طرح ومحاسبه واجرای رویه‌های بتنی
درفرودگاهها

سازمان برنامه
معاونت فنی ونظارت
دفتر تحقیقات واستانداردهای فنی

نشریه شماره ۴ دیماه ۱۳۵۰

فهرست مندرجات

فصل اول

کلیات

	صفحه
۱ـ۱ کاربرد	۱
۱ـ۲ تعاریف ومواد قراردادی	۱
۱ - ۲ - ۱ واژه‌های فنی	۲
۱ - ۲ - ۲ زیرسازی	۲
۱ - ۲ - ۳ بستر فرودگاه	۲
۱ - ۲ - ٤ آماده کردن بستر فرودگاه	۲
۱ - ۲ - ٥ راهسازی	۲
۱ - ۲ - ٦ قشر زیر اساس	۲
۱ - ۲ - ۷ قشر اساس	۲
۱ - ۲ - ۸ رویه بتنی	۲
۱ - ۲ - ۹ مشخصات،اصطلاحات و اسامی	۲
۱ - ۲ - ۱۰ آزمایشهای تعیین مشخصات	۳
۱ - ۲ - ۱۱ سیستم آحاد	۳
۱ - ۲ - ۱۲ مهندس	۳
۱ـ۳ روسازهای صلب یا روسازی بتنی	۳
۱ـ۴ تعیین ضخامت روسازی	٤
۱ـ٥ تعداد ونوع بارهای وارده از هواپیما	٤
۱ـ٦ ترافیك	٥
۱ـ۷ تمرکز ترافیك	٥

فصل دوم

شناسائی محلی ، مشخصات طبقه‌بندی

۲-۱ شناسائی ۷

۲-۲ اصول بررسی وشناسائی خاك ومصالح مصرفی ۸

۲ - ۲ - ۱ تعیین لایه‌ها ۸

جدول شماره ۲ (فواصل متعارف) ۹

۲ - ۲ - ۲ - ۱ نمونه گیری ۱۰

۲ - ۲ - ۲ - ۲ تهیه نیمرخهای خاك ۱۰

۲-۳ آزمایشهائی که بایدبر روی خاکهای بستر فرودگاه انجام شود ۱۱

۲ - ۳ - ۱ آماده کردن نمونه خاك

۲ - ۳ - ۲ آزمایشهای تعیین مشخصات فیزیکی نمونه های خاك ۱۱

۲ - ۳ -۲-۱ آزمایش دانه‌بندی

۲ - ۳ - ۲ - ۲ تعیین حد خمیری و حد روانی خاك ۱۲

۲ - ۳ - ۳ آزمایشهائی که ظرفیت باربری خاك راتعیین میکند ۱۲

۲ - ۳ - ۳ - ۱ ضریب عکس‌العمل یا رقم K ۱۲

۲ - ۳ - ۳ - ۲ رقم CBR خاك ۱۳

۲ - ۳ - ٤ آزمایشهای اضافی که در موارد خاص لازم میگردد ۱۳

۲-۴ طبقه‌بندی خاك ۱٤

جدول شماره ۳ (طبقه‌بندی خاکهای مختلف) ۱۵

۲ - ٤ - ۱ مشخصات عمومی هر طبقه ۱٦

۲ - ٤ - ۲ شرایط مخصوص خاکهای نرمه ۱۸

۲ - ٤ - ۳ اثر مصالح درشت دانه که بر الك نمره ۱۰ باقی میماند ۱۸

۲ - ٤ - ٤ رده‌بندی خاك بر حسب بافت ۱۹

۲-۵ طبقه‌بندی بستر ۱۹

۲ - ۵ - ۱ آشنائی ۱۹

۲ - ۵ - ۲ شرایط زهکشی ۲۰

۲ - ۵ - ۳ شرایط یخبندان ۲۰

جدول شماره ٤ (طبقه‌بندی بستر) ۲۱

فصل سوم

آماده نمودن بستر فرودگاه و انجام قشرهای روسازی

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 ۲۲
۳ - ۱ - ۳ - ۳ زهکشی توسط کانالهای سطحی ۲۳
۳ - ۱ - ۳ - ٤ زهکشی توسط لوله‌های تحت‌الارضی ۲۳
۳ - ۱ - ۳ - ٥ جلوگیری از اثرات مخرب یخبندان ۲٤
۳ - ۱ - ٤ خاکریزی ۲٤
۳ - ۱ - ٥ تسطیح و تراز سطح بستر ۲٤
۳ - ۱ - ٦ تعیین رقم K و CBR روی بستر باند ۲٤
۳-۲ اجرای قشرهای زیر اساس و اساس ۲٦
۳ - ۲ - ۱ قشر اساس اسفالتی ۲٦
۳ - ۲ - ۲ مشخصات مصالح زیر اساس غیر اسفالته ۲۷

فصل چهارم

مشخصات بتن مصرفی در رویه بتنی فرودگاهها

٤-۱ ترکیب بتن ۲۸
٤ - ۱ - ۱ سیمان ۲۸
٤ - ۱ - ۲ مصالح سنگی ۲۹
٤ - ۱ - ۲ - ۱ دانه‌های سنگی درشت (شن ، شن ریز ، نقلی) ۲۹
٤ - ۱ - ۳ آب ۳۳
٤ - ۱ - ٤ مواد معین ۳۳
٤ - ۲ نسبتهای اختلاط و آزمایشهای لازم ۳۳

فصل پنجم

طرح و محاسبه روسازی‌های بتن

٥-۱ روشهای محاسبه ۳٥
٥ - ۱ - ۱ تعیین ضخامت رو سازی بتنی برای سطوح بحرانی با استفاده ازروش (I) ۳۷
٥ - ۱ - ۲ تعیین ضخامت روسازی بتنی برای سطوح بحرانی بااستفاده از روش II ۳۷
٥ - ۱ - ۳ تعیین ابعاد روسازی بتنی برای سطوح غیر بحرانی ٤۲
٥ - ۱ - ٤ نکاتی در مورد قشر زیر اساس ٤۲
٥ - ۱ - ٥ تأثیر ضخامت قشرهای زمین طبیعی زیر اساس ٤۲
٥-۲ مثال عددی برای محاسبه‌ضخامت روسازی با استفاده از روش I ٤٤
٥-۳ مثال عددی برای تعیین ضخامت روسازی بااستفاده از روش II ٤٥

فصل ششم

آهن گذاری و آرماتوربندی

۶ - ۱ کلیات ۴۶
۶ - ۲ - نوع و فواصل آرماتورها ۴۶
۶ - ۳ مقدار آرماتور ۴۷
۶ - ٤ مثال عددی ۴۹
۶ - ۵ مقدار فولاد ۴۹

فصل هفتم

دزز بندی

۷ - ۱ کلیات ۵۰
۷ - ۲ کنترل ترک ها ۵۰
۷ـ۳ درز بندی ۵۱
۷ - ۳ - ۱ انواع درزها ۵۲
۷ - ۳ - ۱ - ۱ درزهای انبساط ۵۲
۷ - ۳ - ۱ - ۲ درزهای ساخت ۵۳
۷ - ۳ - ۱ - ۳ درزهای انقباض ۵۳
۷ - ۳ - ۲ - توسعه آتی رویه بتنی ۵٤
۷ـ۴ میله‌های مصرفی در درزهای بتن ۶۱
۷ـ۵ استفاده از میل در درزهای بتن ۶۱

فصل هشتم

مشخصات فنی و اجرائی بتن رویه

۸ - ۱ کلیات ۶۲
۸ - ۲ آماده نمودن سطح زیر بتن ۶۲
۸ - ۳ وسائل ۶۳
۸ - ٤ قالب‌بندی ۶۳
۸ - ۵ انبار کردن و توزیع مصالح ۶۵
۸ - ۶ تهیه بتن و نسبت اختلاط ۶۵
۸ - ۷ مخلوط کردن بتن ۶۷
۸ - ۸ محدودیتهای اختلاط ۶۸
۸ - ۹ استقرار بتن ۶۸

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

« طرح و محاسبه و اجرای رویه‌های بتنی در سطوح وسیع مستلزم توجه »
« و دقت کافی و بکار بردن اصول فنی ویژه است که در کشورهای دیگر »
« بصورت آئین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های فنی جوابگوی نیازمندیهای مهندسین »
« مشاور و پیمانکاران در این زمینه می باشد ـ فقدان چنین آئین نامه یـــا »
« دستورالعمل فنی درکشور ایران موجب گردید که چندی قبل از عده‌ای از »
« کارشناسان فن دعوت‌بعمل آید که‌بادفتر تحقیقات و استانداردهای‌فنی‌سازمان »
« برنامه همکاری کرده و نسبت به تدوین این دستورالعمل اقدام نمایند . »

« دستورالعمل حاضر با صرف وقـــت بسیار و با استفـــاده از تجـارب »
« 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 »
« مقرراتCorps of Engineers , A.A.S.H.O وخصوصاً از دستورالعمل فنی »
F.A.A آمریکا استفاده بسیار شده است تجربیات شخصی کارشناسان ایرانی »
« نیز مد نظر بوده و سعی‌گردیده است دستورالعملی تهیه شود که با شرائط »
« کشور ایران از نظر اجرا سازگار و عملی باشد . »

« در تدوین این دستورالعمل نه تنها مبانی و اصولی ارائه گردیده که »
« می تواند مورد عمل مهندسین مشاور و اجرا کنندگان قـــرار گیرد بلکـه »
« سعی شده است مطالب بنحوی تهیه شود کـــه مورد استفاده دانشجویان »
« رشته‌های مهندسی کشور نیز قرار گیرد و از این طریق کوششی در جهت »
« بالا بردن سطح معلومات فنی مهندسین آتیه شده و آنان را باجرای کارهای »
« صحیح واصولی سوق دهد . »

« فصول مختلف این دستورالعمل درکمسیونی مرکب از »

« آقای آرك‌مگر دیچیان	(از دانشکده صنعتی تهران) »
« آقای مهدی قالیبافیان	(از دانشکده فنی دانشگاه تهران) »
« آقای حکمت حکیمیان	(از مهندسی نیروی‌هوائی شاهنشاهی) »
« آقای عباس معصومیان	(از وزارت راه) »
« آقای رضا ایمانی‌راد	(از آزمایشگاه خاکشناسی اینترکان) »
« 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 اززحمات اعضاء کمیسیون اینك حاصل کار چندین ماهه »
« بصورت دستورالعمل‌فنی تکثیر وبنام " دستورالعمل طرح ومحاسبه واجرای »
« رویه‌های بتنـــی در فرودگاهها " در اختیار مهندسین مشاور و دستگاههای »
« اجرائی ذیربط قرار میگیرد . »

« دفتر تحقیقات و استانداردهای فنـــی »

فصل اول

کلیات

۱ـ۱ کاربرد

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 رئوس 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 نتیجه‌فرض 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[1] مورد بحث قرار نگرفته است و در صورت مطرح بودن چنین روسازی‌هائی ، 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 .

۱ـ۲ تعاریف وموارد قراردادی

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

۱ـ۲ـ۱ واژه های فنی

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

1– Chaussées en béton précontraint

– Prestressed Concrete Pavement

۱ـ۲ـ۲ زیر سازی

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

۱ـ۲ـ۳ بستر فرودگاه[1]

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

۱ـ۲ـ۴ آماده نمودن بستر

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

۱ـ۲ـ۵ روسازی

عملیات ریختن و متراکم کردن قشرهای مصالح ، مندرج در بندهای (۱ - ۲ - ۶) و (۱ - ۲ - ۷) که اصطلاحاً قشرهای زیر اساس[2] و اساس[3] نامیده شده‌اند بر روی بستر و ساختن رویه بتنی مندرج در بند (۱ - ۲ - ۸) بر روی آنها ، در این دستورالعمل روسازی[4] نامیده شده است .

۱ـ۲ـ۶ قشرزیر 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 .

۱ـ۲ـ۷ 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 خوانده‌شده است .

۱ـ۲ـ۸ رویه بتنی

سطح روئی فرودگاه که دراین دستورالعمل دال بتنی می‌باشد رویه بتنی نامیده میشود .

در شکل (۱) قشرهای روسازی نشان داده شده است .

۱ـ۲ـ۹ مشخصات اصطلاحات و اسامی و آزمایشهای مکانیك خاك

مشخصات فنی و اصطلاحاتی که در مکانیک خاك متداول بوده و کم‌و 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 خاك هر کدام تعریف مختص بخود دارد) در این دستورالعمل با واژه‌های معادلی که در ایران متداول است نام برده شده‌اند .

۱ـ۲ـ۱۰ آزمایشهای تعیین مشخصات

آزمایشهای مکانیک خاك 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 ضمائم این‌دستورالعمل نقل شده است.

۱ـ۲ـ۱۱ سیستم آحاد

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

۱ـ۲ـ۱۲ 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 نام‌برده شده است .

۱ـ۳ روسازی های صلب یا روسازی های بتنی

رویه‌های بتنی فرودگاه‌ها از بتن با سیمان پرتلند تشکیل میشود که برروی قشرهای اساس وزیر اساس ساخته شده از مخلوط دانه‌بندی شده یا انواع دیگری از آنها قرار داده میشود . قشر زیر اساس ساخته شده بنوبه خود برروی بستر یعنی برروی 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 (٤) قرار گیرد میتوان قشر زیر اساس را حذف نمود و رویه بتنی را مستقیماً برروی زمین متراکم شده قرار داد .

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

۱ ـ سطح اتکاء افزایش یافته وواکنش بار بر رویه بتنی یکنواخت تر انجام میشود .

۲ ـ اثر راندن آب [1] در زیر تقلیل مییابد .
۳ ـ اثر حاصل از تغییرات حجم [2] در زمین کاهش میپذیرد .
٤ ـ اثر یخبندان [3] بمقدار زیادی تعدیل میشود.

۱ـ۴ 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 کاملا ریاضی و طی رابطهٔ معینی محاسبه نمود ، وجود ندارد .

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

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

ب ـ 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 :

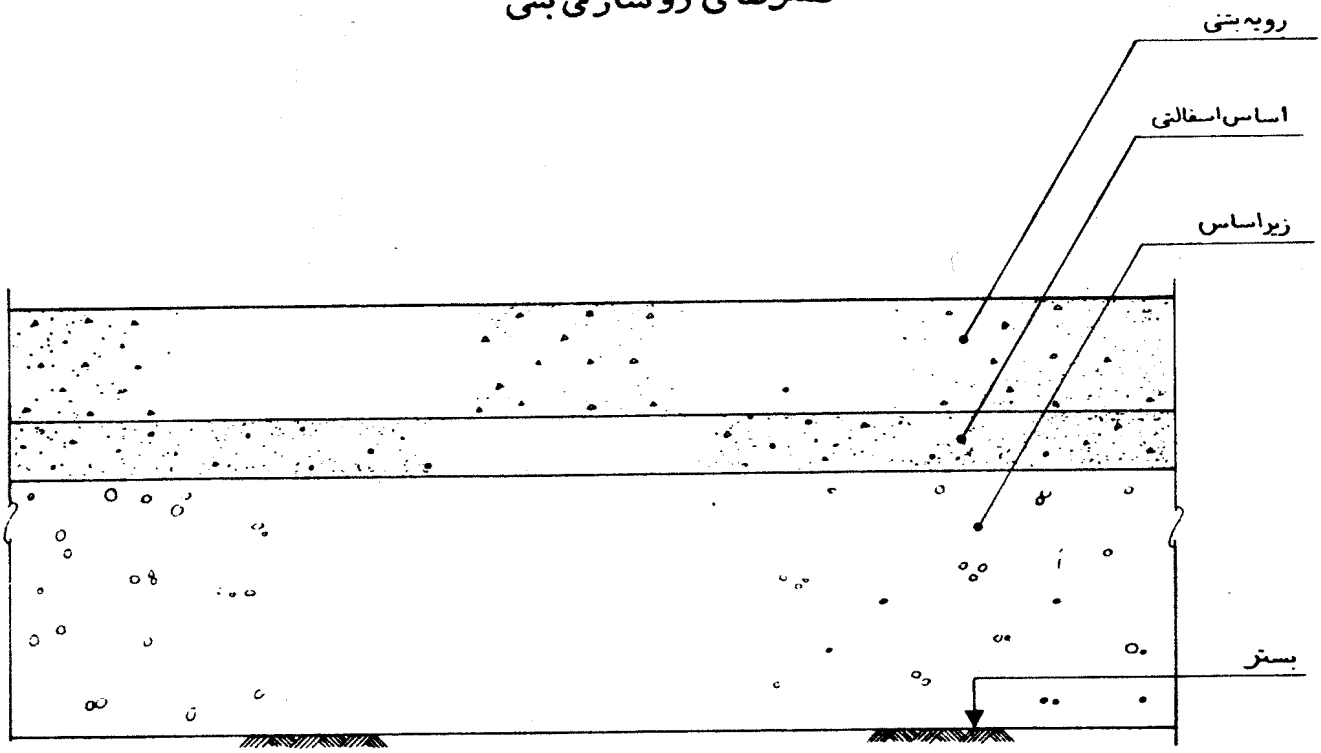
۱ـ مقدار و نوع بارهای وارد از هواپیما
۲ ـ حجم ترافیك فرودگاه
۳ـ تمرکز ترافیك در سطوح مختلف
٤ـ نوع زمین زیرین که در واقع بعنوان پی برای روسازی عمل مینماید .
٥ـ مشخصات خود بتن مانند مقاومت نهائی [4] مقاومت گسیختگی خمشی [5] ضریب ارتجاعی [6] ضریب پواسون [7] و غیره

۱ـ۵ مقدار و نوع بارهای وارد از هواپیما

عملا تمام هواپیماهای بزرگ ، بوسیله یک سیستم پاهای فرود که بصورت سه‌پایه [8] قرار گرفته‌اند روی زمین تکیه مینمایند . این سیستم سه پایه عبارتست از یک محور در دماغه

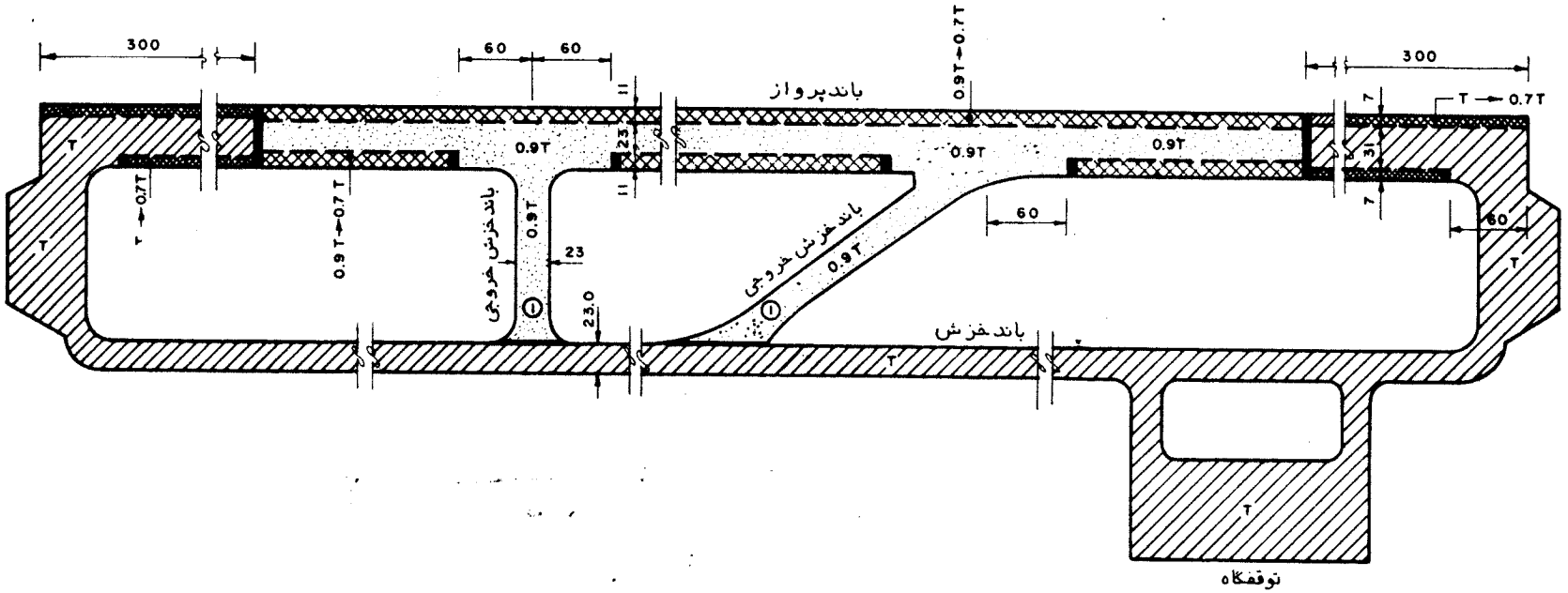
1– Pumping Action	1– Effet de Pompage
2– Volume Change	2– Variation de volume
3– Frost Action	3– Effet de gel
4– Ultimate Strength	4– Résistance ultime
5– Modulus of Rupture or Flexural Strength	5– Résistance à la flexion
6– Modulus of Elasticity	6– Module d'élasticité
7– Poisson's Ratio	7– Coefficient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

قشرهای روسازی بتنی



شکل ۱

مناطق بحرانی و غیربحرانی



منطقه بحرانی	T	ضخامت ثابت
منطقه بحرانی	T — 0.7T	ضخامت متغیر
منطقه غیر بحرانی	0.9T	ضخامت ثابت
منطقه غیر بحرانی	0.9T — 0.7T	ضخامت متغیر
اتصال دو منطقه		

توضیح :

۱- درصورتیکه ترافیک فرودگاه ایجاب نماید که هواپیماهای آماده به پرواز از مناطق ① عبور کنند ضخامت بتن باید به T افزایش یابد

۲- تمام ابعاد برحسب متر داده شده است

شکل ۲

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 ۹۵ درصد وزن هواپیما توسط چرخهای زیر بدنه و فقط ۵ 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[1] چرخهای دوبله[2] وچرخهای دوبله دوتائی[3] در جدول شماره (۱) وزن و مشخصات بعضی از هواپیماهای تجارتی و نظامی متداول امروزی داده شده است .

۱ـ۶ ترافیك

معمول است که روسازی را برای ظرفیتی نظیر بحرانی‌ترین وضع بارگذاری طرح مینمایند یعنی در ترافیك یك فرودگاه، سنگین‌ترین مؤثرترین هواپیمائی که از آن فرودگاه استفاده خواهد نمود ملاك محاسبه قرار میگیرد .

۱ـ۷ تمرکز ترافیك

رویه فرودگاه‌ها به دو منطقه تقسیم میشود . این دو منطقه بر حسب ضخامت رویه (که‌برحسب‌ترافیك موجودتعیین‌میگردد) مشخص میشوند مناطقی که‌رویه‌آنها احتیاج‌بضخامت زیاد دارد بعنوان سطوح بحرانی[4] نامیده میشود . این مناطق عبارتند از توقفگاه‌ها[5] باندخزش[6] (بجز بعضی از باندهای خزش برای خروج) و از باند پرواز مناطقی از دو انتهای باند پرواز[7]. بقیه مناطق باند پرواز سطوح غیر بحرانی[8] خوانده میشوند که بعلت بارگذاری کمتر میتوان در ضخامت رویه آنها کاهشی منظور 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 manoevres
7– Runway	7– Aires de décollage
8– Non-critical Areas	8– Aires non critiques

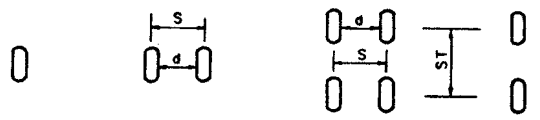
جدول شماره ۱

مشخصات بارگذاری هواپیماهای متداول

ردیف	هواپیما		وزن کل هواپیما		پایه های اصلی فرود						
	سازنده	مدل	1000 Kg.	1000 Lb.	بار روی هر پایه		وضع چرخ بندی	فشار چرخ Kg/Cm^2	سطح تماس Cm^2	فواصل چرخها Cm.	
					1000 Kg	1000 Lb.				d	S	ST
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	بیچ کرافت	D18 — C1	4	9	1 8	4	تکی	3,2	522	—	—	—
2	بوئینگ	B-707 - 420	143.2	316	65.5	144.6	دوبله دوتائی	12	1245	57.2	86.4	142,2
3		B-727-200	77.1	170	35.8	79.1	دوبله	11.6	1549	48.8	86.4	—
4		B-737-200	49	106	22	48 6	دوبله	10.1	1090	45.7	77.5	—
5		B-747	310.4	683	75.3	165.7	۲x دوبله دوتائی	14.4	1290	83.8	112	147
6	هواپیماسازی انگلستان	VC -10	141.5	312	65.3	144	دوبله دوتائی	8.6	1955	44.2	86.4	155
7	کانور	CV - 990	115.6	255	54.7	120.7	دوبله دوتائی	12.3	1290	21 7	61	118.1
8	دهاویلند	کومت C- 4	73.5	162	34.8	76.9	دوبله دوتائی	11.2	704	19.*	45.*	114.*
9	داگلاس	DC - 3	11.8	26.2	5.3	11.8	تکی	3	1613	—	—	—
10		DC - 68	48.5	107	21.8	48	دوبله	7.7	1290	49	79	—
11		DC - 8 - 63	158.7	350	73.9	163	دوبله دوتائی	14	1350	44	79.5	140
12		DC - 9 - 40	51.7	114	23.8	52,5	دوبله	11	1097	44	66	—
13		DC -10 -84	172.3	380	80.7	178	دوبله دوتائی	12.7	1613	44	116.8	140
14	مکدانل	فانتوم D	25.5	56	11.4	25	تکی	17,5	645	—	—	—
15	لاکهید	الکترا	52.5	116	24.4	54	دوبله	9.5	1175	23	51	—
16		مرکولس E	79.5	175	37.7	83	دوبله(پشت سرهم)	7	2580	—	—	152
17	فوکر	F - 27	19.7	43.5	8.9	19.6	دوبله	5.6	717	20	46 5	—
18		F - 28	25.7	56.7	11.6	25.5	دوبله	6	872	25.7	55.4	—
19	سودآویاسیون	کارآول SE - 210	43	94.8	19.3	42.8	دوبله دوتائی	7,5*	620*	22*	43*	107
20	وایکونت	وایکونت 810	32.8	72.5	14.8	32.6	دوبله	9/1	735	33	48	—

* متوسط ارقام واقعی

کروکی های وضع چرخ بندی



تکی — دوبله — دوبله دوتائی — دوبله(پشت سرهم)

فصل دوم

شناسائی محلی و مشخصات زمین و خاك فرودگاهها

۲-۱ شناسائی

شناسائی خاك بستر فرودگاه و تعیین ظرفیت باربری آن از عوامل اصلی در طرح‌فرودگاه است . خاك بستر فرودگاه و سایر خاکهائیکه در اطراف فرودگاه وجود دارند باید بررسی و طبقه‌بندی شوند . طبقه‌بندی خاك[1]، خواص کلی گروهی از خاکها را تعیین میکند که در شرایط یکسان، عکس‌العملهای مشابهی در مقابل بارگذاری از خود نشان دهند .

تعیین مشخصات خاك بستر فرودگاه از این نظر مهم است که خواص خاك 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 خاك بستر فرودگاه نا مناسبتر و قابلیت تحمل فشار آن کمتر باشد باید ضخامت روسازی بیشتری منظور نمود که تأثیر مستقیمی در هزینه اجرائی خواهد داشت .

از طرفی خاکهای نامناسب و ضعیف گاهی بطور کلی قادر بتحمل فشار وارده از هواپیماهائی که فرودگاه برای آنها طرح میشود نیستند و بدلائل اقتصادی نمیتوان با افزودن ضخامت روسازی بهدف مطلوب رسید . در چنین مواردی باید خواص خاك 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[2] یا الکترواسمز[3]، 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 خاك 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 .

۲ـ۲ اصول بررسی و شناسائی خاك ومصالح مصرفی

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

الف ـ مطالعه و بررسی و تعیین ضخامت لایه های مختلف و شکل قرارگرفتن و ترتیب و توالی آنها نسبت بسطح نهائی بستر از طریق نمونه‌گیری از لایه های مختلف خاك و تهیه نیمرخهای زمین .

ب ـ انجام آزمایشهای لازم برای ارزیابی مشخصات فیزیکی خاك از نظر پایداری[1] و ظرفیت باربری[2].

ج ـ 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 .

۲ـ۲ـ۱ تعیین لایه‌ها و ترتیب قرارگرفتن طبقات خاك ـ فواصل وعمق‌گمانه‌ها[3]

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

الف ـ جمع‌آوری و مطالعه کلیه اطلاعات و نقشه های موجود مانند نقشه های توپوگرافی زمین ـ عکسهای هوائی ـ نقشه های زمین‌شناسی و حتی اطلاعات‌خاکشناسی کشاورزی و مبارزه با نباتات مزاحم و بررسی هرگونه اطلاعات و سوابقی در موردخاکشناسی و شرائط و سطح آبهای زیرزمینی .

بـ حفر گمانه‌ها بوسایل دستی یا مکانیکی بمنظور شناسائی لایه های مختلف خاك و تعیین ضخامت هر لایه و سطح آب زیر زمینی، تعیین موقعیت و ضخامت‌خاکهای نامناسب مانند خاکهای لجنی[4] و منطقه مردابی[5] و غیره .

1– Stability	1– Stabilité
2– Bearing capacity	2– Capacité portante
3– Borings	3– Sondages
4– Muck	4– Vase
5– Peat	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 ، نمی‌توان ارقام قاطعی برای فاصله گمانه‌ها تعیین نمود . جدول راهنمای شماره (۲) مشخصات متعارف گمانه‌ها را نشان میدهد .

جدول شماره (۲) فواصل متعارف گمانه‌ها

محل	طرز توزیع گمانه‌ها	حداقل عمق گمانه
باند پرواز و باند خـــزش	بفواصل ۵۰ متر از یکدیگر	اگر خاکریزاست تا سه متر از سطح زمین‌طبیعی اولیه . اگرخاکبرداری است تا سه‌متراز سطح نهائی خاکبرداری شده
سایر نقاط فرودگاه که روسازی‌میشوند	یک‌گمانه برای هر یکهزارمتر مربع‌مساحت	در خاکریزتا سه متر از سطح زمین طبیعی‌اولیه و در خاکبرداری تا سه متر از سطح نهائی خاکبرداری‌شده.
درمنابع قرضـــــه	تعداد لازم گمانه تا وضع‌مصالح منبع قرضه را روشن‌نماید .	تا عمقی که برای برداشتن مصالح قرضه پیش‌بینی میشود .

موقعیت ، تعداد و عمق گمانه‌ها باید طوری انتخاب شود که بتوان تمام تغییرات مهم لایه‌های خاك را مشخص نمود و بر روی نقشه آورد . در محلهائی که سوابق گذشته نشان داده است که احتمال بروز نشست‌ها[1] و ناپایداری‌هائی وجود دارد و یا بنظر مهندس تعداد بیشتری گمانه برای شناسائی دقیق و پی‌بردن به تغییرات لایه‌های خاك لازم باشد و یا اعماق بیشتری از خاك باید مورد شناسائی قرار گیرد ، گمانه‌های اضافی و یا گمانه‌های عمیقتر باید در نقاط مورد نظر زده شود و برعکس چنانچه شرایط یکنواختی در خاك و یا در لایه‌های مختلف مشاهده گردد و بنا به نظر مهندس ، نمونه‌گیری و شناسائی با تعداد کمتر و یاعمقهای کمتری از گمانه میسر باشد میتوان در فواصل و عمقهای ذکر شده در جدول بالا تعدیل‌لازم را بعمل آورد .

1- Settlements

1- Tassements

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

۲-۲-۲ نمونه‌گیری از لایه‌های مختلف خاك و تهیه نیمرخهای خاك

۲-۲-۲-۱ نمونه‌گیری[1]

نمونه‌های معرف[2] برای انجام آزمایشات لازم از لایه‌های خاك 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 خاك زیاد باشد در عمق‌های ثابت و از هر یکمتر عمق نیز نمونه‌گیری انجام شود .

از مصالح شن و ماسه فقط نمونه‌های دست‌خورده[3] ولی از خاکهای نرمه مثل انواع رسها و لای نمونه‌های دست‌خورده و دست نخورده[4] 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 ۳۰ میلیمتر ببالاگرفت و البته هر قدر قطر سطح مقطع نمونه‌گیر بزرگتر باشد نمونه بدست آمده است هر نمونه دست خورده باید حدود ۱۵ کیلوگرم وزن داشته باشد .

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

۲-۲-۲-۲ تهیه نیمرخهای خاك 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 ـ رقوم گمانه باید از مبنای ثابتی معین شده و یادداشت گردد ـ اگر گمانه به آب زیرزمینی برخورد کرده است عمق سطح آب در اولین بر خورد و عمق آن ۲۴ ساعت پس از اتمام گمانه زنی باید معین شود .

1- Sampling	1- Prélevement
2- Representative Sample	2- Echantillons representatifs
3- Disturbed Samples	3- Prelevements remanies
4- Undisturbed Samples	4- Prelevements non remanies

در نیمرخ قائم ترسیم شده ، وضع لایه‌ها و ضخامت آنها با مقیاس مناسبی باید نشان داده شود ـ توصیف نظری از نوع هر لایه خاك ، بافت [1] آن ، وجود مواد آلی ، رنگ ، وضع رطوبت [2] میزان چسبندگی [3] ذرات بیکدیگر 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 خاك با توجه بطرح هندسی فرودگاه ترسیم گردد .

اگر طرح هندسی قسمتهای اصلی فرودگاه روشن شده باشد نقشه نیمرخ خاك 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 ـ در قسمت پائین نقشه ، شیب زمین طبیعی و حدود و موقعیت لایه‌های خاك ، سطح آب زیر زمینی ، مکان و وسعت مصالح مناسب و یا نا مناسب و اطلاعات بدست آمده دیگر مشخص میگردد .

۲ـ۳ آزمایشهائی که باید بر روی خاکهای بستر فرودگاه انجام شود

بمنظور تعیین مشخصات فیزیکی و مکانیکی و ظرفیت باربری خاك بستر ، باید آزمایشهائی چه بر روی نمونه‌هائیکه از گمانه‌های بدست آمده است و چه مستقیماً در محل و بر روی خاك طبیعی انجام گیرد .

آزمایشهائی که باید انجام شود به سه گروه تقسیم شده‌اند :

الف ـ آزمایشهائی که خواص فیزیکی انواع خاك را مشخص میکند .

ب ـ آزمایشهائی که ظرفیت باربری خاك را مشخص مینماید .

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

۲ـ۳ـ۱ آماده کردن نمونه خاك

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

۲ـ۳ـ۲ آزمایشهای تعیین مشخصات فیزیکی نمونه‌های خاك

۲ـ۳ـ۲ـ۱ آزمایش دانه بندی

این قسمت شامل دو آزمایش « الک »[4] و « سقوط درمحلول »[5] میباشد که نتیجه

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

1- Texture
2- Humidite
3- Cohesion
4- Analyse par tamisage
5- Essai de sedimentation

هر دو آزمایش باید بر روی یک منحنی ترسیم گردد ـ این آزمایش وضع توزیع ذرات خاك 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 ایـــن قطعات قبلا جدا شده و جزء آزمایش الک منظور نشوند .

۲ـ۳ـ۲ـ۲ تعیین حد خمیری[1] و حد روانی[2] خاك

حد خمیری و حد روانی خاك طبق روش مندرج در ضمیمه شماره (۳) تعیین میگردد و از آندو اندیس خمیری [3] نتیجه گیری میشود .

آزمایش تراکم [4]

منظور از آزمایش تراکم در آزمایشگاه ، بدست آوردن رابطه بین چگالی خشك[5] و مقدار رطوبت نسبی یک نمونه خاك میباشد که در قالبی بابعاد مشخص و با وزنه‌ای معین و به ترتیبی خاص کوبیده میشود .

یکی از عوامل مؤثر در تأمین حداکثر چگالی آزمایشگاهی میزان رطوبت خـــاك میباشد . رطوبتی که حداکثر چگالی را بوجود آورد بنام درصد رطوبت اپتیمم [6] نامیـــده میشـــود .

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

آزمایش تراکم مطابق روش توصیه شده در ضمیمه شماره (٤) انجام میشود .

۲ـ۳ـ۳ آزمایشهائی که ظرفیت باربری خاك راتعیین مینمایند

۲ـ۳ـ۳ـ۱ ضریب‌عکس‌العمل با رقم K

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

ضریب عکس العمل و یا رقم K معیاری است برای تعیین عکس‌العمل خاك در مقابل بارهای وارد و آنرا بوسیله آزمایش صفحه (٥) تعیین مینمایند .

1- Plastic limit	1- Limite de plasticite
2 Liquid limit	2- Limite de liquidità
3- Plastic index	3- Indice de plasticite
4- Compaction	4- Compactage
5- Dry Density	5- Densite seche
6- Optimum Moisture content	6- Toneur en eau optimum

برحسب 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 خواهدبود ومعمول است که آنرا بر حسب پاوند بر اینچ مکعب مشخص مینمایند .

آزمایش صفحه را میتوان بر روی بستر ، قشر زیر اساس ـ قشر اساس و حتی درصورت لزوم روی بتن انجام داد .

جزئیات آزمایش صفحه در ضمیمه شماره (٥) داده شده است .

۲ـ۳ـ۳ـ۲ رقم CBR[1] خاك

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

بدینطریق 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 لایه‌های زیر اساس ، در محل و یا در شرایط نظیر در آزمایشگاه انجام داد .

روش این آزمایش در ضمیمه شماره (٦) ذکر شده است .

۲ـ۳ـ۴ آزمایشهای اضافی که در موارد خاص لازم میگردد

در موارد خاصی ممکن است خاك دارای وضع و خواص ویژه‌ای باشد که آزمایشهای متعارف ذکر شده برای شناختن رفتار و خواص آن و اتخاذ تصمیم در مورد طرز تحکیم و تثبیت خاك وطرح روسازی کافی نباشد . مثلا در مورد خاکهای حساس[2] و یا خاکهائی 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 ـ آزمایش تحکیم[3]

ب ـ تعیین زاویه اصطکاك داخلی[4] و چسبندگی[5] با آزمایش سه محوری[6] یا آزمایشهای مناسب دیگر .

ج ـ تعیین ضریب انبساط[7]

د ـ تعیین حساسیت[8] خاك

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

1- Indice portant californien
2- Sensible
3- Essai de consolidation
4- Angle de frottenent Interne
5- Cohesion
6- Essai triaxial
7- Coeffitieut de dilatation
8- Sensibilite

آزمایشهای فوق را میتوان مطابق یکی از استانداردهای معروف و قابل قبول انجـام داد .

۲ـ۴ طبقه بندی خاك[1]

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

در این طبقه‌بندی خاکها به سیزده طبقه تقسیم‌شده اند که هر طبقه با حرف E وشماره آن طبقه معرفی میگردد . خاکهای آخرین طبقه یعنی E-13 که شامل خاکهای لجنی [2] و خاکهای مردابی [3] است قابل قبول و قابل مصرف در عملیات خاکی فرودگاه نمیباشـــــد و بقیه دوازده طبقه خاك 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 خاك بدو گروه کلی « دانه دانه » [4] و نرمه [5] تقسیم میشوند .

خاکهای دانه دانه که شامل شن و ماسه و مخلوط هائی از شن و ماسه با مقداری رس [6] و لای [7] میباشند 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 تفکیك کلی به دو گروه دانه دانه و نرمه روی آن قسمت از نمونه که ازالك نمره ۱۰ آمریکائی عبور میکند صورت میگیرد ـ انواع خاکهای نرمه و ماسه های ریز تر از الك نمره ۱۰ حساسیت زیادی در مقابل رطوبت و عوامل جوی از خود نشان میدهند بـه این علت مطالعه تفکیکی مصالح به دانه دانه و نرمه روی ذراتی که از الك شماره ۱۰ عبور می‌کنند بعمل میآید .

وجه تمایزبین دو گروه خاکهای « دانه دانه » و « نرمه » مقدار درصد مجموع لای و رس در مصالح گذشته از الك نمره ۱۰ میباشد و اگر مجموع رس و لای در نمونه خاکـی کمتر از ۳۵ درصد و زنی باشد خاك جزو گروه دانه دانه و چنانچه بیش از ۳۵ درصـــد باشد جزو گروه نرمه منظور میشود .

1- Soil Classification	1- Classification des sols
2- Muck	2- Vase
3- Peat	3- Tourbe
4- Granular	4- Sols grenus
5- Fine Grained	5- Sols Fins
6- Clay	6- Argile
7- Silt	7- Limon

جدول شماره (۳) ــ طبقه بندی خاکهای مختلف

طبقه خاك		آزمایش دانه بندی				حد اندیس روانی خمیری
		مقدار خاکی که از الك شماره ۱۰ عبور میکند				
		مقدار خاکی که روی الك شماره ۱۰ باقی میماند	ماسه درشت که از الك شماره ۱۰ عبور کرده وروی الك شماره ۴۰ باقی میماند	ماسه ریز که از الك شماره ۴۰ عبور کرده وروی الك شماره ۲۰۰ باقی میماند	مجموع رس و لای که از الك شماره ۲۰۰ عبور میکند.	
خاك های دانه دانه	E-1	بین صفر	بیشتر از ۴۰٪	کمتر از ۶۰٪	کمتر از ۱۵٪	کمتر از ۲۵ کمتر از ۶
	E-2	تا ۴۵٪	بیشتر از ۱۵٪	کمتر از ۸۵٪	کمتر از ۲۵٪	" "
	E-3		—	—	کمتر از ۲۵٪	" "
	E-4		—	—	کمتر از ۳۵٪	کمتر از ۳۵ کمتر از ۱۰
خاك های نرمه	E-5	بین صفر تا ۵۵٪	—	—	کمتر از ۴۵٪	کمتر از ۴۰ کمتر از ۱۵
	E-6		—	—	بیشتر از ۴۵٪	" " کمتر از ۱۰
	E-7		—	—	" "	کمتر از ۵۰ ۱۰ تا ۳۰
	E-8		—	—	" "	کمتر از ۶۰ ۱۵ تا ۴۰
	E-9		—	—	" "	بیش از ۴۰ کمتر از ۳۰
	E-10		—	—	" "	کمتر از ۷۰ ۲۰ تا ۵۰
	E-11		—	—	" "	کمتر از ۸۰ بیشتر از ۳۰
	E-12		—	—	" "	بیش از ۸۰ —
	E-13	خاکهای لجنی و مردابی ــ غیرقابل مصرف در کارهای خاکی فرودگاه				

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

۲ـ۴ـ۱ مشخصات عمومی هر طبقه

طبقه E-1 : خاکهای دانه دانه منظم و پیوسته که تحت شرایط زهکش ضعیف[1] نیز پایدار بوده و معمولا « اثر عوامل یخبندان [2] و تورم در این طبقه خاك 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 این‌طبقه 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 این‌طبقه 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 کاملا منظم و پیوسته نبوده ومیتوانند بصورت ماسه ریز [3] و یا ماسه مخلوط یا رس [4] و لای [5] باشند ـ این دو طبقه بیشتر از طبقه E-2 استحکام و پایداری خود را در اثر زهکشی ضعیف و یا یخ بندان ازدست میدهند .

طبقه E-5 : کلیه خاکهائی که مقدار لای و رس انها بیشتر از ۳۵ درصد وکمتر از ٤٥ درصد باشد جزو این‌طبقه محسوب میشوند . همچنین خاکهائیکه مجموع لای ورس آنها کمتر از ۳۵ ٪ بوده ولی‌دارای اندیس خمیری [6] بین ۱۰ تا ۱۵ باشند جزو این دسته محسوب میشوند ـ این طبقه خاك بنحو قابل ملاحظه‌ای تحت‌تأثیر 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 ایندسته محسوب‌میشوند . این طبقه از خاکها ترد هستند و وقتی بحالت کاملا خشك و یا دارای رطوبت خیلی کمی باشند پایدار بوده ولی زمانیکه رطوبت بآنها اثر کند بحالت اسفنجی در آمده و استحکام و پایداری خود را از دست میدهند وبهمین دلیل متراکم کردن آنها مشکل میباشد ـ متراکم کردن این طبقه از خاکها باید باکنترل شدید میزان رطوبت توام باشد . انتقال آب از سطوح پائین بسطوح بالا توسط منافذ و قوای مویرگی [7] در این خاکها خیلی شدید است .

1- Poor Drainage	1- Mauvais drainage
2- Frost	2- Gel
3- Fine Sand	3- Sable fin
4- Clay	4- Argile
5- Silt	5- Limon
6- Plasticity Index	6- Indice de Plasticite
7- Capillary Forces	7- Forces Capillairs

خاکهای این‌طبقه تحت‌تأثیرشدیدعوامل‌یخ بندان ووا رفتگی حاصل از آن واقع میشوند.

این خاصیت در هیچ طبقه از خاکها بشدت این طبقه نمیباشد .

طبقه E-7 : این‌طبقه شامل خاکهای رس لای‌دار ، 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 ـ هر گاه خاکهای این طبقه در رطوبت مناسب کوبیده شوند کاملا متراکم شده و نسبتا محکم میشوند .

تغییرات آب باعث تغییر حجم خاك و در نتیجه تخریب و از دست رفتن استحکام میشود . قوای مویرگی در این خاکها نسبتاً زیاد ولی بالارفتن مویرگی [1] 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 [2] بیشتر میباشند که معرف و نشانه خاصیت نا مطلوب قابلیت نشست [3] بیشتر و انقباض و انبساط [4] وافت[5] زیاد و استحکام کمتر در شرایط نامساعد رطوبتی است .

طبقه E-9 : خاکهای لای رس دار شامل مواد میکائی و سایر ترکیبات شیمیائی نا مطلوب جزو این طبقه می باشند . این‌طبقه خاك خاصیت ارتجاعی وتورم 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 . این خاکها هنگامیکه خشک هستند بصورت کلوخه‌های محکمی بوده و همینکه مرطوب شوند بصورت خمیر سستی در میآیند . قابلیت تغییر حجم و خاصیت انقباض‌وانبساط زیادی داشته و اثرات یخبندان در آنها مؤثر است خاکهای این طبقه بزحمت ویا 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 رطوبت‌آنها اعمال نمود .

طبقه E-11: این خاکها نیز مانند طبقه قبلی بوده و دارای همان ویژه‌گیها میباشند تنهاحد روانی‌آنها بیشتریعنی بین ۷۰ تا ۸۰درصدبوده وضریب‌خمیری‌آنها بالاتر از ۳۰ میباشد.

طبقه E-12 : انواع خاکهائی که حد روانی آنها بدون توجه بضریب خمیری بیش از ۸۰ در صد باشد جزو این طبقه اند . این خاکها ممکن است ازانواع 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 تثبیت‌آنها بکار رود . طبقه E-15 : خاکهای لجنی وخاکهای مردابی که بوسیله آزمایشات ساده محلی حتی از رنگ و بو تشخیص داده میشوند جزو این گروه منظور میگردند ـ این خاکها در وضع و شرایط طبیعی دارای استحکام و پایداری خیلی کم و وزن واحد حجم[1] کوچک و دارای رطوبت خیلی زیادی میباشند .

۲ـ۴ـ۲ شرائط مخصوص خاکهای نرمه

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 ـ دیاتمه و یا مقدار نسبتا زیادی مواد کولوئیدی هستند ممکن است پیش‌آید . 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 خاك 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 خاك را مطابق دیاگرام شکل (۳) درطبقه پائین‌تری در نظر گرفت .

۲ـ۴ـ۳ اثر مصالح درشت دانه‌که بر الك نمره ۱۰ باقیمانده است

در طبقه‌بندی بشرح بالا مبنای کار بر روی مصالح گذشته از الک نمره ۰٫۱ قرار دارد در حالیکه مصالح درشت‌دانه‌ای که بر روی الک نمره ۰٫۱ باقی میمانند عمل عمده‌ای در تحکیم خاك دارند به این دلیل مجاز است که با توجه به مقدار مصالح باقیمانده بر الک نمره ۰٫۱ ، خاك را به یک یا دو طبقه بالاتر ارتقاء داد .

شرائط لازم برای این ارتقاء طبقه بشرح زیر میباشد :

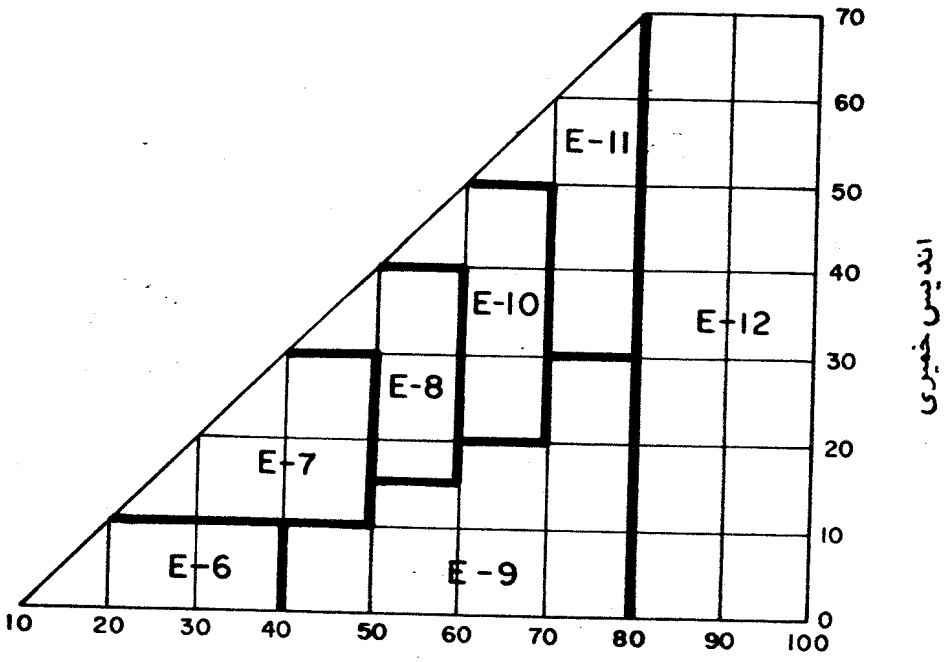
الف ـ هنگامیکه درصد مصالح باقی مانده روی الک نمره ۰٫۱ برای طبقات E-1 تا E-4 بیش از ٤٥ درصد و برای بقیه طبقات بیش از ٥٥ درصد باشد .

ب ـ مصالح درشت دانه نامبرده دارای دانه‌بندی 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 Specifique au Poids unitaire

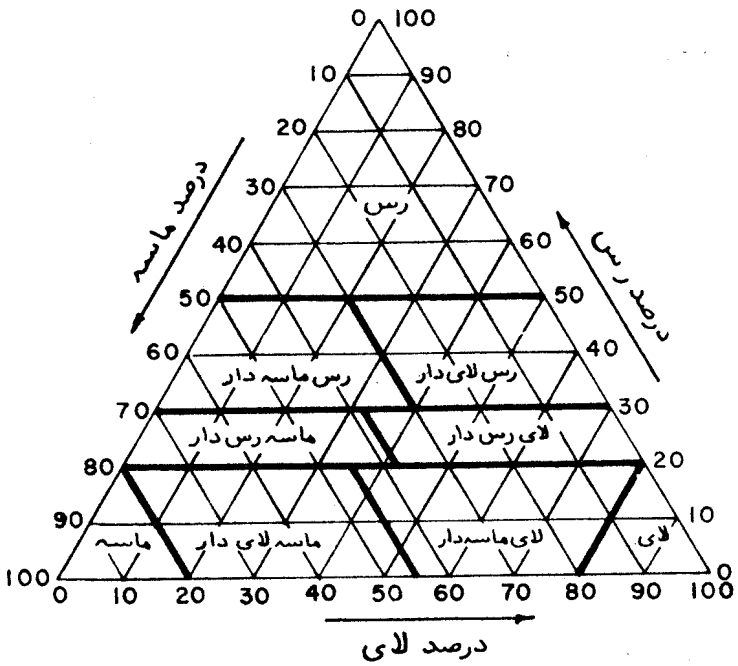
2– Coarse Materials — 2– Materiaux

طبقه‌بندی خاکهای نرمه



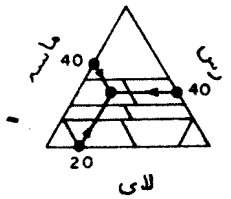
شکل ۳

طبقه بندی خاکها برحسب بافت



مثال راهنما

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



نتیجه:

خاک از نوع ماسه رس دار میباشد.

فارسی	انگلیسی	فرانسه
۱-رس	۱- CLAY	۱- ARGILE
۲-رس لای دار	۲- SILTY CLAY	۲- ARGILE SILTEUSE
۳-رس ماسه دار	۳- SANDY CLAY	۳- ARGILE SABLEUSE
٤-لای	٤- SILT	٤- SILT
۵-لای رس دار	۵- CLAY SILT	۵- SILT ARGILEUX
۶-لای ماسه دار	۶- SANDY SILT	۶- SILT SABLEUX
۷-ماسه	۷- SAND	۷- SABLE
۸-ماسه رس دار	۸- CLAY SAND	۸- SABLE ARGILEUX
۹-ماسه لای دار	۹- SILTY SAND	۹- SABLE SILTEUX

شکل ٤

۲ـ۴ـ۴ رده بندی خاك بر حسب بافت[1]

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

رده‌بندی خاك 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 (٤) 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 خاك کافیست آن قسمت از نمونه را که از الک نمره ۱۰ گذشته تفکیک کرده و درصد هر یک از اجزاء تشکیل دهندهٔ آنرا روی ضلع مربوطه مشخص نموده و از نقاط جداشده خطوطی بموازات ضلع ماقبل ، بنحوی که در مثال شکل (٤) نشان داده شده است ترمیم نمائیم . نام منطقه‌ای که نقطه تلاقی این خطوط در آن واقع میشود تعیین کنندهٔ رده خاك خواهد بود .

۲ـ۵ طبقه بندی بستر[2]

۲ـ۵ـ۱ آشنائی

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

طبقه‌بندی بستر فرودگاه علاوه بر آنکه بنوع خاك بستگی دارد در شرایط زهکشی[3] و یخبندان[4] و سایر شرایط محیط نیز در آن منعکس میشود . بعبارت دیگر در این طبقه‌بندی بسترهائی در یک طبقه قرار میگیرند که در مقابل بارهای وارده وشرائط 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 خاك به طبقه بستر مربوطه ، دو عامل اصلی درنظر گرفته میشود این دو عامل عبارتند از شرائط زهکشی طبیعی خاك و میزان تأثیر یخبندان در مصالح بستر . البته درجه تأثیر یخبندان در مصالح بستر مستقیماً به شرائط 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

۲ـ۵ـ۲ شرائط زهکشی

الف ـ قابلیت زهکشی ضعیف[1]

در این دستورالعمل خاکهای با زهکش ضعیف به خاکهائی اطلاق شده است که بعلت دانه‌بندی نامناسب و شرائط 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 دانه‌بندی مناسب مانند E-1 تا E-4 که درحالت معمولی قابلیت زهکشی مناسبی دارند، چنانچه بعلت بالابودن سطح آب زیرزمینی و یا وجود طبقه نفوذناپذیر در زیر آنها و یا دلائل 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 ـ قابلیت زهکش خوب[2]

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

۲ـ۵ـ۳ شرائط یخبندان

عامل دیگری که در طبقه‌بندی بستر اثر تعیین‌کننده 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 خرابی‌های 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.

زمینهائی که دارای ذرات ریزتر از ۰/۰۲ میلیمتر بمقدار بیش از ۳ درصد میباشند در طرح و محاسبه روسازی بعنوان مصالح با زهکش نامناسب و در معرض تهدید یخبندان درنظرگرفته میشوند.

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

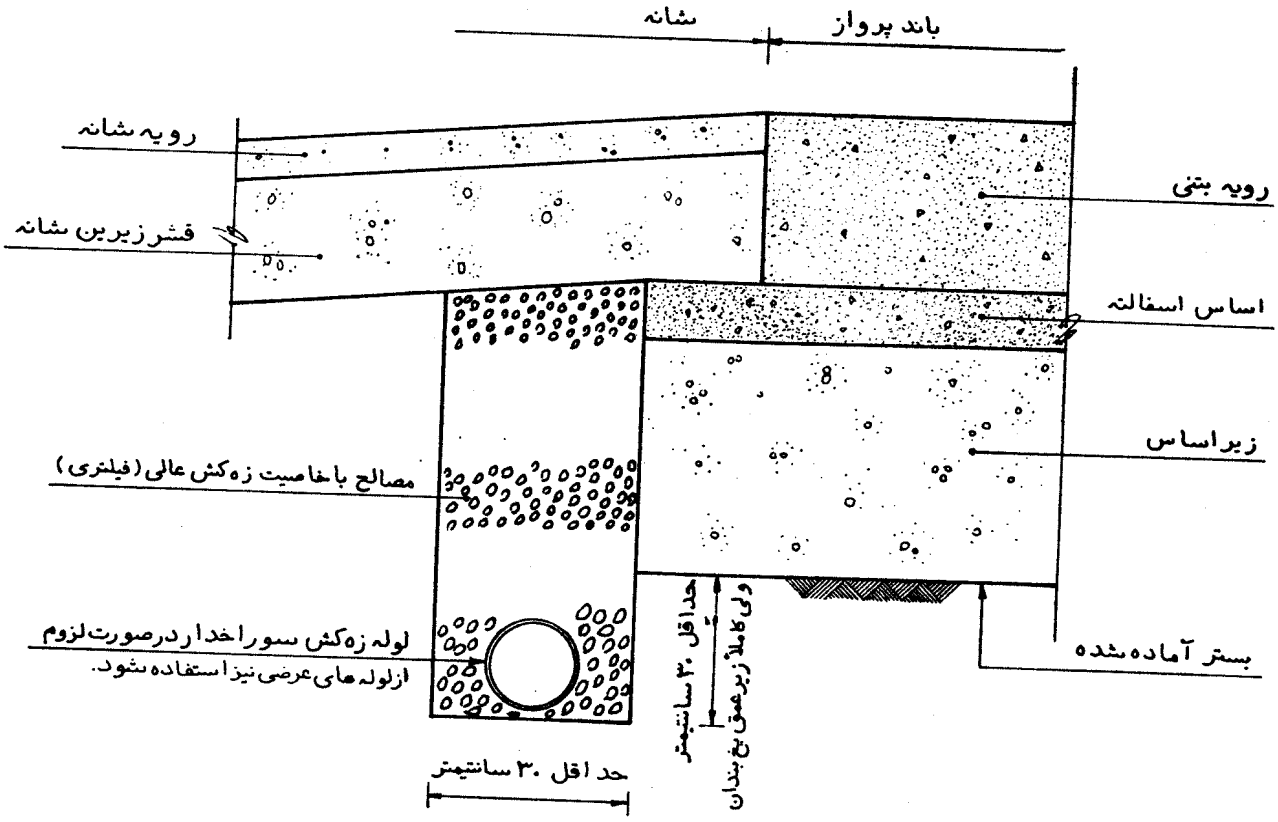
الف ـ در مناطق بدون امکان یخبندان که عبارتند از مناطق گرمسیر و یا معتدل که در صورت بروز یخبندان، عمق تأثیر آن کم بوده و از ضخامت روسازی تجاوز نمی‌نماید.

ب ـ 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 وجزئیات مربوط به لوله های زه کش



شکل 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 .

طبقه‌بندی بستر در جدول شماره (٤) نشان داده شده است .

جدول شماره (۴) طبقه‌بندی بستر فرودگاه‌ها برای روسازی بتنی

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

فصل سوم

آماده نمودن بستر فرودگاه ـ اجرای قشرهای روسازی

۳ـ۱ آماده نمودن بستر فرودگاه[1]

۳ـ۱ـ۱ انواع بستر[2]

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

الف ـ زمین طبیعی پس از تنظیم و تسطیح

ب ـ سطح خاکبرداری شده

ج ـ سطح خاکریزی شده

۳ـ۱ـ۲ مشخصات بستر

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

الف ـ تا حد امکان مصالح آن یکنواخت بوده و وزن مخصوص یکسان داشته باشد بنحوی که در اثر بارگذاری نشست‌های نامساوی[3] ایجاد نشود .

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

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

۳ـ۱ـ۳ طرق آماده نمودن بستر

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

الف ـ اصلاح جنس بستر در صورت لزوم

ب ـ کوبیدن بستر .

ج ـ 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 ـ جلوگیری از اثرات مخرب یخبندان .

لزوم اجرای یک یا تمام عملیات اصلاحی بستر به عواملی از قبیل وضع زمین ، طبقه‌بندی خاك ، شرایط جوی منطقه و از همه مهمتر به شرائط اقتصادی بستگی دارد . در مورد بعضی خاکها و تحت شرائط 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 خاك بستر دارای مشخصات نامطلوبی باشد . لزوم اصلاح جنس بستر و انتخاب روش انجام کار باید توأم با مطالعات اقتصادی صورت گیرد .

۳ـ۱ـ۳ـ۱

اصلاح جنس بستر با یکی‌از روشهای زیر انجام میگیرد :

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

ب ـ تعویض کامل مصالح بستر بعمق مناسب .

ج ـ تثبیت بستر با اضافه نمودن مواد مناسب از قبیل سیمان ، آهک و مواد قیری‌وغیره .

۳ـ۱ـ۳ـ۳ زهکشی توسط کانالهای سطحی

کانالهای سطحی برای جمع‌آوری و دفع آبهای سطحی احداث میشوند ولی چنانچه عمق آنها باندازه کافی باشد قادر به پائین‌آوردن سطح آب زیرزمینی‌گشته، امکان بدست‌آوردن چگالی موردنظر خاك را فراهم میسازند . از این نظر فقط در مواردی قابل اطمینان میباشند 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 .

۳ـ۱ـ۳ـ۴ زهکشی توسط لوله های تحت‌الارضی

در مواقع لزوم که سطح آب زیرزمینی بالا بوده و زمین طبیعی واجد شرائط زهکشی خوب نباشد ، سیستم‌های زهکشی تحت‌الارضی ضروری میباشند لوله‌های زهکش زیر زمینی باید مجاور سطوح بتنی قرار گیرند . در شکل شماره (٥) جزئیات قرار دادن این لوله هاداده شده است . پرکردن روی لوله‌ها باید با مصالح غیر چسبنده زهکش و با دانه‌بندی فیلتری انجام وکوبیده شود. لوله‌ها باید قابلیت‌تحمل فشارهای منتقله از چرخهای هواپیماواتومبیل وغیره را داشته باشند .

لوله‌های زهکش زیرزمینی در زمینهای مسطح آب موجود در زمین طبیعی را پائین آورده و مزایای زیر را بدست میدهد :

الف ـ امکان کوبیدن بستر باند را بیشتر فراهم میسازند .

ب ـ خطرات یخ زدگی بستر باند را بمقدار زیادی کاهش میدهند .

ج ـ از نوسان سطح آب در ضخامت بستر باند جلوگیری بعمل میآورند .

۳ـ۱ـ۳ـ۵ـ جلوگیری از اثرات مخرب یخبندان

چنانچه بستر باند بعلت شرائط جوی منطقه در معرض خطر یخبندان باشدباید 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 مویرگیموجود است لزوم احداث زهکشیهای تحتالارضی بیشتر میشود . در اینگونه موارد باید لولهها از عمق نفوذ یخبندان پائینتر قرار گیرند . در بعضی موارد ممکن است جنس زمین آنقدرنامناسب باشد که با وجود احداث سیستم زهکش بازهم خطر یخبندان بستر باند را تهدید نماید. در چنین مواردی اجباراً باید مصالح بستر باند تا عمق بیش از آنچه که یخ میزند تغییرداده شود ، یعنی پس از برداشتن مصالح نامطلوب ، این عمق ، مجدداً بامصالح مناسب ساخته شود .

بعلت اینکه روسازیهای بتنی عایق حرارتی خوبی میباشند معمولا میتوان عمقیخبندان را باندازه ۰٫۵ درصد ضخامت بتن کمتر در نظر گرفت .

۳ـ۱ـ۴ـخاکریزی

خاکریزی از مصالح انتخاب شده حاصل ازخاکبرداری ویااز قرضه صورت میگیرد. ضخامتقشرهای خاك ریز قبل از کوبیدن نباید از ۰٫۲ سانتیمترتجاوز نماید . برای مصالح بستر فرودگاه رعایت دانهبندی خاصی الزامینمیباشد.فقط باید توجه گردد کهدر ۲سانتیمتر فوقانی بستر فرودگاهدانه های سنگی با بعد بزرگتر از ۱۰ سانتیمتر موجود نباشد محل قرضه بایدباندازه کافی از باندهای پرواز دور باشد تا از لحاظ حریمهای پرواز ویا توسعههای آتی اشکالی ایجاد ننماید .

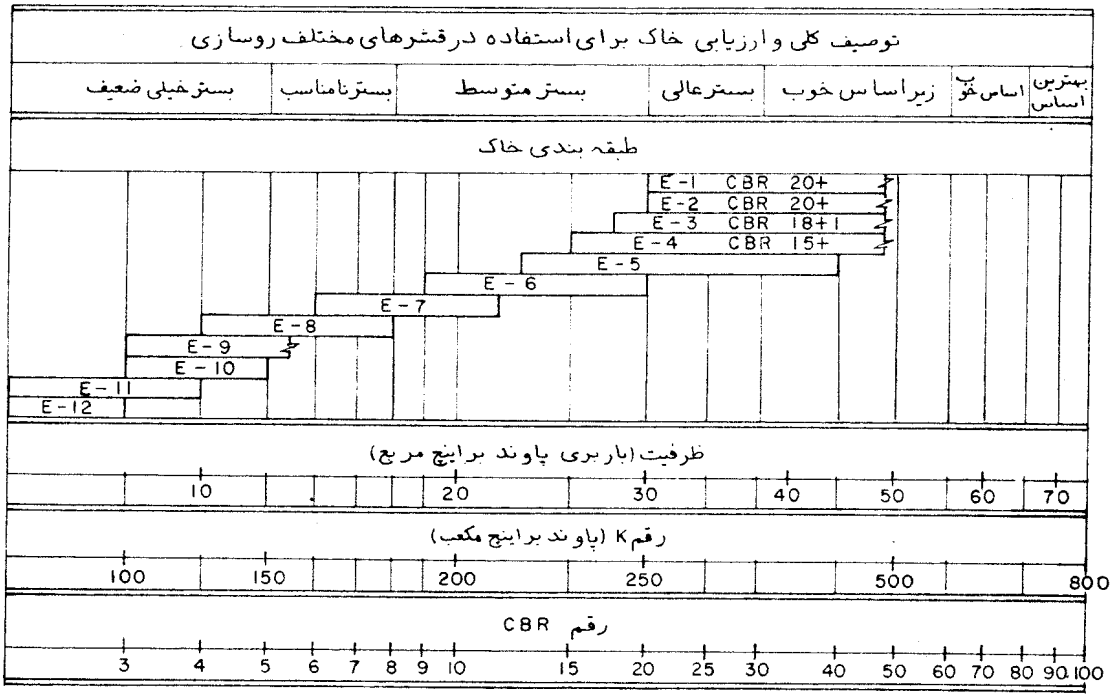
۳ـ۱ـ۵ـ تسطیح و تراز سطح بستر

سطح بستر تمام شده باید کاملا مسطح باشدبنحوی که اگر بایک شمشه۳متری در جهات مختلف امتحان شود دراین طول، فاصله بین شمشهوسطح بستراز ۱۰ میلیمترتجاوزنکند. اختلاف تراز سطح بستر باآنچه که در نقشههای اجرائی بیشبینی شده است نباید بیش از ۱۰ میلیمتر گردد .

۳ـ۱ـ۶ـ تعیین رقم K و CBR روی بستر باند

پسازآماده شدن بستر باندمیتوان رقم K و CBR هردو راروی آن تعیین نمود و نتایج بدست آمـده را بانتایج طبقهبندی مقایسه کرد. این عملعلاوه برآنکه وسیلهای استبرای کنترل طبقهبندی بستر و مفروضات اولیه ،در محاسبه ضخامت روسازی نیز (به ترتیبی که در بند(۵ـ۱ـ۲) اشاره شده)به اختیار ارقاماولیه محاسبه کمک مینماید .

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



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

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

جدول ۵

رابطه تقریبی بین طبقه‌بندی خاك، رقم K ورقم CBR در جدول شماره (٥) مشخص شده است.این بستگی، تقریبی بوده وبرای کنترل واطمینان‌از نتایج آزمایشگاهی‌مورداستفاده قرار میگیرد .

۳ـ۲ـاجرای قشرهای زیر اساس واساس

قشرهای زیراساس[1]واساس[2] درزیر رویه بتنی قرار میگیرند و عمل آنها بشرح زیراست:

الف- فشارهای وارده برسطح باندرا در خود منتشر نموده و به‌بستر زیرین طوری منتقل مینمایند که‌در 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 آبهابه بسترمیشوند .

ج- مانع از انتقال آبهای مویرگی[3]به بالا شده و اثرات مخرب یخبندان‌راکاهش‌میدهند.

عرض قشر های اساس و زیر اساس در هر طرف ۳۰ سانتیمتر بیش از عرض بتن رویه درنظرگرفته‌میشود .

مصالحی که برای قشرهای زیر اساس در روسازی‌های بتنی مورد استفاده‌واقع میشود عبارتست از مصالح دانه بندی شده کوهی یا رودخانه‌ای که مستقیماً روی‌بستر آماده شده فرودگاه قرار میگیرد.

این مصالح باید در قشرهای پیش‌بینی شده پخش و کوبیده شود بنحوی که‌ضخامت قشرکوبیده شده ازه ۱۰ سانتیمترتجاوز نکند . مصالح زیر اساس پس‌از کوبیده شدن باید ۱۰۰ در صد حداکثر تراکم آزمایشگاهی‌را دارا باشند وسطح نهائی آنها کاملا صاف ومسطح بوده وجوابگوی کلیه مشخصات لازم ازاین لحاظباشد .

۳ـ۲ـ۱ قشر اساس اسفالتی

درفرودگاه‌های مهم‌که هواپیماهای‌سنگین از آنها استفاده میکنند روی قشر زیر اساس (یاروی بستر فرودگاه در صورتیکه بعلت ممتاز بودن جنس‌بستر، قشر زیر اساس حذف شود) یک‌قشر اساس‌اسفالته با حداقل‌ضخامت۸سانتیمتر اجرا میگردد.مصالح این قشر درکارخانه و بارعایت تمام‌مشخصات اسفالت گرم تهیه میشود و بادستگاه‌های پخش‌کن‌پخش میگردد.

ضخامت قشرهای اسفالتی قبل از کوبیدن نباید از ۷/٥ سانتیمترتجاوز نماید وتراکم آن نباید از۹۸ در صد حداکثر وزن مخصوص‌آزمایشگاهی (بارعایت مشخصات آزمایشهای مارشال که در ضمیمه‌شماره(۸)داده شده) کمترباشد.

1- Subbase Course
2- Base Course
3- Capillary

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

مشخصات وطرز تهیه وپخش‌وتراکم‌این قشر جداگانه در ضمیمه شماره(۹) داده‌شده است . بااجرای این قشر اطمینان حاصل میشود که بتن رویه، برسطحی‌قرار میگیرد که از لحاظ جنس ومقاومت‌یکنواخت میباشد .

در فرودگاه‌های کم اهمیت ممکن است باتوجه به وضع موجود قشر اخیرراحذف نمود.

۳ـ۲ـ۲مشخصات مصالح زیر اساس غیراسفالته

الف‌ـحد روانی که طبق روش ضمیمه شماره(۳) تعیین میشود نباید از ۲۵ تجاوزنماید.

ضریب خمیری که طبق روش ضمیمه شماره(۳) بدست‌میآید و نباید از ۶ تجاوز کند.

هردوآزمایش برای مصالحی که از الک نمره ۴۰ عبور میکنند انجام میشود .

ب‌ـ در انتخاب دانه‌بندی مصالح باید دقت زیادی بعمل آید.

دانه‌بندی مصالح زیر اساس برای فرودگاهها باید باتوجه بامکان‌تهیه مصالح درمحل و بادر نظر گرفتن حدود تعیین شده در جدول شماره(۶) مشخص گردد. بکاربردن مصالح با دانه‌بندی‌مناسب باعث میشود که وزن مخصوص‌های لازم با حداقل مقدار غلتک‌زنی حاصل شده وتراکم و ظرفیت باربری قشر زیر اساس افزایش یابد .

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

جدول شماره ۶

دانه‌بندی مصالح زیر اساس

شماره‌الک	ابعاد چشمه‌ها	درصد وزنی‌گذشته از هر الک
۳ اینچ	(۷۶میلیمتر)	۱۰۰ درصد
نمره ۱۰	(۲میلیمتر)	۱۰۰-۲۰ »
نمره ۴۰	(۴۲۰۳)	۶۰-۵ »
نمره ۲۰۰	(۷۴۳)	۱۵-۰ »
۰/۰۲۰ میلیمتر	(درنقاط سردسیر)	۳-۰ »

ج‌ـ سطح تمام شده زیر اساس باید کاملا عاری از موج باشد بنحوی که آزمایش با شمشه ۵متری‌در هرجهت بیش از ۱۲ میلیمتر اختلاف نشان ندهد .

اگر در نقاطی امکان تهیه مصالح زیر اساس بشرح فوق موجود نباشدمیتوان بامراعات دقیق شرایط مربوطه ، از زیر اساس معروف به خاك وسیمان‌ونظایرآن استفاده نمود.

مشخصات اجرای این نوع زیر اساس در ضمیمه شماره(۱۰) داده شده‌است.

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 بی‌اثر موسوم‌بـــه«دانه‌های سنگی» (شامل شن و ماسه) باسیمان وآب بدست میآید .

۴-۱-۱ سیمان

سیمان مصرف شده سیمانی از نوع پرتلند بامواد ثانوی[1] و یابدون این مواد خواهد بودسیمان‌های‌زیر در ساختن بتن‌رویه باند فرودگاهها قابل مصرف میباشد.

الف-سیمان پرتلند معمولی بدون مواد ثانوی

ب - سیمان پرتلند معمولی بامواد ثانوی نظیر تفاله کوره‌های آهن گذاری، خاکستر، پوزولان و غیره

ج- سیمان ضد سولفات[2](سیمانهای مقاوم در مقابل سولفاتها و مواد زیان‌آور برای‌بتن)

سیمان پرتلند ممکن است بامقاومت اولیه متعارف ویا بامقاومت اولیه زیادباشد.

در موقعیکه ازسیمانهای بامقاومت اولیه زیاد استفاده میشود باید شرایط مخصوصی از لحاظ‌نگهداری‌و مراقبت بتن رعایت گردد. بهتراست در مواقعی که‌درجه حرارت از حددو ۵ درجه سانتیگراد پائین‌تر میآیداز مصرف این‌قبیل‌سیمانها خودداری گردد .

سیمانهای مخصوص وسیمان بامقاومت‌اولیه زیادحتماً باید بااجازه کتبی مهندس‌مورد استفاده‌قرار گیرد .

درصورتیکه احتمال واکنش نامطلوب‌مصالح‌سنگی بامواد‌قلیائی‌سیمان در میان باشد باید سیمان باقلیائی کم مصرف نمود چه درغیر اینصورت درآتیه ترکهائی در سطح بتن بوجود خواهد آمد. دراین‌سیمانها نباید مجموع مواد قلیائی از حدود یک در صد تجاوزنماید ودر صورتیکه بتن‌بطور دائم‌درشرائط‌رطوبی قرار گیرد این رقم به ۰/۶ در صد محدود میگردد.

چنانچه‌واکنش‌نامبرده دربالا خیلی شدید باشد باید از بکار بردن چنین مصالح سنگی صرفنظر نمود .

1- Blended Cement
2- Sulphate Resisting Cement

1- Ciment avec constituant secondaire
2- Ciment soursulfate

سیمانهای طبیعی نیز بصورت مخلوط باسیمان پرتلند در بتن رویه قابل مصرف میباشد ونسبت سیمان‌طبیعی به سیمان پرتلند مصنوعی در حدود ۱۰ تا ۲۵ در صد خواهدبود بهتر است که سیمان حتی‌المقدوربصورت بسته‌بندی شده در پاکتها بکارگاه‌آورده شده و مورد استفاده قرارگیرد زیرا بکار بردن سیلوبرای‌سیمان‌دقت خاصی را در برداشت سیمان ایجاب مینماید.

سیمان مورد مصرف بایدحتما ازلحاظ افت مورد توجه قرار گرفته و باندازه کافی درانبار مانده باشد. زیرا سیمانهای خیلی‌تازه 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.

۴-۱-۲مصالح سنگی

مصالح سنگی ممکن است بصورت شن وماسه طبیعی ویاحاصل ازشکستن و خرد کردن سنگهای مختلف باشد. باید ازبکار بردن سنگهای‌تردونرم مانند بعضی ازانواع‌سنگهای آهکی وسنگهائی که درهواتجزیه میشوند مانند بعضی از پرفیرها و یاسنگهائی که در اثر آب متلاشی میگردند مانند شیست‌ها اجتناب ورزید.

مصالح سنگی که برای‌بتن‌رویه فرودگاه‌ها بکار برده میشود باید دارای شرایط‌زیرباشد:

الف- مصالح سنگی ریزدانه و درشت دانه باید از هم مجزا شده وبصورت جداگانه انبار شوند. بکار بردن مخلوط در هم رودخانه‌ای و یامخلوط بدست آمده از معادن‌شن وماسه بهمان صورت مجاز نمیباشد.

ب- مصالح سنگی باید از یک‌معدن تهیه شده ومخلوط کردن‌مصالح معادن مختلف مجاز نمیباشدالبته ممکن است که یک نوع دانه‌سنگی را از یک معدن ودانه سنگی‌نوع دیگر را از معدن دیگرتهیه‌نمود ولی در هر صورت ازابتدا تاانتهای کارباید مصالح‌سنگی از معادن ثابتی تهیه گردد.

ج- مصالح باید پس از تهیه از معدن شسته شده و تمیز گردد وبکار بردن مصالح خاکدار مجاز نمیباشد. بطور کلی مصالح سنگی باید عاری از هرگونه مواد خارجی نظیر قشرهای رسوبی وذغال وگچ و مواد آلی و غیره باشد.

۴-۱-۲-۱ دانه‌های سنگی درشت (شن، شن‌ریز، نقلی)

برای تهیه بتن رویه فرودگاهها باید حتی المقدور ازدانه‌های درشت‌تراستفاده نمودو بطور معمول‌میتوان قطر دانه‌های سنگی را تا ۶۰ میلیمتر بالا برد.

این دانه‌های سنگی باید مقاومت کافی در مقابل سایش از خودنشان‌دهند.درآزمایش مقاومت‌بسایش یاماشین‌لوس‌آنجلس‌مقدار فرسودگی‌نبایداز ۴۰ درصد تجاوزنماید واگر بارگذاری

وتواتراستفاده از باند زیاد باشد بایدمقدار فرسودگی[1] رابازهم محدودتر نمودبرای روش آزمایش به ضمیمه شماره(۱۲)مراجعه شود .

مصالح مصرفی در آزمایش تحلیل رفتن با سولفات سدیم نباید افت بیش از ۱۰ در صدنشان دهدآزمایش نامبرده در ضمیمه شماره(۱۳) داده شده است.

دانه های سنگی درشت نباید بیش‌ازه ۲/. در صدخاك رس داشته باشد.

دانه های سست در مخلوط نباید زیاد باشد و مجموع سنگهای قابل تجزیه ودانه های سست نبایددرمخلوط از ۵ درصد تجاوز نماید .

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

مصالح سنگی نباید دارای موادی باشدکه بامواد قلیائی سیمان واکنش قابل‌توجهی نشان دهدو چنانچه سوابق و یا آزمایشهای پتروگرافی وجود چنین موادی را تاییدنماید باید بوسیله آزمایشهای مناسب‌دیگر مقدار آن اندازه‌گیری شده وچاره جوئی‌گردد.

شکل هندسی دانه های سنگی باید طوری باشد که ابعاد آن درجهات مختلف کم و بیش یکسان‌باشد و بکار بردن دانه های سنگی« پولکی»«وسوزنی» مجاز نمیباشد.

اگر حجم یک‌دانه‌سنگی V و قطر کرهٔ محیطی‌آن D باشد $\left(V' = \frac{\pi D^3}{6} \right)$نسبت زیر «ضریب شکل» نامیده خواهد شد .

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

ضریب شکل دانه های سنگی مورد مصرف باید بین ۲/. تا٤/. باشد.

علاوه برمشخصات نامبرده در فوق باید دانه های سنگی چسبندگی کافی با خمیرسیمان نشان‌دهند . این‌مطلب را میتوان باآزمایش کششی معروف به‌آزمایش برزیلی‌تحقیق نمود . روش انجام این آزمایش در ضمیمه شماره (١٤) شرح داده شده است مصالح سنگی باید دانه‌بندی‌بالنسبه‌منظمی داشته باشند بسته بموردد‌رصد وزنی دانه های سنگی که از الک های مختلف میگذرد نباید ازحدود ارقام‌جدول شماره۷یا۸تجاوز نماید باید توجه داشت که مصالح سنگی درشت دانه‌وریزدانه بطور مجزاانبار شوند .

1- Wear

1- Pourcentage
D' Vsvre

جدول‌شماره (۷) دانه‌بندی شن

الکهای‌آمریکائی	ابعاد چشمه‌ها بر حسب میلیمتر	درصدگذشته از هر الك	
		درشت‌دانه	ریزدانه
$2\frac{1}{2}$ اینچ	۶۴/۰	۱۰۰	—
۲ »	۵۰/۸	۹۵–۱۰۰	—
$1\frac{1}{2}$ »	۳۸/۱	۳۵–۷۰	۱۰۰
۱ »	۲۵/۴	۰–۱۵	۹۵–۱۰۰
$\frac{1}{2}$ »	۱۲/۷	۰–۵	۲۵–۶۰
نمره ۴	۴/۷۶	–	۰–۱۰
نمره ۸	۲/۳۸	–	۰–۵

جدول شماره (۸) دانه‌بندی شن

الکهای‌آمریکائی	ابعاد چشمه‌ها بر حسب میلیمتر	درصدگذشته از هر الك	
		درشت‌دانه	ریزدانه
۲ اینچ	۵۰/۸	۱۰۰	—
$1\frac{1}{2}$ »	۳۸/۱	۹۰–۱۰۰	—
۱ »	۲۵/۴	۲۰–۵۵	۱۰۰
$\frac{3}{4}$ »	۱۹/۰	۰–۱۵	۹۰–۱۰۰
$\frac{3}{8}$ »	۹/۵۱	۰–۵	۲۰–۵۵
نمره ۴	۴/۷۶	—	۰–۱۰
نمره ۸	۲/۳۸	—	۰–۵

۴-۱-۲-۲ دانه‌های ریز (ماسه-ماسه‌ریز)

مصالح سنگی ریزدانه باید دارای شرائط زیر باشد .

الف-مقدار خاك رس در مخلوط نبایداز۱ درصد تجاوز نماید.

ب- ماسه‌بایدپاکیزه‌باشد و پاکیزگی‌ماسه رامیتوان‌باآزمایش هم ارز ماسه کنترل نمود. برای جزئیات این آزمایش به ضمیمه شماره(۱۵) مراجعه شود.

ج- موادیکه باشستن از مخلوط جدامیشود نباید از۳درصد بیشتر باشد.

د- مجموع کل مواد سست وسنگهای رسی وذغال وغیره نباید از۵درصد تجاوز کند.

هـ مصالح فساد پذیر نباید در مخلوط زیاد باشد این امر باید عملا در ساختمانهای بتنی که‌ازاین‌نوع ماسه استفاده کرده‌اند تحقیق‌شده ویابوسیله آزمایش تحلیل رفتن درسولفات سدیم اثبات‌گردد .

دراین آزمایش که مطابق روش ضمیمه شماره(۱۳) بعمل میآید مقدار افت نبایداز ۸ درصد تجاوزنماید .

دانه‌بندی ماسه باید طوری باشد که در صد گذشته آن از الکهای مختلف از حدود ارقام جدول شماره(۹)خارج شود .

جدول شماره (۹) دانه‌بندی ماسه

الکهای آمریکائی	ابعاد چشمه‌ها	درصدگذشته از هر الك
$\frac{۳}{۸}$ اینچ	۹/۵۱ میلیمتر	۱۰۰
نمره ۴	۴/۷۶ میلیمتر	۹۵-۱۰۰
نمره ۱۶	۱/۱۹ میلیمتر	۴۵-۸۰
نمره ۳۰	۵۹۵ میکرون	۲۵-۵۵
نمره ۵۰	۲۹۷ میکرون	۱۰-۳۰
نمره ۱۰۰	۱۴۹ میکرون	۲-۱۰

۴-۱-۳آب

آب اختلاط وهمچنین آبی که بعداً روی بتن ریخته میشود باید تمیز وزلال وبی بوبوده و بیش از ۳ گرم درلیترمواد معلق (گل ولای وغیره.....)و۵ گرم درلیتر موادونمکهای محلول نداشته باشد مشروط براینکه مواد مزبور برای بتن زیان آور نباشند (نمکهای اسید، سولفات ، نمکهای خورنده ومخرب وموادآلی)

استفاده ازآبهای سولفات دارنظیرآب بعضی چشمه های معدنی وآب دریامجاز نمیباشد.

در هرحال باید آب مصرفی در بتن از نظر ترکیب شیمیائی مورد آزمایش قرار گیرد .

۴-۱-۴موادمعین[1]

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

استفاده ازاین مواد باید حتی المقدورمحدود شده وجز در مواردی وپس از بررسی وتوجیه کامل انجام نگیرد زیرا اغلب مواد معین افت راتشدید مینماید. در صورت استفاده از مواد معین باید احتیاطات لازم بمنظور توزیع یکنواخت آن درداخل مخلوط بعمل آورده شود .

۴-۲نسبتهای اختلاط و آزمایشهای لازم

دربتن رویه باند فرودگاه ها باید بمطالب زیر توجه شود:

الف: مقدار سیمان نبایداز ۳۰۰ کیلوگرم در متر مکعب بتن ساخته شده کمتر و از ۴۰۰ کیلوگرم بیشتر باشد. درصورتیکه دلیل خاصی وجودنداشته باشد بهتراست حداکثر مقدار سیمان به ۳۵۰ کیلوگرم درمترمکعب محدود گردد زیرا اضافه کردن مقدارسیمان باعث ازدیاد افت شده وظهور ترکها را در سطح رویه تسریع مینماید .

ب- مقدار آب باید حتی المقدور محدود گردد وضریب آب به سیمان نباید از ۵ درصد تجاوز نماید. مقدارآب ازروی روانی بتن تعیین می گردد .

روانی بتن را میتوان بکمک مخروط ابرام اندازه گیری نمود ودراین صورت اگر وسائل بتن ریزی متعارف باشد باید نشست بتن بین ۲ تا ۵ سانتیمتر ودر صورتیکه وسائل لرزاندن و جادادن بتن ازنوع قوی باشد بین ۰/۵ تا۳سانتیمتر 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 وآزمایشات زیر راروی آنها بعمل آورد:

1- Admixtures 1- Adjurants

- آزمایش تاب فشاری. دراین آزمایش حداقل مقاومت نمونه مکعبی‌استاندارد۲۸ روزه باید ۲۶۵ کیلوگرم برسانتیمتر مربع بدست آید. آزمایش باید مطابق روش مندرج در ضمیمه شماره(۱۸) بعمل آید.

- آزمایش تاب کششی(بمنظورکنترل‌چسبندگی دانه‌ها باخمیر سیمان) تاب کششی نمونه‌های مکعبی استاندارد ۲۸ روزه درآزمایش معروف به‌آزمایش برزیلی نبایداز۲۸ کیلوگرم برسانتیمتر مربع کمترباشدروش انجام این آزمایش در ضمیمه شماره(۱۴) شرح داده‌شده است .

- آزمایش خمشی: حداقل تاب خمشی نمونه ۲۸ روزه که ازآزمایش خمشی بدست میآید نباید از ۴۰ کیلوگرم برسانتیمتر کمتر گردد. آزمایش خمشی باید مطابق روش مندرج در ضمیمه شماره(۱۹) انجام‌گیرد .

در مناطق سردسیر حداقل‌تاب خمشی به ۴۵ کیلوگرم برسانتیمتر مربع محدودمیشود

آزمایش‌یخبندان: این آزمایش برای مناطقی که مسئله یخبندان مطرح‌است‌بعمل‌میآید روش آزمایش‌در ضمیمه‌شماره (۲۰) داده شده است .

فصل پنجم

طرح ومحاسبه روسازی‌های بتنی

۵ـ۱روشهای محاسبه

دو روش برای تعیین ضخامت روسازی‌های بتنی دراین دستورالعمل داده شده‌است.

روش(I) روشی است ساده وتقریبی که برروی فرضیات مقرون به‌اطمینان بناشده‌است و در مواردی که هزینه کارچندان بزرك نباشد میتواند مورد استفاده قرار گیرد.

دراین روش باانجام آزمایشها و مطالعات مربوط به طبقه بندی خاك وطبقه بندی بستر، میتوان‌ضخامت لازم برای رویه وزیر اساس را تعیین نمود.

باین منظور برای حالات مختلف چرخهای هواپیما (مانند چرخهای تکی[1] ـ دوبله[2]و دوبله‌دوتائی[3])منحنی‌های محاسبه تنظیم شده که در شکل(۶) نشان داده شده‌است .

هنگامیکه‌شرائط‌اقتصادی‌ودرجه اهمیت‌کار ووضع زمین محل، تحقیقات وآزمایشهای بیشتری‌را برای زمین، زیراساس ، بتن الزام‌آور سازد میتوان ضخامت روسازی بتنی را از روش (II) بدست آورد.

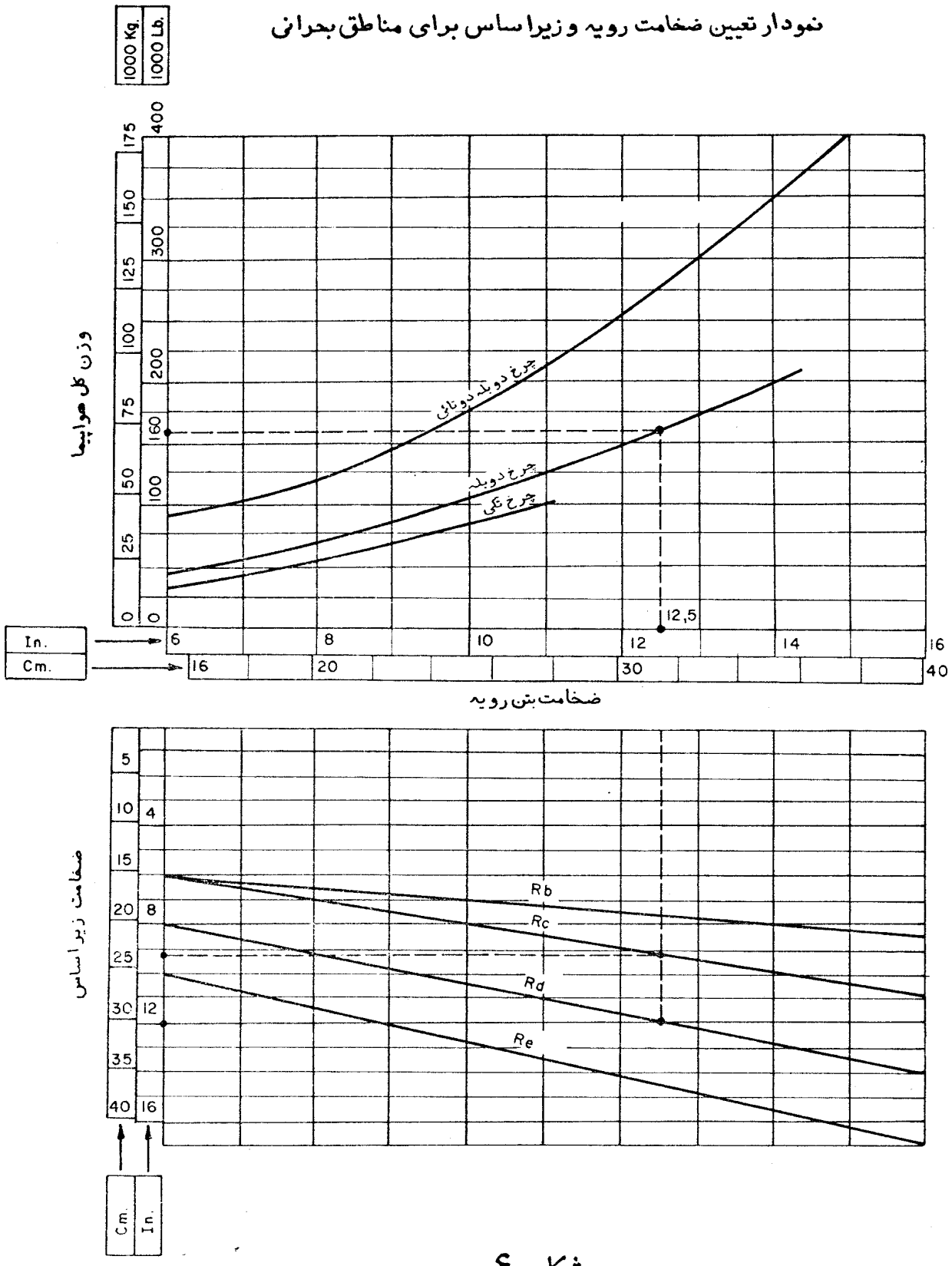
منحنی‌های محاسبه مربوط به‌این روش‌برای هرکدام‌از حالات‌مختلف چرخهای‌هواپیما درشکلهای(۷)و(۸)و(۹) داده شده است .

از هردو روش ضخامت سطوح بحرانی[4]بدست میآید .

1– Single
2– Dual
3– Dual Tandem
4– Critical Areas

1– Simples
2– fiùlesDoubles
3– Doubles jumeaux
4– Aires Crtique

نمودار تعیین ضخامت رویه و زیراساس برای مناطق بحرانی



شکل ۶

۵-۱-۱ تعیین ضخامت روسازی بتنی برای سطوح بحرانی بااستفاده از روش (I)

برای تعیین ضخامت دال بتنی و ضخامت زیر اساس مربوطه از منحنی‌های شکل (۶) استفاده میشود.

دسته منحنی‌های بالای شکل۶ضخامت دال بتنی را برحسب مشخصات بارگذاری و مستقل ازطبقه‌بندی زمین بستر بدست میدهد.

پس‌ازاینکه‌ضخامت‌لازم‌بتن‌تعیین گردید باتعیین طبقه بستر(مطابق طبقه بندی۲-۵) و بااستفاده‌ازدسته منحنی‌های پائین شکل (۶) ضخامت لازم برای زیراساس‌مشخص میگردد. طرز استفاده ازاین‌منحنی‌ها در مثال عددی بند(۵-۲) روشن‌شده است .

۵-۱-۲ تعیین ضخامت روسازی بتنی برای سطوح‌بحرانی با استفاده ازروش (II)

دراین روش علاوه برتحقیقات وآزمایشهای مربوط به طبقه بندی خاك وطبقه بندی‌بستر و توجه‌به‌نتایج حاصل ازآنها که طبق روش شماره(I) بدست‌میآید میتوان باانجام‌آزمایشهای دیگر و بدست‌آوردن‌اطلاعات بیشتری درمورد بستر، زیراساس وبتن‌رویه، محاسبه‌دقیقتری برای ضخامت روسازی انجام داد.

آزمایشها و تحقیقات مورد لزوم ومراحل محاسبه بشرح زیر میباشد:

الف- تعیین‌ضریب‌عکس‌العمل [1] (رقم K) درسطح زیربتن این‌عمل‌باساختن‌نیمرخهای آزمایشی‌باتراکم [2] مشخص واندازه‌گیری رقم بوسیله آزمایش صفحه [3] انجام میگیرد. نیمرخهای آزمایشی‌باید شامل‌بسترزیر اساس‌واساس‌مشخصات ومصالح پیش‌بینی‌شده برای روسازی‌باشد.

درصورتیکه ساختن نیمرخ‌آزمایشی عملی‌نباشدمیتوان باتعیین‌رقم K روی بسترمقدار آنرا در سطح زیر بتنی بااستفاده از منحنی‌های شکل(۱۰) بدست‌آورد.

دراین‌شکل‌رابطه بین رقم K روی بستر ومقدارآن روی ضخامتهای مختلف‌زیراساس‌داده شده است . [4]

ب- تعیین تنش مجاز خمشی بتن رویه

تاب خمشی ۹۰ روزه بتن رویه‌برای تعیین‌تنش مجاز ملاك عمل قرار میگیرد.تاب‌خمشی ۹۰ روزه‌بتن، ۱/۱۲ برابر تاب خمشی ۲۸ روزه در نظر گرفته میشود . تنش مجازخمشی بتن از تقسیم‌تاب خمشی ۹۰ روزه برضریب‌اطمینان ۱/۷۵ بدست میآید این تنش مجاز ملاك استفاده از منحنی‌های‌شکلهای(۷)و(۸)و(۹) قرار خواهد گرفت .

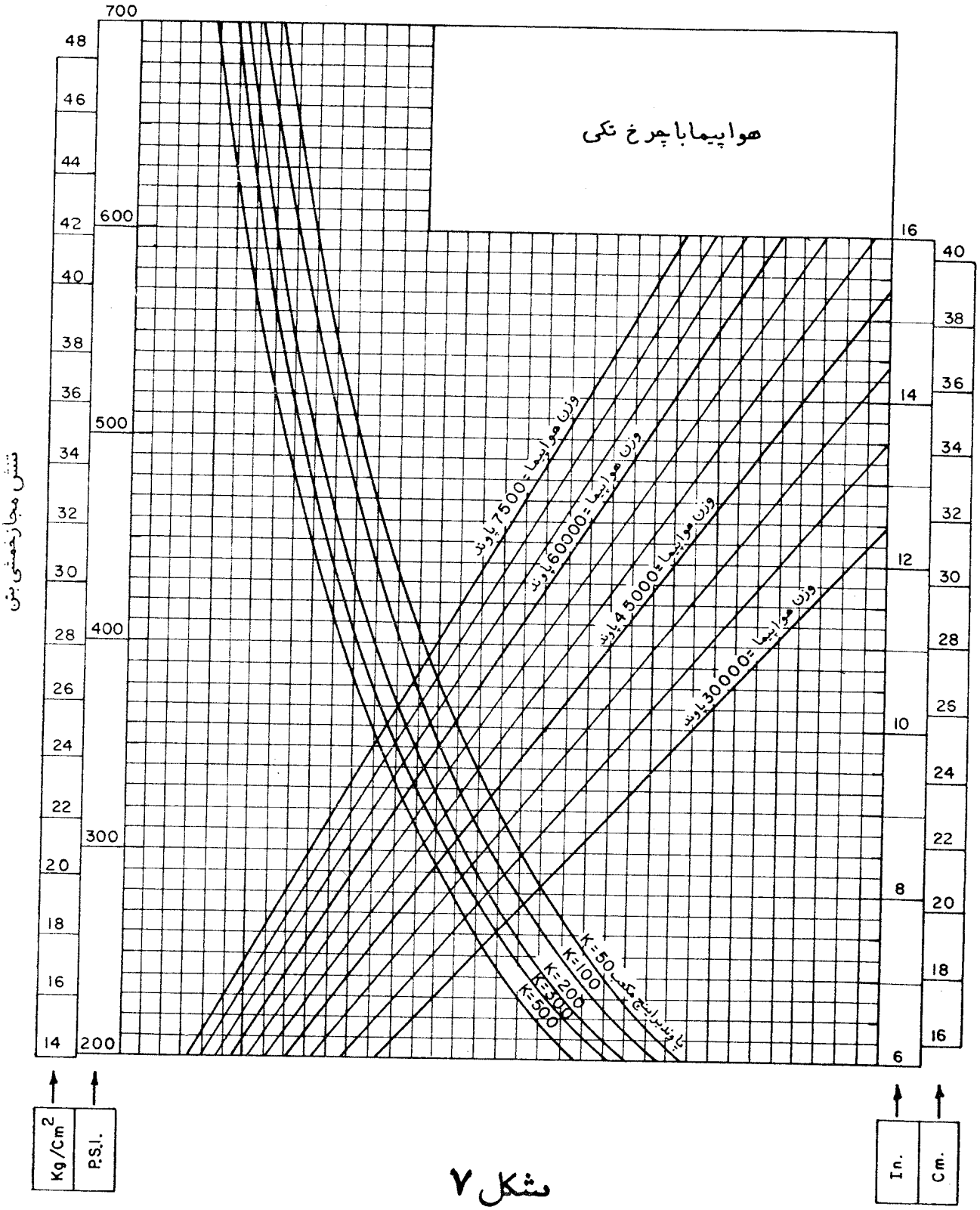
توصیه میشود، مخصوصا در مورد مناطقی که از نظر یخبندان وضع نامساعدی دارند بتن رویه طوری انتخاب شود که حداقل دارای تاب خمشی ۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع روی نمونه ۲۸ روزه‌باشد.

1- Modulus of Reaction (K Value)
2- Compaction
3- Plate Bearing Test

1- Module de réaction ou (Valeur de K)
2- Compactage
3- Essai de chargement à la plaque

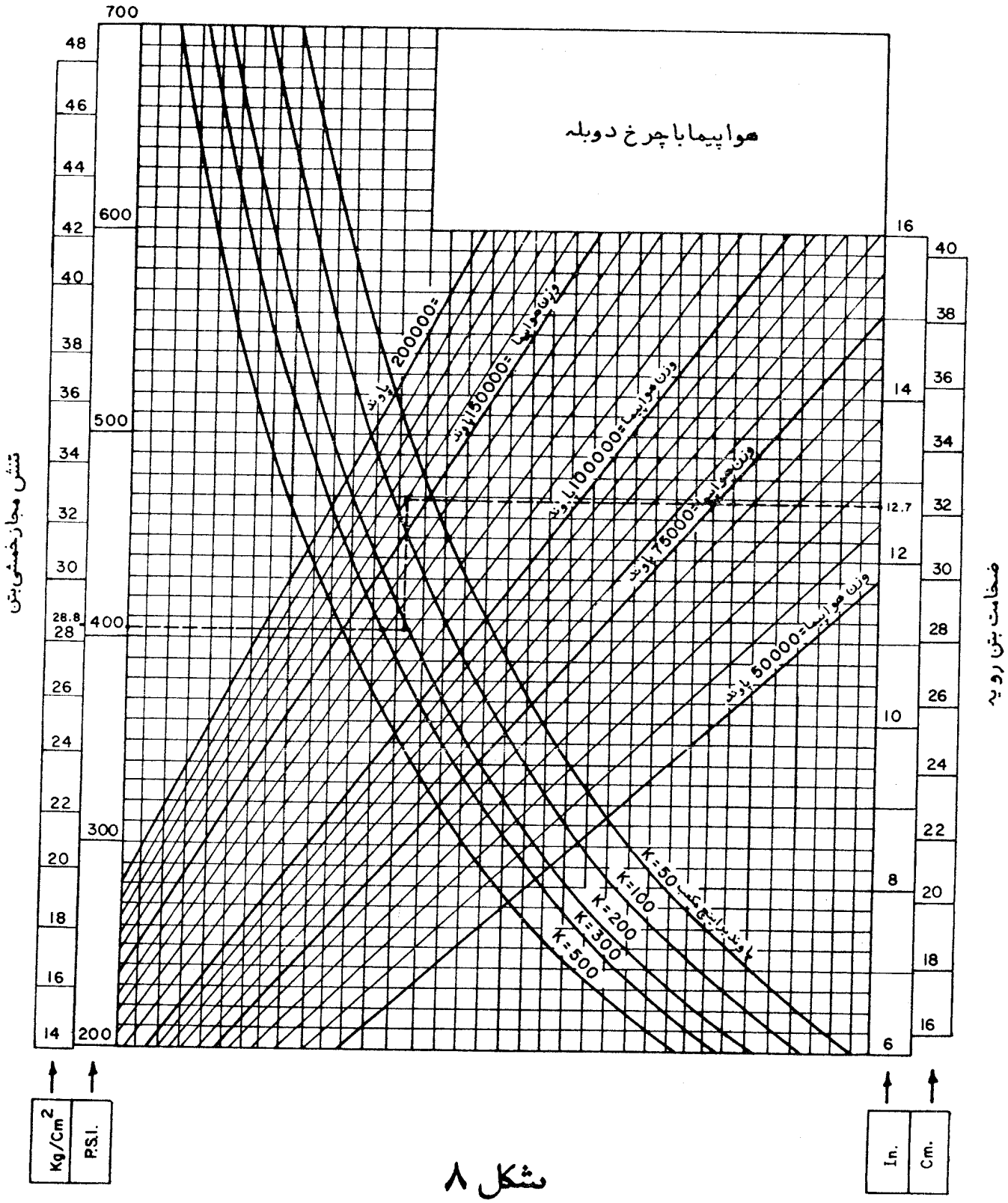
این منحنی‌ها روی‌آنالیز تئوریك برمیستر Prof. Donald M.Burmister بنا شده است

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



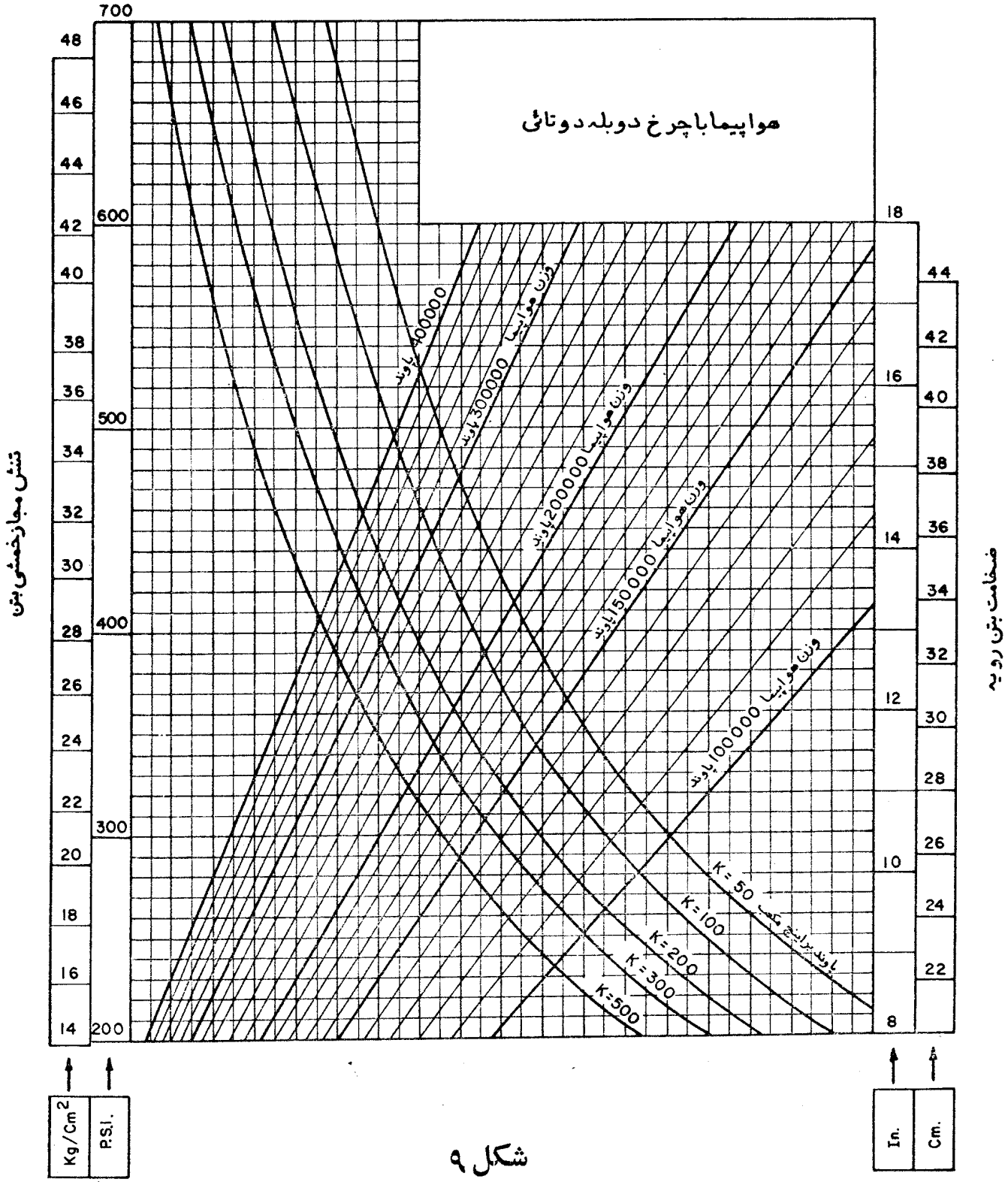
شکل ۷

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



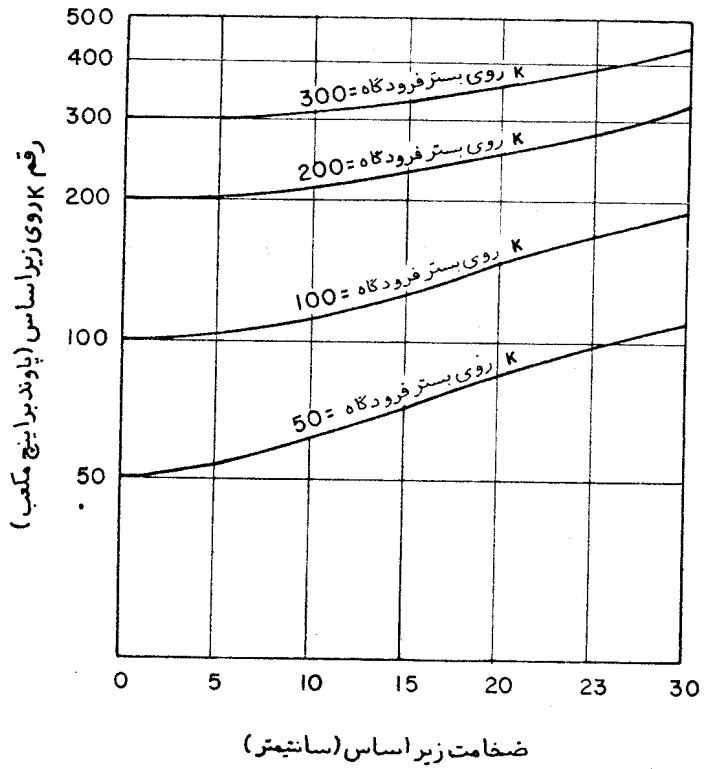
شکل ۸

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



شکل ۹

اثر ضخامتهای مختلف زیر اساس روی رقم K



شکل ۱۰

ج- بررسی ترکیبهای مختلف‌ضخامت‌بتن‌رویه وزیر اساس بافرض مقادیر مختلف - برای مقاومت‌خمشی بتن ورقم K میتوان ترکیبهای مختلفی از ضخامتهای زیراساس وبتن‌رویه رامورد تحقیق‌قرارداد تا بالاخره‌به اقتصادی‌ترین ترکیب ابعاد برای این دورسید .

باید در نظر داشت که ضخامت لازم زیر اساس برای رویه های بتنی معمولا کم‌و خیلی کمترازرویه های اسفالتی است ودر محاسبه بااین روش ضخامت‌زیراساس بیش‌ازآنچه که‌درروش (I)از منحنی شکل(٦)بدست میآید معمولا بکار نخواهدرفت .

همچنین میتوان در تقریب‌اول ، بااندازه‌گیری رقم K برروی بستر موجود وبااستفاده‌از منحنی‌های شکل (١٠) مقادیر احتمالی رقم K رابرای ضخامتهای مختلف زیر اساس نتیجه گرفت و مورد استفاده‌قرارداد.

درزمینها ی‌باخواص زهکشی نامناسب[1] قراردادن زیر اساس ضروری‌است‌وضخامت‌آن نبایدازه ١ سانتیمتر کمتر در نظر گرفته شود. ولی درزمینهای باقابلیت زه‌کش‌خوب‌درصورتیکه ظرفیت باری بستراجازه دهد میتوان قشر زیر اساس را حذف نمود.

٥ـ١ـ٣تعیین ابعاد روسازی بتنی برای سطوح غیربحرانی

ضخامت سطوح غیر بحرانی برحسب نوع ترافیک‌معمولا بین ٧/. تا ٩/. ضخامت‌سطوح بحرانی در نظر گرفته میشود این تعیین ضخامت باتوجه به مشخصات‌داده شده در شکل(٢)و (١١) بعمل‌میاید.

٥ـ١ـ٤نکاتی در مورد قشر زیراساس

بطوریکه دیده شد در روش(I)ضخامت قشر زیر اساس از منحنی‌های شکل شماره(٦) برحسب نوع بستر ووزن هواپیمابدست میآید. در مواردی که ازاساس اسفالتی بامشخصات مذکور در(٣-٢-١)استفاده شود میتوان هر سانتیمتر ضخامت مصالح اسفالتی‌را معادل ٢سانتیمتر مصالح غیر اسفالتی زیر اساس، در نظر گرفت وازضخامت‌محاسبه‌شده‌برای زیر اساس کسرنمود.

ضخامت بدست آمده برای شرائط معمولی جوی ویخبندان میباشد، چنانچه در محلهائی عمق یخبندان بیشتر از عمقی برابر مجموع ضخامتهای زیر اساس‌واساس بعلاوه نصف‌ضخامت بتن باشد، باید ضخامت‌قشر زیر اساس (یاقشرتعویض شده بستر)را تاعمق‌یخبندان‌اضافه نمود.

ضخامت زیر اساس برای تمام قسمتهای بتنی فرودگاه اعم از سطوح بحرانی و سطوح غیر بحرانی‌یکنواخت میباشد مگر اینکه نیمرخهای باند وضع دیگری‌راایجاب نماید .

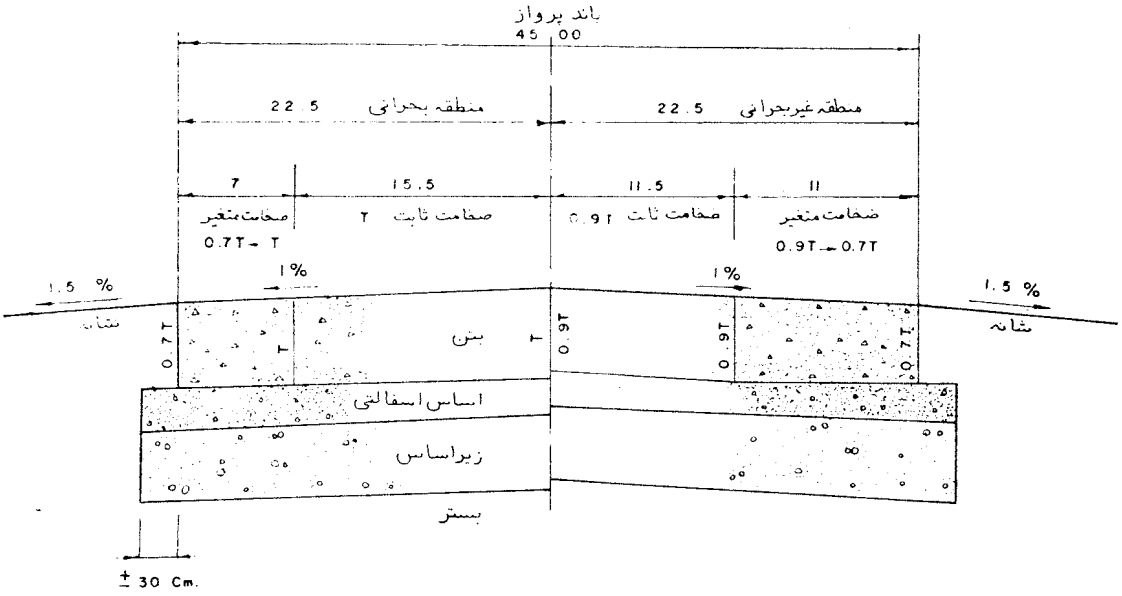
٥ـ١ـ٥تاثیر ضخامت قشرهای زمین طبیعی زیر اساس

بطوریکه اشاره گردید ضخامت قشر زیر اساس برمبنای طبقه‌بندی بستر تعیین میشود.

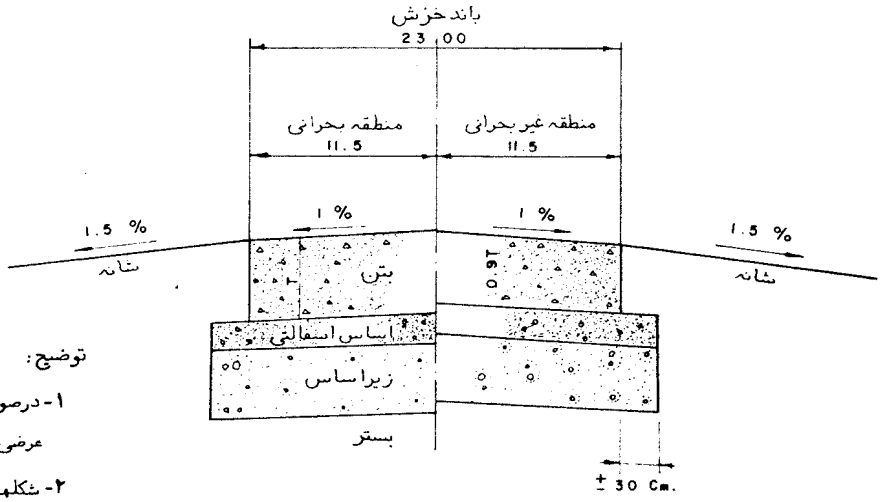
1- Poor Drainage
2- None Critical Areas

1- Mauvais draninage
2- Aires non critiques

مقطع عرضی باند پرواز



مقطع عرضی باندهای خزش

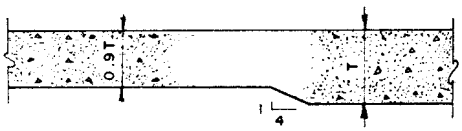


توضیح:

۱- درصورت لزوم میتوان شیب های عرضی را یکطرفه نمود.

۲- شکلها بدون رعایت اشل کشیده شده اند

طرز اتصال بتن منطقه بحرانی به غیر بحرانی



شکل ۱۱

ولی در بعضی موارد ممکن است قشر روئی زمین بستر، باداشتن خواص خوب وقدرت باربری مناسب، دارای ضخامت کمی باشدبنحوی که فشارهای منتقله به قشرزیرآن ازتاب تحمل قشر اخیر بیشتر شود . در این موارد البته با اطمینان میتوان زمین بستررا معادل قشر ضعیف زیرین فرض کرد ومحاسبات روسازی راعملی نمود. ولی صرفنظرنمودن از تاثیر قشر محکم روئی درروسازی دور از صرفه جوئی خواهد بود.

روش معمول برای محاسبه دراین حالت بشرح زیر میباشد :

فرض کنیم قشرروئی زمین بسترازنوع A باضخامت t وزمین سست زیرین ازنوع 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 بایدبیش ازمقداری که برای بستری ازنوع A وکمتر ازآنچه که برای بستری از نوع B بتنهائی لازم است باشد تاانتقال فشار بااطمینان صورت گیرد .

یعنی ضخامت قشرزیراساس باید باتوجه به دو شرطحدی نامبرده تعیین گردد برای این کار رابطه زیرملاك عمل قرارمیگیرد .

که در آن Z عبارتست ضخامت لازم برای زیر اساس در شرایط موجود

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

X عبارتست ضخامت زیراساس درصورتیکه بستریاند تاعمق کافی تماماً از جنس A باشد.

Y عبارتست ضخامت زیراساس درصورتیکه بستریاند بطورکلی تماماً ازجنس B باشد.

t عبارتست ضخامت قشر A

ازرابطه 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.

۵ـ۲ مثال عددی برای محاسبه ضخامت روسازی با استفاده از روش (I)

درمرحله اول، نوع بارگذاری که روسازی برای آن محاسبه میشود وطبقه بستریاید تعیین شود. فرض نمائیم بحرانی ترین هواپیمائی که از فرودگاه استفاده خواهدنمود هواپیمای ملخ داری است باچرخهای دوبله که وزن کلی آن ۱۶۰۰۰۰ پاوند میباشد. همچنین فرض می کنیم تحقیقات مندرج درفصل دوم نشان داده است که خاك بستر فرودگاه ازطبقه E—7 است وخطر یخبندان هم وجود ندارد بنابراین از جدول (٤) دیده میشود که بستر فرودگاه درطبقه R_c قرار دارد .

الف ـ از دسته منحنی های بالای شکل (٦) 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 محورقائم 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 ـ 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/. تا ۹/. ضخامت سطح بحرانی محاسبه درنظر گرفته میشود در همین مثال اگر نوع خاك از طبقه E—8 و فرودگاه در منطقه با امکان‌یخ بندانی واقع‌باشد ، بستر درگروه R قرار میگیرد . (رجوع شود به جدول شماره ٤) در این صورت ضخامت بتن رویه برابر حالت قبل باقی مانده ولی ضخامت زیر اساس بجای ۲۳ سانتیمتر برابر ۳۰ سانتیمتر خواهد گردید .

۵ـ۳مثال 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 ۱۰۰ و بر روی یک زیراساس ۱۰ سانتیمتری (که معمولا ضخامت حداقلی است) برابر ۱۷۰ وبرای زیراساس ۲۳ سانتیمتری (ضخامتی که از روش (I) 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 درنظر گرفته شده که تاب خمشی ۲۸ روزه آن برابر ٤۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد .

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

الف ـ مقاومت مجاز بتن را محاسبه مینمائیم

$$\text{مقاومت مجاز بتن} = \frac{۴۵ \times ۱/۱۲}{۱/۷۵} = ۲۸/۸$$

ب ـ در شکل (۸) برای تنش ۲۸/۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع را روی محور قائم‌سمت‌چپ جدا نموده و از نقطه حاصل خط افقی رسم مینمائیم تا منحنی‌های مربوطبه K = ۲۰۰ و K = ۳۰۰ را قطع‌نماید ازنقطه مربوط به K = ۲۱۰ که بوسیله انترپولاسیون بین K=۲۰۰ و K = ۳۰۰ بدست‌آمده است خط قائمی رسم میشود تاخط 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 قطع‌نماید بدین طریق ضخامت تقریباً برابر ۳۳ سانتیمتر بدست میآید .

ضخامت سطوح غیر بحرانی بسته به موقعیت برابر ۷/. تا ۹/. این مقدار یعنی ۲۳ تا ۳۰ سانتیمتر درنظر گرفته میشود .

فصل ششم

آهن‌گذاری و آرماتوربندی[1]

۶ـ۱ کلیات

هنگامیکه رویه بتنی بصورت دالهای[2] با سطوح کوچک ریخته میشود احتیاجی به فولادگذاری سراسری در سطح بتن نمیباشد ولی وقتیکه درزبندی با فواصل زیاد انجام میشود فولادگذاری در بتن‌واجب‌است .

آرماتور در بتن هر چند نمیتواند بطور کلی از بوجود آمدن ترك جلوگیری نماید ،ولی اثر عمده آن اینستکه ترکهای بوجود آمده خیلی ریز بوده و از باز شدن آنها جلوگیری‌میشود بنحوی که اصطکاك سطوح نامنظم ترك میتواند عمل انتقال نیرو را انجام دهد . ازطرفی دیگر بعلت وجود آرماتوربتن بصورت یک پارچه و دوخته بهم عمل مینماید و از واردشدن خاك و مواد خارجی در محل ترکها جلوگیری میگردد . بنابراین توصیه میشود که در فرودگاههای مهم ، بطورکلی ازدالهای بدون آرماتور ، تا حدامکان‌اجتناب شوند واز رویه‌های بتن آرمه استفاده گردد . ضخامت لازم برای رویه بتنی چندان تابع آهن‌گذاری نمیباشدوضخامت رویه‌های مسلح نیز مانند رویه‌های غیر مسلح تعیین میگردد و برای این منظور همچنان منحنی‌های اشکال‌شماره (۶) و (۷) و (۸) و (۹) مورد استفاده قرارخواهد گرفت

۶ـ۲ـ نوع وفواصل آرماتورها

آهن‌گذاری ممکن است بصورت توری فولادی[3] و یا بصورت آرماتوربندی بشکل شطرنجی[4] بعمل آید .

وقتیکه آرماتوربندی شطرنجی انجام میشود باید تخته‌های شطرنجی شده در لبه‌های‌خود در سطح کافی بر روی هم قرار گیرند و وصله شوند بنحوی که یک آرماتوربندی یکسره در سطح دال بوجود آید .

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

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

فواصل آرماتورهای طولی از یکدیگر نباید از ۷ سانتیمتر کمتر و از ۳۰ سانتیمتر بیشتر باشد . آرماتورهای عرضی باید با فاصله حداقل ۷ سانتیمتر و فاصله حداکثر ٤۰ سانتیمترقرار داده شوند .

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

۶ـ۳ مقدار آرماتور

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

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

در این رابطه :

A_s عبارتست ازسطح مقطع آرماتور برحسب سانتیمتر مربع بازاء هرمتر عرض یاطول آهن گذاری شده .

L عبارتست از طول یا عرض دال بر حسب متر

T عبارتست از ضخامت دال بر حسب سانتیمتر

$\overline{f_s}$ عبارتست از تنش مجاز فولاد برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع .

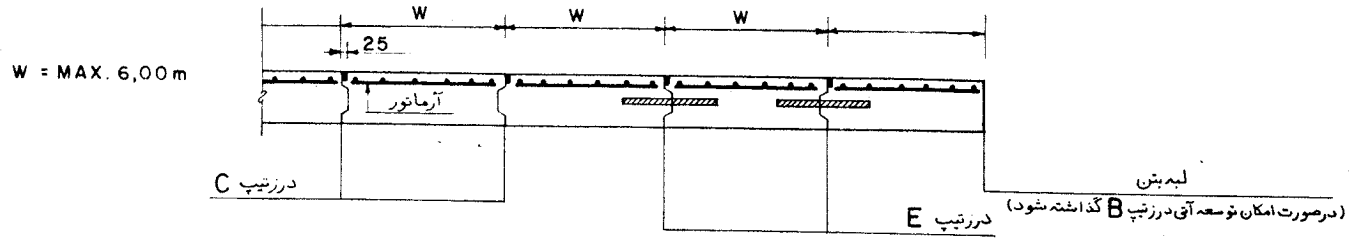
توضیح : تنش مجاز آرماتور بستگی به نوع فولاد دارد و حداکثر مقدار آن برابر ۲/۳ حد جاری شدن[1] فولاد مصرفی در نظر گرفته میشود.

برای فولادهای نرمه[2] تجارتی معمولی ، که حد جاری شدن آنها در حدود ۲٤۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد تنش مجاز برابر ۱٦۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بحساب خواهد آمد .

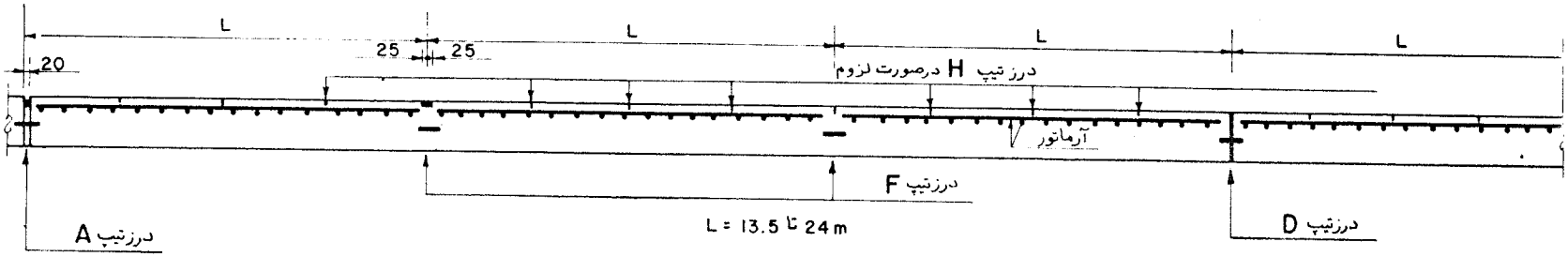
در مورد آرماتورهای آجدار[3] از فولاد اعلا[4] که حدجاری‌شدن آنها برابر ۳٦۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و بیشتر باشد تنش مجاز برابر ۲٤۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته خواهد شد .

طرز بکار بردن رابطه فوق در مثال (٦ـ٤) روشن شده است .

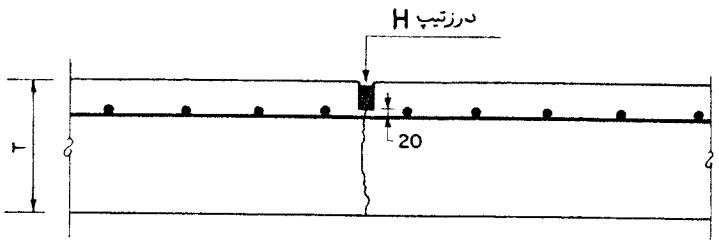
1– Yield point	1– Limite d'elasticite
2– Mild steel	2– Acier doux
3– Deformed Bars	3– Barres à haute adherence
4– High strength steel	4– Acier à haute resistance



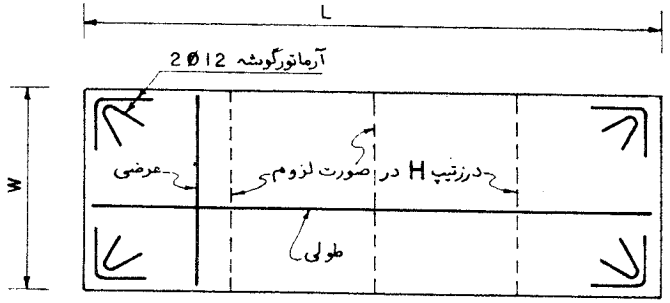
مقطع عرضی رویه بتنی



مقطع طولی رویه بتنی



محل نصب آرماتور



پلان آرماتور در دال

توضیح :

تمام ابعاد به میلیمتر است مگر ابعادی که واحدشان مشخص شده است.

شکل ۱۲

۶ـ۴ مثال عددی

فرض نمائیم ابعاد دال مورد آهن‌گذاری ، عبارتست‌از

طـــول = ۲۲۱۵ متـــر

عـــرض = ۷/۵ متـــر

ضخامت = ۳۰ سانتیمتر

و فولاد مصرفی از نوع نرمه معمولی با حد جاری شدن ۲۴۰۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع است دراین صورت سطح مقطع آهن طولی عبارت خواهد بود از :

$$As_1 = \frac{۲۰/۴ \times ۲۲/۵ \sqrt{۲۲/۵ \times ۳۰}}{۱۶۰۰} = ۷/۴۵ cm^2/m$$

$$As_2 = \frac{۲۰/۴ \times ۷/۵ \sqrt{۷/۵ \times ۳۰}}{۱۶۰۰} = ۱/۴۳ cm^2/m$$

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

۶ـ۵ مقدار فولاد

در مورد توری فولادی توصیه میشود حداقل‌آهن‌گذاری بشرح زیر انتخاب شود .

الف ـ برای دالهای با ضخامت ۲۵ سانتیمتر و کمتر ـ میله‌گردهای بقطر ۸ میلیمتر و بفواصل حداکثر ۳۰ سانتیمتر .

ب . برای دالهای ضخیمتر از ۲۵ سانتیمتر ـ میله‌گردهای بقطر ۱۰ میلیمتر و بفواصل حداکثر ۳۰ سانتیمتر .

قطر میله‌گردهای عرضی نباید از ۶ میلیمتر کمتر وفواصل‌آنها از ۴۰ سانتیمتربیشترگردد

بطورکلی سطح مقطع‌آهن طولی در هیچ حالتی نباید از ۰/۱ درصد مقطع بتن کمتر اختیار شود .

فصل هفتم

درزبندی

۷ـ۱ کلیات

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

الف ـ درجه حرارت نا مناسب محیط و یا وزش باد شدید در موقع بتن‌ریزی

ب ـ افت اولیه بتن

ج ـ انبساط وانقباض بتن بعلت تغییرات درجه حرارت در شبانه روز و فصول مختلف .

د ـ اختلاف درجه حرارت سطح فوقانی بتن با سطح زیرین آن که موجب ایجاد خمش و تنش های داخلی می شود .

۷ـ۲ کنترل ترك‌ها

برای جلوگیری از عامل الف مذکور در فوق‌به مشخصات ودستورالعمل های اجرائی که در فصل هشتم داده میشود باید توجه شود . برای کنترل نمودن ترك هائی که بعلل قید شده‌در ردیف های ب . ج . د . پیش می‌آید ، در بتن رویه تعدادی درز در محل‌های مناسب پیش بینی میشود تا ترك در همان محل ایجاد شود . چون بتن ریزی معمولا در جهت طویلترین بعد سطح بتنی و در جهت‌حرکت هواپیما انجام میگیرددرزهای به موازات جهت حرکت هواپیما درز طولی[1] و درزهای عمود بر آن درز عرضی[2] نامیده میشود .

1- Longitudinal Joints
2- Transverse Joints

1- Joint Longitudinals
2- Joint transversals

۷ـ۳ درز بندی

برای تهیه طرح درز بندی مناسب به چند موضوع باید توجه نمود :

الف ـ آب بندی درزها ـ همانطوری که در شکل شماره (۱۳) مربوط جزئیات آب بندی درزها نشان داده شده‌است در سطح فوقانی درزها شیارهائی با اره یاقالب احداث میشود که عرض آنها معمولا ۱۰ میلیمتر و عمق آنها ۲۰ در صد ضخامت دال میباشد ابعاد شیار ها با آنچه که نشان داده شده است نباید بیش از ۳ میلیمتر اختلاف داشته باشد .

این شیارها باید با ماده مخصوصی [1] به‌منظور آب بندی پر شود.

ماده آب بندی باید واجد تمام خواص زیر باشد :

ـ تحت شرائط مختلف محیط در حالت ارتجاعی باقی مانده و ترك نخورد .

ـ در حرارت‌های زیاد ورم نکند و یا ذوب نشود .

ـ چسبندگی آن به بتن از تاب کششی بتن بیشتر باشد.

ـ با چرخ هواپیما چسبندگی نداشته باشد .

ـ چنانچه موادی از قبیل آب صابون ـ روغن و سوختنی های مختلف روی آن بریزد حل نشود .

ب ـ جزئیات اجرائی ـ جزئیات اجرائی درزبندی بتن، استاندارد میباشد و باید کاملا 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 خواهدبود .

ج ـ فواصل درز بندی ـ فواصل درزها از یکدیگر باید با دقت وتوجه 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 نا مطلوبی بوجود می آورد . شرائط اجرائی وامکانات محلی نیز باید در تعیین فواصل رعایت شوند .

د ـ شکل هندسی دال ها ـ در جدول شماره (۱۰) فواصل درزها برای شرائط متعارف جوی و اجرائی‌ارائه شده است .

تعداد دال های با شکل های غیر از مربع مستطیل (مانند مثلث ، ذوزنقه و غیره) باید به حداقل‌برسد .

1– Sealing Compound

1– Produit de scellement

۷-۳-۱ انواع درزها

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

الف - درزهای انبساط[1]

ب - درزهای ساخت[2]

ج - درزهای انقباض[3]

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 (۱٤) و (۱۵) و (۱٦) نشان داده شده‌است .

۷-۳-۱-۱ 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 [4] از قسمت های دیگر پیش‌بینی میشوند .

عرض درزهای انبساط معمولا ۲۰ میلیمتر بوده و با مصالح پرکننده مخصوصی[5] (که در اثر فشار و حرارت متورم نشود) پر میگردند و سطح فوقانی آنهابا ماده آب بند[6] پر میشود .

درزهای انبساط بر دو نوع میباشند :

تیپ A ـ درز میله‌دار[7]

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 ـ درز با لبهٔ ضخیم شده[8]

در محل هائی که انتقال نیرو مورد نظر نیست و یا امکان عملی ندارد مانند محل بر خورد دال رویه با ساختمان و یا در محل هائی که در نظر است دو دال درجهت افقی نسبت بهم آزادی حرکت داشته باشند ، از این نوع درز استفاده‌میشود .

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

1- Expansion Joints	1- Joint de dilatation
2- Construction Joint	2- Joint de construction
3- Construction Joints	3- Joint de retrait Joint de contraction
4- Intersections	4- Intersections
5- Joint Filler	5- Corps de Joint
6- Sealing Compound	6- Produit de Secellement
7- Dowelled Expansion Joint	1- Joint de dilatation goujonne
8-Thickened Edge Joint	2- Joint aux bords epaissi

۷-۳-۱-۲ درزهای ساخت[1]

درز تیپ C ـ درز کام و زبانه‌ای[2]

درز تیپ C بصورت کام و زبانه ای بوده و فقط بصورت درز طولی در دال های ضخیم تراز ۲۰ سا نتیمتر 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 ۷/۵ متربرسد .

درز تیپ D ـ درز میله‌دار[3]

درز تیپ D درز میله دار بوده و تمام درزهای عرضی ساخت که در محل قطع بتن ریزی پیش می آید و همچنین درزهای طولی برای دال های نازکتر از ۲۰ سا نتیمتر باید از این نوع باشد . در دال های با ضخامت‌بیش 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 ریزی‌دارد .

درز تیپ E ـ درز مفصلی[4]

این نوع درز ساخت‌مفصلی بوده و با تعبیه آن امکان دوران دال بتنی در حول درز بوجود می آید . بطور کلی برای درزهای طولی باندهای خزش و همچنین تمام درزهای طولی ساخت که در فاصله ۷/۵ متر یا کمتر از لبهٔ باند قرار دارند این نوع درز بکار برده میشود . این نوع درز ممکن است کام و زبانه‌ای یا ساده باشد .

۷-۳-۱-۳ درزهای انقباض[5]

درزهای انقباض معمولا درزهای عرضی بوده و برای کنترل ترك خوردگی ناشی از افت بتن[6] و انقباض ناشی از کاهش‌درجه حرارت تعبیه میشوند .

این درزها باید به نحوی گذارده شود که تمام درزهای انقباض دال های مجاور در یک امتداد قرار گیرند .

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

1–Construction Joints	3– Joints de construction
2– Keyed Construction Joint	4– Joint de construction à rainure et languette
3– Dowelled Construction Joint	1– Joint de construction goujonne
4– Hinged Construction Joint	2– Joint de construction articulé
5– Contraction Joint	3– Joint de retrait
6– Shrinkage	4– Retrait

درز تیپ F درز انقباض میله‌دار[1]

این درزها درتمام دال های آرماتور دار و در سطوح بحرانی دال های بدون آرماتور به فواصل حدود ۱۰ تا ۲۰ متر ایجاد میگردد . همچنین در سطوح غیر بحرانی دال های بدون آرماتور در هر طرف درز انبساط عرضی بلافاصله‌باید دو درز از این نوع تعبیه شود .

درز تیپ G درز مفصلی[2]

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

درز تیپ H ـ درز انقباض کاذب[3]

بین درزهای طولی‌وبین درزهای عرضی بر حسب شرائط محیط و احتمال بروز ترك و و با توجه به در صد آرماتور، درزهای انقباض کاذب‌پیش بینی میشود . وجود این درزها در دال های بدون آرماتور اجباری‌است ولی در دال‌های با آرماتور ، مهندس میتواند نسبت به لزوم و تعداد و فواصل آنها تصمیم لازم را اتخاذ کند .

۷ـ۳ـ۲ـ توسعه‌آتی رویه بتنی

هنگامی که توسعه آتی‌باند بتنی در امتداد طولی و یا عرضی مورد نظر باشد، انتهای رویه بتنی باید بیکی 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

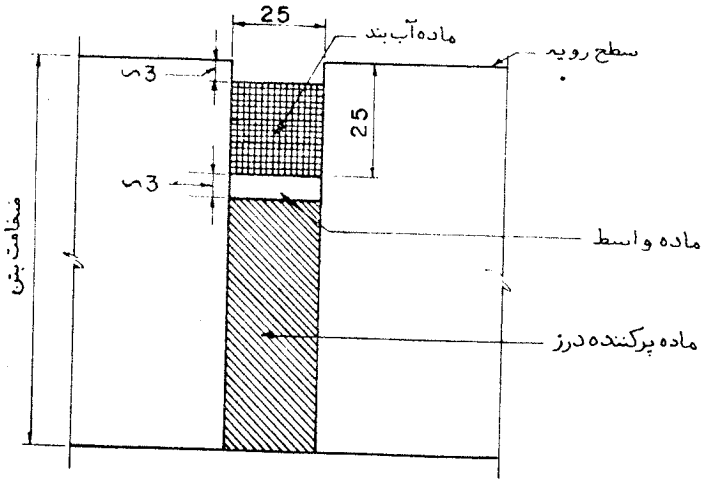
جدول شماره (۱۰) مشخصات عمومی درزبندی

نوع درز	تیپ	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 با لبه ضخیم شده	طولی	بدون رعایت فاصله در محل های خاص	۱ــ در محل تقاطع ها وقتی گذاشتن میله مناسب نیست. ۲ــ محل برخورد رویه بتن با ساختمان
درز ساخت	C	درز کام و زبانه ای	طولی	حداکثر ۷/۰ متر از یکدیگر	برای دال های ۳۰ سانتیمتر ضخامت وبیشتر
	D	درز میله دار	طولی	حداکثر ۳/۷۰ متر از یکدیگر	در دال های نازکتر از ۲۰ سانتیمتر
				حداکثر ۷/۵ متر از یکدیگر	در دال های ۲۰ سانتیمتر و بیشتر
			عرضی	متناسب با امکانات بتن ریزی	مکانهائی که بتن ریزی قطع میشود (برای تمام ضخامت ها)
	E	مفصلی	طولی	۱ــ حداکثر ۳/۷۰ متر در دالهای نازکتر از ۲۵ سانتیمتر. ۲ــ حداکثر ۷/۰ متر در دالهای ۲۵ سانتی متر و بیشتر	۱ــ تمام درزهای طولی باند های خزش. ۲ــ تمام درزهای بفاصله ۷/۵ متر و کمتر از آن به لبه باند

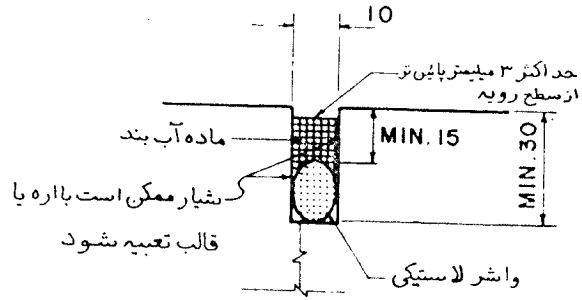
ادامه جدول شماره (۱۰) مشخصات عمومی درزبندی

نوع درز	تیپ	اسم	امتداد	موقعیت	شرح
	F	درز میله دار	عرضی	حدود ۱۵ تا ۲۵ متر از یکدیگر	۱ــ در امتداد عرضی و بفاصله منظم در رویه های آرماتوردار ودرسطوح بحرانی دردال های بدون آرماتور. ۲ــ دو درز ماقبل ودو درزمابعد هردرز انبساط درسطوح غیربحرانی دردال های بدون آرماتور.
درز انقباض	G	درز مفصلی	طولی		۱ــ دربانددهای خزش درصورت لزوم. ۲ــ درزهای بفاصله کمترازه ۷/ متر به لبه باند درجاهای دیگر
	H	درز کاذب	عرضی	۱ــ دردالهای بدون آرماتوربضخامت ۲۵ سانتیمتربیشتر بفاصله حداکثر ۷/۵ متر ازیکدیگر. ۲ــ دردالهای بدون آرماتوربضخامت کمترازه ۲۵ سانتیمتر بفاصله حداکثر ۶ متر ازیکدیگر. ۳ــ دردالهای با آرماتوربه تشخیص مهندس	۱ــ دربین درزهای انقباض تیپ F ۳ــ درحد فاصل انواع درزهای طولی درصورت لزوم.

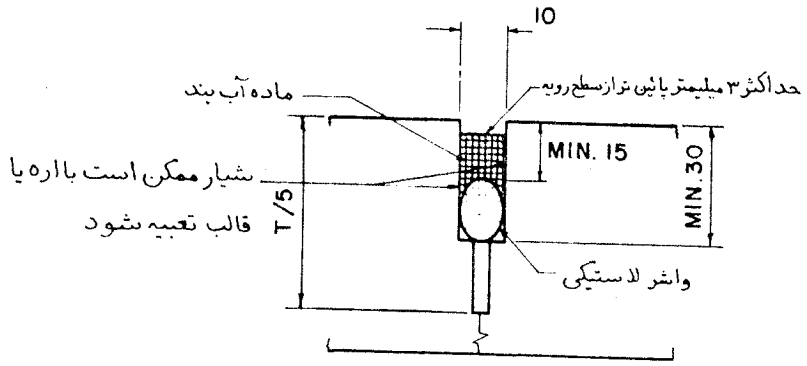
مواد آب بندی و پرکننده درز



درز انبساط A یا B



درز ساخت E, D, C



درز انقباض H, G, F

علائم

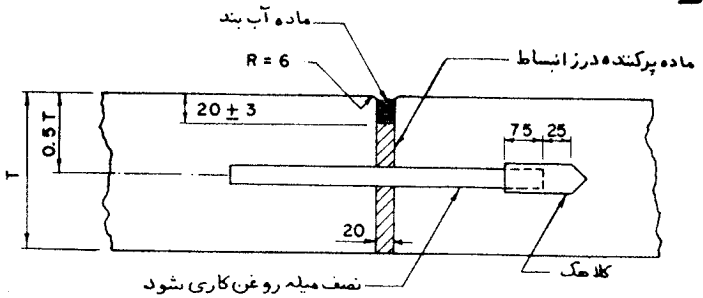
SEALANT		ماده آب بند
RUBBER ROD		واشر لاستیکی
BOND BREAKER		ماده واسط
JOINT FILLER		ماده پرکننده درز

توضیح

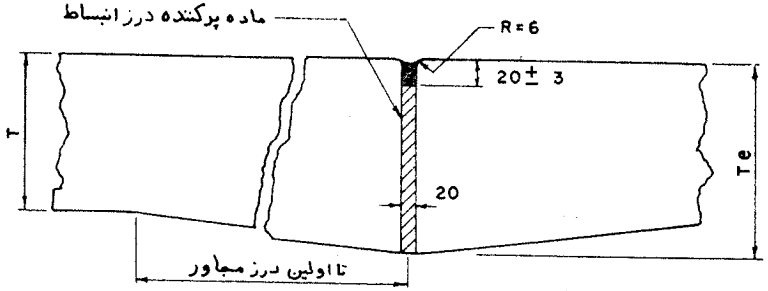
۱- تمام ابعاد به میلیمتر است

شکل ۱۳

درزهای انبساط



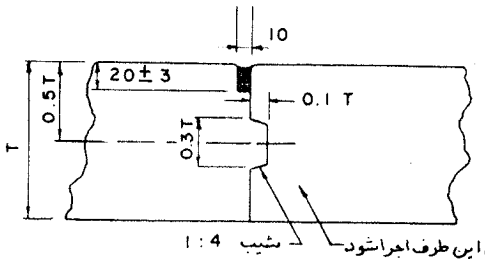
تیپ A - میله‌دار



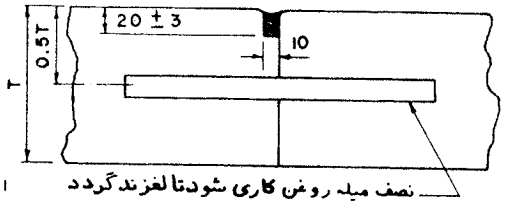
تیپ B - بالبه ضخیم شده

$Te = 1.25T > T+5C$

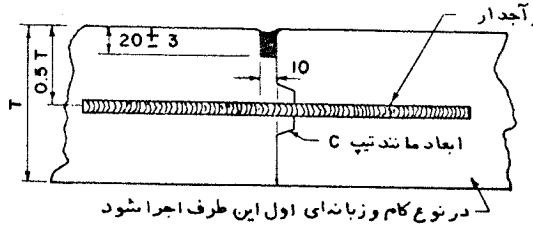
درزهای ساخت



تیپ C - کام و زبانه ای

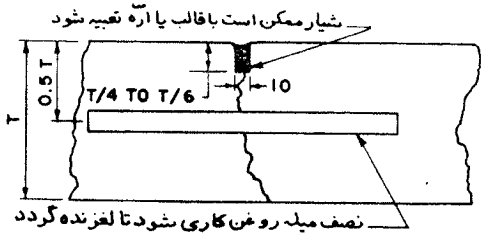


تیپ D - میله‌دار

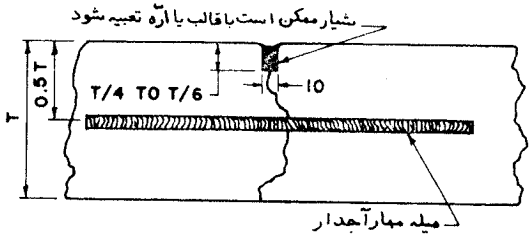


تیپ E - مفصلی (ساده یا کام و زبانه‌ای)

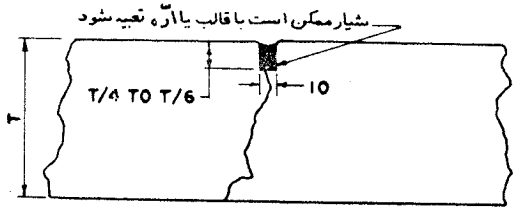
درزهای انقباض



تیپ F - میله دار



تیپ G - مفصلی



تیپ H - کاذب

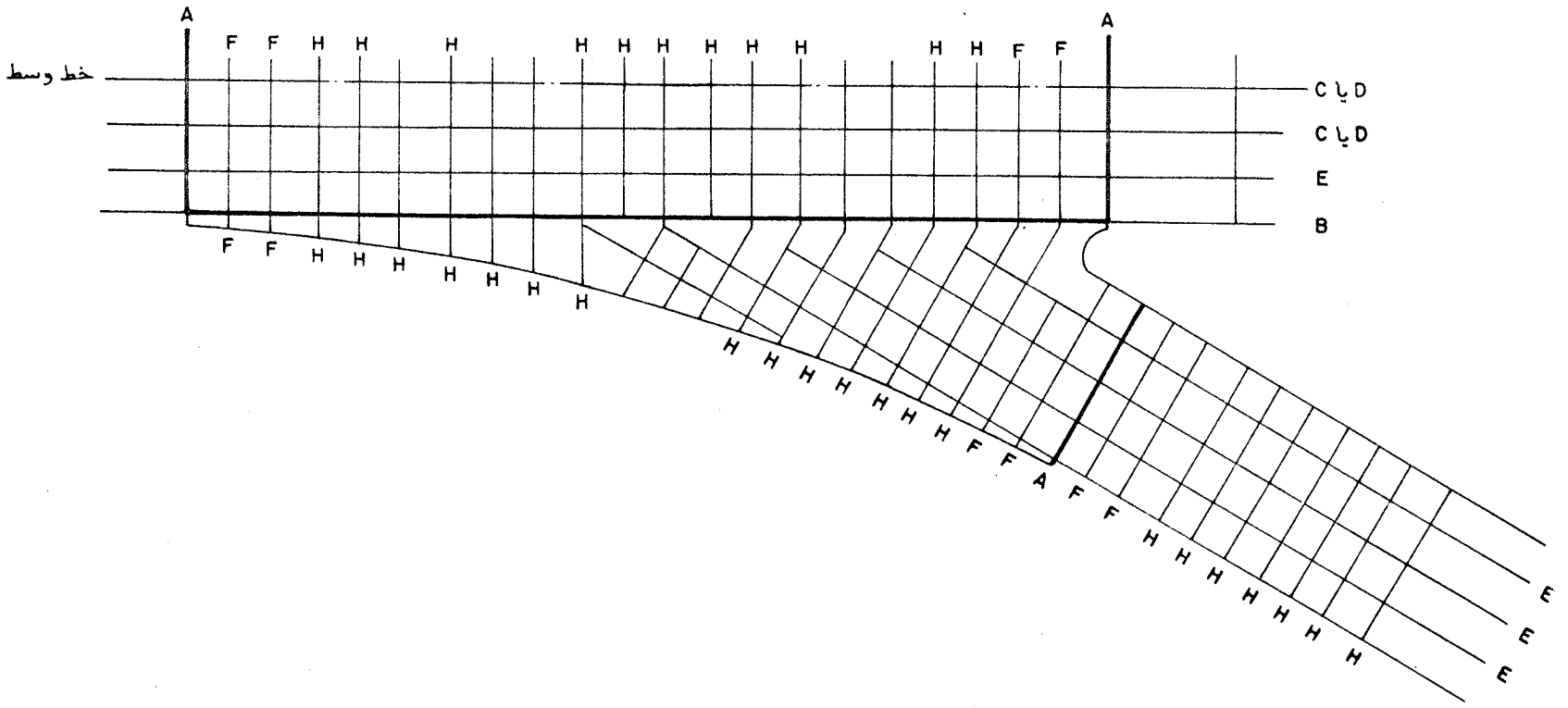
توضیح :

۱- تمام ابعاد به میلیمتر است

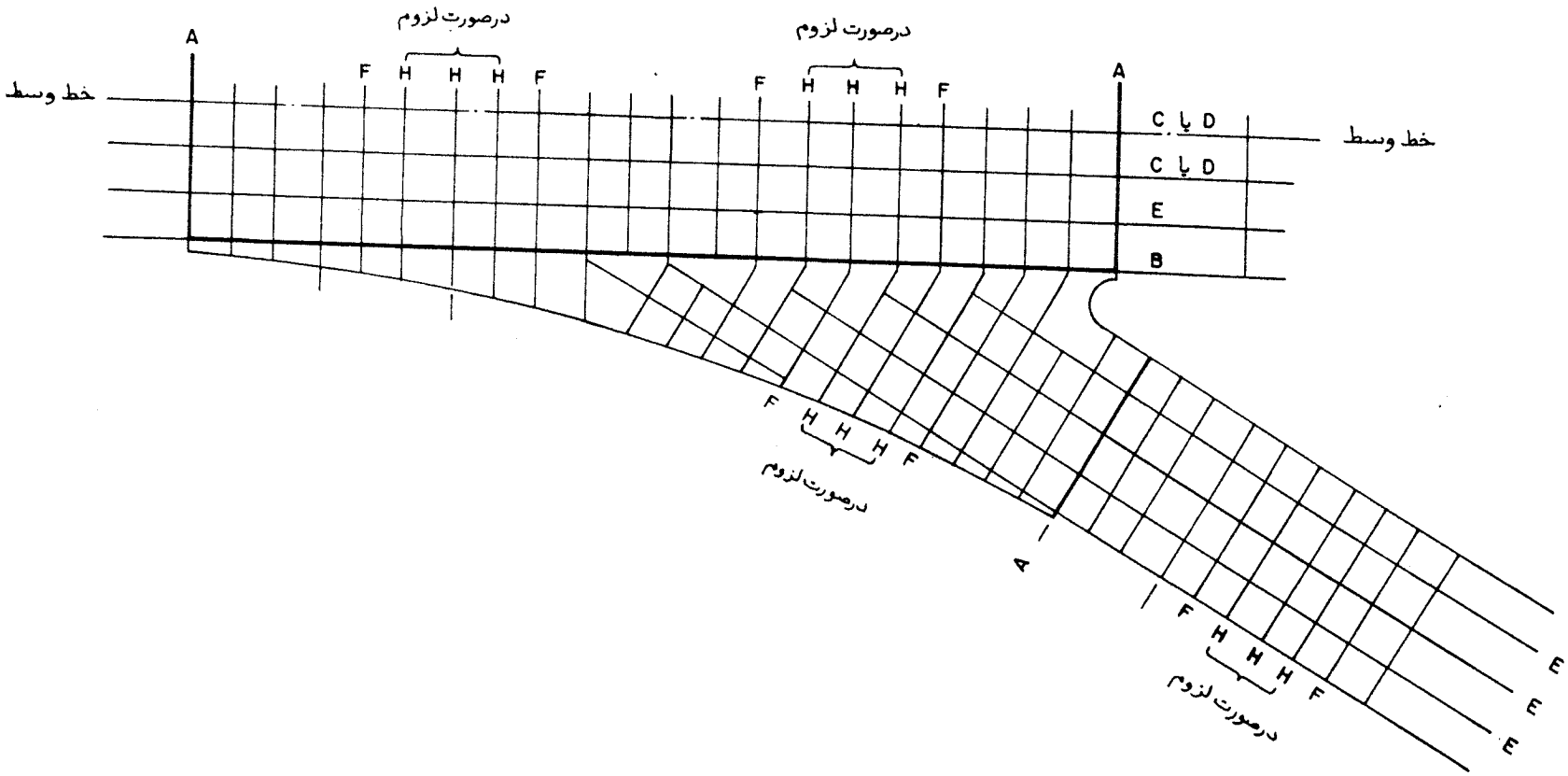
۲- بشیار تمام درزها با ماده آب بند پر شود

شکل ۱۴

طرز درزبندی درمحل تقاطع (دال های بدون آرماتور)



طرز درزبندی درمحل تقاطع (دال های آرماتوردار)



۴ـ۷ میله‌های مصرفی در درزهای بتن

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

در اجرای این قسمت باید دقت شود که میله ها کاملا مستقیم بوده و دقیقاًبـــــه موازات یکدیگر و کاملا عمود بر امتداد درز قرار گیرند.

میله‌ها باید کاملا عاری از زنگ بوده و انتهای آن ها برجستگی نداشته باشداگـــر میله‌ها با قیچی بریده شوند انتهای بریده شده باید بوسیله مناسب صاف‌گردد نصف طـــول میله که برای حرکت در درز پیش بینی میشودباید رنگ شده و یا ماده مناسبی لغزنـــــده شود تا هیچگونه چسبندگی با بتن نداشته‌باشد .

در درزهای A تیپ درانتهای قسمت لغزنده کلاهکی‌باید پیش بینی شود که درداخل آن فضای آزادی حداقل بعمق ۲۰ میلیمتر موجودباشد .

۵ـ۷ استفاده از میل مهار در درزهای بتن

در درزهای مفصلی تیپ E و G یک‌میل گرد از نوع آجدار [1] در وسط درز قـــرار میگیرد این میل گرد ودال مجاور یکدیگر را باید طوری بیکدیگر اتصال دهد که از هـــم باز نشوند و نظر باینکه باید با بتن چسبندگی داشته باشداز نوع آجدار انتخاب میشود . معمولا میل گرد آجدار بقطر ۱۶ میلیمتر برای اینکارمصرف میشود که طول آن ۷۰ سانتیمتر بوده و بفاصله ۷۰ سانتیمتر از یکدیگر قرارمیگیرند .

جدول شماره (۱۱) ابعاد ومشخصات میله‌های درزها

ضخامت دال برحسب	میلـــه		
	قطر(میلیمتر)	طول (سانتیمتر)	(فواصل‌سانتیمتر)
۱۵ تا ۱۹	۲۰	۴۵	۳۰
۲۰ تا ۳۰	۲۵	۴۵	۳۰
۳۱ تا ۴۰	۳۲	۵۰	۳۰

1- Deformed Bar

1- Barres a haute adherence

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 کاملا 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 ترک‌های نامطلوب و یا سایش و بر آمدن سطح بتنی و حتی شکست‌های عمده در رویه بتنی‌می‌گردد. کلیه وسایل و ادوات لازم برای بتن ریزی باید قبلابه تصویب مهندس برسد و دارای ظرفیت مناسب و کافی‌برای انجام عملیات باشد. این وسایل باید مدتی قبل از شروع عملیات‌در کارگاه حاضر شود تا هرگونه آزمایشی راکه مهندس لازم بداند بر روی آنها انجام گیرد.

۸-۲ آماده نمودن سطح زیر بتن

اهمیت انجام صحیح پی بتن رویه یعنی‌آماده نمودن بستر، اجرای قشرهای زیر اساس و اساس کمتر از اجرای دال بتنی‌نمی‌باشد.

عملیات غلتک‌زنی وتراکم باید در شرائط مناسب رطوبت بعمل آید تا بستر ثبات حجم و ظرفیت مناسب باربری خود را حفظ نماید. اگر بستر مدتی پس از آماده شدن مثلا یک زمستان‌باقیمانده و بعداً عملیات پخش و کوبیدن زیر اساس انجام گیرد باید قبل از پخش زیراساس، بستر را تا عمق ۱۰ سانتیمتر شخم زد و دوباره کوبید و اگر آزمایش‌های مربوطه نشان دهدکه بستر تا عمقی بیش از مقدار فوق تراکم خود را از دست داده است باید عملیات تثبیت دوباره را تا عمق لازم انجام داد. شرائط تراکم‌بستر در فصل (سوم) بیان گردیده است.

پخش و تراکم مصالح زیر اساس و یا اساس باید قبل از قراردادن قالب‌هابعمل آید . مصالح پخش شونده باید به ارتفاعی ریخته شود که بعد از کوبیدن‌سطح روی آنها به تراز لازم درآید .

۸-۳ وسائل

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

دستگاه توزین و قپان باید اهرمی(غیر فنری) بوده و دارای حساسیتی برابر ۵/. درصد برای میزان توزین‌باشد .

دستگاه‌های‌توزین هر چند وقت یکبار باید برای کنترل دقت تحت آزمایش قرارگیرند .

بتن باید با دستگاه مخلوط کننده تهیه شود . دستگاه‌های مخلوط‌کننده باید مجهز به وسایل زیر باشند :

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

دستگاه اندازه‌گیری آب باید هر چند وقت یکبار برای کنترل دقت‌تحت‌آزمایش قرار گیرد .

ب ـ دستگاههای‌مخلوط‌کننده باید قادر باشند شن و ماسه و سیمان را در مدت تعیین شده ـ بدون‌اینکه‌خطرتفکیک ذرات‌ازیکدیگربوجودآید ـ بطور یکدست مخلوط‌وتخلیه‌نمایند .

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

دستگاه مخلوط‌کننده باید هرروزه‌از طرف مقام نظارت برای‌وضع‌آن و بتن‌های باقیمانده در آن و میزان سایش پره‌های دستگاه مورد بازدید قرار گیرد .

پخش ، توزیع و تنظیم سطح بتن باید توسط دستگاه‌های فینیشر که‌مورد تائید دستگاه نظارت قرار گیرد انجام شود .

دستگاه‌های مرتعش‌کننده باید بعرض دال بوده‌و از نوع سطحی‌وعمقی باشندومی‌توانند بصورت مستقل و یا متصل به دستگاه فینیشر عمل نمایند . در هر حال دستگاه‌مرتعش‌کننده نباید با درزها ، میله‌های داخل بتن ، قالب‌های کناری و یا خاك بستر درتماس قرارگیرد .

۸-۴ قالب‌بندی

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

اولا بصورت ریل‌هائی برای حرکت وسائل مکانیکی ریختن و تسطیح بتن عمل می‌نمایند . ثانیاً سطح بالای قالب ، تراز ثابتی را برای تنظیم وتسطیح سطح رویه بدست می‌دهد . ثالثاً عمل نگاهداری وفرم‌دادن بتن‌ریخته شده را تا هنگام‌گرفتن انجام می‌دهند .

برای بدست آوردن سطح رویه منظم‌و تمیز لازم است که قالبها با دقت نصب شوند و سطح نهائی آنها بصورت خط مستقیم بوده و دقت در این‌سطح کمتر از مقدار دقت لازم برای سطح بتن رویه‌نباشد همچنین قالبها باید باندازه کافی مستحکم‌باشند تا در زیر وسائل مکانیکی تغییر شکلهای بزرگ بخودنگیرند .

قالبهای بکار رفته‌باید از نوع فلزی باشد و طول قطعات آن نباید از ۳ متر کمترگردد .

ضخامت جدار باید حداقل۶ میلیمتر بوده و دارای پشت‌بندها و بست‌های به تعداد کافی باشد و در محل‌استقرار کاملا تحکیم وتثبیت 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 قالب‌هامعمولا حداقل ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود . در قالب‌های با ارتفاع بیش‌از ۲۰ سانتیمتر عرض پای قالب باید برابر ارتفاع آن باشد و حداقل نباید از ۸/. ارتفاع کمترگردد . رعایت این نسبت برای‌جلوگیری از تکان قالب در زیر ماشین‌آلات ضروری است .

قالب‌ها باید دارای صلبیت خمشی کافی باشند و تغییر شکل‌حداکثر خمشی آنها وقتی که بصورت تیر ساده‌ای با دهانه بطول قالب تحت آزمایش قرار گیرند از حدود۶ 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 بودن‌و نداشتن کسری در قسمت‌های‌اتصالات ، 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 ودر سطح جانبی بیش از ۶ میلیمتر اختلاف با خط مستقیم نشان دهد و قالب‌هائی که این شرط را برآورده‌ننماید ، وازده‌محسوب خواهند شد . استقرار قالب‌ها باید مدتی قبل از ریختن بتن صورت گیرد . بستر قالب‌ها باید کاملا کوبیده و تسطیح شده باشد . قبل ازبکار بردن قالب‌ها باید آنها را کاملا تمیز و روغن‌مالی کرد . تراز نهائی قالب‌ها باید بلافاصله قبل از بتن‌ریزی کنترل شود . چنانچه پس از کنترل سطح زیر بتن‌ریزی گودی ویا سطح ناصافی موجود باشد باید آنرا با مصالحی هم‌جنس خود کاملا اصلاح نموده کوبید وبه تراز موردنظر رسانید (ترمیم ناصافی‌ها با بتن ویا شن و ماسه بتن مجاز نیست) عملیات قالب‌بندی باید طوری انجام گیرد که قبل از شروع هر مرحله بتن‌ریزی حداقل ۱۰ مترطول از کار قالب‌بندی قبلا نصب و کنترل شده‌باشد .

۸ـ۵ انبارکردن و توزین مصالح

انبارمصالح 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 ـ شن‌دانه 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 خاك مخلوط شده‌اند نباید مورد استفاده قرارگیرند . 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 توزین‌شده 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 :

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

۸ـ۶ تهیه بتن و نسبت اختلاط

بتن را می‌توان به دو صورت تهیه نمود :

الف ـ بتنی که برای تاب خمشی مخصوصی درنظر گرفته شده است .

ب ـ بتنی که در فرودگاه‌های کم اهمیت بکار می‌رود و نیاز قاطعی به کنترل تاب خمشی آن نیست .

الف ـ بتنی که برای آن تاب خمشی بخصوص درنظر 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 درهفت‌روزو دیگری در ۲۸ روز آزمایش خمشی شود . در آزمایش ۲۸ روزه از هر پنج نمونه بتن یکی می‌تواند تا ۲۰ 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 بدهدو 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 .

مقدارسیمان مصرفی از ۳۰۰ کیلوگرم درمتر مکعب (بدون مواد معین) نباید کمتر باشد مقدارآب به‌سیمان نبایداز ۰/۵ برای‌مناطق سردسیر تا ۰/۵۵ برای سایر مناطق تجاوز نکند . در تعیین مقدارآب بتن مقدار آبی که مصالح جذب می‌نمایند باید در نظر گرفته شود .

ب ـ بتنی که بر مبنای نسبت اختلاط تعیین شود : این نوع بتن را برای فرودگاه‌های کم‌اهمیت باید بکار رود. ودونوع فرمول برای‌آن داده شده است نوع A برای مناطق سردسیر ونوع B برای سایر مناطق بکار می‌رود . مقدارآب داده شده شامل‌آبی است که ممکن است در مصالح موجود باشد .

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

شن و ماسه رودخانه‌ای ۲/۶۲ تن بر مترمکعب

شن شکسته ۲/۶۵ تن بر مترمکعب

چنانچه وزن مخصوص مصالح مصرفی بیش‌از۲۰/۰ درصد با مقادیر فوق فرق داشته باشد باید مقدار شن و ماسه را با رعایت وزنهای مخصوص تغییر داد . نسبت شن دانه ریز و دانه درشت در فرمول‌های ارائه شده می‌تواند بین حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد کل وزن شن بسته بنظر مهندس انتخاب شود .

فرمول‌های کارگاهی نوع A برای نقاط سردسیر

نوع‌شن	حداقل‌سیمان درمترمکعب‌بتن	حداکثر نسبت آب به سیمان	وزن مصالح سنگی خشك برای هر۵۰کیلو سیمان			نشست سانتیمتر	مقدار هوا درصد
			شن	ماسه	جمع		
رودخانه‌ای	۳۵۰	۰/۴۹	۱۹۵	۶۸	۲۶۳	۴ـ۶	۵ـ۷
شکسته	۳۵۰	۰/۵۲	۱۸۲	۸۱	۲۶۳	۴ـ۶	۵ـ۷

فرمول‌کارگاهی نوع B برای سایر نقاط

رودخانه‌ای	۳۰۰	۰/۵۳	۲۱۵	۸۰	۲۹۵	۴ـ۶	۴ـ۶
شکسته	۳۰۰	۰/۵۵	۲۰۰	۹۵	۲۹۵	۴ـ۶	۴ـ۶

۸ـ۷ مخلوط کردن بتن

زمان مخلوط کردن بتن عبارتست از زمانی که تمام مصالح وارد بتونیز می‌شود تا زمان شروع تخلیه بتن . زمان مخلوط نمودن مصالح بتن باید ۵۰ تا ۹۰ 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 می‌شود نبایداز ظرفیت دستگاه(طبق مشخصات کارخانه) تجاوز کند ، مقداری ازآب لازم باید قبل از مصالح وارد بتونیز شود و بقیه آب در ۱۰ ثانیه اول شروع اختلاطبا سرعت ثابت وارد گردد .

بتنی که از بتونیز خارج شد می‌تواند در کامیون‌های بهم زن و یا کامیون‌های معمولی که بدنه آنها برای اینکار آماده شده است حمل شود .

بتنی که توسط کامیون های معمولی حمل میشود باید ظرف نیمساعتو بتنی که درکامیون های بهم‌زن 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 درظرف ۴۵ دقیقه اول شروع اختلاط و فقط با کسب اجازه ازمهندس ، مجاز است .

۸ـ۸ محدودیتهای اختلاط

برنامه کار روزانه اختلاط بتن بایدطوری تنظیم شود که قبل از غروب آفتاب عملیات مواظبت بتن در آخرین قالب انجام شود ، مگر آنکه وسائل روشنائی کافی قبلا پیش‌بینی شده و انجام عمل به تصویب مهندس رسیده‌باشد .

تهیه بتن باید باتوجه بدرجه حرارت خارج و امکان استفاده از بتن ساخته شده‌تنظیم شود .

درصورت‌عدم پیش‌بینی‌قبلی‌چنانچه درجه حرارت هوا در سایه و دور ازحرارت مصنوعی به ۵ درجه سانتیگراد برسد و رو به نزول باشد باید بتن‌ریزی متوقف شود و موقعی میتوان بتن‌ریزی را مجدداً شروع نمود که درجه حرارت در سایه و دور از حرارت مصنوعی ، ۲ درجه و رو به صعود باشد . چنانچه انجام بتن‌ریزی در هوای سرد لازم باشد علاوه بر پیش‌بینی‌هائی که در بند ۸ - ۱۵ ذکر شده‌باید قبل از اینکه مصالح وارد بتونیز گردد باندازه کافی گرم شوند و وسائل‌گرم‌کن باید بنحوی باشند که مصالح سنگی بطوریکنواخت گرم شود .

استفاده از مصالح یخ زده در بتن ممنوع بوده وسطح زیر بتن نیز درموقع‌بتن‌ریزی نباید یخ زده باشد .

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

۸-۹ استقرار بتن در قالب

قبل از بتن‌ریزی در صورتیکه از اساس آسفالته استفاده نشود سطح زیراساس باید بحد کافی مرطوب‌گردد، بتن‌باید 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 کارگران‌باپوتین های کثیف از روی بتن مجاز نمیباشد . وقتی بین‌دو نوار بتونی که‌قبلا اجرا شده‌است بتن‌ریخته شود درصورتی قراردادن ماشین آلات بتن‌ریزی مستقیماً روی‌بتن های قبلی مجازاست که‌این بتنها حداقل ۱۰ روز عمر داشته باشند . بتن ریخته شده باید بحد کافی با دستگاههای‌مرتعش کننده (ویبراتور)متراکم شود . ویبراتور نبایدباسطح زیر بتن ، قالبها ، یا میله های درزها درتماس قرار گیرد . هیچ‌محل بیش ازه۱ ثانیه نباید ویبراتور بخورد، بتن را نباید مستقیماًروی‌میله های‌انتقال باراریخت مگر اینکه درست در وسط درز ریخته شود . چنانچه مقداری بتن‌روی دالهای ریخته‌شده قبلی‌بریزداین دالها باید سریعاً و قبل از اینکه بتن‌پاشیده شده خود را بگیرد تمیز شود .

۸-۱۰ نصب آرماتور

آرماتورهارا میتوان بدوطریق‌نصب‌نمود، درطریقه اول‌ابتدالایه‌بتن‌زیر آرماتوربه‌ضخامت لازم اجرا شده و تسطیح میشودبطوریکه شبکه آرماتورکه قبلا آماده شده است بآسانی روی‌آن قرار گیرد . وسپس بعداز نصب آرماتور لایه دوم‌بتن ریخته میشود و تسطیح وصاف میگردد دراین روش اجرائی لایه‌دوم بتن را نباید دیرتر از ۳۰ دقیقه بعد از لایه اول روی‌آن‌اجرا نمود . چنانچه با ظرفیت‌تولید بتن این‌منظور حاصل نشود بایدآرماتور را قبل ازشروع عمل بتن‌ریزی نصب نمود . و بتن را یک پارچه‌اجرا کرد .

آرماتوری که در بتن نصب میشود باید تمیز بوده و در صورت زنگ زدگی کاملا با برس و یا وسائل دیگر تمیز شود . آرماتور آلوده به‌خاك وچربی بهیچوجه نبایدبکار رود.

۸-۱۱ درز بندی

انجام صحیح و دقیق درزبندی از عوامل مهم‌اجرای رویه بتنی میباشد .

درزها بایدطوری اجرا شوند که‌عملی را که‌در طرح‌و محاسبه منظور بوده است بخوبی تامین نمایند .

اگر درزبندی درست انجام نشود باعث بروز تنشهای نامطلوب درجه دو[1] (غیر از آنچه که‌رویه برای‌آن طرح‌شده است)و بالاخره ترك‌خوردن و برآمدن و شکست رویه‌خواهد گردید.

انواع درزها و مشخصات هر کدام در فصل هفتم شرح داده شده است .

در درزهای کام و زبانه‌ای ترجیح دارد ازقالب فلزی استفاده گردد و در این قسمت‌از بکاربردن‌چوب خودداری شود . بتن این قسمت باید کاملا عاری از قسمتهای کرمو باشد و در حین اجراء دقت گردد که این بتن بصورت کاملا یکنواخت و همگن از کار درآید و بعد از ریختن بخوبی متراکم گردد . بکار بردن ویبراتورهای بیلدار دراین قسمت‌ها ضروری است . درزهای سطحی معمولا یا بوسیله قرار دادن تیغه یك نیمرخ T فلزی در بتن (قبل از گرفتن کامل) شکل میگیرند ویابعد ازسخت‌شدن بتن‌بوسیله اره‌های‌مخصوص تعبیه میگردند. نیمرخهای T که برای شکل دادن درز بکار میرود ممکن است بوسائل مکانیکی و یا دستی واردبتن گردند .وقتی‌که این عمل بصورت دستی‌انجام میگیرد نیمرخ T باید دارای‌دسته‌هائی در دو انتهاباشد 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 موقع‌سخت شدن بتن و قبل از آنکه افت بتن به اندازه‌ای برسد که ترکهای سطحی ایجاد نماید ،در آورده شوند . موقع اره‌کردن را نمیتوان کاملا مشخص نمود زیرا تابع عوامل زیادی نظیر نوع شن مصرفی در بتن ، اختلاط بتن و شرائط حرارتی محیط و همچنین طرز عمل‌آوردن‌و نگاهداری بتن در دوره گرفتن است .

درزهای‌طولی‌را میتوان‌هر وقت‌که مناسب باشددر فاصله‌زمانی‌بین‌سخت شدن‌بتن تاعبور دادن از روی آن ، باره در آورد بدون اینکه‌خطر مهمی از نظر ترك خوردن رویه‌پیش آید .

1- Secondary Stresses 1- Contrainte secondaire

در دالهای طویلی که آهن سرتاسری در آنها دارای درصد قابل ملاحظه‌ای است ، ممکن است از نظر اره کردن اشکالاتی پیش آید . آزمایش نشان‌داده است که بهترین زمان برای‌اره کردن آنهاموقعی است که‌این دالهادر فشارقرار میگیرند و این‌موقع معمولا درساعات گرم روز بعد از بتن ریزی یعنی هنگامی است که دمای محیط بیش‌از دمای موقع گرفتن بتن است . اگر دال در کشش باشد در موقع اره کردن ممکن‌است ترکهای ناگهانی و مغشوش پیشاپیش حرکت تیغه اره بوجود آید . در چنین مواقع‌باید اره کردن را متوقف نمود .

درزهای اره شده باید با پاشیدن آب تحت فشار زیاد، کاملا از ذرات اره شده خالی و تمیز شوند . این عمل علاوه بر اینکه از پاك کردن بعدی(درز کهنه) که معمولا مزاحم و پرخرج است جلوگیری مینماید باعث چسبندگی بیشتر بین موادپرکننده درز و مصالح بتنی میگردد .

۸ـ۱۲ تراکم و تسطیح نهائی

الف ـ تربیت کار ـ پس از نصب آرماتور و ریختن بتن‌تسطیح نهائی کار درمراحل زیر صورت میگیرد :

مرتعش کردن‌و صاف کردن ، ماله کشی و برچیدن مواد زاید ، شمشه کشی بمنظور کنترل سطح ،زبرساختن‌نهائی‌وبالاخره پخ نمودن لبه‌ها، معمولا در اجرای کارهای نهائی نباید روی بتن‌آب ریخته شود، مگر در صورتیکه از آب‌پاشهای با شیارهای خیلی‌ریز استفاده شود و قبلا به‌تصویب مهندس رسیده باشد .

ب ـ صاف کردن و ارتعاش بتن باید با دستگاه مخصوص صورت گیرد بنحوی که بتن سطح لازم را که در نقشه ها مشخص شده است حفظ نماید . تسطیح با ماشین یا با دست باید آنچنان صورت گیرد که لبۀشمشه در حدود ۷ سانتیمتر از بتن بالا آمده باشد . بعد از یک مرتبه‌تسطیح باید تمام افتادگی‌های سطحی مجدداً پر شوند و یک بار دیگر تسطیح بعمل آید چنانچه لازم شود قسمتهای محدودی از بتن باشمشه‌های دستی‌تسطیح شوند این شمشه‌ها باید فلزی و صاف باشند و هیچ خمیدگی عمودی و افقی در آنهاموجود نباشد .طول شمشه باید حداقل ۶۰ سانتیمتر از عرض دال بیشتر باشد .

در ارتعاش سطحی معمولا از شمشه ویبره استفاده میشود که ممکن است با دست روی بتن حرکت کند و یا بر فینیشر سوار باشد،دستگاه ویبره باید با حرکات توام طولی وعرضی جلو برود بنحوی که تمام بتن در عمق متراکم شده و در ضمن سطح جانبی بابافت یکنواختی پدید آید . مرتعش کردن با شمشه ویبره ممکن است بیش از یک‌دور صورت گیرد .

عمل ارتعاش نباید به قالبها ،درزها ومیله های درزها صدمه‌ای‌برساند و یاآنهارا جابجا نماید. شمشه ویبره باید دارای دو قسمت موازی باشد که روی قسمت جلوی دستگاه ویبره سوار میشود . هردو قسمت باید از عرض دال بیشتر بوده و برای هر ۲/۰ متر طول شمشه ، یک دستگاه ویبره نصب شود ، عرض شمشه باید حداقل ۲۰ سانتیمتر بوده وجلوی آن به شعاع ۵ سانتیمتر رو ببالا خم شده باشد هر نقطه از سطح بتن باید حداقل دو بار تحت عمل شمشه ویبره قرار گیرد .

دالهای ضخیم تر از ۳۰ سانتیمتر علاوه بر ویبره سطحی از عمق نیز باید ویبره شوند .

دستگاههای ویبره 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 ۳/۰ متر طول و ۱۰ سانتیمتر عرض داشته باشند . ماله بایستی در ضمن سبک بودن با تیغه های جانبی آنچنان تقویت شده باشد که هیچ نوع خمیدگی عمودی و یا افقی در آن بوجود نیاید . ماله کشی از روی تخته‌هائی که روی‌قالبها 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 اره‌ای 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 .

ماله های ماشینی باید کاملا 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 هرقسمت‌حداقل دو بار ماله کشی شود ولی هیچوقت‌روی 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 ۱/۰ متر طول و ۱۰ سانتیمتر عرض داشته باشند و بوسیله این ماله ها فقط میتوان کناره‌هائی 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 بااین نوع ماله میتوان دال را تسطیح نمود . استفاده از ماله باید بادقت 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 باشمشه ۵ متری آزمایش شود . شمشه هائی که برای این منظور بکار میرود باید کاملا مستقیم بوده و دارای دسته هائی 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 . جاهائی 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 کاملا هم تراز و هم سطح باشند وموجی وجود نداشته باشد، کنترل سطح بتن باید بطور مداوم بوده و مادامیکه بتن سخت نشده است تمام عیوب سطحی بر طرف شده باشد .

هـ - 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 دراثرحرکت جارو آسیب به بیند باتمام برسد. سطح تمام شده نباید بر اثرجاروب کشی آبله گون شود . جاروب هائی که برای اینکار انتخاب میشوند باید محکم وبا دوام بوده و آنچنان باشند که تمام شرائط فوق بآسانی حاصل شود . جاروب ها باید زود بزود تعویض شوند .

زبر نمودن باگونی - زبر نمودن با گونی نیز پس از آزمایش سطح بتن و بمجردی که آب آن شروع بخشک شدن نمود صورت میگیرد ، گونی که برای اینکار استعمال میشود باید دولایه بوده و ۰/۲ 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 میاید .

گونی ها باید زود بزود عوض شوند .

د - پخ نمودن لبه درزها ودال - پس از اتمام عملیات فوق، درزها و لبه بتن با ماله های دایره ائی مخصوصی به شعاع نشان داده شده در نقشه ها پخ میشود تمام لبه های دالها ، درزهای طولی و عرضی اعم از انبساط ، 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 باید با شمشه آزمایش شود تا اطمینان حاصل شود هر دو طرف در یک تراز و کاملا صاف وبدون موج است .

۸ـ۱۳ آزمایش های سطحی

بمجرد اینکه بتن خود را گرفت سطح آن باید با یک شمشه ۵ 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 ۵ متری بیش از ۵ میلیمتر اختلاف ارتفاع نشان ندهند چنانچه اختلاف بیش از ۵ 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 آن‌باندازه 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 .

۸ـ۱۴ مواظبت و عمل آوردن بتن

عمل آوردن و مواظبت بتن از عوامل مهم در اجرای رویه‌های 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 گردو غبار مواظبت گردد .

در این دوره شرائط رطوبت و حرارت بتن باید بطور مناسبی حفظ شود تا فعل وانفعالات سیمان بخوبی انجام شده وخواص مطلوبه رویه از نظر مقاومت ، سختی سطح ، دوام وسایش 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 نظررا 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 دوره‌ای ومواظبت یک دوره‌ای .

در مواظبت بروش دو دوره‌ای که گاهی روش 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 این‌عمل‌بعد از تسطیح نهائی و بلافاصله‌پس از اینکه سطح بتن بتواند پوشش را بدون صدمه دیدن تحمل نماید ، انجام میگیرد .

آب پاشی بر روی ورقهای پوشش باید بادقت و بصورت ملایم انجام گیردبنحوی که برخورد آب ، سطح بتن تازه را که درزیر پوشش قراردارد صدمه نزند .

این مرحله مواظبت تاحدود ۱۲ تا ۱٤ ساعت بعداز 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 خاك مرطوب استفاده گردد و یا گاهـــــی بدون استعمال پوشش ، به آب پاشی مداوم اکتفاء گردد .

در روش مواظبت با آب بندی که یک دوره‌ای است معمولا از کاغذ عایق رطوبـت مخصوص و یاورقهای نایلون استفاده میگردد، و یا غشائی از رنگ عایق رطوبت‌روی بتن . پاشیده میشود ، در استفاده از این روش‌باید مطمئن گردید که ورقهای‌عایق بخوبی عمل‌خود را انجام میدهند و عاری از هرگونه منفذ برای فرار رطوبت میباشند .

ورقهای عایق بلافاصله پس‌از اینکه سطح بتن توانست آنهاراتحمل نماید ، روی بتن پهن میشوند، گاهی لازم میگردد قبل از قرار دادن ورق، سطح بتن بطور ملایم آبپاشی گردد . ابعاد ورقهائیکه برای این‌منظور ساخته میشوند متناسب باابعاد سطوح بتن‌ریزی‌است،انتهای ورقها روی یکدیگر قرار میگیرد وبا آویزان کردن وزنه به‌آنهادر جای‌خود ثابت‌میشوند 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 نمیباشـــــد

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 تفـــــاوت حرارت در سطح و عمق بتن کمتر خواهد بود . استفاده از ورقهای عایق نایلونی مخصوص و یا از غشاء رنگهای عایق رطوبت ، طبق‌روش‌های متداول مجاز خواهد بود درهر حال‌باید 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 اره کردن درزهای بتنی صدمه به‌این غشاء عایق وارد نماید ویااینکه قبل از اینکه مایع‌عایق ، خود را بگیرد بارندگـــی اتفاق افتد ، باید قسمتهای صدمه دیده را ترمیم نمود .

اره کردن درزهای سطحی طولی معمولا 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 کاه در این درزها باید خودداری شود و بهترست از نوار گونی و یا طناب و الیاف مخصوص استفاده گردد تا بتوان آنها را بعداً بآسانی از درز خارج نمود و جایش را با مصالح پر کننده درز پر کرد .

قبل از ۱٤ روز هیچگونه وسیله نقلیه تحت هیچ شرطی نباید از روی بتن عبـــور نماید .

۸ـ۱۵ بتن‌ریزی در هوای سرد

بطور کلی در صورت استفاده از سیمان پرتلند معمولی ، وقتی که چهل وهشت ساعت بعد از بتن ریزی خطر نزول درجه حرارت محیط به پائین تراز صفر درجه سانتیگراد وجـــود دارد بتن ریزی را باید متوقف نمود .

عملا 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 تفاله کوره‌های آهن - گدازی استفاده شود دمای حداقل نامبرده در فوق ، باید ٥ درجه سانتیگراد بالاتر در نظر گرفته شود .

در صورت لزوم با انجام اقدامات احتیاطی میتوان در دمای پائین تراز درجات فوق نیز بتن ریزی را ادامه داد . ولی راه حل مورد نظر باید کاملا مطالعه شده بوده و مؤثر بودن آن عملا تحت آزمایش قرار گرفته باشد و روش این عمل نیز مورد تائید مهندس قرار گیرد .

بعضی از اقداماتی که اجازه میدهد در درجات حرارت پائین بتن ریزی ادامه یابـــد 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 هوائی 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 ۳۰ سانتیمتر یا بیشتر صورت گیرد که حداقل ۱۰ روز در محل باقی بماند . پوشش کاه معمولا روی ورقهائی که قبلا روی بتن پهن شده قرار میگیرد .

۸-۱۶ بتن‌ریزی در هوای گرم و بتن‌ریزی در معرض باد

در هوای گرم ویادر 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 بر داشتن 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 بر داشته

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

۸ ـ ۱۸ رواداری در ضخامت واستقامت 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 ۳۰۰ متر طول باند یک گمانه زده شود ضخامت بدست آمده با ضخامت معینه نباید بیش از نیم سانتیمتر اختلاف داشته باشد .

۸ ـ ۱۹ پر کردن درزها بامواد پر کننده و آب بند

بلا فاصله بعد از مراحل عمل آوردن و نگاهداری بتن درزهای بتن رویه با مصالح پر کننده مخصوص که در پروژه مشخص شده است پر میشود، این مواد پر کننده 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 اره کردن و یا از موادی که بصورت رنگ عایق در موقع حفاظت بتن بکار رفته‌اند کاملا پاک شود تا مواد پر کننده 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 پر کننده از نوع گرم است باید دقت کرد که سطح های درز پر شونده عاری از آب و رطوبت باشد .

پر کردن درز باید با دقت و بنحوی انجام گیرد که مواد اضافی از درز بیرون نزند و سعی گردد که سطح فوقانی مواد پر کننده در حدود ۳ میلیمتر پائین تراز 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 کاملا صاف و یکنواخت گردد . تمام ماشین آلاتی که برای پر کردن بکار میروند و تمام مواد پرکننده باید قبلا به تصویب مهندس برسد

۸ ـ ۲۰ حفاظت بتن

باید به‌تعداد کافی نگهبان وعلائم راهنمائی 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 برای 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 ـ ۲۱ بازکردن باند برای عبور

رویه بتنی تمام شده را وقتیکه کاملا از مواد اضافی پاك گردید و دال بتنی قـــدرت مورد نظر را برای تحمل چرخ هواپیماهای مربوطه بدست آورده ، میتوان برای ترافیك باز نمود .

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

مهندس میتواند با توجه به نتایج آزمایشهای دوره ساختمان و ارقام محاسباتـــی و همچنین باتوجه به شرائط محیط در ضمن ساختمان و بعد از آن ، باز کردن باند را به مدتـی که مناسب تشخیص دهد به تعویق اندازد .

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