این منطقه مشکلی بوجود نمی آورد. اصول ارتفاع بی مانع راه و راه آهن در شکل زیر نمایش داده شده است.



□ ارتفاع غیر مجاز اشیاء

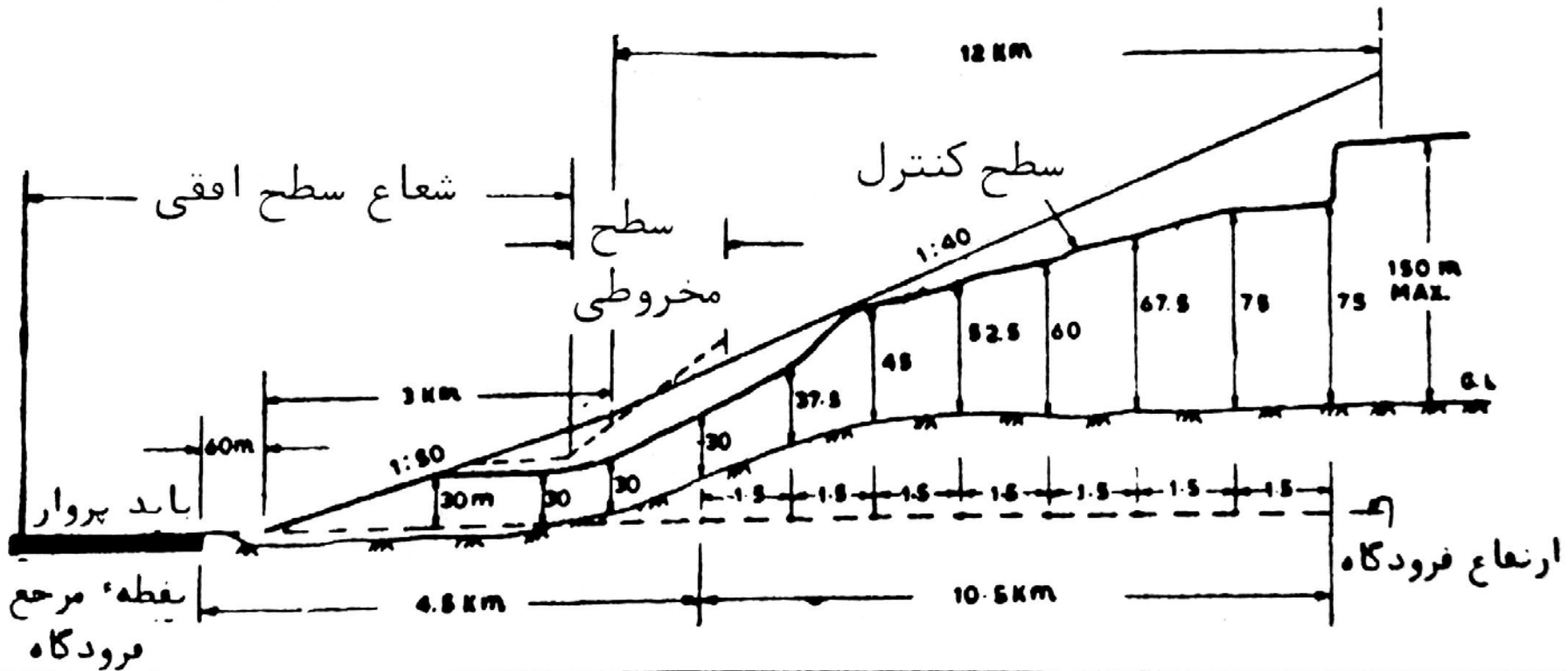
- هر شیئی که ارتفاعش از محدودیت های ارتفاع از سطح زمین تجاوز کند آنرا مانع در مقابل عملیات هوانوردی میگویند. بحث های زیر در ارتباط با سطوح فرود باند پرواز مجهز به تسهیلات فرود دستگاهی مطرح میباشد
- در فاصله ۴/۵ کیلومتری از انتهای باند پرواز هر نوع شیئی که ارتفاع آن بیشتر از ۳۰ متر از سطح زمین باشد به عنوان مانع تلقی میگردد.
- هر شیئی که بعد از فاصله ۴/۵ کیلومتر از انتهای باند پرواز قرار گرفته باشد در صورتی مانع بحساب میآید که به ازاء هر ۱/۵ کیلومتر فاصله اضافی بیشتر از ۷/۵ متر ارتفاع مازاد بر ۳۰ متر داشته باشد و یا در فاصله ۱۵ کیلومتری از انتهای باند ارتفاعی بیش از ۷۵ متر داشته باشد.
- هر شیئی که بالاتر از حداقل ارتفاع نشیب فرود (دالان تقرّب **minimum approach** **flight altitude**) قرار گیرد یا ارتفاع متجاوز از ۱۵۰ متر داشته باشد بعنوان مانع مورد بررسی قرار میگیرد.

منطقه تقرّب

25

□ ارتفاع غیر مجاز اشیاء (ادامه)

□ پروفیل منطقه فرود برای باند پرواز مجهز به سیستم فرود دستگاہی



منطقه دورزدن Turning Zone

- اگر هنگام پرواز بعلت خرابی موتور و یا دلایل دیگر، فرود اضطراری ایجاب گردد، هواپیما باید دور زده تا در خط باند پرواز قبل از فرود قرار گیرد. سطح فرودگاه (بجز منطقه فرود) که برای دور زدن هواپیما مورد استفاده قرار میگیرد را بنام منطقه دورزدن مینامند.
- چون در منطقه دورزدن، هواپیما دارای ارتفاع خیلی کمی است لذا این منطقه هم باید عاری از هرگونه مانعی باشد.
- هر شیئی در فاصله $4/5$ کیلومتری از نطقه مرجع باند پرواز در صورتیکه ارتفاعش بیش از 51 متر از ارتفاع فرودگاه باشد، بعنوان مانع بحساب میآید.
- هر شیئی که بعد از فاصله $4/5$ کیلومتر از انتهای باند پرواز قرار گرفته باشد، در صورتی مانع بحساب می آید که به از هر $1/5$ کیلومتر اضافی، بیشتر از 30 متر ارتفاع مازاد بر 51 متر داشته باشد و یا در فاصله 15 کیلومتری از انتهای باند، ارتفاعی بیش از 150 متر داشته باشد.

منطقه دور زدن

نتایج بحث های فوق در شکل زیر نمایش داده شده است (پروفیل منطقه دور زدن برای باند پرواز مجهز به سیستم فرود دستگاهی (ILS)

