

طرح و محاسبه و اجرای رویه های بتنی در فرودگاهها

سازمان برنامه
معاونت فنی و نظارت
دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی

نفره شماره ۴ دیماه ۱۳۵۰



omoorepeyman.ir

فهرست مندرجات

فصل اول

کلیات

صفحه	
۱	۱-۱ کاربرد
۱	۲-۱ تعاریف و مواد قراردادی
۲	۱-۲-۱ واژه‌های فنی
۲	۲-۲-۱ زیرسازی
۲	۳-۲-۱ بستر فرودگاه
۲	۴-۲-۱ آماده کردن بستر فرودگاه
۲	۵-۲-۱ راهسازی
۲	۶-۲-۱ فشر زیر اساس
۲	۷-۲-۱ فشر اساس
۲	۸-۲-۱ رویه بتنی
۲	۹-۲-۱ مشخصات، اصطلاحات و اساسی
۳	۱۰-۲-۱ آزمایشهای تعیین مشخصات
۳	۱۱-۲-۱ سیستم آحاد
۳	۱۲-۲-۱ مهندس
۳	۳-۱ روسازهای صلب یا روسازی بتنی
۴	۴-۱ تعیین ضخامت روسازی
۴	۵-۱ تعداد و نوع بارهای وارده از هواپیما
۵	۶-۱ ترافیک
۵	۷-۱ تمرکز ترافیک



فصل دوم

شناسائی محلی، مشخصات طبقه بندی

۷	۱-۲ شناسائی
۸	۲-۲ اصول بررسی و شناسائی خاک و مصالح مصرفی
۸	۱-۲-۲ تعیین لایه ها
۹	جدول شماره ۲ (فواصل متعارف)
۱۰	۱-۲-۲-۲ نمونه گیری
۱۰	۲-۲-۲-۲ تهیه نیمرخهای خاک
۱۱	۳-۲ آزمایشهایی که باید بر روی خاکهای بستر فرودگاه انجام شود
	۱-۳-۲ آماده کردن نمونه خاک
۱۱	۲-۳-۲ آزمایشهای تعیین مشخصات فیزیکی نمونه های خاک
	۱-۲-۳-۲ آزمایش دانه بندی
۱۲	۲-۲-۳-۲ تعیین حد خمیری و حد روانی خاک
۱۲	۳-۳-۲ آزمایشهایی که ظرفیت باربری خاک را تعیین میکند
۱۲	۱-۳-۳-۲ ضریب عکس العمل یا رقم K
۱۳	۲-۳-۳-۲ رقم CBR خاک
۱۳	۴-۳-۲ آزمایشهای اضافی که در موارد خاص لازم میگردد
۱۴	۴-۲ طبقه بندی خاک
۱۵	جدول شماره ۳ (طبقه بندی خاکهای مختلف)
۱۶	۱-۴-۲ مشخصات عمومی هر طبقه
۱۸	۲-۴-۲ شرایط مخصوص خاکهای نرمه
۱۸	۳-۴-۲ اثر مصالح درشت دانه که بر الک شماره ۱۰ باقی میماند
۱۹	۴-۴-۲ رده بندی خاک بر حسب بافت
۱۹	۵-۲ طبقه بندی بستر
۱۹	۱-۵-۲ آشنائی
۲۰	۲-۵-۲ شرایط زهکشی
۲۰	۳-۵-۲ شرایط یخبندان
۲۱	جدول شماره ۴ (طبقه بندی بستر)



فصل سوم

آماده نمودن بستر فرودگاه و انجام قشرهای روسازی

۲۲	۳-۱ آماده نمودن بستر فرودگاه
۲۲	۳-۱-۱ انواع بستر
۲۲	۳-۱-۲ مشخصات بستر
۲۲	۳-۱-۳ طرق آماده نمودن بستر
۲۳	۳-۳-۱-۳ زهکشی توسط کانالهای سطحی
۲۳	۳-۳-۱-۴ زهکشی توسط لوله‌های تحت‌الارضی
۲۴	۳-۳-۱-۵ جلوگیری از اثرات مخرب یخبندان
۲۴	۳-۱-۴ خاکریزی
۲۴	۳-۱-۵ تسطیح و تراز سطح بستر
۲۴	۳-۱-۶ تعیین رقم K و CBR روی بستر باند
۲۶	۳-۲ اجرای قشرهای زیر اساس و اساس
۲۶	۳-۲-۱ قشر اساس اسفالتی
۲۷	۳-۲-۲ مشخصات مصالح زیر اساس غیر اسفالتی

فصل چهارم

مشخصات بتن مصرفی در رویه بتنی فرودگاهها

۲۸	۴-۱ ترکیب بتن
۲۸	۴-۱-۱ سیمان
۲۹	۴-۱-۲ مصالح سنگی
۲۹	۴-۱-۳ دانه‌های سنگی درشت (شن، شن ریز، تلی)
۳۳	۴-۱-۴ آب
۳۳	۴-۱-۵ مواد معین
۳۳	۴-۲ نسبتهای اختلاط و آزمایشهای لازم

فصل پنجم

طرح و محاسبه روسازی‌های بتنی

۳۵	۵-۱ روشهای محاسبه
۳۷	۵-۱-۱ تعیین ضخامت روسازی بتنی برای سطوح بحرانی با استفاده از روش (I)
۳۷	۵-۱-۲ تعیین ضخامت روسازی بتنی برای سطوح بحرانی با استفاده از روش II
۴۲	۵-۱-۳ تعیین ابعاد روسازی بتنی برای سطوح غیر بحرانی
۴۲	۵-۱-۴ نکاتی در مورد قشر زیر اساس
۴۲	۵-۱-۵ تأثیر ضخامت قشرهای زمین طبیعی زیر اساس
۴۴	۵-۲ مثال عددی برای محاسبه ضخامت روسازی با استفاده از روش I
۴۵	۵-۳ مثال عددی برای تعیین ضخامت روسازی با استفاده از روش II



فصل ششم آهن‌گذاری و آرماتوربندی

۴۶	۱-۶ کلیات
۴۶	۲-۶ نوع و فواصل آرماتورها
۴۷	۳-۶ مقدار آرماتور
۴۹	۴-۶ مثال عددی
۴۹	۵-۶ مقدار فولاد

فصل هفتم درزبندی

۵۰	۱-۷ کلیات
۵۰	۲-۷ کنترل ترک‌ها
۵۱	۳-۷ درزبندی
۵۲	۱-۳-۷ انواع درزها
۵۲	۱-۱-۳-۷ درزهای انبساط
۵۳	۲-۱-۳-۷ درزهای ساخت
۵۳	۳-۱-۳-۷ درزهای انقباض
۵۴	۲-۳-۷ توسعه آتی رویه بتنی
۶۱	۳-۷ میل‌های مصرفی در درزهای بتنی
۶۱	۵-۷ استفاده از میل در درزهای بتنی

فصل هشتم

مشخصات فنی و اجرایی بتن روبه

۶۲	۱-۸ کلیات
۶۲	۲-۸ آماده نمودن سطح زیر بتن
۶۳	۳-۸ وسایل
۶۳	۴-۸ قالب‌بندی
۶۵	۵-۸ انبار کردن و توزیع مصالح
۶۵	۶-۸ تهیه بتن و نسبت اختلاط
۶۷	۷-۸ مخلوط کردن بتن
۶۸	۸-۸ محدودیتهای اختلاط
۶۸	۹-۸ استقرار بتن



۶۹	۸-۱۰ نصب آرماتور
۷۰	۸-۱۱ درزبندی
۷۳	۸-۱۲ تراکم و تسطیح نهائی
۷۳	۸-۱۳ آزمایش های سطحی
۷۵	۸-۱۴ مواظبت و عمل آوردن بتن
۷۶	۸-۱۵ بتن ریزی در هوای سرد
۷۶	۸-۱۶ بتن ریزی در هوای گرم
۷۷	۸-۱۷ باز کردن قالبها
۷۷	۸-۱۸ رواداری در ضخامت و استقامت سطح رویه
۷۷	۸-۱۹ پر کردن درزها
۷۷	۸-۲۰ حفاظت بتن
۷۸	۸-۲۰ باز کردن باند برای عبور



« طرح و محاسبه و اجرای رویه‌های بتنی در سطوح وسیع مستلزم توجه »
 « و دقت کافی و به‌کار بردن اصول فنی ویژه است که در کشورهای دیگر »
 « بصورت آئین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های فنی جوابگویی نیازمندیهای مهندسين »
 « مشاور و پیمانکاران در این زمینه می‌باشد - فقدان چنین آئین‌نامه یسا »
 « دستورالعمل فنی در کشور ایران موجب گردید که چندی قبل از عده‌ای از »
 « کارشناسان فن دعوت بعمل آید که با دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی سازمان »
 « برنامه همکاری کرده و نسبت به تدوین این دستورالعمل اقدام نمایند . »
 « دستورالعمل حاضر با صرف وقت بسیار و با استفاده از تجارب »
 « و اطلاعات و مطالعات این کارشناسان تهیه و در تدوین آن مقررات فنی »
 « مختلف روز مورد بررسی واقع گردید و در عین حال که از مدارك فنی نظیر »
 « مقررات Corps of Engineers , A.A.S.H.O و خصوصاً از دستورالعمل فنی »
 « F.A.A آمریکا استفاده بسیار شده است تجربیات شخصی کارشناسان ایرانی »
 « نیز مد نظر بوده و سعی گردیده است دستورالعملی تهیه شود که با شرایط »
 « کشور ایران از نظر اجرا سازگار و عملی باشد . »

« در تدوین این دستورالعمل نه تنها مبانی و اصولی ارائه گردیده که »
 « می‌تواند مورد عمل مهندسين مشاور و اجرا کنندگان قرار گیرد بلکه »
 « سعی شده است مطالب بنحوی تهیه شود که مورد استفاده دانشجویان »
 « رشته‌های مهندسی کشور نیز قرار گیرد و از این طریق کوششی در جهت »
 « بالا بردن سطح معلومات فنی مهندسين آتیبه شده و آنان را با اجرای کارهای »
 « صحیح و اصولی سوق دهد . »

« فصول مختلف این دستورالعمل در کمیونی مرکب از »

« آقای آرک‌مگر دیچیان »	(از دانشکده صنعتی تهران)
« آقای مهدی قالیبایان »	(از دانشکده فنی دانشگاه تهران)
« آقای حکمت حکیمیان »	(از مهندسی نیروی هوایی شاهنشاهی)
« آقای عباس معصومیان »	(از وزارت راه)
« آقای رضا ایمانی‌راد »	(از آزمایشگاه خاکشناسی ایتراکان)
« آقای اقبال اقبال »	(از سازمان برنامه)
« آقای مهدی طبرسی »	(از سازمان برنامه)
« آقای علی اکبر معین‌فر »	(از سازمان برنامه)

« ونمایندگان مهندسی نیروی زمینی شاهنشاهی »
 « که ظرف چندین ماه بطور مداوم در دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی »
 « سازمان برنامه تشکیل شد مطرح و بصورت حاضر مدون گردید . »
 « با قدردانی از زحمات اعضاء کمیسیون اینک حاصل کار چندین ماهه »
 « بصورت دستورالعمل فنی تکثیر و بنام " دستورالعمل طرح و محاسبه و اجرای »
 « رویه‌های بتنی در فرودگاهها " در اختیار مهندسين مشاور و دستگاههای »
 « اجرائی ذیربط قرار میگیرد . »

« دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی »



فصل اول

کلیات

۱-۱ کار برد

منظور از این دستورالعمل، ارائه مبانی و مشخصات کلی است که در طرح و محاسبه و اجرای رویه‌های بتنی فرودگاهها بعنوان راهنما مورد استفاده قرار میگیرد .
در این دستورالعمل رؤس مطالب و نکات اصلی که در طرح و اجرای رویه‌های بتنی مورد احتیاج میباشد داده شده است .

بدیهی است در چنین نشریه محدودی نمیتوان تمام حالات مخصوص و اشکالات محلی را که در هر مورد و هر مسئله خاص ممکن است مطرح شود ، منعکس نمود . در نتیجه فرض میشود مهندس طراحی که از این دستورالعمل استفاده مینماید ، معلومات و تجربه لازم را در طرح و محاسبه روسازی‌های بتنی دارد و میتواند بکمک اصول مندرج در این دستورالعمل ، در مورد مسئله مخصوص خود نتیجه‌گیری نماید .

در این دستورالعمل مشخصات رویه‌های بتنی پیش تنیده مورد بحث قرار نگرفته است و در صورت مطرح بودن چنین روسازی‌هایی ، باید طرح و محاسبه مطابق استانداردهای معتبری که مورد قبول سازمان برنامه باشد انجام گیرد . همچنین روکشهای رویه‌های قدیمی (اعم از رویه‌های قدیمی بتنی یا آسفالتی) در این دستورالعمل مطرح نگردیده است . این قسمت از عملیات ساختمانی در فرودگاهها که بنوبه خود در بعضی موارد دارای اهمیت زیادی است در دستورالعمل جداگانه‌ای مورد بحث قرار خواهد گرفت .

۲-۱ تعاریف و موارد قراردادی

در این دستورالعمل تعاریف و موارد قراردادی در نظر گرفته شده است .

۱-۲-۱ واژه‌های فنی

لغات معادل واژه‌های فنی بکار رفته در این دستورالعمل بزبانهای انگلیسی و فرانسه در پائین صفحات داده شده است .



۱-۲-۲ زیر سازی

زیر سازی به کلیه عملیاتی اطلاق شده است که سطوح موضوع بند (۱ - ۲ - ۳) (تحت عنوان بستر فرودگاه) را با مراعات ترازها و خطوط پروژه مربوطه به وجود میآورد .

۱-۲-۳ بستر فرودگاه^۱

بستر فرودگاه ، سطح تمام شده‌ای است که عملیات روسازی مندرج در بند (۱ - ۲ - ۵) بر آن انجام می‌گیرد .

۱-۲-۴ آماده نمودن بستر

عملیات تثبیت - تراکم و عمل آوردن سطح زیرین روسازی بعنوان آماده نمودن بستر نامیده شده است .

۱-۲-۵ روسازی

عملیات ریختن و متراکم کردن قشرهای مصالح ، مندرج در بندهای (۱ - ۲ - ۶) و (۱ - ۲ - ۷) که اصطلاحاً قشرهای زیر اساس^۲ و اساس^۳ نامیده شده‌اند بر روی بستر و ساختن رویه بتنی مندرج در بند (۱ - ۲ - ۸) بر روی آنها ، در این دستورالعمل روسازی^۴ نامیده شده است .

۱-۲-۶ قشر زیر اساس

قشر کوبیده شده‌ای از مواد انتخابی مانند مصالح دانه‌بندی شده رودخانه‌ای یا سنگ شکسته و غیره که عمل توزیع فشار در بستر فرودگاه را انجام میدهد بنام زیر اساس نامیده میشود .

۱-۲-۷ قشر اساس

قشری بر روی زیر اساس از مصالح انتخابی مخصوص و یا از مصالح آسفالتی که برای ایجاد واکنش یکنواخت بر رویه بتنی پیش‌بینی و اجراء گردد بنام اساس خوانده شده است .

۱-۲-۸ رویه بتنی

سطح روئی فرودگاه که در این دستورالعمل دال بتنی می‌باشد رویه بتنی نامیده میشود . در شکل (۱) قشرهای روسازی نشان داده شده است .

۱-۲-۹ مشخصات اصطلاحات و اسامی و آزمایشهای مکانیک خاک

مشخصات فنی و اصطلاحاتی که در مکانیک خاک متداول بوده و کم و بیش جنبه

1- Subgrade

2- Subbase course

3- Base course

4- Pavement

1- Sol de fondation

2- Couch de fondation

3- Couche de base

4- Chaussée



بین‌المللی بخود گرفته است (و در مکانیک خاک هر کدام تعریف مختص بخود دارد)
در این دستورالعمل با واژه‌های معادلی که در ایران متداول است نام برده شده‌اند .

۱-۲-۱۰ آزمایشهای تعیین مشخصات

آزمایشهای مکانیک خاک و دیگر آزمایشهای تعیین مشخصات مصالح در این دستورالعمل با نامهای معروف خود مورد استناد قرار گرفته‌اند .
روشهای اجرائی بسیاری از این آزمایشها بصورت استانداردهای بین‌المللی در آمده است
با این همه برای تسهیل در کار استفاده کننده، روش انجام بعضی از آنها در ضامم
این دستورالعمل نقل شده است.

۱-۲-۱۱ سیستم آحاد

سیستم آحاد بکار رفته در این دستورالعمل، بطور کلی سیستم متریک میباشد فقط در
مورد بعضی از کمیات مانند وزن هواپیماهای تجارتي و نظامی - الکهای دانه‌بندی - رقم
K و غیره که ارقام مربوطه در سیستم انگلیسی معروفتر است آحاد سیستم انگلیسی بکار
رفته است .

۱-۲-۱۲ مهندس

مقام یا دستگاه ذیصلاحیتی که مسئولیت حسن انجام این دستورالعمل و حق نظارت ،
بررسی یا بازخواست در طرح و محاسبه پروژه و عملیات اجرائی را دارد بعنوان مهندس نام برده
شده است .

۱-۳-۱ روسازی های صلب یا روسازی های بتنی

رویه های بتنی فرودگاه ها از بتن با سیمان پرتلند تشکیل میشود که بر روی قشرهای
اساس وزیر اساس ساخته شده از مخلوط دانه بندی شده یا انواع دیگری از آنها قرار داده
میشود . قشر زیر اساس ساخته شده بنوبه خود بر روی بستر یعنی بر روی خاکریز کوبیده شده و
یا زمینی که عمل آورده و متراکم شده است قرار میگیرد .

در بعضی از انواع زمینهای خیلی خوب که در طبقه بندی بستر در گروه R a جدول
شماره (ع) قرار گیرد میتوان قشر زیر اساس را حذف نمود و رویه بتنی را مستقیماً بر روی زمین
متراکم شده قرار داد .

بعضی از محاسن بکار بردن قشرهای زیر اساس و اساس بشرح زیر است :

۱ - سطح اتکاء افزایش یافته و واکنش بار بر رویه بتنی یکنواخت تر انجام میشود .



- ۲ - اثر راندن آب^۱ در زیر تقلیل مییابد .
- ۳ - اثر حاصل از تغییرات حجم^۲ در زمین کاهش میپذیرد .
- ۴ - اثر یخبندان^۳ بمقدار زیادی تعدیل میشود .

۴-۱ تعیین ضخامت روسازی

تعیین ضخامت روسازی بصورت ریاضی کمتر امکان دارد . هر چند مقدار زیادی کار تحقیقاتی در این مورد انجام شده و تحقیقات بیشتری نیز در مراکز فنی مربوطه در حال انجام است ، ولی هنوز امکان اینکه ضخامت روسازی را بصورت کاملاً ریاضی و طی رابطه معینی محاسبه نمود ، وجود ندارد .

باین علت تعیین ضخامت تابعی خواهد بود از معلومات حاصل از منابع زیر :

الف - معلومات و روابط نظری که راجع به طرز توزیع بارها در حجم روسازی و توده خاک زیرین وجود دارد .

ب - بررسی و تجزیه و تحلیل اطلاعات نتایج آزمایشهای موجود و مطالعه در طرز عمل روسازیهای ساخته شده در شرایط مختلف بهره برداری .

باتوجه به منابع معلومات نامبرده در بالا منحنیهای تعیین ضخامت روسازی تهیه شده که در فصل پنجم عرضه گردیده است .

در تعیین ضخامت روسازی عوامل اصلی مؤثر عبارتند از :

- ۱- مقدار و نوع بارهای وارد از هواپیما
- ۲ - حجم ترافیک فرودگاه
- ۳- تمرکز ترافیک در سطوح مختلف
- ۴- نوع زمین زیرین که در واقع بعنوان پی برای روسازی عمل مینماید .
- ۵- مشخصات خود بتن مانند مقاومت نهائی^۴ مقاومت گسیختگی خمشی^۵ ضریب ارتجاعی^۶ ضریب پواسون^۷ و غیره

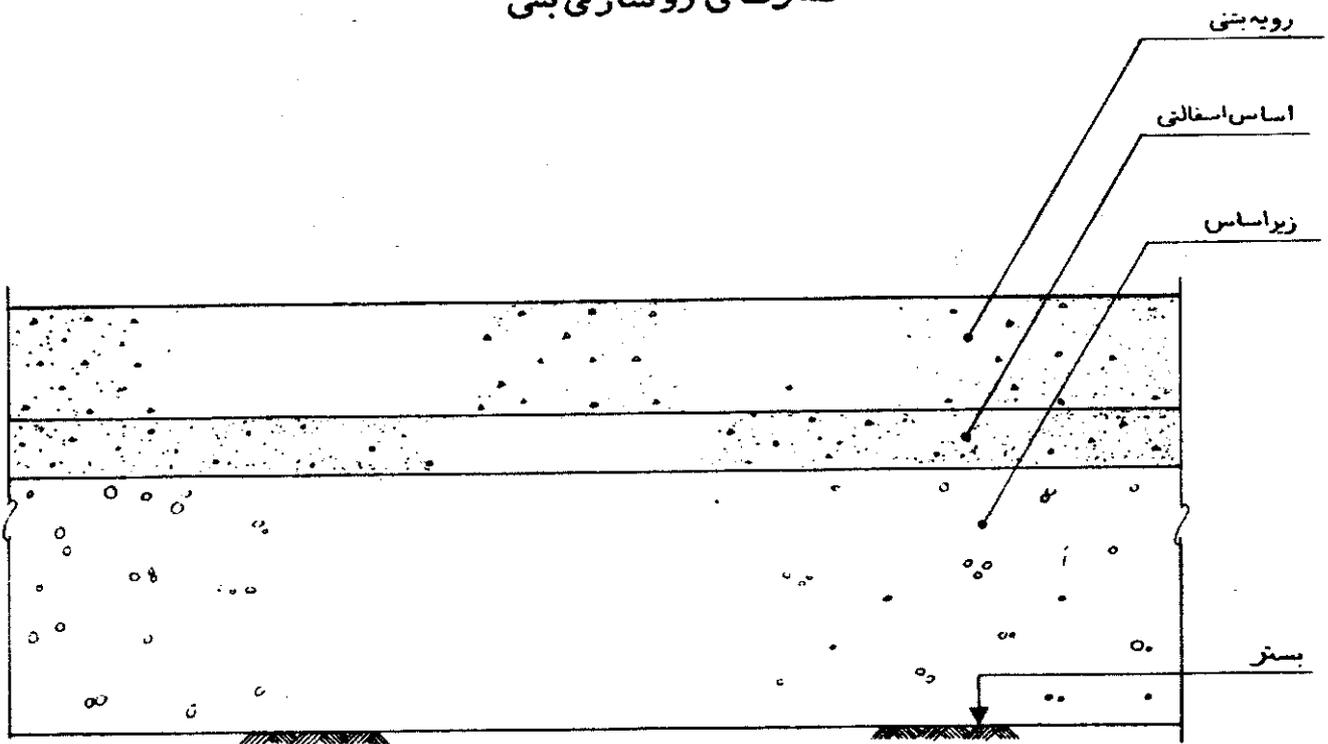
۱-۵ مقدار و نوع بارهای وارد از هواپیما

عملاً تمام هواپیماهای بزرگ ، بوسیله یک سیستم پاهای فرود که بصورت سه پایه^۸ قرار گرفته اند روی زمین تکیه مینمایند . این سیستم سه پایه عبارتست از یک محور در دماغه

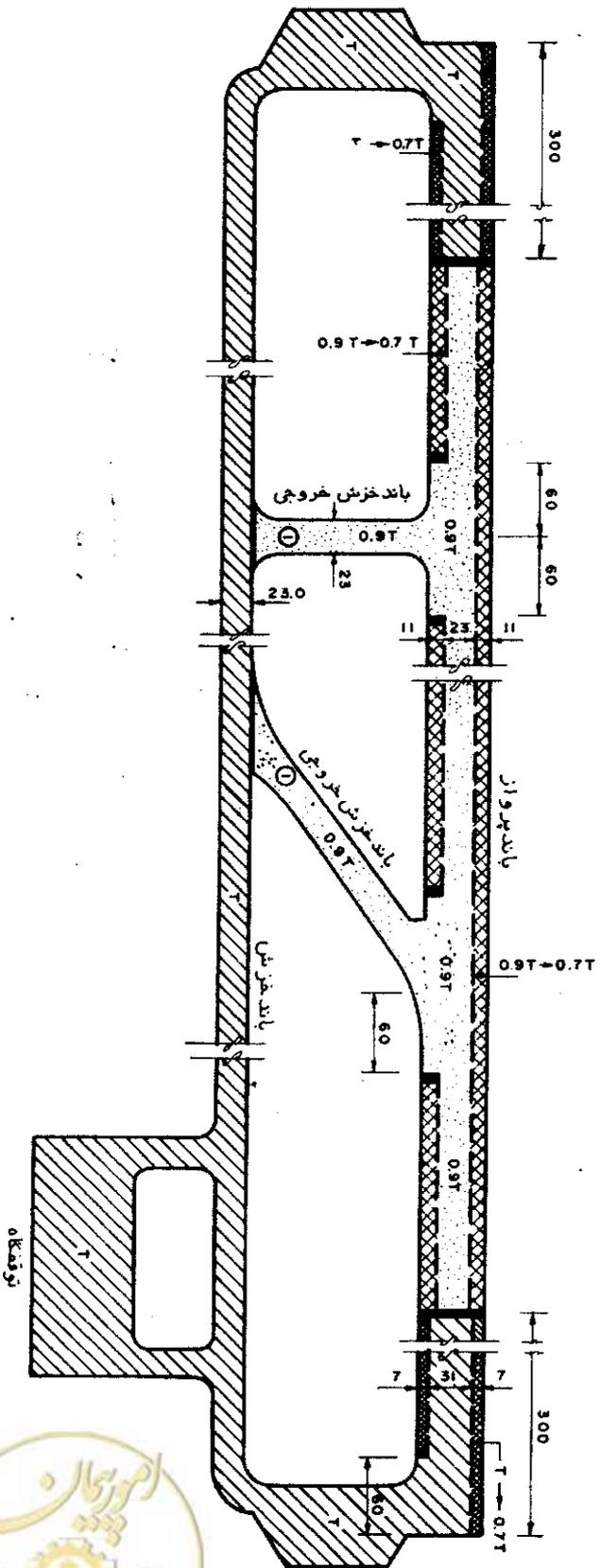
1- Pumping Action	1- Effet de Pompage
2- Volume Change	2- Variation de volume
3- Frost Action	3- Effet de gel
4- Ultimate Strength	4- Résistance ultime
5- Modulus of Rupture or Flexural Strength	5- Résistance à la flexion
6- Modulus of Elasticity	6- Module d'élasticité
7- Poisson's Ratio	7- Coefficient de poisson
8- Triycle	8- Tripède



قشرهای روسازی بتنی



مناطق بحرانی و غیر بحرانی



	T	مناطق بحرانی
	T - 0.7T	مناطق بحرانی
	0.9T	مناطق غیر بحرانی
	0.9T - 0.7T	مناطق غیر بحرانی
		اتصال دو منطقه

مشکل ۲

توضیح:

- ۱- در صورتیکه تراشیک فرو داده ایجاب نماید که هوایسماهای ۳ تا ۴ به پرواز ارباطلق ① محور کنند ضماحت بنی باید به ۳ افزایش یابد
- ۲- تمام ابعاد بر حسب متر داده شده است



هواپیما و دو محور اصلی که در زیر بدنه قرار دارند . نسبت تقسیم بار بین محور دماغه و محورهای زیر بدنه بستگی به نوع هواپیما دارد ولی اطلاعات موجود در مورد هواپیماهای مختلف نشان میدهد که این نسبت در اکثر هواپیماها کم و بیش شبیه یکدیگر است و چرخهای زیر بدنه سهم عمده‌ای از بار کل را میبرند که بین ۸۸ تا ۹۸ درصد وزن کل هواپیما میباشد .

در مشخصات این دستورالعمل فرض شده است که ۹۰ درصد وزن هواپیما توسط چرخهای زیر بدنه و فقط ۱۰ درصد توسط چرخ دماغه تحمل میشود .
 منحنی‌های محاسبه که بر اساس وزن کلی هواپیما تنظیم شده است برای سه نوع محور داده شده است . چرخهای تکی^۱ چرخهای دوپله^۲ و چرخهای دوپله دوتائی^۳ در جدول شماره (۱) وزن و مشخصات بعضی از هواپیماهای تجارتي و نظامی متداول امروزی داده شده است .

۱-۶ ترافیک

معمول است که رومازی را برای ظرفیتی نظیر بحرانی‌ترین وضع بارگذاری طرح مینمایند یعنی در ترافیک یک فرودگاه، سنگین‌ترین مؤثرترین هواپیمائی که از آن فرودگاه استفاده خواهد نمود ملاک محاسبه قرار میگیرد .

۱-۷ تمرکز ترافیک

رویه فرودگاه‌ها به دو منطقه تقسیم میشود . این دو منطقه بر حسب ضخامت رویه (که بر حسب ترافیک موجود تعیین میگردد) مشخص میشوند مناطقی که رویه آنها احتیاج به ضخامت زیاد دارد بعنوان سطوح بحرانی^۴ نامیده میشود . این مناطق عبارتند از توقفگاه‌ها^۵ باندخزش^۶ (بجز بعضی از باندهای خزش برای خروج) و از باند پرواز مناطقی از دو انتهای باند پرواز^۷ . بقیه مناطق باند پرواز سطوح غیر بحرانی^۸ خوانده میشوند که بعلت بارگذاری کمتر میتوان در ضخامت رویه آنها کاهش منظر نمود . این کاهش صرفه‌جوئی بزرگی را سبب میشود . سطوح بحرانی و سطوح غیر بحرانی در شکل شماره (۲) نموده شده است .

1- Single	1- Simple
2- Dual	2- Double
3- Dual Tandem	3- Doubles jumeaux
4- Critical Areas	4- Aires critiques
5- Aprons	5- Aires de stationnement
6- Taxiway	6- Aires de manoeuvres
7- Runway	7- Aires de décollage
8- Non-critical Areas	8- Aires non critiques



جدول شماره ۱

مشخصات بارگذاری هواپیماهای متداول

ردیف	پایه های اصلی فرود										وزن کل هواپیما		هواپیما		مدل	سازنده
	فواصل چرخها Cm			شمار چرخ Kg/Cm ²	وضع چرخ بندی	بار روی هر پایه		1000 Lb.	1000 Kg.	1000 Lb.	1000 Kg.					
	ST	S	d			1000 Lb.	1000 Kg.									
	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3			2	1		
1	-	-	-	522	32	تکی	4	18	9	4	D18 - C1	بیج کرافت				
2	142.2	86.4	57.2	1245	12	دوبله دوتائی	144.6	65.5	316	143.2	B-707 - 420	بوئینگ				
3	-	86.4	48.8	1549	11.6	دوبله	79.1	35.8	170	77.1	B-727-200					
4	-	77.5	45.7	1090	10.1	دوبله	48.6	22	106	49	B-737-200					
5	147	112	83.8	1290	14.4	دوبله دوتائی xY	165.7	75.3	683	310.4	B-747					
6	155	86.4	44.2	1955	8.6	دوبله دوتائی	144	65.3	312	141.5	VC-10	هواپیمای سازه ای پاکستان				
7	118.1	61	21.7	1290	12.3	دوبله دوتائی	120.7	54.7	255	115.6	CV-990	کانور				
8	114*	45*	19*	704	11.2	دوبله دوتائی	76.9	34.8	162	73.5	C-4	کومت	دماویلند			
9	-	-	-	1613	3	تکی	11.8	5.3	26.2	11.8	DC-3	داگلاس				
10	-	79	49	1290	7.7	دوبله	48	21.8	107	48.5	DC-68					
11	140	79.5	44	1350	14	دوبله دوتائی	163	73.9	350	158.7	DC-8-63					
12	-	66	44	1097	11	دوبله	52.5	23.8	114	51.7	DC-9-40					
13	140	116.8	44	1613	12.7	دوبله دوتائی	178	80.7	380	172.3	DC-10-84					
14	-	-	-	645	17.5	تکی	25	11.4	56	25.5	D	فانتوم	مکدانل			
15	-	51	23	1175	9.5	دوبله	54	24.4	116	52.5	الکترا	لاکهد				
16	152	-	-	2580	7	دوبله (پشت سرهم)	83	37.7	175	79.5	E		هرکولس			
17	-	46.5	20	717	5.6	دوبله	19.6	8.9	43.5	19.7	F-27	فوکر				
18	-	55.4	25.7	872	6	دوبله	25.5	11.6	56.7	25.7	F-28					
19	107	43*	22*	620*	7.5*	دوبله دوتائی	42.8	19.3	94.8	43	SE-210	کارول	سوداویاسیون			
20	-	48	33	735	9.1	دوبله	32.6	14.8	72.5	32.8	B10	وایکونت	وایکونت			

کروکی های وضع چرخ بندی

* متوسط ارقام واقعی



فصل دوم

شناسائی محلی و مشخصات زمین و خاک فرودگاهها

۱-۲ شناسائی

شناسائی خاک بستر فرودگاه و تعیین ظرفیت باربری آن از عوامل اصلی در طرح فرودگاه است. خاک بستر فرودگاه و سایر خاکهائیکه در اطراف فرودگاه وجود دارند باید بررسی و طبقه‌بندی شوند. طبقه‌بندی خاک^۱، خواص کلی گروهی از خاکها را تعیین میکند که در شرایط یکسان، عکس‌العملهای مشابهی در مقابل بارگذاری از خود نشان دهند.

تعیین مشخصات خاک بستر فرودگاه از این نظر مهم است که خواص خاک بستر و شناسائی مصالح مناسب قرضه و بکار بردن صحیح آن عامل تعیین کننده در قیمت تمام شده روسازی میباشد. فشارهای وارد به بستر فرودگاه بوسیله قشر روسازی، که عمل توزیع فشار را انجام میدهد انتقال می‌یابد. بنابراین هر قدر ضخامت روسازی زیادتر باشد فشار وارد در سطح وسیعتری توزیع میشود و فشار بر واحد سطح بستر نقصان می‌یابد لذا هر قدر خاک بستر فرودگاه نا مناسبتر و قابلیت تحمل فشار آن کمتر باشد باید ضخامت روسازی بیشتری منظور نمود که تأثیر مستقیمی در هزینه اجرایی خواهد داشت.

از طرفی خاکهای نامناسب و ضعیف گاهی بطور کلی قادر به تحمل فشار وارده از هواپیماهایی که فرودگاه برای آنها طرح میشود نیستند و بدلائل اقتصادی نمیتوان با افزودن ضخامت روسازی به هدف مطلوب رسید. در چنین مواردی باید خواص خاک و قابلیت تحمل فشار آن را با افزودن مواد مناسب و یا با بکار بردن روشهای فنی دیگر مثلا کاهش و از بین بردن آب زیر زمینی با زهکشی^۲ یا الکترواسمز^۳، تزریق سیمان و غیره تغییر داد تا مقاومت مورد نظر را بدست آورد.

1- Soil Classification

2- Drainage

3- Electro-osmosis

1- Classification des sols

2- Drainage

3- Electro-osmose



مشخصات خاک تأثیر بسیار مهمی در زهکشی بستر فرودگاه و دفع آبهای سطحی دارد لذا شناسائی مشخصات خاکهای بستر فرودگاه برای تصمیم در مورد زهکشی های سطحی و عمقی و همچنین بررسی این مسئله از نظر اقتصادی ضروری است .

۲-۲ اصول بررسی و شناسائی خاک و مصالح مصرفی

اولین قدم در شناسائی خاک بستر، انجام یک بررسی اجمالی از نحوه توزیع و شکل قرارگرفتن طبقات خاک و تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی آنها میباشد . این بررسی شامل عملیات زیر خواهد بود :

الف - مطالعه و بررسی و تعیین ضخامت لایه های مختلف و شکل قرارگرفتن و ترتیب و توالی آنها نسبت بسطح نهائی بستر از طریق نمونه گیری از لایه های مختلف خاک و تهیه نیمرخهای زمین .

ب - انجام آزمایشهای لازم برای ارزیابی مشخصات فیزیکی خاک از نظر پایداری^۱ و ظرفیت باربری^۲ .

ج - بررسی کیفیت و مقدار مواد و مصالح خاکی و سنگی که در ساختن روسازی فرودگاه بکار خواهد رفت . در این بررسی علاوه بر کیفیت و کمیت این مصالح، موضوع قابلیت حصول و در دسترس بودن آنها نیز مطالعه میشود .

۲-۲-۱ تعیین لایه ها و ترتیب قرارگرفتن طبقات خاک - فواصل و عمق گماها^۳

در این مرحله نوع لایه ها - ضخامت هر لایه - طرز قرارگرفتن لایه ها و طبقات، سطح آب زیر زمینی و تغییرات آن تعیین میگردد . شناسائی لایه های مختلف شامل قسمتهای زیر است :

الف - جمع آوری و مطالعه کلیه اطلاعات و نقشه های موجود مانند نقشه های توپوگرافی زمین - عکسهای هوائی - نقشه های زمین شناسی و حتی اطلاعات خاکشناسی کشاورزی و مبارزه با نباتات مزاحم و بررسی هرگونه اطلاعات و سوابقی در مورد خاکشناسی و شرائط و سطح آبهای زیرزمینی .

ب- حفر گمانه ها بوسایل دستی یا مکانیکی بمنظور شناسائی لایه های مختلف خاک و تعیین ضخامت هر لایه و سطح آب زیر زمینی، تعیین موقعیت و ضخامت خاکهای نامناسب مانند خاکهای لجنی^۴ و منطقه مردابی^۵ و غیره .

1- Stability

2- Bearing capacity

3- Borings

4- Muck

5- Peat

1- Stabilité

2- Capacité portante

3- Sondages

4- Vase

5- Tourbe



ج- از آنجائیکه ممکن است انواع خاکها از فرودگاهی به فرودگاه دیگر و در یک فرودگاه از موضعی به موضع دیگر تغییر نماید ، نمی توان ارقام قاطعی برای فاصله گمانه ها تعیین نمود . جدول راهنمای شماره (۲) مشخصات متعارف گمانه ها را نشان میدهد .

جدول شماره (۲) فواصل متعارف گمانه ها

محل	طرز توزیع گمانه ها	حداقل عمق گمانه
باند پرواز و باند خزش	بفواصل ۰.۵ متر از یکدیگر	اگر خاکریز است تا سه متر از سطح زمین طبیعی اولیه . اگر خاکبرداری است تا سه متر از سطح نهائی خاکبرداری شده
سایر نقاط فرودگاه که روسازی میشوند	یک گمانه برای هر یک هزار متر مربع مساحت	در خاکریز تا سه متر از سطح زمین طبیعی اولیه و در خاکبرداری تا سه متر از سطح نهائی خاکبرداری شده.
در منابع قرضه	تعداد لازم گمانه تا وضع مصالح منبع قرضه را روشن نماید .	تا عمقی که برای برداشتن مصالح قرضه پیش بینی میشود .

موقعیت ، تعداد و عمق گمانه ها باید طوری انتخاب شود که بتوان تمام تغییرات مهم لایه های خاک را مشخص نمود و بر روی نقشه آورد . در محل هایی که سوابق گذشته نشان داده است که احتمال بروز نشست ها و ناپایداری هائی وجود دارد و یا بنظر مهندس تعداد بیشتری گمانه برای شناسائی دقیق و پی بردن به تغییرات لایه های خاک لازم باشد و یا اعماق بیشتری از خاک باید مورد شناسائی قرار گیرد ، گمانه های اضافی و یا گمانه های عمیقتر باید در نقاط مورد نظر زده شود و برعکس چنانچه شرایط یکنواختی در خاک و یا در لایه های مختلف مشاهده گردد و بنا به نظر مهندس ، نمونه گیری و شناسائی با تعداد کمتر و یا عمقهای کمتری از گمانه میسر باشد میتوان در فواصل و عمقهای ذکر شده در جدول بالا تعدیل لازم را بعمل آورد .

1- Settlements

1- Tassements



حفر گمانه‌ها و شناسائی خاک باید شامل تمام نقاطی باشد که خاک آن احتمالا بعنوان مصالح قرضه در فرودگاه بکار برده خواهد شد .

۲-۲-۲ نمونه‌گیری از لایه‌های مختلف خاک و تهیه نيمر خهای خاک

۱-۲-۲-۲ نمونه‌گیری^۱

نمونه‌های معرف^۲ برای انجام آزمایشات لازم از لایه‌های خاک و نیز از مصالح قرضه باید برداشته شود . معرف بودن نمونه‌ها بسیار با اهمیت است و باید در نمونه برداری دقت کافی مبذول شود .

در هر گمانه ، نمونه‌گیری باید از هر تغییر لایه بعمل آید و چنانچه ضخامت لایه خاک زیاد باشد در عمق‌های ثابت و از هر یکمتر عمق نیز نمونه‌گیری انجام شود .

از مصالح شن و ماسه فقط نمونه‌های دست‌خورده^۳ ولی از خاکهای نرمه مثل انواع رسها و لای نمونه‌های دست‌خورده و دست نخورده^۴ باید گرفته شود . نمونه‌های بدست آمده باید در ظروف و بسته‌های غیرقابل نفوذ بسته‌بندی شده و مشخصات محل و عمقی که نمونه از آن گرفته شده و سایر اطلاعات را همراه داشته باشد .

نمونه‌های دست نخورده را میتوان با نمونه‌گیرهائی بقطر . ۳ میلیمتر بیلاگرفت و البته هر قدر قطر سطح مقطع نمونه‌گیر بزرگتر باشد نمونه بدست آمده است هر نمونه دست خورده باید حدود ۱۰ کیلوگرم وزن داشته باشد .

بطورکلی از هر لایه خاک باید بمقدار کافی نمونه‌گیری گردد تا آزمایشهای انجام شده حدود تغییرات نتایج را بخوبی نشان دهد .

۲-۲-۲-۲ تهیه نيمر خهای خاک و ثبت اطلاعات مربوط بگمانه زنی و نمونه‌گیری

اطلاعات مربوط بهر گمانه باید بروش منظم و با قاعده‌ای ثبت گردد . شرح کاملی از محل ، موقعیت و ارتفاع هرگمانه باید داده شود - رقوم گمانه باید از مبنای ثابتی معین شده و یادداشت گردد - اگر گمانه به آب زیرزمینی برخورد کرده است عمق سطح آب در اولین برخورد و عمق آن ۲۴ ساعت پس از اتمام گمانه زنی باید معین شود .

1- Sampling

2- Representative Sample

3- Disturbed Samples

4- Undisturbed Samples

1- Prélèvement

2- Echantillons représentatifs

3- Prélèvements remanies

4- Prélèvements non remanies



در نیمرخ قائم ترسیم شده ، وضع لایه‌ها و ضخامت آنها با مقیاس مناسبی باید نشان داده شود . توصیف نظری از نوع هر لایه خاک ، بافت^۱ آن ، وجود مواد آلی ، رنگ ، وضع رطوبت^۲ میزان چسبندگی^۳ ذرات یکدیگر و درجه تراکم ظاهری آن مشخص شود . در نمایش نیمرخ هر گمانه موقعیت هر نمونه ، شماره و سایر مشخصات آن نیز باید مشخص شود .

پس از تهیه مقاطع گمانه‌ها و تعیین نوع و ضخامت هر لایه باید نقشه نیمرخ خاک با توجه بطرح هندسی فرودگاه ترسیم گردد .

اگر طرح هندسی قسمتهای اصلی فرودگاه روشن شده باشد نقشه نیمرخ خاک بصورت زیر تهیه می گردد .

پلان هر قسمت فرودگاه در وسط ترسیم شده و موقعیت تمام گمانه‌ها با مقیاس مربوطه در روی آن مشخص میشود . در قسمت بالای نقشه مقاطع قائم گمانه‌ها به مقیاس مناسبی ترسیم میگردد . در قسمت پائین نقشه ، شیب زمین طبیعی و حدود و موقعیت لایه‌های خاک ، سطح آب زیر زمینی ، مکان و وسعت مصالح مناسب و یا نامناسب و اطلاعات بدست آمده دیگر مشخص میگردد .

۳-۲ آزمایشهایی که باید بر روی خاکهای بستر فرودگاه انجام شود

بمنظور تعیین مشخصات فیزیکی و مکانیکی و ظرفیت باربری خاک بستر ، باید آزمایشهایی چه بر روی نمونه‌هایی که از گمانه‌های بدست آمده است و چه مستقیماً در محل و بر روی خاک طبیعی انجام گیرد .

آزمایشهایی که باید انجام شود به سه گروه تقسیم شده‌اند :

الف - آزمایشهایی که خواص فیزیکی انواع خاک را مشخص میکند .

ب - آزمایشهایی که ظرفیت باربری خاک را مشخص مینماید .

ج - آزمایشهای اضافی که در موارد خاص باید انجام گیرد .

۱-۳-۲ آماده کردن نمونه خاک

روش آماده نمودن نمونه‌ها در ضمیمه شماره (۱) داده شده است .

۲-۳-۲ آزمایشهای تعیین مشخصات فیزیکی نمونه‌های خاک

۱-۲-۳-۲ آزمایش دانه بندی

این قسمت شامل دو آزمایش « الک »^۴ و « سقوط در محلول »^۵ میباشد که نتیجه

- 1- Texture
- 2- Moisture
- 3- Cohesion
- 4- Sieve Analysis
- 5- Hydrometer test



هر دو آزمایش باید بر روی یک منحنی ترسیم گردد - این آزمایش وضع توزیع ذرات خاک را در نمونه مشخص میکند . برای روش آزمایش به ضمیمه شماره (۲) مراجعه شود .
باید توجه داشت که اگر در نمونه ای قطعات بزرگ سنگی دیده شود باید این قطعات قبلا جدا شده و جزء آزمایش الک منظور نشوند .

۲-۲-۳-۲ تعیین حد خمیری^۱ و حد روانی^۲ خاک

حد خمیری و حد روانی خاک طبق روش مندرج در ضمیمه شماره (۳) تعیین میگردد و از آندو اندیس خمیری^۳ نتیجه گیری میشود .

آزمایش تراکم^۴

منظور از آزمایش تراکم در آزمایشگاه ، بدست آوردن رابطه بین چگالی خشک^۵ و مقدار رطوبت نسبی یک نمونه خاک میباشد که در قالبی بابعاد مشخص و با وزنه ای معین و به ترتیبی خاص کوبیده میشود .

یکی از عوامل مؤثر در تأمین حداکثر چگالی آزمایشگاهی میزان رطوبت خاک میباشد . رطوبتی که حداکثر چگالی را بوجود آورد بنام درصد رطوبت اپتیمم^۶ نامیده میشود .

چنانچه در موقع غلتک زنی رطوبت به این میزان حفظ شود ، تراکم مورد نظر باسانی بدست خواهد آمد .

آزمایش تراکم مطابق روش توصیه شده در ضمیمه شماره (۴) انجام میشود .

۳-۳-۳-۲ آزمایشهایی که ظرفیت باربری خاک را تعیین مینمایند

۱-۳-۳-۳-۲ ضریب عکس العمل با رقم K

یکی از عواملی که در طرح و محاسبه روسازی ، تعیین کننده است ظرفیت باربری بستر و یا زیر اساس است . برای مشخص نمودن ظرفیت باربری ، ضریب عکس العمل یا رقم K مشخص میشود .

ضریب عکس العمل و یا رقم K معیاری است برای تعیین عکس العمل خاک در مقابل بارهای وارد و آنرا بوسیله آزمایش صفحه (۵) تعیین مینمایند .

1- Plastic limit

2 Liquid limit

3- Plastic index

4- Compaction

5- Dry Density

6- Optimum Moisture content

1- Limite de plasticite

2- Limite de liquidità

3- Indice de plasticite

4- Compactage

5- Densite seche

6- Toneur en eau optimum



بر حسب تعریف K عبارتست از نیرو بر واحد سطح صفحه بارگذاری تقسیم بر مقدار نشست صفحه . بدین ترتیب بعد K بر حسب نیرو تقسیم بر حجم خواهد بود و معمول است که آنرا بر حسب پاوند بر اینچ مکعب مشخص مینمایند .

آزمایش صفحه را میتوان بر روی بستر ، قشر زیر اساس - قشر اساس و حتی در صورت لزوم روی بتن انجام داد .

جزئیات آزمایش صفحه در ضمیمه شماره (۵) داده شده است .

۲-۳-۳-۲ رقم CBR خاک

رقم CBR عبارتست از نسبت مقاومت گسیختگی خاک به مقاومت گسیختگی سنگ شکسته آهکی معینی که مقدار آن ۱۰۰ فرض شده است .

بدین طریق میتوان مقاومت خاکهای مختلف را با تعیین رقم CBR با یکدیگر سنجید .

آزمایش CBR را میتوان بر روی زمین طبیعی و یا بسترآماده شده و لایه های زیر اساس ، در محل و یا در شرایط نظیر در آزمایشگاه انجام داد .

روش این آزمایش در ضمیمه شماره (۶) ذکر شده است .

۲-۳-۴ آزمایشهای اضافی که در موارد خاص لازم میگردد

در موارد خاصی ممکن است خاک دارای وضع و خواص ویژه ای باشد که آزمایشهای متعارف ذکر شده برای شناختن رفتار و خواص آن و اتخاذ تصمیم در مورد طرز تحکیم و تثبیت خاک و طرح روسازی کافی نباشد . مثلا در مورد خاکهای حساس^۲ و یا خاکهایی که انبساط و انقباض زیادی نشان دهند یا آنکه در بارگذاری ، بمرور زمان نشست آنها قابل توجه باشد ، گاهی لازم میشود آزمایشهای اضافی انجام گیرد .

بعضی از این آزمایشها که بر حسب شرایط موجود و نظر مهندس ممکن است انجام گیرد بشرح زیر میباشد :

الف - آزمایش تحکیم^۳

ب - تعیین زاویه اصطکاک داخلی^۴ و چسبندگی^۵ با آزمایش سه محوری^۶ یا آزمایشهای مناسب دیگر .

ج - تعیین ضریب انبساط^۷

د - تعیین حساسیت^۸ خاک

- 1- California Bearing Ratio
- 2- Sensitive
- 3- Consolidation test
- 4- Angle of Internal Friction
- 5- Cohesion
- 6- Triaxial test
- 7- Coefficient of Expansion
- 8- Sensitivity

- 1- Indice portance californien
- 2- Sensible
- 3- Essai de consolidation
- 4- Angle de frottement Interne
- 5- Cohesion
- 6- Essai triaxial
- 7- Coefficient de dilatation
- 8- Sensibilite



آزمایشهای فوق را میتوان مطابق یکی از استانداردهای معروف و قابل قبول انجمن

داد .

۲-۴ طبقه بندی خاک^۱

بر اساس آزمایشهای مندرج در (۲ - ۳ - ۲) میتوان خاک ها را طبقه بندی نموده این طبقه بندی که فقط برای فرودگاه ها میباشد بشرح زیر است :

در این طبقه بندی خاکها به سیزده طبقه تقسیم شده اند که هر طبقه با حرف E و شماره آن طبقه معرفی میگردد . خاکهای آخرین طبقه یعنی E-13 که شامل خاکهای لجنی^۲ و خاکهای مردابی^۳ است قابل قبول و قابل مصرف در عملیات خاکی فرودگاه نمیشناسد و بقیه دوازده طبقه خاک از ردیف E-1 تا E-12 طوری قرار گرفته اند که خاکهای طبقه اول بهترین مشخصات را داشته و ردیف های پائین تر ، به ترتیب خاکهای با مشخصات و خواص ضعیف تری را نشان میدهند .

طبقات سیزده گانه خاک بدو گروه کلی « دانه دانه »^۴ و نرمه^۵ تقسیم میشوند .

خاکهای دانه دانه که شامل شن و ماسه و مخلوط هائی از شن و ماسه با مقداری رس^۶ و لای^۷ میشوند شامل چهار طبقه E-1 تا E-4 بوده و نه طبقه دیگر E-5 تا E-13 جزو خاکهای نرمه هستند که شامل رسها و لای ها باشند .

این تفکیک کلی به دو گروه دانه دانه و نرمه روی آن قسمت از نمونه که از الکک^۸ نرمه^۹ . آسریکائی عبور میکند صورت میگردد - انواع خاکهای نرمه و ماسه های ریز تر از الکک^۸ نرمه^۹ . حساسیت زیادی در مقابل رطوبت و عوامل جوی از خود نشان میدهند به این علت مطالعه تفکیکی مصالح به دانه دانه و نرمه روی ذراتی که از الکک^۸ شماره^۹ عبور می کنند بعمل می آید .

وجه تمایز بین دو گروه خاکهای « دانه دانه » و « نرمه » مقدار درصد مجموع لای و رس در مصالح گذشته از الکک^۸ نرمه^۹ . میباشد و اگر مجموع رس و لای در نمونه خاکی کمتر از ۳۰ درصد و زنی باشد خاک جزو گروه دانه دانه و چنانچه بیش از ۳۰ درصد باشد جزو گروه نرمه منظور میشود .

- 1- Soil Classification
- 2- Muck
- 3- Peat
- 4- Granular
- 5- Fine Grained
- 6- Clay
- 7- Silt

- 1- Classification des sols
- 2- Vase
- 3- Tourbe
- 4- Sols grenus
- 5- Sols Fins
- 6- Argile
- 7- Limon



جدول شماره (۳) - طبقه بندی خاکهای مختلف

آزمایش دانسه بندی					طبقه خاک
حد اندیس روانی خمیری	مقدار خاکی که از الک شماره ۱۰ عبور میکند			مقدار خاکی که روی الک شماره ۱۰ باقی میماند	
	مجموع رس و لای که از الک شماره ۲۰۰ عبور میکنند	ماسه ریز که از الک شماره ۴۰ عبور کرده و روی الک شماره ۲۰۰ باقی میماند	ماسه درشت که از الک شماره ۱۰ عبور کرده و روی الک شماره ۴۰ باقی میماند		
کمتر از ۲۵	کمتر از ۱۵٪	کمتر از ۶۰٪	بیش از ۴۰٪	بین صفر	E-1 خاک های رانه
" "	کمتر از ۲۵٪	کمتر از ۸۵٪	بیش از ۱۵٪	تا	E-2 خاک های رانه
" "	کمتر از ۲۵٪	-	-	۴۵٪	E-3
کمتر از ۱۰	کمتر از ۳۰٪	-	-	-	E-4
کمتر از ۱۵	کمتر از ۴۰٪	-	-	بین	E-5
" "	بیشتر از ۴۰٪	-	-	صفر	E-6
کمتر از ۳۰ تا ۱۰	" "	-	-	تا	E-7
کمتر از ۴۰ تا ۱۵	" "	-	-	۵۵٪	E-8
بیش از ۳۰	" "	-	-	-	E-9
کمتر از ۵۰ تا ۲۰	" "	-	-	-	E-10
کمتر از ۸۰	" "	-	-	-	E-11
بیش از ۸۰	" "	-	-	-	E-12
خاکهای لجنی و مردابی - غیر قابل مصرف در کارهای خاکی فرودگاه					E-13



جدول شماره (۳) طبقه بندی خاکها را نشان میدهد .

۴-۱- مشخصات عمومی هر طبقه

طبقه E-1 : خاکهای دانه دانه منظم و پیوسته که تحت شرایط زهکش ضعیف^۱ نیز پایدار بوده و معمولاً « اثر عوامل یخبندان^۲ و تورم در این طبقه خاک بسیار ناچیز است این طبقه شامل شن و ماسه با دانه بندی منظم و پیوسته است و مواد نرم آن مقدار ناچیزی است .

طبقه E-2 : خاکهای این طبقه مشابه طبقه قبلی بوده و فقط دارای مقدار مواد درشت دانه کمتر و یا شامل مقدار زیاد تری مواد رس ولای میباشند . تحت شرایط زهکشی ضعیف ، خاکهای این طبقه قسمتی از پایداری و استحکام خود را از دست میدهند و یخبندان نیز در آنها تأثیر دارد .

طبقات E-3 و E-4 : این دو طبقه شامل خاکهای ماسه‌ای است که دانه بندی آنها کاملاً منظم و پیوسته نبوده و میتوانند بصورت ماسه ریز^۳ و یا ماسه مخلوط یا رس^۴ و لای^۵ باشند . این دو طبقه بیشتر از طبقه E-2 استحکام و پایداری خود را در اثر زهکشی ضعیف و یا یخ بندان از دست میدهند .

طبقه E-5 : کلیه خاکهایی که مقدار لای و رس آنها بیشتر از ۳۰ درصد و کمتر از ۴۰ درصد باشد جزو این طبقه محسوب میشوند . همچنین خاکهایی که مجموع لای و رس آنها کمتر از ۳۰٪ بوده ولی دارای اندیس خمیری^۶ بین ۱۰ تا ۱۰۰ باشند جزو این دسته محسوب میشوند . این طبقه خاک بنحو قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر عوامل مخرب یخ بندان واقع میگردد .

طبقه E-6 : خاکهای لای و مخلوط لای و ماسه که دارای ضریب خمیری صفر یا خیلی پائین باشند جزو این دسته محسوب میشوند . این طبقه از خاکها ترد هستند و وقتی بحالت کاملاً خشک و یا دارای رطوبت خیلی کمی باشند پایدار بوده ولی زمانیکه رطوبت بآنها اثر کند بحالت اسفنجی درآمده و استحکام و پایداری خود را از دست میدهند و بهمین دلیل متراکم کردن آنها مشکل میباشد . متراکم کردن این طبقه از خاکها باید با کنترل شدید میزان رطوبت توام باشد . انتقال آب از سطوح پائین بسطوح بالا توسط منافذ و قوای مویرگی^۷ در این خاکها خیلی شدید است .

1- Poor Drainage

2- Frost

3- Fine Sand

4- Clay

5- Silt

6- Plasticity Index

7- Capillary Forces

1- Mauvais drainage

2- Gel

3- Sable fin

4- Argile

5- Limon

6- Indice de Plasticite

7- Forces Capillaires



خاکهای این طبقه تحت تأثیر شدید عوامل یخ‌بندان و وا رفتگی حاصل از آن واقع میشوند. این خاصیت در هیچ طبقه از خاکها بشدت این طبقه نمیباشد.

طبقه E-7: این طبقه شامل خاکهای رس لای دار، ماسه رس دار، رس ماسه دارو لای رس دار میباشد خاکهای این طبقه وقتی خشک باشند پایدار و گاهی ترد بوده و وقتی مرطوب شوند بحالت خمیری در میآیند. هر گاه خاکهای این طبقه در رطوبت مناسب کوبیده شوند کاملاً متراکم شده و نسبتاً محکم میشوند.

تغییرات آب باعث تغییر حجم خاک و در نتیجه تخریب و از دست رفتن استحکام میشود. قوای مویرگی در این خاکها نسبتاً زیاد ولی بالارفتن مویرگی^۱ آهسته و اثر مخرب یخبندان کمتر از طبقه E-6 است.

طبقه E-8: خاکهای این طبقه مانند طبقه E-7 ولی با حد روانی^۲ بیشتر میباشد که معرف و نشانه خاصیت نامطلوب قابلیت نشست^۳ بیشتر و انقباض و انبساط^۴ و افت^۵ زیاد و استحکام کمتر در شرایط نامساعد رطوبتی است.

طبقه E-9: خاکهای لای رس دار شامل مواد میکائی و سایر ترکیبات شیمیائی نامطلوب جزو این طبقه می باشند. این طبقه خاک خاصیت ارتجاعی و تورم و افت زیاد داشته و تراکم آنها بسیار مشکل است. در هر دو حالت خشک و مرطوب پایداری کمی داشته و یخبندان در آنها مؤثر است.

طبقه E-10: این طبقه شامل خاکهای رسی و رس های لای دار میباشد. ایسِن خاکها هنگامیکه خشک هستند بصورت کنوخته های محکمی بوده و همینکه مرطوب شوند بصورت خمیر سستی در میآیند. قابلیت تغییر حجم و خاصیت انقباض و انبساط زیادی داشته و اثرات یخبندان در آنها مؤثر است خاکهای این طبقه بزحمت و با اشکال متراکم میگردد و متراکم کردن آنها از طبقات E-7 و E-8 مشکلتر میباشد. برای آنکه بتوان خاکهای این طبقه را متراکم کرد باید کنترل دقیق و منظمی بر میزان رطوبت آنها اعمال نمود.

طبقه E-11: این خاکها نیز مانند طبقه قبلی بوده و دارای همان ویژه گیها میباشد. تنها حد روانی آنها بیشتر یعنی بین ۷ تا ۸ درصد بوده و ضریب خمیری آنها بالاتر از ۳ میباشد.

طبقه E-12: انواع خاکهائی که حد روانی آنها بدون توجه بضریب خمیری بیش از ۸ درصد باشد جزو این طبقه اند. این خاکها ممکن است از انواع رسهائی باشند که در مقابل رطوبت بسیار نا پایدار بوده و استحکام خود را بکلی از دست میدهند.

- 1- Capillary Rise
- 2- Liquid Limit
- 3- Compressibility
- 4- Expansion
- 5- Shrinkage

- 2- Montee Capillaire
- 3- Limite de Liquidite
- 4- Compressibilite
- 5- Expansion
- 6- Retrait



بعلاوه خاکهائیکه بعلت وجود مواد میکائی خاصیت ارتجاعی زیادی داشته و یا بعلت وجود مواد آلی خاصیت تغییر حجم و ناپایداری زیاد دارند جزو این طبقه محسوب میشوند. خاکهای این طبقه احتیاج مبرمی بروشهای مختلف تثبیت و تحکیم داشته و باید حداکثر دقت در انتخاب طریق تحکیم و تثبیت آنها بکار رود. طبقه E-15: خاکهای لجنی و خاکهای مردابی که بوسیله آزمایشات ساده محلی حتی از رنگ و بو تشخیص داده میشوند جزو این گروه منظور میگردد. این خاکها در وضع و شرایط طبیعی دارای استحکام و پایداری خیلی کم و وزن واحد حجم کوچک و دارای رطوبت خیلی زیادی میباشند.

۲-۴-۲ شرایط مخصوص خاکهای نرمة

بعضی از خاکها ممکن است دارای موادی باشند که نتایج آزمایشها، آن خاکها را در بیش از یک طبقه در جدول شماره (۳) قرار دهد. این وضع در مورد خاکهائی که دارای ترکیبات میکا - دیاتمه و یا مقدار نسبتا زیادی مواد کولوئیدی هستند ممکن است پیش آید. برای احتراز از هر گونه سوء تشخیص در استفاده از جدول شماره (۳)، باید در مورد اینگونه خاکها جدول مزبور و دیاگرام شکل (۳) را توأما مورد استفاده قرار داد. در جدول شماره (۳) برای هر حد روانی خاک یک اندیس خمیری مشخص شده است و معمولا کمتر پیش میآید که خاکی با داشتن حد روانی مندرج در جدول، دارای اندیس خمیری بزرگتری باشد. در صورتیکه چنین حالتی پیش آید باید آن خاک را مطابق دیاگرام شکل (۳) در طبقه پائین تری در نظر گرفت.

۲-۴-۳ اثر مصالح درشت دانه که بر الک نمره ۱۰ باقیمانده است

در طبقه بندی بشرح بالا بنیای کار بر روی مصالح گذشته از الک نمره ۱۰ قرار دارد در حالیکه مصالح درشت دانه ای که بر روی الک نمره ۱۰ باقی میمانند عمل عمده ای در تحکیم خاک دارند به این دلیل مجاز است که با توجه به مقدار مصالح باقیمانده بر الک نمره ۱۰، خاک را به یک یا دو طبقه بالاتر ارتقاء داد.

شرایط لازم برای این ارتقاء طبقه بشرح زیر میباشد:

الف - هنگامیکه درصد مصالح باقی مانده روی الک نمره ۱۰ برای طبقات E-1 تا E-4 بیش از ۴ درصد و برای بقیه طبقات بیش از ۵ درصد باشد.

ب - مصالح درشت دانه نامبرده دارای دانه بندی پیوسته بوده از ذرات محکم تشکیل شده باشند. باید توجه داشت که قطعات سنگی پراکنده و به تعداد کم در این ارتقاء طبقه در نظر گرفته نمیشود.

1- Unit Weight

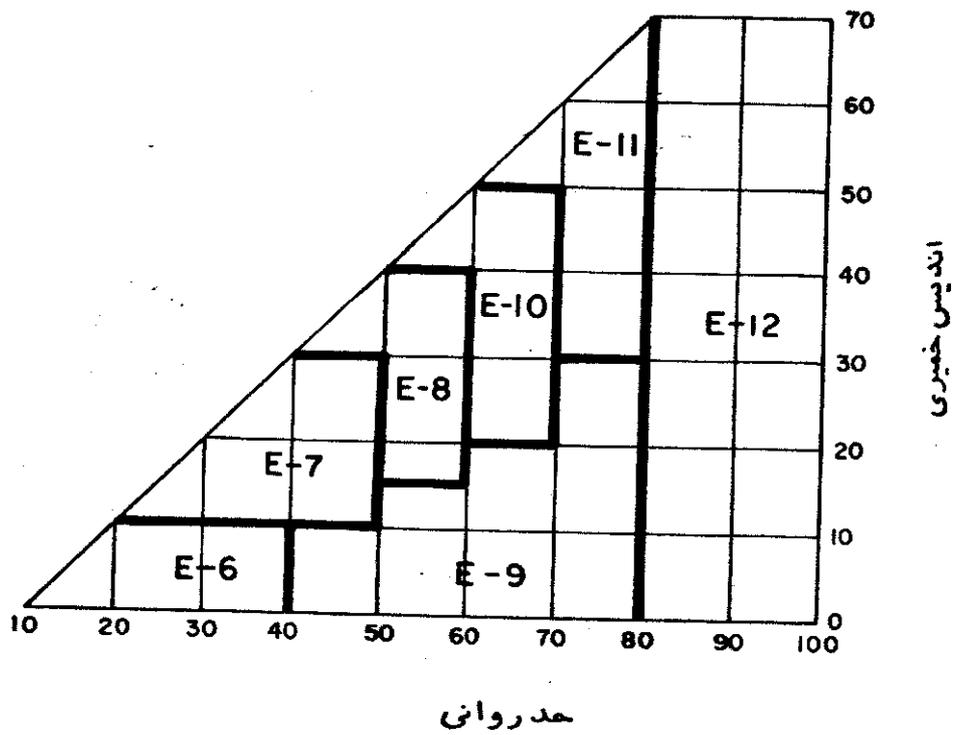
1- Poids Specificque au
Poids unitaire

2- Coarse Materials

2- Matériaux



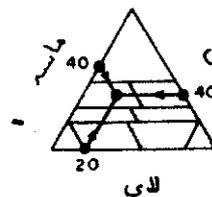
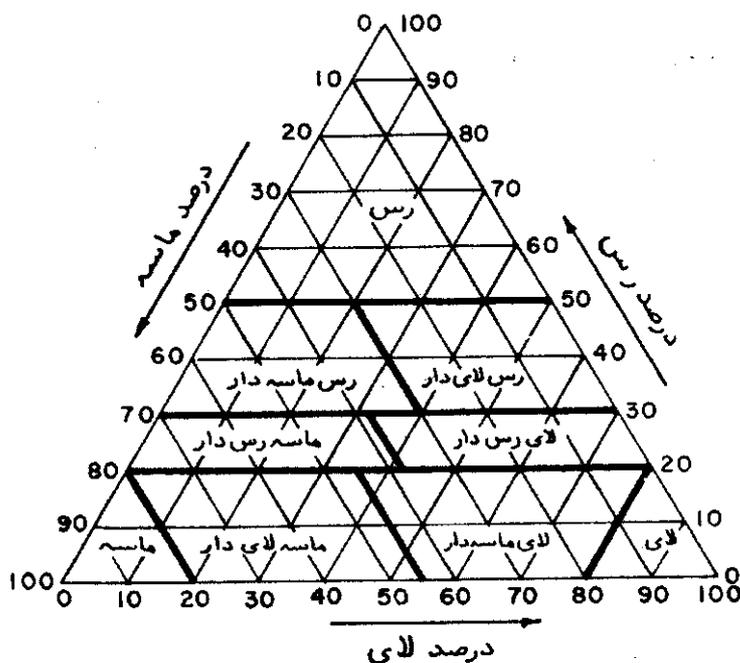
طبقه بندی خاکهای نرمه



طبقه بندی خاکها بر حسب بافت

مثال راضیا

ترکیب خاک } لای : ۲۰ درصد
 ماسه : ۴۰ درصد
 رس : ۴۰ درصد



نتیجه:
 خاک از نوع ماسه رس دار میباشد.

فرانسه	انگلیسی	فارسی
۱- ARGILE	۱- CLAY	۱- رس
۲- ARGILE SILTEUSE	۲- SILTY CLAY	۲- رس لای دار
۳- ARGILE SABLEUSE	۳- SANDY CLAY	۳- رس ماسه دار
۴- SILT	۴- SILT	۴- لای
۵- SILT ARGILEUX	۵- CLAY SILT	۵- لای رس دار
۶- SILT SABLEUX	۶- SANDY SILT	۶- لای ماسه دار
۷- SABLE	۷- SAND	۷- ماسه
۸- SABLE ARGILEUX	۸- CLAY SAND	۸- ماسه رس دار
۹- SABLE SILTEUX	۹- SILTY SAND	۹- ماسه لای دار



۴-۴-۴ رده بندی خاک بر حسب بافت^۱

علاوه بر طبقه‌بندی گفته شده که فقط بر مبنای - نتیجه آزمایش دانه‌بندی و آزمایش حد روانی و اندیس خمیری صورت گرفته است ، در شرح نمونه خاک باید بافت خاک نیز توصیف گردد .

رده‌بندی خاک بر حسب بافت و نام‌گذاری آن به خاکهای ماسه‌ای ، رسی ، لای رس‌دار و غیره با توجه به مقدار سه جزء ماسه ، لای و رس صورت می‌گیرد . برای این منظور از دیاگرام شکل (ع) استفاده میشود . این دیاگرام باین ترتیب تهیه شده که مقدار درصد ماسه و لای و رس به ترتیب از درشت دانه به ریزدانه در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت ، از رأس یک مثلث متساوی‌الاضلاع روی ضلعهای آن برده شده و با توجه بمقدار درصد هر یک از این سه جزء، مناطق مختلف مثلث نام‌گذاری گردیده است برای پیدا کردن رده هر خاک کفایت آن قسمت از نمونه را که از الکت نمره ۱ گذشته تفکیک کرده و درصد هر یک از اجزاء تشکیل دهنده آنرا روی ضلع مربوطه مشخص نموده و از نقاط جداشده خطوطی بموازات ضلع ماقبل ، بنحوی که در مثال شکل (ع) نشان داده شده است ترسیم نمائیم . نام منطقه‌ای که نقطه تلاقی این خطوط در آن واقع میشود تعیین‌کننده رده خاک خواهد بود .

۴-۵-۲ طبقه بندی بستر^۲

۴-۵-۲-۱ آشنائی

برای هر گروه از خاکها که طبقه‌بندی آنها قبلاً گفته شد یک طبقه و ردیف خاص بستر نیز وجود دارد .

طبقه‌بندی بستر فرودگاه علاوه بر آنکه بنوع خاک بستگی دارد در شرایط زهکشی^۳ و یخبندان^۴ و سایر شرایط محیط نیز در آن منعکس میشود . بعبارت دیگر در این طبقه‌بندی بسترهایی در یک طبقه قرار میگیرند که در مقابل بارهای وارده و شرایط محیط عکس‌العملهای تقریباً مشابهی نشان دهند .

با مشخص شدن طبقه بستر ضخامت روسازی لازم طبق روشهای ارائه شده در فصل پنجم محاسبه میشود .

برای رسیدن از طبقه خاک به طبقه بستر مربوطه ، دو عامل اصلی در نظر گرفته میشود این دو عامل عبارتند از شرایط زهکشی طبیعی خاک و میزان تأثیر یخبندان در مصالح بستر . البته درجه تأثیر یخبندان در مصالح بستر مستقیماً به شرایط زهکشی طبیعی آن بستگی خواهد داشت .

- 1- Texture
- 2- Subgrade Classification
- 3- Drainage
- 4- Frost

- 1- Texture
- 2- Classification des Sols
- 3- Drainage
- 4- Gel



۲-۵-۲ شرایط زهکشی

الف - قابلیت زهکشی ضعیف^۱

در این دستورالعمل خاکهای با زهکش ضعیف به خاکهایی اطلاق شده است که بعلت دانه بندی نامناسب و شرایط موجود محلی قادر به تخلیه آب داخل خود نباشند . خاکهای طبقات E-5 تا E-13 که حاوی رس و لای میباشند عملا دارای چنین خاصیتی هستند و به آسانی جذب رطوبت میکنند و پایداری خود را از دست میدهند .

همچنین خاکهای با دانه بندی مناسب مانند E-1 تا E-4 که درحالت معمولی قابلیت زهکشی مناسبی دارند ، چنانچه بعلت بالا بودن سطح آب زیرزمینی و یا وجود طبقه نفوذناپذیر در زیر آنها و یا دلایل دیگر ، آب را در خود نگاه دارند ، جزو گروه با زهکش ضعیف محسوب خواهند شد .

در خاکهای اخیر میتوان با احداث شبکه زهکشی این وضع را اصلاح نمود .

ب - قابلیت زهکش خوب^۲

برحسب تعریف خاکهای با زهکش خوب به زمینهایی اطلاق شده است که درحالت طبیعی آب را در خود نگاه نمیدارند و در نتیجه همیشه و تحت هر شرطی بستر دارای وضع ثابت و پایداری از نظر مقاومت و تراکم میباشد .

۲-۵-۳ شرایط یخبندان

عامل دیگری که در طبقه بندی بستر اثر تعیین کننده دارد موضوع یخبندان زمین میباشد . این عامل باید بطور کامل مطالعه شده و با دقت مورد توجه قرار گیرد . عدم توجه به عامل یخبندان ممکن است باعث بروز خرابی های مهمی در روسازی گردد . از آنجائیکه بعلت وجود آب در بستر تأثیر عامل یخبندان ظاهر میشود ، زمینهای با قابلیت زهکش خوب در معرض تهدید یخبندان نخواهد بود .

زمینهایی که دارای ذرات ریزتر از ۰.۲ / میلیمتر بمقدار بیش از ۳ درصد میباشند در طرح و محاسبه روسازی بعنوان مصالح با زهکش نامناسب و در معرض تهدید یخبندان در نظر گرفته میشوند .

با توجه بمطالب فوق ، در زمینهای با قابلیت زهکش ضعیف ، طبقه بندی بستر فرودگاهها بر حسب شرایط منطقه بدو صورت مختلف انجام گرفته است :

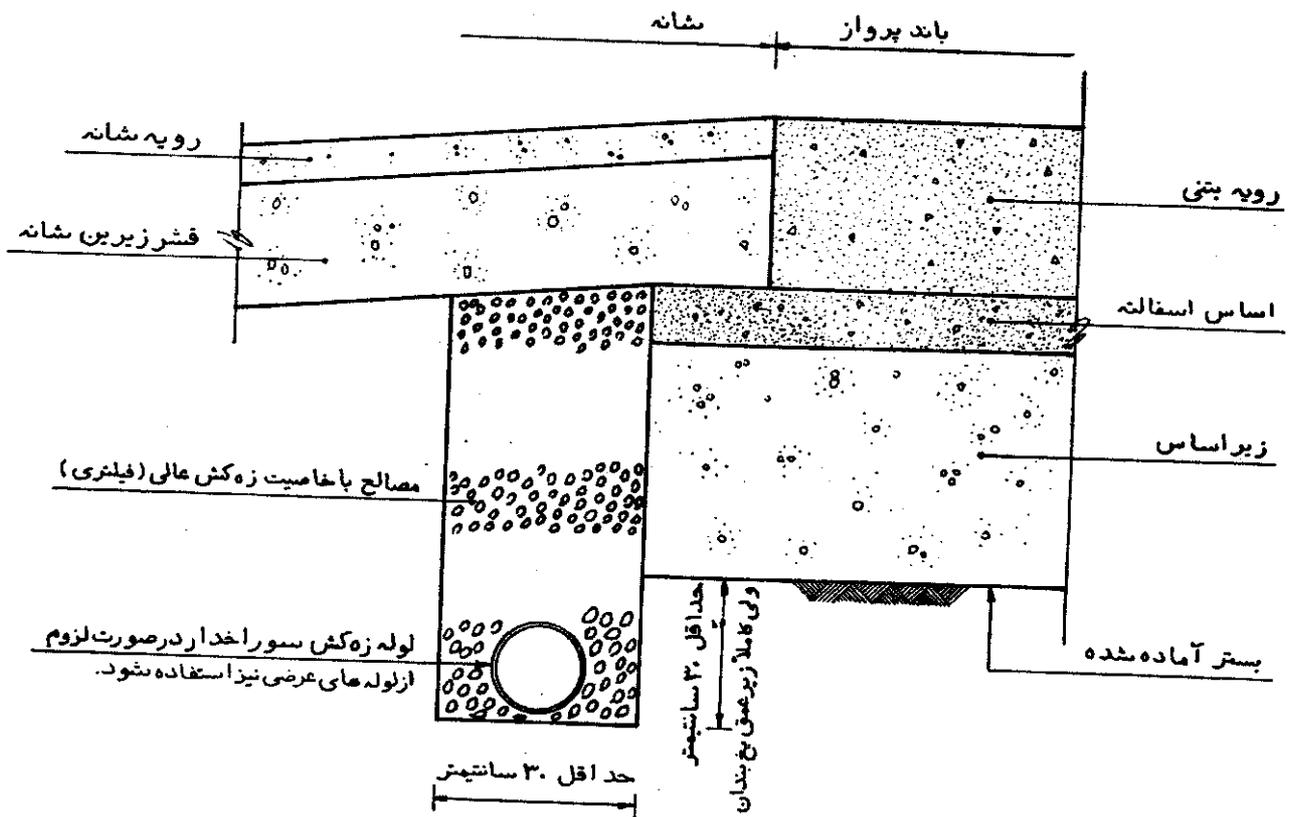
- الف - در مناطق بدون امکان یخبندان که عبارتند از مناطق گرمسیر و یا معتدل که در صورت بروز یخبندان ، عمق تأثیر آن کم بوده و از ضخامت روسازی تجاوز نمی نماید .
- ب - در مناطق با امکان یخبندان که مناطقی سردسیر هستند و در آنها عمق تأثیر یخبندان از ضخامت روسازی تجاوز مینماید .

- 1- Poor Drainage
2- Good Drainage

- 1- Mauvais drainage
2- Bon drainage



قشرهای روسازی و جزئیات مربوط به لوله های زه کش



مشکل ۵



در این مناطق چنانکه جنس زمین بستر خیلی نامناسب باشد در بعضی موارد باید امکان تعویض مصالح بستر تا عمق لازم مورد مطالعه قرار گیرد .
 طبقه بندی بستر در جدول شماره (۴) نشان داده شده است .

جدول شماره (۴) طبقه بندی بستر فرودگاهها برای روسازی بتنی

طبقه بستر			طبقه خاک
زمینهای با قابلیت زه کشی ضعیف		زمینهای با قابلیت زه کشی خوب	
منطقه بدون امکان یخبندان	منطقه با امکان یخبندان		
Ra	Ra	Ra	E1
Rb	Ra	Ra	E2
Rb	Rb	Ra	E3
Rb	Rb	Ra	E4
Rb	Rb	-	E5
Rc	Rc	-	E6
Rc	Rc	-	E7
Rd	Rc	-	E8
Rd	Rd	-	E9
Rd	Rd	-	E10
Re	Re	-	E11
Re	Re	-	E12
برای بستر فرودگاهها بهیچوجه نباید از این نوع خاک استفاده شود .			E13



فصل سوم

آماده نمودن بستر فرودگاه. اجرای قشرهای روسازی

۱-۳ آماده نمودن بستر فرودگاه^۱

۱-۱-۳ انواع بستر^۲

قشر زیر اساس ممکن است روی سه نوع بستر مختلف قرارگیرد :

الف - زمین طبیعی پس از تنظیم و تسطیح

ب - سطح خاکبرداری شده

ج - سطح خاکریزی شده

۲-۱-۳ مشخصات بستر

بستر فرودگاه در هر حال باید واجد مشخصات و شرایط زیر باشد :

الف - تا حد امکان مصالح آن یکنواخت بوده و وزن مخصوص یکسان داشته باشد
بنحوی که در اثر بارگذاری نشست‌های نامساوی^۲ ایجاد نشود .

ب - قابلیت تحمل فشارهای وارده با رعایت ضرائب اطمینان مورد نظر را داشته باشد.

ج - یخبندان موسمی و نوسانات سطح آبهای زیرزمینی به آن آسیب نرساند .

۳-۱-۳ طرق آماده نمودن بستر

برای بدست آوردن خواص و شرایط فوق لازم است که عملیاتی بشرح زیر روی بستر انجام پذیرد .

الف - اصلاح جنس بستر در صورت لزوم

ب - کوبیدن بستر .

ج - زهکشی بستر توسط کانالهای سطحی و یا تحت‌الارضی

1- Subgrade Preparation

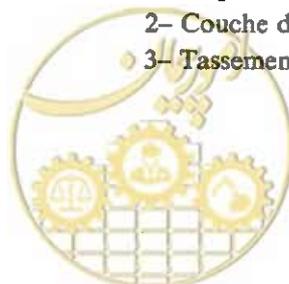
2- Subbase

3- Differential Settlement

1- Preparation du sol de fondation

2- Couche de fondation

3- Tassement differentiel



د - جلوگیری از اثرات مخرب یخبندان .

لزوم اجرای یکک یا تمام عملیات اصلاحی بستر به عواملی از قبیل وضع زمین ، طبقه‌بندی خاک ، شرایط جوی منطقه و از همه مهمتر به شرایط اقتصادی بستگی دارد . در مورد بعضی خاکها و تحت شرایط خاص ، گاهی لازم است از مشاوره متخصص خاکشناسی استفاده شود .

اصلاح جنس بستر فرودگاه موقعی لازم میشود که بستر در زمین طبیعی و یا در سطح خاکبرداری شده قرار گرفته و خاک بستر دارای مشخصات نامطلوبی باشد . لزوم اصلاح جنس بستر و انتخاب روش انجام کار باید توأم با مطالعات اقتصادی صورت گیرد .

۱-۳-۱-۳

اصلاح جنس بستر با یکی از روشهای زیر انجام میگردد :

الف - مخلوط نمودن مقداری مصالح خاکی مناسب با مصالح بستر موجود

ب - تعویض کامل مصالح بستر بعمق مناسب .

ج - تثبیت بستر با اضافه نمودن مواد مناسب از قبیل سیمان ، آهک و مواد قیری و غیره .

۱-۳-۲-۳ زهکشی توسط کانالهای سطحی

کانالهای سطحی برای جمع‌آوری و دفع آبهای سطحی احداث میشوند ولی چنانچه عمق آنها باندازه کافی باشد قادر به پائین آوردن سطح آب زیرزمینی گشته، امکان بدست آوردن چگالی موردنظر خاک را فراهم میسازند . از این نظر فقط در مواردی قابل اطمینان میباشد که زمین طبیعی واجد خواص عالی زهکشی بوده و مقدار آبهای زیرزمینی کم باشد . کانالهای زهکشی سطحی باید با رعایت حریم‌های پرواز فاصله لازم را از باند داشته باشند .

۱-۳-۲-۳ زهکشی توسط لوله‌های تحت‌الارضی

در مواقع لزوم که سطح آب زیرزمینی بالا بوده و زمین طبیعی واجد شرایط زهکشی خوب نباشد ، سیستم‌های زهکشی تحت‌الارضی ضروری میباشد لوله‌های زهکش زیرزمینی باید مجاوز سطوح بتنی قرار گیرند . در شکل شماره (ه) جزئیات قرار دادن این لوله هاداده شده است . پرکردن روی لوله‌ها باید با مصالح غیر چسبنده زهکش و با دانه‌بندی فیلتری انجام و کوبیده شود. لوله‌ها باید قابلیت تحمل فشارهای منتقله از چرخهای هواپیما و اتومبیل و غیره را داشته باشند .

لوله‌های زهکش زیرزمینی در زمینهای سطح آب موجود در زمین طبیعی را پائین

آورده و مزایای زیر را بدست میدهد :
الف - امکان کوبیدن بستر باند را بیشتر فراهم میسازند .



- ب - خطرات یخ زدگی بستر باند را بمقدار زیادی کاهش میدهند .
- ج - از نوسان سطح آب در ضخامت بستر باند جلوگیری بعمل میآورند .

۳-۱-۳-۵- جلوگیری از اثرات مخرب یخبندان

چنانچه بستر باند بعلت شرائط جوی منطقه در معرض خطر یخبندان باشد باید با توجه به اهمیت فرودگاه و رعایت شرائط اقتصادی ، خطر یخبندان را تا حد امکان تقلیل داد . در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالا میباشد یا امکان نفوذ آب بعلت خاصیت مویرگی موجود است لزوم احداث زهکشی های تحت الارضی بیشتر میشود . در اینگونه موارد باید لوله ها از عمق نفوذ یخبندان پائین تر قرار گیرند . در بعضی موارد ممکن است جنس زمین آنقدر نامناسب باشد که با وجود احداث سیستم زهکش باز هم خطر یخبندان بستر باند را تهدید نماید . در چنین مواردی اجباراً باید مصالح بستر باند تا عمق بیش از آنچه که یخ میزند تغییر داده شود ، یعنی پس از برداشتن مصالح نامطلوب ، این عمق ، مجدداً با مصالح مناسب ساخته شود .

بعلت اینکه روسازی های بتنی عایق حرارتی خوبی میباشند معمولاً میتوان عمق یخبندان را باندازه ۰ درصد ضخامت بتن کمتر در نظر گرفت .

۳-۱-۴- خاکریزی

خاکریزی از مصالح انتخاب شده حاصل از خاکبرداری و یا از قرضه صورت میگیرد . ضخامت قشرهای خاک ریز قبل از کوبیدن نباید از ۲ سانتیمتر تجاوز نماید . برای مصالح بستر فرودگاه رعایت دانه بندی خاصی الزامی نمیشود . فقط باید توجه گردد که در ۲ سانتیمتر فوقانی بستر فرودگاه دانه های سنگی با بعد بزرگتر از ۱ سانتیمتر موجود نباشد محل قرضه باید باندازه کافی از باندهای پرواز دور باشد تا از لحاظ حریم های پرواز و یا توسعه های آتی اشکالی ایجاد ننماید .

۳-۱-۵- تسطیح و تراز سطح بستر

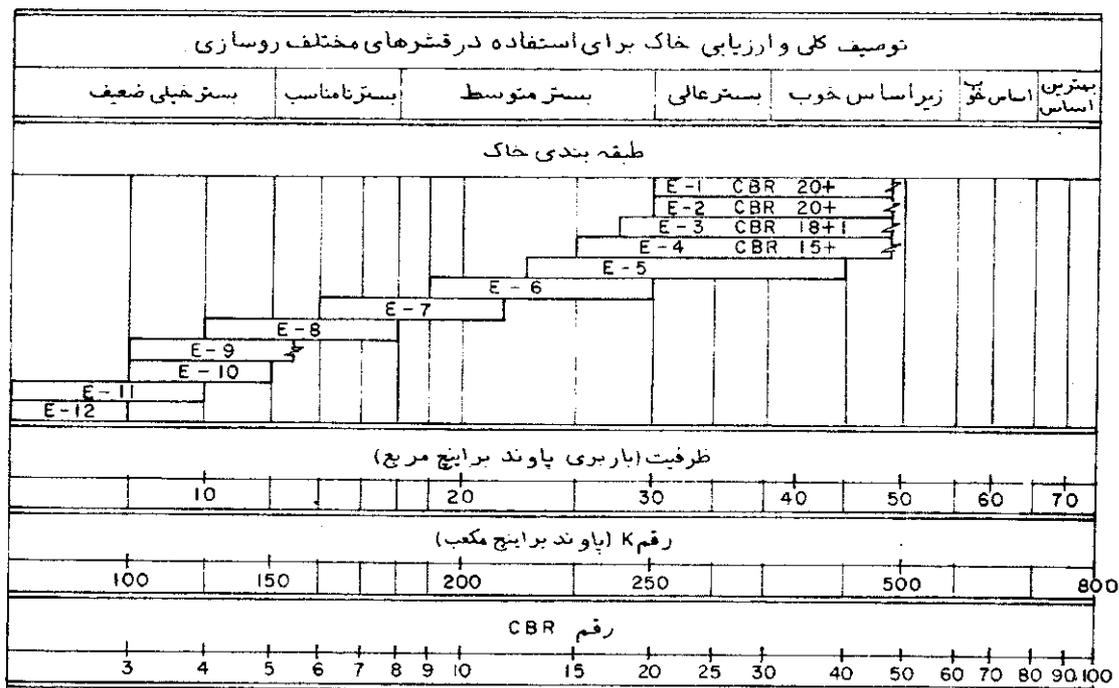
سطح بستر تمام شده باید کاملاً مسطح باشد بنحوی که اگر بایک شمشه ۰ متری در جهات مختلف امتحان شود در این طول ، فاصله بین شمشه و سطح بستر از ۱۰ میلیمتر تجاوز نکند . اختلاف تراز سطح بستر با آنچه که در نقشه های اجرایی پیش بینی شده است نباید بیش از ۱۰ میلیمتر گردد .

۳-۱-۶- تعیین رقم K و CBR روی بستر باند

پس از آماده شدن بستر باند میتوان رقم K و CBR هر دو را روی آن تعیین نمود و نتایج بدست آمده را با نتایج طبقه بندی مقایسه کرد . این عمل علاوه بر آنکه وسیله ای است برای کنترل طبقه بندی بستر و مفروضات اولیه ، در محاسبه ضخامت روسازی نیز (به ترتیبی که در بند (۲-۱-۵) اشاره شده) به اختیار ارقام اولیه محاسبه کمک مینماید .



رابطه بین طبقه خاک ، ظرفیت باربری ، رقم K و رقم CBR



توضیح : بستگی نشان داده شده بوسیله جدول بالا کاملاً تقریبی بوده و فقط برای مقایسه و کنترل بکار میرود.

در صورت احتیاج به ارقام K و CBR باید آنها را مستقیماً بوسیله آزمایش تعیین نمود.



رابطه تقریبی بین طبقه بندی خاک، رقم K و رقم CBR در جدول شماره (ه) مشخص شده است. این بستگی، تقریبی بوده و برای کنترل و اطمینان از نتایج آزمایشگاهی مورد استفاده قرار میگیرد.

۳-۲-۲- اجرای قشرهای زیر اساس و اساس

قشرهای زیر اساس^۱ و اساس^۲ در زیر رویه بتنی قرار میگیرند و عمل آنها بشرح زیر است: الف- فشارهای وارده بر سطح باندر در خود منتشر نموده و به بستر زیرین طوری منتقل مینمایند که در هیچ نقطه از بستر، فشار بیش از حد تحمل نگردد. ب- چنانچه مقداری آب از درزهای بتن به پائین نفوذ کند مانع نفوذ موثر این آبها به بستر میشوند.

ج- مانع از انتقال آبهای مویرگی^۳ به بالا شده و اثرات مخرب یخبندان را کاهش میدهند. عرض قشرهای اساس و زیر اساس در هر طرف ۳ سانتیمتر بیش از عرض بتن رویه در نظر گرفته میشود.

مصالحی که برای قشرهای زیر اساس در روسازیهای بتنی مورد استفاده واقع میشود عبارتست از مصالح دانه بندی شده کوهی یا رودخانه ای که مستقیماً روی بستر آماده شده فرودگاه قرار میگیرد.

این مصالح باید در قشرهای پیش بینی شده پخش و کوبیده شود بنحوی که ضخامت قشر کوبیده شده از ۱ سانتیمتر تجاوز نکند. مصالح زیر اساس پس از کوبیده شدن باید ۱۰ درصد حداکثر تراکم آزمایشگاهی را دارا باشند و سطح نهائی آنها کاملاً صاف و مسطح بوده و جوابگوی کلیه مشخصات لازم از این لحاظ باشد.

۳-۲-۳- قشر اساس اسفالتی

در فرودگاههای مهم که هواپیماهای سنگین از آنها استفاده میکنند روی قشر زیر اساس (یاروی بستر فرودگاه در صورتیکه بعلت ممتاز بودن جنس بستر، قشر زیر اساس حذف شود) یک قشر اساس اسفالتی با حداقل ضخامت ۸ سانتیمتر اجرا میگردد. مصالح این قشر در کارخانه و بارعایت تمام مشخصات اسفالت گرم تهیه میشود و بادستگاههای پخش کن پخش میگردد. ضخامت قشرهای اسفالتی قبل از کوبیدن نباید از ۵/۷ سانتیمتر تجاوز نماید و تراکم آن نباید از ۹۸ درصد حداکثر وزن مخصوص آزمایشگاهی (بارعایت مشخصات آزمایشهای مارشال که در ضمیمه شماره ۸ داده شده) کمتر باشد.

- 1- Subbase Course
- 2- Base Course
- 3- Capillary

- 1- Couche de fondation
- 2- Couche de base
- 3- Capillarite



مشخصات و طرز تهیه و پخش و تراکم این قشر جداگانه در ضمیمه شماره (۹) داده شده است. با اجرای این قشر اطمینان حاصل میشود که بتن رویه، بر سطحی قرار میگیرد که از لحاظ جنس و مقاومت یکنواخت میباشد.

در فرودگاه‌های کم اهمیت ممکن است با توجه به وضع موجود قشر اخیر را حذف نمود.

۳-۲-۲ مشخصات مصالح زیر اساس غیر اسفالتی

الفحد روانی که طبق روش ضمیمه شماره (۳) تعیین میشود نباید از ۲۵ تجاوز نماید. ضریب خمیری که طبق روش ضمیمه شماره (۳) بدست میآید و نباید از ۶ تجاوز کند. هردو آزمایش برای مصالحی که از الکت نمره ۴ عبور میکنند انجام میشود.

ب- در انتخاب دانه بندی مصالح باید دقت زیادی بعمل آید.

دانه بندی مصالح زیر اساس برای فرودگاهها باید با توجه بامکان تهیه مصالح در محل و بادر نظر گرفتن حدود تعیین شده در جدول شماره (۶) مشخص گردد. بکار بردن مصالح با دانه بندی مناسب باعث میشود که وزن مخصوص‌های لازم با حداقل مقدار غلتک زنی حاصل شده و تراکم و ظرفیت باربری قشر زیر اساس افزایش یابد.

الکهای قید شده در جدول شماره (۶) مطابق مشخصات ضمیمه شماره (۲) میباشد.

جدول شماره ۶

دانه بندی مصالح زیر اساس

شماره الک	ابعاد چشمه‌ها	درصد وزنی گذشته از هر الک
۳ اینچ	(۷۶ میلی‌متر)	۱۰۰ درصد
نمره ۱۰	(۲ میلی‌متر)	۱۰۰-۲۰
نمره ۴۰	(۳-۴۲)	۶۰-۵
نمره ۲۰۰	(۳-۷۴)	۱۵-۰
۰/۲۰ میلی‌متر (در نقاط سردسیر)		۳-۰

ج- سطح تمام شده زیر اساس باید کاملاً عاری از موج باشد بنحوی که آزمایش با شمشه ۵ متری در هر جهت بیش از ۱۲ میلی‌متر اختلاف نشان ندهد.

اگر در تقاطعی امکان تهیه مصالح زیر اساس بشرح فوق موجود نباشد میتوان با سرعتات دقیق شرایط مربوطه، از زیر اساس معروف به خاک و سیمان و نظایر آن استفاده نمود. مشخصات اجرای این نوع زیر اساس در ضمیمه شماره (۱۰) داده شده است.



فصل چهارم

مشخصات بتن مصرفی در رویه بتنی فرودگاهها

۴-۱ ترکیب بتن

بتنی که برای ساختن رویه بتنی فرودگاهها بکار میرود از اختلاط مصالح بی اثر موسوم به «دانه های سنگی» (شامل شن و ماسه) باسیمان و آب بدست میآید .

۴-۱-۱ سیمان

سیمان مصرف شده سیمانی از نوع پرتلند با مواد ثانوی^۱ و یا بدون این مواد خواهد بود سیمان های زیر در ساختن بتن رویه باند فرودگاهها قابل مصرف میباشد.

الف- سیمان پرتلند معمولی بدون مواد ثانوی

ب- سیمان پرتلند معمولی با مواد ثانوی نظیر تفاله کوره های آهن گذاری، خاکستر،

پوزولان و غیره

ج- سیمان ضد سولفات^۲ (سیمانهای مقاوم در مقابل سولفاتها و مواد زیان آور برای بتن)

سیمان پرتلند ممکن است با مقاومت اولیه متعارف و یا با مقاومت اولیه زیاد باشد.

در موقعیکه از سیمانهای با مقاومت اولیه زیاد استفاده میشود باید شرایط مخصوصی از

لحاظ نگهداری و مراقبت بتن رعایت گردد. بهتر است در مواقعی که درجه حرارت از حدود ۵

درجه سانتیگراد پائین تر میآید از مصرف این قبیل سیمانها خودداری گردد .

سیمانهای مخصوص و سیمان با مقاومت اولیه زیاد حتماً باید با اجازه کتبی مهندس مورد

استفاده قرار گیرد .

در صورتیکه احتمال واکنش نامطلوب مصالح سنگی با مواد قلیائی سیمان در میان باشد

باید سیمان با قلیائی کم مصرف نمود چه در غیر اینصورت در آتیه ترکهایی در سطح بتن

بوجود خواهد آمد. در این سیمانها نباید مجموع مواد قلیائی از حدود یک درصد تجاوز نماید

و در صورتیکه بتن بطور دائم در شرائط مرطوبی قرار گیرد این رقم به ۱/۴ درصد محدود میگردد.

چنانچه واکنش نامبرده در بالا خیلی شدید باشد باید از بکار بردن چنین مصالح سنگی

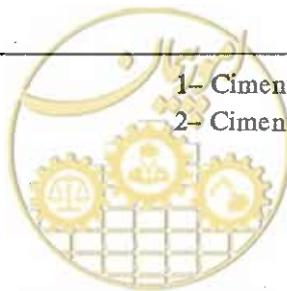
صرف نظر نمود .

1- Blended Cement

2- Sulphate Resisting Cement

1- Ciment avec constituant secondaire

2- Ciment sousulfate



سیمانهای طبیعی نیز بصورت مخلوط باسیمان پرتلند در بتن رویه قابل مصرف میباشد و نسبت سیمان طبیعی به سیمان پرتلند مصنوعی در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد خواهد بود بهتر است که سیمان حتی المقدور بصورت بسته بندی شده در پاکتها بکارگاه آورده شده و مورد استفاده قرارگیرد زیرا بکار بردن سیلو برای سیمان دقت خاصی را در برداشت سیمان ایجاب مینماید .

سیمان مورد مصرف بایدحتما از لحاظ افت مورد توجه قرار گرفته و باندازه کافی در انبار مانده باشد . زیرا سیمانهای خیلی تازه باعث ازدیادافت بتن میشوند.

از مصرف سیمانهای بسیار کهنه نیز باید خودداری نمود.

باید برای حصول اطمینان از کیفیت سیمان، آزمایش افت مطابق ضمیمه شماره (۱۱) بعمل آید .

۴-۱-۲ مصالح سنگی

مصالح سنگی ممکن است بصورت شن و ماسه طبیعی و یا حاصل از شکستن و خرد کردن سنگهای مختلف باشد. باید از بکار بردن سنگهای ترد و نرم مانند بعضی از انواع سنگهای آهکی و سنگهایی که در هوا تجزیه میشوند مانند بعضی از پرفیرها و یاسنگهایی که در اثر آب متلاشی میگردند مانند شیست ها اجتناب ورزید.

مصالح سنگی که برای بتن رویه فرودگاهها بکار برده میشود باید دارای شرایط زیر باشد:

الف- مصالح سنگی ریزدانه و درشت دانه باید از هم مجزا شده و بصورت جداگانه انبار شوند. بکار بردن مخلوط در هم رودخانه ای و یا مخلوط بدست آمده از معادن شن و ماسه بهمان صورت مجاز نمیشد.

ب- مصالح سنگی باید از یک معدن تهیه شده و مخلوط کردن مصالح معادن مختلف مجاز نمیشد البته ممکن است که یک نوع دانه سنگی را از یک معدن و دانه سنگی نوع دیگر را از معدن دیگر تهیه نمود ولی در هر صورت از ابتدا تا انتهای کار باید مصالح سنگی از معادن ثابتی تهیه گردد.

ج- مصالح باید پس از تهیه از معدن شسته شده و تمیز گردد و بکار بردن مصالح خاکدار مجاز نمیشد . بطور کلی مصالح سنگی باید عاری از هرگونه مواد خارجی نظیر قشرهای رسوبی و ذغال و گچ و مواد آلی و غیره باشد .

۴-۱-۲-۱-۱ دانه های سنگی درشت (شن ، شن ریز ، نقلی)

برای تهیه بتن رویه فرودگاهها باید حتی المقدور از دانه های درشت تر استفاده نمود و بطور معمول میتوان قطر دانه های سنگی را تا ۶۰ میلیمتر بالا برد.

این دانه های سنگی باید مقاومت کافی در مقابل سایش از خود نشان دهند. در آزمایش مقاومت بسایش یا ماشین لوس آنجلس مقدار فرسودگی نباید از ۴ درصد تجاوز نماید و اگر بارگذاری



وتواتر استفاده از باند زیاد باشد باید مقدار فرسودگی^۱ را با زهم محدودتر نمود برای روش آزمایش به ضمیمه شماره (۱۲) مراجعه شود .

مصالح مصرفی در آزمایش تحلیل رقتن با سولفات سدیم نباید افت بیش از ۱۰ درصد نشان دهد آزمایش نامبرده در ضمیمه شماره (۱۳) داده شده است.

دانه های سنگی درشت نباید بیش از ۲/۰ در صد خاک رس داشته باشد.

دانه های سست در مخلوط نباید زیاد باشد و مجموع سنگهای قابل تجزیه و دانه های سست نباید در مخلوط از ۰ درصد تجاوز نماید .

مقدار موادی که باشستن از مخلوط خارج میشود باید کمتر از یک درصد باشد.

مصالح سنگی نباید دارای موادی باشد که با مواد قلیائی سیمان واکنش قابل توجهی نشان دهد و چنانچه سوابق و یا آزمایشهای پتروگرافی وجود چنین موادی را تایید نماید باید بوسیله آزمایشهای مناسب دیگر مقدار آن اندازه گیری شده و چاره جوئی گردد.

شکل هندسی دانه های سنگی باید طوری باشد که ابعاد آن در جهات مختلف کم و بیش یکسان باشد و بکار بردن دانه های سنگی «پولکی» «سوزنی» مجاز نمیشود.

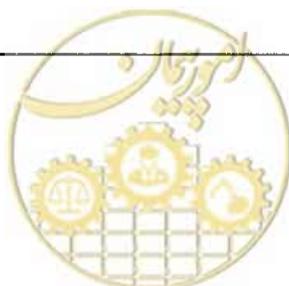
اگر حجم یک دانه سنگی V و قطر کره محیطی آن D باشد $(V = \frac{\pi D^3}{6})$ نسبت زیر

«ضریب شکل» نامیده خواهد شد .

$$\text{مجموع حجم دانه های سنگی} = \frac{\sum V}{\sum V'} = \text{مجموع حجم کره های محیطی آنها} = \text{ضریب شکل}$$

ضریب شکل دانه های سنگی مورد مصرف باید بین ۲/۰ تا ۴/۰ باشد.

علاوه بر مشخصات نامبرده در فوق باید دانه های سنگی چسبندگی کافی با خمیرسیمان نشان دهند . این مطلب را میتوان با آزمایش کششی معروف به آزمایش برزیلی تحقیق نمود . روش انجام این آزمایش در ضمیمه شماره (۱۴) شرح داده شده است مصالح سنگی باید دانه بندی بالنسبه منظمی داشته باشند بسته بمورد درصد وزنی دانه های سنگی که از الک های مختلف میگذرد نباید از حدود ارقام جدول شماره ۷ یا ۸ تجاوز نماید باید توجه داشت که مصالح سنگی درشت دانه و ریزدانه بطور مجزا انبار شوند .

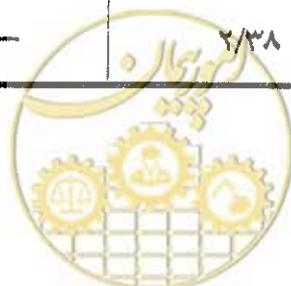


جدول شماره (۷) دانه بندی شن

درصد گذشته از هر الک		ابعاد چشمه ها بر حسب میلیمتر	الکهای آمریکائی
ریزدانه	درشتدانه		
—	۱۰۰	۶۴/۰	۲ ۱/۲ اینچ
—	۹۵-۱۰۰	۵۰/۸	۲
۱۰۰	۳۵-۷۰	۳۸/۱	۱ ۱/۲
۹۵-۱۰۰	۰-۱۵	۲۵/۴	۱
۲۵-۶۰	۰-۵	۱۲/۷	۱/۲
۰-۱۰	—	۴/۷۶	نمره ۴
۰-۵	—	۲/۳۸	نمره ۸

جدول شماره (۸) دانه بندی شن

درصد گذشته از هر الک		ابعاد چشمه ها بر حسب میلیمتر	الکهای آمریکائی
ریزدانه	درشتدانه		
—	۱۰۰	۵۰/۸	۲ اینچ
—	۹۰-۱۰۰	۳۸/۱	۱ ۱/۲
۱۰۰	۲۰-۵۵	۲۵/۴	۱
۹۰-۱۰۰	۰-۱۵	۱۹/۰	۲/۳
۲۰-۵۵	۰-۵	۹/۵۱	۲/۸
۰-۱۰	—	۴/۷۶	نمره ۴
۰-۵	—	۲/۳۸	نمره ۸



۴-۱-۲-۲ دانه‌های ریز (ماسه-ماسه ریز)

- مصالح سنگی ریزدانه باید دارای شرایط زیر باشد .
- الف- مقدار خاک رس در مخلوط نباید از ۱ درصد تجاوز نماید.
- ب- ماسه باید پاکیزه باشد و پاکیزگی ماسه را میتوان با آزمایش هم ارز ماسه کنترل نمود. برای جزئیات این آزمایش به ضمیمه شماره (۱۵) مراجعه شود.
- ج- موادی که باشستن از مخلوط جدا میشود نباید از ۳ درصد بیشتر باشد.
- د- مجموع کل مواد سست و سنگهای رسی و ذغال و غیره نباید از ۵ درصد تجاوز کند.
- ه- مصالح فساد پذیر نباید در مخلوط زیاد باشد این امر باید عملاً در ساختمانهای بتنی که از این نوع ماسه استفاده کرده‌اند تحقیق شده و یا بوسیله آزمایش تحلیل رفتن در سولفات سدیم اثبات گردد .
- در این آزمایش که مطابق روش ضمیمه شماره (۱۳) بعمل می‌آید مقدار افت نباید از ۸ درصد تجاوز نماید .
- دانه بندی ماسه باید طوری باشد که در صد گذشته آن از الکهای مختلف از حدود ارقام جدول شماره (۹) خارج شود .

جدول شماره (۹) دانه بندی ماسه

درصد گذشته از هر الک	ابعاد چشمه‌ها	الکهای آمریکائی
۱۰۰	۹/۵۱ میلیمتر	$\frac{3}{8}$ اینچ
۹۵-۱۰۰	۴/۷۶ میلیمتر	نمره ۴
۴۵-۸۰	۱/۱۹ میلیمتر	نمره ۱۶
۲۵-۵۵	۵۹۵ میکرون	نمره ۳۰
۱۰-۳۰	۲۹۷ میکرون	نمره ۵۰
۲-۱۰	۱۴۹ میکرون	نمره ۱۰۰



۴-۱-۳ آب

آب اختلاط و همچنین آبی که بعداً روی بتن ریخته میشود باید تمیز و زلال و بی بوی بوده و بیش از ۳ گرم در لیتر مواد معلق (گل ولای و غیره.....) و ۵ گرم در لیتر مواد و نمکهای محلول نداشته باشد مشروط بر اینکه مواد مزبور برای بتن زیان آور نباشند (نمکهای اسید، سولفات، نمکهای خورنده و مخرب و مواد آلی)

استفاده از آبهای سولفات دار نظیر آب بعضی چشمه های معدنی و آب دریای مجاز نمیباشد. در هر حال باید آب مصرفی در بتن از نظر ترکیب شیمیائی مورد آزمایش قرار گیرد.

۴-۱-۴ مواد معین^۱

مواد معین فرآورده هائی هستند که بمنظور تغییر و بهبود بعضی از خواص زه در موقع اختلاط بمقدار کم به مخلوط اضافه میشود.

استفاده از این مواد باید حتی المقدور محدود شده و جز در مواردی و پس از بررسی و توجیه کامل انجام نگیرد زیرا اغلب مواد معین افت راتشدید مینماید. در صورت استفاده از مواد معین باید احتیاطات لازم بمنظور توزیع یکنواخت آن در داخل مخلوط بعمل آورده شود.

۴-۲ نسبتهای اختلاط و آزمایشهای لازم

در بتن رویه باند فرودگاهها باید بمطالب زیر توجه شود:

الف: مقدار سیمان نباید از ۳۰۰ کیلو گرم در متر مکعب بتن ساخته شده کمتر و از ۴۰۰ کیلو گرم بیشتر باشد. در صورتیکه دلیل خاصی وجود نداشته باشد بهتر است حداکثر مقدار سیمان به ۳۵۰ کیلو گرم در متر مکعب محدود گردد زیرا اضافه کردن مقدار سیمان باعث ازدیاد افت شده و ظهور ترکها را در سطح رویه تسریع مینماید.

ب- مقدار آب باید حتی المقدور محدود گردد و ضریب آب به سیمان نباید از ۰۵ درصد تجاوز نماید. مقدار آب از روی روانی بتن تعیین می گردد.

روانی بتن را میتوان بکمک مخروط ابرام اندازه گیری نمود و در این صورت اگر وسائل بتن ریزی متعارف باشد باید نشست بتن بین ۲ تا ۵ سانتیمتر و در صورتیکه وسائل لرزاندن و جادادن بتن از نوع قوی باشد بین ۱/۵ تا ۳ سانتیمتر باشد روش انجام این آزمایش در ضمیمه شماره (۱۶) آمده است.

فرمول کارگاهی اختلاط باید مطابق روش قابل قبولی تهیه شده و به تصویب مهندس برسد. اصول کلی تهیه فرمول اختلاط در ضمیمه شماره (۱۷) تشریح شده است. فرمول کارگاهی باید چند نمونه تهیه کرده و آزمایشات زیر را روی آنها بعمل آورد:



- آزمایش تاب فشاری. در این آزمایش حداقل مقاومت نمونه مکعبی استاندارد ۲۸ روزه باید ۲۶۵ کیلوگرم برسانتیمتر مربع بدست آید. آزمایش باید مطابق روش مندرج در ضمیمه شماره (۱۸) بعمل آید.

- آزمایش تاب کششی (بمنظور کنترل چسبندگی دانه‌ها باخمیر سیمان) تاب کششی نمونه‌های مکعبی استاندارد ۲۸ روزه در آزمایش معروف به آزمایش برزلی نباید از ۲۸ کیلوگرم برسانتیمتر مربع کمتر باشد و روش انجام این آزمایش در ضمیمه شماره (۱۴) شرح داده شده است. - آزمایش خمشی: حداقل تاب خمشی نمونه ۲۸ روزه که از آزمایش خمشی بدست می‌آید نباید از ۴ کیلوگرم برسانتیمتر کمتر گردد. آزمایش خمشی باید مطابق روش مندرج در ضمیمه شماره (۱۹) انجام گیرد.

در مناطق سردسیر حداقل تاب خمشی به ۵ کیلوگرم برسانتیمتر مربع محدود می‌شود. آزمایش یخبندان: این آزمایش برای مناطقی که مسئله یخبندان مطرح است بعمل می‌آید و روش آزمایش در ضمیمه شماره (۲۰) داده شده است.



فصل پنجم

طرح و محاسبه روسازی های بتنی

۵-۱ روشهای محاسبه

دو روش برای تعیین ضخامت روسازی های بتنی در این دستورالعمل داده شده است. روش (I) روشی است ساده و تقریبی که بر روی فرضیات مقرون به اطمینان بنا شده است و در مواردی که هزینه کارچندان بزرگ نباشد میتواند مورد استفاده قرار گیرد. در این روش با انجام آزمایشها و مطالعات مربوط به طبقه بندی خاک و طبقه بندی بستر، میتوان ضخامت لازم برای رویه وزیر اساس را تعیین نمود. باین منظور برای حالات مختلف چرخهای هواپیما (مانند چرخهای تکی^۱ - دوبله^۲ و دوبله دوتائی^۳) منحنی های محاسبه تنظیم شده که در شکل (۶) نشان داده شده است . هنگامیکه شرایط اقتصادی و درجه اهمیت کار و وضع زمین محل، تحقیقات و آزمایشهای بیشتری را برای زمین، زیراساس ، بتن الزام آور سازد میتوان ضخامت روسازی بتنی را از روش (II) بدست آورد. منحنی های محاسبه مربوط به این روش برای هر کدام از حالات مختلف چرخهای هواپیما در شکلهای (۷) و (۸) و (۹) داده شده است . از هر دو روش ضخامت سطوح بحرانی^۴ بدست میآید .

1- Single

2- Dual

3- Dual Tandem

4- Critical Areas

1- Simples

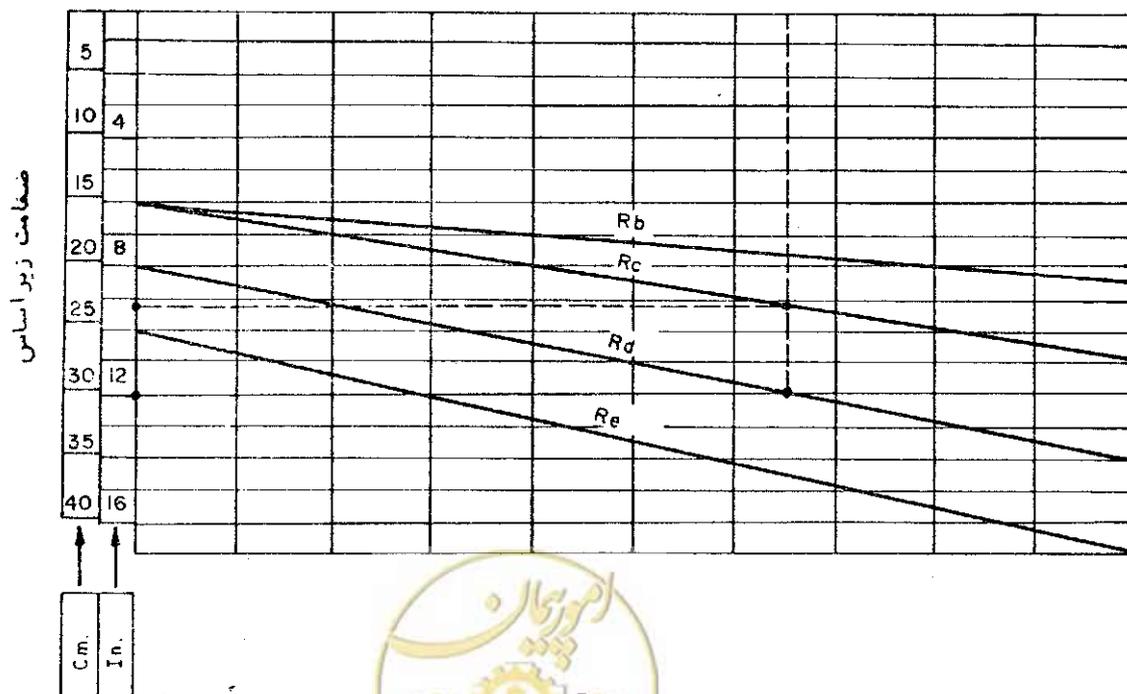
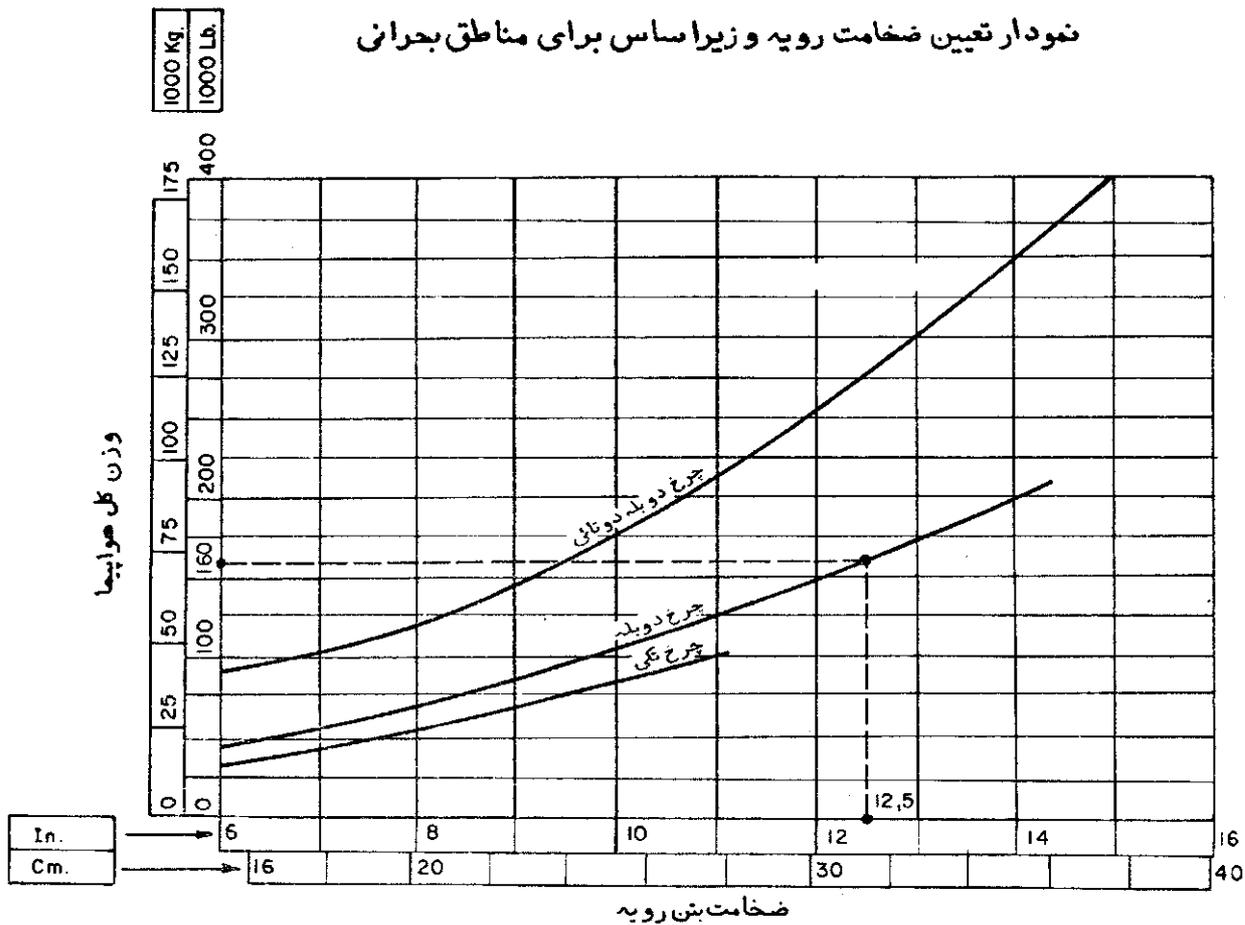
2- fiùles Doubles

3- Doubles jumeaux

4- Aires Critique



نمودار تعیین ضخامت رویه و زیراساس برای مناطق بحرانی



شکل ۶

۱-۱-۵ تعیین ضخامت روسازی بتنی برای سطوح بحرانی با استفاده از روش (I)
 برای تعیین ضخامت دال بتنی و ضخامت زیر اساس مربوطه از منحنی‌های شکل (۶) استفاده میشود.

دسته منحنی‌های بالای شکل ۶ ضخامت دال بتنی را برحسب مشخصات بارگذاری و مستقل از طبقه بندی زمین بستر بدست میدهد.

پس از اینکه ضخامت لازم بتن تعیین گردید با تعیین طبقه بستر (مطابق طبقه بندی ۲-۵) و با استفاده از دسته منحنی‌های پائین شکل (۶) ضخامت لازم برای زیراساس مشخص میگردد. طرز استفاده از این منحنی‌ها در مثال عددی بند (۲-۵) روشن شده است.

۱-۲-۵ تعیین ضخامت روسازی بتنی برای سطوح بحرانی با استفاده از روش (II)

در این روش علاوه بر تحقیقات و آزمایشهای مربوط به طبقه بندی خاک و طبقه بندی بستر و توجه به نتایج حاصل از آنها که طبق روش شماره (I) بدست میآید میتوان با انجام آزمایشهای دیگر و بدست آوردن اطلاعات بیشتری در مورد بستر، زیراساس و بتن رویه، محاسبه دقیقتری برای ضخامت روسازی انجام داد.

آزمایشها و تحقیقات مورد لزوم و مراحل محاسبه بشرح زیر میباشد:

الف- تعیین ضریب عکس العمل^۱ (رقم K) در سطح زیر بتن این عمل با ساختن نیمرخهای آزمایشی با تراکم^۲ مشخص و اندازه گیری رقم بوسیله آزمایش صفحه^۳ انجام میگردد. نیمرخهای آزمایشی باید شامل بستر زیر اساس و اساس مشخصات و مصالح پیش بینی شده برای روسازی باشد. در صورتیکه ساختن نیمرخ آزمایشی عملی نباشد میتوان با تعیین رقم K روی بستر مقدار آنرا در سطح زیر بتنی با استفاده از منحنی‌های شکل (۱۰) بدست آورد.

در این شکل رابطه بین رقم K روی بستر و مقدار آن روی ضخامت‌های مختلف زیراساس داده شده است.^۴

ب- تعیین تنش مجاز خمشی بتن رویه

تاب خمشی. ۹ روزه بتن رویه برای تعیین تنش مجاز ملاک عمل قرار میگیرد تا تاب خمشی ۹ روزه بتن، ۱/۱۲ برابر تاب خمشی ۲۸ روزه در نظر گرفته میشود. تنش مجاز خمشی بتن از تقسیم تاب خمشی. ۹ روزه بر ضریب اطمینان ۱/۷ بدست میآید این تنش مجاز ملاک استفاده از منحنی‌های شکل‌های (۷) و (۸) و (۹) قرار خواهد گرفت.

توصیه میشود، مخصوصاً در مورد مناطقی که از نظر یخبندان وضع نامساعدی دارند بتن رویه طوری انتخاب شود که حداقل دارای تاب خمشی ۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع روی نمونه ۲۸ روزه باشد.

1- Modulus of Reaction (K Value)

2- Compaction

3- Plate Bearing Test

این منحنی‌ها روی آنالیز تئوریک بر ماستر Prof. Donald M. Burmister بنا شده است

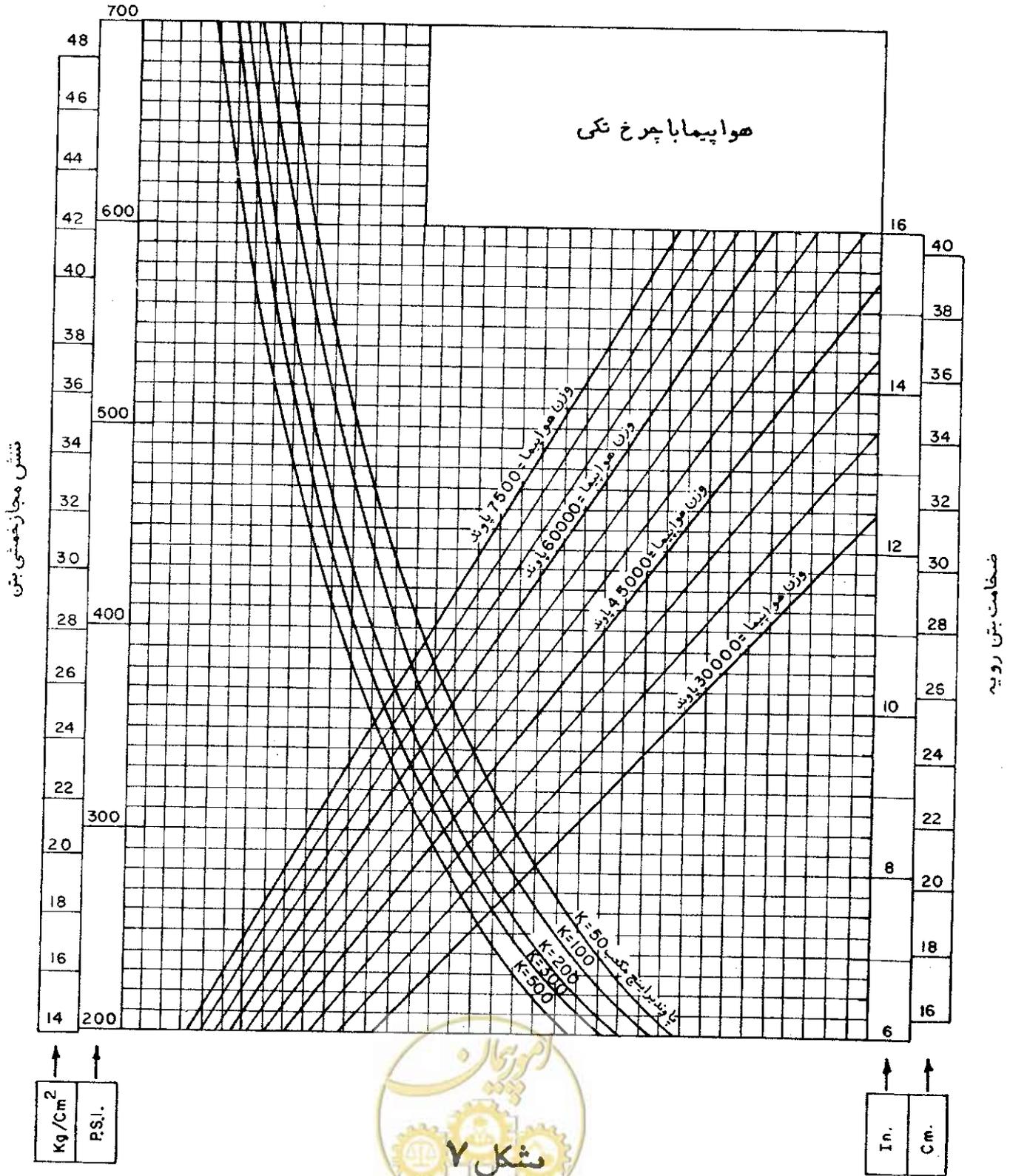
1- Module de réaction ou (Valeur de K)

2- Compactage

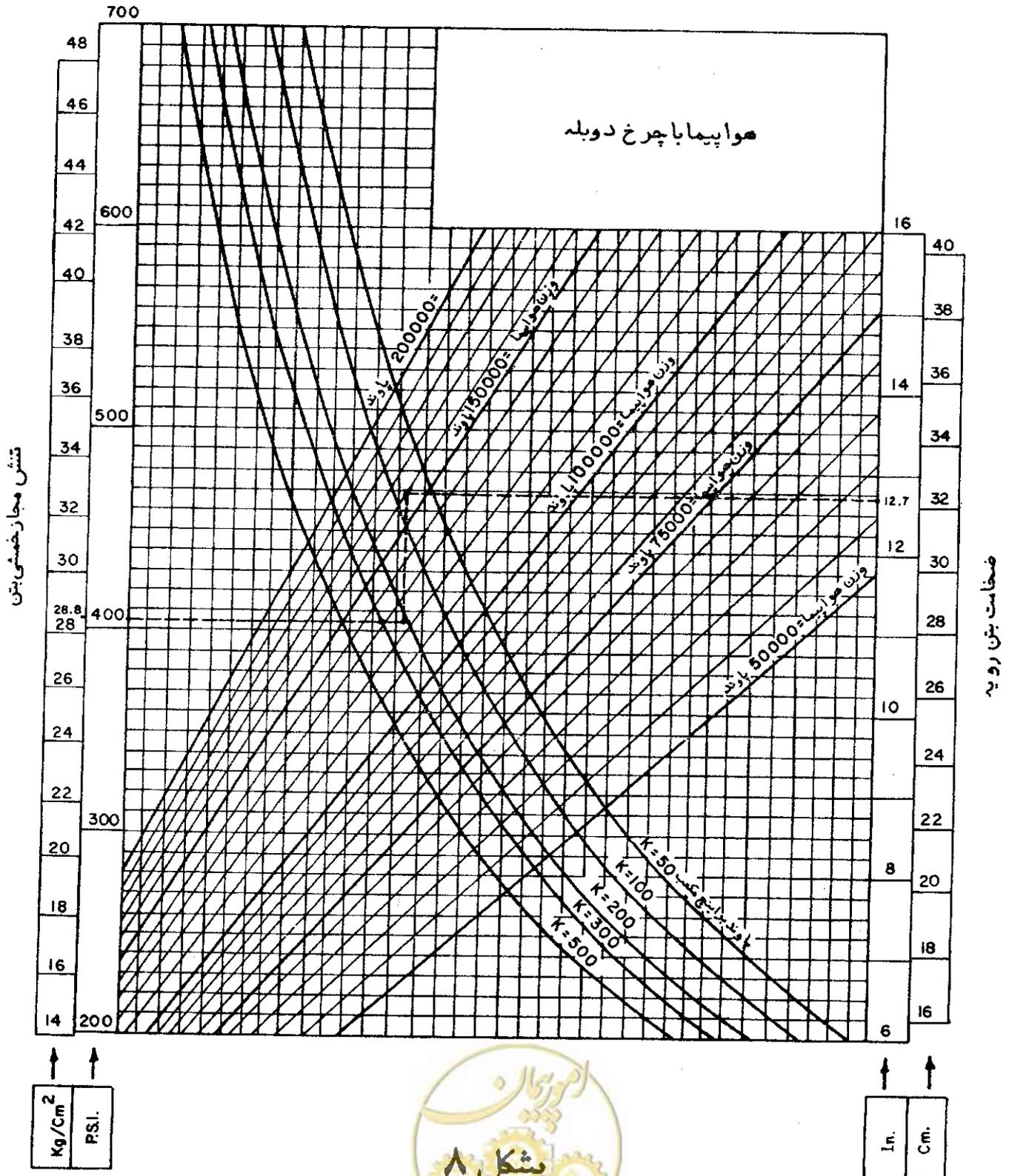
3- Essai de chargement à la plaque



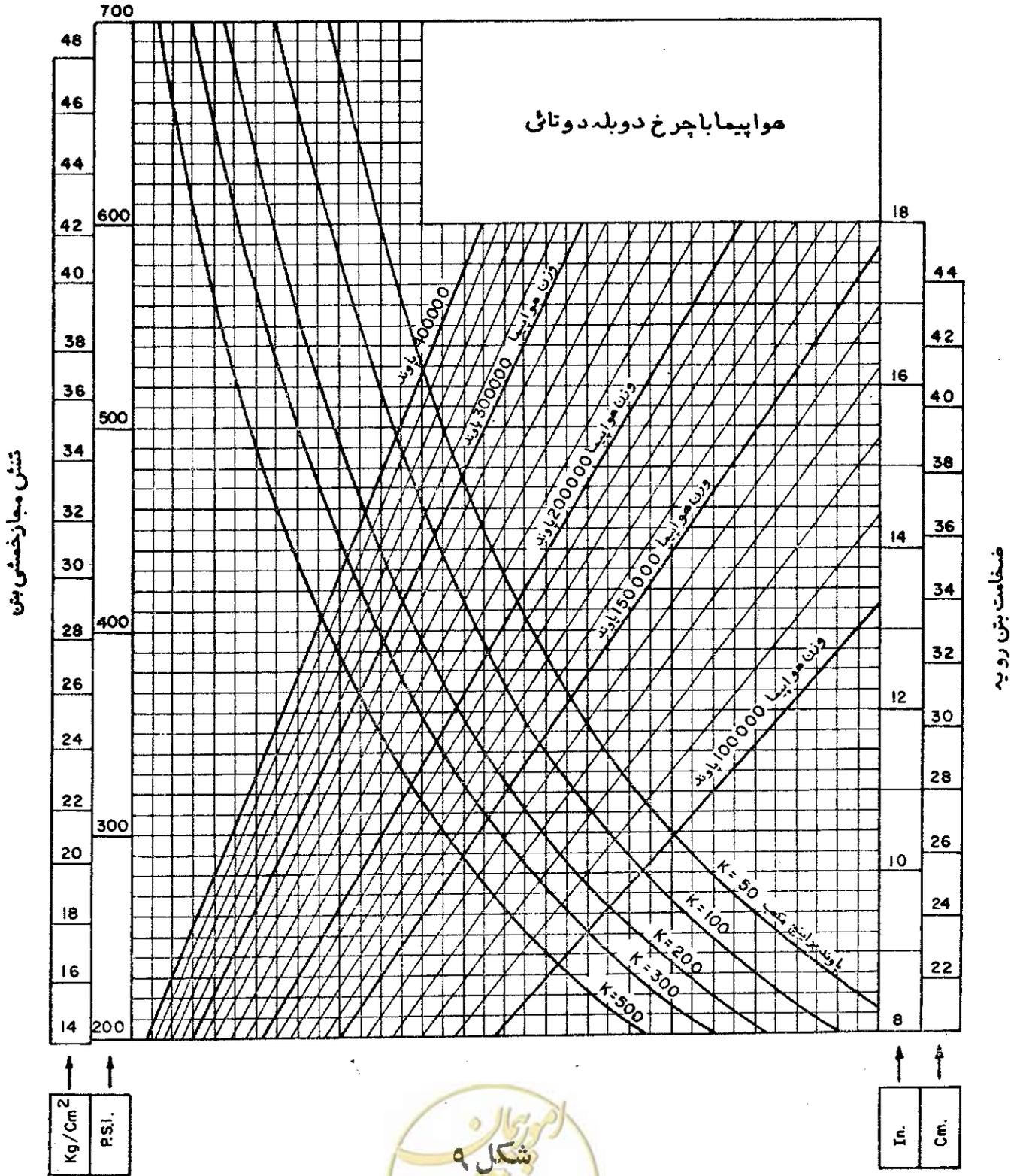
رابطه بین وزن هواپیما، ضریب عکس العمل، تنش مجاز خمشی بتن و ضخامت رویه بتنی



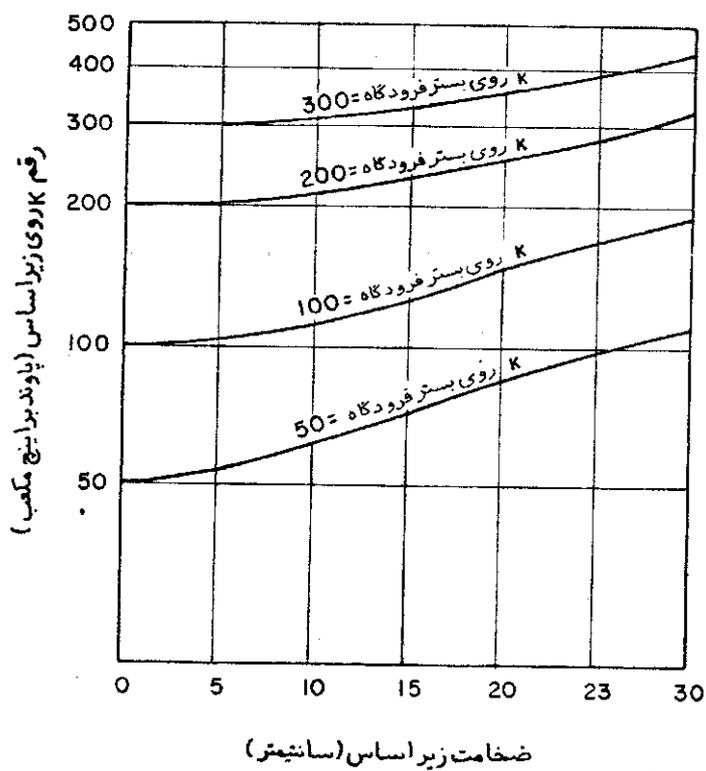
رابطه بین وزن هواپیما، ضریب عکس العمل، تنش مجاز خمشی بتن و ضخامت رویه بتنی



رابطه بین وزن هواپیما، ضریب عکس العمل، تنش مجاز خمشی بتن و ضخامت رویه بتنی



اثر ضخامتهای مختلف زیراساس روی رقم K



شکل ۱۰



ج- بررسی ترکیبهای مختلف ضخامت بتن رویه وزیر اساس با فرض مقادیر مختلف - برای مقاومت خمشی بتن ورقم K میتوان ترکیبهای مختلفی از ضخامتهای زیراساس و بتن رویه را مورد تحقیق قرارداد تا بالاخره به اقتصادیترین ترکیب ابعاد برای این دورسید .

باید در نظر داشت که ضخامت لازم زیر اساس برای رویه های بتنی معمولاً کم و خیلی کمتر از رویه های اسفالتی است و در محاسبه با این روش ضخامت زیراساس بیش از آنچه که در روش (I) از منحنی شکل (۶) بدست میآید معمولاً بکار نخواهد رفت .

همچنین میتوان در تقریب اول، با اندازه گیری رقم K بر روی بستر موجود و با استفاده از منحنی های شکل (۱۰) مقادیر احتمالی رقم K را برای ضخامتهای مختلف زیر اساس نتیجه گرفت و مورد استفاده قرارداد.

در زمینهای با خواص زهکشی نامناسب، قراردادن زیر اساس ضروری است و ضخامت آن نباید از ۱ سانتیمتر کمتر در نظر گرفته شود. ولی در زمینهای با قابلیت زه کش خوب در صورتیکه ظرفیت باری بسترا اجازه دهد میتوان قشر زیر اساس را حذف نمود.

۱-۳ تعیین ابعاد روسازی بتنی برای سطوح غیر بحرانی

ضخامت سطوح غیر بحرانی بر حسب نوع ترافیک معمولاً بین ۷/۰ تا ۹/۰. ضخامت سطوح بحرانی در نظر گرفته میشود این تعیین ضخامت با توجه به مشخصات داده شده در شکل (۲) و (۱۱) بعمل میآید.

۱-۴ نکاتی در مورد قشر زیر اساس

بطوریکه دیده شد در روش (I) ضخامت قشر زیر اساس از منحنی های شکل شماره (۶) بر حسب نوع بستر و وزن هواپیما بدست میآید. در مواردی که از اساس اسفالتی با مشخصات مذکور در (۱-۲-۳) استفاده شود میتوان هر سانتیمتر ضخامت مصالح اسفالتی را معادل ۲ سانتیمتر مصالح غیر اسفالتی زیر اساس، در نظر گرفت و از ضخامت محاسبه شده برای زیر اساس کسر نمود. ضخامت بدست آمده برای شرائط معمولی جوی و یخبندان میباشد، چنانچه در محللهائی عمق یخبندان بیشتر از عمقی برابر مجموع ضخامتهای زیر اساس و اساس بعلاوه نصف ضخامت بتن باشد، باید ضخامت قشر زیر اساس (یا قشر تعویض شده بستر) را تا عمق یخبندان اضافه نمود. ضخامت زیر اساس برای تمام قسمتهای بتنی فرودگاه اعم از سطوح بحرانی و سطوح غیر بحرانی بکنواخت میباشد مگر اینکه نیمرخهای باند وضع دیگری را ایجاب نماید .

۱-۵ تأثیر ضخامت قشرهای زمین طبیعی زیر اساس

بطوریکه اشاره گردید ضخامت قشر زیر اساس بر مبنای طبقه بندی بستر تعیین میشود.

1- Poor Drainage

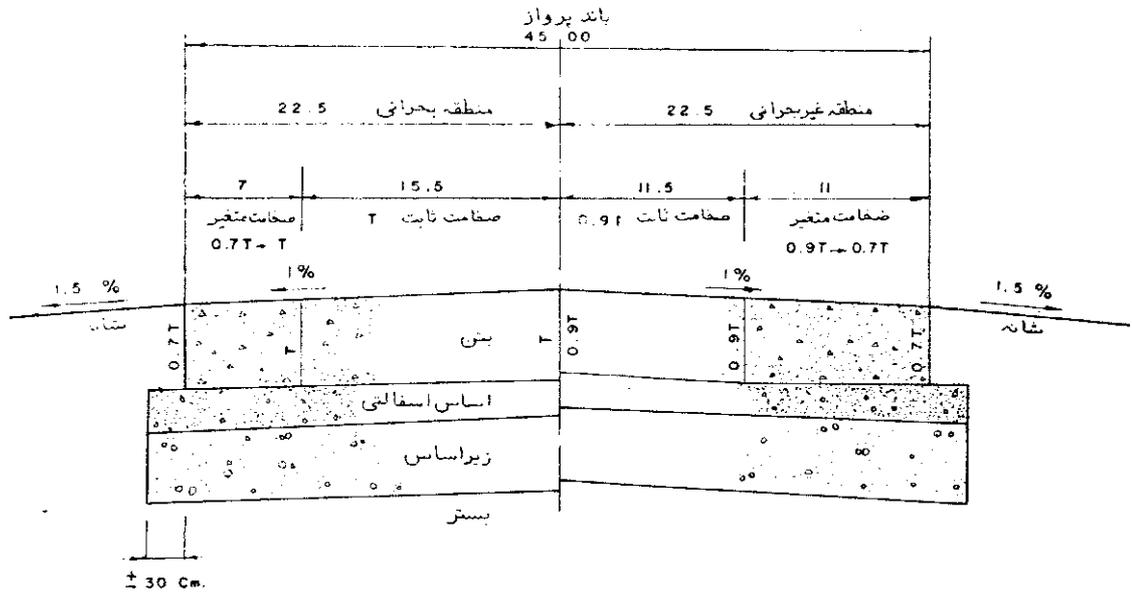
2- None Critical Areas

1- Mauvais drainage

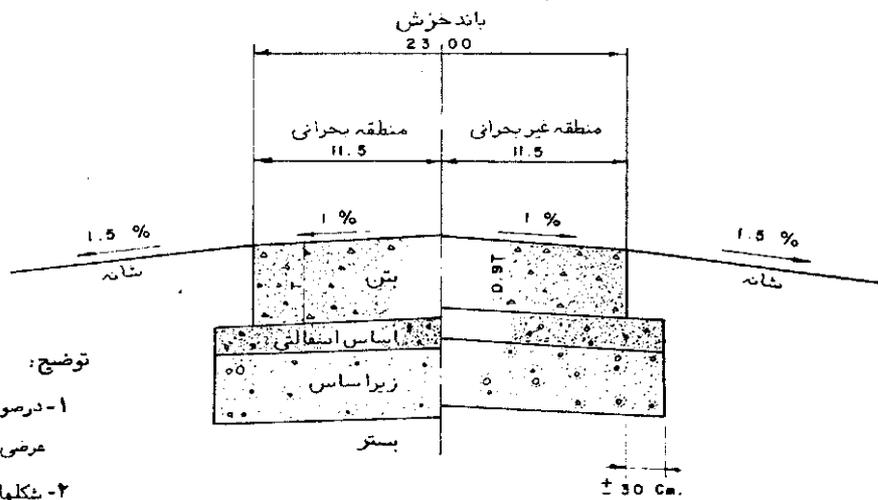
2- Aires non critiques



مقطع عرضی باند پرواز



مقطع عرضی باندهای خزش



توضیح:

- ۱- در صورت لزوم میتوان شیب های عرضی را یکطرفه نمود.
- ۲- شکلها بدون رعایت اشل کشیده شده اند.

طرز اتصال بتن منطقه بحرانی به غیر بحرانی



ولی در بعضی موارد ممکن است قشر روئی زمین بستر، با داشتن خواص خوب و قدرت باربری مناسب، دارای ضخامت کمی باشد بنحوی که فشارهای منتقله به قشر زیر آن از تاب تحمل قشر اخیر بیشتر شود. در این موارد البته با اطمینان میتوان زمین بستر را معادل قشر ضعیف‌ترین فرض کرد و محاسبات روسازی را عملی نمود. ولی صرف نظر نمودن از تاثیر قشر محکم روئی در روسازی دور از صرفه جوئی خواهد بود.

روش معمول برای محاسبه در این حالت بشرح زیر میباشد:

فرض کنیم قشر روئی زمین بستر از نوع A با ضخامت t و زمین سست زیرین از نوع B باشد. فشارهای وارده به قشر A وقتی بقشر B منتقل شوند بعلت کم بودن ضخامت قشر A ممکن است بیش از تاب تحمل قشر B گردند.

بنابراین ضخامت زیراساس باید بیش از مقداری که برای بستری از نوع A و کمتر از آنچه که برای بستری از نوع B بتنهایی لازم است باشد تا انتقال فشار با اطمینان صورت گیرد. یعنی ضخامت قشر زیراساس باید با توجه به دو شرط حدی نامبرده تعیین گردد برای این کار رابطه زیر ملاک عمل قرار میگیرد.

که در آن Z عبارتست از ضخامت لازم برای زیراساس در شرایط موجود

$$Z = Y - \frac{t(Y-X)}{Y+X}$$

X عبارتست از ضخامت زیراساس در صورتیکه بستر باند تا عمق کافی تماماً از جنس A باشد.

Y عبارتست از ضخامت زیراساس در صورتیکه بستر باند بطور کلی تماماً از جنس B باشد.

t عبارتست از ضخامت قشر A

از رابطه فوق دیده میشود اگر t مساوی (X + Y) گردد ضخامت زیراساس برابر X بدست خواهد آمد یعنی چنین حالتی مانند آنستکه قشر روئی A تا عمق کافی بمنظور توزیع فشار ادامه دارد.

۲-۵ مثال عددی برای محاسبه ضخامت روسازی با استفاده از روش (I)

در مرحله اول، نوع بارگذاری که روسازی برای آن محاسبه میشود و طبقه بستر باید تعیین شود. فرض نمائیم بحرانی‌ترین هواپیمائی که از فرودگاه استفاده خواهد نمود هواپیمای ملخ داری است با چرخهای دوبله که وزن کلی آن ۱۶۰۰۰۰ پاوند میباشد. همچنین فرض می‌کنیم تحقیقات مندرج در فصل دوم نشان داده است که خاک بستر فرودگاه از طبقه E-7 است و خطر یخبندان هم وجود ندارد بنابراین از جدول (ع) دیده میشود که بستر فرودگاه در طبقه R قرار دارد.

الف - از دسته منحنی‌های بالای شکل (۶) ضخامت رویه بتنی برای هواپیمای ۱۶۰۰۰۰ پاوندی با چرخهای دوبله، تقریباً برابر ۳۲ سانتیمتر بدست می‌آید به این ترتیب که از محاذات وزن ۱۶۰۰۰۰ پاوند در روی محور قائم خط افقی ترسیم میشود تا منحنی مربوطه را قطع کند و با ترسیم خط قائم از نقطه تلاقی، ضخامت رویه بتنی روی محور افقی قرائت میشود.



ب - خط قائمی از محاذات ضخامت ۳۲ سانتیمتر رسم میشود تا منحنی مربوط به طبقه را در دسته منحنی‌های پائین شکل قطع کند و با رسم خط افقی از محل تقاطع ، ضخامت زیر اساس تقریباً برابر ۲۳ بدست میآید .

ضخامت رویه برای سطح غیر بحرانی بسته به محل برابر ۷/۰ تا ۹/۰ . ضخامت سطح بحرانی محاسبه در نظر گرفته میشود در همین مثال اگر نوع خاک از طبقه 8-E و فرودگاه در منطقه با امکان یخ بندانی واقع باشد ، بستر در گروه R قرار میگیرد . (رجوع شود به جدول شماره ۴) در این صورت ضخامت بتن رویه برابر حالت قبل باقی مانده ولی ضخامت زیر اساس بجای ۲۳ سانتیمتر برابر ۳۰ سانتیمتر خواهد گردید .

۳-۵ مثال عددی برای تعیین ضخامت روسازی با استفاده از روش (II)

فرض نمائیم برای هواپیما و شرایط زمین مثال قبل تحقیقات و آزمایشات بیشتری بر روی نیمرخهای آزمایشی بعمل آمده و نتایج این تحقیقات نشان داده است که رقم K بر روی بستر در حدود ۱۵۰ و بر روی یک زیراساس ۱۰ سانتیمتری (که معمولاً ضخامت حداقلی است) برابر ۱۷۰ و برای زیراساس ۲۳ سانتیمتری (ضخامتی که از روش (II) بدست آمد) برابر ۲۱۰ است همچنین فرض نمائیم که مطالعات کلی اقتصادی به این نتیجه رسیده است که ضخامت ۲۳ سانتیمتر برای زیر مناسبتر است و مشخصات بتن مصرفی طوری در نظر گرفته شده که تاب خمشی ۲۸ روزه آن برابر ۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد .

حال برای تعیین ضخامت روسازی به ترتیب عملیات زیر را انجام میدهیم :

الف - مقاومت مجاز بتن را محاسبه مینمائیم

$$45 \times 1/12$$

$$\text{مقاومت مجاز بتن} = \frac{28}{8}$$

$$1/75$$

ب - در شکل (۸) برای تنش ۲۸/۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع را روی محور قائم سمت چپ جدا نموده و از نقطه حاصل خط افقی رسم مینمائیم تا منحنی‌های مربوط به $K = 200$ و $K = 300$ را قطع نماید از نقطه مربوط به $K = 210$ که بوسیله انترپولاسیون بین $K = 200$ و $K = 300$ بدست آمده است خط قائمی رسم میشود تا خط مربوط به هواپیمای بوزن ۱۶۰۰۰۰ پاوند را قطع کند . از این نقطه خطی افقی رسم میشود تا محور قائم دست راست (مربوط به ضخامت بتن رویه) را قطع نماید بدین طریق ضخامت تقریباً برابر ۳۳ سانتیمتر بدست میآید .
ضخامت سطوح غیر بحرانی بسته به موقعیت برابر ۷/۰ تا ۹/۰ . این مقدار یعنی ۲۳ تا ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته میشود .



فصل ششم

آهن‌گذاری و آرماتوربندی^۱

۱-۶ کلیات

هنگامیکه رویه بتنی بصورت دالهای^۲ با سطوح کوچک ریخته میشود احتیاجی به فولادگذاری سراسری در سطح بتن نمیشود ولی وقتیکه درزبندی با فواصل زیاد انجام میشود فولادگذاری در بتن واجب است .

آرماتور در بتن هر چند نمیتواند بطور کلی از بوجود آمدن ترك جلوگیری نماید ، ولی اثر عمده آن اینستکه تركهای بوجود آمده خیلی ریز بوده و از باز شدن آنها جلوگیری میشود بنحوی که اصطكاك سطوح نامنظم ترك میتواند عمل انتقال نیرو را انجام دهد . ازطرفی دیگر بعلت وجود آرماتوربتن بصورت يك پارچه و دوخته بهم عمل مینماید و از وارد شدن خاك و مواد خارجی در محصل تسركها جلوگیری میگردد . بنابراین توصیه میشود که در فرودگاههای مهم ، بطور کلی ازدالهای بدون آرماتور، تا حد امکان اجتناب شوند و از رویه های بتن آرمه استفاده گردد . ضخامت لازم برای رویه بتنی چندان تابع آهن گذاری نمیشود و ضخامت رویه های مسلح نیز مانند رویه های غیر مسلح تعیین میگردد و برای این منظور همچنان منحنی های اشکال شماره (۶) و (۷) و (۸) و (۹) مورد استفاده قرار خواهد گرفت

۲-۶ نوع و فواصل آرماتورها

آهن گذاری ممکن است بصورت توری فولادی^۳ و یا بصورت آرماتوربندی بشکل شطرنجی^۴ بعمل آید .

وقتیکه آرماتوربندی شطرنجی انجام میشود باید تخته های شطرنجی شده در لبه های خود در سطح کافی بر روی هم قرار گیرند و وصله شوند بنحوی که يك آرماتوربندی یکسره در سطح دال بوجود آید .

- 1- Reinforcement
- 2- Panel
- 3- Wire Fabric
- 4- Bar Mats

- 1- Ferrailage
- 2- Dalle
- 3- Traillis soude
- 4- Grillage d'armature



فواصل آرماتورهای طولی از یکدیگر نباید از v سانتیمتر کمتر و از ۳ سانتیمتر بیشتر باشد. آرماتورهای عرضی باید با فاصله حداقل v سانتیمتر و فاصله حداکثر ۴ سانتیمتر قرار داده شوند.

علاوه بر آرماتورهای طولی و عرضی، در گوشه‌های دالها نیز آرماتورهای قرار داده میشود. محل این آرماتورها و همچنین آرماتورهای طولی و عرضی در شکل شماره (۱۲) نشان داده شده است.

۳-۶ مقدار آرماتور

سطح مقطع آرماتورهاییکه در رویه بتنی باید بکار رود از رابطه زیر تعیین میگردد:

$$A_s = \frac{20.4 L \sqrt{LT}}{f_s}$$

در این رابطه:

A_s عبارتست از سطح مقطع آرماتور بر حسب سانتیمتر مربع بازا هر متر عرض یا طول آهن‌گذاری شده.

L عبارتست از طول یا عرض دال بر حسب متر

T عبارتست از ضخامت دال بر حسب سانتیمتر

f_s عبارتست از تنش مجاز فولاد بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع.

توضیح: تنش مجاز آرماتور بستگی به نوع فولاد دارد و حداکثر مقدار آن برابر $۲/۳$

حد جاری شدن^۱ فولاد مصرفی در نظر گرفته میشود.

برای فولادهای نرمه^۲ تجارتمی معمولی، که حد جاری شدن آنها در حدود ۲۴۰۰

کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد تنش مجاز برابر ۱۶۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بحساب خواهد آمد.

در مورد آرماتورهای آجدار^۳ از فولاد اعلا^۴ که حد جاری شدن آنها برابر ۳۶۰۰ کیلوگرم

بر سانتیمتر مربع و بیشتر باشد تنش مجاز برابر ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته خواهد شد.

طرز بکار بردن رابطه فوق در مثال (۶-۴) روشن شده است.

1- Yield point

2- Mild steel

3- Deformed Bars

4- High strength steel

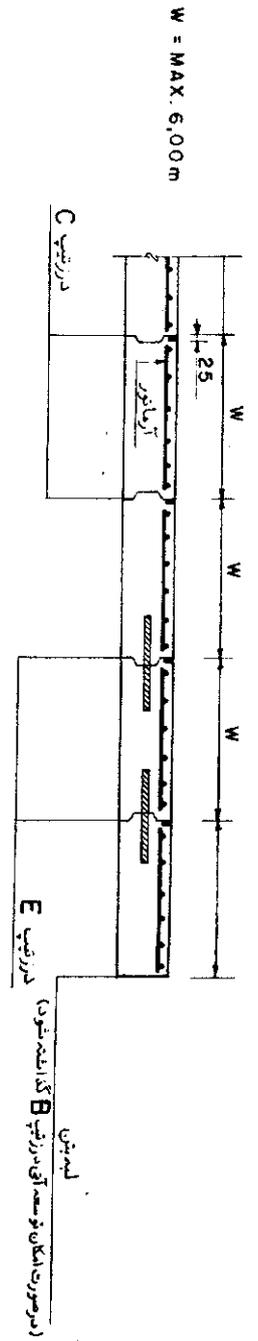
1- Limite d'elasticite

2- Acier doux

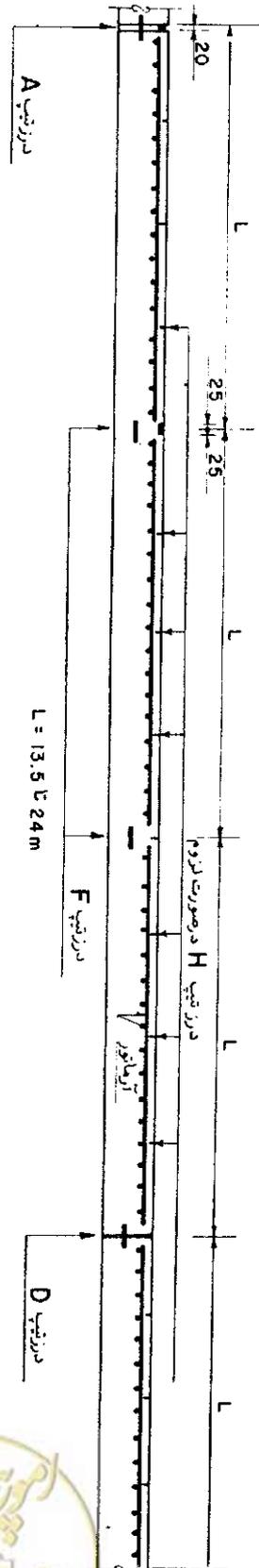
3- Barres à haute adherence

4- Acier à haute resistance

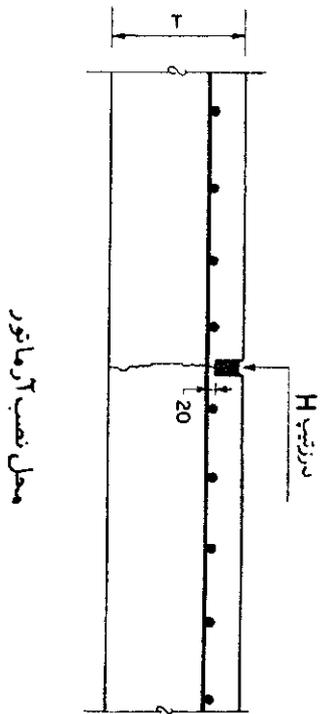




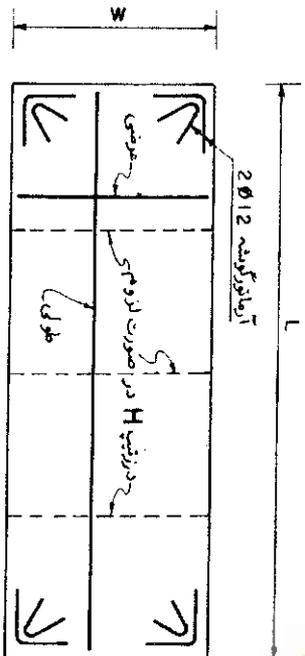
مقطع عرضی رویه بتنی



مقطع طولی رویه بتنی



محل نصب آرماتور



پلان آرماتور در درال

توضیح:

تمام ایماز به سبب اینست مگر ایمازی که واحدشان مشخص نشده است.

شکل ۱۲



۴-۶ مثال عددی

فرض نمائیم ابعاد دال مورد آهن گذاری ، عبارتست از

طول = ۲۲۱۵ متر

عرض = ۷/۵ متر

ضخامت = ۳۰ سانتیمتر

و فولاد مصرفی از نوع نرمه معمولی با حد جاری شدن ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است در این صورت سطح مقطع آهن طولی عبارت خواهد بود از:

$$As_1 = \frac{20/4 \times 22/5 \sqrt{22/5 \times 30}}{1600} = 7/45 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_2 = \frac{20/4 \times 7/5 \sqrt{7/5 \times 30}}{1600} = 1/43 \text{ cm}^2/\text{m}$$

این دو سطح مقطع باید بترتیب در هر متر عرض و طول دال تأمین گردد .

۴-۵ مقدار فولاد

در مورد توری فولادی توصیه میشود حداقل آهن گذاری یشرح زیر انتخاب شود .
الف - برای دالهای با ضخامت ۲۰ سانتیمتر و کمتر - میله گردهای بقطر ۸ میلیمتر و بفواصل حداکثر ۳۰ سانتیمتر .
ب - برای دالهای ضخیمتر از ۲۰ سانتیمتر - میله گردهای بقطر ۱۰ میلیمتر و بفواصل حداکثر ۳۰ سانتیمتر .

قطر میله گردهای عرضی نباید از ۶ میلیمتر کمتر و فواصل آنها از ۴ سانتیمتر بیشتر گردد بطور کلی سطح مقطع آهن طولی در هیچ حالتی نباید از ۱/۰ درصد مقطع بتن کمتر اختیار شود .



فصل هفتم

درزبندی

۷-۱ کلیات

رویه بتنی فرودگاه‌ها گاهی بعلت تنش های نا مطلوب ترك ميخورد . ترك های ایجاد شده چنانچه به تعداد کم بوده و محدود به محل های پیش بینی شده باشند اشکالی تولید نمی نمایند ولی ترك های نا مطلوب ناشی از تنش های کنترل نشده از عمر مفید رویه بتنی می کاهد . بروز ترك ممکن است به علل مختلف از جمله عوامل زیر باشد:

الف - درجه حرارت نا مناسب محیط و یا وزش باد شدید در موقع بتن ریزی

ب - افت اولیه بتن

ج - انبساط و انقباض بتن بعلت تغییرات درجه حرارت در شبانه روز و فصول مختلف .

د - اختلاف درجه حرارت سطح فوقانی بتن با سطح زیرین آن که موجب ایجاد

خمش و تنش های داخلی می شود .

۷-۲ کنترل تركها

برای جلوگیری از عامل الف مذکور در فوق به مشخصات و دستورالعمل های اجرائی که در فصل هشتم داده میشود باید توجه شود . برای کنترل نمودن ترك هایی که بعلى قید شده در ردیف های ب . ج . د . پیش می آید ، در بتن رویه تعدادی درز در محل های مناسب پیش بینی میشود تا ترك در همان محل ایجاد شود . چون بتن ریزی معمولاً در جهت طولیترین بعد سطح بتنی و در جهت حرکت هواپیما انجام میگردد درزهای به موازات جهت حرکت هواپیما درز طولی^۱ و درزهای عمود بر آن درز عرضی^۲ نامیده میشود .

1- Longitudinal Joints

2- Transverse Joints

1- Joint Longitudinals

2- Joint transversals

۳-۷ درز بندی

- برای تهیه طرح درز بندی مناسب به چند موضوع باید توجه نمود :
- الف - آب بندی درزها - همانطوری که در شکل شماره (۱۳) مربوط جزئیات آب بندی درزها نشان داده شده است در سطح فوقانی درزها شیارهایی با اره یا قالب احداث میشود که عرض آنها معمولا ۱۰ میلیمتر و عمق آنها ۲۰ درصد ضخامت دال میباشد ابعاد شیارها با آنچه که نشان داده شده است نباید بیش از ۳ میلیمتر اختلاف داشته باشد .
- این شیارها باید با ماده مخصوصی^۱ به منظور آب بندی پر شود.
- ماده آب بندی باید واجد تمام خواص زیر باشد :
- تحت شرایط مختلف محیط در حالت ارتجاعی باقی مانده و ترك نخورد .
 - در حرارت های زیاد ورم نکند و یا ذوب نشود .
 - چسبندگی آن به بتن از تاب کششی بتن بیشتر باشد .
 - با چرخ هواپیما چسبندگی نداشته باشد .
 - چنانچه موادی از قبیل آب صابون - روغن و سوختنی های مختلف روی آن بریزد حل نشود .
- ب - جزئیات اجرائی - جزئیات اجرائی درز بندی بتن، استاندارد میباشد و باید کاملاً از آنها تبعیت شود . در محاسبه رویه بتنی فرودگاهها بعلت گرانی قیمت اجباراً ضرائب اطمینان بزرگی منظور نمیشود و بنابراین عدم مراعات جزئیات اجرائی موجب بروز ترك و یا شکستن دال بتنی پس از شروع بهره برداری خواهد بود .
- ج - فواصل درز بندی - فواصل درزها از یکدیگر باید با دقت و توجه به تجربیات قبلی مهندسی، مطالعه و انتخاب شود . فاصله زیاد بین دو درز متوالی باعث ایجاد ترك خواهد شد . فاصله کم بین دو درز، علاوه بر آنکه ممکن است از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد در هواپیماهای با فشار چرخ زیاد نیز، هنگام عبور، ارتعاشات نامطلوبی بوجود می آورد . شرایط اجرائی وامکانات محلی نیز باید در تعیین فواصل رعایت شوند .
- د - شکل هندسی دال ها - در جدول شماره (۱۰) فواصل درزها برای شرایط متعارف جوی و اجرائی ارائه شده است .
- تعداد دال های با شکل های غیر از مربع مستطیل (مانند مثلث ، ذوزنقه و غیره) باید به حداقل برسد .

1- Sealing Compound

1- Produit de scellement



۱-۳-۷ انواع درزها

درزهای رویه بتنی برحسب عملی که انجام می‌دهند بسه دسته کلی تقسیم شده‌اند:

الف - درزهای انبساط^۱

ب - درزهای ساخت^۲

ج - درزهای انقباض^۳

هر کدام از درزهای فوق بچند نوع دیگر تقسیم میشوند که مشخصات و موارد استفاده آنها در جدول شماره (۱۰) خلاصه گردیده و جزئیات و محل آنها در شکل‌های (۱۲) و (۱۳) و (۱۴) و (۱۵) و (۱۶) نشان داده شده‌است .

۱-۱-۳-۷ درزهای انبساط

این درزها به منظور ایجاد امکان انبساط در محل تلاقی دو باند و یا در محل تلاقی باند با ساختمان و یا بطور کلی برای مجزا کردن تقاطع^۴ از قسمت‌های دیگر پیش‌بینی میشوند .

عرض درزهای انبساط معمولا ۲۰ میلیمتر بوده و با مصالح پرکننده مخصوصی^۵ (که در اثر فشار و حرارت متورم نشود) پر میگردند و سطح فوقانی آنها با ماده آب بند^۶ پر میشود .

درزهای انبساط بر دو نوع میباشند :

تیپ A - درز میله‌دار^۷

درزهای انبساط عرضی از نوع میله دار ساخته میشود . عمل میله در درز جلوگیری از نشست نا مساوی دو دال مجاور زیر بار چرخ هواپیما میباشد .

درز تیپ B - درز با لبه ضخیم شده^۸

در محل‌هایی که انتقال نیرو مورد نظر نیست و یا امکان عملی ندارد مانند محصل بر خورد دال رویه با ساختمان و یا در محل‌هایی که در نظر است دو دال در جهت افقی نسبت بهم آزادی حرکت داشته باشند ، از این نوع درز استفاده میشود .

درز نوع B اتصال میله‌ای ندارد ولی لبه‌های دال‌ها در محل درز ضخیم میشود .

1- Expansion Joints

2- Construction Joint

3- Construction Joints

4- Intersections

5- Joint Filler

6- Sealing Compound

7- Dowelled Expansion Joint

8- Thickened Edge Joint

1- Joint de dilatation

2- Joint de construction

3- Joint de retrait

Joint de contraction

4- Intersections

5- Corps de Joint

6- Produit de Secellement

1- Joint de dilatation

goujonne

2- Joint aux bords epaisi



۲-۱-۳-۷ درزهای ساخت^۱

درز تیپ C - درز کام و زبانه‌ای^۲

درز تیپ C بصورت کام و زبانه ای بوده و فقط بصورت درز طولی در دال‌های ضخیم تراز ۲۰ سانتیمتر بکار می‌رود. فاصله این نوع درزها و بطور کلی تمام درزهای طولی ساخت از یکدیگر بستگی به عرض مؤثر ماشین آلات پخش و تسطیح بتن داشته و در شرایط مساعد منطقه‌ای می‌تواند تا ۷/۰ متر برسد.

درز تیپ D - درز میله‌دار^۳

درز تیپ D درز میله دار بوده و تمام درزهای عرضی ساخت که در محل قطع بتن ریزی پیش می‌آید و همچنین درزهای طولی برای دال‌های نازکتر از ۲۰ سانتیمتر باید از این نوع باشد. در دال‌های با ضخامت بیش از ۲۰ سانتیمتر نیز می‌توان با تشخیص مهندس برای درزهای طولی از نوع D استفاده نمود. فاصله درزهای ساخت عرضی از یکدیگر بستگی به امکانات بتن ریزی دارد.

درز تیپ E - درز مفصلی^۴

این نوع درز ساخت مفصلی بوده و با تعبیه آن امکان دوران دال بتنی در حول درز بوجود می‌آید. بطور کلی برای درزهای طولی باندهای خزش و همچنین تمام درزهای طولی ساخت که در فاصله ۷/۰ متر یا کمتر از لبه باند قرار دارند این نوع درز بکار برده می‌شود. این نوع درز ممکن است کام و زبانه‌ای یا ساده باشد.

۳-۱-۳-۷ درزهای انقباض^۵

درزهای انقباض معمولاً درزهای عرضی بوده و برای کنترل ترک خوردگی ناشی از افت بتن^۶ و انقباض ناشی از کاهش درجه حرارت تعبیه می‌شوند. این درزها باید به نحوی گذارده شود که تمام درزهای انقباض دال‌های مجاور در یک امتداد قرار گیرند.

درزهای انقباض سطحی بوده و بسته نوع F و G و H ساخته می‌شوند.

1- Construction Joints

2- Keyed Construction Joint

3- Dowelled Construction Joint

4- Hinged Construction Joint

5- Contraction Joint

6- Shrinkage

3- Joints de construction

4- Joint de construction à rainure et languette

1- Joint de construction goujonne

2- Joint de construction articulé

3- Joint de retrait

4- Retrait



درز تیپ F درز انقباض میله‌دار^۱

این درزها در تمام دال‌های آرماتور دار و در سطوح بحرانی دال‌های بدون آرماتور به فواصل حدود ۱۰ تا ۲۰ متر ایجاد میگردد. همچنین در سطوح غیر بحرانی دال‌های بدون آرماتور در هر طرف درز انقباض عرضی بلافاصله باید دو درز از این نوع تعبیه شود.

درز تیپ G درز مفصلی^۲

برای تمام درزهای انقباض طولی باندهای خزش و تمام درزهای انقباض طولی نزدیکتر از ۷/۵ متر به لبه بانداز این نوع درز استفاده میشود.

درز تیپ H - درز انقباض کاذب^۳

بین درزهای طولی و بین درزهای عرضی بر حسب شرایط محیط و احتمال بروز ترک و با توجه به درصد آرماتور، درزهای انقباض کاذب پیش بینی میشود. وجود این درزها در دال‌های بدون آرماتور اجباری است ولی در دال‌های با آرماتور، مهندس میتواند نسبت به لزوم و تعداد و فواصل آنها تصمیم لازم را اتخاذ کند.

۲-۳-۷- توسعه آتی رویه بتنی

هنگامی که توسعه آتی باند بتنی در امتداد طولی و یا عرضی مورد نظر باشد، انتهای رویه بتنی باید یکی از درزهای نوع A و یا B و یا E ختم شود.

- 1- Dowelled Contraction Joint
- 2- Hinged contraction Joint
- 3- Dummy Contraction Joint



- 1- Joint de retrait goujonne
- 2- Joint de retrait articulé
- 3- Joint de retrait aveugle

جدول شماره (۱۰) مشخصات عمومی درزبندی

نوع درز	تیب	اسم	امتداد	موقعیت	شرح
	A	درز میله دار	عرضی	بدون رعایت فاصله در محل های خاص	در محل تقاطع ها برای مجزا کردن تقاطع از بقیه قسمت ها
درز انبساط	B	درز یا لبه ضخیم شده	طولی	بدون رعایت فاصله در محل های خاص	۱- در محل تقاطع ها وقتی گذاشتن میله مناسب نیست. ۲- محل برخورد رویه بتن با ساختمان
	C	درز گام و زبانه ای	طولی	حداکثره ۷/۵ متر از یکدیگر	برای دال های ۲۵ سانتیمتر ضخامت و بیشتر
				حداکثره ۳/۲ متر از یکدیگر	در دال های نازکتر از ۲۵ سانتیمتر
درز ساخت	D	درز میله دار	طولی	حداکثره ۷/۵ متر از یکدیگر	در دال های ۲۵ سانتیمتر و بیشتر
			عرضی	متناسب با امکانات بتن ریزی	مکانهایی که بتن ریزی قطع میشود (برای تمام ضخامت ها)
	E	مفصلی	طولی	۱- حداکثره ۳/۲ متر در دالهای نازکتر از ۲۵ سانتیمتر. ۲- حداکثره ۷/۵ متر در دالهای ۲۵ سانتی متر و بیشتر	۱- تمام درزهای طولی باندهای خزش. ۲- تمام درزهای با فاصله ۷/۵ متر و کمتر از آن به لبه باندها

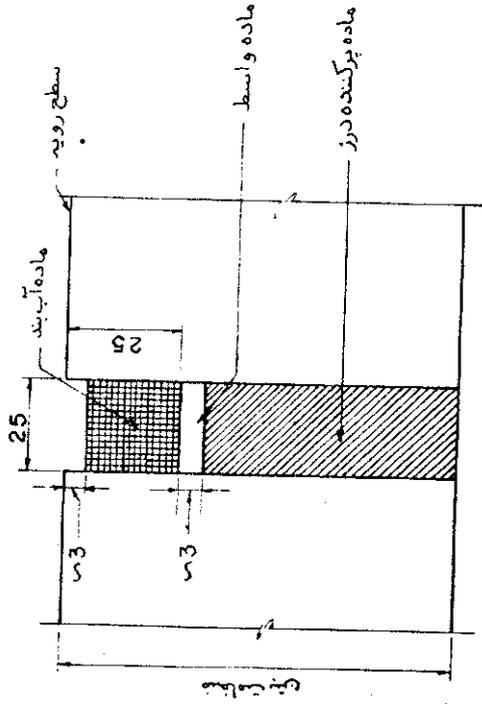


ادامه جدول شماره (۱۰) مشخصات عمومی درزبندی

شرح	موقعیت	امتداد	اسم	تیپ	نوع درز
<p>۱- در امتداد عرضی و بفاصله منظم در رویه های آرماتوردار و در سطوح بحرانی در دال های بدون آرماتور.</p> <p>۲- دو درز ماقبل و دو درز مابعد هر درز انبساط در سطوح غیر بحرانی در دال های بدون آرماتور.</p>	حدود ۱۵ تا ۲۵ متر از یکدیگر	عرضی	درز میله دار	F	
<p>۱- دریاندهای خزش در صورت لزوم.</p> <p>۲- درزهای بفاصله کمتر از ۷/۵ متر به لبه باند در جاهای دیگر</p>		طولی	درز مفصلی	G	درز انقباض
<p>۱- در بین درزهای انقباض تیپ F</p> <p>۲- در حد فاصل انواع درزهای طولی در صورت لزوم.</p>	<p>۱- در دالهای بدون آرماتور بفاصله کمتر از ۲۵ سانتیمتر بیشتر بفاصله حداکثر ۷/۵ متر از یکدیگر.</p> <p>۲- در دالهای بدون آرماتور بفاصله کمتر از ۲۵ سانتیمتر بیشتر بفاصله حداکثر ۶ متر از یکدیگر.</p> <p>۳- در دالهای با آرماتور به تشخیص مهندس</p>	عرضی	درز کاذب	H	



مواد آب بندی و پرکننده درز



درز انبساط A یا B

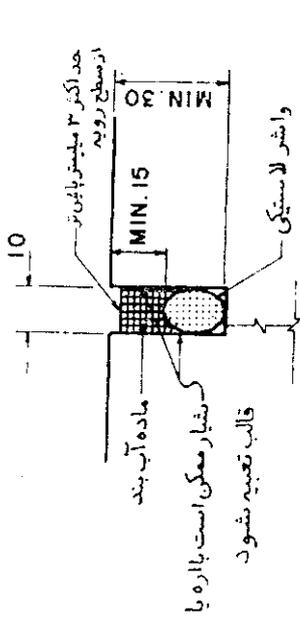


omoorepeyman.ir

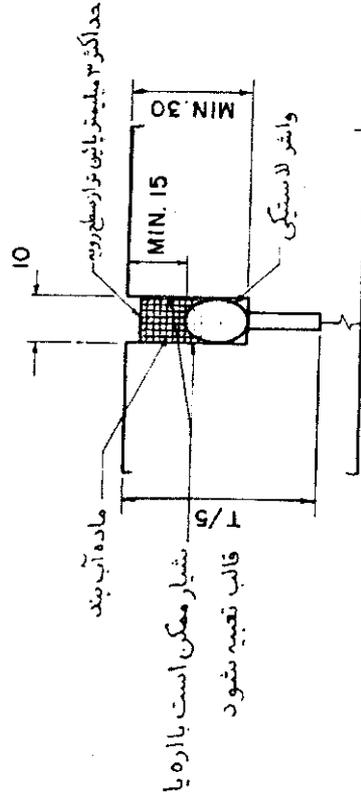
علائم

- SEALANT
- RUBBER ROD
- BOND BREAKER
- JOINT FILLER

- ماده آب بند
- واشر لاستیکی
- ماده واسط
- ماده پرکننده درز



درز ساخت E, D, C



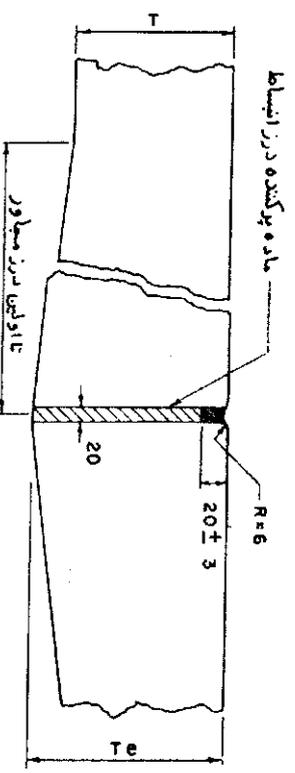
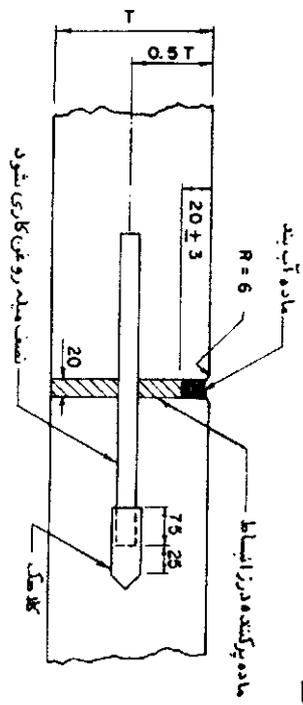
درز انقباض H, G, F

توضیح

۱- تمام ابعاد به میلیتر است

شکل ۱۳

درزهای انقباض

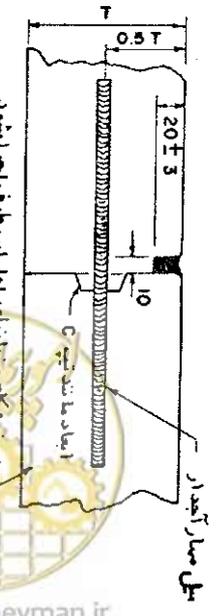
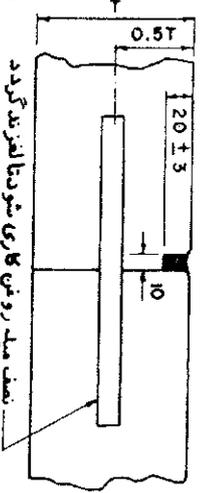
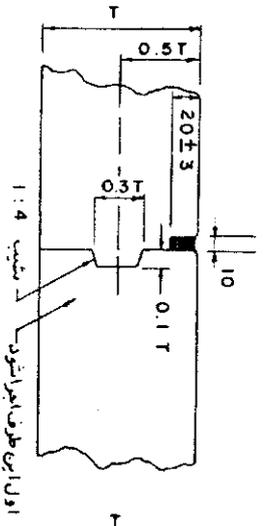


تیپ A - میلدار

درزهای ساخت

تیپ B - باله ضخیم بشده

$$T_e = 1.25T > T + 5C$$

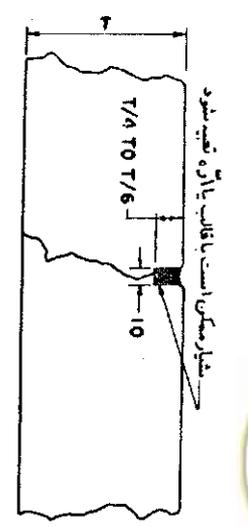
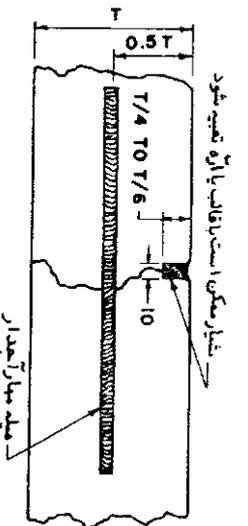
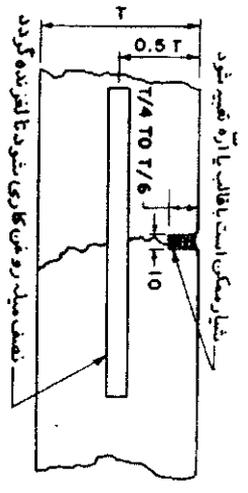


تیپ C - کام وزبانه ای

تیپ D - میلدار

تیپ E - منشی (ساده یا کام وزبانه ای)

درزهای انقباض



تیپ F - میلدار

تیپ G - منضلی

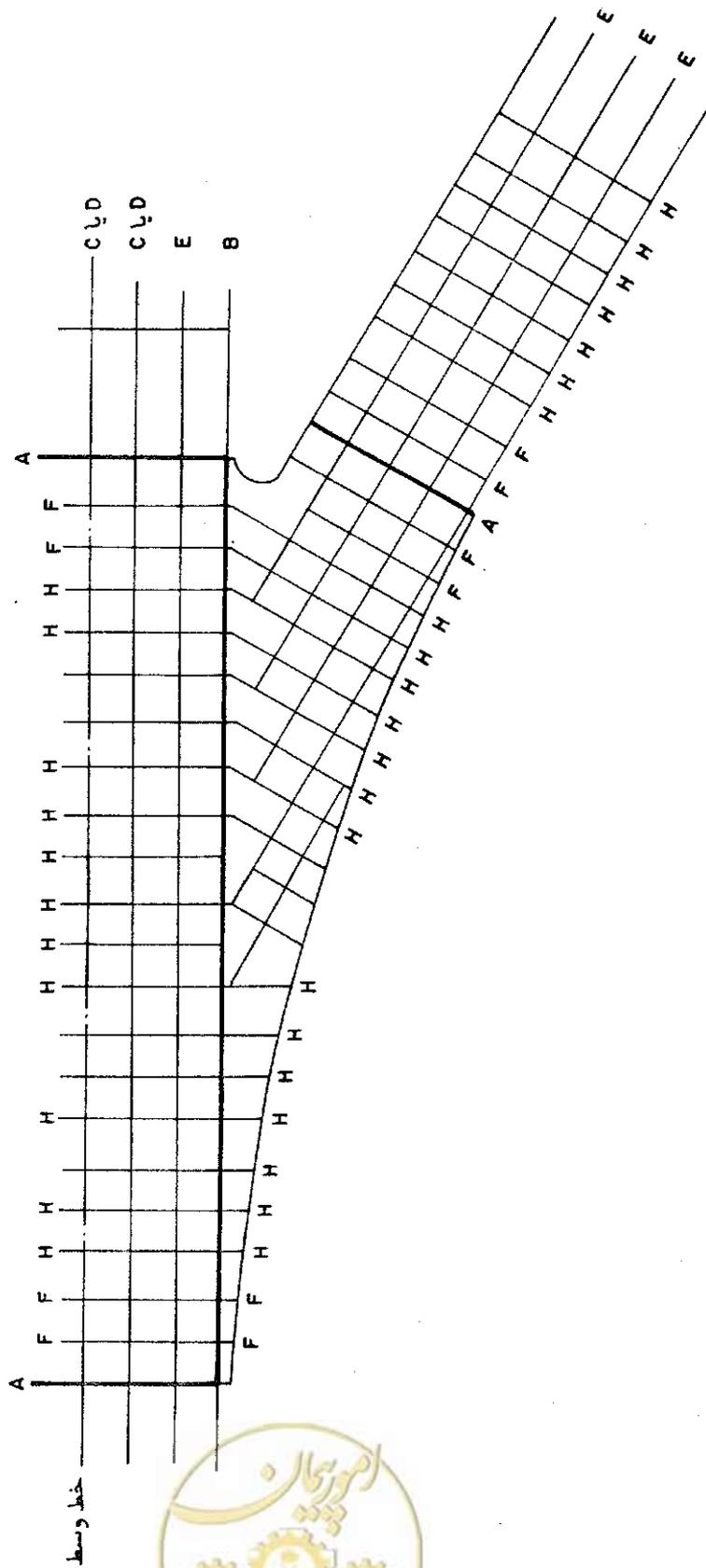
تیپ H - کاذب

توضیح :

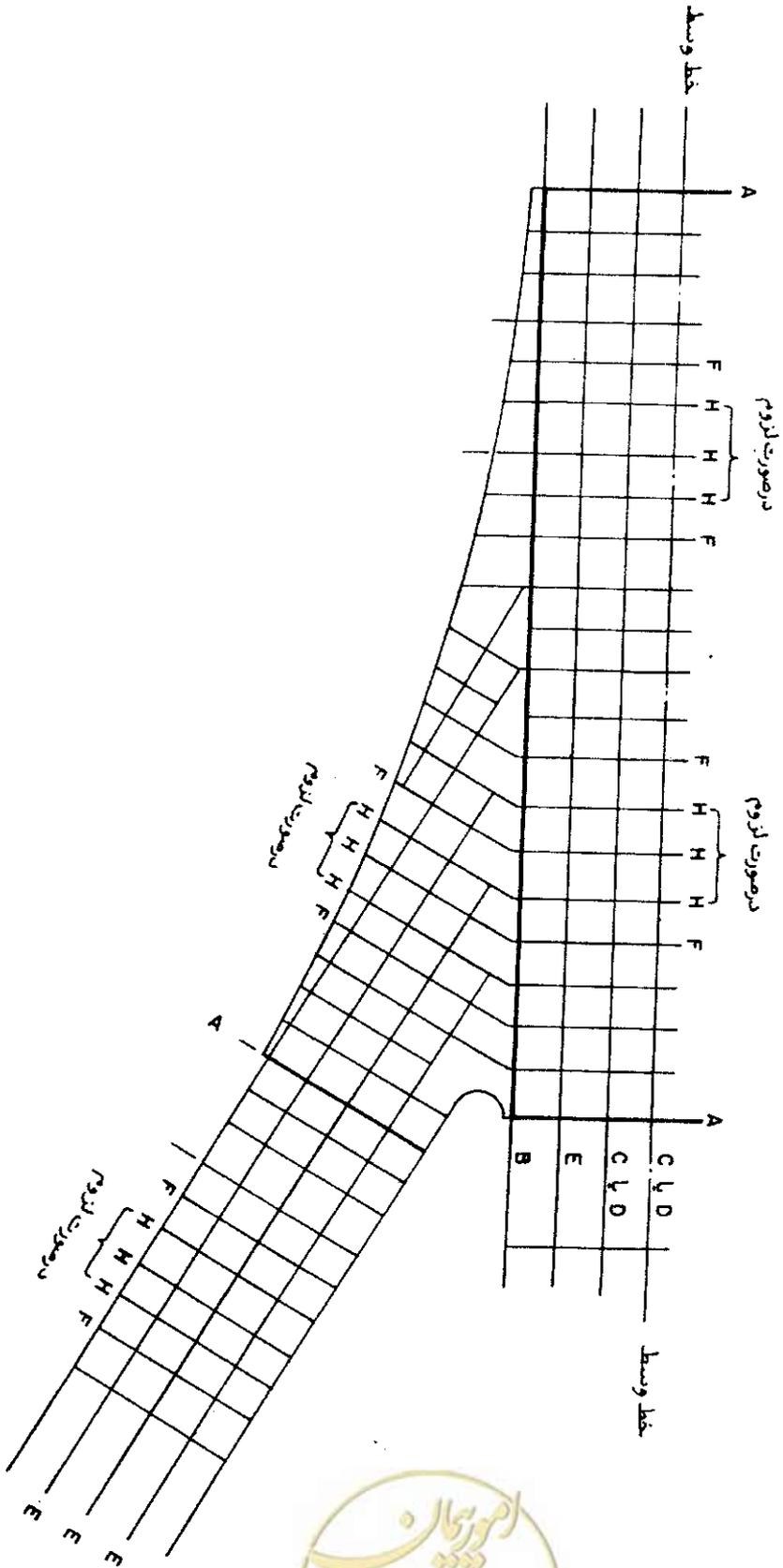
شکل ۱۴

- ۱- تمام ابعاد به میلیمتر است
- ۲- تغییر تمام درزها با ماده آب بند پر شود

طرز درزبندی درمحل تقاطع (دال های بدون آرمانتور)



طرز درزبندی در محل تقاطع ادال های آرماتوردار



۴-۷ میله‌های مصرفی در درزهای بتن

میله‌هایی که در درزهای تیپ E و G بکار برده میشوند در وسط ضخامت دال قرار میگیرند و از نوع میل گرد صاف میباشند. در جدول شماره (۱۱) ابعاد و طول و فواصل آنها از یکدیگر مشخص شده است.

در اجرای این قسمت باید دقت شود که میله‌ها کاملاً مستقیم بوده و دقیقاً به موازات یکدیگر و کاملاً عمود بر امتداد درز قرار گیرند.

میله‌ها باید کاملاً عاری از زنگ بوده و انتهای آن‌ها برجستگی نداشته باشد اگر میله‌ها با قیچی بریده شوند انتهای بریده شده باید بوسیله مناسب صاف گردد نصف طول میله که برای حرکت در درز پیش بینی میشود باید رنگ شده و یا ماده مناسبی لغزنده شود تا هیچگونه چسبندگی با بتن نداشته باشد.

در درزهای A تیپ در انتهای قسمت لغزنده کلاهکی باید پیش بینی شود که در داخل آن فضای آزادی حداقل به عمق ۲۰ میلیمتر موجود باشد.

۵-۷ استفاده از میل مهار در درزهای بتن

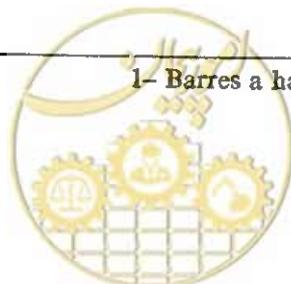
در درزهای مفصلی تیپ E و G یک میل گرد از نوع آجدار^۱ در وسط درز قرار میگیرد این میل گرد و دال مجاور یکدیگر را باید طوری یکدیگر اتصال دهد که از هم باز نشوند و نظر باینکه باید با بتن چسبندگی داشته باشد از نوع آجدار انتخاب میشود. معمولاً میل گرد آجدار بقطر ۱۶ میلیمتر برای اینکار مصرف میشود که طول آن ۷۰ سانتیمتر بوده و فاصله ۷۰ سانتیمتر از یکدیگر قرار میگیرند.

جدول شماره (۱۱) ابعاد و مشخصات میله‌های درزها

میله			ضخامت دال بر حسب
فواصل سانتیمتر)	طول (سانتیمتر)	قطر (میلیمتر)	
۳۰	۴۵	۲۰	۱۵ تا ۱۹
۳۰	۴۵	۲۵	۲۰ تا ۳۰
۳۰	۵۰	۳۲	۳۰ تا ۳۱

1- Deformed Bar

۶۱



omoorepeyman.ir

فصل هشتم

مشخصات فنی اجرائی بتن رویه

۸-۱ کلیات

اجرای بتن رویه باید بصورت مکانیزه انجام گیرد عملیات اختلاط و تهیه بتن باید بصورت مرکزی و کارخانه‌ای و حمل و ریختن و تسطیح با وسائل مکانیکی کامل و کافی بصورت یکنواخت بعمل آید تا نتایج حاصل در تمام سطح کاملاً یکسان باشد. توجه کامل به مصالح بکاررفته و دقت در هر کدام از مراحل اجرا از مرحله شروع و تسطیح محل تا مرحله اتمام بتن‌ریزی و دادن عبور به هواپیما، عوامل اصلی هستند که یک رویه صحیح و با دوام را بدست می‌دهد.

عدم دقت در نکات و مراحل اجرائی چه بسا باعث بروز ترك‌های نامطلوب و یا سایش و برآمدن سطح بتنی و حتی شکست‌های عمده در رویه بتنی می‌گردد. کلیه وسایل و ادوات لازم برای بتن‌ریزی باید قبل از تصویب مهندس برسد و دارای ظرفیت مناسب و کافی برای انجام عملیات باشد. این وسایل باید مدتی قبل از شروع عملیات در کارگاه حاضر شود تا هرگونه آزمایشی را که مهندس لازم بداند بر روی آنها انجام گیرد.

۸-۲ آماده نمودن سطح زیر بتن

اهمیت انجام صحیح پی بتن رویه یعنی آماده نمودن بستر، اجرای قشرهای زیر اساس و اساس کمتر از اجرای دال بتنی نمی‌باشد.

عملیات غلتک‌زنی و تراکم باید در شرایط مناسب رطوبت بعمل آید تا بستر ثبات حجم و ظرفیت مناسب باربری خود را حفظ نماید. اگر بستر مدتی پس از آماده شدن مثلاً یک زمستان باقیمانده و بعداً عملیات پخش و کوبیدن زیر اساس انجام گیرد باید قبل از پخش زیراساس، بستر را تا عمق ۱۵ سانتیمتر شخم زد و دوباره کوبید و اگر آزمایش‌های مربوطه نشان دهد که بستر تا عمقی بیش از مقدار فوق تراکم خود را از دست داده است باید عملیات تثبیت دوباره را تا عمق لازم انجام داد. شرایط تراکم بستر در فصل (سوم) بیان گردیده است.



پخش و تراکم مصالح زیر اساس و یا اساس باید قبل از قراردادن قالب‌ها بعمل آید. مصالح پخش شونده باید به ارتفاعی ریخته شود که بعد از کوبیدن سطح روی آنها به تراز لازم در آید.

۳-۸ وسائل

مصالح شن و ماسه باید هر کدام به تفکیک در سیلوهای مناسبی که کاملاً محفوظ و مانع نفوذ گرد و غبار باشد ذخیره شوند در عین حال باید امکان جریان هوا در این مخازن کاملاً موجود باشد همچنین مخازن باید دارای دریچه مخصوص باشد تا بتوان عمل توزین را با دقت کافی و سرعت انجام داد.

دستگاه توزین و قیان باید اهرمی (غیر فنری) بوده و دارای حساسیتی برابر ۰/۰ درصد برای میزان توزین باشد.

دستگاه‌های توزین هر چند وقت یکبار باید برای کنترل دقت تحت آزمایش قرار گیرند. بتن باید با دستگاه مخلوط‌کننده تهیه شود. دستگاه‌های مخلوط‌کننده باید مجهز به وسایل زیر باشند:

الف - دستگاه اندازه‌گیری آب که بتوان مقدار آب مورد لزوم را با دقت یک درصد اندازه‌گیری نمود و آنرا بطور یکنواخت و فوری به مصالح مخلوط اضافه کرد.

دستگاه اندازه‌گیری آب باید هر چند وقت یکبار برای کنترل دقت تحت آزمایش قرار گیرد.

ب - دستگاه‌های مخلوط‌کننده باید قادر باشند شن و ماسه و سیمان را در مدت تعیین شده بدون اینکه خطر تفکیک ذرات از یکدیگر بوجود آید - بطور یکدست مخلوط و تخلیه نمایند.

ج - دارای وسیله تعیین زمان ثابت اختلاط باشد بنحوی که پس از اتمام اختلاط، دستگاه مخلوط‌کننده خودبخود قطع و آماده تخلیه شود.

دستگاه مخلوط‌کننده باید هر روزه از طرف مقام نظارت برای وضع آن و بتن‌های باقیمانده در آن و میزان سایش پره‌های دستگاه مورد بازدید قرار گیرد.

پخش، توزیع و تنظیم سطح بتن باید توسط دستگاه‌های فینیشر که مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد انجام شود.

دستگاه‌های مرتعش‌کننده باید بعرض دال بوده و از نوع سطحی و عمقی باشند و می‌توانند بصورت مستقل و یا متصل به دستگاه فینیشر عمل نمایند. در هر حال دستگاه مرتعش‌کننده نباید با درزها، میله‌های داخل بتن، قالب‌های کناری و یا خاک بستر در تماس قرار گیرد.

۴-۸ قالب‌بندی

قالب‌های جانبی که در اجرای بتن رویه بکار می‌رود چند عمل مختلف را انجام

می‌دهند:



اولاً بصورت ریل‌هایی برای حرکت وسائل مکانیکی ریختن و تسطیح بتن عمل می‌نمایند. ثانیاً سطح بالای قالب، تراز ثابتی را برای تنظیم و تسطیح سطح رویه بدست می‌دهد. ثالثاً عمل نگاهداری و فرم‌دادن بتن ریخته شده را تا هنگام گرفتن انجام می‌دهند. برای بدست آوردن سطح رویه منظم و تمیز لازم است که قالبها با دقت نصب شوند و سطح نهائی آنها بصورت خط مستقیم بوده و دقت در این سطح کمتر از مقدار دقت لازم برای سطح بتن رویه نباشد همچنین قالبها باید باندازه کافی مستحکم باشند تا در زیر وسائل مکانیکی تغییر شکل‌های بزرگ بخود نگیرند.

قالبهای بکار رفته باید از نوع فلزی باشد و طول قطعات آن نباید از ۳ متر کمتر گردد. ضخامت جدار باید حداقل ۶ میلیمتر بوده و دارای پشت‌بندها و بست‌های به تعداد کافی باشد و در محل استقرار کاملاً تحکیم و تثبیت شود. برای اینکه قالب در اثر بارهای ماشین‌آلات نشست ننماید باید کف آن دارای سطح کافی باشد تا فشار را بطور مناسبی به بستر زیر تقسیم نماید.

عرض پای قالب‌ها معمولاً حداقل ۲ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود. در قالب‌های با ارتفاع بیش از ۲ سانتیمتر عرض پای قالب باید برابر ارتفاع آن باشد و حداقل نباید از ۸/۰ ارتفاع کمتر گردد. رعایت این نسبت برای جلوگیری از تکان قالب در زیر ماشین‌آلات ضروری است.

قالب‌ها باید دارای صلبیت خمشی کافی باشند و تغییر شکل حداکثر خمشی آنها وقتی که بصورت تیر ساده‌ای با دهانه بطول قالب تحت آزمایش قرار گیرند از حدود ۶ تا ۷ میلیمتر تجاوز ننماید. البته مقدار واقعی تغییر شکل در شرائط عملی (که قالب دارای تکیه‌گاه سرتاسری است) به مقدار زیادی کمتر از این حد خواهد بود.

قالب‌های بکار رفته قبل از شروع عملیات اجرائی، باید از نظر تکمیل بودن و نداشتن کسری در قسمت‌های اتصالات، خارها و غیره همچنین از نظر بی‌عیب و مستقیم بودن مورد بررسی قرار گیرند. قطعات قالب ۳ متری نباید در سطح فوقانی خود بیش از ۳ میلیمتر در سطح جانبی بیش از ۶ میلیمتر اختلاف با خط مستقیم نشان دهد و قالب‌هایی که این شرط را برآورده ننمایند، وازده محسوب خواهند شد. استقرار قالب‌ها باید مدتی قبل از ریختن بتن صورت گیرد. بستر قالب‌ها باید کاملاً کوبیده و تسطیح شده باشد. قبل از بکار بردن قالب‌ها باید آنها را کاملاً تمیز و روغن‌مالی کرد. تراز نهائی قالب‌ها باید بلافاصله قبل از بتن‌ریزی کنترل شود. چنانچه پس از کنترل سطح زیر بتن‌ریزی گودی و یا سطح ناصافی موجود باشد باید آنرا با مصالحی هم‌جنس خود کاملاً اصلاح نموده کوبید و به تراز مورد نظر رسانید (ترمیم ناصافی‌ها با بتن و یا شن و ماسه بتن مجاز نیست) عملیات قالب‌بندی باید طوری انجام گیرد که قبل از شروع هر مرحله بتن‌ریزی حداقل ۱۰۰ متر طول از کار قالب‌بندی قبلاً نصب و کنترل شده باشد.



۵-۸ انبار کردن و توزین مصالح

انبار مصالح و محل دستگاه‌های توزین باید به نحوی باشد که در حداقل زمان اجرا مصرف شود. مصالح باید در لایه‌های افقی و در سه قسمت مجزا شن دانه درشت - شن دانه ریز و ماسه انبار شوند و بین توده‌های مختلف موانعی وجود داشته باشد که مانع از مخلوط شدن آنها گردد. ارتفاع هر لایه از مصالح از یک متر نباید تجاوز کند و مصالح را باید کنار یکدیگر توده نمود سپس لایه بعدی را شروع کرد. مصالحی که از معادن مختلف تهیه شده‌اند نباید با هم مخلوط شوند.

مصالحی که با خاک مخلوط شده‌اند نباید مورد استفاده قرار گیرند. مصالحی که شسته شده‌اند باید حداقل ۱۲ ساعت در محل باقی بمانند و سپس از آنها استفاده شود.

چنانچه دستگاه بتونیراز دستگاه توزین فاصله داشته باشد بایستی مصالح توزین شده جدا جدا به بتونیر حمل شوند. و وسایل انتقال ظرفیت کافی برای نقل مصالح را داشته باشند. در صورت امکان سیمان نیز بعد از توزین و جدا از مصالح منتقل شود. آبی که در بتونیر وارد میشود میتواند وزنی یا حجمی اندازه‌گیری شود. رواداری مقادیر مصالحی که داخل بتونیر می‌شوند بشرح زیر است:

۳ درصد وزنی	شن و ماسه
۱ درصد »	سیمان
۱ درصد »	آب
۳ درصد »	مواد معین

۶-۸ تهیه بتن و نسبت اختلاط

بتن را می‌توان به دو صورت تهیه نمود:

الف - بتنی که برای تاب خمشی مخصوصی در نظر گرفته شده است.
ب - بتنی که در فرودگاه‌های کم اهمیت بکار می‌رود و نیاز قاطعی به کنترل تاب خمشی آن نیست.

الف - بتنی که برای آن تاب خمشی بخصوص در نظر گرفته شده است: برای این بتن باید مدتی قبل از شروع کار فرمول کارگاهی و طرح بتن تهیه شود و در حین اجرا از هر ۱۰۰ متر مکعب بتن مصرفی باید دو نمونه استاندارد تهیه شود که یکی در هفت روز و دیگری در ۲۸ روز آزمایش خمشی شود. در آزمایش ۲۸ روزه از هر پنج نمونه بتن یکی می‌تواند تا ۲ درصد کمتر از مقاومت خواسته شده نتیجه بدهد مشروط بر آنکه معدل مقاومت تمام نمونه‌ها از مشخصات خواسته شده کمتر نباشد.

بر مبنای نتیجه آزمایش‌ها مهندس می‌تواند تغییراتی در فرمول کارگاهی بدهد و چنانچه ارتباط بین نتیجه‌های ۷ روزه و ۲۸ روزه مشخص شده باشد از نتیجه‌های ۷ روزه نیز می‌توان نتیجه ۲۸ روزه را پیش‌بینی نمود در صورت لزوم فرمول کارگاهی را تغییر داد.



مقدار سیمان مصرفی از ۳۰ کیلوگرم در متر مکعب (بدون مواد معین) نباید کمتر باشد مقدار آب به سیمان نباید از ۰/۵۰ برای مناطق سردسیر تا ۰/۵۵ برای سایر مناطق تجاوز نکند. در تعیین مقدار آب بتن مقدار آبی که مصالح جذب می‌نمایند باید در نظر گرفته شود.

ب - بتنی که بر مبنای نسبت اختلاط تعیین شود: این نوع بتن را برای فرودگاه‌های کم‌اهمیت باید بکار رود. و دو نوع فرمول برای آن داده شده است نوع A برای مناطق سردسیر و نوع B برای سایر مناطق بکار می‌رود. مقدار آب داده شده شامل آبی است که ممکن است در مصالح موجود باشد.

چنانچه بتن حاصله خشک باشد مهندس می‌تواند مقدار شن و ماسه را کاهش دهد تا بتن مطلوب حاصل شود. فرمول‌های داده شده برای وزن مخصوص‌های زیر می‌باشد:

شن و ماسه رودخانه‌ای ۲/۶۲ تن بر متر مکعب
 شن شکسته ۲/۶۵ تن بر متر مکعب

چنانچه وزن مخصوص مصالح مصرفی بیش از ۰/۲ درصد با مقادیر فوق فرق داشته باشد باید مقدار شن و ماسه را با رعایت وزنه‌های مخصوص تغییر داد. نسبت شن دانه ریز و دانه درشت در فرمول‌های ارائه شده می‌تواند بین حدود ۴ تا ۶ درصد کل وزن شن بسته بنظر مهندس انتخاب شود.

فرمول‌های کارگاهی نوع A برای قاط سردسیر

مقدار هوا درصد	نشت سانتیمتر	وزن مصالح سنگی خشک برای هر ۵۰ کیلو سیمان			حداکثر نسبت آب به سیمان	حداقل سیمان در متر مکعب بتن	نوع شن
		جمع	ماسه	شن			
۵-۷	۴-۶	۲۶۳	۶۸	۱۹۵	۰/۴۹	۳۵۰	رودخانه‌ای
۵-۷	۴-۶	۲۶۳	۸۱	۱۸۲	۰/۵۲	۳۵۰	شکسته

فرمول‌های کارگاهی نوع B برای سایر قاط

۴-۶	۴-۶	۲۹۵	۸۰	۲۱۵	۰/۵۳	۳۰۰	رودخانه‌ای
۴-۶	۴-۶	۲۹۵	۹۵	۲۰۰	۰/۵۵	۳۰۰	شکسته



۷-۸ مخلوط کردن بتن

زمان مخلوط کردن بتن عبارتست از زمانی که تمام مصالح وارد بتونیز می شود تا زمان شروع تخلیه بتن. زمان مخلوط نمودن مصالح بتن باید ۰.۵ تا ۰.۹ ثانیه باشد و قبل از اینکه مصالح داخل بتونیز تخلیه گردد نباید مصالح بعدی داخل آن شود.

چنانچه مصالح قبل از مدت مشخص شده از بتونیز تخلیه شود بتن ساخته شده قابل استفاده نیست. مقدار مصالحی که هر دفعه وارد بتونیز می شود نباید از ظرفیت دستگاه (طبق مشخصات کارخانه) تجاوز کند، مقداری از آب لازم باید قبل از مصالح وارد بتونیز شود و بقیه آب در ۱۰ ثانیه اول شروع اختلاط با سرعت ثابت وارد گردد.

بتنی که از بتونیز خارج شد می تواند در کامیون های بهم زن و یا کامیون های معمولی که بدنه آنها برای اینکار آماده شده است حمل شود. بتنی که توسط کامیون های معمولی حمل میشود باید ظرف نیمساعت و بتنی که در کامیون های بهم زن حمل میشود باید ظرف یک ساعت از شروع اختلاط در بتونیز، در محل، پخش شود.

اضافه نمودن آب به بتن حاضر شده یا اضافه نمودن ماده دیگری بر آن در موارد خاص در ظرف ۰.۴ دقیقه اول شروع اختلاط و فقط با کسب اجازه از مهندس، مجاز است.

۸-۸ محدودیتهای اختلاط

برنامه کار روزانه اختلاط بتن باید طوری تنظیم شود که قبل از غروب آفتاب عملیات مواظبت بتن در آخرین قالب انجام شود، مگر آنکه وسائل روشنایی کافی قبلاً پیش بینی شده و انجام عمل به تصویب مهندس رسیده باشد. تهیه بتن باید با توجه بدرجه حرارت خارج و امکان استفاده از بتن ساخته شده تنظیم شود. در صورت عدم پیش بینی قبلی چنانچه درجه حرارت هوا در سایه و دور از حرارت مصنوعی به ۰ درجه سانتیگراد برسد و رو به نزول باشد باید بتن ریزی متوقف شود و موقعی میتوان بتن ریزی را مجدداً شروع نمود که درجه حرارت در سایه و دور از حرارت مصنوعی، ۲ درجه و رو به صعود باشد. چنانچه انجام بتن ریزی در هوای سرد لازم باشد علاوه بر پیش بینی هائی که در بند ۸ - ۱۰ ذکر شده باید قبل از اینکه مصالح وارد بتونیز گردد باندازه کافی گرم شوند و وسائل گرم کن باید بنحوی باشند که مصالح سنگی بطوریکه نتواند گرم شود.

استفاده از مصالح یخ زده در بتن ممنوع بوده و سطح زیر بتن نیز در موقع بتن ریزی نباید یخ زده باشد.



بتنی کسه علائم یخ زدگی در آن مشاهده شود باید تخریب شود . سایر شرایط بتن ریزی در بند (۸ - ۱۵) شرح داده شده است .

۹-۸ استقرار بتن در قالب

قبل از بتن ریزی در صورتیکه از اساس آسفالت استفاده نشود سطح زیراساس باید بحد کافی مرطوب گردد، بتن باید آنچنان در قالب پخش شود که نیاز به دستکاری زیادی نداشته باشد و سطح آن باید حدود ۲ سانتیمتر از تراز قالب بالاتر باشد تا در موقع تراکم و تسطیح نهائی با نیمرخ تراز نشان داده شده در نقشه ها تطبیق کند .

عبور و مرور کارگران باپوتین های کثیف از روی بتن مجاز نمیباشد . وقتی بین دو نوار بتونی که قبلاً اجرا شده است بتن ریخته شود در صورتی قراردادن ماشین آلات بتن ریزی مستقیماً روی بتن های قبلی مجاز است که این بتن ها حداقل ۱۰ روز عمر داشته باشند . بتن ریخته شده باید بحد کافی با دستگاه های مرتعش کننده (ویراتور) تراکم شود . ویراتور نباید با سطح زیر بتن ، قالبها ، یا میله های درزها در تماس قرار گیرد . هیچ محل بیش از ۱ ثانیه نباید ویراتور بخورد، بتن را نباید مستقیماً روی میله های انتقال بار ریخت مگر اینکه درست در وسط درز ریخته شود . چنانچه مقداری بتن روی دالهای ریخته شده قبلی بریزد این دالها باید سریعاً و قبل از اینکه بتن پاشیده شده خود را بگیرد تمیز شود .

۱۰-۸ نصب آرماتور

آرماتورها را میتوان بدو طریق نصب نمود، در طریقه اول ابتدا لایه بتن زیر آرماتور به ضخامت لازم اجرا شده و تسطیح میشود بطوریکه شبکه آرماتور که قبلاً آماده شده است باسانی روی آن قرار گیرد . سپس بعد از نصب آرماتور لایه دوم بتن ریخته میشود و تسطیح و صاف میگردد در این روش اجرائی لایه دوم بتن را نباید دیرتر از ۳ دقیقه بعد از لایه اول روی آن اجرا نمود . چنانچه با ظرفیت تولید بتن این منظور حاصل نشود باید آرماتور را قبل از شروع عمل بتن ریزی نصب نمود . و بتن را یک پارچه اجرا کرد .

آرماتوری که در بتن نصب میشود باید تمیز بوده و در صورت زنگ زدگی کاملاً با برس و یا وسائل دیگر تمیز شود . آرماتور آلوده به خاک و چربی بهیچوجه نباید بکار رود .



۸-۱۱ درز بندی

انجام صحیح و دقیق درزبندی از عوامل مهم اجرای رویه بتنی میباشد .
درزها بایدطوری اجرا شوند که عملی را که در طرح و محاسبه منظور بوده است بخوبی
تامین نمایند .

اگر درزبندی درست انجام نشود باعث بروز تنشهای نامطلوب درجه دو^۱ (غیر از آنچه
که رویه برای آن طرح شده است) و بالاخره ترك خوردن و برآمدن و شکست رویه خواهد گردید.

انواع درزها و مشخصات هر کدام در فصل هفتم شرح داده شده است .
در درزهای کام و زبانه ای ترجیح دارد از قالب فلزی استفاده گردد و در این
قسمت از بکاربردن چوب خودداری شود . بتن این قسمت باید کاملاً عاری از قسمتهای کرمو
باشد و در حین اجراء دقت گردد که این بتن بصورت کاملاً یکنواخت و همگن از کار درآید
و بعد از ریختن بخوبی متراکم گردد . بکار بردن ویبراتورها ییلدار در این قسمت ها ضروری
است . درزهای سطحی معمولاً یا بوسیله قرار دادن تیغه یک نیمرخ T فلزی در بتن (قبل از
گرفتن کامل) شکل میگیرند و یا بعد از سخت شدن بتن بوسیله اره های مخصوص تعبیه میگردند.
نیمرخهای T که برای شکل دادن درز بکار میرود ممکن است بوسائل مکانیکی و یا دستی
وارد بتن گردند . وقتی که این عمل بصورت دستی انجام میگیرد نیمرخ T باید دارای دسته هائی
در دو انتها باشد تا بتوان آنرا با قرار دادن بر سطح بتن و حرکات طولی لازم وارد بتن نمود .
درزهای سطحی که با اره در آورده میشوند از نظر اجرائی تسهیلات و مزایای زیادی
نسبت به نوع اول دارند .

درزهای عرضی باید در موقع سخت شدن بتن و قبل از آنکه افت بتن به اندازه ای برسد
که ترکهای سطحی ایجاد نماید ، در آورده شوند . موقع اره کردن را نمیتوان کاملاً مشخص
نمود زیرا تابع عوامل زیادی نظیر نوع شن مصرفی در بتن ، اختلاط بتن و شرایط حرارتی
محیط و همچنین طرز عمل آوردن و نگاهداری بتن در دوره گرفتن است .

درزهای طولی را میتوان هر وقت که مناسب باشد در فاصله زمانی بین سخت شدن بتن تا عبور
دادن از روی آن ، با اره در آورد بدون اینکه خطر مهمی از نظر ترك خوردن رویه پیش آید .



در دالهای طولی که آهن سرتاسری در آنها دارای در صد قابل ملاحظه‌ای است، ممکن است از نظر اهر کردن اشکالاتی پیش آید. آزمایش نشان داده است که بهترین زمان برای اهر کردن آنها موقعی است که این دالها در فشار قرار میگیرند و این موقع معمولاً در ساعات گرم روز بعد از بتن ریزی یعنی هنگامی است که دمای محیط بیش از دمای موقع گرفتن بتن است. اگر دال در کشش باشد در موقع اهر کردن ممکن است ترکهای ناگهانی و مغشوش پیشاپیش حرکت تیغه اهر بوجود آید. در چنین مواقع باید اهر کردن را متوقف نمود. درزهای اهر شده باید با پاشیدن آب تحت فشار زیاد، کاملاً از ذرات اهر شده خالی و تمیز شوند. این عمل علاوه بر اینکه از پاك کردن بعدی (درز کهنه) که معمولاً مزاحم و پرخرج است جلوگیری مینماید باعث چسبندگی بیشتر بین مواد پرکننده درز و مصالح بتنی میگردد.

۸-۱۲ تراکم و تسطیح نهائی

الف - تربیت کار - پس از نصب آرماتور و ریختن بتن تسطیح نهائی کار در مراحل زیر صورت میگیرد:

مرتعش کردن و صاف کردن، ماله کشی و برچیدن مواد زاید، شمشه کشی بمنظور کنترل سطح، زبرساختن نهائی و بالاخره پخ نمودن لبه‌ها، معمولاً در اجرای کارهای نهائی نباید روی بتن آب ریخته شود، مگر در صورتیکه از آب پاشهای با شیارهای خیلی ریز استفاده شود و قبلاً به تصویب مهندس رسیده باشد.

ب - صاف کردن و ارتعاش بتن باید با دستگاه مخصوص صورت گیرد بنحوی که بتن سطح لازم را که در نقشه‌ها مشخص شده است حفظ نماید. تسطیح با ماشین یا با دست باید آنچنان صورت گیرد که لبه شمشه در حدود ۷ سانتیمتر از بتن بالا آمده باشد. بعد از یک مرتبه تسطیح باید تمام افتادگی‌های سطحی مجدداً پر شوند و یک بار دیگر تسطیح بعمل آید چنانچه لازم شود قسمتهای محدودی از بتن با شمشه‌های دستی تسطیح شوند این شمشه‌ها باید فلزی و صاف باشند و هیچ خمیدگی عمودی و افقی در آنها موجود نباشد. طول شمشه باید حداقل ۶ سانتیمتر از عرض دال بیشتر باشد.

در ارتعاش سطحی معمولاً از شمشه و بیره استفاده میشود که ممکن است با دست روی بتن حرکت کند و یا بر فینیش سوار باشد، دستگاه و بیره باید با حرکات توأم طولی و عرضی جلو برود بنحوی که تمام بتن در عمق متر اکم شده و در ضمن سطح جانبی با بافت یکنواختی پدید آید. مرتعش کردن با شمشه و بیره ممکن است بیش از یک دور صورت گیرد.

عمل ارتعاش نباید به قالبها، درزها و میله‌های درزها صدمه‌ای برساند و یا آنها را جابجا نماید. شمشه و بیره باید دارای دو قسمت موازی باشد که روی قسمت جلوی دستگاه و بیره سوار میشود. هر دو قسمت باید از عرض دال بیشتر بوده و برای هر $2/5$ متر طول شمشه، یک دستگاه و بیره نصب شود، عرض شمشه باید حداقل 20 سانتیمتر بوده و جلوی آن به شعاع 5 سانتیمتر رو بی‌الا خم شده باشد هر نقطه از سطح بتن باید حداقل دو بار تحت عمل شمشه و بیره قرار گیرد.

دالهای ضخیم تر از 3 سانتیمتر علاوه بر ویریه سطحی از عمق نیز باید ویریه شوند. دستگاههای ویریه عمقی نباید به قالبها، درزها و میله‌های درز، تماس حاصل نموده یا آنها را جابجا نماید.

ج - پس از تسطیح بشرح فوق و اتمام کار درزها ولی قبل از خشک شدن بتن سطح آنرا باید با وسائل ماشینی یا دستی ماله کشی نمود.

ماله‌های دستی باید حداقل $3/5$ متر طول و 10 سانتیمتر عرض داشته باشند. ماله بایستی در ضمن سبک بودن با تیغه‌های جانبی آنچنان تقویت شده باشد که هیچ نوع خمیدگی عمودی و یا افقی در آن بوجود نیاید. ماله کشی از روی تخته‌هایی که روی قالبها و کمی بالاتر از آن قرار دارد انجام میشود، تخته‌ها بر اثر وزن کارگران نباید با بتن پائین تماس حاصل نمایند. ماله کشی باید با حرکت‌های اریز و عمود در جهت طول صورت گیرد و سرعت پیشرفت بنحوی باشد که هر دفعه نصف عرض ماله روی سطح ماله خورده قبلی حرکت کند.

ماله‌های ماشینی باید کاملاً بدون عیب بوده و به تصویب مهندس برسند. ماله ماشینی باید دقیقاً تنظیم شود که تمام شیبهای لازمه را از بتن بوجود آورد. در موقع ماله کشی ماشینی همواره باید مقدار کمی ملات جلوی آن موجود باشد. سرعت حرکت ماله باید بنحوی باشد که هر قسمت حداقل دو بار ماله کشی شود ولی هیچوقت روی نقطه‌ای توقف زیاد نداشته باشد.

چنانچه لازم شود میتوان عملیات ماله کشی فوق را با ماله‌ای دسته دار که از بیرون دال با آنها کار میکنند تکمیل نمود، ماله‌های دستی باید $1/5$ متر طول و 10 سانتیمتر عرض داشته باشند و بوسیله این ماله‌ها فقط میتوان کناره‌هایی از دال را در جاهائیکه درست ماله نشده است ترمیم نمود و نباید بجای وسائل مذکور قبلی از آنها استفاده کرد. چنانچه شیب بندی عرضی طوری باشد که در وسط دال بتن خط الراس (گرده‌ماهی) وجود داشته باشد با این نوع ماله میتوان دال را تسطیح نمود. استفاده از ماله باید با دقت صورت گیرد که خط الراس از بین نرود.

د - شمشه کشی و امتحان سطح و برطرف نمودن عیوب سطحی: بعد از ماله کشی



و دفع آبهای زائد مادامیکه بتن هنوز حالت خمیری دارد، سطح آن باید با شمشه ۰ متری آزمایش شود. شمشه‌هایی که برای این منظور بکار می‌رود باید کاملاً مستقیم بوده و دارای دسته‌هایی باشند که یک متر از نصف عرض دال طویل تر باشند، شمشه را باید بموازات خط وسط بتن قرارداد و تمام عرض دال را آزمایش نمود، حرکت در جهت طول باید هر دفعه ۲/۵ متر باشد، هر قسمت فرورفته باید سریعاً با بتن تازه پر شود و ماله کشی گردد. جاهایی که برآمدگی دارند باید بلافاصله تراشیده شوند و مجدداً ماله کشی گردند.

باید توجه شود که در محل درزها در ابتدا عمود بر درز، نصف طول شمشه روی هر دال دو طرف درز قرار بگیرد و بتن دو طرف درز کاملاً هم تراز و هم سطح باشند و موجی وجود نداشته باشد، کنترل سطح بتن باید بطور مداوم بوده و مادامیکه بتن سخت نشده است تمام عیوب سطحی بر طرف شده باشد.

۵- زبر ساختن نهائی - سطح نهائی بتن باید با جاروب های مخصوص یا باگونی زبر شود.

زبر نمودن با جاروب - زبر نمودن بتن موقعی صورت می‌گیرد که آب سطحی آن تقریباً خشک شده باشد جاروب کشی از وسط به کنارها عمود بر محور صورت می‌گیرد و باید با ملایمت و آرامی انجام شود، مسیرهای جاروب باید کمی روی هم قرار گیرند، جاروب کشی باید با مهارت صورت گیرد که شیارهای جارو یکنواخت به چشم خورد عمق شیارها نباید حداکثر از ۱/۵ میلیمتر تجاوز کند، جاروب کشی باید قبل از اینکه سطح بتن آنچنان خشک شده باشد که در اثر حرکت جارو آسیب به بیند با تمام برسد. سطح تمام شده نباید بر اثر جاروب کشی آبله‌گون شود. جاروب‌هایی که برای اینکار انتخاب میشوند باید محکم و یا دوام بوده و آنچنان باشند که تمام شرائط فوق باسانی حاصل شود. جاروب‌ها باید زود بسزود تعویض شوند.

زبر نمودن باگونی - زبر نمودن باگونی نیز پس از آزمایش سطح بتن و بمجردی که آب آن شروع به خشک شدن نمود صورت می‌گیرد، گونی که برای اینکار استعمال میشود باید دولایه بوده و ۲ سانتیمتر عرض داشته باشد طول آن باید حداقل یک متر از عرض دال بیشتر باشد حرکت گونی روی بتن با حرکات کوچک رفت و آمدی و حرکت کلی سریع در جهت طول باند بعمل می‌آید.

گونی‌ها باید زود بسزود عوض شوند.

د- پخ نمودن لبه درزها و دال - پس از اتمام عملیات فوق، درزها و لبه بتن با ماله‌های دایره‌ای مخصوصی به شعاع نشان داده شده در نقشه‌ها پخ میشود تمام لبه‌های دالها، درزهای طولی و عرضی اعم از انقباض، انقباض و ساخت، درزهائی که ممکن است اجباراً پیش آمده باشند باید پخ شوند.



در این مرحله از کار که هنوز فرصت باقی است یکبار دیگر بتن دو طرف درز بایسد با شمشه آزمایش شود تا اطمینان حاصل شود هر دو طرف در یک تراز و کاملاً صاف وبدون موج است .

۸- ۱۳ آزمایش های سطحی

بمجرد اینکه بتن خود را گرفت سطح آن باید با یک شمشه ۰ متری آزمایش شود . و تمام مناطقی که بالا تر از سایر جاها هستند باید سریعاً با ماشین های مخصوص سائیده شوند تا در آزمایش با شمشه ۰ متری بیش از ۰ میلیمتر اختلاف ارتفاع نشان ندهند چنانچه اختلاف بیش از ۰ میلیمتر بوده و امکان اصلاح آن موجود نباشد تمام دال باید تخریب شود و مجدداً اجرا شود . چنانچه تخریب قسمتی از دال ضرورت پیدا کند باید حداقل طول تخریب سه متر و عرض آن باندازه عرض دال باشد و اگر حاشیه محل خراب شده کمتر از ۳ متر از نزدیکترین درز فاصله داشته باشد تمام دال تا درز باید تخریب شود .

۸- ۱۴ مواظبت و عمل آوردن بتن

عمل آوردن و مواظبت بتن از عوامل مهم در اجرای رویه های بتنی است . پس از تسطیح و تنظیم سطح بتن رویه بلافاصله دوره عمل آوردن و مواظبت پیش میآید و بتن باید از آفتاب ، باد ، سرما ، آبهای جاری و نازل و تبخیر سریع و گرد و غبار مواظبت گردد .

در این دوره شرایط رطوبت و حرارت بتن باید بطور مناسبی حفظ شود تا فعل و انفعالات سیمان بخوبی انجام شده و خواص مطلوبه رویه از نظر مقاومت ، سختی سطح ، دوام و سایش تأمین گردد . صرفنظر از دقتی که باید در اختلاط و ریختن و تسطیح و تنظیم بتن بعمل آید ، مرحله عمل آوردن و مواظبت بتن آنقدر مهم است که بدون اجرای کامل آن ، رویه بتنی خواص مورد نظر را بدست نخواهد آورد ، تأخیر در مواظبت بتن ، مخصوصاً در هوای گرم و یا در موقع وزش باد ، ممکن است باعث بروز ترکهای سطحی گردد و عدم مواظبت مستمر برای مدت لازم باعث کم شدن دوام سطح بتنی میگردد .

مواظبت از بتن باید تا بیش از ۷۲ ساعت بعد از بتن ریزی و تا موقعی که بتن مقاومت مورد نظر را بدست آورد ادامه یابد، مواظبت از بتن ممکن است بدو طریق انجام گیرد مواظبت دو دوره ای و مواظبت یک دوره ای . در مواظبت پرورش دو دوره ای که گاهی روشن تر نیز نامیده میشود سعی میگردد رطوبت از دست رفته بتن با آب دادن مداوم ترمیم گردد .



در حفاظت دو دوره‌ای، در دوره مواظبت اولیه سطح بتن با گونی یا تشک های پنبه‌ای و یا با کاغذ و غیره پوشانده میشود و این عمل بعد از تسطیح نهائی و بلافاصله پس از اینکه سطح بتن بتواند پوشش را بدون صدمه دیدن تحمل نماید، انجام میگردد.

آب پاشی بر روی ورقهای پوشش باید با دقت و بصورت ملایم انجام گیرد بنحوی که برخورد آب، سطح بتن تازه را که در زیر پوشش قرار دارد صدمه نزند.

این مرحله مواظبت تا حدود ۱۲ تا ۱۴ ساعت بعد از بتن ریزی ادامه مییابد سپس مرحله دوام مواظبت شروع میگردد در این مرحله ممکن است پوشش باگونی یا تشک های مرطوب ادامه یابد یا اینکه بجای آنها از کاه و یا خاکی مرطوب استفاده گردد و یا گاهی بدون استعمال پوشش، به آب پاشی مداوم اکتفاء گردد.

در روش مواظبت با آب بندی که یک دوره‌ای است معمولا از کاغذ عایق رطوبت مخصوص و یا ورقهای نایلون استفاده میگردد، و یا غشائی از رنگ عایق رطوبت روی بتن پاشیده میشود، در استفاده از این روش باید مطمئن گردید که ورقهای عایق بخوبی عمل خود را انجام میدهند و عاری از هرگونه منفذ برای فرار رطوبت میباشند.

ورقهای عایق بلافاصله پس از اینکه سطح بتن توانست آنها را تحمل نماید، روی بتن پهن میشوند، گاهی لازم میگردد قبل از قرار دادن ورق، سطح بتن بطور ملایم آبیاشی گردد. ابعاد ورقهاییکه برای این منظور ساخته میشوند متناسب با ابعاد سطوح بتن ریزی است، انتهای ورقها روی یکدیگر قرار میگیرد و با آویزان کردن وزنه به آنها در جای خود ثابت میشوند بنحوی که وزش باد آنها را جا بجا ننماید.

جدارهای قائم انتهای سطوح بتن تازه نیز باید با دقت پوشانده شود.

باید لبه ورق سطح بتن، در انتها روی جدار قائم برگردانده شود و یا اینکه با پهن کردن نوارهای اضافی از ورق عایق این قسمت محافظت گردد.

ورقهای پاره و یا سوراخ شده نباید بکار رود زیرا عمل جلوگیری از تبخیر رطوبت را کاملا انجام نخواهد داد همچنین حرکت کارگران بر روی ورقهای حفاظ مجاز نمیشود بکار بردن ورقهای برنگ سفید بر ورقهای قهوه‌ای رنگ برتری دارد زیرا آنها نور آفتاب را منعکس مینمایند و تفاوت درجه حرارت شبانه روزی در سطح بتن و همچنین تفاوت حرارت در سطح و عمق بتن کمتر خواهد بود. استفاده از ورقهای عایق نایلونی مخصوص و یا از غشاء رنگهای عایق رطوبت، طبق روشهای متداول مجاز خواهد بود در هر حال باید مشخصات کارخانه سازنده با دقت مراعات گردد.



غشاء عایق رطوبت باید بلافاصله پس از اینکه سطح بتن آماده برای دریافت آن شد پاشیده شود و باید دقت گردد روی بتنی که هنوز آب آزاد بر سطح آن وجود دارد، پاشیده نشود.

پاشیدن این غشاء عایق باید بوسائل مکانیکی بعمل آید و لوله‌ای که عمل پاشیدن را انجام میدهد باید دارای دیواره حافظ در مقابل باد باشد تا وزش باد یکنواختی پاشیدن مایع را مختل ننماید، پاشیدن دستی فقط در سطوح نا منظم و محدود مجاز میباشد. اگر اهره کردن درزهای بتنی صدمه به این غشاء عایق وارد نماید و یا اینکه قبل از اینکه مایع عایق، خود را بگیرد بارندگی اتفاق افتد، باید قسمتهای صدمه دیده را ترمیم نمود.

اگر اهره کردن درزهای سطحی طولی معمولاً مدتی پس از اینکه غشاء خود را گرفت بعمل می آید ولی باز باید سطح داخل درز نیز محافظت و عمل آورده شود. در اینصورت از بکار بردن خاك و گاه در این درزها باید خودداری شود و بهترست از نوار گونی و یا طناب و الیاف مخصوص استفاده گردد تا بتوان آنها را بعداً باسانی از درز خارج نمود و جایش را با مصالح پرکننده درز پر کرد.

قبل از ۱۴ روز هیچگونه وسیله نقلیه تحت هیچ شرطی نباید از روی بتن عبور نماید.

۸-۱۵ بتن ریزی در هوای سرد

بطور کلی در صورت استفاده از سیمان پرتلند معمولی، وقتی که ^{تا}چهل و هشت ساعت بعد از بتن ریزی خطر نزول درجه حرارت محیط به پائین تر از صفر درجه سانتیگراد وجود دارد بتن ریزی را باید متوقف نمود.

عملاً چنانچه درجه حرارت ثبت شده در ساعت ۹ صبح از پنج درجه سانتیگراد کمتر شود احتمال یخ زدگی در ساعات سرد موجود است.

در صورتیکه از سیمانهای پوزولان دار و یا سیمانهای حاوی تفراله کوره‌های آهن - گدازی استفاده شود دمای حداقل نامبرده در فوق، باید ۵ درجه سانتیگراد بالاتر در نظر گرفته شود.

در صورت لزوم با انجام اقدامات احتیاطی میتوان در دمای پائین تر از درجات فوق نیز بتن ریزی را ادامه داد. ولی راه حل مورد نظر باید کاملاً مطالعه شده بوده و مؤثر بودن آن عملاً تحت آزمایش قرار گرفته باشد و روش این عمل نیز مورد تأیید مهندس قرار گیرد. بعضی از اقداماتی که اجازه میدهد در درجات حرارت پائین بتن ریزی ادامه یابد

بشرح زیر است:

- گرم کردن مصالح سنگی



- مصرف سیمان حرارت زا و زود گیر
 - بکار بردن حداقل آب و گرم کردن آن تا حدود ۷۰ درجه سانتیگراد
 - حفاظت مخلوط کن از سرما
 - احتراز از حمل طولانی بتن
 - حفاظت سطوح برهنه بتن بلافاصله پس از بتن ریزی
- علیرغم تمام احتیاطات فوق الذکر بتن ریزی در هوایی که خطر نزول درجه حرارت تا (۳ -) درجه تا بیست و چهار ساعت پس از بتن ریزی وجود داشته باشد مجاز نمیباشد . عمل آوردن بتن در هوای سرد باید با پوششی از کاه به ضخامت ۳ سانتیمتر یسا بیشتر صورت گیرد که حداقل ۱ روز در محل باقی بماند . پوشش کاه معمولا روی ورقهائی که قبلا روی بتن پهن شده قرار میگیرد .

۸-۱۶ بتن ریزی در هوای گرم و بتن ریزی در معرض باد

- در هوای گرم و یادر معرض باد باید از تبخیر سریع آب بتن جلوگیری نمود . این اقدامات باید در تمام مراحل حمل و جا دادن و گرفتن و سخت شدن بتن بعمل آید . بعضی از این اقدامات بطور کلی بشرح زیر میباشد :
- متوقف کردن بتن ریزی در ساعات گرم روز و انجام بتن ریزی در مدت شب .
- بکار بردن آب سرد و احتمالا آب یخ (باید توجه داشت که هرگز قطعات یخ در مخلوط کن داخل نشود)
- حفاظت مصالح سنگی از تابش آفتاب
- احتراز از ساختن بتن های خیلی خشک
- پوشاندن بتن در موقع حمل
- جا دادن سریع بتن در کوتاهترین مدت پس از اختلاط
- حفاظت بتن بوسایل متناسب
- قرار دادن سطوحی بارتفاع مناسب در مقابل وزش باد برای حفاظت و جلوگیری از تبخیر سطحی سریع .

۸-۱۷ باز کردن قالب

قالبهای جانبی بتن نباید قبل از ۱۲ ساعت باز شوند . قالبها باید با دقت و آرامش ، طوری باز شوند که هیچگونه صدمه‌ای به دالهای بتنی وارد نگردد . پس از برداشتن قالبها مقاطع جانبی نمایان شده باید فاقد خلل و فرج و قسمتهای کرمو باشند و چنانچه وسعت ناحیه کرمو قابل توجه باشد بتن معیوب تشخیص داده شده و باید در سطحی که طول آن بموازات سطح جانبی قسمت کرمو و بفاصله حداقل سه متر و یا بعرض دال باشد برداشته



و مجدداً ساخته شود و چنانچه عرض یا طول قسمت باقیمانده از دال کمتر از ۳ متر تا درز باشد آن قسمت نیز باید برجیده شود .

۸ - ۱۸ رواداری در ضخامت و استقامت سطح رویه

پستی و بلندی‌های سطح رویه نباید از ۳ میلیمتر در ۳ متر در جهت طولی باند تجاوز نماید و در صورتیکه در هر ۳۰ متر طول باند یک گمانه زده شود ضخامت بدست آمده با ضخامت معینه نباید بیش از نیم سانتیمتر اختلاف داشته باشد .

۸ - ۱۹ پر کردن درزها بامواد پرکننده و آب بند

بلافاصله بعد از مراحل عمل آوردن و نگاهداری بتن درزهای بتن رویه با مصالح پرکننده مخصوص که در پروژه مشخص شده است پر میشود، این مواد پرکننده ممکن است از نوع سرد و یا گرم باشند .

در هر حالت ، قبل از پر کردن درز باید داخل درز با دقت تمام از گردو خاک ، مصالح باقیمانده از ااره کردن و یا از موادی که بصورت رنگ عایق در موقع حفاظت بتن بکار رفته‌اند کاملاً پاک شود تا مواد پرکننده با جدار بتنی چسبندگی کافی بدست آورند . تمیز کردن با چنگک های فلزی ، وسائل مکانیکی با کابل های متحرک که بصورت برس عمل مینماید و یا با هوای فشرده بعمل میآید و در حالات استثنائی برای برطرف نمودن رنگهای عایق از دستگاه پاشیدن سمباده تحت فشار میتوان استفاده نمود . وقتیکه مصالح پرکننده از نوع گرم است باید دقت کرد که سطح های درز پرشونده عاری از آب و رطوبت باشد .

پر کردن درز باید با دقت و بنحوی انجام گیرد که مواد اضافی از درز بیرون نزنند و سعی گردد که سطح فوقانی مواد پرکننده در حدود ۳ میلیمتر پائین تر از سطح بتن ختم شود . مواد اضافی را باید فوراً پس از پر کردن درز تراشیده جمع آوری نمود بنحوی که سطح بالای رویه در حوالی درز کاملاً صاف و یکنواخت گردد . تمام ماشین آلاتی که برای پر کردن بکار میروند و تمام مواد پرکننده باید قبلاً به تصویب مهندس برسد

۸ - ۲۰ حفاظت بتن

باید به تعداد کافی نگهبان و علائم راهنمایی ویژه بکار رود که هیچ وسیله نقلیه‌ای بر روی بتن تازه عبور ننماید .

برای هر محل یا موقعیتی بایستی باقتضای همان مکان راه عبور از کنار بتن بسرای ترافیک پیش بینی شود . هر نوع صدمه‌ای که قبل از تحویل فرودگاه به بتن وارد آید باید طبق نظر مهندس تعمیر گردد و در صورت لزوم تخریب شده مجدداً ساخته شود .



۸ - ۲۱ باز کردن باندهای عبور

رویه بتنی تمام شده را وقتیکه کاملاً از مواد اضافی پاک گردید و دال بتنی قدرت مورد نظر را برای تحمل چرخ هواپیماهای مربوطه بدست آورده ، میتوان برای ترافیک باز نمود .

مقاومت بتن رویه از نمونه‌های برداشته شده و آزمایشهای مندرج در فصل چهارم بدست می‌آید .

مهندس میتواند با توجه به نتایج آزمایشهای دوره ساختمان و ارقام محاسباتی و همچنین باتوجه به شرایط محیط در ضمن ساختمان و بعد از آن ، باز کردن باندها را به مدتی که مناسب تشخیص دهد به تعویق اندازد .

در هر حال حداقل مدت بین اتمام بتن ریزی و باز کردن باندها از دو هفته کمتر نخواهد بود .

