

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه

## ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی:

### مشخصات فنی عمومی

نشریه شماره ۱۰۸

معاونت امور فنی  
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه

# ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی: مشخصات فنی عمومی

نشریه شماره ۱۰۸

معاونت امور فنی  
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

چاپ دوم  
۱۳۷۳

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۳/۰۰/۲۳

## فهرست بزرگه

سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی: مشخصات فنی عمومی / معاونت امور فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی. - تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۳، ۱۳۶۸.

۲۰۰، ۱۳ ص: مصور. - (سازمان برنامه و بودجه، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی؛ نشریه شماره ۱۰۸) (انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۳/۰۰/۲۳)  
چاپ اول توسط دفتر تحقیقات و معیارهای فنی وزارت برنامه و بودجه منتشر شده است.  
"چاپ دوم"

۱. آبیاری - استانداردها. ۲. زهکشی - استانداردها. ۳. بتون - مشخصات. الف. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۷۳ ش. ۱۰۸ ۱۹ الف/ ۳۶۸ TA

ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی: مشخصات فنی عمومی

تهیه کننده: دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

چاپ اول: ۱۳۶۸

چاپ دوم: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۷۳

قیمت: ۶۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ

همه حقوق، پای، ناشر محفوظ است.



جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه

|                                                                             |                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| به: تمامی دستگاههای اجرائی و مهندسان مشاور                                  | دستورالعمل شماره<br>تاریخ ۶۸/۶/۲۰<br>۱-۸۷۶۲/۵۶-۷۸۳ |
| موضوع: ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی<br>( مشخصات فنی عمومی ) | کد                                                 |

بذکر:

باستناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین نامه استانداردهای اجرائی طرحهای عمرانی این دستورالعمل از نوع \_\_\_\_\_  
یک مذکور در ماده هفت آئین نامه در  یک نسخه صادر میگردد .  
تاریخ مندرج در ماده ۸ آئین نامه در مورد این دستورالعمل  ۶۸/۸/۲۰ میباشد .

به پیوست نشریه شماره ۱۰۸ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی این سازمان تحت عنوان " ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی ( مشخصات فنی عمومی ) ابلاغ میگردد .  
دستگاههای اجرائی و مهندسین مشاور موظف میباشند از تاریخ ۶۸/۸/۲۰ مفاد نشریه مذکور را در کلیه طرحهای شبکه های آبیاری و زهکشی که هزینه آنها از محل اعتبارات طرحهای عمرانی تامین میگردد رعایت نمایند .

مسعود روغنی زنجانی  
معاون رئیس جمهور و

رئیس سازمان برنامه و بودجه

# بسم الله الرحمن الرحيم

## پیشگفتار

بخش عمده کشور ما جزو مناطق خشک محسوب می شود و آب در آن ارزش فوق العاده ای در تولید دارد. و مهمترین عامل محدود کننده توسعه اقتصادی است. روند افزایش جمعیت و نیاز جامعه به مواد غذایی و رعایت سیاستگذاریهای دولت در جهت خودکفایی نسبی، حداکثر کوشش را برای استفاده بهینه از منابع آب در کشور ایجاب می کند.

توسعه منابع آب و عمران اراضی، به دلیل ماهیت زیربنایی آن، نیاز به سرمایه گذاریهای سنگین، کاربرد ضوابط علمی، تکنولوژی مناسب و دقت در اجرای کار دارد. ابعاد و سنگینی سرمایه - گذاریها برای اجرای طرحهای توسعه و بهره برداری از منابع آب، به گونه ای است که تأمین آب بجز از طریق منابع ملی و با مراقبت و نظارت دولت امکان پذیر نیست. از این رو ایجاد تسهیلات و فراهم آوردن ابزار و وسایل کار، از جمله ضوابط علمی و تکنولوژی مناسب و امکانات دقت در اجرای کار، باید به وسیله دولت فراهم شود.

در این راستا، وزارت برنامه و بودجه، به منظور کاربرد استانداردهای معتبر و ایجاد هماهنگی در طراحی سازه ها و تأسیسات آبی، تدوین ضوابطی را برای استاندارد کردن کانالها و ابنیه فنی تیپ مورد استفاده در شبکه های آبیاری و زهکشی کشور، ضروری تشخیص داد و نسبت به تدوین ضوابط مورد نیاز و تهیه مجموعه نشریاتی با عنوان ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی کشور، به شرح زیر اقدام کرد:

— نشریه شماره ۱۰۳— منابع آب و خاک و نحوه بهره برداری در گذشته و حال

— نشریه شماره ۱۰۴— هیدرولیک کانالها

— نشریه شماره ۱۰۵— هیدرولیک لوله ها و مجاری

— نشریه شماره ۱۰۶— اندازه گیریهای جریان

— نشریه شماره ۱۰۷— نقشه های تیپ سازه های فنی

— نشریه شماره ۱۰۸— مشخصات فنی عمومی

— نشریه شماره ۱۰۹— خدمات فنی دوران بهره برداری و نگهداری

نشریه های یاد شده در جهت آگاهی از امکانات، مسائل و مشکلات موجود در زمینه دسترسی به منابع آب و خاک و بهره برداری از آن، آمار و اطلاعات و پیشنهادهایی را در زمینه منابع آب و خاک و خدمات دوران بهره برداری و نگهداری مطرح کرده و ضوابطی را در مورد هیدرولیک کانالها، هیدرولیک لوله ها و مجاری، سازه های اندازه گیری، نقشه های تیپ سازه های آبیاری و زهکشی و مشخصات فنی مربوط ارائه می کند.

امید است انجام این کار، در راه ایجاد تسهیلات و فراهم آوردن ابزار کار برای طراحان و مجریان طرحهای توسعه و بهره برداری از منابع آب و خاک کشور، گامی را پیموده باشد و علاقه مندان و استفاده کنندگان از این نشریه‌ها، با اظهار نظر و راهنماییهای خود، در تکمیل و غنی ساختن آن، تهیه کنندگان این مجموعه را یاری دهند.

## مقدمه

نشریه حاضر تحت عنوان مشخصات فنی عمومی به منظور یکنواخت کردن دستورالعملهای اجرایی کارهای ساختمانی شبکه‌های آبیاری و زهکشی تهیه و تدوین شده است.

نظر به اهمیت کیفیت اجرای کارهای مختلف ساختمانی با توجه به عمر مفید مورد نظر در طرحهای عمرانی، تبعیت از یک مشخصات فنی عمومی منسجم و یکنواخت، کاملاً "منطقی و اصولی است تا این امر از تنوع مشخصات در اجرای طرحها جلوگیری نماید.

در تهیه و تدوین این نشریه، در مرحله نخست سعی در استفاده از نشریه‌های مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و نشریه‌های این دفتر بوده و از استانداردهای معتبری مانند AASHTO، USBR، ACI، ASTM و استانداردهای دیگر نیز بهره گرفته شده است.

با توجه به ماهیت اجرایی بعضی از قسمتهای عملیات ساختمانی طرحهای آبیاری و زهکشی ممکن است استفاده از سایر مشخصات فنی عمومی اجتناب‌ناپذیر باشد؛ این موارد محدود به مشخصاتی است که در این نشریه از آن ذکری به میان نیامده باشد.

در طرحهای شبکه آبیاری، جاده‌سازی، کمتر با استانداردهای طرحهای راه‌سازی مورد عمل و نظر است بنابراین، تنها یک فصل به طور مختصر به شرح زیر اساس برای شن‌ریزی راههای ارتباطی مزارع، راههای روستایی و راههای بهره‌برداری کانالها اختصاص داده شده است. چنانچه به مشخصات زیرسازی راه بیش از مندرجات این نشریه، همچنین به مشخصات آسفالت، شمعکوبی و سیرکوبی نیاز باشد، باید از مشخصات فنی عمومی راه نشریه شماره ۱۰۱ این دفتر استفاده شود.

از کارشناسان مهندسين مشاور پاپيلا (احمدآل ياسين و محمدرضا طبيب‌زاده‌نوري) كه مسئوليت تهيه اين مجموعه را عهده‌دار بوده‌اند؛ همچنين كارشناسان مؤسسه‌های زیر که در بررسی نهایی این نشریه همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌شود:

وزارت برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی (حسین شفیعی‌فر، اکبرهاشمی، محسن عنقا، مصطفی یزدان‌شناس و کامران باغ‌گلی)

جهاد سازندگی (برادر صالحی)

مهندسين مشاور يكم (اكبر سپهر و علي نوري)

مهندسين مشاور مه‌اب‌قدس (پرويز تجزيه‌چي)

## فهرست مطالب

عنوان صفحه

### فصل اول

|    |  |                                         |  |
|----|--|-----------------------------------------|--|
| ۲۵ |  | <u>۱. کلیات</u>                         |  |
| ۲۵ |  | ۱-۱. کاربرد                             |  |
| ۲۵ |  | ۲-۱. تخریب                              |  |
| ۲۵ |  | ۳-۱. پرکردن چاه                         |  |
| ۲۵ |  | ۴-۱. نقاط نشانه و میدا                  |  |
| ۲۶ |  | ۵-۱. کنترل مصالح قبل از مصرف            |  |
| ۲۶ |  | ۶-۱. تحویل مصالح                        |  |
| ۲۶ |  | ۷-۱. حفظ منطقه عملیات از نفوذ و ورود آب |  |
| ۲۶ |  | ۸-۱. تأمین آب مزارع و باغها و آب شهری   |  |
| ۲۷ |  | ۹-۱. کندن درختان و بوته‌ها              |  |
| ۲۷ |  | ۱۰-۱. سوزاندن یا دفن مواد زاید          |  |
| ۲۷ |  | ۱۱-۱. کارهای نقشه‌برداری                |  |
| ۲۷ |  | ۱۲-۱. سایر موارد                        |  |

### فصل دوم

|    |  |                                                         |  |
|----|--|---------------------------------------------------------|--|
| ۲۹ |  | <u>۲. عملیات خاکی</u>                                   |  |
| ۲۹ |  | ۱-۲. کارهای خاکبرداری                                   |  |
| ۲۹ |  | ۱-۱-۲. انواع خاکبرداری                                  |  |
| ۲۹ |  | الف) برداشت خاکهای نباتی                                |  |
| ۲۹ |  | ب) خاکبرداری کانالهای اصلی و فرعی به شکلهای مختلف       |  |
| ۳۱ |  | پ) خاکبرداری زهکشا و کانالهای انحرافی                   |  |
| ۳۱ |  | ت) خاکبرداری برای تسطیح اراضی                           |  |
| ۳۲ |  | ث) خاکبرداری راهها                                      |  |
| ۳۲ |  | ج) خاکبرداری زهکش زیرپوشش کانالها و زهکش پشت ابنیه فنی  |  |
| ۳۲ |  | چ) نیمرخ‌سازی (پروفیل‌کردن) منشور کانالها در زیر پوششها |  |
| ۳۲ |  | ح) حفاری در مناطق سنگی                                  |  |
| ۳۲ |  | ۲-۱-۲. گودبرداری محل سازه‌های فنی                       |  |

|    |                                                   |
|----|---------------------------------------------------|
| ۳۴ | ۲-۱-۳. تداوم عملیات خاکی                          |
| ۳۵ | ۲-۱-۴. استفاده از مصالح گودبرداریها و خاکبرداریها |
| ۳۵ | ۲-۱-۵. حفاری با مواد منفجره                       |
| ۳۵ | الف) انفجار                                       |
| ۳۶ | ب) استفاده از مواد منفجره                         |
| ۳۶ | پ) ایمنی                                          |
| ۳۶ | ۲-۱-۶. ریزش و لغزش                                |
| ۳۷ | ۲-۲. عملیات خاکریزی و کوبیدن                      |
| ۳۷ | ۲-۲-۱. مصالح خاکریز                               |
| ۳۷ | الف) خاکریز غیر قابل نفوذ                         |
| ۳۸ | ب) خاکریز قابل نفوذ                               |
| ۳۸ | پ) خاکریز با مخلوط رودخانه (توونان)               |
| ۳۸ | ۲-۲-۲. مشخصات عمومی خاکریز                        |
| ۳۹ | الف) آ ماده سازی بستر خاکریزها                    |
| ۳۹ | ب) پخش لایه ها                                    |
| ۴۰ | پ) خطوط، شیب و رقوم                               |
| ۴۰ | ت) رطوبت بهینه و تراکم خاکریز                     |
| ۴۰ | ۲-۲-۳. انواع خاکریز                               |
| ۴۱ | الف) خاکریز متراکم                                |
| ۴۱ | ب) خاکریز معمولی (نرمال)                          |
| ۴۱ | پ) خاکریز مصالح مازاد                             |
| ۴۱ | ت) خاکریز سنگی                                    |
| ۴۱ | ۲-۲-۴. پرکردن پشت ابنیه فنی                       |
| ۴۲ | ۲-۲-۵. محل های قرصه                               |
| ۴۳ | ۲-۲-۶. کنترل رطوبت خاکریزها                       |
| ۴۳ | الف) خاکریزهای غیر قابل نفوذ                      |
| ۴۴ | ب) خاکریزهای قابل نفوذ                            |
| ۴۴ | پ) خاکریزهای مخلوط رودخانه (توونان)               |
| ۴۴ | ۲-۲-۷. کوبیدن                                     |
| ۴۴ | الف) کلیات                                        |

|    |                                                                        |
|----|------------------------------------------------------------------------|
| ۴۶ | ب ( روش کوبیدن                                                         |
| ۴۶ | ۲-۲-۸. رگلاژ، تسطیح و تنظیم                                            |
| ۴۶ | ۲-۲-۹. زهکشی                                                           |
| ۴۷ | ۲-۲-۱۰. بستر راههای ارتباطی، راههای مزارع و راههای بهره برداری کانالها |
| ۴۷ | الف) بستر راه در برش سنگی                                              |
| ۴۷ | ب ( بستر راه در خاکریزی                                                |
| ۴۷ | پ ( بستر راه در سطح راه موجود                                          |
| ۴۷ | ت ( راههای انحرافی و راههای اتصالی                                     |
| ۴۸ | ۲-۲-۱۱. زیرسازی پوشش بتنی کانال                                        |
| ۴۸ | الف) پر کردن حفره ها و ریزشها                                          |
| ۴۸ | ب ( علف کشی قشر زیرین پوشش                                             |
| ۴۹ | پ ( رگلاژ بستر پوشش کانال (ترمیمگ)                                     |
| ۵۰ | ت ( رگلاژ کف و شیروانی کانالهای خاکی و زهکشها                          |

### فصل سوم

|    |                                             |
|----|---------------------------------------------|
| ۵۱ | ۳. <u>بتن و بتن مسلح</u>                    |
| ۵۱ | ۳-۱. کلیات                                  |
| ۵۱ | ۳-۲. سیمان                                  |
| ۵۱ | ۳-۲-۱. نگهداری سیمان                        |
| ۵۲ | ۳-۲-۲. آزمایش سیمان                         |
| ۵۳ | ۳-۲-۳. استانداردهای تعیین کننده کیفیت سیمان |
| ۵۳ | ۳-۲-۴. گیرش و گیرش کاذب سیمان               |
| ۵۳ | ۳-۲-۵. حرارت سیمان                          |
| ۵۳ | ۳-۳. مصالح سنگی دانه بندی شده (شن و ماسه)   |
| ۵۳ | ۳-۳-۱. ترکیب مصالح سنگی دانه بندی شده       |
| ۵۴ | ۳-۳-۲. کیفیت مصالح سنگی                     |
| ۵۴ | الف) مشخصات کلی                             |
|    | ب) استانداردها                              |
| ۵۵ | ۳-۳-۳. دانه بندی مصالح                      |
| ۵۵ | ۳-۳-۴. منبع تهیه مصالح سنگی                 |

| صفحه | عنوان                                           |
|------|-------------------------------------------------|
| ۵۵   | ۵-۳-۳. مصالح ریزدانه (ماسه)                     |
| ۵۵   | الف) مشخصات کلی                                 |
| ۵۵   | ب) کیفیت                                        |
| ۵۷   | پ) ترکیب و دانه بندی                            |
| ۵۸   | ۶-۳-۳. مصالح درشت دانه (شن)                     |
| ۵۸   | الف) مشخصات کلی                                 |
| ۵۸   | ب) کیفیت مصالح                                  |
| ۶۰   | ۷-۳-۳. دیوی مصالح دانه بندی شده                 |
| ۶۲   | ۸-۳-۳. جابه جایی مصالح سنگی                     |
| ۶۳   | ۹-۳-۳. تجهیزات و دستگاههای تهیه مصالح سنگی      |
| ۶۳   | ۱۰-۳-۳. نمونه برداری و آزمایش                   |
| ۶۳   | ۴-۳. آب                                         |
| ۶۴   | ۵-۳. فولاد (میلگرد)                             |
| ۶۴   | ۶-۳. مواد مضاف                                  |
| ۶۵   | ۱-۶-۳. انواع مواد مضاف                          |
| ۶۵   | الف) مواد هوازا                                 |
| ۶۶   | ب) مواد تسریع کننده                             |
| ۶۷   | پ) مواد روان کننده و کنترل کننده گیرش           |
| ۶۷   | ت) مواد متفرقه                                  |
| ۶۷   | ۷-۳. پایایی (دوام) بتن                          |
| ۶۷   | ۱-۷-۳. حداقل مقدار سیمان                        |
| ۶۹   | ۲-۷-۳. بتن مقاوم در برابر یخزدگی و نمکهای یخزدا |
| ۷۱   | ۳-۷-۳. بتن مقاوم در برابر حملات شیمیایی         |
| ۷۳   | ۴-۷-۳. بتن مقاوم در برابر سایش                  |
| ۷۳   | الف) مقاومت فشاری                               |
| ۷۳   | ب) مقاومت مصالح سنگی                            |
| ۷۳   | پ) صافکاری سطح بتن                              |
| ۷۳   | ت) عمل آوردن                                    |
| ۷۳   | ث) پوشش بتن                                     |
| ۷۴   | ۸-۳. طرح اختلاط و انتخاب نوع بتن                |

|    |                                                      |
|----|------------------------------------------------------|
| ۷۴ | ۳-۸-۱ . مشخصات کلی                                   |
| ۷۴ | ۳-۸-۲ . طبقه‌بندی عمومی بتن و حداقل عیار سیمان       |
| ۷۴ | الف) بتن ابنیه فنی                                   |
| ۷۴ | ب ) بتن پوشش کانالها                                 |
| ۷۶ | ۳-۸-۳ . طرح اختلاط بتن                               |
| ۷۶ | الف) مشخصات کلی                                      |
| ۷۶ | ب ) نسبت‌های اختلاط تقریبی مصالح در بتن سازه‌های فنی |
| ۷۷ | پ ) نسبت‌های اختلاط تقریبی مصالح در بتن پوشش کانالها |
| ۷۷ | ت ) حداکثر اندازه مصالح دانه‌بندی شده                |
| ۷۸ | ۳-۸-۴ . انتخاب نوع بتن                               |
| ۷۹ | ۳-۸-۵ . میزان آب مصرفی و روانی بتن                   |
| ۷۹ | الف ) مشخصات کلی                                     |
| ۷۹ | ب ) نسبت آب به سیمان                                 |
| ۷۹ | پ ) اسلامپ (کندروانی) بتن                            |
| ۸۰ | ۳-۹-۱ . اندازه‌گیری و اختلاط مصالح بتن               |
| ۸۰ | ۳-۹-۱ . مشخصات کلی                                   |
| ۸۰ | ۳-۹-۲ . اندازه‌گیری مصالح بتن                        |
| ۸۰ | الف) سیستم و نحوه اندازه‌گیری مصالح                  |
| ۸۱ | ب ) اندازه‌گیری سیمان                                |
| ۸۱ | پ ) اندازه‌گیری میزان آب و مواد مضاف                 |
| ۸۱ | ت ) کنترل رطوبت مصالح دانه‌بندی شده                  |
| ۸۲ | ث ) ترازوهای اندازه‌گیر و رواداریها                  |
| ۸۲ | ج ) ثبت ارقام                                        |
| ۸۲ | چ ) محافظت دستگاههای اندازه‌گیر                      |
| ۸۳ | ۳-۹-۳ . اختلاط مصالح و ساخت بتن                      |
| ۸۳ | الف) مشخصات کلی                                      |
| ۸۳ | ب ) شرایط حرارتی ساخت بتن                            |
| ۸۴ | پ ) شرایط اختلاط بتن با دست                          |
| ۸۴ | ت ) مخلوط‌کنهای ثابت                                 |
| ۸۵ | ث ) کامیون مخلوط‌کن                                  |

|    |                                                         |
|----|---------------------------------------------------------|
| ۸۶ | ج ( بتن آماده                                           |
| ۸۶ | چ ( نمونه برداری و آزمایش                               |
| ۸۷ | ۳-۱۰ . حمل بتن                                          |
| ۸۷ | ۳-۱۰-۱ . مشخصات کلی                                     |
| ۸۷ | ۳-۱۰-۲ . روشهای حمل بتن                                 |
| ۸۸ | الف) فرغون ، چرخ دستی و دامپر                           |
| ۸۸ | ب ( ناوه شیدار (شوت )                                   |
| ۸۸ | پ ( جام (باکت )                                         |
| ۸۸ | ت ( کامیون مخلوط کن                                     |
| ۸۹ | ث ( پمپ بتن                                             |
| ۸۹ | ۳-۱۱ . تدارکات و اقدامات اولیه برای بتن ریزی            |
| ۸۹ | ۳-۱۱-۱ . مشخصات کلی                                     |
| ۹۰ | ۳-۱۱-۲ . تخلیه آب از محلهای بتن ریزی و آماده نمودن آن   |
| ۹۰ | الف) آماده نمودن بستر خاکی برای بتن ریزی                |
| ۹۰ | ب ( آماده کردن بسترهای سنگی                             |
| ۹۰ | پ) آماده کردن سطوح بتن سخت شده برای بتن ریزی جدید       |
| ۹۱ | ت ( ملات ریزی روی بستر سنگی                             |
| ۹۱ | ث) آماده نمودن بستر پوشش بتنی کانالها (نیمرخ سازی)      |
| ۹۲ | ۳-۱۱-۳ . قطعات مدفون و جاسازیهای لازم در بتن            |
| ۹۲ | ۳-۱۱-۴ . کنترل قالبها                                   |
| ۹۲ | ۳-۱۱-۵ . نظافت و مرطوب نمودن محل بتن ریزی               |
| ۹۳ | ۳-۱۲ . بتن ریزی                                         |
| ۹۳ | ۳-۱۲-۱ . مشخصات کلی                                     |
| ۹۴ | ۳-۱۲-۲ . انتقال بتن به قالب و تخلیه بتن                 |
| ۹۵ | ۳-۱۲-۳ . توقف و شروع مجدد بتن ریزی                      |
| ۹۵ | ۳-۱۲-۴ . مراحل و لایه های بتن ریزی                      |
| ۹۶ | ۳-۱۲-۵ . درجه حرارت مخلوط بتن تازه و شرایط جوی بتن ریزی |
| ۹۶ | الف) بتن ریزی در هوای گرم                               |
| ۹۷ | ب ( بتن ریزی در هوای سرد                                |
| ۹۸ | پ ( بازرسی عملیات اجرایی در هوای سرد                    |

|     |                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
| ۹۸  | ۳-۱۲-۶. اتمام سطوح بتن ریخته شده در هرلایه                                         |
| ۹۸  | ۳-۱۲-۷. بتن ریزی بتن مسلح                                                          |
| ۹۹  | ۳-۱۲-۸. بتن ریزی در آب                                                             |
| ۹۹  | الف) مشخصات مخلوط                                                                  |
| ۱۰۰ | ب) نحوه بتن ریزی                                                                   |
| ۱۰۰ | پ) بازرسی                                                                          |
| ۱۰۰ | ۳-۱۲-۹. بتن ریزی پوشش بتنی کانالها                                                 |
| ۱۰۰ | الف) کیفیت بتن پوشش کانال                                                          |
| ۱۰۰ | ب) نحوه بتن ریزی                                                                   |
| ۱۰۱ | پ) خاکریزی روی لبه های پوشش بتنی کانال                                             |
| ۱۰۱ | ۳-۱۲-۱۰. بخی                                                                       |
| ۱۰۲ | ۳-۱۲-۱۱. ماهیچه                                                                    |
| ۱۰۲ | ۳-۱۲-۱۲. متراکم کردن بتن - لرزاندن                                                 |
| ۱۰۳ | الف) مشخصات و پیراتور غوطه ور                                                      |
| ۱۰۳ | ب) نحوه کار با و پیراتور                                                           |
| ۱۰۳ | پ) مدت زمان لرزاندن                                                                |
| ۱۰۴ | ت) تجدید لرزاندن بتن                                                               |
| ۱۰۵ | ث) لرزاندن پوشش بتنی کانالها                                                       |
| ۱۰۵ | ۳-۱۳. محافظت و مراقبت (عمل آوردن) بتن                                              |
| ۱۰۵ | ۳-۱۳-۱. محافظت                                                                     |
| ۱۰۵ | ۳-۱۳-۲. حفاظت عملیات بتن ریزی و بتن تازه ریخته شده                                 |
| ۱۰۶ | ۳-۱۳-۳. قیر اندود کردن و عایقکاری جدارهای بتنی (محافظت در مقابل آبهای حاوی سولفات) |
| ۱۰۶ | ۳-۱۳-۴. نگهداری و گیرش قطعات بتنی                                                  |
| ۱۰۶ | ۳-۱۳-۵. روشهای مراقبت                                                              |
| ۱۰۷ | الف) مرطوب نگاه داشتن سطوح با استفاده از آب                                        |
| ۱۰۸ | ب) حفظ آب بتن با استفاده از ترکیبات عمل آورنده                                     |
| ۱۰۹ | ۳-۱۳-۶. مدت مراقبت                                                                 |
| ۱۱۰ | ۳-۱۴. درزهای قطعات بتنی                                                            |
| ۱۱۰ | ۳-۱۴-۱. درزهای ساختمانی                                                            |

|     |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۱۱۱ | ۳-۱۴-۲. درزهای انقباض                                                 |
| ۱۱۱ | الف) درزهای انقباض عرضی                                               |
| ۱۱۲ | ب) درزهای انقباض طولی                                                 |
| ۱۱۲ | ۳-۱۴-۳. درزهای انبساط                                                 |
| ۱۱۳ | ۳-۱۴-۴. مواد پرکننده درزهای قطعات بتنی ( مواد درزبندی )               |
| ۱۱۳ | الف) مصالح                                                            |
| ۱۱۴ | ب) کاربرد مواد درزبندی                                                |
| ۱۱۵ | ۳-۱۴-۵. آب بندها                                                      |
| ۱۱۵ | الف) مصالح                                                            |
| ۱۱۵ | ب) وصله نمودن                                                         |
| ۱۱۶ | پ) نصب                                                                |
| ۱۱۶ | ۳-۱۵. بتن های ویژه                                                    |
| ۱۱۶ | ۳-۱۵-۱. بتن کم مایه ( لاغر )                                          |
| ۱۱۶ | ۳-۱۵-۲. بتن پیش ساخته                                                 |
| ۱۱۷ | ۳-۱۵-۳. بتن غیر قابل نفوذ                                             |
| ۱۱۷ | ۳-۱۵-۴. بتن هوادار                                                    |
| ۱۱۷ | ۳-۱۵-۵. بتن تندگیر و بتن کندگیر                                       |
| ۱۱۸ | ۳-۱۵-۶. پرکردن زیر و پشت ورقهای فلزی (با استفاده از مواد منبسط شونده) |
| ۱۱۸ | ۳-۱۵-۷. تزریق دوغاب اطراف میل مهارها                                  |
| ۱۱۸ | الف) دوغاب تزریق                                                      |
| ۱۱۹ | ب) تهیه و تزریق دوغاب سیمان در سوراخها و غلافها                       |
| ۱۱۹ | پ) وسایل تهیه و تزریق دوغاب                                           |
| ۱۲۰ | ت) عملیات تزریق                                                       |
| ۱۲۰ | ۳-۱۶. کنترل کارهای بتنی                                               |
| ۱۲۰ | ۳-۱۶-۱. مشخصات کلی                                                    |
| ۱۲۱ | ۳-۱۶-۲. رواداری کارهای بتنی                                           |
| ۱۲۱ | الف) پوشش بتنی کانالها                                                |
| ۱۲۲ | ب) سیفونها و آبروهای صندوقهای ریخته شده درجا                          |
|     | پ) پلها، آبشیبها، کنترلها، آبگیرها، ساختمان دهانه آبگیر، آبشار و      |
| ۱۲۲ | سازه های مشابه                                                        |

|     |                                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| ۱۲۳ | ت ( دال پلها                                                            |
| ۱۲۳ | ث ( پی ها ، پی ستونها ، دیوارها و پایه ها                               |
| ۱۲۳ | ج ( نشیمنگاه و دیوار محل نصب دریچه های قطاعی و اتصالات مشابه<br>آب بندی |
| ۱۲۳ | ۳-۱۶-۰۳ نمونه برداری و آزمایش بتن تازه                                  |
| ۱۲۴ | ۳-۱۶-۰۴ تهیه و نگهداری نمونه ها                                         |
| ۱۲۴ | ۳-۱۶-۰۵ حد نصاب مقاومت بتن                                              |
| ۱۲۵ | ۳-۱۶-۰۶ روش نمونه برداری و آزمایش بتن تازه                              |
| ۱۲۵ | ۳-۱۶-۰۷ ارزیابی نتایج آزمایش نمونه های عمل آورده شده در شرایط کارگاهی   |

#### فصل چهارم

|     |                                              |
|-----|----------------------------------------------|
| ۱۲۷ | ۴. کارهای بنایی ، حفاظتی و استحکامی          |
| ۱۲۷ | ۴-۱. کارهای بنایی سنگی                       |
| ۱۲۷ | ۴-۱-۱. مشخصات کلی                            |
| ۱۲۷ | ۴-۱-۲. مشخصات فنی سنگهای طبیعی               |
| ۱۲۸ | الف ( بافت سنگ                               |
| ۱۲۸ | ب ( جذب آب                                   |
| ۱۲۸ | پ ( پاکیزگی                                  |
| ۱۲۸ | ت ( پایداری در برابر عوامل جوی               |
| ۱۲۸ | ث ( مقاومت و دوام                            |
| ۱۲۸ | ۴-۱-۳. انواع سنگهای مورد مصرف در کارهای سنگی |
| ۱۲۹ | الف ( سنگهای رودخانه ای                      |
| ۱۲۹ | ب ( سنگهای کوهی                              |
| ۱۳۰ | ۴-۱-۴. اجرای بنایی سنگی                      |
| ۱۳۰ | الف ( وزن سنگ                                |
| ۱۳۰ | ب ( نحوه استقرار سنگ                         |
| ۱۳۰ | پ ( نمای سنگ                                 |
| ۱۳۰ | ت ( قفل و بست سنگها                          |
| ۱۳۰ | ث ( ضخامت دیوار                              |
| ۱۳۱ | ج ( عدم تماس سنگها                           |

|      |                                                        |
|------|--------------------------------------------------------|
| ۱۳۱  | چ ( بنای رج اول                                        |
| ۱۳۱  | ح ( نصب سنگ ( در دیوارسازی                             |
| ۱۳۱  | خ ( بنایی در سرما                                      |
| ۱۳۱  | د ( بند افقی سراسری                                    |
| ۱۳۲. | ذ ( بافت دیوار                                         |
| ۱۳۲  | ر ( بندها                                              |
| ۱۳۲  | ز ( همگنی                                              |
| ۱۳۲  | ژ ( محافظت                                             |
| ۱۳۲  | س (رفع آلودگی                                          |
| ۱۳۲  | ش ( مرطوب کردن                                         |
| ۱۳۲  | ۲-۴ . کارهای بنایی با بلوک سیمانی                      |
| ۱۳۳  | ۱-۲-۴ . مشخصات بلوک سیمانی                             |
| ۱۳۳  | الف ( ابعاد                                            |
| ۱۳۳  | ب ( نسبت ابعاد                                         |
| ۱۳۳  | ۲-۲-۴ . روانداری در ابعاد خارجی                        |
| ۱۳۴  | ۳-۲-۴ . سیمان                                          |
| ۱۳۴  | ۴-۲-۴ . مصالح سنگی                                     |
| ۱۳۴  | الف ( دانه‌های ریز ( ماسه )                            |
| ۱۳۴  | ب ( دانه‌های درشت ( شن )                               |
| ۱۳۴  | ۵-۲-۴ . آب                                             |
| ۱۳۴  | ۶-۲-۴ . نمای خارجی                                     |
| ۱۳۴  | ۷-۲-۴ . مخلوط                                          |
| ۱۳۵  | ۸-۲-۴ . مخلوط کردن                                     |
| ۱۳۵  | ۹-۲-۴ . چگونگی تهیه و ساختن بلوکهای سیمانی             |
| ۱۳۵  | ۱۰-۲-۴ . زمان لازم برای نگهداری بلوکها در آب (آب دادن) |
| ۱۳۶  | ۱۱-۲-۴ . خشک کردن                                      |
| ۱۳۶  | ۱۲-۲-۴ . مشخصات فیزیکی                                 |
| ۱۳۶  | ۱۳-۲-۴ . بازدید ظاهری                                  |
| ۱۳۶  | ۱۴-۲-۴ . نمونه برداری و علامتگذاری                     |
| ۱۳۷  | ۳-۴ . کارهای بنایی با آجر                              |

|     |                                                 |
|-----|-------------------------------------------------|
| ۱۳۸ | ۴-۴ . بندکشی                                    |
| ۱۳۹ | ۴-۵ . ملاتها                                    |
| ۱۳۹ | ۴-۵-۱ . مصالح متشکله ملات                       |
| ۱۳۹ | الف) سیمان                                      |
| ۱۳۹ | ب) آهک                                          |
| ۱۳۹ | پ) ماسه                                         |
| ۱۴۱ | ۴-۵-۲ . ملات ماسه سیمان                         |
| ۱۴۲ | ۴-۵-۳ . ملات حرامزاده (باتارد)                  |
| ۱۴۲ | ۴-۶ . دیوارهای خشکه چین                         |
| ۱۴۳ | ۴-۷ . سنگچینهای حفاظتی                          |
| ۱۴۵ | ۴-۸ . حفاظت شیروانیها                           |
| ۱۴۵ | ۴-۸-۱ . پوشش ساده یا خشکه چین                   |
| ۱۴۵ | ۴-۸-۲ . پوشش با بلوکهای بتنی                    |
| ۱۴۵ | ۴-۸-۳ . پوشش با خاک نباتی                       |
| ۱۴۵ | ۴-۹ . رگلاژ و نیمرخ سازی شیروانی خاکریزهای سنگی |
| ۱۴۶ | ۴-۱۰ . گابیون چینی                              |

### فصل پنجم

|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| ۱۴۷ | <u>۵ . قالب بندی</u>                               |
| ۱۴۷ | ۵-۱ . قالب و قالب بندی بتن                         |
| ۱۴۷ | ۵-۱-۱ . مشخصات کلی                                 |
| ۱۴۸ | ۵-۱-۲ . قالب                                       |
| ۱۴۹ | ۵-۱-۳ . نکات اجرایی                                |
| ۱۴۹ | ۵-۱-۴ . بازرسی و دقت قالب بندی                     |
| ۱۴۹ | ۵-۱-۵ . بستهای قالب                                |
| ۱۵۰ | ۵-۱-۶ . تمیز کردن و روغن زدن سطوح قالبها           |
| ۱۵۰ | ۵-۱-۷ . قالب برداری                                |
| ۱۵۱ | ۵-۱-۸ . قالب لغزان برای سطوح شیبدار و پوشش کانالها |
| ۱۵۱ | ۵-۱-۹ . ماشین متحرک پوشش بتنی                      |
| ۱۵۲ | ۵-۲ . نماپردازی (پرداخت سطوح بتنی)                 |

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| ۱۵۲ | ۵-۲-۱. مشخصات کلی               |
| ۱۵۳ | ۵-۲-۲. سطوح بتنی قالب بندی شده  |
| ۱۵۳ | – طبقه $F_1$                    |
| ۱۵۳ | – طبقه $F_2$                    |
| ۱۵۳ | – طبقه $F_3$                    |
| ۱۵۴ | – طبقه $F_4$                    |
| ۱۵۴ | – طبقه $F_5$                    |
| ۱۵۴ | ۵-۲-۳. سطوح بتنی بدون قالب بندی |
| ۱۵۵ | – طبقه $U_1$                    |
| ۱۵۵ | – طبقه $U_2$                    |
| ۱۵۵ | – طبقه $U_3$                    |
| ۱۵۵ | – طبقه $U_4$                    |

### فصل ششم

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| ۱۵۷ | <u>۶. زهکشی</u>                       |
| ۱۵۷ | ۶-۱. مشخصات کلی                       |
| ۱۵۷ | ۶-۲. زهکشهای روباز                    |
| ۱۵۷ | ۶-۳. زهکشهای زیرزمینی                 |
| ۱۵۷ | ۶-۳-۱. انواع زهکشهای زیرزمینی         |
| ۱۵۷ | الف) زهکش زیرزمینی مزارع              |
| ۱۵۸ | ب) زهکشهای جمع کننده (کلکتورها)       |
| ۱۵۹ | پ) زهکش زیر پوشش                      |
| ۱۶۰ | ت) مجرای خروج آب در سازه های فنی      |
| ۱۶۰ | ۶-۳-۲. مصالح مصرفی                    |
| ۱۶۲ | ۶-۴. آبروها                           |
| ۱۶۲ | ۶-۴-۱. آبروهای لوله ای بتنی پیش ساخته |
| ۱۶۳ | ۶-۴-۲. آبروهای صندوقه ای              |
| ۱۶۳ | ۶-۴-۳. سایر آبروها                    |
| ۱۶۴ | ۶-۴-۴. پی کنی آبروها و لوله ها        |
| ۱۶۵ | ۶-۴-۵. نصب لوله ها                    |

- ۱۶۶ ۶-۴-۶. خاکریزی فضای خالی اطراف لوله‌ها و آبروها
- ۱۶۶ ۶-۴-۷. آزمایش لوله‌ها

### فصل هفتم

- ۱۶۷ ۷. قنات‌ها
- ۱۶۷ ۷-۱. مشخصات کلی
- ۱۶۷ ۷-۲. قنات‌های موجود
- ۱۶۷ ۷-۳. چاه قنات
- ۱۶۷ ۷-۴. قنات‌های قدیمی و متروک
- ۱۶۸ ۷-۵. چاه‌های آزمایش و کنترل
- ۱۶۸ ۷-۶. قنات‌های موجود در مجاورت مسیرهای در دست اجرا

### فصل هشتم

- ۱۶۹ ۸. آرماتورگذاری و مسلح کردن بتن
- ۱۶۹ ۸-۱. مشخصات کلی
- ۱۶۹ ۸-۲. میلگرد
- ۱۶۹ ۸-۲-۱. کیفیت میلگرد
- ۱۶۹ ۸-۲-۲. نوع و مشخصات میلگردهای مصرفی در بتن
- ۱۷۱ ۸-۲-۳. انبار کردن میلگردها
- ۱۷۱ ۸-۲-۴. نمونه‌برداری و آزمایش میلگردها
- ۱۷۱ ۸-۲-۵. تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش
- ۱۷۲ ۸-۳. نقشه‌های اجرایی
- ۱۷۲ ۸-۴. کنترل مشخصات خم کردن
- ۱۷۲ ۸-۵. بریدن و خم کردن
- ۱۷۳ ۸-۵-۱. خم کردن میلگردهای نرم A-I
- ۱۷۳ ۸-۵-۲. خم کردن میلگردهای A-II, A-III, A-IV
- ۱۷۴ ۸-۶. کارگذاری میلگردها
- ۱۷۵ ۸-۷. فواصل میلگردها

| صفحه | عنوان                                    |
|------|------------------------------------------|
| ۱۷۶  | ۸-۸ . وصله میلگردها                      |
| ۱۷۶  | ۸-۸-۱ . حداقل طول پوشش وصله              |
| ۱۷۶  | ۸-۸-۲ . محل وصله های پوششی               |
| ۱۷۷  | ۸-۸-۳ . اتصال میلگردها به وسیله جوش      |
| ۱۷۷  | ۸-۹ . حداقل پوشش محافظ بتنی روی میلگردها |
| ۱۷۷  | ۸-۱۰ . قلاب استاندارد                    |
| ۱۷۹  | ۸-۱۱ . رواداری اندازه میلگردها           |
| ۱۷۹  | ۸-۱۱-۱ . رواداری میلگردها                |
| ۱۷۹  | ۸-۱۲ . بازرسی و نظارت                    |

### فصل نهم

|     |                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| ۱۸۱ | ۹ . کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی              |
| ۱۸۱ | ۹-۱ . کلیات                                                   |
| ۱۸۱ | ۹-۲ . اقلام عمده کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی |
| ۱۸۲ | ۹-۲-۱ . دريچه های قوسی                                        |
| ۱۸۲ | ۹-۲-۲ . دريچه های کشویی و نرپیک                               |
| ۱۸۳ | ۹-۲-۳ . دريچه های مشبک                                        |
| ۱۸۳ | ۹-۲-۴ . شبکه آشغالگیر و فرازبندها                             |
| ۱۸۳ | ۹-۲-۵ . اشل                                                   |
| ۱۸۳ | ۹-۲-۶ . بالابر ها و جعبه دنده ها                              |
| ۱۸۳ | ۹-۲-۷ . سایر کارهای فلزی                                      |
| ۱۸۳ | ۹-۳ . نقشه های قرارداد                                        |
| ۱۸۴ | ۹-۴ . نقشه های ساخت                                           |
| ۱۸۴ | ۹-۵ . مصالح و نحوه انجام کار                                  |
| ۱۸۵ | ۹-۶ . اجرای کارهای فلزی                                       |
| ۱۸۶ | ۹-۶-۱ . بریدن و سوراخ کردن                                    |
| ۱۸۶ | ۹-۶-۲ . اتصالات پیچ و مهره                                    |
| ۱۸۶ | ۹-۶-۳ . سنبه زنی                                              |
| ۱۸۶ | ۹-۶-۴ . اتصال لب به لب                                        |
| ۱۸۶ | ۹-۶-۵ . چدن و فولاد ریخته                                     |

| صفحه | عنوان                                     |
|------|-------------------------------------------|
| ۱۸۷  | ۹-۶-۶. علامتهای نصب                       |
| ۱۸۷  | ۹-۶-۷. جوشکاری                            |
| ۱۸۷  | ۹-۷-۷. بازرسی و آزمایش                    |
| ۱۸۷  | ۹-۷-۱. بازرسی عملیات مونتاژ               |
| ۱۸۷  | ۹-۷-۲. آزمایش نحوه عمل دستگاههای بالابر   |
| ۱۸۷  | ۹-۷-۳. بازرسی جوشکاری، پرچ، پیچ و مهره    |
| ۱۸۷  | ۹-۷-۴. بازرسی نحوه بسته‌بندی              |
| ۱۸۷  | ۹-۷-۵. بازرسی مصالح استاندارد خریداری شده |
| ۱۸۸  | ۹-۸. رنگ آمیزی                            |
| ۱۸۸  | ۹-۹. حمل به کارگاه                        |
| ۱۸۸  | ۹-۱۰. نصب و آزمایش درکارگاه               |
| ۱۸۹  | ۹-۱۱. کتابچه‌ها و نقشه‌های راهنما         |
| ۱۸۹  | ۹-۱۲. ابزار و لوازم یدکی                  |

### فصل دهم

|     |                                   |
|-----|-----------------------------------|
| ۱۹۱ | <u>۱۰. رنگ آمیزی</u>              |
| ۱۹۱ | ۱۰-۱. مشخصات کلی                  |
| ۱۹۱ | ۱۰-۲. مصالح                       |
| ۱۹۱ | ۱۰-۲-۱. اندود قیری                |
| ۱۹۱ | ۱۰-۲-۲. اندود قیری آستری          |
| ۱۹۱ | ۱۰-۲-۳. خمیر قیری                 |
| ۱۹۲ | ۱۰-۲-۴. رنگ گالوانیزه تعمیری      |
| ۱۹۲ | ۱۰-۲-۵. سیستم رنگ وینیل           |
| ۱۹۲ | ۱۰-۲-۶. رنگ فنولی آلومینیومی      |
| ۱۹۲ | ۱۰-۲-۷. رنگ آستری آلکاید          |
| ۱۹۲ | ۱۰-۲-۸. رنگ آلومینیومی            |
| ۱۹۲ | ۱۰-۲-۹. محلول ضدزنگ               |
| ۱۹۲ | ۱۰-۲-۱۰. رنگ آمیزی کارخانه سازنده |
| ۱۹۳ | ۱۰-۳. آماده سازی محل رنگ آمیزی    |

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| ۱۹۳ | ۱۰-۴. اجرای رنگ آمیزی         |
| ۱۹۳ | ۱۰-۴-۱. رنگ لایه آستری قیری   |
| ۱۹۴ | ۱۰-۴-۲. رنگ قیری لایه رویه    |
| ۱۹۴ | ۱۰-۴-۳. سیستم رنگ آمیزی وینیل |
| ۱۹۴ | ۱۰-۴-۴. ماستیک قیری           |
| ۱۹۴ | ۱۰-۵. مشخصات رنگ آمیزی        |
| ۱۹۴ | ۱۰-۶. کنترل کیفیت             |

### فصل یازدهم

#### ۱۱. زیراساس

|     |                           |
|-----|---------------------------|
| ۱۹۷ | ۱۱-۱. مشخصات کلی          |
| ۱۹۷ | ۱۱-۲. مصالح قشر زیراساس   |
| ۱۹۸ | ۱۱-۳. طرز ساختمان         |
| ۱۹۹ | ۱۱-۴. نوع غلتک و کوبیدگی  |
| ۱۹۹ | ۱۱-۵. کنترل سطح راه       |
| ۲۰۰ | ۱۱-۶. قرضه های انتخاب شده |

## فهرست جدولها

| شماره جدول | عنوان                                                                                        | صفحه |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ۱-۲        | راهنمای خاکریزی و کوبیدن                                                                     | ۴۵   |
| ۱-۳        | درصدوزنی مواد زیان آور در مصالح ریزدانه                                                      | ۵۶   |
| ۲-۳        | دانه بندی ماسه                                                                               | ۵۷   |
| ۳-۳        | درصدوزنی مواد زیان آور در مصالح درشت دانه                                                    | ۵۹   |
| ۴-۳        | دانه بندی شن                                                                                 | ۶۱   |
| ۵-۳        | تقسیم بندی چهارگانه مصالح در انبار                                                           | ۶۲   |
| ۶-۳        | حداکثر یون کلر برای جلوگیری از خوردگی                                                        | ۶۶   |
| ۷-۳        | حداکثر نسبت آب به سیمان مجاز در بتن با توجه به شرایط محیطی                                   | ۶۸   |
| ۸-۳        | حداقل مقدار سیمان لازم در قطعات بتنی برای حصول پایانی کافی در شرایط مختلف محیطی              | ۶۹   |
| ۹-۳        | مقدار درصد هوای توصیه شده برای بتن های مقاوم در برابر یخزدگی                                 | ۷۰   |
| ۱۰-۳       | انتخاب نوع سیمان برای بتن هایی که در معرض حمله سولفات ها قرار می گیرند                       | ۷۲   |
| ۱۱-۳       | جدول طبقه بندی بتن                                                                           | ۷۵   |
| ۱۲-۳       | نسبتهای اختلاط تقریبی مصالح در بتن                                                           | ۷۷   |
| ۱۳-۳       | جدول نسبتهای اختلاط تقریبی مصالح بتن پوشش کانالهای کوچک با ظرفیت کمتر از یک مترمکعب در ثانیه | ۷۸   |
| ۱۴-۳       | جدول رواداریهای مجاز مقادیر مصالح وارد شده به دستگاه بتن ساز نسبت به وزن مصالح               | ۸۲   |
| ۱۵-۳       | مدت زمان اختلاط مصالح با توجه به حجم مخلوط کن                                                | ۸۵   |
| ۱۶-۳       | حداکثر ضخامت مراحل و لایه های بتن ریزی                                                       | ۹۵   |
| ۱۷-۳       | اندازه ماهیچه ها                                                                             | ۱۰۲  |
| ۱۸-۳       | مدت زمان لرزاندن بتن نسبت به اسلامپ آن                                                       | ۱۰۴  |
| ۱۹-۳       | ابعاد و فواصل درزه های انقباض عرضی در پوشش بتنی کانالها                                      | ۱۱۲  |
| ۲۰-۳       | نمونه برداری از بتن                                                                          | ۱۲۵  |
| ۱-۴        | اندازه بلوکهای سیمانی                                                                        | ۱۳۳  |
| ۲-۴        | مشخصات فنی آجرهای ماشینی                                                                     | ۱۳۸  |
| ۳-۴        | دانه بندی ماسه مصرفی در ملات                                                                 | ۱۴۰  |

| شماره جدول | عنوان                                                      | صفحه |
|------------|------------------------------------------------------------|------|
| ۴-۴        | نسبتهای تقریبی مصالح لازم برای ملات                        | ۱۴۲  |
| ۵-۴        | ضخامت سنگچین حفاظتی                                        | ۱۴۴  |
| ۵-۴ الف    | ساختمانهای متفرقه از قبیل تنظیمها، آبشار تنظیمها، آبشیبها، | ۱۴۴  |
|            | کنترل همراه با ورودی، تقاطع با راه، آبگیرها و غیره         | ۱۴۴  |
| ۵-۴ ب      | تقاطع کانال با زهکش                                        | ۱۴۴  |
| ۵-۴ پ      | سیفونها                                                    | ۱۴۵  |
| ۱-۵        | حداقل فاصله زمانی بین بتن ریزی و قالب برداری               | ۱۵۰  |
| ۲-۵        | حداکثر ناهمواریها در سطوح بتنی                             | ۱۵۴  |
| ۱-۶        | حداقل ابعاد ترانسه لوله گذاری                              | ۱۶۴  |
| ۱-۸        | مشخصات میلگردهای ساده و آجدار کارخانه ذوب آهن اصفهان       | ۱۷۰  |
|            | یا معادل آن برای بتن مسلح                                  |      |
| ۲-۸        | حداقل قطر فلکهای خم کن میلگردهای A-II و A-III, A-IV        | ۱۷۳  |
| ۳-۸        | حداقل پوشش بتن                                             | ۱۷۸  |
| ۱-۱۰       | راهنمای رنگ آمیزی کارهای مختلف                             | ۱۹۵  |
| ۱-۱۱       | دانه بندی مصالح قشر زیر اساس                               | ۱۹۸  |

## فصل اول

### ۱. کلیات

#### ۱-۱. کاربرد

این نشریه به منظور مشخص کردن نکات فنی و ایجاد هماهنگی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی ارائه شده است. دستگاه اجرایی یا مهندسین مشاور باید با توجه به مندرجات این نشریه، مشخصات فنی خصوصی و شرایط اجرای کار، در مورد انجام طرح اقدام نمایند.

#### ۱-۲. تخریب

ساختمانهای موجود و قدیمی و سایر مستحدثاتی که تخریب آنها برای اجرای طرحهای آبیاری و زهکشی ضروری است، باید قبل از تخریب، اندازه‌گیری و صورتمجلس گردد. در مورد آثار باستانی لازم است علاوه بر تهیه صورتمجلس، موافقت کتبی اداره حفاظت آثار باستانی قبلاً توسط کارفرما گرفته شده باشد. تخریب هیچ ساختمانی قبل از تنظیم صورتمجلس و صدور دستور کار مجاز نمی‌باشد. در حین تخریب لازم است، بسته به ضرورت، آبپاشی صورت گیرد و برای جلوگیری از ایجاد گرد و غبار و حفظ اصول بهداشت و ایمنی، احتیاطهای لازم صورت گیرد.

تخریب بناهای مخروبه موجود، بقایای ابنیه فنی و شبکه‌های آبیاری قدیمی تا تراز سطح زمین و خارج نمودن مصالح و بقایای آنها از منطقه عملیاتی واقع در مسیر کانالها، زهکشها، جاده‌ها و سایر مناطق، طبق نقشه‌ها یا دستورات دستگاه نظارت انجام می‌شود. در مورد تخریب یا ابقای ساختمانهای موجود و چگونگی حفظ و نگهداری آنها در طول مدت اجرای کارها، باید طبق دستور دستگاه نظارت عمل شود. مصالح حاصل از تخریب، طبق نظر دستگاه نظارت در محل مناسبی به طور منظم انبار شده، و مصالح زاید از محوطه کارگاه خارج گردد.

#### ۱-۳. پرکردن چاه

در صورتی که در محدوده عملیات، چاههای فاضلاب یا قنات متروکه مشاهده شود، باید طبق فصل هفتم این نشریه، زیر عنوان "قناتها"، عمل شود.

#### ۱-۴. نقاط نشانه و مبدا

نقاط اصلی نشانه و مبدا طرح از طریق دستگاه نظارت تحویل پیمانکار می‌شود. حفظ و حراست این نقاط و جایگزینی آنها در صورت لزوم و طی دوران اجرای عملیات به عهده پیمانکار است. نقاط فرعی مورد نیاز نیز با تأیید دستگاه نظارت توسط پیمانکار احداث می‌شود.

نقاط فرعی مذکور باید روی پایه‌های بتنی با رنگ روغنی مشخص و شماره‌گذاری شود. سطح مقطع فوقانی پایه‌های بتنی حداقل ۱۰×۱۰ سانتیمتر و ارتفاع آن حداقل باید ۷۰ سانتیمتر باشد که پس از نصب حدود ۲۰ سانتیمتر آن بالاتر از سطح زمین طبیعی قرار گیرد.

#### ۵-۱. کنترل مصالح قبل از مصرف

ممکن است مصالح پای کار بر اثر توقف کار در کارگاه و یا به دلایل دیگر خواص خود را از دست بدهد و یا در مشخصات آنها تغییر حاصل شود. در این گونه موارد باید از به کار بردن مصالح مذکور قبل از انجام آزمایش و تأیید آزمایشگاه مبنی بر مناسب بودن آنها خودداری شود. به طور کلی مصالح باید قبل از مصرف کنترل و مرغوبیت آنها مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد.

#### ۶-۱. تحویل مصالح

کلیه مصالح مورد نیاز کار (غیر از مصالح فله، مانند شن و ماسه و سنگ و آجر و امثال آن) باید در بسته‌بندیهای اصلی که مشخصات تولید کننده کالا روی آن ذکر شده باشد، تحویل کارگاه شود.

مصالح خراب و یا نامرغوب باید فوراً از کارگاه خارج شود و مصالحی که در مرغوبیت آن شک و تردیدی مشاهده شود باید آزمایش و در صورت نامرغوب بودن از کارگاه خارج گردد.

#### ۷-۱. حفظ منطقه عملیات از نفوذ و ورود آب

در مواردی که ورود آبهای سطحی و زیرزمینی به منطقه اجرای عملیات مجاز نباشد، لازم است تأسیسات کارگاه توسط یک سیستم صحیح در مقابل ورود و نفوذ آب حفاظت شود.

اجرای کارهای ساختمانی بندهای خاکی، آبراهها و سنگچینها برای حفاظت سازه‌های فنی، لوله‌ها، حوضچه‌های تلمبه‌خانه‌ها و سایر تأسیسات موقتی برای ممانعت از ورود آبهای سطحی و زیرزمینی به محوطه کارگاهها و کارهای نیمه تمام و تکمیل شده و همچنین جمع‌آوری، برداشت و تخلیه آبهای راکد، سطحی و زیرزمینی و مصالح خاکی وارده به محوطه کارگاههای ساختمانی و بالاخره برداشت تأسیسات موقتی برای کنترل آبهای زاید و آماده ساختن تأسیسات دائمی برای بهره‌برداری و رعایت سایر نکات ضروری دیگر باید طبق نقشه‌ها و دستورات دستگاه نظارت انجام شود.

#### ۸-۱. تأمین آب مزارع و باغها و آب شهری

طراحی سیستم حفاظت کارگاه در مقابل نفوذ آب باید به نحوی باشد که در طول مدت اجرای کارهای طرح، آب مورد نیاز باغها، مزارع و مصارف شهری به میزان قبل از اجرای عملیات ساختمانی تأمین شود. تأمین آب مورد نیاز از طریق حفظ نهرها و لوله‌های آبرسانی موجود یا انجام تغییرات لازم طبق دستورات دستگاه نظارت صورت می‌گیرد. مدت قطع آب برای انجام تغییرات لازم در تداخل با کارهای ساختمانی نیز نباید در هر بار بیش از ۴ ساعت به طول انجامد.

به منظور آگاهی مصرف کنندگان از برنامه قطع آب، لازم است فهرستی از زمانهای قطع آب که طبق برنامه‌های زمانبندی شده پیشرفت کار تدوین می‌شود، به انضمام مدت زمان قطع جریان، در اختیار مصرف کنندگان قرار گیرد.

زهکشهای مربوط به سیستم بهره‌برداری موقت از آب باید احداث و در همه حال قابل استفاده نگهداری شود. در هنگام بروز نقص در سیستم آبرسانی به باغها، مزارع و مناطق مسکونی لازم است مراتب به اطلاع دستگاه نظارت رسیده و، همزمان با آن، پیمانکار باید نسبت به رفع نقص اقدام نماید.

#### ۹-۱. کندن درختان و بوته‌ها

سطح کلیه زمینهایی که عملیات خاکی و ساختمانی روی آنها صورت می‌گیرد و یا مناطقی که به عنوان محل قرضه مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید از وجود درختان و بوته‌ها و بقایای آنها به نحوی که دستگاه نظارت مشخص می‌کند، پاک شود. حدود منطقه پاکسازی برای کانالهای اصلی درجه ۱ تا ۵ متر و برای کانالهای درجه ۲ و کانالهای با ظرفیت کمتر بین ۲-۳ متر بعد از تلاقی شیروانی خاکبرداری یا خاکریزی با زمین طبیعی و سایر محدوده‌های عملیات ساختمانی ادامه یابد، مگر در مواردی که نقشه‌ها و یا دستورات دستگاه نظارت دقیقاً "حدود را تعیین نموده باشد".

#### ۱-۱۰. سوزاندن یا دفن مواد زاید

در مواردی که دستگاه نظارت سوزاندن بعضی مواد زاید را لازم تشخیص دهد، این گونه مواد که طی عملیات پاکسازی خارج شده است، باید در محل تعیین شده جمع‌آوری و سوزانده شود. سایر مواد غیر قابل اشتعال ولی قابل دفن باید در محل‌های تعیین شده توسط دستگاه نظارت به ترتیبی مدفون شود که زیر پوششی از خاک به ضخامت حداقل ۰۶ سانتیمتر قرار گیرد. در مورد تنه درختان و یا سایر مصالح استخراجی که ممکن است مورد مصرف داشته باشد، طبق دستور دستگاه نظارت عمل می‌شود.

به منظور حفظ شکل طبیعی زمین، در مواردی که نقشه و مشخصات نحوه خاصی را تعیین نکرده باشد، باید محل‌های تخلیه با رعایت توپوگرافی منطقه تسطیح شده و شیروانی آن رگلاژ گردد به طوری که در جریان آب‌های سطحی مانعی ایجاد نشود.

#### ۱-۱۱. کارهای نقشه برداری

نظر به اهمیت نقشه‌برداری در اجرای طرح‌های آبیاری و زهکشی، باید قبل از شروع کارهای اجرایی، برنامه و روش کار و میزان خطاهای مجاز برای انجام کلیه کارهای نقشه‌برداری مربوط به اجرا و کنترل کانالها، زهکشها، سازه‌های فنی، تسطیح اراضی، راه‌ها، سیلبندها و غیره مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد.

#### ۱-۱۲. سایر موارد

چنانچه مواردی در طرح پیش‌بینی شده باشد که در این نشریه از آنها ذکری به میان نیامده باشد، باید بسته به مورد در دفترچه مشخصات فنی خصوصی منعکس شود.

## فصل دوم

### ۲. عملیات خاکی

عملیات خاکی به طور کلی شامل کارهای تمیز کردن بستر و حریم مسیر، خاکبرداری، گودبرداری و کارهای خاکریزی و کوبیدن خاک است.

#### ۱-۲. کارهای خاکبرداری

کلیه عملیات خاکبرداری که برای اجرای عملیات انجام می‌گیرد باید برطبق مشخصات ذکر شده در این فصل اجرا شود، مگر در مواردی که این مقررات توسط دستگاه نظارت اصلاح یا تغییر یابد.

کلیه عملیات خاکبرداری باید مطابق خطوط و تراز موجود در نقشه‌ها و مشخصات و یا طبق دستور دستگاه نظارت انجام گیرد. عملیات خاکبرداری و رگلاژ سطوح بدون پوشش باید به‌طور همزمان انجام گیرد. هرگونه اضافه خاکبرداری باید با مصالح مناسب و یا بتن مورد تأیید دستگاه نظارت به هزینه پیمانکار برطبق مشخصات ذکر شده در این دفترچه، پر و کوبیده شود.

#### ۲-۱-۱. انواع خاکبرداری

انواع عملیات خاکبرداری به شرح زیر است:

#### الف) برداشت خاکهای نباتی

بستر خاکریزها و سطح زمینهایی که به عنوان قرضه مورد استفاده قرار خواهد گرفت باید به‌روشهای مناسب از وجود انواع ریشه‌ها و علفها و همچنین خاکهای نباتی تمیز و تخلیه شود. میزان و چگونگی برداشت خاک نباتی از طرف دستگاه نظارت مشخص خواهد شد. خاکهای نباتی برداشته شده باید در محلی که توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود، حمل و تخلیه گردد.

#### ب) خاکبرداری کانالهای اصلی و فرعی به شکلهای مختلف

حفر و خاکبرداری کلیه کانالهای اصلی و فرعی، کانالهای درجه ۳ و ۴، و ایجاد منشور کانال بر طبق خطوط، شیب و رقوم نقشه‌ها و منطبق با مشخصات فنی خارج نمودن مصالح نامناسب مندرج در بند ۲-۲-۱ اجرا می‌گردد.

در خاکبرداری مقطع کانالها باید دقت کافی شود تا در هنگام عملیات از خاکبرداری اضافی و سست شدن و از بین رفتن مصالح در کف و جدارهای مقطع کانال که بتن‌ریزی روی آنها انجام می‌گردد، جلوگیری شود. در صورتی که در محلی سطح زمین طبیعی پایین‌تر از کف کانال باشد، خاکریز کانال

باید مطابق بند ۲-۲ با مصالح مناسب ساخته شود. مقطع کانال باید طبق خطوط و تراز نقشه‌ها و با توجه به ضخامت پوشش بتنی خاکبرداری گردد. خاکبرداری قشر نهایی باید در ۲۴ و حداکثر ۷۲ ساعت قبل از بتن ریزی انجام شود و طبق دستور دستگاه نظارت، عملیات رگلاژ و نیمرخ سازی صورت گیرد.

اضافه خاکبرداری از خطوط و تراز نقشه‌ها و مشخصات فنی خصوصی و دستورالعملهای اجرایی مجاز نیست و پیمانکار باید نهایت دقت را در این مورد به عمل آورد؛ چنانچه در مقطع کانال اضافه خاکبرداری انجام گیرد، باید مقطع کانال به هزینه پیمانکار و مطابق مشخصات بند ۲-۲-۱۱ الف با مصالح انتخاب شده پر و کوبیده شود. برای مصالحی که جزو مصالح سنگی قرار نمی‌گیرد، اضافه خاکبرداری پایین‌تر از خط پروژه در سطح زیرین پوشش فقط با اجازه کتبی دستگاه نظارت می‌تواند انجام بگیرد. زیرسازی و رگلاژ و تنظیم بستر پوشش کانالها در مقاطع خاکبرداری و یا خاکریزی باید بر طبق مشخصات بند ۲-۲-۱۲ پ انجام شود. کلیه عملیات ناشی از خاکبرداری اضافی که بدون دستور دستگاه نظارت انجام شده باشد باید به هزینه پیمانکار با مصالح و روش مناسب طبق نظر دستگاه نظارت پر و کوبیده شود.

بسته به عرض کف کانال، خاکریزی و خاکبرداری برای جسم کانال و شانه‌های طرفین آن باید به یکی از دو صورت زیر انجام شود، مگر اینکه به تشخیص دستگاه نظارت روش دیگری نیز قابل قبول شناخته شود.

۱) کانال کنی در کانالهای کوچک. این نوع کانال کنی در کانالهای کوچک معمولاً با عرض کف کمتر از ۱/۲ متر و به وسیله ماشینهای مخصوص حفر کانال<sup>۱</sup> در خاکریز کوبیده یا زمین طبیعی صورت می‌گیرد. در این عملیات، چنانچه منشور دوزنقه کانال تماماً در خاکریزی یا ترکیبی از خاکریزی و خاکبرداری باشد، خاکریزی کانال به صورت یکپارچه انجام می‌شود و سپس اقدام به خاکبرداری (کانال کنی) طبق خطوط، رقوم و شیبها شده و پس از نیمرخ سازی اقدام به پوشش بتنی کانال می‌شود.

۲) کانال کنی در کانالهای بزرگ. این نوع کانال کنی در کانالهای با عرض کف بزرگتر از ۱/۲ متر صورت می‌گیرد. چنانچه منشور دوزنقه کانال تماماً در خاکریزی یا ترکیبی از خاکریزی و خاکبرداری واقع شود، خاکریزی کانال در دو بدنه جداگانه اجرا می‌شود و سپس، با توجه به برنامه زمانی پوشش بتنی، قشر اضافی خاکریز سمت منشور داخلی (تریمنگ) کانال خاکبرداری می‌شود. منظور از عرض کف، عرض داخلی کانال بعد از عمل نیمرخ سازی است.

برای کانالهایی که در خاکبرداری واقع می‌شود، کانال کنی در توده خاکریز کوبیده یا در زمین طبیعی به فاصله‌ای از نیمرخ واقعی منشور کانال، که طبق نقشه‌ها در زیر پوشش واقع می‌شود، صورت می‌گیرد.

ضخامت قشر خاکی باقی مانده<sup>۱</sup> در جهت افق برای کانالهای مختلف و با توجه به سایر مشخصات، حداکثر ۵ سانتیمتر در نظر گرفته می شود؛ مشروط بر آنکه مغایر با مشخصات سازنده ماشین آلات نیمرخ سار<sup>۲</sup> نباشد. برحسب مورد، حداقل این فاصله از طرف دستگاه نظارت معین می شود. در کانالهایی که در خاکریز واقع می شود، به منظور تحصیل تراکم مورد نیاز، پهنای خاکریز از قسمت داخل و خارج به اندازه ضخامت مدکور بزرگتر ساخته می شود. قشر خاکی ذکر شده دارای دو کارکرد است: یکی حفاظت سطح داخلی منشور کانالها (در خاکریزی و یا خاکبرداری) در برابر عوامل جوی، خرابی و فرسایش قبل از اجرای پوشش بتنی؛ و دیگری، تأمین تراکم مورد نظر زیر پوشش بتنی کانال و در محل بدنه خارجی خاکریز کانال.

#### پ) خاکبرداری زهکشها و کانالهای انحرافی

این اقدام شامل خاکبرداری زهکشهای اصلی، ترانشه زهکشهای زیر زمینی، زهکشهای جمع کننده مزارع، کانالهای انحرافی، آبراههای تخلیه آب مازاد (آبراه مازاد رو)، آبراههای طبیعی - در فراز خاکبرداری - کانالهایی که به سازه های فنی منتهی و یا از آنها منشعب شود، و همچنین شامل لایروبی و اصلاح زهکشهای طبیعی و آبروهای که برای جمع آوری آبهای سطحی تعیین شده اند، برطبق شیب و رقوم نقشه ها و یا دستورات دستگاه نظارت، می باشد. خاکبرداری و رگلاژ و تنظیم کلیه زهکشها و جویهای انحرافی باید تا عمق مشخص شده و طبق خطوط و تراز نقشه های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت انجام گیرد. شیب زهکشها ممکن است با دست، گریدر یا تجهیزات مشابه تنظیم شود.

#### ت) خاکبرداری برای تسطیح اراضی

عملیات خاکی برای تسطیح زمین شامل خاکبرداری ناهمواریهای طبیعی زمین، جابه جایی و خاکریزی در نقاط گود به منظور تأمین شیب یکنواخت برای هدایت بهتر آب در زمینهای زیر آبیاری است.

تسطیح اراضی و سطح نهایی آن باید طبق رقومی که در نقشه های اجرایی مشخص شده است، یا طبق دستورات جداگانه دستگاه نظارت، برای هر قطعه زراعی به طور مستقل اجرا شود. رواداری<sup>۳</sup> تراز نقاط قطعه زراعی تسطیح شده نباید  $\pm 3$  سانتیمتر از رقوم مندرج در نقشه ها تجاوز کند. اندازه گیری رقوم نقاط چهار گوشه شطرنجی به وسیله دوربین تراز یاب و اندازه گیری فواصل آنها به وسیله دستگاههای فاصله یاب یا وسایل مشابه صورت می گیرد.

تسطیح اراضی در زمینهای شنی فقط در موارد خاص و با اجازه دستگاه نظارت مجاز است.

نظر به اهمیت خاک نباتی در طرحهای آبیاری، در هنگام تسطیح اراضی، ضخامت قشر مصالح

1. over-built

2. trimming machines, trimmers

3. tolerance

نرم و یا قشر خاک نباتی در اثر خاکبرداری نباید کاهش یابد. چنانچه عمق عملیات خاکبرداری از ضخامت لایه خاک نباتی بیشتر باشد، طبق نظر دستگاه نظارت باید ابتدا تمام یا قسمتی از خاک نباتی جمع‌آوری شده و در محلهای مشخص دیو شود و پس از انجام عملیات تسطیح، در مورد پخش خاکهای نباتی طبق رقوم خواسته شده اقدام شود. مسیلهای، زهکشهای طبیعی، نه‌رها، فاروها و آب شستگیها باید قبل از شروع عملیات تسطیح با مصالح مناسب و دستورالعملهای مندرج در این نشریه تا رقوم خواسته شده پر و کوبیده شود.

#### ث) خاکبرداری راهها

عملیات خاکی جسم و شانه راههای مورد نیاز برای بهره‌برداری کانالها و مزارع و در صورت لزوم ترمیم آنها بعد از پایان عملیات، خارج نمودن مصالح نامناسب از بستر راهها، عملیات خاکی پارکینگ و محل توقف ماشین‌آلات مزارع و احداث آبروهای کنار راهها، باید طبق خطوط، رقوم و شیب نقشه‌ها یا دستورات دستگاه نظارت صورت گیرد.

#### ج) خاکبرداری زهکش زیر پوشش کانالها و زهکش پشت ابنیه فنی

برای زهکشهای زیر پوشش کانالها، مجاری خروج آبهای پشت سازه‌های فنی و زهکش‌اراضی مزروعی، خاکبرداری انجام می‌گیرد.

#### چ) نیمرخ سازی (پروفیل کردن) منشور کانالها در زیر پوششها

تراشیدن نیمرخ منشور خاکبرداری شده کانال و آماده نمودن آن برای هر نوع پوشش کانالها، طبق نقشه‌های اجرایی، دفترچه مشخصات فنی خصوصی و مشخصات مذکور در بند ۲-۱۱ این نشریه صورت می‌گیرد.

#### ح) حفاری در مناطق سنگی

حفاری در زمینه‌های سنگی برای منشور کانالها، زهکشها، جاده‌ها و سازه‌های فنی، طبق نقشه‌های اجرایی و یا دستور دستگاه نظارت انجام می‌گیرد و پیمانکار باید مراقبتها و تدابیر لازم را در هنگام عملیات حفاری به عمل آورد تا مقطع کانال تا حد امکان مطابق مقاطع عرضی و طولی مندرج در نقشه‌های اجرایی و دستورالعملها باشد. در صورت عدم امکان دستیابی به این امر به علت شرایط خاص، اضافه عملیات سنگبرداری بیشتر از مقاطع مورد نظر باید زیر نظر دستگاه نظارت انجام شده، و صورت‌مجلس گردد و به تأیید کارفرما نیز برسد.

#### ۲-۱-۲. گودبرداری محل سازه‌های فنی

تمام خاکبرداریهای لازم برای سازه‌های فنی، حفر ترانشه‌ها برای جاگذاری لوله‌های بتنی پیش ساخته، لوله‌های فولادی، تنبوشه‌های سفال، چاههای کنترل آب زیرزمین، و نظایر آن طبق نقشه‌های اجرایی

و دستورات دستگاه نظارت انجام می‌گیرد. شالوده کلیه سازه‌های فنی باید بر روی زمین مقاوم قرار گیرد، مگر آنکه مشخصات فنی خصوصی و نقشه‌های اجرایی ترتیب دیگری را مقرر کرده باشد. در پی سازه‌های فنی، مصالح سست و نامناسب باید با مصالح مناسب طبق نظر دستگاه نظارت جایگزین و کوبیده شود، مخصوصاً در مواردی که سطح زمین طبیعی پایین‌تر از رقوم طرح باشد. هریک از سازه‌های فنی باید کاملاً "روی سطح پی و بر روی مصالح همگن بنا شود. در صورتی که قسمتی از کف قسمت گودبرداری شده سنگی و قسمتی دیگر از آن از مصالح خاکی باشد، ایجاد پی همگن با تأیید دستگاه نظارت صورت می‌گیرد. سطوح گودبرداریها که روی آن بتن و یا مصالح دیگر ریخته می‌شود، تا ۱۵ سانتیمتری رقوم نهایی برداشته می‌شود و ۱۵ سانتیمتر نهایی باید با دست برداشته و طبق رقوم نقشه‌های اجرایی تنظیم و پروفیل شود.

کف کلیه قسمت‌های گودبرداری باید به دقت و طبق خطوط و تراز نقشه‌های اجرایی تسطیح و شکل داده شود و در صورت لزوم، به تشخیص و طبق نظر دستگاه نظارت، کف گود در جهت افقی به صورت پلکانی درآید.

تمام شیب شیروانی محل خاکبرداریها و محل احداث سازه‌های فنی مشخص شده در نقشه‌های اجرایی باید براساس آزمایشهای مکانیک خاک و مشخصات فنی خصوصی اجرا شود. پی‌کنی و گودبرداریها در محلهایی که در آن پی‌سازی بتنی پیش‌بینی شده است، باید طوری صورت گیرد که تا حد امکان برای سطوح خارجی به قالب نیازی نباشد و از جبهه خاکبرداری شده با استفاده از پلاستیک یا روشهای مشابه برای بتن‌ریزی استفاده شود. در صورتی که در این محلهای قالب‌بندی اجتناب‌ناپذیر باشد و در نقشه‌های تفصیلی اجرایی، بین قالب و دیوار گود یا پی فاصله‌ای پیش‌بینی نشده، و عمق و ابعاد به نحوی باشد که انجام عملیات در ابعاد پی مقدور نباشد، و همچنین باز کردن قالبها پس از انجام بتن‌ریزی لازم باشد، در آن صورت با تشخیص و تأیید دستگاه نظارت می‌توان به میزان مورد نیاز (حداکثر تا ۵۰ سانتیمتر بین قالب و جدار گود یا پی در پایین‌ترین نقطه) گود یا پی اضافه کرد؛ همچنین، در مواردی که به دلیل شرایط خاص کار گودبرداری تا جدار پی یا گود و بیش از ۵۰ سانتیمتر ضرورت داشته باشد، می‌توان با تشخیص و تأیید دستگاه نظارت به عرض گود یا پی اضافه نمود. بعد از اتمام عملیات، این فاصله با مصالح مورد قبول و مشخصات بند ۲-۲-۶ پر و کوبیده خواهد شد.

اگر قسمتی از گود به بافت یا تشکیلات سست برخورد کند، طبق دستور دستگاه نظارت باید مصالح مذکور برداشته شده، و حفره‌های حاصله با بتن یا مصالح مناسب و مورد تأیید دستگاه نظارت پر و کوبیده شود. اگر در پی ساختمان به سنگ یا بافت و یا تشکیلات سست نامناسب برخورد شود، دستگاه نظارت برای برداشتن سنگ یا مصالح نامناسب، دستور گودبرداری اضافی را صادر خواهد کرد. گودبرداری اضافی باید با مصالح مناسب پر و کوبیده شود تا پی مستحکمی برای ساختمان ایجاد شود. چنانچه در حین گودبرداری، عملیات گودبرداری سهواً "بیشتر از خطوط و تراز نقشه‌ها انجام شود، این اضافه گودبرداری باید با مصالح مناسب و طبق مشخصات بند ۲-۲-۶ پر و کوبیده گردد. اگر در هر نقطه

از گود، مصالح طبیعی اطراف و کف گود بر اثر اجرای عملیات گودبرداری سست یا به هم خورده شود، باید این مصالح کوبیده شده، یا طبق دستور دستگاه نظارت، مصالح مناسب دیگر جایگزین آن گردد و مطابق مشخصات بند ۲-۲-۶ کوبیده شود. برای اضافه گودبرداری به علت قصور پیمانکار هیچ پرداختی صورت نخواهد گرفت. خاکریزی و پر کردن گودبرداریهای اضافی و کوبیدن مصالح به عهده پیمانکار بوده، بهایی بابت آن به پیمانکار پرداخت نخواهد شد. در گودبرداری در سنگ برای ابنیه فنی باید تمام احتیاطها به عمل آید تا سنگهای واقع در زیر و روی خطوط و تراز تعیین شده در سالمترین حالت ممکن باقی بماند.

پس از اینکه پیمانکار گودبرداری و رگلاژ را مطابق مشخصات و نقشه‌ها و یا به دستور دستگاه نظارت انجام داد، باید موضوع را به دستگاه نظارت اطلاع دهد تا محل گود و ترانشه مورد بازرسی قرار گیرد. بدون صورت مجلس دستگاه نظارت، هیچ‌گونه گودبرداری و خاکبرداری پر و پوشیده نخواهد شد؛ پس از این بازرسی، پیمانکار مجاز به ادامه کار می‌باشد. کلیه مصالح اضافی از عملیات گودبرداری باید در خاکریزها، یا طبق دستور دستگاه نظارت، مصرف شود.

چنانچه موقعیت سازه‌های فنی کانالهای درجه ۳ و ۴ در محل کانال با خاکریزی<sup>۱</sup> قرار گرفته باشد، ابتدا باید عملیات خاکریزی کانال طبق مشخصات انجام شود و سپس، محل سازه خاکبرداری گردد. احداث سازه فنی قبل از خاکریزی کانال ترجیحا " مجاز نمی‌باشد. در سایر موارد، عملیات خاکریزی و خاکبرداری محل سازه‌ها باید طبق مشخصات فنی خصوصی و نظر دستگاه نظارت صورت گیرد.

### ۲-۱-۳. تداوم عملیات خاکی

پیمانکار به انجام کارهای خاکی پراکنده و بدون نظم و ترتیب که در مقابل عوامل جوی برای مدت طولانی نیمه‌کاره‌ها شود و نهایتاً " به کیفیت کارها آسیب وارد کند و یا موجب تغییر ساختمان خاک یا تغییر وضعیت مصالح واقع در بستر خاکبرداری و اطراف آن شود، مجاز نیست.

وقتی عملیات خاکبرداری در ناحیه‌ای شروع می‌شود، باید طبق برنامه پیش‌بینی شده باشد و با سرعت و روش مورد قبول دستگاه نظارت به طور پیوسته تا پایان ادامه پیدا کند. بعد از خاتمه عملیات خاکبرداری، عملیات بعدی ساختمانی باید بلافاصله آغاز شود و به ترتیب پیش‌بینی شده در برنامه زمانبندی تفصیلی کارها که از طرف دستگاه نظارت به تصویب رسیده است، ادامه یابد. این اقدامات به منظور جلوگیری از تغییر ساختمان خاک و سست شدن مصالح کف و جدار کانالها و سازه‌های فنی آبیاری و زهکشی ضروری است.

## ۲-۱-۴. استفاده از مصالح گودبرداریها و خاکبرداریها

اصولاً "کلیه مصالح مناسب حاصله از گودبرداریها و خاکبرداریها را می‌توان، با تشخیص دستگاه نظارت، برای احداث خاکریزها و پر کردن اطراف سازه‌های فنی مورد استفاده قرار داد. در صورتی که کیفیت این مصالح مناسب نبوده، یا حجم آن بیش از مقدار مورد نیاز باشد، به دستور دستگاه نظارت در محل‌های تعیین شده تخلیه خواهد گردید. شکل ظاهری انباشته یا محل‌های تخلیه باید منطبق با شکل طبیعی منطقه بوده و زهکشی آب‌های سطحی در آنها به‌خوبی و بدون ایجاد مانع صورت گیرد. شیب شیروانی این‌گونه انباشته‌ها نباید بیشتر از ۳:۱ (۳ افقی به ۱ قائم) باشد.

در صورتی که خاک‌های حاصل از عملیات گودبرداری یا خاکبرداری برای استفاده مجدد در خاکریزی<sup>۱</sup> مناسب نباشد، استفاده از خاک منابع قرضه طبق مشخصات فنی خصوصی صورت خواهد گرفت.

## ۲-۱-۵. حفاری با مواد منفجره

کلیه خاکبرداری‌های لازم باید طبق روش‌های مورد قبول دستگاه نظارت و با استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات خاکبرداری و حمل متناسب با نوع کار صورت گیرد. در صورتی که برای خاکبرداری و گودبرداری و خرد کردن سنگ‌ها، انفجار و تخریب ضرورت داشته باشد، ملاحظات زیر باید دقیقاً "مورد توجه قرار گیرد:

### الف) انفجار

تخریب با استفاده از مواد منفجره تا شعاع حداقل یکصد متری ابنیه و ساختمان‌های ساخته شده یسانیمه تمام مجاز نیست و باید با دقت خاص و با توجه به مقررات ایمنی و دستورات دستگاه نظارت صورت گیرد. در طول اجرای عملیات، باید برای جلوگیری از خطرات جانی، مالی و از بین رفتن و خراب شدن ساختمان‌ها و تأسیسات، تمام احتیاط‌های لازم به عمل آید. عملیات چالزنی و انفجار باید مستقیماً "زیر نظر و مراقبت تکنیسین‌های با تجربه و آموزش دیده صورت گیرد. برای هر یک از عملیات انفجار محل و وضعیت چالها، عمق و بار هر انفجار باید در اوراق مخصوص ثبت شده و، پس از تأیید دستگاه نظارت، نگهداری شود تا بعداً "در صورت نیاز بتوان به آنها رجوع کرد. دستگاه نظارت باید حداقل یک ساعت قبل از هر عملیات انفجار، از محل و وسعت انفجار اطلاع حاصل کند. موافقت دستگاه نظارت با روش چالزنی و انفجار موجب رفع مسئولیت از پیمانکار در مورد عواقب سوء احتمالی انفجار نخواهد شد.

### ب) استفاده از مواد منفجره

در استفاده از انفجار و تخریب در عملیات خاکبرداری رعایت نکات زیر الزامی است:

- هر نوع خسارت ناشی از عملیات انفجار که به بافت قشر زیر منطقه خاکبرداری شده وارد آید، باید به هزینه پیمانکار ترمیم و بازسازی شود.
- خاکبرداریهای اضافی باید با مصالح مناسب طبق نظر دستگاه نظارت و براساس مندرجات بند ۲-۲-۶ جایگزین شود.
- در مواردی که دستگاه نظارت لازم بداند، خاکبرداری تا عمق مورد نظر به منظور خارج نمودن قشر نامناسب زیر پی سازه‌های فنی، کانالها، زهکشها، جاده‌ها و پوششهای بتنی برای دستیابی به یک "بستر آماده" ادامه می‌یابد.
- در صورتی که به تشخیص دستگاه نظارت، عملیات گودبرداری با مواد منفجره موجب تخریب اضافی و یا احتمالاً وارد آمدن خسارت به تأسیسات مجاور شود، استفاده از این نوع مواد مجاز نخواهد بود.

### پ) ایمنی

کلیه احتیاطهای لازم و کافی باید در مورد انبار کردن، حمل و استفاده از مواد منفجره صورت گیرد.

کلیه مقررات و دستورالعملهای صادره مربوط به انتقال و استفاده از مواد منفجره طبق دستور دستگاه نظارت و همچنین براساس قوانین جاری است. پیمانکار باید در مورد برقراری یک نظام خبری مطمئن برای اعلام قبلی هر انفجار به کلیه کارکنان و افراد حاضر در منطقه انفجار مبادرت کند.

#### **۲-۱-۶. ریزش و لغزش**

چنانچه احداث سازه در زمینهای شیبدار و یا لغزشی ضرورت داشته باشد، دستورات لازم از طرف دستگاه نظارت صادر خواهد شد.

در مواردی که در امتداد شیبهای خاکبرداری شده، ریزشی صورت گیرد، این ریزشها طبق نظر دستگاه نظارت برداشته و به محلهای تعیین شده حمل و تخلیه می‌گردد. جمع‌آوری و برداشت و حمل مصالح ریزشی از شیروانی خاکبرداریها و خاکریزها - که ناشی از رعایت نکردن شیبهای مشخص شده در نقشه‌های اجرایی باشد - کلاً "به هزینه پیمانکار بوده و پرداختی به آن تعلق نمی‌گیرد. لازم است که ریزش برداری طبق دستور دستگاه نظارت تا جایی ادامه یابد که سطح ریزشی در وضع مطمئنی تثبیت شود.

در صورت لزوم و تأیید دستگاه نظارت، عملیات خاکبرداری باید با پشت بندکوبی و ایجاد پلکان (بانکت) به طریقی صورت گیرد که از ریزش یا فشرده شدن زمینهای مجاور و یا از وارد آمدن صدمه به ساختمانها جلوگیری شود.

## ۲-۲. عملیات خاکریزی و کوبیدن

منظور از کلمه خاکریز که در این مشخصات ذکر می‌شود، قسمتهایی از جسم کانال و راههای وابسته است که در نقشه‌ها و مشخصات نشان داده شده است. به‌طور کلی دو نوع خاکریز در کارهای آبیاری و زهکشی وجود دارد: نوعی که در نقشه‌ها به‌عنوان خاکریز کوبیده ذکر می‌شود شامل تمام خاکریزهایی است که در چندین لایه ریخته شده، و توسط غلتک یا تخماق با تراکم مشخص کوبیده می‌شود؛ نوع دیگر خاکریز معمولی است و شامل خاکریزهایی است که تراکم آن در اثر حرکت کنترل شده وسایل حمل خاک ایجاد می‌شود (کوبیدن با ترافیک). به هر حال، در حالت دوم پیمانکار موظف به تأمین تراکم خواسته شده در مشخصات فنی خصوصی می‌باشد.

## ۲-۳-۱. مصالح خاکریز

مصالح مورد نیاز برای خاکریزها، باید از مناطق خاکبرداری شده یا از نزدیکترین محل قرضه، با توجه به کیفیت مصالح و مشخصات داده شده طبق دستور دستگاه نظارت تأمین و حمل گردد. مصالح خاکریزها باید عاری از مواد نباتی و فاسد شدنی بوده و با مشخصات فنی و نقشه‌های اجرایی تطبیق نماید.

کلیه خاکهای گچی، نمکی، نباتی، زراعتی، لجنی، قابل تورم، قابل انقباض و مصالح دارای مواد آلی و رستنیها در شمار مصالح نامناسب قرار می‌گیرند که باید از مصرف آنها خودداری شود. تشخیص کیفیت خاک مناسب برای خاکریزی با دستگاه نظارت و در صورت لزوم با آزمایشگاه مکانیک خاک مورد تأیید وزارت برنامه و بودجه و تصویب کارفرما خواهد بود.

در صورتی که مسیر راه و کانال الزاماً از محل خاکهای نامناسب عبور کند، جزئیات تفصیلی اصلاح و یا تعویض این خاکها برای دستیابی به یک "بستر آماده" باید براساس مشخصات فنی خصوصی، نقشه‌های اجرایی و یا دستورات دستگاه نظارت انجام پذیرد. انواع مصالح خاکریز که طبق نقشه‌های اجرایی یا دستورات دستگاه نظارت به مصرف می‌رسد، به‌طور کلی به قرار زیر است<sup>۱</sup>:

### الف) خاکریز غیر قابل نفوذ<sup>۲</sup>

احداث خاکریزهای غیر قابل نفوذ با مصالح دانه‌بندی شده نسبتاً ریزی صورت می‌گیرد و از محل خاکبرداریها یا گودبرداریها یا محلهای قرضه تعیین شده تأمین می‌گردد و حداقل ۳۵ درصد آن باید از الک نمره ۲۰۰ (یا ۰/۰۷۵ میلی‌متر) بگذرد.

### ب) خاکریز قابل نفوذ<sup>۱</sup>

۱) خاکریز ماسه‌ای ریز<sup>۲</sup>: خاکریزهای ماسه‌ای با ماسه و شن طبیعی از محل خاکبرداریهای منطقه یا محل‌های قرضه ساخته می‌شود و تمام آن باید از الک نمره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) گذشته و حدود ۱۰ درصد آن از الک نمره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر) بگذرد؛ علاوه بر آن، این خاکریز باید دارای دانه‌بندی پیوسته بوده و عاری از خاکهای نباتی و بادرفتی<sup>۳</sup> باشد.

۲) خاکریز ماسه‌ای درشت<sup>۴</sup>: خاکریزهای ماسه‌ای درشت باید از ماسه و شن طبیعی باشد و تماماً از الک سه‌چهارم اینچ (۱۹ میلیمتر) گذشته و روی الک نمره ۳۰ (۰/۶۰ میلیمتر) باقی بماند.

۳) خاکریز شنی ریزدانه<sup>۵</sup>: خاکریز شن نرم باید از شن طبیعی بوده و تماماً از الک ۱/۴ اینچ (۳۷/۵ میلیمتر) گذشته و روی الک نمره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر) باقی بماند.

۴) خاکریز شنی<sup>۶</sup>: خاکریزهای شنی باید از شن و ریگ طبیعی بوده و تماماً از الک ۱/۴ اینچ (۳۷/۵ میلیمتر) گذشته و روی الک نمره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) باقی بماند.

۵) خاکریز شن و ماسه‌ای<sup>۷</sup>: خاکریز مخلوط شن و ماسه باید از شن و ماسه طبیعی بوده و حداکثر ۱۲ درصد دانه‌های آن از الک نمره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر) بگذرد.

۶) خاکریز با سنگ شکسته<sup>۸</sup>: سنگ ریز با سنگ شکسته باید از منابع مورد تأیید دستگاه نظارت تهیه شده و دارای دانه‌بندی پیوسته بوده و تماماً از الک ۱/۴ اینچ (۳۷/۵ میلیمتر) بگذرد و فقط حدود ۳ درصد دانه‌های آن از الک نمره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر) عبور کند.

### پ) خاکریز با مخلوط رودخانه (تووان)

درموردی که مقدار مصالح خاکی لازم برای خاکریز کانالها در فاصله حمل اقتصادی فراهم نشود، می‌توان با اجازه دستگاه نظارت از خاکریزهای مخلوط رودخانه‌ای (تووان) استفاده نمود.

### ۲-۲-۲. مشخصات عمومی خاکریز

عرض بالای خاکریز و شیب کناری آن باید همان طور که در نقشه‌ها نشان داده شده است، ساخته شود. برای محاسبه حجم عملیات خاکریزی، ضخامت خاک جانشین در زمین طبیعی کوبیده شده برای دستیابی به درصد کوبیدگیهای مختلف، طبق نقشه‌های اجرایی و دفترچه فهرست بهای "واحد عملیات آبیاری و زهکشی" تعیین خواهد شد.

خاکریزها باید در لایه‌های افقی در سرتاسر عرض خاکریز با توجه به شیب کناری ساخته شود و نباید با مصالحی که از بالا ریخته می‌شود به عرض خاکریز اضافه شود.

1. pervious fill

2. sand fill

3. wind-blown

4. coarse sand fill

5. fine gravel fill

6. gravel fill

7. sand and gravel fill

8. crushed stone fill

### الف) آماده سازی بستر خاکریزها

قبل از شروع عملیات خاکریزی، آب احتمالی محل مورد نظر باید تخلیه شده، و مواد زاید و سست خارج شود و سپس زمین پی با عاریت نکات زیر آماده گردد:

- ۱) هرگاه بین آماده سازی بستر خاکریز و عملیات خاکریزی مدت زمانی فاصله افتد، بستر باید مجدداً مورد بازدید قرار گیرد تا در صورت لزوم در تطبیق با مشخصات و نقشه‌ها ترمیم شود.
- ۲) اگر زمین بستر خاکریز از جنس سیلت و خاک رس باشد، باید حداقل به عمق ۱۵ سانتیمتر شخم خورده، آبپاشی شود و تا تحصیل درصد کوبیدگی مورد نظر دستگاه نظارت کوبیده شود.
- ۳) چنانچه زمین بستر خاکریز از شن و ماسه باشد، باید تا حد تراکم مورد قبول دستگاه نظارت کوبیده شود.
- ۴) در مورد سطوح بتنی، چنانچه لازم باشد عملیات خاکریزی روی سطوح بتنی صورت گیرد، سطح بتن باید تمیز و قبل از خاکریزی مرطوب شود.
- ۵) در مورد زمینهای سنگی، لازم است قبلاً "بستر خاکریز تمیز شده و مواد خارجی و سست آن جمع‌آوری و پس از مرطوب کردن، خاکریزی روی آن صورت گیرد.

### ب) پخش لایه‌ها

چگونگی پخش مصالح در لایه‌های خاکریزی باید به نحوی باشد که در هیچ قسمت از خاکریز، هیچ‌گونه حفره، سوراخ و مواد خارجی وجود نداشته و بافت خاک یکسان و مشابه باشد. عبور و مرور وسایل نقلیه و تجهیزات از منطقه خاکریزی شده باید به منظور جلوگیری از گود شدن و ایجاد شیارهای ناشی از حرکت چرخها، کنترل شود. مصالح خاکریزی که به محل حمل می‌شود باید در نقاطی تخلیه شود که بتوان آن را به خوبی در سطح خاکریز پخش نمود. تنظیم و پخش مصالح باید به نحوی باشد که بعد از کوبیده شدن کاملاً "یکنواخت باشد و هیچ‌گونه فضای خالی و یا رگه‌های مجزا و یا لایه‌های با دانه‌بندی غیر-پیوسته و جدا از توده خاکریز نداشته باشد.

عملیات خاکریزی باید به صورت لایه‌های افقی صورت گیرد و هر لایه بعد از خاتمه کوبیدن لایه قبلی ریخته شود، به طوری که ضخامت هر لایه قبل از کوبیدن طبق جدول ۱-۲ باشد و بعد از کوبیدن به هیچ صورت از ۱۵ سانتیمتر بیشتر نشود. هرگاه تشخیص داده شود که بعد از کوبیدن لایه‌ای سطح آن خیلی صاف شده است و در نتیجه، اتصال کافی با لایه بعدی به وجود نمی‌آید، باید سطح آن قبل از ریختن لایه بعدی شخم زده شود تا اتصال در هم لایه‌ها به خوبی تأمین شود. اگر سطح خاکریزهای غیرقابل نفوذ خیلی خشک یا بیشتر از حد لازم مرطوب باشد، باید مقدار رطوبت آن قبل از ریختن لایه بعدی اصلاح شود.

### پ) خطوط، شیب و رقوم

خاکریزی باید با توجه به خطوط، شیب و رقوم نشان داده شده روی نقشه‌ها صورت گیرد، مگر اینکه ترتیب دیگری از طرف دستگاه نظارت مقرر شود. سطوح خاکریزی که در معرض دید قرار دارد باید هموار بوده و شکل مطلوبی مطابق با وضع توپوگرافی منطقه داشته باشد.

### ت) رطوبت بهینه و تراکم خاکریز

۱) خاکریزهای غیرقابل نفوذ: قبل از شروع به کوبیدن خاکریزهای غیرقابل نفوذ، این خاکریزها باید دارای رطوبت بهینه طبق روش پروکتور استاندارد (آشتو اصلاحی T-99) باشد. رطوبت بهتراست در محل قرصه اضافه شود و اضافه کردن رطوبت در محل خاکریز باید با روش مورد موافقت دستگاه نظارت صورت گیرد.

در موارد خاص که با توجه به جنس خاک و مرغوبیت آن، لازم باشد که در ضخامت لایه‌های خاکریز و یا درجه تراکم آن تغییراتی داده شود، مراتب توسط آزمایشگاه مورد مطالعه قرار می‌گیرد و دستورات لازم حین اجرای کار توسط دستگاه نظارت صادر خواهد شد.

رطوبت مصالح باید کاملاً "یکنواخت بوده و به همین جهت، پیمانکار باید از طریق شخم زدن، دیسک زدن و نظایر آن، یکنواختی رطوبت خاک را قبل از شروع عملیات کوبیدن تأمین کند.

در صورتی که دستگاه نظارت، خشک بودن سطح هر لایه را تشخیص بدهد و از عدم چسبندگی و اتصال کامل آن با لایه بعدی اطمینان یابد، باید لایه مذکور طبق دستور دستگاه نظارت و مطابق آنچه که قبلاً "شرح داده شد، مجدداً" توسط پیمانکار و به هزینه وی مخلوط شده و پس از تأمین رطوبت لازم، دوباره پخش و کوبیده شود. هرگونه حالت خمیری که در هر قسمت از خاکریزهای کوبیده شده در هر لایه مشاهده شود، مردود بوده و باید آن قسمت از خاک با خاکهای مناسب که مورد تأیید دستگاه نظارت باشد، به هزینه پیمانکار اصلاح و یا جایگزین شود.

۲) خاکریزهای قابل نفوذ: تعیین رطوبت مناسب برای دستیابی به بیشترین تراکم نسبی، روی خاکریزهای ماسه‌ای، شنی و شن و ماسه‌ای باید توسط آزمایشگاه و طبق استاندارد (ASTM-D2049) زیر نظر دستگاه نظارت تعیین شود و بعد از حصول رطوبت مذکور و نفوذ آن به عمق لایه، عمل کوبیدن انجام گیرد.

۳) خاکریزهای مخلوط رودخانه (تووان): این نوع خاکریزها باید طبق نظر دستگاه نظارت برحسب نوع مخلوط مرطوب شده، و سپس کوبیده شود.

### ۲-۲-۱.۳ انواع خاکریز

خاکریزها از نظر درصد کوبیدگی که به موارد کاربرد آن بستگی دارد، به شرح زیر به چهار نوع تقسیم می‌شود:

### الف) خاکریز متراکم

این خاکریز که تراکم آن طبق روش پروکتور استاندارد (آشتواصلاحی T-99) از ۹۵ درصد کمتر نیست، در احداث خاکریز کانالها، جاده‌ها، بندها و نظایر آن به کار برده می‌شود.

حداکثر اندازه سنگهایی که در خاکریز متراکم مصرف می‌شود، نباید از ۷ سانتیمتر تجاوز کند؛ چنانچه سنگهایی بیش از ۷ سانتیمتر در مصالحی که از سایر جهات مورد موافقت قرار گرفته است، یافت شود، باید این سنگها قبل از شروع عملیات تراکم، توسط پیمانکار از مصالح جدا و خارج شود. سنگهای درشت زیر ۷ سانتیمتر باید به خوبی در تمام حجم خاکریز تقسیم شود و در هیچ نقطه‌ای از خاکریز یا پی آن، نباید به صورت مجتمع درآید. ترتیبی که مصالح باید ریخته و متراکم شود، وسایلی که به کار می‌رود و درصد تراکمی که حاصل می‌شود باید طبق بندهای ۶-۲-۲ و ۷-۲-۲ باشد.

### ب) خاکریز معمولی (نرمال)

این خاکریز به‌طور کلی دارای مشخصات خاکریز متراکم است، بجز اینکه دارای درصد کوبیدگی کمتری است و مقدار آن، طبق روش پروکتور استاندارد (آشتواصلاحی T-99)، ۸۵ درصد می‌باشد.

این خاکریز در احداث خاکریز معمولی، بعد از خاکریز کوبیده و متراکم جسم کانالهای آبیاری، و برای ساختمان جاده‌های سرویس و بهره‌برداری از کانالها به کار می‌رود. برای کوبیدن این خاکریز، پیمانکار می‌تواند از ترافیک ماشین‌آلات سنگین استفاده کند. در بند ۶-۲-۲، جدول ۱-۲ برای راهنمایی این خاکریزی داده شده است.

### پ) خاکریز مصالح مازاد

در تمام مواردی که حجم خاکبرداری کانالها و ساختمانها از حجم خاکریزها تجاوز بکند، تکلیف شکل ظاهری این اضافه حجم باید طبق دستور دستگاه نظارت روشن شود. کوبیدن خاکهای مازاد الزامی نیست.

### ت) خاکریز سنگی

سنگریزی باید به نحوی صورت گیرد که قطعات بزرگتر به‌طور یکنواخت روی سطح موجود قرار گیرد و لایه‌لای آنها را قطعات کوچکتر پر کند، به طوری که در آخر کار، یک لایه متراکم سنگچین را تشکیل دهد.

### ۶-۲-۲. پر کردن پشت/بنیه فنی

در محلهایی که در اثر گودبرداری ابنیه فنی، آبروها، دیوارها و یا لوله‌ها، فضای خالی ایجاد شود، این فضای خالی باید پس از تخلیه مواد زاید، با مصالح مورد تصویب دستگاه نظارت پر شود و به طریق زیر متراکم گردد:

— لایه‌ها را باید به ضخامتهای حداکثر ۱۵ سانتیمتر ریخته و با وسایل مکانیکی یا، در صورت تصویب دستگاه نظارت، با وسایل دستی کوبید.

— درصد رطوبت لایه‌ها باید طبق دستور دستگاه نظارت تنظیم شود تا تراکم ۹۵ درصد پروکتور استاندارد مورد قبول دستگاه نظارت به دست آید.

— خاکبرداری سازه‌های فنی در زمین طبیعی یا در خاکریز براساس مندرجات بند ۲-۱-۲ باید طوری صورت گیرد که برای سطوح خارجی سازه‌های فنی تا حد امکان احتیاجی به قالب‌بندی نباشد و از جبهه خاکبرداری نشده به کمک پلاستیک برای بتن ریزی استفاده شود تا خاکریزی و کوبیدن خاک پشت سازه‌های فنی ضرورت پیدا نکند. در صورتی که بنابر مشخصات فنی خصوصی یا به تشخیص دستگاه نظارت، خاکبرداری بیشتر به دلیل نوع زمین با اجرای قالب‌بندی صورت گیرد، پر کردن پشت سازه‌های فنی باید طبق دستور و روش مورد قبول دستگاه نظارت و مندرجات این بند انجام شود.

خاکریزی و کوبیدن پشت سازه‌های فنی باید طوری انجام شود که به سازه آسیب نرسد. در صورت آسیب رسیدن به سازه، پیمانکار باید به هزینه خود و طبق نظر دستگاه نظارت، رأساً در مورد اصلاح آن اقدام کند.

## ۲-۵. محلهای قرضه

محلهای قرضه همان است که قبلاً "تعیین شده و در اسناد و مدارک پیمان منعکس گشته است؛ تغییر یا انتخاب محل قرضه جدید در زمان اجرای کار توسط دستگاه نظارت و با نظر آزمایشگاه مورد تأیید وزارت برنامه و بودجه صورت می‌گیرد. چنانچه پیمانکار حین اجرای عملیات خاکبرداری از قرضه، با تغییر کیفیت خاک مواجه شود، موظف است مراتب را برای تعیین تکلیف سریعاً به دستگاه نظارت اطلاع دهد. در صورتی که در این مورد، قصوری از ناحیه پیمانکار صورت گیرد و خاک نامناسب در خاکریزی مصرف شود، پیمانکار باید به هزینه خود خاک نامناسب را بردارد و آن را از محل کار خارج کند.

ماسه، شن و مصالح سنگچین ممکن است از بستر رودخانه‌های مجاور طرح و یا معادنی که در دسترس قرار دارد، تأمین شود، ولی در صورت کافی نبودن مصالح از محلهای قرضه تعیین شده برای احداث خاکریزهای کانالها، سیلبندها، راهها و غیره، می‌توان از نقاط دیگری در داخل طرح و اراضی آن استفاده کرد، مشروط بر اینکه پس از تسلیم نقشه محلهای مذکور و مشخصات مصالح آن، موافقت دستگاه نظارت در مورد مقدار، مرغوبیت مصالح و اندازه فاصله حمل به دست آید.

استفاده از قرضه در داخل زمینهای مزروعی، در صورتی که منجر به ایجاد مشکلاتی در بهره‌برداری از مزارع شود، به هیچ وجه مجاز نیست، مگر اینکه میزان خاکبرداری از قرضه در داخل محدوده مزارع کاملاً متناسب با حجم عملیات تسطیح اراضی مزارع باشد. در صورتی که به جهاتی لازم باشد از

محل قطعات زراعی برای برداشت قرضه استفاده شود، باید قبلاً " نقشه تجدید نظر شده تسطیح اراضی مورد نظر همراه با میزان قرضه پیش بینی شده توسط دستگاه نظارت تهیه شود و برای اجرا به پیمانکار ابلاغ گردد.

در صورتی که محل قرضه مجاور خاکریزی باشد، باید بین پاشنه خاکریز و لبه محل قرضه، پیاده رویی به عرض حداقل ۵ متر ایجاد شود؛ شیب جدارهای محل قرضه نباید از ۱/۵:۱ (۱/۵ افقی و ۱ قائم) بیشتر در نظر گرفته شود، مگر اینکه در نقشه‌های اجرایی و یا به دستور دستگاه نظارت، خلاف آن ذکر گردد. سطح محل قرضه پس از خاکبرداری باید یکنواخت و تقریباً " مسطح باشد به طوری که باعث ایجاد مانداب در محل قرضه نگردد. طبق دستور دستگاه نظارت، در صورت لزوم برای جلوگیری از جمع شدن آب باید در مناطق قرضه اقدام به ایجاد زهکش شود.

## ۲-۶-۲. کنترل رطوبت خاکریزها

### الف) خاکریزهای غیرقابل نفوذ

قبل از شروع به کوبیدن، خاکریزهای غیرقابل نفوذ باید دارای رطوبت بهینه، که طبق روش پروکتور استاندارد (آشتو اصلاحی T-99-99 طریقه D) تعیین می‌شود، باشد (استاندارد ASTM-D 698). رطوبت معمولاً باید در محل قرضه اضافه شود و اضافه نمودن رطوبت در محل خاکریز، بسته به مورد، باید با موافقت دستگاه نظارت صورت گیرد.

مصالح نامرغوب باید کلاً از زیر محل خاکریزها خارج شود. بعد از برداشتن خاک و مصالح نامرغوب، سطح زمین تا عمق حداقل ۱۵ سانتیمتر شخم زده شده، و پس از آبپاشی تا رسیدن به رطوبت بهینه با تراکم مشخص شده به وسیله ماشین آلات کوبیده می‌شود. مصالح خاکریز کانالها باید پس از تأمین رطوبت بهینه به شرح بالا، لایه لایه کوبیده شود، به طوری که ضخامت هر لایه بعد از کوبیدن از ۱۵ سانتیمتر بیشتر نشود و وزن مخصوص خشک کوبیده آن از ۹۵ درصد وزن مخصوص آزمایشگاهی که به روش پروکتور استاندارد به دست می‌آید، کمتر نباشد.

با نظر دستگاه نظارت، می‌توان برای حصول تراکم مورد نظر، رطوبت خاکهای چسبنده<sup>۱</sup> را معادل ۱ تا ۲ درصد کمتر، و رطوبت خاکهای قابل تورم<sup>۲</sup> را معادل ۱ تا ۲ درصد بیشتر از رطوبت بهینه اختیار نمود. چنانچه نتایج حاصله از اندازه‌گیریها قابل قبول نباشد، دستگاه نظارت می‌تواند عملیات تراکم و کوبیدن خاک را تا اصلاح رطوبت خاک و روش اجرا متوقف سازد.

برای اندازه‌گیری وزن مخصوص خاک در محل، باید از روش مخروط ماسه مطابق آشتو T-191 استفاده کرد. چنانچه برای اندازه‌گیری درصد رطوبت مناسب و حداکثر وزن مخصوص خشک مصالح،

روش دیگری غیر از آشتو T-99-99 طبقه D ، یا برای اندازه‌گیری وزن مخصوص خاک در محل، روش دیگری غیر از آشتو T-191-191 مورد نظر باشد، باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.

در موارد خاص که با توجه به جنس خاک و مرغوبیت آن، به تغییراتی در ضخامت لایه‌های خاکریز و یا درجه تراکم یا رطوبت آن نیاز باشد، مراتب توسط آزمایشگاه مورد مطالعه قرار خواهد گرفت و دستورات لازم حین اجرای کار توسط دستگاه نظارت صادر خواهد شد.

رطوبت مصالح باید کاملاً "یکنواخت باشد؛ به همین جهت، شاید لازم شود که پیمانکار از طریق شخم زدن، دیسک زدن و نظایر آن، یکنواختی رطوبت خاک را قبل از شروع عملیات کوبیدن به هزینه خود تأمین کند. در شرایط جوی که رطوبت خاک از رطوبت مناسب برای تراکم بالاتر بوده و خشک کردن آن مقدور نباشد، دستگاه نظارت تصمیمات لازم را خواهد گرفت.

#### ب) خاکریزهای قابل نفوذ

اثرات میزان رطوبت در کوبیدن مصالح قابل نفوذ روی خاکریزهای ماسه‌ای، شنی، شن و ماسه‌ای باید توسط آزمایشگاه مورد تأیید وزارت برنامه و بودجه تعیین گردد. براساس نتایجی که به دست می‌آید، دستگاه نظارت میزان رطوبت را تعیین می‌کند و بعد از حصول رطوبت لازم و نفوذ آن به عمق لایه، عمل کوبیدن انجام خواهد شد. مقدار تراکم و رطوبت خاک با توجه به استاندارد ASTM-D 2049 مشخص خواهد گردید.

#### پ) خاکریزهای مخلوط رودخانه (تووان)

این نوع خاکریزها باید طبق نظر دستگاه نظارت برحسب نوع مخلوط مرطوب شده و بی‌درنگ کوبیده شود.

### **۲-۲-۷. کوبیدن**

#### الف) کلیات

در مواردی که کوبیدن مصالح خاکریز لازم باشد، مصالح باید در لایه‌های افقی ریخته شده، و طبق روش و مشخصات مندرج در جدول ۱-۲ و بند "ب" زیر کوبیده شود. البته استفاده از سایر ماشین‌آلات و روشهای کوبیدن در صورتی که منجر به تحصیل درصدهای تراکم مورد نظر شود، با تصویب دستگاه نظارت بلامانع است. نوع وسایلی که پیمانکار در نظر دارد به کار گیرد، باید مناسب جنس و نوع خاک باشد و در هر حال قبلاً "به تأیید دستگاه نظارت برسد. چنانچه در حین اجرای کار، از کاربرد وسایل انتخابی نتایج رضایتبخش حاصل نشود، پیمانکار باید با تأیید دستگاه نظارت، در مورد جایگزینی ماشین‌آلات مناسب اقدام کند.

جدول ۱-۲. راهنمای خاکریزی و کوبیدن

| ردیف | طبقه‌بندی خاکریز <sup>۱</sup> | روش کوبیدن                                     | حداقل تراکم مورد نیاز           | حد اکثر ضخامت تقریبی لایه خاکریزی قبل از کوبیدن (سانتیمتر) |
|------|-------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ۱    | غیر قابل نفوذ                 | ترافیک ماشین آلات                              | ۸۵ درصد                         | ۴۰                                                         |
| ۲    | غیر قابل نفوذ                 | غلطک‌های لرزنده، پاچه‌بازی و چرخ لاستیکی       | ۹۵ درصد <sup>۲</sup>            | ۳۰                                                         |
| ۳    | غیر قابل نفوذ                 | کوبیدن مخصوص با وسایل لرزنده دستی              | ۹۵ درصد <sup>۲</sup>            | ۱۵                                                         |
| ۴    | قابل نفوذ                     | ترافیک ماشین آلات                              | ۸۵ درصد تراکم نسبی              | ۳۰                                                         |
| ۵    | قابل نفوذ                     | غلطک‌های لرزنده و پاچه‌بازی                    | ۸۵ درصد تراکم نسبی <sup>۲</sup> | ۴۰                                                         |
| ۶    | قابل نفوذ                     | دستگاه‌های لرزنده دستی                         | ۸۵ درصد تراکم نسبی <sup>۲</sup> | ۲۰                                                         |
| ۷    | فرم‌های مخلوط (توئان)         | ترافیک ماشین آلات                              | -                               | ۳۰                                                         |
| ۸    | فرم‌های مخلوط (توئان)         | مثل مصالح غیر قابل نفوذ و دیگ‌های ۲ و ۳ در سال | -                               | -                                                          |

۱. طبقه‌بندی خاکریز براساس مندرجات بند ۲-۲

۲. تراکم طبق روش پروکتور استاندارد (آشتو اصلاحی T-99، طبقه D)

۳. تراکم نسبی با توجه به استاندارد ASTM-D 2049

تعداد عبورهای متوالی وسایل و تجهیزات مکانیکی از هر نقطه و در هر لایه باید به تعدادی باشد که تراکم تعیین شده حاصل شود. روی هم قرار گرفتن<sup>۱</sup> عبورهای متوالی وسایل مکانیکی که به منظور کوبیدن صورت می‌گیرد، نباید کمتر از ۳۰ سانتیمتر باشد. لایه بعدی به هیچ وجه بدون تأیید دستگاه نظارت نباید ریخته شود.

#### ب) روش کوبیدن

۱) کوبیدن توسط غلتکهای آهنی: غلتکهای آهنی باید طوری ساخته شده باشد که چرخهای عقب قسمتی از مسیر کوبیده شده توسط چرخهای جلو را بپوشاند. وزن این گونه غلتکها نباید از ۱۰ تن کمتر باشد، مگر آنکه نوع کار به تشخیص دستگاه نظارت استفاده از غلتک دیگری را ایجاب کند.

۲) کوبیدن توسط غلتکهای پاچه‌بزی و لرزنده: در مواردی که از غلتکهای پاچه‌بزی و یا پاچه‌بزی برای کوبیدن خاکریزها استفاده می‌شود، وزن غلتک باید با تأیید دستگاه نظارت مناسب با مخلوط مصالح خاکریز و نوع کار انتخاب شود.

۳) کوبیدن به روشها و وسایل خاص: در محلهایی که دستگاه نظارت استفاده از غلتکهای پاچه‌بزی و یا چرخ لاستیکی را به علت محدودیت جا و یا دلایل دیگر مانند احتمال آسیب خوردن به سازه‌های فنی مجاور، مجاز نداند، باید، با اجازه قبلی دستگاه نظارت، از انواع دیگر وسایل کوبنده مکانیکی دستی که دارای ظرفیت کافی بوده و تراکم مورد نیاز را ایجاد کند، استفاده شود.

۴) کوبیدن توسط ترافیک (تراکم خاکریز معمولی): کوبیدن توسط ترافیک باید به نحوی صورت گیرد که وسایل نقلیه و کامیونهای سنگین حمل مصالح خاکی بعد از ریختن هر لایه از مصالح روی تمامی سطح خاکریز تا تراکم مورد نظر عبور کنند.

۵) حداکثر ضخامت خاکریزی: تنها به منظور راهنمایی پیمانکار و با توجه به استفاده از ماشین‌آلات مناسب و بدون ایجاد هیچ‌گونه مسئولیت برای کارفرما و دستگاه نظارت، حداکثر ضخامت تقریبی لایه‌های مختلف خاکریزی در جدول ۱-۲ داده شده است؛ پیمانکار نمی‌تواند ضخامت لایه‌های کوبیده نشده را بیش از مقادیر مندرج در جدول یاد شده اختیار کند.

#### ۲-۳-۸. رگلاژ، تسطیح و تنظیم

رگلاژ شیروانیها و شانه‌ها در برشها و یا خاکریزها و همچنین تسطیح و تنظیم مقاطع عرضی و طولی طبق نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت و مندرجات بند ۲-۳-۱۲ انجام می‌شود.

#### ۲-۳-۹. زهکشی

قبل از شروع عملیات لازم برای به دست آوردن مشخصات مورد نظر در زمین بستر، باید کلیه ابنیه فنی و زهکشیه‌ها به اتمام رسیده، و هرگونه احتمال خیس و مرطوب شدن بدنه خاکریزها رفع شده باشد.

## ۲-۱۰. بستر راههای ارتباطی، راههای مزارع و راههای بهره‌برداری کانالها

در صورتی که بستر راه در برش خاکی باشد و میزان تراکم لازم برطبق مشخصات از زمین طبیعی حاصل نشود، حفاری کف برش چندین سانتیمتر بالاتر از بستر راه متوقف می‌شود، به طوری که پس از کوبیدن، تراز مورد نظر به دست آید. پس از تأمین رطوبت لازم، کف برش با غلتکهای مناسب متراکم می‌گردد تا در عمق ۳۰ سانتیمتر از بستر راه، میزان تراکم نسبی مورد نظر حاصل شود.

در صورتی که وضع زمین طبیعی کف برش خاکی طوری باشد که تراکم لازم پس از کوبیدن به ترتیب بالا حاصل نشود، بستر راه به عمق ۲۰ سانتیمتر شیار داده شده و مخلوط می‌گردد؛ سپس، رطوبت لازم تأمین شده و با غلتکهای مناسب کوبیده می‌شود تا بستر راه طبق مشخصات متراکم و تراز زمین پی به دست آید.

چنانچه شرایط زمین کف برش طوری باشد که احتیاج به تعویض لایه‌ای از خاک باشد، برای قسمت اضافی خاکبرداری شده، طبق دستور دستگاه نظارت عمل می‌شود.

### الف) بستر راه در برش سنگی

در برشهای سنگی کف برش باید چند سانتیمتری پایین‌تر از بستر راه حفاری و سطح کف برش تا تراز بستر راه با مصالح مرغوب و شنی به قواره‌های لازم اجرا و به میزان ۱۰۰ درصد به روش پروکتور استاندارد متراکم شود. در هر صورت، ناهمواریهای سنگی نباید از تراز زمین پی بالا بزند.

### ب) بستر راه در خاکریزی

جنس خاک تا عمق ۳۰ سانتیمتر از تراز بستر راه باید از خاک مناسب باشد و در صورت امکان از برشها برای این منظور استفاده شود. چنانچه در این عمق از خاکهای مناسب موجود استفاده نشده باشد و مشخصات لازم به دست نیاید، خاکهای نامناسب باید تعویض شده، و عملیات تراکم و کوبیدن تجدید شود.

### پ) بستر راه در سطح راه موجود

هرگاه بستر راه بر روی سطح راه موجود قرار گیرد، سطح راه موجود باید پس از شخم زنی به عمق ۱۰ سانتیمتر با مصالح زیراساس و یا سایر مصالح مناسب دیگر اصلاح، آبپاشی و متراکم شود تا در مقاطع عرضی و طولی راه تراکم لازم برطبق مشخصات به دست آید.

### ت) راههای انحرافی و راههای اتصالی

ساختمان راههای انحرافی طبق دستور دستگاه نظارت انجام می‌شود و خاکهای اضافی این نوع کارها طبق تصمیم دستگاه نظارت به مصرف خواهد رسید. به منظور راهنمایی و تأمین ایمنی راه، پیمانکار

موظف است طبق دستور دستگاه نظارت و به هزینه خود، در محل‌های مناسب علایم و چراغ‌های چشمک‌زن نصب نماید.

### ۲-۳-۱۱. زیرسازی پوشش بتنی کانال

برای تقلیل ترک‌ها و خطر شکست ناشی از نشست زیرسازی پوشش کانال، یکی از نکات اساسی در کاربرد پوشش بتنی یا آسفالتی وجود بستر محکم می‌باشد. زمین‌های طبیعی دست نخورده، پس از تأیید دستگاه نظارت، بدون هیچ‌گونه عملیاتی برای این منظور به کار گرفته می‌شود. خاک‌های طبیعی با وزن مخصوص کم را باید یا متراکم نمود یا آنها را خارج کرده و به جای آنها مواد مناسب ریخت و کوبید. معمولاً، خاک‌های رسی به علت قابلیت تورم در مجاورت رطوبت، برای پوشش‌های سخت قابل قبول نیستند و باید از به کار بردن آنها خودداری شود.

روش‌های لازم برای کنترل و تقلیل خسارات ناشی از تورم خاک رس باید طبق دستور دستگاه نظارت به کار گرفته شود. در صورت کمی عمق لایه رس موجود در بستر کانال، باید لایه رسی را خارج کرد و جای آن را با مصالح مناسب پر نمود.

وجود رگه‌های گچی (سولفات کلسیم) در زیر پوشش، باعث شکست پوشش می‌شود؛ بنابراین، در این گونه موارد باید طبق دستور دستگاه نظارت تمهیدات لازم به کار گرفته شود.

### الف) پر کردن حفره‌ها و ریزش‌ها

چنانچه قبل از انجام پوشش، لازم باشد که حفره‌ها و ریزش‌های مقطع کانال طبق نقشه‌های اجرایی پروفیل سازی و ترمیم شود، باید حفره‌ها با بتن لاغر، شفته آهکی و یا هر طریق دیگری که دستگاه نظارت دستور دهد به هزینه پیمانکار پر و ترمیم شود.

### ب) علف کشی قشر زیرین پوشش

علف‌ها با نفوذ در پوشش، ترک و سوراخ به وجود می‌آورند و مخصوصاً "بعد از خشک شدن و پیوسیدن باعث نشست آب می‌شوند. قبل از ساختمان پوشش، باید طبق دستور دستگاه نظارت، بستر از ریشه و بذر انواع علف‌های هرز توسط علف کش پاکسازی می‌شود. برای از بین بردن و کنترل رستنی‌ها چهار روش عمده زیر وجود دارد:

۱- دستی

۲- مکانیکی

۳- شیمیایی

۴- بیولوژیکی

انتخاب هریک از روش‌های بالا قبل از هر چیز تابع نیروی کار، گونه گیاهان غالب، شرایط محیط و وضع اقتصادی طرح است و باید با نظر دستگاه نظارت مشخص و اجرا شود.

(۱) روش دستی: از بین بردن علفهای هرز با دست به مهارت نیاز دارد و انتخاب وسیله دستی در عملکرد کار بسیار مؤثر است. وسایل متداول بسته به محل استفاده از آنها، ابعاد کانال و بازده کار عبارتند از داس معمولی، داس دسته بلند، شنکش، چنگک، چاقو، داس زنجیردار.

(۲) روش مکانیکی: ماشین آلات متنوعی برای مبارزه با علفهای هرز ساخته شده است، لیکن در بیشتر موارد، به طور معمول و منطقی از تراکتور و ادوات مناسب برش استفاده می شود. این روش احتیاج به افراد ماهر ندارد و راننده ماهر تراکتور به راحتی از عهده کار برمی آید. در کانالهای بزرگ که امکان عبور قایق بیشتر است، برای بریدن گیاهان غوطه‌ور می توان از این وسیله استفاده نمود. بانصب ادوات برش، می توان از سایر وسایل نظیر بیل مکانیکی یا دراگلاین استفاده نمود.

(۳) روش شیمیایی: مواد شیمیایی بسیاری به نام علف کش برای مبارزه با علفهای هرز ساخته شده اند. استفاده از علف کشها ضمن سهولت کار دارای مزایای اقتصادی نیز می باشد ولی نکته بسیار مهم و قابل توجه، اثرات جانبی این مواد در محیط زیست است که باید مورد توجه مخصوص قرار گیرد. نظر به اثرات این مواد روی کیفیت آب آبیاری و همچنین آبی که مورد استفاده احشام و درپاره‌ای موارد کشاورزان قرار می گیرد، علف کش باید با احتیاط و رعایت کامل مقررات سازمان محیط زیست مورد استفاده قرار گیرد.

(۴) روش بیولوژیکی: این روش، نظر به وجود مشکلات در روشهای سه گانه بالا، ممکن است در آینده کاربرد بیشتری پیدا کند. روش اصلی در این طریقه استفاده از نوعی ماهی علف خوار است؛ استفاده از این روش، بیشتر در زمان بهره برداری از طرحها انجام می گیرد. برای اطلاع بیشتر از روشهای بالا، می توان به نشریه شماره ۱۵۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، زیر عنوان "خدمات فنی در دوران بهره برداری و نگهداری" مراجعه نمود.

#### پ) رگلاژ بستر پوشش کانال (ترمیم‌نگ)

پیمانکار موظف است قبل از پوشش، سطح کانال را برای داشتن یک بستر محکم و یکنواخت رگلاژ نماید. کف و شیبهای جدار کانال در مقاطع خاکبرداری و خاکریزی و یا زیرسازی شده، باید به دقت و طبق ابعاد و اندازه‌های مشخص شده در نقشه‌ها با رواداری رقوم ۱+ تا ۳- سانتیمتر در طول شمشه ۵ متری و در جهات طولی و عرضی رگلاژ شود. در صورتی که در هر نقطه از مسیر کانال خاکبرداری اضافه انجام شود، طبق دستور دستگاه نظارت باید آن را با مصالح مناسب در لایه‌های افقی پرو مرطوب کرد و سپس کوبید. در پی‌های شیبدار، ریختن و کوبیدن مصالح ممکن است موازی سطح پی انجام شود.

در صورتی که در هنگام خاکبرداری مصالح، زیر پوشش سست و یا به هم خورده شود، پیمانکار موظف است طبق دستور دستگاه نظارت آن را کوبیده، یا مصالح مناسب را جایگزین آن کند. غلتک زدن سطح خاکریز اطراف لبه پوشش بتنی کانال نیز باید با دقت کافی صورت گیرد.

ت) رگلاژ کف و شیروانی کانالهای خاکی و زهکشها

در مواردی که انجام پوشش بتنی مورد نظر نباشد، طبق نظر دستگاه نظارت باید شیروانیهای جانبی و کف کانالهای خاکی و زهکشها، طبق نقشه‌های اجرایی و با وسایل و ماشین آلات مناسب و با رواداری  $\pm 5$  سانتیمتر در طول شمشه ۵ متری رگلاژ شود.

## فصل سوم

### ۳. بتن و بتن مسلح

#### ۳-۱. کلیات

۳-۱-۱. ترتیبات مربوط به انبار کردن مصالح، کارخانه و تجهیزات شکستن و شستن شن و ماسه، اندازه‌گیری اختلاط، حمل و نقل، تخلیه و لرزاندن بتن باید تماماً توسط پیمانکار و طبق تصویب دستگاه نظارت انجام شود، به طریقی که پیمانکار بتواند بتن مورد نیاز را به نحوی مطمئن و سریع و مداوم تأمین نماید.

۳-۱-۲. پیمانکار باید همواره در محل کار هریک از مراکز تهیه بتن، مصالح و ماشین آلات لازم را برای اندازه‌گیری اختلاط، حمل و نقل و لرزاندن بتن به مقدار کافی موجود داشته باشد تا به خاطر کمبود مصالح یا تجهیزات یا به دلیل خراب شدن یا احتیاج به تعمیر یکی از ماشین آلات، هیچ‌گونه تأخیری در کار بتن ریزی روی ندهد.

۳-۱-۳. قبل از انجام هرگونه بتن ریزی، داخل قالب بندیها باید به دقت به وسیله آب یا هوای فشرده تمیز شود و از هر جهت مطابق مشخصات باشد. کلیه راههای عبور و مرور کارگران، سکوی کار و نظایر آن در محل بتن ریزی باید طوری محافظت شود تا از ورود مواد خارجی به داخل قالب بندی و آلوده ساختن آرماتور و سایر قطعات نصب شده در داخل بتن جلوگیری به عمل آید.

۳-۱-۴. تا هنگامی که دستگاه نظارت محل گودبرداریها، اقدامات مربوط به حفاظت کارها در مقابل عوامل جوی، ترتیبات مربوط به روش مرطوب کردن بتن، قالب بندیها، آب بندیها، درزهای ساختمانی آرماتورها و سایر قطعات کار گذاشته شود، مصالح بتن و سایر کارهای مربوطه را مورد بازدید و تصویب قرار نداده است، انجام هیچ‌گونه عملیات بتنی مجاز نخواهد بود.

#### ۳-۲. سیمان

نوع سیمان مورد استفاده برای تهیه بتن یا ملات باید طبق مشخصات و با تصویب دستگاه نظارت باشد. بجز در مواردی که در دفترچه مشخصات فنی خصوصی به نحو دیگری تصریح شده باشد، سیمان باید از نوع سیمان پرتلند معمولی باشد.

#### ۳-۲-۱. نگهداری سیمان

در صورتی که سیمان در کیسه حمل شود، پیمانکار موظف است برای انبار کردن آن، محل‌های سرپوشیده خشک، ضد نفوذ آب، دارای تهویه و با ظرفیت کافی تهیه کند. کف انبار باید حداقل ۲۵ سانتیمتر از سطح زمین بالاتر بوده، و امکان حرکت کامل هوا از کف انبار وجود داشته باشد. چنانچه مدت انبار کردن سیمان کمتر از ۶ روز باشد، ارتفاع کیسه‌ها حداکثر تا ۱۴ ردیف و برای زمانهای بیشتر تا ۷ ردیف خواهد بود. سیمان‌هایی که ۲ ماه یا بیشتر در انبار نگهداری شده باشد، باید زودتر به مصرف برسد.

مصرف سیمانهایی که بیش از ۴ ماه انبار شده باشد مجاز نیست؛ و در صورت اجبار در مصرف این گونه سیمانها، باید آنها را طبق نظر دستگاه نظارت و براساس روشهای ارائه شده در این نشریه مورد ارزیابی مجدد قرار داد و پس از انطباق با مشخصات، به مصرف رسانید. چنانچه سیمان در کامیون یا سایر وسایل مشابه به کارگاه حمل می شود باید روی آنها را با برزنت یا پوششهای نفوذناپذیر مشابه پوشانید.

سیمان باید بعد از تحویل مصرف شود تا از توقف بیش از حد آن در انبار جلوگیری گردد. سیمانی که به خاطر جذب آب یا تحت تأثیر سایر عوامل، خراب یا به طریقی غیر قابل استفاده شود، قابل قبول نیست و باید از کارگاه خارج شود.

مصرف سیمان مرطوب، سخت و کلوخه شده و یا سیمانی که به صورت پودر نباشد، مجاز نیست.

— چنانچه در دفترچه مشخصات فنی خصوصی یا توسط دستگاه نظارت و برای مصارف خاصی مصرف سیمان زودگیر یا انواع دیگر سیمان اجازه داده شود، قسمتهای جداگانه ای از انبار باید به این سیمانها اختصاص داده شود. انواع مختلف سیمان باید با علایم مورد قبول دستگاه نظارت از یکدیگر قابل تمیز باشد.

— سیمان را می توان بدون کیسه حمل نمود، به شرط آنکه هنگام حمل در مقابل تأثیر عوامل جوی محافظت شده، و در سیلوهای نفوذناپذیر انبار شود.

— در شرایط عادی، پیمانکار باید همواره معادل مصرف بیست روز کاری، سیمان در انبار موجود داشته باشد.

### ۳-۲-۲. آزمایش سیمان

حداقل از هر دو بست و پنجاه تن سیمان تحویل شده از یک کارخانه به کارگاه، باید یک بار مطابق روش آشتو T-127 نمونه گیری شود و کلیه آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی برابر ردیفهای ۳-۲-۳ تا ۳-۲-۵ در مورد آن به عمل آید.

هرگاه دستگاه نظارت ضروری تشخیص دهد و یا کیفیت سیمانی مشکوک باشد، باید از سیمانهای موجود در کارگاه و یا از هر محموله سیمان تحویل شده به کارگاه نمونه برداری و آزمایش به عمل آید.

مصرف سیمانهایی که در آزمایشها مردود شناخته شود، مجاز نیست و این سیمانها باید از کارگاه خارج شود. در مورد مصرف سیمان به نکات زیر نیز باید توجه شود:

— از موقعی که سیمان با کیفیت مناسب در کارخانه به پیمانکار تحویل داده می شود، تا موقعی که این سیمان در کارگاه مورد مصرف قرار می گیرد، پیمانکار مسئول حفاظت تمامی خواص و کیفیات آن می باشد. دستگاه نظارت می تواند برای حصول اطمینان از کیفیت سیمان گاه به گاه آن را طبق ردیفهای ۳-۲-۳ تا ۳-۲-۵ آزمایش کند.

— چنانچه نتایج آزمایشهای بالا از نمونه‌های سیمان تحویل شده به کارگاه حاکی از عدم تطابق نمونه‌ها با مشخصات لازم باشد، تمامی محموله‌ای که نمونه مورد نظر از آن گرفته شده، مردود اعلام می‌شود و پیمانکار موظف است این محموله را از کارگاه خارج کند.

### ۳-۲-۳. استانداردهای تعیین کننده کیفیت سیمان

خواص فیزیکی سیمان پرتلند مورد مصرف در بتن باید مطابق استانداردهای زیر باشد:

- تعیین ویژگیهای سیمان پرتلند، استاندارد شماره ۳۸۹ ایران
- تعیین نرمی سیمان پرتلند، استاندارد شماره ۳۹۰ ایران
- تعیین انبساط سیمان پرتلند، استاندارد شماره ۳۹۱ ایران
- تعیین زمان گیرش سیمان پرتلند، استاندارد شماره ۳۹۲ ایران
- تعیین تاب فشاری و تاب خمشی سیمان پرتلند، استاندارد شماره ۳۹۳ ایران
- تعیین آگیری<sup>۱</sup> سیمان پرتلند، استاندارد شماره ۳۹۴ ایران

### ۳-۲-۴. گیرش و گیرش کاذب سیمان

گیرش کاذب سیمان باید براساس استاندارد شماره ۳۹۲ ایران انجام گیرد. سیمانی دارای گیرش کاذب تلقی می‌شود که در آزمایش مربوط به این موضوع، میزان دومین نفوذ کمتر از نصف نفوذ اولیه باشد. در تعیین مقدار نفوذ اولیه، میله آزمایش باید دقیقاً "بیست ثانیه بعد از تکمیل عمل اختلاطرها شود.

گیرش اولیه سیمان معمولی در شرایط متعارف جوی نباید زودتر از ۴۵ دقیقه، و گیرش نهایی آن نباید دیرتر از ۱۲ ساعت باشد.

### ۳-۲-۵. حرارت سیمان

از مهمترین مواردی که باید در مورد سیمان بدان توجه شود، درجه حرارت سیمان به هنگام اختلاط است. بالا بودن درجه حرارت موجب تسریع عمل آگیری شده و این امر باعث افزایش درجه حرارت بتن و بالا رفتن نیاز به آب و نهایتاً "پایین آمدن مقاومت بتن خواهد شد. درجه حرارت سیمان به هنگام وارد شدن به دستگاه بتن ساز نباید از ۷۷ درجه سانتیگراد در مناطق گرم تجاوز نماید.<sup>۲</sup>

### ۳-۲-۳. مصالح سنگی دانه‌بندی شده (شن و ماسه)

#### ۳-۳-۱. ترکیب مصالح سنگی دانه بژدی شده

مصالح سنگی دانه‌بندی شده باید از شن و ماسه طبیعی یا از سنگ شکسته تهیه شده باشد. در موارد زیر، استفاده از شن و ماسه طبیعی در بتن مجاز نیست و پیمانکار الزاماً "باید از مصالح شکسته استفاده نماید:

1. hidration

الف) مواردی که طبق نقشه و مشخصات یا دستورالعمل دستگاه نظارت، به کار بردن مصالح شکسته خواسته شده باشد.

ب) هرگاه مصالح طبیعی یا رودخانه‌ای مطابق مشخصات نبوده، یا مقاومت مورد نیاز را نداشته باشد.

پ) در صورتی که بتن از نوع B-۳۵۰ یا بالاتر باشد.

مصالحی که برای تهیه بتن مصرف می‌شود، با توجه به درجه حرارت، رطوبت محیط و همچنین رطوبت مصالح مورد مصرف برای ساخت بتن، باید به نحوی تأمین و کنترل شود که همواره سلامت مورد نظر حاصل گردد. مصالح شسته شده باید حداقل ۱۲ ساعت در محل باقی بماند و سپس مورد استفاده قرار گیرد.

### ۳-۲. کیفیت مصالح سنگی

#### الف) مشخصات کلی

مصالح سنگی، اعم از دانه ریز یا دانه درشت، باید تمیز، سخت، زبر، با تراکم یکنواخت، با دوام و فاقد هرگونه آغشتگی باشد. مصالحی که با خاک مخلوط شده است، نباید مورد استفاده قرار گیرد. به طور کلی، مصالح سنگی باید دارای دانه‌های گرد یا مکعبی شکل بوده، و حداکثر درصد دانه‌های پولکی و سوزنی یا دراز در این مصالح مطابق ضوابط ارائه شده در این نشریه باشد. سنگهایی که برای تهیه شن و ماسه شکسته مورد استفاده قرار می‌گیرد، نباید دارای مقاومت فشاری کمتر از ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. مقاومت فرسایشی، مقاومت در مقابل یخبندان و ذوب متناوب، مقاومت شیمیایی، مقاومت در برابر تر و خشک شدن، مقاومت در برابر گرم و سرد شدن، مقاومت در مقابل آتش، مقاومت در برابر ضربه، قدرت جذب آب و رطوبت سطحی موجود و بالاخره وزن مخصوص مصالح دانه‌بندی شده باید با مشخصات ذکر شده در استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد.

#### ب) استانداردها

- استانداردهای مصالح سنگی ریز دانه برای بتن و بتن مسلح — استاندارد شماره ۳۰۰ ایران
- استاندارد شن برای بتن و بتن مسلح — استاندارد شماره ۳۰۲ ایران
- روش تعیین مقدار موادی از مصالح سنگی که از الک ۷۵ میکرون می‌گذرد.
- روش دانه بندی دانه‌های ریز و درشت مصالح سنگی با الک — استاندارد شماره ۴۴۶ ایران
- روش تعیین سایش مصالح سنگی درشت دانه — استاندارد شماره ۴۴۷ ایران
- مقاومت مصالح سنگی در مقابل عوامل جوی (روش آزمایش) — استاندارد شماره ۴۴۸ ایران
- روشهای تعیین میزان جذب آب و مقاومت مصالح سنگی در برابر یخبندان — استاندارد شماره ۴۴۹ ایران
- روش تعیین رطوبت سطحی شن و ماسه — استاندارد شماره ۵۷۸ ایران
- روشهای تعیین مقاومت گسیختگی فشاری و خمشی مصالح سنگی — استاندارد شماره ۶۱۱ ایران
- روش تعیین مقاومت شن و ماسه در برابر ضربه — استاندارد شماره ۶۱۷ ایران
- استاندارد شماره ۶۶۰۸ ایران

### ۳-۳-۳. دانه بندی مصالح

مصالح سنگی بتن، اعم از ریز دانه یا درشت دانه، باید دارای دانه بندی پیوسته باشد، بدین معنی که از دانه بندی ریز شروع شده و به تدریج به درشت ختم شود تا فضای خالی بین دانه های درشت به وسیله دانه های ریزتر پر شود.

### ۳-۳-۴. منبع تهیه مصالح سنگی

تا آنجا که ممکن است، پیمانکار باید مصالح سنگی را از منابع طبیعی شن و ماسه موجود در نزدیکی محل طرح تهیه کند. از منابع مصالح سنگی باید طبق روش آشتو T-2 نمونه برداری شده و نمونه ها طبق بند ۳-۳-۲ مورد آزمایش قرار گیرد.

موافقت دستگاه نظارت با منبع پیشنهاد شده به مفهوم آن نخواهد بود که کلیه مصالح استخراج شده از منبع تأیید شده قابل استفاده است و مورد قبول قرار خواهد گرفت؛ بلکه، دستگاه نظارت کماکان حق رد تمام یا قسمتی از مصالح استخراج شده از منبع مذکور را در صورت عدم تطبیق با مشخصات فنی خواهد داشت. چنانچه محل منابع تغییر کند، یا هرگاه دستگاه نظارت ضروری تشخیص دهد، نمونه - برداری و آزمایشها تجدید خواهد شد.

منطقه ای که مصالح دانه بندی از آن استخراج خواهد شد باید ابتدا از مواد زاید، درختها، بوته ها، ریشه ها، گیاهان، خاک و مواد بادرفتی تمیز گردد.

### ۳-۳-۵. مصالح ریز دانه (ماسه)

#### الف) مشخصات کلی

حداقل ۹۵ درصد از ماسه ای که در بتن به کار می رود، باید از الک ۴/۷۵ میلیمتر عبور کند. تمام دانه های ماسه باید از سرندي که قطر سوراخهای آن ۹/۵ میلیمتر است، عبور نماید. ماسه باید به هنگام ورود به دستگاه بتن ساز تمیز بوده، و دارای رطوبت و یکنواخت باشد.

#### ب) کیفیت

ماسه باید متشکل از دانه های سخت، بادوام، زبر، متراکم و عاری از هر نوع قشر زاید و آغشتگی بوده و دارای مشخصات زیر باشد:

- ۱) مصالح ریز دانه باید دارای دانه های سخت و بادوام بوده و مواد زیان آور موجود در آنها از مقادیر جدول ۳-۱ تجاوز نکند.
- ۲) افت وزنی مصالح در آزمایش به روش آشتو T-104 پس از پنج نوبت آزمایش با سولفات سدیم نباید از ۱۰ درصد تجاوز کند.

جدول ۱-۳. درصد وزنی مواد زیان آور در مصالح ریزدانه

| شماره | شرح                              | حداکثر قابل پذیرش                                 | ملاحظات                                                                                                                           |
|-------|----------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱     | دانه‌های گدازه از الک ۲۰۰۰ روم   | بتن نمایان یا تحت سایش                            | مشروط بر اینکه دانه‌ها رسی نباشند                                                                                                 |
|       |                                  | مصالح غلتیده (گردگونه)                            |                                                                                                                                   |
|       |                                  | سایر بتن‌ها                                       |                                                                                                                                   |
|       |                                  | بتن نمایان یا تحت پوشش                            |                                                                                                                                   |
| ۲     | کلوخته‌های رسی <sup>۱</sup>      | ۵                                                 | مشروط بر اینکه در حال تجزیه نبوده و به آسانی ورقه ورقه و خرد نشوند                                                                |
|       |                                  | ۷                                                 |                                                                                                                                   |
| ۳     | رغالسگ و مواد زغالی <sup>۲</sup> | ۴                                                 | مواد زغالی با وزن مخصوص نسبی کمتر از ۲ و رنگ قهوه‌ای تیره می باشند.                                                               |
| ۴     | شیت <sup>۳</sup>                 | ۱                                                 | مشروط بر اینکه در حال تجزیه نبوده و به آسانی ورقه ورقه و خرد نشوند                                                                |
| ۵     | دانه‌های سست <sup>۴</sup>        | ۱                                                 | علاوه بر کلوخته‌های رسی                                                                                                           |
| ۶     | میکا                             | بتن نمایان یا تحت سایش و در مناطق با خورندگی زیاد | در هر حال مجموع کلوخته‌های رسی و میکا در مناطق گرم و مرطوب و با خورندگی زیاد نباید از ۳ درصد و در سایر مناطق از ۴ درصد بیشتر باشد |
|       |                                  | سایر بتن‌ها                                       |                                                                                                                                   |

1. clay lumps

2. coal and lignite

3. shale

4. friable particles

۳) مصالح ریز دانه باید خالصیهای آلی به مقادیر زیان آور نداشته باشد. اگر این مصالح به روش آشتو T-21 مورد آزمایش قرار گیرد، و رنگ حاصله تیره تر از رنگ استاندارد باشد، مردود و غیر قابل مصرف است، مگر آنکه مقاومت نسبی ۷ روزه و ۲۸ روزه ملات تهیه شده با آنکه به روش آشتو T-71 آزمایش و محاسبه می شود، کمتر از ۹۵ درصد نباشد.

۴) ارزش ماسه‌ای مصالح ریز دانه به روش آشتو T-176 نباید کمتر از ۷۵ درصد باشد.

۵) دانه بندی مصالح ریز دانه باید با جدول ۳-۲ انطباق داشته باشد و به طور کلی از استاندارد شماره ۳۰۰ ایران تبعیت نماید.

#### پ) ترکیب و دانه بندی

ماسه‌ای که برای ساختن بتن به کار می رود، باید دارای دانه بندی پیوسته باشد. در جدول ۳-۲، دانه بندی ماسه‌ای که در بتن و بتن مسلح به کار می رود، درج شده است. اندازه الک طبق استاندارد شماره ۲۹۵ ایران می باشد.

باقی مانده مصالح بین هر دو الک متوالی جدول ۳-۲ نباید بیش از ۴۵ درصد وزن کل نمونه باشد.

ضریب نرمی<sup>۱</sup> از آنچه در ابتدای عملیات بتنی و از منبع و معدن مشخصی برای یک نمونه معرف اندازه گیری شده است، نباید در حین اجرای کار بیش از  $2/0 \pm$  تغییر کند؛ ضریب نرمی نباید از ۲/۳ کمتر و از ۳/۱ بیشتر شود.

جدول ۳-۲. دانه بندی ماسه

| اندازه الکهای استاندارد           | درصد رد شده از الکهای استاندارد |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| ۹/۵ میلیمتر ( $\frac{3}{8}$ اینچ) | ۱۰۰                             |
| ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)            | ۱۰۰ - ۹۵                        |
| ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)            | ۱۰۰ - ۸۰                        |
| ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)           | ۸۵ - ۵۰                         |
| ۰/۶۰ میلیمتر (شماره ۳۰)           | ۶۰ - ۲۵                         |
| ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)            | ۳۰ - ۱۰                         |
| ۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)          | ۱۰ - ۲                          |

ضریب نرمی ماسه از حاصلجمع درصدهای مانده روی الکهای ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)، ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)، ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)، ۵/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)، ۵/۳ میلیمتر (شماره ۵۰) و ۵/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)، تقسیم بر ۱۰۰ به دست می‌آید.

### ۳-۳-۶. مصالح درشت دانه (شن)

#### الف) مشخصات کلی

مصالح درشت دانه شامل کلیه دانه‌های ۷ میلیمتر تا ۱۰۱/۶ میلیمتر می‌باشد. مصالح درشت دانه باید تمیز بوده و توسط آب تمیز شسته شود. مصالح در روی هر سرنده شسته شده و سپس به سرنده بعدی منتقل می‌شود، این عمل تا آخرین سرنده که دیگر آبی روی آن ریخته نمی‌شود، ادامه می‌یابد.

#### ب) کیفیت مصالح

مصالح درشت دانه (مانده روی الک ۴/۷۵ میلیمتر یا شماره ۴)، از شن رودخانه‌ای یا سنگ شکسته و یا مخلوطی از این دو و یا سرباره کوره‌های آهن‌گدازی<sup>۱</sup> به دست می‌آید. این مصالح باید با رعایت مندرجات بند "ب" از ردیف ۳-۳-۲ با مشخصات زیر نیز برابری داشته باشد:

(۱) مصالح درشت باید کاملاً "سخت، محکم، بادوام و مکعبی بوده و مقدار مواد آلی، کلوخه‌های رسی، پوشش و اندود خاکی، دانه‌های سست و شکننده و سایر مواد غیر قابل قبول و زیان‌آور آن از ارقام مندرج در استاندارد شماره ۳۰۲ ایران و یا ارقام مندرج در جدول ۳-۳ تجاوز نکند.

(۲) درصد سایش مصالح درشت به روش لوس آنجلس (آشتو T-96) نباید از ۴۰ درصد تجاوز کند (معادل استاندارد ۴۴۸ ایران).

(۳) افت وزنی مصالح درشت به روش آشتو T-104 پس از پنج نوبت آزمایش با محلول سولفات سدیم نباید از ۱۲ درصد تجاوز کند.

(۴) ضریب پولکی<sup>۲</sup> مصالح درشت دانه به روش B.S.63 نباید بیشتر از ۳۰ درصد باشد.

(۵) ضریب سوزنی<sup>۳</sup> مصالح درشت دانه به روش B.S.63 باید با ارقام زیر تطبیق نماید:

- دانه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۶۲/۵ و ۵۰ میلیمتر ( $\frac{1}{2}$  و ۲ اینچ) حداکثر ۳۵ درصد؛
- دانه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۳۷/۵، ۲۵ و ۱۹ میلیمتر ( $\frac{1}{2}$ ، ۱ و  $\frac{3}{4}$  اینچ) حداکثر ۴۰ درصد؛
- دانه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۱۲/۵ و ۹/۵ میلیمتر ( $\frac{1}{4}$  و  $\frac{3}{8}$  اینچ) حداکثر ۴۵ درصد.

جدول ۳-۳. درصد وزنی مواد زیان آور در مصالح درشت دانه

| شماره | شرح                                                                       | حداکثر قابل پذیرش | ملاحظات                                                                                                                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱     | دانه های گذشته از الک نمره ۲۰۰                                            | ۱/۰               | مشروط بر اینکه رسی و یا حامل املاح زیان آور نباشد.                                                                          |
|       |                                                                           | ۱/۵               |                                                                                                                             |
| ۲     | کلوخه های رسی                                                             | ۰/۲۵              | شسته های در حال متلاشی شدن نیز مشمول این محدودیت می شوند                                                                    |
| ۳     | زغال سنگ و و مواد زغالی                                                   | ۱/۰               | مواد زغالی با وزن مخصوص نسبی کمتر از ۲ و رنگ قهوه ای تیره می باشد                                                           |
| ۴     | دانه های نرم <sup>۱</sup>                                                 | ۵/۰               | به آسانی خط بر می دارند و ساییده می شوند                                                                                    |
| ۵     | سنگ چخماق و انواع سنگ های سیلیسی شکل <sup>۲</sup> یا چرت <sup>۳</sup>     | ۳/۰               | این مواد اغلب با مواد شیمیایی سیمان واکنش نامطلوب دارند                                                                     |
|       |                                                                           | ۵/۰               |                                                                                                                             |
|       |                                                                           | ۵/۰               |                                                                                                                             |
| ۶     | شسته ( که در حال تجزیه نیست )                                             | ۲/۰               | شسته ها اگر سخت باشند و به سادگی ورقه ورقه نشوند ، مشکلی ایجاد نمی کنند . محدودیت به شسته های متورق مربوط می شود            |
|       |                                                                           | ۳/۰               |                                                                                                                             |
|       |                                                                           | ۵/۰               |                                                                                                                             |
| ۷     | دانه های سست شامل کلوخه های رسی ، دانه نرم ، چرت هوا زده و شسته های متورق | ۳/۰               | دانه های پوک ، مواد بیگانه مانند چوب و بقایای نباتات و به طور کلی تمام دانه های ناسالم در محاسبه این درصدها باید منظور شوند |
|       |                                                                           | ۵/۰               |                                                                                                                             |
|       |                                                                           | ۷/۰               |                                                                                                                             |

۶) مصالح سنگی درشت دانه باید ترکیبات معدنی زیان آور که روی قلیاییهای سیمان اثر می گذارد نداشته باشد. چنانچه سوابق و آمار نشان دهد که مصالح مصرفی در مقابل قلیاییها واکنش را<sup>۱</sup> هستند، باید از مصرف این مصالح خودداری شود و در صورتی که سوابقی دال بر عملکرد مصالح در این مورد وجود نداشته باشد، باید با یکی از روشهای زیر مورد آزمایش قرار گیرد:

– روش پتروگرافیک ASTM C-295

– روش شیمیایی ASTM C-289

– روش آزمایش ملات<sup>۲</sup> به طریق ASTM C-227

معیارهای پذیرش یا مردود بودن مصالح در روشهای بالا داده شده است.

۷) در صورت مصرف سرباره کوره های آهن گدازی به عنوان مصالح درشت دانه، وزن واحد حجم<sup>۳</sup> این مواد که به روش آشتو T-19 اندازه گیری می شود، نباید کمتر از ۱/۱۲۱ gr/cc باشد.

۸) دانه بندی مصالح سنگی درشت دانه باید با دانه بندی جدول ۳-۴ تطبیق کند. در صورت لزوم این مصالح باید به دو جزء تقسیم شود و دانه بندی هر جزء با یکی از دانه بندیهای جدول منطبق باشد.

در هر پروژه، دانه بندی مصالح درشت دانه مصرفی در عملیات مختلف بتنی باید با توجه به جدول ۳-۴، در مشخصات فنی خصوصی قید شود ولی به هر حال دانه بندیهای زیر را می توان برای انواع بتنهای متفاوت توصیه نمود:

– دانه بندیهای شماره ۸ و ۹ برای قطعات پیش ساخته بتنی

– دانه بندیهای شماره ۷ و ۸ برای قطعات پیش تنیده

– دانه بندیهای شماره ۵، ۷ و ۸ برای سایر بتنهای مسلح

– دانه بندیهای شماره ۳ و ۵ برای بتنهای غیر مسلح و حجیم

– دانه بندیهای شماره ۶ و ۴ مربوط به حالتی است که مصالح درشت دانه باید به دو جزء تقسیم شود و هر جزء آن با یکی از دانه بندیهای شماره ۸ و ۴ یا ۷ و ۶ تطبیق نماید.

### ۳-۳-۷. دیوی مصالح دانه بندی شده

مصالح دانه بندی شده، اعم از دانه ریز یا دانه درشت، باید به نحوی انبار و نگهداری شود که از مخلوط شدن با سایر مصالح، و یا با مواد زیان آور مصون باشد و همچنین دانه بندیها به هم نخورد. مصالح باید در چهار قسمت به شرح جدول ۳-۵ به طور مجزا انبار شود و بین توده های مختلف برای

درصد وزنی عبوری از هزالک آزمایشگاهی ( با سوراخهای مربعی شکل )

جدول ۳-۴. دانمندی شن

| حداقل و حداکثر قطر دانمده در مصالح | اندازه الک استاندارد ( با سوراخهای مربعی شکل ) - میلیمتر |                |                |                |                |                |                |                  |              |                  |                |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|--------------|------------------|----------------|
|                                    | ۱/۱۸<br>نمره ۱۶                                          | ۲/۳۶<br>نمره ۸ | ۴/۷۵<br>نمره ۴ | ۹/۵۳<br>نمره ۳ | ۱۲/۹<br>نمره ۲ | ۱۹/۳<br>نمره ۱ | ۲۵<br>نمره ۱/۵ | ۳۷/۵<br>نمره ۱/۲ | ۵۰<br>نمره ۱ | ۶۲/۵<br>نمره ۲/۵ | ۷۵<br>نمره ۳   |
| ۱                                  | از ۸۷/۵ تا ۲۷/۵ میلیمتر<br>( از ۲/۵ اینچ تا ۱/۵ اینچ )   |                |                |                |                | ۵-۰            |                | ۱۵-۰             |              | ۶۰-۲۵            | ۸۷/۵<br>اینچ ۴ |
| ۲                                  | از ۶۲/۵ تا ۲۷/۵ میلیمتر<br>( از ۲/۵ اینچ تا ۱/۵ اینچ )   |                |                |                |                | ۵-۰            |                | ۱۵-۰             | ۷۰-۲۵        | ۱۰۰-۹۰           | ۱۰۰            |
| ۳                                  | از ۵۰ تا ۲۷/۵ میلیمتر<br>( از ۲ اینچ تا نمره ۴ )         |                | ۵-۰            |                | ۲۰-۱۰          |                |                |                  | ۷۰-۲۵        | ۱۰۰              |                |
| ۴                                  | از ۳۷/۵ تا ۱۹ میلیمتر<br>( از ۱/۵ اینچ تا ۳/۴ اینچ )     |                |                | ۵-۰            |                |                |                | ۵۵-۲۰            | ۱۰۰-۹۰       | ۱۰۰              |                |
| ۵                                  | از ۲۷/۵ تا ۴ میلیمتر<br>( از ۱/۵ اینچ تا نمره ۴ )        | ۵-۰            |                |                | ۲۰-۱۰          |                |                |                  | ۱۰۰-۹۵       |                  |                |
| ۶                                  | از ۲۵ تا ۴ میلیمتر<br>( از ۲ اینچ تا ۱ اینچ )            |                |                |                | ۵-۰            |                |                | ۱۵-۰             | ۷۰-۲۵        | ۱۰۰-۹۰           | ۱۰۰            |
| ۷                                  | از ۲۵ تا ۴ میلیمتر<br>( از ۱ اینچ تا نمره ۴ )            | ۵-۰            |                |                | ۶۰-۲۵          |                |                | ۱۰۰-۹۵           |              |                  |                |
| ۸                                  | از ۱۹ تا ۴ میلیمتر<br>( از ۳/۴ اینچ تا نمره ۴ )          | ۵-۰            | ۱۰-۰           | ۵۵-۲۰          |                | ۱۰۰-۹۰         |                |                  |              |                  |                |
| ۹                                  | از ۱۲/۵ تا ۴ میلیمتر<br>( از ۱ اینچ تا نمره ۴ )          | ۵-۰            | ۱۵-۰           | ۷۰-۴۰          | ۱۰۰-۹۰         | ۱۰۰            |                |                  |              |                  |                |
| ۱۰                                 | از ۹/۵ تا ۲ میلیمتر<br>( از ۳/۸ اینچ تا نمره ۸ )         | ۵-۰            | ۱۰-۰           | ۸۵-۳۰          | ۱۰۰            |                |                |                  |              |                  |                |

مأخذ : ASTM C-33

جلوگیری از مخلوط شدن آنها موانعی وجود داشته باشد. هنگام دیو نمودن مصالح، پیمانکار باید مراقبت کند تا باد باعث جدا شدن مصالح ریز دانه ماسه نگردد. دیوها باید مجهز به زهکش باشد، به طوری که کلیه آبها ظرف ۲۴ ساعت تخلیه گردد.

جدول ۳-۵. تقسیم بندی چهارگانه مصالح در انبار\*

| اندازه اسمی مصالح دانه بندی | حدود اندازه مصالح (میلیمتر) |
|-----------------------------|-----------------------------|
| دانه بندی ریز               | ۰ - ۴/۷۵                    |
| دانه بندی ۱۹ میلیمتری       | ۴/۷۵ - ۱۹                   |
| دانه بندی ۳۷/۵ میلیمتری     | ۱۹ - ۳۷/۵                   |
| دانه بندی ۷۵ میلیمتری       | ۳۷/۵ - ۷۵                   |

\* اعداد مندرج در این جدول سراسر شده؛ عددهای نظیر در جدولهای ۳-۲ و ۳-۴ است.

به طور کلی، نحوه انبار کردن مصالح و خارج نمودن آنها از دیو باید طوری باشد که مخلوط شدن یکنواخت دانه ها از نقطه نظر ترکیب دانه بندی را تسهیل نماید.

قبل از شروع عملیات بتن ریزی، باید مصالح سنگی در کلیه اندازه ها و ابعاد تعیین شده در مشخصات فنی، به اندازه کافی و بسته به حجم عملیات، انبار شده و در دسترس قرار گیرد تا بتوان عملیات بتن ریزی را بدون وقفه انجام داد، به علاوه، دیو مصالح سنگی، اعم از دانه ریز یا درشت، باید جوابگوی کلیه نیازهای عملیات بتن ریزی باشد. وسایل و تجهیزات بارگیری و تخلیه در دیوها باید به نحوی باشد که وسیله مذکور روی مصالح حرکت نکند، مگر اینکه قبلاً "به تشخیص دستگاه نظارت حرکت وسایل نقلیه روی مصالح سنگی بلامانع اعلام شده باشد.

### ۳-۳-۸. جا به جایی مصالح سنگی

در هنگام حمل و تخلیه در دستگاههای مخلوط کننده، مصالح سنگی باید تمیز و بدون آغشتگی باشد. کلیه مصالح باید قبل از ریخته شدن به داخل دستگاههای بتن ساز با آب شسته شده و فرصت داده شود که آب آنها خارج گردد. سرندهایی که مصالح دانه درشت را برای از دست دادن آب روی آنها می ریزند، باید دارای ابعاد کافی باشد تا آب دانه های مصالح، قبل از ورود به مخزن دستگاه بتن ساز، به کلی خارج شده و همه دانه ها با رطوبت حداقل و یکنواخت وارد دستگاه گردد. به طور کلی،

جا به جایی مصالح باید به گونه‌ای انجام گیرد که مانع تفکیک دانه‌ها از هم و مخلوط شدن مصالح با مواد زاید شود. در صورتی که از تسمه نقاله برای انتقال مصالح سنگی به داخل دستگاه بتن‌ساز استفاده می‌شود، باید مسیر نقاله سرپوشیده باشد تا از مخلوط شدن گردوغبار و آب باران با مصالح جلوگیری شود.

### ۳-۳-۹. تجهیزات و دستگاههای تهیه مصالح سنگی

قبل از سفارش تجهیزات لازم برای تهیه مصالح سنگی و شروع کار، پیمانکار باید اطلاعات زیر را برای بررسی و تصویب در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد:

#### الف) نمودار جریان<sup>۱</sup> تهیه مصالح

- ب) نقشه موقعیت نصب دستگاهها و ماشین آلات و دیوی مصالح و محل تخلیه مواد زاید
- پ) شرح و مشخصات دستگاهها و تجهیزات مربوطه شامل نوع، ابعاد، ظرفیت هریک و غیره
- ت) پیش بینیهایی لازم برای کنترل گرد و خاک

بررسی و تأیید دستگاهها و تجهیزات مربوط توسط دستگاه نظارت رافع مسئولیت پیمانکار در امر تهیه مصالح نبوده و نهایتاً "کیفیت مصالح سنگی و دانه‌بندی آنها باید طبق مشخصات تعیین شده، باشد.

### ۳-۳-۱۰. نمونه‌برداری و آزمایش

آزمایش و بررسی به منظور کنترل کیفیت و مشخصات مصالح در مراحل مختلف تهیه، حمل، دیو کردن و به کار بردن باید زیر نظر و کنترل دستگاه نظارت صورت گیرد. کلیه آزمایشهای لازم باید طبق استانداردهای مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا دفتر تحقیقات و معیارهای فنی وزارت برنامه و بودجه صورت گیرد و در غیاب استاندارد مورد نظر یاد شده، با تأیید دستگاه نظارت از استانداردهای AASHTO یا ASTM یا معادل آنها استفاده شود.

پیمانکار باید برنامه و روشهای اجرایی تهیه مصالح سنگی و کنترل کیفیت را برای بررسی و تصویب در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد. دستگاه نظارت در مورد بازدید کارگاه، نمونه برداری و انجام آزمایشهای لازم اقدام می‌کند، پیمانکار باید نیروی انسانی و تسهیلات لازم برای نمونه برداری را در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد و از این بابت پرداخت اضافی به پیمانکار صورت نخواهد گرفت.

### ۳-۴. آب

آب مصرفی برای ساختن و عمل آوردن بتن باید تمیز و عاری از مواد زیان آور نظیر روغنها، اسیدها، قلیاییها، نمکها، قندها و مواد آلی و سایر مواد مضر به حال بتن و آرماتور باشد.

عموماً "آب آشامیدنی زلال، بی بو، بی رنگ و بدون طعم را در مناطقی که خطر خوردگی (درجه حرارت زیاد محیط، رطوبت زیاد و...) وجود نداشته باشد، می توان مورد استفاده قرار داد. در محیطهای خورنده باید نتایج آزمایشهای آب مصرفی با مشخصات زیر مطابقت داشته باشد:

۳-۴-۱. pH آب طبق روش آشتو T-26 نباید از ۴/۵ کمتر و از ۸/۵ بیشتر باشد.

۳-۴-۲. زمان گیرش اولیه سیمان طبق روش آشتو T-26 با آب مصرفی نباید کمتر از ۴۵ دقیقه بوده و در هر حالت زمان گیرش اولیه با آب مصرفی نباید  $\pm 25\%$  در مقایسه با آب مقطر تفاوت داشته باشد.

۳-۴-۳. مقاومت فشاری ملات با نمونه مکعبی  $5 \times 5 \times 5$  سانتیمتر ۷ و ۲۸ روزه باید از ۹۰٪ مقاومت نمونه مشابه با آب مقطر بزرگتر باشد.

۳-۴-۴. مقدار حداکثر مواد آلی<sup>۱</sup> و غیر آلی<sup>۲</sup> به ترتیب ۲۰۰ و ۳۰۰۰ میلیگرم در لیتر باشد.

۳-۴-۵. حداکثر مقدار مواد معلق<sup>۳</sup> ۲۰۰۰ میلیگرم در لیتر باشد.

۳-۴-۶. مقدار یون کلر براساس بنیان  $CL^-$  در بتن غیر مسلح، بتن مسلح و بتن پیش تنیده به ترتیب نباید از ارقام ۲۰۰۰، ۱۰۰۰ و ۶۵۰ میلیگرم در لیتر تجاوز نماید (استاندارد ASTM D516).

۳-۴-۷. مقدار سولفات براساس بنیان  $SO_4^{--}$  در بتن غیر مسلح، نباید از رقم ۱۵۰۰ میلیگرم در لیتر و در سایر بتن ها از رقم ۱۳۰۰ میلیگرم در لیتر تجاوز کند. (استاندارد ASTM D512).

با توجه به اثرات تخریبی مواد شیمیایی، علاوه بر محدودیتهای بالا در مورد آب مصرفی، مقدار کل مواد شیمیایی که با مصالح سنگی، آب و سیمان وارد بتن می شود، باید با محدودیتهای بند ۳-۷-۳ این نشریه مطابقت کند. هر زمان که دستگاه نظارت صلاح بداند، دستور انجام آزمایشهای بالا را قبل از مصرف آب صادر می نماید.

### ۳-۵. فولاد (میلگرد)

وضعیت، کیفیت و مشخصات آرماتور که در بتن به کار برده می شود، باید مطابق فصل هشتم این نشریه باشد.

### ۳-۶. مواد مضاف<sup>۴</sup>

به استثنای مواد اصلی تشکیل دهنده بتن شامل سیمان، مصالح سنگی و آب، آنچه را که برای تأمین خواص معین و مشخصی برای مصارف مختلف به بتن، ملات و دوغاب اضافه می کنند، مواد مضاف می نامند. مصرف این گونه مواد و مقدار آنها جز با تأیید دستگاه نظارت مجاز نیست، مواد مضاف

باید قبل از مصرف مورد آزمایش قرار گیرد تا انطباق آن با مشخصات محرز شود. این مواد به شکل مایع اندازه‌گیری و مصرف می‌شود. پیمانه‌های اندازه‌گیری باید دارای ظرفیت کافی برای کل مقادیر لازم ماده مضاف برای هر ساخت<sup>۱</sup> بتن باشد؛ چنانچه بیش از یک نوع ماده مصرف شود، سازگاری این مواد با یکدیگر باید براساس گواهی معتبر به تأیید دستگاه نظارت برسد و هریک از این مواد نیز جداگانه اندازه‌گیری شده، قبل و یا بعد از اختلاط به بتن اضافه شود. وسایل اندازه‌گیری و پیمانه‌ها باید به ادوات مدرج مجهز باشد تا مقادیر از پیش تعیین شده را دقیقاً "اندازه‌گیری کند و سپس به داخل بتن تخلیه نماید. حدود تغییرات وزنی ماده مضاف مصرفی نسبت به وزن تعیین شده نباید از ۳ درصد تجاوز نماید.

در مصرف مواد مضاف، توجه به دستورالعملهای کارخانه سازنده ضرورت دارد.

### ۳-۶-۱. انواع مواد مضاف

متداولترین انواع مواد مضاف قابل مصرف در بتن به پنج گروه عمده زیر تقسیم می‌شوند:

یکم- مواد هوازا<sup>۲</sup>

دوم- مواد تسریع کننده گیرش بتن<sup>۳</sup>

سوم- مواد کند کننده گیرش بتن<sup>۴</sup>

چهارم- مواد کاهش دهنده نسبت آب به سیمان (روان کنند)<sup>۵</sup> و کنترل کننده گیرش بتن

پنجم- مواد متفرقه

### الف) مواد هوازا

مواد هوازا برای افزایش دوام بتن‌هایی که بیشتر در معرض آب و هوای متغیر، شرایط سخت جوی و یا در تماس دائم و یا متناوب با آب و رطوبت، که یخ می‌زند، قرار می‌گیرند، مصرف می‌شود. همچنین، این مواد موجب افزایش کارایی بتن تازه و جلوگیری یا کاهش آب انداختن بتن<sup>۶</sup> و جدا شدن مواد متشکله<sup>۷</sup> از یکدیگر می‌شود. مواد هوازا باید به صورت مایع آماده در هنگام مخلوط کردن بتن به آن اضافه شود و میزان آن با توجه به جدول ۳-۹ و در نظر گرفتن حداکثر درشتی مصالح، توسط دستگاه نظارت تعیین شود. وقتی که مواد هوازا مصرف می‌شود، مقدار هوای موجود در بتن باید دقیقاً "تعیین شده، و همواره کنترل شود. آزمایش کنترل باید به یکی از دو روش آشتو T-152 (روش فشاری) و یا T-196 (روش حجمی) صورت گیرد. مواد هوازا باید با مشخصات آشتو M-154 تطبیق نموده و به روش آشتو T-157 مورد آزمایش قرار گیرد.

1. batch

2. air entrainment admixture

3. rapid-harbing admixture

4. retarding admixture

5. water-reducing admixtures=plastisizer

6. bleeding

7. segregation

### ب) مواد تسریع کننده

این مواد برای تسریع در ایجاد مقاومت بتن یا کاهش زمان گیرش، یا هر دو منظور، در بتن مصرف می شود. یکی از انواع این مواد کلرور کلسیم است که برای بتن ریزی در هوای سرد به کار برده می شود. باید توجه داشت که کلرور کلسیم و سایر تسریع کننده ها در پایین آوردن نقطه انجماد آب تأثیر ندارند و عمدتاً باعث تسریع آبگیری سیمان می شوند و حرارت ناشی از این واکنشها را زودتر آزاد می کنند. کلرور کلسیم را باید به صورت محلول در آب به بتن اضافه نمود.

کلیه مواد مضاف تسریع کننده باید با مشخصات آشتو T-194 و یا ASTM-D98 تطبیق کنند و کلرور کلسیم نیز اختصاصاً باید با مشخصات آشتو M-144 و یا ASTM-D98 منطبق باشد. مصرف کلرور کلسیم در بتن مسلح، بتن پیش تنیده و بتن با استفاده از سیمان ضد سولفات مجاز نیست.

کل مقدار یون کلر در مخلوط بتن که همراه با مصالح سنگی، سیمان، آب و مواد مضاف وارد بتن می شود نباید از مقادیر داده شده در جدول ۳-۶ که به صورت درصدی از وزن سیمان مصرفی در مخلوط بتن بیان می شود، تجاوز کند.

جدول ۳-۶. حداکثر یون کلر برای جلوگیری از خوردگی

| نوع بتن                                                   | حداکثر مقدار یون کلر بر حسب درصدی از وزن سیمان در مخلوط بتن |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| ۱. بتن تنیده                                              | ۰/۰۶                                                        |
| ۲. بتن مسلح که در تماس با کلرورها باشد                    | ۰/۱۵                                                        |
| ۳. بتن مسلح که در شرایط خشک بوده و یا از رطوبت محافظت شود | ۱/۰۰                                                        |
| ۴. بتن حاوی سیمان سرباره                                  | ۰/۲۰                                                        |
| ۵. سایر ساختمانهای بتنی                                   | ۰/۳۰                                                        |

### پ) مواد روان کننده و کنترل کننده گیرش

این مواد را می‌توان به سه نوع مواد مضاف جداگانه به شرح زیر تقسیم نمود:

- ۱) مواد کاهش دهنده آب بتن ( روان کننده )
  - ۲) مواد روان کننده و کند کننده گیرش بتن
  - ۳) مواد روان کننده و تسریع کننده گیرش بتن
- هریک از مواد سه گانه بالا، قبل از مصرف باید مورد آزمایش قرار گرفته و اثر آنها روی مقدار آب، درصد هوا، سرعت گیرش و چگونگی تأثیر بر روند افزایش مقاومت بتن در ارتباط با شرایط کارگاهی-از قبیل دمای محیط و درجه حرارت بتن - تعیین شود. این مواد مضاف و نتایج حاصله از آزمایشهای کنترل باید با مشخصات آستو M-194 و یا ASTM-C 494 منطبق باشد.

چون میزان مصرف مواد بالا در بتن بسیار کم است، ضرورت دارد که پیمانه‌های اندازه‌گیری تا حد امکان خودکار باشد تا میزان دقیق مواد را اندازه‌گیری نموده و به بتن بیفزاید.

### ت) مواد متفرقه

در گروه مواد متفرقه می‌توان مواد مضافی را نام برد که برای ایجاد خصوصیات معینی در بتن، از قبیل آب‌بندی، جلوگیری از خوردگی فولاد، ایجاد پیوستگی بیشتر در سطوح واریز، کاهش میزان واکنشهای زیان آور مصالح سنگی، کنترل انبساط و انقباض، تولید حباب گاز و یا خارج کردن هوای بتن و تسهیل در پمپاژ، چسباندن بتن قدیم به بتن جدید و غیره، مصرف نمود.

مصرف این نوع مواد مضاف در صورت نیاز باید با تأیید دستگاه نظارت و ضمن رعایت دستورالعملهای کارخانه تولیدکننده این فراورده‌ها صورت گیرد.

### **۳-۷. پایایی (دوام) بتن<sup>۱</sup>**

بتنی که دارای مقاومت نسبتاً زیاد بوده و به نحو صحیح ریخته شده باشد، در شرایط محیطی معمولی، پایایی کافی خواهد داشت. اما در مواردی که مقاومت زیاد برای بتن لازم نبوده و شرایط محیطی به نحوی باشد که از پایایی بتن بکاهد، نسبت آب به سیمان باید با توجه به پایایی بتن مشخص شود. لازم است مقادیر داده شده در جدول ۳-۷ برای حداکثر نسبت آب به سیمان با در نظر گرفتن شرایط مختلف محیطی براساس مندرجات مشخصات فنی خصوصی مورد عمل قرار گیرد.

### **۳-۷-۱. حد/قل مقدار سیمان**

از خصوصیات مهمی که بردوام بتن تأثیر می‌گذارد، نفوذپذیری آن است. نفوذپذیری کم را باید با

جدول ۳-۷. حداکثر نسبت آب به سیمان مجاز در بتن با توجه به شرایط محیطی

| شرایط محیطی                                                                |                                                      | نوع و محل سازه بتنی و مقدار در معرض محیط قرار گرفتن آن <sup>۱</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| آب و هوای سخت، تغییرات وسیع درجه حرارت، یخبندان طولانی، یخزدن و ذوب متوالی | آب و هوای معتدل، بارانی یا خشک ندرتا "سرف" و یخبندان |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ۰/۴۵ <sup>+</sup> ۰/۰۲                                                     | ۰/۴۵ <sup>+</sup> ۰/۰۲                               | ۱. قسمتهایی از سازه بتنی که در شرایط بسیار سخت واقع شده است نظیر ۳ سانتیمتری قسمت فوقانی دیوارها، صندوقه‌ها، پایه‌ها، جدولها، نشیمنگاهها، قرنیزها، بتن‌های در معرض تغییرات مداوم سطح آب یا در معرض تراوش یا پاشیدن آب شامل قسمتهایی از سدها، سرریزها، هرزاب‌روها <sup>۲</sup> ، تخلیه‌کننده‌ها <sup>۳</sup> ، تونلها، آبگیرها، خروجیها، حوضچه شیرآلات، سازه‌های کانالها و کارهای مشابه               |
| ۰/۵۵ <sup>+</sup> ۰/۰۲                                                     | ۰/۵۵ <sup>+</sup> ۰/۰۲                               | ۲. در بتن نمایان <sup>۴</sup> که میزان در معرض محیط قرار گرفتن آن به سختی بند ۱ نیست، مانند قسمتهایی از پوشش تونلها و صندوقه‌ها که در معرض یخ زدن قرار نمی‌گیرد. سطوح خارجی بتن‌های حجیم و سایر قسمتهای در معرض دید بتن‌هایی که در بند ۱ ذکر نشده است                                                                                                                                                |
| ۰/۵۸ <sup>+</sup> ۰/۰۲                                                     | ۰/۵۸ <sup>+</sup> ۰/۰۲                               | ۳. بتن‌ها یا قسمتهایی از سازه بتنی که پوشیده یا به‌طور دائم غرقاب می‌شود و به‌طور کلی در معرض هوا قرار نمی‌گیرد، نظیر دیوارهای حاجز <sup>۵</sup> ، پی‌ها، بعضی قسمتها از سازه‌هایی نظیر سدها، آشغالگیرها، حوضچه شیرآلات، تأسیسات خروجی و اتصافکهای کنترل (چنانچه به‌نظر آید که شرایط سخت دوران اجرای عملیات ساختمانی تا زمانهای متعادی ادامه می‌یابد، ترجیحا "باید از نسبت آب به سیمان ۰/۵۵ کسر شود) |
| ۰/۵۵ <sup>+</sup> ۰/۰۲                                                     | -                                                    | ۴. سازه‌های بتنی که در معرض و خطر تماس با زمینها یا آب زیرزمینی حاوی سولفات‌ها و قلیا <sup>۶</sup> هستند و در شرایط آب و هوایی معتدل اجرایی شوند                                                                                                                                                                                                                                                     |
| -                                                                          | ۰/۴۵ <sup>+</sup> ۰/۰۲                               | ۵. سازه‌های بتنی که در معرض و خطر تماس با زمینها یا آب زیرزمینی حاوی سولفات‌ها و قلیا <sup>۶</sup> هستند و در شرایط آب و هوایی یخبندان اجرا نشده، و معمولاً "در آنها از مواد مضاف تسریع‌کننده استفاده می‌شود                                                                                                                                                                                         |
| ۰/۴۵ <sup>+</sup> ۰/۰۲                                                     | ۰/۴۵ <sup>+</sup> ۰/۰۲                               | ۶. بتن‌ریزیهایی که توسط ترمی <sup>۷</sup> یا پمپ در آب صورت می‌گیرد                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ۰/۵۸ <sup>+</sup> ۰/۰۲                                                     | ۰/۵۲ <sup>+</sup> ۰/۰۲                               | ۷. پوشش کانالها                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

مأخذ: U.S.B.R. (اصلاح شده)

1) degree of exposure

2) waste way

3) blow off

4) exposed concrete

5) cut off wall

6) alkalies

7) tremie

انتخاب نسبت کم آب به سیمان، تراکم کافی بتن و عمل آوردن صحیح آن به دست آورد؛ بنابراین، برای هر نوع معین از مصالح سنگی، باید مقدار سیمان در حد کافی باشد تا کارایی مناسب یا نسبت کم آب به سیمان به دست آید و بتوان بتن را با وسایل موجود در کارگاه به طور کامل متراکم نمود. برای تأمین پایایی بتن در شرایط مختلف محیطی، لازم است مقدار سیمان از مقادیر داده شده در جدول ۸-۳ کمتر نباشد.

### ۳-۷-۲. بتن مقاوم در برابر یخزدگی و نمکهای یخزدا

قطعات بتنی که احتمال دارد در عمل غرقه در آب<sup>۱</sup> شود و سپس در معرض یخ زدن و آب شدن مکرر قرار گیرد باید از بتنی ساخته شود که مقاومت زیادی در مقابل یخزدگی داشته باشد. در مواردی که روی بتن نمکهای یخزدا پاشیده شود، بتن باید مقاومت کافی در برابر این نمکها را نیز داشته باشد.

بتن با مقاومت زیاد در برابر یخزدگی باید طبق روش ASTM-C666 مورد آزمایش قرار گیرد.

در شرایط محیطی معتدل می توان مقاومت کافی در برابر یخزدگی را با استفاده از بتن هایی که حداقل مقدار سیمان داده شده در جدول ۸-۳ را دارد، به دست آورد همچنین رعایت نسبت های آب به سیمان مندرج در جدول ۷-۳ الزامی است.

جدول ۸-۳. حداقل مقدار لازم سیمان در قطعات بتنی برای حصول پایایی کافی، در شرایط مختلف محیطی (کیلوگرم در متر مکعب بتن)

| نوع شرایط محیطی که بتن در آن قرار می گیرد                                                                                                                         |    |    |    | بتن مسلح حداکثر اندازه اسمی مصالح سنگی (میلیمتر) |     |     |     | بتن پیش تنیده حداکثر اندازه اسمی مصالح سنگی (میلیمتر) |     |     |     | بتن غیر مسلح حداکثر اندازه اسمی مصالح سنگی (میلیمتر) |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|--------------------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| ۱۰                                                                                                                                                                | ۱۵ | ۲۰ | ۴۰ | ۱۰                                               | ۱۵  | ۲۰  | ۴۰  | ۱۰                                                    | ۱۵  | ۲۰  | ۴۰  | ۱۰                                                   | ۱۵  | ۲۰  | ۴۰  |
| ملازم: برای مثال، بتن کاملاً "محافظت شده" در برابر هوا یا شرایط مخرب، بجز مدت کوتاهی که در هنگام ساخت در معرض هوای معمولی واقع می شود.                            |    |    |    | ۲۷۵                                              | ۲۵۰ | ۲۲۵ | ۲۰۰ | ۳۰۰                                                   | ۲۷۵ | ۲۵۰ | ۲۲۵ | ۲۰۰                                                  | ۲۷۵ | ۲۵۰ | ۲۲۵ |
| معمولی: برای مثال، بتنی که از باران شدید و یا یخزدگی در حالتی که از آب اشباع شده، محافظت گردد. بتن زیر خاک و بتنی که به طور مداوم زیر آب قرار می گیرد.            |    |    |    | ۲۷۵                                              | ۲۵۰ | ۲۲۵ | ۲۰۰ | ۳۰۰                                                   | ۲۷۵ | ۲۵۰ | ۲۲۵ | ۲۰۰                                                  | ۲۷۵ | ۲۵۰ | ۲۲۵ |
| شدید: برای مثال، بتن در معرض آب دریا یا با تلالی یا باران شدید و یا در معرض سیکلهای متناوب تروخشک شدن و یا یخزدگی در هنگامی که تراست، و یا در معرض بخارهای خورنده |    |    |    | ۲۷۵                                              | ۲۵۰ | ۲۲۵ | ۲۰۰ | ۳۰۰                                                   | ۲۷۵ | ۲۵۰ | ۲۲۵ | ۲۰۰                                                  | ۲۷۵ | ۲۵۰ | ۲۲۵ |
| بتنی که در معرض نمکهای مصرفی برای دپو یخ قرار گیرد.                                                                                                               |    |    |    | ۲۷۵                                              | ۲۵۰ | ۲۲۵ | ۲۰۰ | ۳۰۰                                                   | ۲۷۵ | ۲۵۰ | ۲۲۵ | ۲۰۰                                                  | ۲۷۵ | ۲۵۰ | ۲۲۵ |

در شرایط محیطی شدید لازم است مقاومت زیاد در برابر یخزدگی را از طریق به کار بردن بتن با حباب هوا همراه با نسبت کم آب به سیمان به دست آورد. به طور کلی پایایی کافی در برابر اثرات یخزدا را فقط با استفاده از بتن با حباب هوا می توان به دست آورد. درصد حجمی هوا در بتن را باید در رابطه با مقدار خمیر سیمان در بتن و یا ملات ریز دانه و شدت حملات محیطی تعیین نمود. در بتن های مختلف درصد هوای بتن طبق جدول ۳-۹ توصیه می شود.

جدول ۳-۹. مقدار درصد هوای توصیه شده برای بتن های مقاوم در برابر یخزدگی

| مقدار متوسط درصد هوا <sup>۱</sup> | حداکثر اندازه اسمی مصالح<br>سنگی<br>( میلی متر ) |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
|                                   | شرایط محیطی شدید <sup>۲</sup>                    | شرایط محیطی معتدل <sup>۳</sup> |
| ۶                                 | ۷/۵                                              | ۹/۵ ( $\frac{3}{8}$ اینچ )     |
| ۵/۵                               | ۷                                                | ۱۲/۵ ( $\frac{1}{2}$ اینچ )    |
| ۵                                 | ۶                                                | ۱۹ ( $\frac{3}{4}$ اینچ )      |
| ۴/۵                               | ۶                                                | ۲۵ ( ۱ اینچ )                  |
| ۴/۵                               | ۵/۵                                              | ۳۷/۵ ( $1\frac{1}{4}$ اینچ )   |
| ۴                                 | ۵                                                | ۵۰ ( ۲ اینچ ) <sup>۴</sup>     |
| ۳/۵                               | ۴/۵                                              | ۷۵ ( ۳ اینچ ) <sup>۴</sup>     |

مأخذ: ACI-318

۱. رواداری منطقی برای مقادیر تعیین شده در کارگاه معادل  $\pm 1/5$  درصد است.
۲. شرایط محیطی سردی که بتن قبل از یخ زدن تقریباً " به صورت مداوم در تماس با رطوبت قرار داشته است ( سطح جاده های بتنی ، دال پلها ، پیاده روها و منابع آب ) .
۳. شرایط محیطی سردی که بتن قبل از یخ زدن فقط به ندرت در معرض رطوبت قرار گرفته و از املاح یخزدا استفاده نمی شود ( بعضی از دیوارهای خارجی ، تیرها ، شاه تیرها و دالهایی که در تماس با زمین نمی باشد ) .
۴. درصد مقدار هوا برای این دوردیف مانند سایر ردیفهای این جدول نسبت به کل مخلوط بتن محاسبه می شود. به هنگام آزمایش تعیین درصد هوا باید مصالح بالای قطر ۳۷/۵ میلیمتر به وسیله دست یا الک جمع آوری و از مخلوط حذف شود و درصد هوا با حذف این مصالح محاسبه و با ارقام ارائه شده مقایسه شود.

نسبت آب به سیمان بتن‌های با حباب هوایی که در معرض یخزدگی و املاح یخزدا قرار می‌گیرند، نباید از ۵/۵ تجاوز نماید. قبل از اینکه بتن برای اولین بار یخ بزند باید به اندازه کافی سخت و خشک شده باشد. فقط مواد مضاف هوا زایی را که عملکرد آنها در آزمایش مورد تأیید واقع شده است، می‌توان مصرف نمود. درصد هوای بتن در کارگاه باید کنترل شود.

میانگین نتایج به دست آمده در سه آزمایش متوالی نباید از مقادیر داده شده در جدول ۳-۹ تجاوز کند و مقدار به دست آمده در هر آزمایش منفرد نباید بیش از  $\pm 1/5$  درصد با مقادیر مشخص شده اختلاف داشته باشد؛ این مقدار برای بتن‌های B-300 (جدول ۳-۱۱) و با مقاومت بیشتر می‌تواند تا  $\pm 1$  درصد تقلیل یابد.

در مواردی که از بتن با حباب هوا استفاده می‌شود، لازم است طرح بتن توسط آزمایشگاه مجاز تهیه گردد. در مواردی که هوای بتن ۴ تا ۶ درصد باشد، لازم است مقدار سیمان در هر متر مکعب بتن به میزان ۵۰ کیلوگرم علاوه بر میزان تعیین شده افزایش داده شود. در موارد استثنایی که دستگاه نظارت نیاز به درصد هوای بیشتری را در بتن تأیید نماید، لازم است به ازای هریک درصد هوای اضافی، مقدار سیمان بتن به اندازه ۲۵ کیلوگرم در هر متر مکعب علاوه بر میزان تعیین شده افزایش یابد. برای عملیات کانال سازی با پوشش بتنی در مناطقی که خطر یخبندان وجود دارد، توصیه می‌شود که طبق مشخصات این نشریه از بتن با حباب هوا استفاده شود.

### ۳-۷-۳. بتن مقاوم در برابر حملات شیمیایی<sup>۱</sup>

مقاومت بتن در برابر حملات مخرب شیمیایی عموماً "کمتر از مقاومت آن در برابر عوامل دیگر است. انواع متداول حملات شیمیایی عبارتند از واکنش سولفات‌ها، آب دریا و آب‌های معدنی اسیدی؛ مقاومت بتن در برابر حمله سولفات‌ها را باید از طریق به کار بردن بتن متراکم و با کیفیت عالی، نسبت کم آب به سیمان و مصرف سیمان پرتلندی که دارای مقاومت لازم در برابر سولفات‌ها باشد به دست آورد. ایجاد حباب هوا در بتن فقط تا آن حد مفید است که باعث کاهش نسبت آب به سیمان شود.

برای انتخاب نوع سیمان و نسبت آب به سیمان بتن‌هایی که در معرض سولفات‌های موجود در خاک، آب‌های زیرزمینی یا آب دریا قرار می‌گیرند، باید از جدول ۳-۱۰ استفاده شود.

کاربرد مواد پوزلانی و یا سوپ‌پوزلانی مورد نیاز در هر مورد توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

بتنی که در معرض حمله سولفات‌ها قرار می‌گیرد، باید با دقت عمل آورده شود. روش عمل آوردن<sup>۲</sup> بتن با کمک رطوبت مناسب‌تر از انواع دیگر آن است.

شدت حمله شیمیایی سولفات‌ها به بتن در درجه حرارت‌های بالا، فشار زیاد و یا مواردی که بتن در معرض سایش مکانیکی - مانند جریان سریع آب و موج‌های آب دریا-ویا در معرض یخ‌زدن و آب شدن و یا تر و خشک شدن‌های متناوب، افزایش می‌یابد.

افزودن کلرور کلسیم به بتن با توجه به مندرجات بند ۳-۶، مقاومت آن را در برابر حمله سولفات‌ها کاهش می‌دهد و بنابراین، در شرایط محیطی "شدید" و "خیلی شدید" موضوع جدول ۳-۱۰ مصرف کلرور کلسیم در بتن مجاز نیست با توجه به اینکه آب دریا حاوی مقادیر زیادی سولفات است، اعمال توصیه‌های انجام شده برای جلوگیری از حمله شیمیایی سولفات‌های آب دریا به بتن الزامی خواهد بود.

جدول ۳-۱۰. انتخاب نوع سیمان برای بتن‌هایی که در معرض حمله سولفات‌ها قرار می‌گیرند

| نوع محیط               | درصد سولفات خاکی قابل حل در آب بنیان<br>(p.p.m.) (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) <sup>-</sup> | سولفات آب برحسب قسمت در میلیون بنیان<br>(p.p.m.) (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) <sup>-</sup> | نوع سیمان مورد نیاز                              | حد اکثر نسبت مجاز آب به سیمان |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|
| ملایم                  | ۰/۱۰ - ۰                                                                                      | ۱۵۰ - ۰                                                                                       |                                                  | -                             |
| متوسط                  | ۰/۲۰ - ۰/۱۰                                                                                   | ۱۵۰۰ - ۱۵۰                                                                                    | نوع ۲ یا نوع ۱ با مواد پوزلانی و یا سوپر پوزلانی | ۰/۵                           |
| شدید                   | ۲/۰۰ - ۰/۲۰                                                                                   | ۱۰۰۰۰ - ۱۵۰۰                                                                                  | نوع ۵                                            | ۰/۴۵                          |
| خیلی شدید <sup>۱</sup> | بیش از ۲/۰۰                                                                                   | بیش از ۱۰۰۰۰                                                                                  | نوع ۵+ مواد پوزلانی یا سوپر پوزلانی              | ۰/۴۵                          |

مأخذ: ACI-318

۱. در صورت لزوم، بتن باید با توجه به مندرجات بند ۳-۱۳-۳ و دستورات دستگاه نظارت با روش‌های مناسب حفاظت شود.

در مواردی که سولفات‌ها همراه مصالح سنگی وارد مخلوط بتن می‌شود، ممکن است اثرات تخریبی آنها در درازمدت (حتی احتمالاً پس از ۵ تا ۱۰ سال) ظاهر شده، و تدریجاً باعث از هم پاشیدن بتن گردد. در این موارد، لازم است میزان سولفات موجود در مصالح سنگی به ۰/۱ درصد وزن مصالح محدود شود و تا حد امکان از مواد پوزلانی، سوپر پوزلانی یا میکروسیلیسی، به میزان ۱۵ الی ۲۵ درصد وزن سیمان در بتن استفاده شود.

نظر به اینکه مقدار زیاد سولفات موجود در عوامل متشکله بتن نهایتاً "سبب انبساط و فروپاشیدگی بتن خواهد شد، باید مقدار کل سولفات‌های قابل حل در آب در مخلوط بتن برحسب بنیان  $SO_3^{--}$  از ۴ درصدوزنی سیمان موجود در مخلوط بیشتر نباشد. در این محاسبه، باید کل مقادیر سولفات‌های موجود در مواد متشکله بتن مورد توجه قرار گیرد.

### ۳-۷-۴. بتن مقاوم در برابر سایش

بتنی که در معرض شرایط سایشی شدید قرار می‌گیرد باید در برابر سایش مقاوم باشد. این عوامل سایشی در اثر ترافیک سنگین، ضربه یا کشیده شدن موادی که روی سطح بتن ریخته می‌شود یا جریانهای سریع آبی که حاوی مواد سنگی یا یخ باشد، به وجود می‌آید. مقاومت سایشی بتن عمدتاً "به عوامل زیر بستگی دارد:

#### الف) مقاومت فشاری

مقاومت فشاری انتخاب شده باید متناسب با نوع کاربرد بتن باشد. در تمام مواردی که بتن در برابر نیروهای سایشی قرار می‌گیرد، مقاومت فشاری آن نباید از ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد. مقاومت فشاری زیاد را از طریق نسبت کم آب به سیمان، دانه بندی مناسب مصالح سنگی، محدود کردن حداکثر اندازه مصالح سنگی به ۲۵ میلیمتر، انتخاب پایین‌ترین درجه روانی (که بتوان تراکم کافی در بتن ایجاد نمود) و حداقل مقدار هوای موجود در بتن (که بتواند شرایط مقاومت در برابر یخزدگی را داشته باشد)، حاصل می‌شود.

#### ب) مقاومت مصالح سنگی

از طریق به کار بردن مصالح سنگی سخت و مقاوم می‌توان مقاومت سایشی بتن را افزایش داد.

#### پ) صافکاری سطح بتن

ماله‌کشی و صافکاری سطح بتن برای دستیابی به مقاومت بیشتر در برابر سایش، باید تا تبخیر آب جمع شده روی سطح بتن به تأخیر افتد. زمان تأخیر متناسب با درجه حرارت محیط می‌تواند تا ۲ ساعت به طول انجامد.

#### ت) عمل آوردن

عمل آوردن باید بلافاصله پس از خاتمه صافکاری شروع شود و براساس مندرجات قسمت ۳-۱۳ صورت گیرد.

#### ث) پوشش بتن

در مواردی که سایش روی بتن زیاد باشد، ضمن رعایت موارد بالا لازم است بتن در دولایه ریخته شود. مقاومت فشاری لایه پوشش رویی نباید کمتر از ۳۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بوده، و اندازه مصالح سنگی آن نباید از ۱۲/۵ میلیمتر بیشتر باشد.

### ۳-۸. طرح اختلاط و انتخاب نوع بتن

#### ۳-۸-۱. مشخصات کلی

به طور کلی، انتخاب مشخصات و طرح اختلاط مصالح<sup>۱</sup> بتن به اندازه و شکل قطعات بتنی، مقاومت مورد نظر، مقدار سطوح نمایان قطعات بتنی<sup>۲</sup>، نوع کار و نظایر آن بستگی دارد. طرح اختلاط مصالح باید به گونه‌ای تعیین شود که در وضعیت معین شرایط زیر موجود باشد:

– بتن تازه مخلوط شده باید دارای کارایی لازم بوده، و شرایط لازم برای پرداخت کردن سطوح را داشته باشد؛

– بتن سخت شده باید مقاومت فشاری، مقاومت در مقابل فرسایش و مقاومت در مقابل یخ‌زدان و ذوب متناوب را داشته باشد؛

– بتن باید دارای دوام کافی و تراکم و نفوذناپذیری لازم باشد؛

– ظاهر بتن باید مناسب و قابل قبول بوده، و دارای رنگ یکپارچه باشد.

#### ۳-۸-۲. طبقه‌بندی عمومی بتن و حداقل عیار سیمان

طبقه‌بندی بتن و مقاومت‌های مورد نظر در جدول ۳-۱۱ داده شده است و پیمانکار باید برای تعیین نسبت‌های اختلاط برای دستیابی به مشخصات خواسته شده اقدام کند. نسبت‌های اختلاط باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

بتن سازه‌های آبی به دو بخش به شرح زیر تقسیم می‌شود:

#### الف) بتن ابنیه فنی

این قسمت شامل کلیه سازه‌ها به استثنای بتن پوشش کانالها خواهد بود. در این مورد، پیمانکار موظف است با توجه به جدول ۳-۱۱ و مندرجات مشخصات فنی خصوصی، بتن را تهیه کند.

#### ب) بتن پوشش کانالها

بتن پوشش کانالها معمولاً "غیر مسلح" بوده و حالت خمیری آن<sup>۳</sup> باید به نحوی باشد که به راحتی ریخته شده و از طرفی بتواند در روی سطح شیب‌دار کانال بایستد. بسته به نوع کانال مشخصات زیر توصیه می‌شود:

(۱) جویچه‌های کوچک مزرعه<sup>۴</sup> (کانالهای درجه ۴): چنانچه نسبت‌های اختلاط به دلیل کوچک بودن ابعاد کار، از قبل تعیین نشده باشد، می‌توان از توصیه‌های زیر استفاده کرد:

1. mix design

2. finishing

3. plastic consistency

4. farm irrigation ditches

جدول ۳-۱۱. جدول طبقه‌بندی بتن

| طبقه بتن | علامت اختصاری | حداقل عیار عیار سیمان (کیلوگرم بر مترمکعب بتن) | موارد کاربرد بتن       | حداقل تاب فشاری نمونه ۲۰ سانتیمتری (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)* | حداقل تاب فشاری نمونه استوانه‌ای ۱۵ × ۳۰ سانتیمتری |
|----------|---------------|------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| ۱        | B-۴۰۰         | ۴۵۰**                                          | کاربردهای ویژه         | ۴۰۰                                                            | ۳۲۰                                                |
| ۲        | B-۳۵۰         | ۴۰۰                                            | بتن پیش تنیده          | ۳۵۰                                                            | ۲۸۰                                                |
| ۳        | B-۳۰۰         | ۳۵۰                                            | بتن پیش تنیده و مسلح   | ۳۰۰                                                            | ۲۴۰                                                |
| ۴        | B-۲۵۰         | ۳۰۰                                            | بتن مسلح و غیر مسلح*** | ۲۵۰                                                            | ۲۰۰                                                |
| ۵        | B-۲۰۰         | ۲۵۰                                            | بتن غیر مسلح           | ۲۰۰                                                            | ۱۶۰                                                |
| ۶        | B-۱۵۰         | ۲۰۰                                            | بتن غیر مسلح           | ۱۵۰                                                            | ۱۲۰                                                |
| ۷        | B-۱۰۰         | ۱۵۰                                            | بتن غیر مسلح           | ۱۰۰                                                            | ۸۰                                                 |
| ۸        | B-۷۵          | ۱۰۰                                            | بتن غیر مسلح           | ۷۵                                                             | ۵۶                                                 |

\* مقاومت متوسط از آزمایش حداقل سه نمونه ۲۸ روزه مکعب شکل ۲۰×۲۰×۲۰ سانتیمتر به دست می‌آید که از هر سه نمونه یک نمونه می‌تواند مقاومتی تا ۹۵ درصد مقاومت متوسط داشته باشد. چنانچه از نمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر استفاده شود، نتیجه با ضریب ۱/۲۵ قابل تبدیل به نمونه مکعبی خواهد بود.

\*\* مقدار سیمان برای بتن نوع B-۴۰۰ و بالاتر برپایه آزمایش قبلی تعیین می‌شود و مشخص کردن نسبت‌های اختلاط قبل از مصرف اجباری است.

\*\*\* بتن غیرمسلح با عیار ۳۰۰ کیلوسیمان در مترمکعب تنها برای پوشش بتنی کانالها به کار گرفته می‌شود.

- در مناطقی که دارای آب و هوای نیمه خشک<sup>۱</sup> است، حداقل مقدار سیمان باید ۲۵۰ کیلو در متر مکعب بوده، و نسبت وزنی آب به سیمان نیز نباید از ۰/۷ بیشتر باشد.
- در مناطقی که دارای آب و هوای معتدل<sup>۲</sup> است، حداقل مقدار سیمان باید ۳۰۰ کیلو در متر مکعب بوده، و نسبت وزنی آب به سیمان نیز نباید از ۰/۶ بیشتر باشد.

## (۲) کانالها:

- حداکثر نسبتهای آب به سیمان مندرج در جدول ۳-۷ برای بتن پوشش کانالها باید با توجه به شرایط اجرا رعایت شود.
- بتن پوشش کانال در هیچ حالت نباید از B-۲۰۰ ضعیفتر اختیار شود.
- بتن پوشش کانالها با توجه به محدودیتهای مندرج در این نشریه و دفترچه مشخصات فنی خصوصی ساخته خواهد شد.

## ۳-۸-۳. طرح اختلاط بتن

### الف) مشخصات کلی

مقادیر و نسبتهای مربوط به سیمان، مصالح سنگی، آب و مواد مضاف که در ساختن بتن به کار می رود، باید طوری تعیین شود که بتن تهیه شده مطابق کلیه مشخصات مندرج در نقشه ها، مشخصات فنی یا دستور دستگاه نظارت باشد. به طور کلی، پیمانکار باید قبل از شروع بتن ریزی در مورد تهیه طرح اختلاط بتن توسط آزمایشگاه مورد تأیید کارفرما، اقدام نماید. پس از تعیین و تصویب نسبتهای اختلاط اجزای تشکیل دهنده بتن، هیچ گونه تغییری در نوع مصالح و نسبتهای اختلاط مجاز نیست.

### ب) نسبتهای اختلاط تقریبی مصالح در بتن سازه های فنی

چنانچه نسبتهای مخلوط بتن مربوط به سازه های آبی در نقشه ها یا مشخصات ذکر نشده، یا به وسیله آزمایشگاه تعیین نگردیده باشد، می توان در مواردی که بتن مصرفی روزانه از ۳۰ مترمکعب تجاوز نکند، با اجازه و تأیید قبلی دستگاه نظارت به عنوان راهنما از ارقام جدول ۳-۱۲ استفاده نمود. بدیهی است مقدار سیمان تعیین شده در جدول به عنوان مقدار حداقل است؛ به هر حال، بتن ساخته شده باید با کلیه مشخصات این نشریه مطابقت نماید.

در این جدول، مقدار تقریبی آب صرفاً "برای راهنمایی ساخت بتن ارائه شده است. رعایت اسلامپ بتن طبق مندرجات این جدول، الزامی است.

جدول ۳-۱۲. نسبت‌های اختلاط تقریبی مصالح در بتن

| طبقه بتن | علامت اختصاری | مقدار مصالح لازم برای یک مترمکعب بتن |                |              | مقدار اسلامپ بتن (سانتیمتر) | مقدار تقریبی آب در هر مترمترمکعب بتن* (لیتر) |
|----------|---------------|--------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------|----------------------------------------------|
|          |               | سیمان (کیلوگرم)                      | ماسه (مترمکعب) | شن (مترمکعب) |                             |                                              |
| ۱        | B-۳۵۰         | ۴۰۰**                                | ۰/۵۳           | ۰/۷۸         | ۱۰-۵                        | ۱۶۰-۱۴۰                                      |
| ۲        | B-۳۰۰         | ۳۵۰                                  | ۰/۵۳           | ۰/۸۳         | ۱۰-۵                        | ۱۵۰-۱۳۰                                      |
| ۳        | B-۲۵۰         | ۳۰۰                                  | ۰/۵۳           | ۰/۸۸         | ۱۰-۵                        | ۱۴۵-۱۳۰                                      |
| ۴        | B-۲۰۰         | ۲۵۰                                  | ۰/۵۳           | ۰/۹۳         | ۱۰-۵                        | ۱۴۵-۱۲۵                                      |
| ۵        | B-۱۵۰         | ۲۰۰                                  | ۰/۵۳           | ۰/۹۷         | ۵-۲/۵                       | ۱۴۰-۱۲۵                                      |
| ۶        | B-۱۰۰         | ۱۵۰                                  | ۰/۵۳           | ۱/۰۵         | ۵-۲/۵                       | ۱۴۰-۱۲۰                                      |
| ۷        | B-۷۵          | ۱۰۰                                  | ۰/۵۳           | -            | -                           | -                                            |

\* در این جدول، مقدار تقریبی آب صرفاً " برای راهنمایی ساخت بتن ارائه شده است. رعایت اسلامپ بتن طبق مندرجات این جدول، الزامی است.

\*\* براساس توصیه B.S.5337-76، مقدار سیمان برای سازه‌های آبی با بتن مسلح نباید از ۴۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن بیشتر شود.

#### پ) نسبت‌های اختلاط تقریبی مصالح در بتن پوشش کانالها

نسبت اختلاط مصالح در بتن<sup>۱</sup> پوشش کانالها باید زیر نظر دستگاه نظارت توسط آزمایشگاه معین شود ولی در مورد کارهای کوچک که حجم بتن ریزی کم باشد، می‌توان ضمن رعایت مندرجات جدول ۳-۱۲، با تصویب دستگاه نظارت از جدول ۳-۱۳ نیز برای تعیین نسبت اختلاط تقریبی بتن پوشش کانالهای کوچک استفاده کرد.

#### ت) حداکثر اندازه مصالح دانه‌بندی شده

حداکثر اندازه شن در بتن به نوع و شرایط کار بستگی دارد و توسط دستگاه نظارت و براساس

جدول ۳-۱۳. جدول نسبت‌های اختلاط تقریبی مصالح بتن پوشش کانالهای کوچک با ظرفیت کمتر از یک مترمکعب در تائیه

| مقدار مصالح برای یک مترمکعب بتن (کیلوگرم) |            |            | سیمان<br>(کیلوگرم) | حداکثر اندازه شن<br>(میلیمتر) |
|-------------------------------------------|------------|------------|--------------------|-------------------------------|
| شن طبیعی یا سنگ<br>شگسته                  | ماسه خشک   |            |                    |                               |
|                                           | بتن معمولی | بتن هوادار |                    |                               |
| ۹۳۰                                       | ۸۹۰        | ۸۵۰        | ۳۷۵                | ۱۹                            |
| ۱۰۱۰                                      | ۸۲۵        | ۷۹۰        | ۳۵۰                | ۲۵                            |
| ۱۲۰۰                                      | ۷۵۰        | ۷۱۰        | ۳۲۵                | ۳۸                            |

آزمایش اختلاط که توسط آزمایشگاه معتبر کنترل می‌شود، تعیین می‌گردد. در صورتی که به هر علتی نتوان آزمایش تعیین نسبت‌های اختلاط را انجام داد، با نظر دستگاه نظارت اندازه‌های ابعاد شن نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

۱) بتن سازه‌های فنی: در این مورد حداکثر اندازه دانه‌های شن کوچکترین عدد از مقادیر زیر می‌باشد:

- یک پنجم کوچکترین فاصله بین قالبها
- یک سوم ضخامت دال
- سه چهارم حداقل فاصله داخل به داخل میلگردها

۲) بتن پوشش کانالها: اندازه درشت‌ترین دانه شن در پوشش بتنی کانالها، بجز پوشش با ضخامت ۵ سانتیمتر، باید تا ۳۸ میلیمتر محدود شود. در مورد پوشش با ضخامت ۵ سانتیمتر، این اندازه تا ۱۹ میلیمتر خواهد بود.

### ۳-۴-۱. انتخاب نوع بتن

چنانچه نوع بتن در نقشه‌ها و مشخصات یا دستور کارها مشخص نشده باشد، باید نکات زیر در انتخاب نوع بتن رعایت شود:

الف) بتن نوع B-۷۵ فقط برای پرکردن و تهیه سطح صاف مانند زیرسازی پوشش بتنی کانالها به کار می‌رود.

ب) برای بتن لاغر زیرپی‌ها، باید از بتن نوع B-۱۰۰ استفاده شود.

پ) بتن مسلح باید از نوع B-۳۰۰ باشد.

ت) بتن پوشش کانالها و بتن پی ها ، دیوارها و لوله های بتنی غیر مسلح حداقل ۲۰۰- B می باشد .

### ۳-۸-۵. میزان آب مصرفی و روانی بتن

#### الف) مشخصات کلی

در ساختن بتن باید نسبت آب به سیمان چنان باشد که بتن حاصل از نظر مقاومت ، دوام ، کارایی ، پرداخت ، نفوذپذیری و سایر مشخصات لازم مورد تصویب دستگاه نظارت قرار گیرد . مقدار آب در بتن شامل مقدار رطوبت سطحی مصالح سنگی نیز هست . بنابراین ، چنانچه مصالح سنگی و مواد مضاف بتن خشک یا مرطوب باشد ، مقدار آب مورد نیاز تغییر خواهد کرد . برای تعیین مقدار آب موجود در دانه های سنگی باید از استاندارد شماره ۴-۱۹۰۰ ایران و ، در صورت لزوم ، با اجازه دستگاه نظارت از استانداردهای AASHTO یا ASTM استفاده شود .

مقدار آب مصرفی برای ساختن بتن براساس مشخصات مورد نیاز ، شرایط کار ، غلظت مناسب ، وضعیت مصالح و نوع مخلوط تعیین می شود . اضافه نمودن آب برای کاهش سفتی بتن پس از تکمیل عمل اختلاط مجاز نخواهد بود . خلط یکنواختی ساختهای متوالی<sup>۱</sup> بتن ساخته شده الزامی است .

#### ب) نسبت آب به سیمان

هنگام اختلاط مصالح بتن ، نسبت آب به سیمان یکی از شاخصهای اصلی تخمین مقاومت بتن است . به طور کلی و در حدود متعارف مقاومت بتن با نسبت آب به سیمان نسبت معکوس دارد و باید تا آنجا که از نظر اجرایی ممکن باشد ، نسبت آب به سیمان کاهش داده شود . این امر نفوذناپذیری بتن را نیز بهبود می بخشد . در صورتی که در دفترچه مشخصات فنی خصوصی مقدار آب به سیمان داده نشود ، می توان از جدول ۳-۷ استفاده نمود .

#### پ) اسلامپ (کندروانی) بتن

اسلامپ بتن طبق استاندارد شماره ۴۹۲ ایران تعیین می گردد . اسلامپ بتن به میزان مصالح سنگی که به مقدار معین خمیر سیمان اضافه می شود ، بستگی دارد . ضمن ثابت نگاه داشتن مقدار خمیر سیمان و با تغییر مقدار مصالح سنگی ، می توان غلظت بتن را تغییر داد ولی در همه این حالات ، خواص بتن های ساخته شده از لحاظ مقاومت فشاری ، دوام و نفوذناپذیری نباید کاهش پیدا کند . اسلامپ بتن های غلیظ را نباید با افزودن آب بیشتر به مخلوط تغییر داد ، مگر آنکه میزان سیمان نیز متناسب با نسبت آب به سیمان افزایش داده شود ، زیرا اضافه نمودن آب تنها به مخلوط موجب تغییر نسبت آب به سیمان شده و در نتیجه باعث تغییر خواص بتن می شود .

در شروع بتن ریزی و در هر قسمت از کار ، حداکثر اسلامپ مجاز بتن براساس نقشه ها و مشخصات

و شرایط اجرای کار و با تأیید دستگاه نظارت تعیین می‌شود. بتن‌های ریخته شده که اسلامپ آنها از حداکثر مجاز تعیین شده تجاوز کند، قابل قبول نخواهد بود. در صورتی که اسلامپ بتن در مشخصات فنی خصوصی ذکر نشده باشد، می‌توان از جدول ۳-۱۲ استفاده نمود. بتن پوشش کانال باید حالت خمیری داشته باشد تا به خوبی محکم شده و در جای خود در امتداد سطح شیدار پایدار بماند. بسته به ضخامت پوشش کانال نوع مصالح سنگی و درصد هوای موجود در بتن، اسلامپ بتن پوشش کانال متفاوت است که باید با توجه به شرایط کار در مشخصات فنی خصوصی ذکر یا توسط دستگاه نظارت مشخص شود. برای پوشش بتنی کانالها، اسلامپ مجاز بتن به قرار زیر توصیه می‌شود:

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| – بتن ریزی با دست   | ۵-۷ سانتیمتر      |
| – بتن ریزی با ماشین | ۵ سانتیمتر و کمتر |

### ۳-۹. اندازه‌گیری و اختلاط مصالح بتن

#### ۳-۹-۱. مشخصات کلی

دستگاههای بتن ساز باید برای هر گروه از مصالح سنگی و سیمان دارای جایگاه جداگانه‌ای باشند که توسط دیواره‌هایی از هم جدا شده است تا مصالح گوناگون با یکدیگر مخلوط نشود. ظرفیت هریک از این جایگاهها باید متناسب با حجم مصالح مورد نیاز کار باشد. دستگاه بتن ساز باید به سیستمهای خودکار یا نیمه خودکار توزین مجهز باشد تا جریان ورود هریک از انواع مصالح پس از رسیدن به وزن تعیین شده به موقع متوقف گردد. اندازه‌گیری و اختلاط مصالح بتن باید با رعایت استاندارد شماره ۴-۱۹۰۵ ایران انجام گیرد. قبل از نصب دستگاه بتن ساز و تجهیزات آن، باید نقشه و خصوصیات دستگاه بتن ساز مرکزی<sup>۱</sup> برای بررسی و تأیید در اختیار دستگاه نظارت قرار گیرد. بعد از تأیید دستگاه نظارت و راه اندازی دستگاه، هیچ‌گونه تغییری بدون اطلاع و موافقت دستگاه نظارت مجاز نخواهد بود.

#### ۳-۹-۲. اندازه‌گیری مصالح بتن

اندازه‌گیری مصالح بتن و وارد نمودن آنها به دستگاه مخلوط‌کن باید به گونه‌ای باشد که:

- نسبتهای لازم اختلاط و پیوستگی مصالح تأمین شود.
- میزان رواداری مصالح وارد شده به دستگاه مخلوط‌کن در حدود مجاز و مطابق جدول ۳-۱۳ باشد.
- تقدم و تأخر وارد شدن مصالح به دستگاه مخلوط‌کن طبق دستور دستگاه نظارت باشد.
- از نظر مشخصات فیزیکی مانند وزن مخصوص، اسلامپ، میزان هوای موجود، مقاومت و... مخلوط یکنواخت و همگنی به دست آید.

### الف) سیستم و نحوه اندازه‌گیری مصالح

در صورتی که سیستم اندازه‌گیری و توزین مصالح تعیین نشده باشد، باید براساس حجم کار، سرعت

تولید مورد نیاز و استاندارد اندازه‌گیری خواسته شده، سیستم مناسب انتخاب شود و از قبل به تأیید دستگاه نظارت برسد. بنا به مشخصات کار، سیستم اندازه‌گیری مصالح می‌تواند دستی، نیمه‌خودکار یا تمام خودکار باشد. با تأیید دستگاه نظارت، سیستم اندازه‌گیری دستی مصالح فقط برای کارهای کوچک تا حداکثر ۳۵۰ لیتر بتن در هربار مجاز می‌باشد. در دستگاه‌های اندازه‌گیری نیمه‌خودکار و خودکار، سیستم توزین باید به نحوی باشد که تا زمانی که ترازو به حال تعادل و صفر برگشته است، دستگاه تغذیه باز نشود. همچنین، در این دستگاه‌ها باید امکان نمونه‌برداری از هریک از مصالح مصرفی در هر زمان فراهم باشد تا در صورتی که مصالح خاصی با مشخصات تعیین شده انطباق نداشت، بتوان آن را به سهولت خارج نمود.

#### ب) اندازه‌گیری سیمان

سیمان باید با دستگاه جداگانه‌ای توزین شود. برای کارهای بزرگ و دقیق باید از دستگاه‌های اندازه‌گیری خودکار استفاده شود.

نحوه انتقال سیمان به دستگاه مخلوط‌کن باید به گونه‌ای باشد که باعث اتلاف سیمان نشود.

#### پ) اندازه‌گیری مقدار آب و مواد مضاف

دستگاه بتن‌ساز باید دارای تجهیزات و وسایل لازم اندازه‌گیری آب و مواد مضاف برای هرنویت ساخت بتن طبق مشخصات تعیین شده باشد. آب مصرفی را می‌توان به صورت حجمی و یا وزنی اندازه‌گیری کرد. در کارهای بزرگ و با سرعت تولید زیاد باید برای اندازه‌گیری آب، از دستگاه‌های توزین خودکار استفاده شود.

سیستم انتقال آب به داخل دستگاه مخلوط‌کن باید آب‌بندی بوده، و مکانیزم آن طوری باشد که تا بسته شدن کامل مجرای ورودی، مجرای خروجی باز نشود. رواداری اندازه‌گیری کل آب ورودی به دستگاه مخلوط‌کن از منابع مختلف (آب، رطوبت شن و ماسه و غیره)  $\pm 3\%$  درصد است، به شرط آنکه نسبت وزنی آب به سیمان بیش از  $\pm 2\%$  درصد تغییر نکند (این شرط هنگامی صادق است که کاهش یا افزایش مقدار آب و سیمان همسو باشد).

برای اندازه‌گیری مواد مضاف بتن نیز باید وسیله مناسبی وجود داشته باشد تا تعیین میزان این مواد و کنترل و تغییر آن مقدور باشد. مواد مضاف باید تا مرحله اختلاط جدا بماند و چون در مخلوط‌کننده‌های متحرک این عمل امکانپذیر نیست، می‌توان مواد مضاف را با ماسه همراه نمود.

#### ت) کنترل رطوبت مصالح دانه‌بندی شده

برای کنترل مقدار کل آب، تعیین میزان رطوبت مصالح دانه‌بندی شده به ویژه ماسه در موقع ورود به دستگاه مخلوط‌کن اهمیت دارد. دستگاه بتن‌ساز باید قابلیت تنظیم وزن شن و ماسه ورودی را برحسب

تغییر رطوبت مصالح داشته باشد. رطوبت ماسه باید در مدخل ورودی دستگاه مخلوط کن اندازه گیری شود. به هر صورت، با توجه به میزان آب مورد نیاز بتن، رطوبت مصالح مرتباً "کنترل" شود.

#### ث) ترازوهای اندازه گیر و رواداریها

برای اندازه گیری و کنترل هریک از اجزای مصالح برای هر بار ساخت بتن باید وسایل دقیقی فراهم شود. دقت این وسایل باید به اندازه کافی باشد و هر چند گاه یک بار، این وسایل باید کنترل شده، و دقت اندازه گیری آنها با وسیله مناسب دیگری (مانند وزنه های استاندارد) آزمایش شود.

میزان رواداری در اندازه گیری مصالح بتن نباید از ارقام مندرج در جدول ۳-۱۴ تجاوز کند.

جدول ۳-۱۴. جدول رواداریهای مجاز مقادیر مصالح وارد شده به دستگاه

بتن ساز نسبت به وزن مصالح

| نوع مصالح | حد مجاز رواداری (درصد) |
|-----------|------------------------|
| شن و ماسه | $\pm 2$                |
| سیمان     | $\pm 1$                |
| آب        | $\pm 1$                |
| مواد مضاف | $\pm 3$                |

#### ج) ثبت ارقام

در کارهای بزرگ و غیر از مواردی که با تأیید دستگاه نظارت مستثنی شناخته می شود، دستگاههای توزین خودکار باید مجهز به دستگاه ثبت کننده باشد تا مقدار مصالحی را که برای ساخت بتن مصرف می شود با رسم نمودار یا ثبت اعداد، ضبط کند تا بتوان با مراجعه به نمودارها یا ارقام ثبت شده معلوم نمود که هر ساخت بتن از چه مصالحی و به چه مقدار ساخته شده است.

پیمانکار باید نوارهای دستگاه ثبت کننده را برای بایگانی در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد.

#### چ) محافظت دستگاههای اندازه گیر

کلیه وسایل اندازه گیری از قبیل ترازوها، دستگاههای ثبت کننده، دستگاههای کنترل و غیره باید به طور کامل در مقابل اثرات مخرب گردوغبار، رطوبت، ارتعاش و ضربه محافظت و در فواصل معینی تمیز شده، و دقت آنها کنترل شود.

### ۳-۹-۳. اختلاط مصالح و ساخت بتن

#### الف) مشخصات کلی

مصالح بتن باید به طور کامل و به نحوی مخلوط شود که بتن تهیه شده همگن و یکرنگ بوده و کلیه دانه‌ها به طور یکنواخت به دوغاب سیمان آغشته شود. بتن باید به اندازه‌ای ساخته شود که بلافاصله به کار برده شود. افزودن آب و دوباره مخلوط نمودن بتن مجاز نیست. قبل از ورود مصالح به داخل دستگاه برای ساخت بتن جدید، باید اطمینان حاصل شود که تمام بتن ساخته شده قبلی از دستگاه خارج شده است. پیمانکار قبل از شروع ساخت بتن، باید کلیه وسایل و ماشین‌آلات مربوط را کاملاً تمیز کند تا عاری از هرگونه ملات یا ماده خارجی شود، به ویژه جام دستگاه مخلوط‌کن باید هر روز بازدید شود که از بتن و ملات سخت شده قبلی تمیز شده باشد. سرعت دَوْرانی مخلوط‌کن بسته به نوع دستگاه باید دقیقاً "برابر سرعت تعیین شده توسط کارخانه سازنده آن باشد. دستگاه مخلوط‌کن باید بتواند بتن ساخته شده را با کمترین تلفات و بدون آنکه اجزای بتن از یکدیگر جدا شود، در داخل وسایل نقل و انتقال یا محلهای مناسب تخلیه کند. مخلوط‌کن باید مجهز به مکانیزمی باشد که تا قبل از پایان زمان لازم برای اختلاط کامل اجزای بتن، دریچه تخلیه آن باز نشود.

اگر بازده دستگاههای مخلوط‌کن رضایتبخش نباشد و بتن تهیه شده با مشخصات تعیین شده تطبیق نکند، پیمانکار باید تا تعمیر و مرمت کامل آنها از ادامه کار خودداری کند. به طور کلی، نوع و مشخصات دستگاههای مخلوط‌کن و همچنین وضعیت روزانه آنها باید مطابق مشخصات و استانداردهای متداول باشد و همراه روش اختلاط مصالح و ساخت بتن قبلاً از طرف پیمانکار به تأیید دستگاه نظارت برسد.

#### ب) شرایط حرارتی ساخت بتن

حداکثر و حداقل حرارت بتن در تمام مدت کار و در کلیه فصول باید ثبت و نگهداری شود.

(۱) محافظت در مقابل سرما: در هوای سرد باید نکات زیر رعایت شود:

- در مواقعی که گرمای هوا از ۵ درجه سانتیگراد کمتر است، ساختن بتن مجاز نیست، مگر اینکه اجزای تشکیل دهنده بتن به روش مناسب حرارت داده شود و عمل ساخت بتن به طریقی انجام گیرد که درجه حرارت بتن حاصل شده در طول مدت ساخت هیچگاه از ۱۰ درجه سانتیگراد کمتر نشود.
- به کار بردن مصالحی که یخ زده و یا حاوی یخ باشد، در ساخت بتن مجاز نیست.
- آب یا مصالح سنگی نباید بیش از ۶۵ درجه سانتیگراد حرارت داده شود.

(۲) محافظت در مقابل گرما: در هوای گرم باید نکات زیر رعایت شود:

- دستگاه مخلوط‌کن و مصالح باید به وسیله آبپاشی و قرار گرفتن زیر سایه و یا با وسایل قابل قبول دیگر در مقابل گرمای زیاد و نور مستقیم آفتاب محافظت شود.

- سیمان مصرفی نیز باید از تابش مستقیم آفتاب و گرمای زیاد حفظ گردد.
- سیمان را نباید با آب یا مخلوط آب و مصالح سنگی که حرارت آن از ۳۸ درجه بیشتر است، مخلوط نمود، مگر در مورد کارهای کم اهمیت و با کسب موافقت قبلی دستگاه نظارت.

#### پ) شرایط اختلاط بتن با دست

به طور کلی، اختلاط با دست فقط با اجازه دستگاه نظارت و در موارد استثنایی و کم اهمیت مجاز است و برای این کار، رعایت نکات زیر لازم است:

- تا حداکثر ۳۰۰ لیتر بتن را می توان در هر بار با دست ساخت.
- ابتدا باید مصالح دانه درشت را روی سطح صاف و غیرقابل نفوذ در مقابل آب پخش کرد.
- سپس روی آن مصالح دانه ریز را پخش نمود به طوری که ضخامت ۲ قشر بالایی از ۳۰ سانتیمتر تجاوز نکند.
- پس از پخش سیمان خشک روی قشر مصالح سنگی باید آن را حداقل دوبار خوب مخلوط نمود.
- پس از اختلاط خشک مصالح باید روی آن به مقدار لازم آب ریخت و ۳ بار آن را خوب مخلوط نمود تا بتن همگن به دست آید.
- بتن به دست آمده باید ظرف نیم ساعت به کار برده شود.
- چنانچه از پیمانه های حجمی استفاده می شود، باید وزن مصالح سنگی خشک را قبلاً " با روش آشتو T-19 به دقت اندازه گیری کرد تا براساس آن، تعداد پیمانه حجمی مصالح سنگی معلوم شود.

#### ت) مخلوط کنهای ثابت<sup>۱</sup>

مخلوط کن ثابت باید بتواند مصالح بتن را در زمانهای مشخص شده به نحو رضایتبخش مخلوط نماید. دستگاه مخلوط کن باید طوری باشد که هر ساخت به سهولت قابل کنترل باشد.

۱) وارد نمودن مصالح به داخل جام مخلوط کن: در مورد تقدم و تأخر ورود مصالح به دستگاه، پیمانکار باید نکات زیر را رعایت کند:

- قبل از ورود همه مصالح، باید ابتدا قسمتی از آب (حداکثر تا ۱۰٪) وارد جام شود. سپس، ورود یکنواخت و ممتد آب به همراه سایر مصالح طوری تنظیم شود که ۱۰٪ مقدار آب باقی مانده پس از وارد شدن کلیه مصالح وارد جام شود.

- بعد از اینکه ۱۰٪ مصالح دانه بندی وارد جام شد سیمان به همراه بقیه مصالح وارد دستگاه شود.

- مواد مضاف باید به طور یکنواخت وارد دستگاه شود. اگر این مواد به صورت مایع باشد، باید همراه آب و اگر به صورت پودر باشد باید همراه سایر اجزای خشک وارد جام شود. در مواردی که

بیش از یک نوع مواد مضاف به کار می‌رود، باید مواد مذکور به طور جداگانه اندازه‌گیری شود. این مواد قبل از ورود به مخلوط‌کن نباید با یکدیگر مخلوط شود.

۲) مدت اختلاط: مدت اختلاط لازم برای تهیه بتن یکنواخت، برای هر بار ساخت بتن براساس قدرت مخلوط‌کن و حجم آن، از طرف دستگاه نظارت معین می‌شود و برای تعیین حداقل مدت اختلاط قبل از اضافه نمودن آخرین ۱۰٪ آب مندرج در بند ۱، می‌توان از جدول راهنمای ۳-۱۵ استفاده کرد. در صورتی که نتایج آزمایش نمونه‌های برداشت شده از لحاظ یکنواختی و تراکم، در ابتدا، وسط و آخر بتن تخلیه شده مطابق مشخصات نباشد، باید مدت اختلاط مصالح در مخلوط‌کن را با تأیید دستگاه نظارت تغییر داد. به منظور تعیین مدت کافی برای اختلاط اجزای متشکله بتن، این نوع آزمایش بنا به تشخیص دستگاه نظارت به‌طور مستمر و متناوب در تمام زمان اجرای کار و به هر تعداد که لازم باشد، صورت خواهد گرفت. مدت تخلیه بتن از دستگاه جزو مدت اختلاط محسوب نخواهد شد.

جدول ۳-۱۵. مدت زمان اختلاط مصالح با توجه به حجم مخلوط‌کن

| ظرفیت مخلوط‌کن (مترمکعب) | زمان اختلاط (دقیقه) |
|--------------------------|---------------------|
| ۱/۵ و کمتر               | ۱/۵                 |
| ۲                        | ۲                   |
| ۳                        | ۲/۵                 |
| ۴                        | ۲/۷۵                |
| ۴/۵                      | ۳                   |

#### ث) کامیون مخلوط‌کن<sup>۱</sup>

کامیون مخلوط‌کن باید مطابق مشخصات تعیین شده و استانداردهای متداول باشد. کامیون مخلوط‌کن باید از نوع دورانی و بدون منفذ باشد و با استفاده از آن بتوان بتنی یکنواخت و مطابق مشخصات خواسته شده ساخت. بجز در مواردی که مخلوط نمودن آب به‌طور مستقیم و قبل از حرکت انجام می‌شود، کامیون مخلوط‌کن باید مجهز به مخزنی با گنجایش کافی برای حمل آب باشد. کامیون

مخلوط‌کن باید دارای دو عقربه شمارشگر باشد که یکی تعداد دورهای جام با سرعت دَوَرانی اختلاط<sup>۱</sup> و دیگری تعداد گردش جام دَوّار با سرعت همزن<sup>۲</sup> را هنگام حرکت نشان دهد. در مواردی که اختلاط کامل در کامیون مخلوط‌کن صورت می‌گیرد، حجم مطلق کلیه اجزای متشکله بتن نباید از ۶۳ درصد حجم جام تجاوز کند.

(۱) سرعت دَوَران: سرعت دوران جام دوار کامیون مخلوط‌کن برای اختلاط کامل مصالح نباید از مشخصات تعیین شده توسط کارخانه سازنده تجاوز کند. در صورتی که مقدار بتن موجود در دستگاه حداقل نیم مترمکعب کمتر از ظرفیت دستگاه باشد، می‌توان تعداد گردش جام دَوّار را با تأیید دستگاه نظارت کاهش داد. تمام دورانه‌های پس از تکمیل عمل اختلاط باید با سرعت دورانی همزن هنگام حرکت صورت گیرد.

#### ج) بتن آماده

بتن آماده ممکن است به طور کامل در مخلوط‌کن ثابت تهیه شده، و سپس به محل کار حمل شود، یا در مخلوط‌کن ثابت به طور ناقص مخلوط شده، و تکمیل عمل اختلاط در کامیون مخلوط‌کن صورت گیرد یا، بالاخره، ممکن است افزودن آب و تمام عمل اختلاط پس از رسیدن به محل توسط کامیون مخلوط‌کن صورت گیرد. به منظور جبران کاهش کارایی بتن آماده در هوای گرم، می‌توان حمل و ریختن بتن را تسریع نمود و نیز با تأیید دستگاه نظارت از مواد مضاف برای کندگیر کردن بتن استفاده کرد.

در هوای گرم، می‌توان با تأیید دستگاه نظارت مقداری از آب بتن را پس از رسیدن کامیون مخلوط‌کن به محل بتن ریزی به مخلوط اضافه نمود؛ در این صورت، برای توزیع یکنواخت آب مزبور در مخلوط، تعداد ۳۰ گردش با سرعت اختلاط لازم است. افزایش آب برای کاهش سفتی بتن در موقع حمل با مخلوط‌کن سیار، و با اجازه دستگاه نظارت، نباید از مقدار لازم برای جبران ۲/۵ سانتیمتر اسلامپ بتن بیشتر باشد، مشروط بر اینکه نسبت وزنی آب به سیمان از نسبت تعیین شده اولیه تجاوز نکند. در مواردی که اسلامپ و کارایی خواسته شده بتن ایجاب کند، باید تمام عمل اختلاط پس از رسیدن مخلوط‌کن سیار به محل بتن ریزی صورت گیرد، به طوری که مقدار اسلامپ بتن هنگام تخلیه مطابق مشخصات فنی باشد. استفاده از بتن آماده، کیفیت آن، نحوه ریختن و نگهداری و برنامه زمانبندی استفاده از بتن آماده باید مطابق مشخصات و استانداردهای متداول و با تأیید قبلی دستگاه نظارت صورت گیرد.

#### چ) نمونه برداری و آزمایش

(۱) یکنواختی هرساخت بتن: به منظور کنترل یکنواختی هرساخت بتن توسط دستگاههای

مخلوط کن، در صورت درخواست دستگاه نظارت، باید از سه نقطه مختلف بتن تازه، نمونه برداری شده و آزمایشهای لازم انجام شود. نتایج آزمایش نمونه‌های برداشته شده از قسمتهای مختلف بتن با یکدیگر، یا با میانگین نتایج، نباید از حد مجاز تعیین شده در مشخصات و یا دستورات دستگاه نظارت بیشتر اختلاف داشته باشد.

۲) یکنواختی ساختهای مختلف بتن: ساختهای مختلف بتن که توسط دستگاههای مخلوط کن تهیه می‌شود، باید مشابه باشد. یکنواختی محموله‌های مختلف را می‌توان توسط بازدید تجربی و نیز با استفاده از وسایل غلظت سنج که روی مخلوط‌کنهای سیار نصب شده است، انجام داد. درکارهای بزرگ باید یکنواختی مخلوط بتن ساخته شده را توسط آزمایشهایی که از طرف دستگاه نظارت تعیین می‌شود، اندازه‌گیری کرد.

### ۳-۱۰. حمل بتن

#### ۳-۱-۱. مشخصات کلی

بتن از محل ساخت تا محل ریختن باید طوری حمل شود که تغییر قابل ملاحظه‌ای از نظر نسبت آب به سیمان، اسلامپ، مقدار هوای موجود و یکنواختی بتن به وجود نیاید. همچنین، باید دقت شود که در هنگام حمل از جدا شدن اجزای تشکیل دهنده بتن، از دست رفتن شیره بتن و یا داخل شدن مواد خارجی به آن جلوگیری شود. بتن باید تا حد امکان در محل نهایی یا نزدیکترین محل به آن تخلیه شود تا نقل و انتقال دوباره یا جاری نمودن آن لازم نباشد.

وسایل حمل و نقل بتن از قبیل وسایل مکانیکی متحرک - مانند کامیون مخلوط‌کن، جرثقیل و پمپ بتن - باید دارای اندازه و مشخصاتی باشد که با استفاده از آن بتوان بتن را با جریان یکنواخت و ممتد و بدون ایجاد هرگونه جدایی اجزا به محل تخلیه منتقل کرد. پیمانکار باید وسایل حمل و نقل بتن را در پایان عملیات بتن‌ریزی هر قسمت از کار و نیز در پایان هر روز کاری کاملاً "شستشو کند و تمیز نگاه بدارد".

روش و مشخصات وسایل حمل و نقل بتن باید قبلاً "به وسیله پیمانکار به تأیید دستگاه نظارت برسد".

#### ۳-۱-۲. روشهای حمل بتن

روش نقل و انتقال بتن با توجه به شرایط کار، مشخصات اجزای مخلوط، نسبت اختلاط، محل ساخت بتن، محل و نوع بتن‌ریزی، ظرفیت مورد نیاز و شرایط آب و هوایی، با تأیید دستگاه نظارت تعیین خواهد شد. حمل و نقل بتن باید در اسرع وقت صورت گیرد و در هر حال، زمان حمل نباید برای خودروهایی معمولی (با یا بدون همزن) از ۴۵ دقیقه بسته به شرایط آب و هوایی، و برای کامیون مخلوط‌کن از ۹۰ دقیقه تجاوز کند. چنانچه احتمال گیرش سریعتر بتن در هوای گرم وجود داشته

باشد، باید مدت زمان حمل بتن را کاهش داد یا با تأیید دستگاه نظارت از مواد مضاف کنگیر کننده استفاده نمود.

### الف) فرغون، چرخ دستی و دامپر

در کارهای کوچک (۳۵۰ لیتر بتن در هر بار) و در فواصل حمل کوتاهتر از ۲۰۰ متر می‌توان با توجه به شرایط جوی و محیطی و بنا به تشخیص دستگاه نظارت، از فرغون و چرخ دستی و دامپر برای جابه‌جایی بتن استفاده کرد. وسایل مزبور باید دارای چرخهای لاستیکی باشند؛ در مسیر نسبتاً " صاف"، افقی و بدون نشیب و فراز رفت و آمد کنند؛ سرعت حرکت آنها هم باید طوری تعیین شود که هیچ‌گونه جدایی در اجزای<sup>۱</sup> تشکیل دهنده بتن به وجود نیاید.

### ب) ناوه شیب‌دار<sup>۲</sup> (شوت)

ناوه شیب‌دار باید فلزی یا دارای روکش فلزی باشد و شیب آن ثابت بوده، و به گونه‌ای تنظیم شده باشد که هم بتن به راحتی و با سرعت خواسته شده روی آن حرکت کند و هم در اجزای بتن جدایی ایجاد نشود.

ناوه باید دارای ظرفیت کافی باشد تا بتن ضایع نشود؛ در انتهای ناوه باید فیف عمودی مخصوص تعبیه گردد تا اجزای بتن در هنگام تخلیه از هم جدا نشود. با توجه به طول ناوه شیب‌دار باید با نظر دستگاه نظارت، پیش‌بینیهای لازم در مقابل خطر خشک شدن و کاهش اسلامپ بتن در اثر آفتاب و باد و سایر عوامل جوی صورت گیرد. به هر حال، بتن نباید از ارتفاع بیش از ۲ متر در قالبها ریخته شود.<sup>۳</sup>

### پ) جام<sup>۴</sup> (باکت)

معمولاً "جام" به وسیله جرثقیل حرکت داده می‌شود. جام باید دارای مشخصات و ساخت مورد تأیید دستگاه نظارت باشد. در موقع حمل و نقل باید از لرزیدن و تکان خوردن جام جلوگیری شود.

### ت) کامیون مخلوط‌کن

کامیون حامل بتن باید در راههایی حرکت کند که باعث تکان خوردن بیش از حد بتن نشود. در مواردی که کامیون مخلوط‌کن فقط به منظور حمل بتن مورد استفاده قرار می‌گیرد، حجم مطلق کلیه اجزای محموله بتن نباید از ۸۰ درصد حجم جام تجاوز کند.

1. segregation

2. chute

۳. احمد حامی. راهنمای بتن‌ساز. چاپ پنجم. تهران: ۱۳۶۰.

4. bucket

### ث) پمپ بتن

به طور کلی، در صورت موافقت دستگاه نظارت، استفاده از پمپ برای انتقال بتن مجاز است و در این حالت باید نوع و مشخصات بتن، وسایل و تجهیزات مربوط به پمپ و نیز روش کار قبلاً به تأیید دستگاه نظارت برسد. بتن پمپ شده باید یکنواخت و مشابه بوده و مخلوط بتن دارای مشخصاتی باشد که در اثر حمل و نقل توسط پمپ، دچار جدایی دانه‌ها نگردد. حداکثر مصالح سنگی در بتن پمپ شده نباید از ۴۰٪ قطر لوله‌های تخلیه پمپاژ بتن بیشتر باشد. وسایل و تجهیزات مربوط به پمپ باید دارای برجسب حاوی مشخصات بوده، و این مشخصات مورد تأیید دستگاه نظارت باشد. پمپ باید تا حد امکان در نزدیکترین محل به مکان بتن ریزی مستقر شده، و لوله انتقال بتن از پمپ به محل بتن ریزی باید ضمن دارا بودن حداقل خم، به خوبی نیز مهار شود. در صورت لزوم و بنا به تشخیص دستگاه نظارت، باید در انتهای لوله برای جلوگیری از جدایی دانه‌ها قیف مخصوص نصب شود. قبل از آغاز بتن ریزی، پمپ باید برای حصول اطمینان از بی‌عیب بودن آن، به طور کامل کنترل شود. برای مواقعی که ممکن است کار پمپ ناگهان متوقف شود، از قبل باید پیش‌بینی‌های احتیاطی لازم به عمل آید. سرعت انتقال بتن توسط پمپ باید متناسب با کارهای بتن ریزی باشد. بهره‌برداری از پمپ باید توسط کارگران متخصص و ماهر مورد تأیید دستگاه نظارت صورت گیرد. با نظر دستگاه نظارت می‌توان نمونه‌برداری بتن را در محل تخلیه کامیون و نیز در محل بتن ریزی انجام داد.

### ۱۱-۳. تدارکات و اقدامات اولیه برای بتن ریزی

#### ۱۱-۳-۱. مشخصات کلی

به طور کلی، قبل از شروع عملیات بتن ریزی، با توجه به ابعاد و شکل قطعات، پیمانکار باید برنامه بتن ریزی و نیز کلیه موارد زیر را به تأیید دستگاه نظارت برساند:

- حجم و مشخصات مصالح مورد مصرف
- ظرفیت، قدرت و مشخصات دستگاه بتن‌ساز، وسایل حمل بتن، وسایل تخلیه بتن در محل نهایی و سایر تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز
- تعداد نیروی انسانی متخصص و مقدار تجربه آنها
- آماده بودن محل بتن ریزی
- قالب‌بندی از نقطه نظر ابعاد، رقوم، شیبها، روغنکاری داخل قالبها و پرداخت سطوح طبق فصل پنجم
- نصب میلگردها از نقطه نظر تعداد، قطر، اندازه، فاصله، شکل خم و برش برطبق نقشه‌ها و مشخصات فنی
- نصب لوله و سایر اجزاء و قطعات مدفون و تعبیه سوراخها و جاسازیهای لازم
- تعبیه درزها مطابق نقشه‌ها و مشخصات

### ۳-۱-۲. تخلیه آب از محلهای بتن ریزی و آماده نمودن آن

قبل از شروع بتن ریزی، باید کلیه آبهای موجود در داخل پی خارج شود به طوری که آب موجود در محل به آب بتن اضافه نشود. به عبارت دیگر، هرگونه جریان آب به داخل محوطه پی باید به نحو قابل قبول دستگاه نظارت تخلیه شود، به طوری که بتن تازه (قبل از سخت شدن) در معرض جریان آب قرار نگیرد و در مقدار آب موجود آن تغییری حاصل نشود. رقوم بستر قبل از ریختن بتن باید مطابق نقشه‌ها و مشخصات باشد و ناهمواریهای سطح نیز در جهات مختلف که با شمشه اندازه‌گیری می‌شود در حد مجاز و مورد قبول دستگاه نظارت باشد. جزئیات آماده‌سازی بستر برای اجرای عملیات بتنی به شرح زیر خواهد بود:

#### الف) آماده نمودن بستر خاکی برای بتن ریزی

در این موارد، مصالح نامرغوب باید خارج شده، و مصالح مرغوب یا بتن نوع ۷۵-B طبق دستور دستگاه نظارت جایگزین شود. مطابق مشخصات مندرج در نقشه‌ها یا دستورات دستگاه نظارت، کف پی باید محکم و کوبیده و رگلاژ شود. در مواردی که بتن ریزی در جنب دیوارهای خاکی (بدون قالب‌بندی) صورت می‌گیرد، باید پیش‌بینیهای لازم از قبیل روکش نایلونی یا خیس کردن دیوار پی برای جلوگیری از ریزش خاک، آلوده نشدن بتن و جذب آب آن به عمل آید. در اثر آبپاشی یا به هر علت دیگر، نباید هیچ‌گونه چاله محتوی آب در کف پی به وجود آید.

بر روی بستر خاکی پی کلیه سازه‌ها باید قبل از بتن ریزی پی یک قشر بتن لاغر (۱۰۰-B) براساس نقشه‌های اجرایی و یا طبق نظر دستگاه نظارت ریخته شده، و به نحو مورد قبول تنظیم شود. قبل از تکمیل عمل گیرش بتن لاغر (کم‌مایه)، بتن ریزی پی نباید آغاز شود.

#### ب) آماده کردن بسترهای سنگی

در محلهای سنگی، بستر پی باید کاملاً افقی بوده، و جداره‌های آن تا حد امکان قائم باشد. داخل پی باید عاری از هرگونه مواد خارجی باشد و بلافاصله قبل از بتن ریزی به طرق مورد قبول دستگاه نظارت از قبیل جارو، فشار هوا، فشار هوا و آب و غیره تمیز شده، و سپس مرطوب گردد.

#### پ) آماده کردن سطوح بتن سخت شده برای بتن ریزی جدید

در مواردی که بتن تازه مجاور یا روی بتن سخت شده ریخته می‌شود، پیمانکار باید به اندازه کافی دقت کند تا پیوستگی لازم و اتصال کافی بین بتن جدید و بتن قدیم به وجود آید. سطح بتن سخت شده باید به نحو مناسبی تراز شده و چنان‌زیر شود که مقداری از دانه‌های شن نمایان شود.

قبل از بتن ریزی روی بتن قبلی، هرگونه شیره خشک شده، دانه‌های لق و مواد زاید باید از سطح بتن برداشته شده، و با وسایل لازم تمیز شود. بتن سخت شده باید بلافاصله قبل از بتن ریزی جدید مرطوب شود. در مواردی که دستگاه نظارت لازم بداند، بتن سخت شده را باید به مدت یک

روزی یا بیشتر تا حد اشباع مرطوب نگاه داشت؛ البته، قبل از بتن ریزی باید آبهای باقی مانده بر روی سطح بتن تخلیه شود.

سطح بتن قبلی به دو روش برای بتن ریزی بعدی آماده می شود: یکی بعد از گیرش بتن، و دیگری قبل از آن.

روش اول: در بعضی از سازه ها، مانند تأسیسات انحراف آب و آبگیرها، سطح بتن ریخته شده قبل از گیرش کامل با آب و هوای تحت فشار شسته می شود تا ملات سیمان از روی قشر رویی بتن ریخته شده کاملاً زودوده شده، و دانه های شن و سنگ به خوبی نمایان شود. این کار معمولاً ۴ تا ۱۲ ساعت بعد از بتن ریزی صورت می گیرد و، در صورت دستور دستگاه نظارت، تا بتن ریزی بعدی با ۵ سانتیمتر ماسه مرطوب محافظت می شود.

روش دوم: ماسه پاشی<sup>۱</sup> روش دیگری است که برای آماده کردن سطح بتن ریخته شده به کار می رود. در این روش، پس از برداشتن قشر سخت شده ملات سیمان به وسیله پاشیدن ماسه تحت فشار و با سرعت زیاد، سطح تمیز شده را با آب تحت فشار می شویند تا سطح زبر مورد نظر حاصل شود.

بلافاصله قبل از آغاز بتن ریزی جدید، سطح مقطع بتن در محل قطع بتن ریزی باید به طور قابل قبول زبر شده، و کاملاً تمیز گردد و توسط یک قشر نازک دوغاب سیمان (تشکیل شده از سیمان پرتلند و آب) آغشته شود.

#### ت) ملات ریزی روی بستر سنگی

در مواردی که بتن ریزی روی بستر سنگی انجام می شود، به منظور ایجاد چسبندگی لازم و تأمین اتصال مطمئن بین بتن جدید و بستر موجود، باید بلافاصله قبل از بتن ریزی، یک لایه ملات ماسه و سیمان ریخته شود. مشخصات ماسه و سیمان ملات مزبور عیناً مشابه مشخصات ملات طبقه ۱ بوده و میزان اسلامپ آن باید از ۱۵ سانتیمتر کمتر باشد؛ ضخامت قشر ملات مزبور باید بین ۱/۵ تا ۲/۵ سانتیمتر باشد و ناهمواریهای بستر سنگی را به نحو مورد قبول پر کند.

#### ث) آماده نمودن بستر پوشش بتنی<sup>۲</sup> کانالها (نیمرخ سازی)

قبل از اینکه بتن ریزی پوشش کانالها شروع شود، بستر پوشش باید به گونه ای آماده شود که سطحی صاف، محکم، یکنواخت، کوبیده شده با تراکم معین و طبق بند ۲-۲-۱۲ بخش عملیات خاکی این نشریه داشته باشد. کف و شیبهای جانبی کانال باید دقیقاً طبق اندازه های مشخص شده در نقشه ها و براساس مندرجات فصل دوم این نشریه تراشیده و رگلاژ شود.

خاکبرداریهای اضافی خارج از محدوده هندسی منشور کانال و یا قسمتهای آسیب دیده زیر پوشش بتنی باید با مصالح مرغوب مورد قبول دستگاه نظارت یا بتن ۷۵-B تا حد خطوط و شیب یا رقوم نقشه‌ها پر و کوبیده شود.

عملیات خاکی کانال با توجه به عرض کف براساس مندرجات فصل دوم این نشریه انجام خواهد شد.

### ۳-۱-۳. قطعات مدفون و جاسازیهای لازم در بتن

قبل از بتن‌ریزی باید میلگردها، میل مهاریها، لوله‌ها و سایر ادواتی که در بتن باقی می‌مانند، در موقعیت تعیین شده نصب شده، و به طرز اطمینان بخشی محکم بسته شوند. کلیه ادواتی که در بتن باقی می‌مانند باید تمیز و عاری از چربی، رنگ، زنگ، خاک، گل، ملات یا بتن خشک شده و سایر مواد زاید باشند. قطر، تعداد و شکل میلگردها در داخل قالب و چگونگی بستن آنها به یکدیگر، اندازه و موقعیت قطعاتی که در داخل بتن قرار می‌گیرند و تطبیق همه آنها با نقشه‌ها و مشخصات فنی، باید قبل از بتن‌ریزی به تأیید دستگاه نظارت برسد.

در پوشش بتنی کانالها، در صورت لزوم باید پله‌های نردبان ایمنی<sup>۱</sup> و همچنین لوله‌های زهکشی و شیرهای یکطرفه<sup>۲</sup> زیر پوشش کانالها، مطابق نقشه‌ها و مشخصات و دستورالعملهای دستگاه نظارت نصب شود. کلیه سوراخها و فضاهای خالی که لازم است در داخل بتن تعبیه شود باید برای جلوگیری از ورود بتن به آن موقتاً با مصالح مناسب پر گردد. این مصالح باید با مواد مناسبی آغشته شود تا پس از گرفتن بتن بتوان آنها را به آسانی خارج کرد.

### ۳-۱-۴. کنترل قالبها

قالب و قالب‌بندی باید با رعایت کامل مفاد فصل ۵ این نشریه انجام شود.

قالبها باید تمیز و عاری از مواد زاید بوده، و در جای خود به خوبی مهار شده و محکم باشند. قالبها باید از مصالحی ساخته شود که نمای تعیین شده را به بتن بدهد. همچنین، قالبها باید به خوبی روغنکاری شوند تا برداشتن آنها به راحتی انجام شود. کیفیت قالب‌بندی و تطبیق آن با نقشه‌ها و مشخصات باید قبل از بتن‌ریزی به تأیید کتبی دستگاه نظارت برسد.

### ۳-۱-۵. نظافت و مرطوب نمودن محل بتن‌ریزی

بلافاصله قبل از بتن‌ریزی، کلیه مواد خارجی از قبیل آب، خاک، گل، ماسه، برف، یخ، چربی، روغن، خاک اره، تکه چوب، میخ، سیم، زباله، خرده‌ریز و غیره باید از داخل محلهای بتن‌ریزی خارج شده، و سطوح مجاور بتن کاملاً تمیز شود. همچنین کلیه سطوحی که با بتن در تماس است و

قابلیت جذب آب دارد باید به اندازه کافی و به راههای صحیح مورد تأیید دستگاه نظارت مرطوب گردد تا موجب جذب آب موجود در بتن نشود.

### ۳-۱۲. بتن ریزی

#### ۳-۱۲-۱. مشخصات کلی

به طور کلی، هرگونه بتن ریزی باید با تأیید دستگاه نظارت انجام شود. بتن باید قبل از شروع گیرش در محل مورد مصرف ریخته شده، و از به هم خوردن و جابه‌جا شدن بعدی آن جلوگیری شود. بتنی که گرفتن آن شروع شده، یا با مواد خارجی مخلوط شده است، نباید مصرف شود. روش و وسایل بتن ریزی باید به گونه‌ای باشد که کیفیت بتن از نقطه نظر نسبت آب به سیمان، اسلامپ، هوای موجود و یکنواختی تعیین شده، طبق نظر دستگاه نظارت حفظ شود. بعد از ریختن بتن، عملیات مخلوط کردن برای تأمین یکنواختی در بتن مجاز نیست. روش بتن ریزی نباید باعث جدایی ملات سیمان از دانه‌ها، تشکیل خلل و فرج در بتن، تراوش شیره بتن به سطح بالایی و یا ایجاد لرزش در قالبها شود.

انتخاب وسایل بتن ریزی باید براساس ظرفیت لازم برای ریختن و متراکم نمودن بتن به نحو مورد قبول دستگاه نظارت صورت گیرد.

بتن ریزی در مواقع بارندگی، ریزش برف، وزش باد شدید، درجه حرارت نامناسب و سایر مواردی که وضعیت جوی نامناسب به شمار می‌آیند، جز با رعایت تدابیر لازم و تأیید دستگاه نظارت مجاز نیست.

قطعات و بستهایی که برای تثبیت میلگردها و یا قالبها به کار می‌روند باید هنگامی که دیگر به وجود آنها نیازی نیست، برداشته شوند. لیکن، در صورتی که این قطعات از جنس فلزی یا بتنی باشد و موافقت دستگاه نظارت نیز کسب شده باشد، باقی ماندن آنها در بتن بلامانع است.

در مواردی که بتن ریزی در جنب دیوارهای خاکی صورت می‌گیرد، در صورت ریزش خاک برروی بتن تازه ریخته شده باید آن قسمت از بتن که با خاک مخلوط شده خارج گردد و مجدداً "بتن تمیز و مشابه جایگزین آن شود. در این قبیل موارد، مانند بتن ریزی دیوارهای خارجی سازه‌های آبی که گودبرداری آنها در داخل جسم خاکی خاکریز یا زمین طبیعی صورت می‌گیرد، می‌توان با تأیید دستگاه نظارت و به منظور حذف خاکریزی پشت دیوارها، برای سطوح خارجی دیوارها که در تماس با خاک هستند، از قالب‌بندی صرف‌نظر کرد و سطح خاکی محل گودبرداری شده را برای جلوگیری از جذب آب بتن به وسیله خاک، با ورق نایلون پوشاند.

کلیه کارهای بتنی معیوب باید تخریب و تجدید گردد یا طبق دستور دستگاه نظارت عمل

در هر عمل بتن‌ریزی، کلیه اطلاعات لازم از قبیل درجه حرارت محیط، تاریخ، مدت بتن‌ریزی، موقعیت و مشخصات قطعه، شماره نمونه‌های آزمایش و غیره باید ثبت شده، و جزو اسناد دستگاه نظارت بایگانی شود.

### ۳-۲-۱) انتقال بتن به قالب و تخلیه بتن

انتقال بتن از مخلوط‌کننده‌ها به محل مصرف یا قالبها باید در اسرع وقت (قبل از آغاز گیرش اولیه) طوری صورت گیرد که از جدا شدن ملات از دانه‌ها، ضایع شدن اجزای متشکله بتن، آلوده شدن بتن با مواد خارجی و افزایش اسلامپ بتن بیش از حد تعیین شده، جلوگیری به عمل آید.

بتن باید تا آنجا که مقدور است در محل نهایی یا نزدیکترین نقطه به آن تخلیه شود تا در هنگام جا انداختن آن، دانه‌ها از یکدیگر جدا نشود. بتن نباید به طور افقی برای فاصله زیاد بین قالبها یا در تاوله‌ها حرکت داده شود. در موارد ضرور، حداکثر فاصله انتقال افقی از طرف دستگاه نظارت معین می‌شود.

ریختن بتن به طور آزاد و عمودی از ارتفاعی بیش از ۲ متر مجاز نیست، مگر در مواردی که دستگاههای تخلیه بتن به وسایل لازم برای جلوگیری از جدا شدن دانه‌ها از یکدیگر مجهز باشند و اجازه دستگاه نظارت کسب شده باشد.

عملیات بتن‌ریزی باید به چنان سرعتی صورت گیرد که قبل از آغاز گیرش اولیه در بتن قبلی، مابقی بتن ریخته شود؛ به عبارت دیگر، ظرفیت بتن‌ریزی باید در حدی باشد که باعث ایجاد اتصال سرد (درز) نشود. از طرف دیگر، تخلیه بتن نباید با سرعت زیاد انجام شود که باعث جدا شدن دانه‌ها گردد. همچنین، سرعت بتن‌ریزی باید چنان باشد که مجال کافی برای مرتعش نمودن بتن فراهم باشد. به طور کلی، بتن باید در لایه‌های افقی با ضخامت یکنواخت ریخته شده، و قبل از ریختن لایه بعدی، لایه قبلی به خوبی متراکم شده باشد.

بتن باید در جهت و روی بتنی که قبلاً "ریخته شده تخلیه شود؛ بتن‌ریزی در جهت مخالف و دور از بتن قبلی مجاز نیست. در هنگام بتن‌ریزی دالها، باید محموله‌های بتن به طور متوالی از یک جهت ریخته شود؛ محموله‌های بتن نباید در نقاط مختلف و پراکنده ریخته شده، و بعداً "همزمان تسطیح و تنظیم شود. همچنین، بتن نباید در یک نقطه در حجم زیاد تخلیه شده، و سپس به طور افقی به محل نهایی منتقل شود. بتن‌ریزی پوشش بتنی کانالها که در سطحی شیبدار صورت می‌گیرد باید از پایین‌ترین نقطه شیب شروع شده، و به تدریج به سمت بالا ادامه یابد تا در لبه کانال با ایجاد جدول کناری در طول کانال خاتمه پذیرد.

### ۳-۱۲-۳. توقف و شروع مجدد بتن‌ریزی

بتن‌ریزی باید با کامل شدن قطعه مورد نظر و تا رسیدن به محل مجاز توقف بتن‌ریزی، به طور مداوم ادامه یابد. محل قطع بتن‌ریزی در سازه‌های آبی باید در نقاط حداقل لنگر خمشی و در پوشش کانال در محل درزهای انقباض عرضی پوشش صورت گیرد. سطح مقطع بتن در محل قطع بتن‌ریزی باید تا حد امکان عمود بر سطح بتن‌ریزی باشد و در موقع شروع مجدد، برای تأمین اتصال کافی در سطوح واریز، اقدامات لازم طبق دستور دستگاه نظارت صورت گیرد. در صورتی که به علت خرابی تجهیزات و یا هر دلیل دیگر وقفه‌ای در بتن‌ریزی پیش بیاید، باید فوراً "و تا قبل از آغاز گیرش بتن، سطوح واریز به طور یکنواخت و با شیب ثابت تنظیم شود. بتن‌ریزی مجدد در این نوع سطوح باید با رعایت ردیف "ب" بند ۳-۱۱-۲ صورت گیرد.

بتن کلیه قسمت‌های یک دهانه دال و تیرهای مربوط به آن باید در یک مرحله (نوبت) ریخته شود. بتن‌ریزی تاوه، تیر، حامل‌های اصلی، و قطعات مشابه بتنی را باید فقط پس از اینکه بتن دیوار، ستون یا تکیه‌گاه مربوطه گرفت، شروع کرد، لیکن این مدت نباید هیچ‌گاه از ۴۸ ساعت کمتر باشد، مگر آنکه دستگاه نظارت دستور دیگری صادر کند.

### ۳-۱۲-۴. مراحل و لایه‌های بتن‌ریزی

در مواردی که ضخامت هر مرحله و هر لایه بتن‌ریزی در نقشه‌ها و سایر مشخصات تعیین نشده باشد، می‌توان از ارقام جدول ۳-۱۶ استفاده کرد.

حداقل فاصله زمانی بین بتن‌ریزی‌های متوالی مراحل مختلف، با توجه به شرایط مشخص بتن‌ریزی با تأیید دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

### جدول ۳-۱۶. حداکثر ضخامت مراحل<sup>۱</sup> و لایه‌های<sup>۲</sup> بتن‌ریزی

| نوع قطعه بتنی           | حداکثر ضخامت هر مرحله بتن‌ریزی (متر) | حداکثر ضخامت هر لایه* (متر) |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| دیوارها و پایه‌های حجیم | ۳                                    | ۰/۵                         |
| سایر دیوارها و پایه‌ها  | ۳                                    | ۰/۳۵                        |
| دالها                   | ضخامت دال                            | ۰/۳۵                        |

\* دستگاه نظارت می‌تواند ضخامت لایه‌های بتن‌ریزی را به حدی کاهش دهد که اطمینان حاصل شود که هرلایه با لایه قبلی در نتیجه خاصیت نفوذی عمل ارتعاش یکپارچه می‌شود.

### ۳-۲-۵. درجه حرارت مخلوط بتن تازه و شرایط جوی بتن ریزی

درجه حرارت مخلوط بتن تازه در هیچ حالتی، بلافاصله پس از ریختن، نباید کمتر از ۵ درجه و بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد باشد. بتن ریزی در شرایط جوی برفی، بارانی، یخبندان و طوفانی مجاز نیست مگر در مواردی که پیش بینیها و اقدامات حفاظتی مناسب انجام شده و موافقت دستگاه نظارت کسب شده باشد. در مواقعی که بتن ریزی در شرایط جوی نامساعد صورت می گیرد، باید دقت، کنترل و مراقبت ویژه با تأیید قبلی دستگاه نظارت اعمال گردد.

### الف) بتن ریزی در هوای گرم

هنگامی که درجه حرارت محیط از ۳۸ درجه سانتیگراد بیشتر باشد باید شن و ماسه را با پاشیدن آب خنک نگاه داشت. در هنگام ساخت بتن باید مقدار آب اضافه شده به شن و ماسه مورد نظر قرار گیرد. چنانچه برای سرد کردن از یخ استفاده می شود، تخلیه بتن تا موقعی که یخ آب نشده است، مجاز نیست.

نحوه استفاده از بتن آماده و حمل توسط کامیون باید قبلاً "به تأیید دستگاه نظارت برسد.

در هوای گرم، برای جلوگیری از افزایش درجه حرارت مخلوط از حد مجاز و نیز تبخیر آب بتن باید اقدامات احتیاطی خاصی در موقع نگهداری مصالح بتن و همچنین در حین تهیه، حمل، ریختن و عمل آوردن بتن صورت گیرد.

بسته به درجه حرارت و میزان رطوبت نسبی و با تأیید دستگاه نظارت، برای بتن ریزی در هوای گرم باید اقدامات زیر انجام شود:

۱) پیش بینیهای لازم قبل و در حین بتن ریزی در هوای گرم:

- حفاظت مصالح بتن به ویژه مصالح سنگی انبار شده از تابش آفتاب
- حفاظت مخلوط کن، ناوه، قیف، لوله های پمپ و سایر تجهیزات مربوط به بتن ریزی از تابش آفتاب و پوشاندن آنها به وسیله گونی مرطوب
- خنک کردن، آب و مصالح دانه بندی شده
- استفاده از مواد مضاف "کندگیر کننده" و "تقلیل دهنده آب" در تهیه بتن
- آبپاشی قالبها، میلگردها و بستر با آب خنک بلافاصله قبل از بتن ریزی
- تقلیل مدت اختلاط و نیز به حداقل رساندن فاصله زمانی بین اختلاط و ریختن بتن
- تسریع در عملیات حمل، ریختن، تراکم و پرداخت بتن تا حد اکثر ممکن
- پوشاندن بتن در حین عمل از تابش آفتاب
- متوقف کردن بتن ریزی در گرمترین ساعات روز

— خودداری از مصرف سیمان گرم ، سیمان نوع ۳ و مشابه آن

(۲) آزمایش و بازرسی عملیات اجرایی در هوای گرم : در هوای گرم ، تهیه و حمل نمونه‌های آزمایش باید با مراقبت ویژه صورت گیرد ؛ عملیات نمونه‌برداری باید به تأیید دستگاه نظارت برسد .  
درجه حرارت هوا ، درجه حرارت بتن ، وضعیت هوا ( صاف ، ابری ) ، سرعت باد و رطوبت نسبی باید به طور روزانه و مرتب ثبت شود . میزان کاهش اسلامپ و مقدار آب اضافه شده در موقع تخلیه بتن نیز باید ثبت شود .

#### ب) بتن‌ریزی در هوای سرد

تهیه و ریختن بتن نباید در دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد صورت گیرد ، مگر اینکه با موافقت دستگاه نظارت اقداماتی صورت گیرد که حرارت مخلوط بلافاصله پس از ریختن و در روزهای اولیه مراقبت از ۱۰ درجه سانتیگراد پایین‌تر نیاید و هیچ‌گونه تغییری در خصوصیات فنی بتن در اثر سرما صورت نگیرد . دستگاه نظارت می‌تواند با توجه به نوع بتن‌ریزی ، درجه حرارت هوا ، شرایط بتن‌ریزی و مراقبت ، درجه حرارت مناسب مخلوط را افزایش دهد . با توجه به نوع سیمان مصرفی ، مواد مضاف تندگیرکننده ، شرایط بارگذاری و درجه نمایان بودن بتن و مدت اولیه مراقبت که باید در طول آن حرارت مخلوط کنترل شود ، توسط دستگاه نظارت تعیین می‌گردد .

در درجه حرارت بالای ۱- درجه سانتیگراد ، موقعی که مصالح دانه‌بندی عاری از یخ و کلوخه یخزده باشد ، تنها با گرم نمودن آب می‌توان بتن را در درجه حرارت مناسب تهیه نمود . در درجه حرارت زیر ۱- درجه سانتیگراد لازم است که علاوه بر آب ، مصالح دانه‌بندی نیز گرم شود . مصالح باید به طور یکنواخت حرارت داده شود . میانگین درجه حرارت مصالح سنگی مصرفی در بتن نباید از ۶۵ درجه سانتیگراد تجاوز کند و آب مصرفی را نیز می‌توان تا ۷۰ درجه گرم نمود . در شرایطی که یخبندان و ذوب متناوب صورت می‌گیرد ، باید از بتن هوا دار استفاده شود . مصالح یخزده به هیچ‌وجه نباید مصرف شود و بتن هم نباید روی بستر یخزده ریخته شود . بتنی که به علت یخ زدن ضایع شده باشد ، باید تخریب شده ، و مخلوط تازه به جای آن ریخته شود .

در صورتی که بتن‌ریزی در حرارت پایین‌تر از ۵ درجه سانتیگراد اجتناب‌ناپذیر باشد ، باید با توجه به درجه حرارت ، نوع بتن‌ریزی و شرایط بتن‌ریزی ، اقدامات زیر با تأیید دستگاه نظارت انجام شود :

(۱) پیش‌بینیهای لازم قبل و در حین بتن‌ریزی در هوای سرد :

- گرم کردن آب و در صورت لزوم مصالح دانه‌بندی قبل از ساخت بتن
- حفاظت دستگاه مخلوط‌کننده از سرما
- استفاده از مواد مضاف تندگیرکننده یا سیمانهای مخصوص مانند سیمان نوع ۳ و یا مصرف مواد

### مضاف روان کننده و یا هوازا

- استفاده از تندگیر کننده ها (به استثنای مواردی که مصرف آنها مجاز نباشد)، با موافقت قبلی دستگاه نظارت
- پاک کردن قالبها، محل بتن ریزی، میلگردها و قطعات مدفون در بتن از یخ و برف بلافاصله قبل از بتن ریزی
- استفاده از عایقهای حرارتی، به ویژه برای قالبهای فلزی به منظور جلوگیری از هدر رفتن انرژی گرمایی به منظور بالا نگه داشتن دمای سطوحی از قالب که با بتن تازه در تماس مستقیم است
- بالا بردن حرارت تمام محیط مجاور بتن
- پرهیز از حمل طولانی
- متوقف کردن بتن ریزی در شرایطی که خطر نزول حرارت به پایین تر از حد مجاز در ضمن بتن ریزی و یا در مدت گرفتن بتن وجود داشته باشد.

### پ) بازرسی عملیات اجرایی در هوای سرد

تاریخ، زمان، درجه حرارت محیط، درجه حرارت بتن بلافاصله پس از ریخته شدن و وضعیت هوا (آرام، طوفانی، صاف، ابری و غیره) باید ثبت شود. کنترل درجه حرارت باید در نقاط متعدد طبق دستور دستگاه نظارت صورت گیرد تا بالاترین و پایین ترین درجه حرارت مخلوط بتن تعیین شود.

### ۳-۱-۶. تمام سطوح بتنی ریخته شده در هرلایه

با رعایت مندرجات ردیف "پ" بند ۳-۱۱-۲ این نشریه، عملیات آماده سازی سطح بتن ریخته شده قشر قبلی، برای بتن ریزی قشر بعدی، باید طوری باشد که ضمن ایجاد یکنواختی و یکپارچگی لازم در بتن، سطح نهایی آن دارای زبری کافی برای پیوستگی و چسبندگی با بتن قشر بعدی باشد. لرزاندن سطح فوقانی بتن ریخته شده قشر قبلی و صاف نمودن بیش از حد آن مجاز نیست.

بتنی که قالب بندی نمی شود و روی آن بتن یا مصالح دیگر نخواهد آمد، باید مطابق مشخصات خاتمه پذیرد و سطح آن به نحوی پرداخت شود که رواداری رقوم سطح تمام شده بتن از حد مجاز تجاوز نکند. تراوش شیره بتن به سطح<sup>۱</sup> نباید آن قدر زیاد شود که باعث تضعیف رویه بتن گردد.

### ۳-۱-۷. بتن ریزی بتن مسلح

قابلیت عملی<sup>۲</sup> و روانی<sup>۳</sup> بتنی که در بتن مسلح مصرف می شود باید طوری باشد که کاملاً<sup>۱</sup> در اطراف میلگردها جاگیر شود. بتن باید گوشه ها و کناره های قالب، اطراف میلگردها و ادوات موجود در محل بتن ریزی را به خوبی پرکند، بدون اینکه دانه های شن از ملات جدا شود. بتن نباید از بالا و به طور

آزاد روی میلگردها، میل مهارها و سایر ادواتی که در بتن باقی می ماند، تخلیه شود. اگر تجمع میلگردها در ارتفاع قابل ملاحظه ای زیاد باشد، باید ناودان و یا قیفهایی پیش بینی شود که بتن را به ته قالب برساند. اگر تجمع میلگردها در قسمت کف قالب تیرها و تاووها زیاد باشد، به طوری که فضای کافی برای عبور آزاد بتن وجود نداشته باشد، باید قبل از بتن ریزی، برای آن قسمت از بتن که در زیر میلگردها و بین آنها جا می گیرد، طبق دستور دستگاه نظارت از مصالح سنگی ریزدانه تر استفاده شود تا به خوبی تمام سطح قالب را فرا بگیرد و اطراف میلگردها را پر کند. همچنین، برای ریختن بتن باید محلهای مناسبی انتخاب شود، به طوری که بتن ریخته شده برای رسیدن به محل نهایی خود احتیاج به جاری شدن نداشته باشد و کلیه زوایا و پیچ و خمهای قالب را به آسانی پر کند.

### ۳-۸-۱ بتن ریزی در آب

از بتن ریزی در آب تا آنجا که ممکن است باید پرهیز شود. در صورتی که جریان زیاد آب مانع پمپاژ آب از محل بتن ریزی شود، با اجازه کتبی دستگاه نظارت عملیات بتن ریزی در آب صورت می گیرد؛ در این صورت، روش کار، مشخصات مخلوط و تجهیزات لازم متناسب با شرایط و ویژگی کار باید مورد تأیید دستگاه نظارت باشد.

متداولترین روشها، روش بتن ریزی با استفاده از ترمی (tremie) است که در زیر شرح داده می شود:

### الف) مشخصات مخلوط

بتنی که برای بتن ریزی در آب با استفاده از روش لوله قیف دار ریخته می شود، باید دارای مشخصات زیر باشد:

- عیار سیمان نباید از ۴۰۰ کیلو سیمان در مترمکعب بتن کمتر باشد
- نسبت وزنی آب به سیمان نباید از ۰/۴۵ بیشتر باشد.
- بزرگترین بعد دانه های شن نباید از ۲۰ میلیمتر بیشتر باشد
- مقدار ماسه در مقایسه با بتن ریزی در هوا باید بیشتر باشد (بین ۴۰ تا ۵۰ درصد وزن کل مصالح دانه بندی)
- حداقل میزان اسلامپ بتن باید ۱۵ سانتیمتر باشد
- برای دست یافتن به مخلوط بتنی که به سهولت جریان یابد، استفاده از شن و ماسه طبیعی در مقایسه با نوع شکسته آن ترجیح دارد.
- برای بالا بردن کیفیت بتن ریزی، بهتر است حرارت مخلوط بتن به هنگام بتن ریزی از ۲۱ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

### ب) نحوه بتن‌ریزی

بتن‌ریزی از طریق لوله‌ای به قطر حداقل ۲۵ سانتیمتر صورت می‌گیرد. بتن بدون اینکه با آب در تماس باشد زیر بتن تازه ریخته شده قبلی تخلیه می‌شود. انتهای لوله باید قبلاً "به وسیله درپوشی بسته شود و پس از وارد نمودن لوله در محل بتن‌ریزی درپوش برداشته شود. سر لوله باید همیشه داخل بتن قرار داشته باشد و بتن‌ریزی از طریق لوله بلاانقطاع و در یک مرحله تا خاتمه کار انجام پذیرد. بتن‌ریزی باید به طور آرام صورت گیرد، به نحوی که بتن مجاور آب به هم نخورد و با آب واقع در روی آن مخلوط نشود تا بتن با کیفیت قابل قبول به دست آید. در هنگام بتن‌ریزی، سطح بالایی بتن باید تا آنجا که مقدور است، مسطح بماند.

### پ) بازرسی

در حین اجرای عملیات بتن‌ریزی در آب، بازرسی مشکل بوده، و حتی تا حدودی امکان‌ناپذیر است. بنابراین، قبل از بتن‌ریزی، مصالح و تجهیزات و روش کار مورد بازدید و بررسی دستگاه نظارت قرار می‌گیرد تا، در صورت تأیید، اجازه بتن‌ریزی داده شود. نسبت اختلاط مخلوط و مشخصات آن در تمام طول کار باید کنترل شود. لوله تخلیه بتن باید از جهت مقاومت لازم، وزن و آب‌بندی کنترل شود و چفت و بست قالبها به نحوی باشد که مانع خروج دوغاب شود. عملیات باید توسط افراد مجرب انجام گیرد. لرزاندن و به هم زدن بتن ریخته شده مطلقاً "مجاز نیست و کلیه عملیات باید زیر نظر مستقیم دستگاه نظارت صورت گیرد.

### ۳-۲-۹. بتن‌ریزی پوشش بتنی کانالها<sup>۱</sup>

#### الف) کیفیت بتن پوشش کانال

بتن پوشش کانال باید با نسبت و به نحوی مخلوط شود که به اندازه کافی سفت باشد تا روی سطوح شیبدار کانال پا برجا بماند و سخت شود. از آنجا که بتن پوشش کانال مشابه یک عضو سازه عمل نمی‌کند مقاومت فشاری آن عامل مهمی نیست. به طور کلی، اگر بتن پوشش کانال در شرایط اقلیمی که کانال در آن واقع می‌شود، در مقابل مرطوب شدن، خشک شدن، یخ زدن و ذوب شدن دارای دوام کافی باشد، برای کلیه شرایط غیر از شرایط کاملاً "بحرانی نیز به اندازه کافی مقاوم خواهد بود. در مواردی که پوشش بتنی کانال در معرض دوره‌های متناوب ذوب و یخبندان قرار می‌گیرد، باید بتن هوادار به کار برده شود؛ در سایر موارد، بنا به تشخیص دستگاه نظارت می‌توان از بتن معمولی استفاده کرد.

### ب) نحوه بتن‌ریزی

بتن‌ریزی پوشش کانال فقط پس از صدور دستور کتبی دستگاه نظارت مجاز است. قبل از آغاز بتن‌ریزی،

عملیات خاکبرداری قشر خاکی محافظ<sup>۱</sup>، توسط ماشین مخصوص یا هر وسیله‌ای که مورد تأیید دستگاه نظارت باشد در امتداد خطوط، شیب و رقوم مندرج در نقشه‌ها صورت می‌گیرد. در هر دوره بتن‌ریزی، عملیات بتن‌ریزی پوشش کانال در طولی که از طرف دستگاه نظارت معین می‌شود، پس از آبپاشی بستر به اندازه لازم و مرطوب نمودن آن آغاز می‌شود. مدت زمان لازم بین خاتمه عملیات خاکبرداری قشر محافظ و آغاز بتن‌ریزی پوشش کانال معمولاً " ۲۴ ساعت و حداکثر ۷۲ ساعت خواهد بود. بسته به شرایط کار، عدول از این مدت‌ها باید با تأیید دستگاه نظارت صورت بگیرد.

پس از آماده شدن بستر برای بتن‌ریزی پوشش بتنی، سطوح در تماس با بتن باید به اندازه‌ای آبپاشی و مرطوب شود که ضمن اینکه از ایجاد گل و آبدار شدن پی جلوگیری می‌شود، بستر نیز آب بتن را جذب نکند. تمام ضخامت پوشش بتنی کانال باید در یک مرحله بتن‌ریزی شود.

در صورت قطع عملیات بتن‌ریزی به هر علتی از قبیل توقف ماشین‌آلات، تعطیلات و غیره که بیش از یک روز به طول انجامد، بتن‌ریزی باید در امتداد درزهای عرضی و طولی پوشش در سطحی عمود بر سطح بستر پوشش قطع شود.

در صورتی که به هر علتی به بتن ریخته شده آسیب وارد شود، یا اینکه بتن ریخته شده بشکند یا ترک بردارد، محدوده آسیب دیده به دستور دستگاه نظارت باید برداشته شده و مجدداً " بتن‌ریزی شود.

درزهای عرضی و طولی<sup>۲</sup> کانال باید براساس مشخصات مندرج در بند ۳-۱۴ این نشریه اجرا شود.

#### پ) خاکریزی روی لبه‌های پوشش بتنی کانال

پس از بتن‌ریزی پوشش کانال، جدول و کناره‌های بالایی پوشش باید طبق خطوط و شیبهای مندرج در نقشه‌های اجرایی و یا دستورات دستگاه نظارت با مصالح خاکی پوشانده شود. ریختن مصالح خاکی باید بین ۱۰ الی ۱۷ روز پس از بتن‌ریزی پوشش انجام شود. مصالح مزبور باید غیرقابل نفوذ<sup>۳</sup> بوده و کلوخ و سایر ذرات بزرگتر از ۲۵ میلیمتر نداشته باشد. قبل از خاکریزی، مصالح مذکور باید مرطوب شده، و در محل با وسایل مورد تأیید دستگاه نظارت تخلیه و پروفیله شود و با کوبنده‌های دستی تا تراکم جسم کانال کوبیده گردد.

۳-۱۲-۱۰. پخی<sup>۴</sup>

به منظور تأمین نمای زیباتر برای ساختمانها و نیز جلوگیری از شکستن گوشه‌های تیز آنها در مقابل

1. over-built

2. contraction joints

3. impervious

4. chamfer

ضربه، با نظر دستگاه نظارت می‌توان گوشه‌های خارجی قطعات بتنی را به اندازه ۲ تا ۵ سانتیمتر پخ کرد.

### ۳-۱۲-۱۱. ماهیچه<sup>۱</sup>

در صورت تصویب دستگاه نظارت و به منظور افزایش مقاومت، پرهیز از تمرکز تنش و یا تسهیل عملیات بتن‌ریزی باید در گوشه داخلی سازه‌ها با بتن ماهیچه ساخت. در مواردی که اندازه این ماهیچه‌ها در گوشه داخلی سازه و یا در پایه قائم دیوارها و در نقشه‌ها و مشخصات تعیین نشده باشد، توصیه می‌شود که با نظر دستگاه نظارت از جدول شماره ۳-۱۷ استفاده شود.

جدول ۳-۱۷. اندازه ماهیچه‌ها

| اندازه ماهیچه<br>(سانتیمتر) | اندازه داخلی ساختمان<br>(متر) | ارتفاع آزاد دیوار (طره)<br>(متر) |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| ۵×۵                         | ۰ تا ۱/۲                      | —                                |
| ۷×۷                         | ۱/۲ تا ۲                      | ۰ تا ۲/۵                         |
| ۱۰×۱۰                       | ۲ تا ۳                        | ۲/۵ تا ۴                         |
| ۱۵×۱۵                       | بیش از ۳ متر                  | بیش از ۴ متر                     |

### ۳-۱۲-۱۲. تراکم کردن بتن<sup>۲</sup> - لرزاندن

پیمانکار باید بتن را پس از ریختن در محل با وسایل مناسب متراکم کند، به نحوی که هوای محبوس داخل بتن خارج شده و بتن به صورت یکپارچه درآید و اطراف میلگردها و سایر قطعات مدفون در بتن و نیز کلیه زوایای قالب را پر کند. لرزاندن بتن مؤثرترین و مناسبترین روش متراکم نمودن آن است. برای تراکم بتن مسلح باید از ویراتور استفاده نمود. استفاده از میزهای لرزان فقط برای بتن‌های با ضخامت حداکثر ۲ سانتیمتر و با تأیید دستگاه نظارت مجاز است. چنانچه ارتعاش بتن با ویراتور انجام شود، کاربرد تعداد کافی از این وسایل در فواصل مناسب از یکدیگر در داخل بتن مانعی ندارد. در بتن‌ریزی عمودی نظیر دیوارها، ستونها، تقویت قالب‌بندی برای تحمل فشار ویراتور ضروری است (در صورتی که با اجازه دستگاه نظارت به کار بردن ویراتور ضروری نباشد، برای تأمین تراکم لازم باید از تخمات دستی و کوبیدن با دست استفاده شود).

بتن سفت و خمیری را با ویراتور و بتن شل را با میله زدن متراکم می‌کنند.

#### الف) مشخصات ویراتور غوطه‌ور

برای اینکه ویراتور غوطه‌ور قابلیت متراکم کردن بتن را داشته باشد، باید دارای شعاع عمل کافی، قابلیت فرورفتن در بتن و تخلیه سریع هوای حبس شده را داشته باشد. همچنین، ویراتور باید در مجموع و به طور نسبی از نقطه نظر عملکرد قابل اطمینان بوده، و سبک وزن باشد، به سهولت جابه‌جا شود و در مقابل فرسایش مقاوم باشد. تأثیر یک ویراتور غوطه‌ور بستگی به قطر خرطوم، فرکانس لرزشی و دامنه نوسان آن دارد. شکل، طول، قطر و وزن کل خرطوم و ویراتور، لنگر چرخشی آن، فرکانس لرزشی و دامنه نوسان دستگاه باید مطابق مشخصات و مورد تأیید دستگاه نظارت باشد. کاتالوگ ویراتور باید حاوی کلیه مشخصات و اطلاعات لازم مربوط به دستگاه از قبیل فرکانس درهوا، فرکانس تقریبی در بتن، لنگر چرخشی دستگاه در این دو فرکانس و نیز ولتاژ برق مصرفی، اندازه قطر سیم و غیره باشد.

فرکانس لرزشی مورد نیاز دستگاه ویراتور غوطه‌ور در حین کار در بتن با توجه به نوع بتن‌ریزی، مقدار اسلامپ بتن و قطر خرطوم، و با تأیید دستگاه نظارت تعیین می‌شود و میزان آن نباید از ۴۰۰۰ سیکل در دقیقه کمتر باشد.

#### ب) نحوه کار با ویراتور

ویراتور باید به وسیله کارگران مجرب مورد استفاده قرار گیرد. ویراتورهای غوطه‌ور باید تا حد امکان در وضع قائم نگاه داشته شده، در امتداد محورشان جابه‌جا شده، و در اثر وزن طبیعی‌شان در بتن فرو برده شوند؛ از اعمال فشار اضافی خارجی به آنها برای فرورفتن در بتن باید خودداری شود. داخل و خارج کردن ویراتور باید در حین لرزاندن و به آرامی (با سرعت حدود ۸ سانتیمتر در ثانیه) صورت بگیرد و از تماس آن با میلگرد و قالب جلوگیری شود. شعاع عمل و نیز فواصل فروکردن ویراتور علاوه بر مشخصات ویراتور به کارایی بتن نیز بستگی دارد. فواصل ورود ویراتور باید ۱/۵ برابر شعاع عمل آن و یا به نحوی اختیار شود که مناطق نفوذ آن به اندازه چند سانتیمتر یکدیگر را بپوشاند تا تمام بتن تحت اثر ویراتور قرار گیرد.

در هنگام لرزاندن لایه‌رویی باید ویراتور حداقل ۱۵ سانتیمتر در لایه زیرین فرو رود.

#### پ) مدت زمان لرزاندن

ویراتور باید تا موقعی که تراکم لازم به دست آید و قبل از ظاهر شدن شیره بتن (معمولاً) در حدود ۵ تا ۱۵ ثانیه به طور ثابت در بتن نگاه داشته شود. لرزاندن بیش از اندازه بتن که باعث تفکیک دانه‌ها شود، خصوصاً در مواردی که بتن روان باشد، مجاز نیست. مدت نگهداری ویراتور در بتن به میزان اسلامپ بتن بستگی دارد؛ بتن روانتر به لرزاندن کمتری نیاز دارد. جدول ۳-۱۸ راهنمایی

جدول ۳-۱۸. مدت زمان لرزاندن بتن نسبت به اسلامپ آن

| غلظت بتن       | اسلامپ بتن (سانتیمتر) | مدت لرزاندن* (ثانیه) |
|----------------|-----------------------|----------------------|
| فوق العاده خشک | —                     | ۱۸ تا ۳۲             |
| خیلی سفت       | —                     | ۱۰ تا ۱۸             |
| سفت            | ۵ تا ۲/۵              | ۵ تا ۱۰              |
| سفت خمیری      | ۲/۵ تا ۵              | ۳ تا ۵               |
| خمیری          | ۷/۵ تا ۱۰             | ۰ تا ۳               |
| روان           | ۱۲/۵ تا ۱۷/۵          | —                    |

\* این مدتها ممکن است با نظر دستگاه نظارت تغییر یابد، به نحوی که مدت لرزاندن نمایان قدر طولانی باشد که باعث تفکیک دانه‌ها بشود و نه آن قدر کوتاه باشد که عمل لرزاندن انجام نشود.

حد کفایت تراکم بتن به وسیله ظاهر آن ارزیابی می‌شود. مشخصه‌های اصلی بتنی که به نحو مطلوب متراکم شده باشد، عبارت است از:

- فرورفتن دانه‌های درشت، مسطح شدن کلی سطح بتن، مخلوط شدن بتن بعدی با بتن قبلی، درخشیدن بتن در سطح، و نمایان شدن خمیر سیمان در محلهای تماس بتن و قالب
- متوقف شدن خروج حبابهای بزرگ هوای حبس شده به سطح بتن
- گاهی صدا یا تن ویراتور راهنمای مفیدی است؛ وقتی که ویراتور وارد بتن می‌شود، معمولاً "فرکانس آن کاهش می‌یابد و پس از مدتی فرکانس مجدداً" بالا می‌رود و نهایتاً "هنگامی که بتن عاری از هوا می‌شود صدای ویراتور یکنواخت و ثابت می‌شود. به علاوه، کارگر مجرب از طریق اثر و عمل ویراتور احساس می‌کند که چه موقع بتن کاملاً" متراکم شده است.

#### ت) تجدید لرزاندن بتن

لرزاندن دوباره بتن فقط در صورتی مجاز است که شرایط زیر مهیا باشد:

- بتن هنوز در چنان حالت خمیری باشد که ویراتور در اثر وزن خود در آن فرو رود.
- بتن هنوز آن قدر سخت نشده باشد که نتوان با استفاده از ویراتور دوباره آن را انعطافپذیر کرد.
- قبلاً" تأیید دستگاه نظارت کسب شده باشد.

### ث) لرزاندن پوشش بتنی کانالها

بتن پوشش کانال در حین اجرا توسط ویراتور نصب شده روی شمشه با طرق مناسب و مورد تأیید دیگر و به صورت سطحی لرزانده می شود. پوشش بتنی کانالها با ماشین مخصوص انجام می شود؛ تجهیزات لرزاندن باید بر روی این دستگاه نصب شده و با سرعت مؤثر و طبق توصیه های کارخانه سازنده دستگاه کار کند. تجهیزات مذکور باید کاملاً<sup>۱</sup> از نقطه نظر نتیجه مورد نظر دستگاه نظارت، رضایتبخش بوده و عملکرد آن روی مخلوط بتنی قابل اطمینان باشد. در صورتی که نتیجه کار دستگاه از نقطه نظر عمل لرزاندن مورد قبول دستگاه نظارت نباشد، باید فوراً<sup>۲</sup> تجهیزات لرزاندن اصلاح شود. مواردی که بتن پوشش کانالها با استفاده از قالبهای لغزنده<sup>۳</sup> ریخته می شود، لرزاندن بتن باید حین ریختن بتن روی شیب جانبی کانال صورت گیرد. لرزاندن بتن ریخته شده روی نیمرخ منشور کانالها در هیچ شرایطی مجاز نیست. در هر حالت، پس از پرداخت سطح بتن عمل لرزاندن بتن مجاز نمی باشد.

### ۳-۱۳. محافظت<sup>۲</sup> و مراقبت (عمل آوردن)<sup>۳</sup> بتن

#### ۳-۱۳-۱. محافظت

پیمانکار باید کلیه محلهای بتن ریزی و همچنین بتن های ریخته شده را در برابر عوامل خارجی و شرایط جوی نامناسب به شیوه ای مناسب و مورد قبول دستگاه نظارت محافظت کند. بتن بلافاصله پس از ریختن باید در مقابل جریان شدید آب و مواد شیمیایی مضر و همچنین فشارهای مستقیم و غیرمستقیم و تکانهای شدید حفظ شود. سطوح بتن تازه ریخته شده باید از سرما و یخبندان، باران، تابش آفتاب تند، وزش بادگرم و سایر عوامل جوی مضر به حال بتن تازه محافظت شود. هرگونه آسیب دیدگی که به هردلیلی در قطعاتی از بتن ایجاد شود باید طبق دستور دستگاه نظارت برطرف شود.

#### ۳-۱۳-۲. حفاظت عملیات بتن ریزی و بتن تازه ریخته شده

پیمانکار در کارگاه و محل بتن ریزی باید وسایل و تجهیزات ضروری را پیش بینی کند تا عملیات بتن ریزی و همچنین بتن تازه ریخته شده در مقابل تغییرات جوی و برف و باران ناگهانی محافظت شود. عبور و مرور افراد از روی قطعه بتنی در تمام مدت اجرای عملیات بتن ریزی و بعد از تکمیل و گیرش کامل بتن (حداقل ۲۴ ساعت پس از اتمام بتن ریزی) به هیچ وجه مجاز نیست. در صورت لزوم، طبق دستور دستگاه نظارت، باید با قراردادن تخته های پهن و صاف، راه عبور موقت برای افراد مسئول تأمین شود.

در طول مدت محافظت بتن، باید اقدامات و پیشگیریهای لازم برای محافظت بتن در مقابل آسیبهایی از قبیل بارگذاری غیر مجاز، لرزش و یا ضربه شدید به عمل آید. کلیه سطوح تمام شده

1. slip forms

2. protection

3. curing

بتنی باید در مقابل آسیبهای ناشی از عملیات ساختمانی و کارهای مربوط به مراقبت بتن محافظت شود. قطعات بتنی نباید به نحوی بارگذاری شود که خستگی در قطعه بتنی از حد مجاز تجاوز نماید. قطعه بتنی حداقل به مدت ۷۲ ساعت بعد از ریختن نباید در حرارتی کمتر از ۵ درجه سانتیگراد نگهداری شود و در صورت لزوم باید روش حفاظت از بتن قبلاً "به تصویب دستگاه نظارت برسد. در فصل پاییز و زمستان و مواقعی که احتمال یخبندان وجود دارد و ممکن است درجه حرارت محیط به کمتر از ۵ درجه سانتیگراد برسد، باید طبق دستور دستگاه نظارت، پیش بینیه‌ها و اقدامات لازم به منظور محافظت بتن تازه ریخته شده در مقابل خطر یخبندان به عمل آید.

۳-۳-۱. قیراندود کردن و عایقکاری جدارهای بتنی (محافظت در مقابل آبهای حاوی سولفات)  
پیمانکار باید تمام سطوح بتنی را که در معرض آبهای حاوی سولفات قرار می‌گیرد، طبق دستور دستگاه نظارت عایقکاری کند. نوع و مشخصات قیر و سایر مصالح که برای این قبیل کارها باید به مصرف برسد، طبق نقشه یا دستور دستگاه نظارت تعیین می‌شود. این قبیل عایقکاریها برای پی‌ها، شمع و نظایر آن نیز به کار می‌رود.

قبل از عایقکاری، سطوح بتنی باید صاف و بدون حفره و عاری از گرد و خاک بوده و خشک باشد. عایقکاری در هوای بارانی و یا درجه حرارت کمتر از ۵ درجه سانتیگراد مجاز نیست.

۳-۳-۴. نگهداری و گیرش قطعات بتنی  
مراقبت بتن بلافاصله پس از ریختن آن شروع می‌شود. از بتن تازه باید در تمام مدت لازم برای تکمیل عمل آبرگیری و سخت شدن (حداقل ۷ روز پس از گرفتن) مراقبت شود تا مقدار از دست دادن رطوبت آن به حداقل ممکن محدود شود. قبل از هر گونه بتن‌ریزی، باید کیفیت و کفایت تجهیزات لازم برای مراقبت به تأیید دستگاه نظارت برسد.

۳-۳-۵. روشهای مراقبت  
روشهای متنوع و متداول مراقبت به دو دسته تقسیم شود:

- استفاده از آب برای مرطوب نگاه داشتن سطوح بتنی
- استفاده از پوشش عایق رطوبت برای جلوگیری از تبخیر آب بتن

روش مراقبت با توجه به نوع کار و شرایط محلی، با تشخیص دستگاه نظارت تعیین می‌شود. در مواقعی که مشخصات بتن و دستورالعملها روش مراقبت را تعیین نکرده باشد باید به شرح زیر عمل شود:

- برای مراقبت بتن پوشش کانال و سایر پوششها و سازه‌هایی که روی بستر خاکی قرار می‌گیرد تا حد امکان از مواد عمل‌آورنده<sup>۱</sup> استفاده شود.
- سطوح قالب‌بندی نشده کف پلها و آبرو جاده‌ها<sup>۲</sup> که قسمت بالایی آنها مجاور هواست، باید به

وسیله رطوبت آب مراقبت شود.

– سطوح بدون قالب بتن را که با خاک پوشانده می شود می توان توسط آب و یا خاک مرطوب مراقبت کرد.

– سایر قطعات بتنی باید توسط آب مراقبت شود.

#### الف) مرطوب نگاه داشتن سطوح با استفاده از آب

بلافاصله پس از گیرش و سخت شدن بتن (تقریباً ۱۲ تا ۲۴ ساعت بعد از تکمیل بتن ریزی)، پیمانکار باید با نظر دستگاه نظارت عملیات مرطوب نگاه داشتن کلیه سطوح بتنی را آغاز کند و به طور مداوم تا پایان مدت لازم ادامه دهد. آب مصرفی در این روش باید همانند آب مصرفی در مخلوط بتن تمیز و عاری از مواد مضر باشد و باعث ایجاد لکه یا تغییر رنگ بتن نشود.

مرطوب نگاه داشتن سطوح بتنی به شکلهای زیر صورت می گیرد:

(۱) آبپاشی: در این حالت، کلیه سطوح بتنی به نحوی (دایم یا متناوب) آبپاشی می شود که سطوح مذکور همواره مرطوب بماند. در مورد بتن بدون قالب بندی، آبپاشی پس از سخت شدن بتن و در مورد بتن قالب بندی شده، آبپاشی بلافاصله پس از برداشتن قالب صورت می گیرد.

(۲) استفاده از آب راکد<sup>۱</sup>: در مواردی که قبلاً اجازه دستگاه نظارت کسب شده باشد می توان سطوح افقی را با ایجاد لبه های برجسته خاکی و تشکیل حوضچه هایی به عمق ۱ تا ۲ سانتیمتر با آب پر نمود. این حوضچه ها باید آب بند باشد و از نشت آب به دیگر قسمتهای سازه جلوگیری کند. به منظور جلوگیری از ترک خوردگی ناشی از تغییر درجه حرارت، حرارت آب نباید از ۱۱ درجه سانتیگراد بیشتر باشد.<sup>۲</sup>

(۳) پوشش مراقبت (پوشینه مراقبت)<sup>۳</sup>: پس از اینکه بتن به اندازه ای سخت شود که به سطوح آن آسیب وارد نیاید، سطح بتن باید با استفاده از مصالحی مانند: کرباس، حصیر، گونی، نمد، ماسه، خاک، خاک اره، گاه و سایر مصالح مناسب و مورد تصویب دستگاه نظارت به ضخامت کافی پوشانده شده، و با آبپاشی همواره مرطوب نگاه داشته شود.

برای جلوگیری از ایجاد لکه روی سطح بتن، گونیهای مصرفی باید قبلاً "خوب شسته شود و پس از خیس شدن روی سطح بتن قرار گیرد. این گونیها باید نازک نباشد و همواره خیس نگاه داشته شود.

خاک مصرفی در این روش باید عاری از ذرات بزرگتر از ۲/۵ سانتیمتر و نیز مواد مضر به حال سیمان باشد. ماسه و خاک اره مصرفی باید تمیز بوده، و ذرات بزرگتر از ۲/۵ سانتیمتر و نیز مواد

1. ponding, immersion

۲. مأخذ: ACI 308-81

3. curing blanket

مضر به حال سیمان نداشته باشد. استفاده از خاک اره به دست آمده از چوبهایی که دارای مقدار بیش از حد جوهر مازو<sup>۱</sup> باشد (از قبیل چوب بلوط) مجاز نیست، ولی استفاده از سایر انواع چوب مانعی ندارد. ضخامت پوشش باید حداقل ۵ سانتیمتر باشد؛ قبل از اینکه بتن با این مصالح پوشانیده شود، سطوح بتنی سخت شده را باید مرطوب کرد.

#### ب) حفظ آب بتن با استفاده از ترکیبات عمل آورنده

بلافاصله پس از ریختن بتن تازه، مایع عایق رطوبت و همچنین پوششهای غیرقابل نفوذ با دستور دستگاه نظارت به کار برده می شود. مواد مصرفی باید از جنسی باشد که آب بتن را جذب نکند.

به کار بردن این مواد باعث ایجاد یک پوسته (= فیلم) نازک غیرقابل نفوذ روی سطوح بتنی می شود و رطوبت بتن را حفظ می کند.

مشخصات مواد مصرفی باید از قبل به تأیید دستگاه نظارت برسد. این مواد به رنگهای سفید، خاکستری، سیاه یا بی رنگ ساخته می شود و اغلب از نوع بی رنگ یا خاکستری آن استفاده می شود. در نقاط بسیار گرم و با تابش زیاد آفتاب، استفاده از نوع سفید رنگ آن توصیه می شود. هرکدام از قوطیها و همچنین کلیه محموله های این مواد باید غیر سمی و دارای غلظت و کیفیت یکنواخت باشد. قبل از کاربرد این مواد، باید نمونه آن و گواهی کارخانه سازنده، همراه با نتایج آزمایشهای فنی و نیز کلیه مشخصات لازم برای تصویب در اختیار دستگاه نظارت قرار داده شود. استعمال این مواد قبل از تصویب دستگاه نظارت مجاز نیست. در صورت لزوم، دستگاه نظارت می تواند رأی "سا" به آزمایشهای لازم اقدام کند. در قطعات بتنی و بدون قالب بندی، باید پس از تکمیل عملیات پرداخت و سخت شدن بتن و قبل از زایل شدن درخشندگی آب سطح سازه بتنی و پیش از ظهور ترکهای مویی ناشی از خشک شدن و انقباض بتن، مایع عایق رطوبت با افشاننده های مکانیکی تحت فشار روی سطح بتن و لبه خارجی آن پاشیده شود. پاشیدن این مواد روی سطوح جانبی و کف کانالها باید به طور جداگانه صورت گیرد، مگر اینکه کلیه سطوح مذکور به طور همزمان آماده پاشیدن مواد ذکر شده باشد.

به محض ناپدید شدن آب سطوح بتنی و در حالی که هنوز سطح مزبور مرطوب به نظر می رسد، مواد عایق باید به طور یکدست پاشیده شود تا یک پوسته آب بندی یکنواخت به وجود آید. باید به قدر کافی دقت شود که لبه ها، گوشه ها و ناهمواریهای سطوح قالب بندی شده به خوبی به وسیله مواد مزبور پوشانده شود. حداقل میزان مصرف این مواد برای هر متر مربع سطح بتنی تقریباً "معادل ۰/۲ تا ۰/۳ لیتر است". دستگاه نظارت می تواند برای تحویل پوسته آب بندی مطابق مشخصات و با توجه به ویژگیهای کار، مقدار مصرف این مواد را افزایش دهد و همچنین می تواند دستور پاشیدن دو قشر از این مواد را صادر کند که در این صورت، قشر دوم باید در جهت عمود بر جهت قشر اول پاشیده شود.

کنترل کیفیت این مواد و بازده و کارایی آن به ترتیب براساس استانداردهای ASTM-C309 و ASTM-C156 صورت خواهد گرفت.

در کلیه موارد، در حین پخش باید مایع را مرتباً با وسایل مکانیکی به هم زد. پخش مایع روی سطوح بتنی با آب زیاد و یا در مواقع بارندگی و ریزش برف مجاز نیست.

تجهیزات و روش پاشیدن مواد عمل آورنده باید مطابق مشخصات باشد و قبلاً به تأیید دستگاه نظارت برسد. تجهیزات مربوط به پاشیدن مواد مذکور روی پوشش بتنی کانالها باید به نحوی باشد که سرلوله‌های پخش بتواند حین حرکت دستگاه به جلو به سهولت حرکت کند و هرکدام از سطوح شیبدار و کف کانال را به طور جداگانه پوشش نماید. عملیات مربوط به تعمیر بتن باید پس از پاشیدن مواد عایق رطوبت و خشک و سخت شدن این مواد صورت گیرد.

در مواردی که در پاشیدن مواد عمل آورنده تأخیر ایجاد شده، یا عملیات قطع شود، باید سطوح مطابق دستور دستگاه نظارت آبپاشی شود تا عملیات پاشیدن مواد آغاز شده، یا دوباره از سر گرفته شود. مواد مصرفی باید دارای چنان خواصی باشد که ۳۰ دقیقه پس از مصرف، پوسته نازکی از آن روی سطح بتن ایجاد شود.

انواع مواد عمل آورنده باید در حرارت بیش از ۵ درجه سانتیگراد قابل پخش با وسایل مکانیکی تحت فشار باشد. در صورتی که پوسته ایجاد شده روی بتن به هر دلیلی زودتر از ۲۸ روز بعد از ریختن بتن آسیب ببیند، قسمت آسیب دیده باید طبق دستور دستگاه نظارت فوراً با پاشیدن مایع اضافی و به‌هزینه پیمانکار ترمیم شود. عبور و مرور وسایل نقلیه و تجهیزات کار از روی سطوح بتنی که توسط مواد ذکر شده پوشانده شده است برای مدت حداقل ۲۸ روز بعد از پاشیدن مواد مذکور مجاز نیست.

مواد عایق رطوبت را می‌توان هم برای سطوح افقی و هم برای سطوح عمودی به کار برد. استفاده از این مواد در سطوحی که بعداً بتن، رنگ، کاشی و یا مصالح دیگر روی آنها خواهد آمد، مجاز نیست.

### ۳-۳-۶. مدت مراقبت

به طور کلی، مدت زمان لازم برای مراقبت بتن با توجه به نوع سیمان، نسبت‌های اختلاط، مواد مضاف به کار رفته، مقاومت تعیین شده، ابعاد و شکل قطعه بتنی، آب‌وهوا، شرایط اقلیمی و شرایط نمایان بودن قطعه بتنی، توسط دستگاه نظارت معین می‌شود.

در آب و هوای بالاتر از ۵ درجه سانتیگراد، حداقل مدت مراقبت برای کلیه روشهای مراقبت یا ۷ روز یا مدت زمانی است که برای به دست آوردن ۷۰ درصد مقاومت فشاری یا خمشی تعیین شده لازم است؛ هر کدام که کمتر باشد.<sup>۱</sup>

اگر بتن ریزی در شرایط آب و هوای ۵ درجه سانتیگراد یا پایین تر از آن صورت گیرد، باید طبق مشخصات بتن ریزی در هوای سرد و دستورالعملهای دستگاه نظارت عمل شود.

### ۳-۱۴. درزهای قطعات بتنی

محل، فواصل، ضخامت، عمق، نحوه ساخت، قالب بندی و چگونگی پر نمودن (در صورت ضرورت) درزهای قطعات بتنی باید مطابق نقشه ها، و با تأیید دستگاه نظارت باشد. انواع درزهایی که در سازه های آبی و پوشش بتنی کانالها به کار برده می شود، عبارت است از:

– درزهای ساختمانی

– درزهای انقباض

– درزهای انبساط

### ۳-۱۴-۱. درزهای ساختمانی<sup>۲</sup>

این گونه درزها به علت توقف بتن ریزی در مرحله هایی تعبیه می شود که به تشخیص دستگاه نظارت مناسب است. در مورد پوشش بتنی کانالها، درزهای ساختمانی در محل درزهای انقباض عرضی واقع می شود. منظور از درزهای ساختمانی در بتن، فصل مشترک بتن سخت شده با بتن تازه می باشد. به طور کلی، درزهایی که محل آن روی نقشه نشان داده نشده است، باید در مرحله های ساخته شود که تأثیر آن در نقصان مقاومت بتن ساخته شده حداقل باشد و از نظر ظاهری کمترین اثر را داشته و مورد قبول دستگاه نظارت باشد. ارتفاع هر مرحله از بتن ریزی در هیچ حالتی نباید از ۳ متر تجاوز کند. بتن ریزی (چه مسلح و چه غیر مسلح) دالهای کف باید تا حد امکان به صورت شطرنجی دارای فاصله های برابر در هر دو جهت و به ابعاد مورد تأیید دستگاه نظارت انجام شود. در محل اتصال دیوار به کف، قسمت پای دیوار به ارتفاع حداقل ۱۵ سانتیمتر و یا طبق نظر دستگاه نظارت باید به طور یکپارچه و همزمان با تاوله کف بتن ریزی شود. درزهای ساختمانی باید کاملاً "عمودی یا افقی باشد، مگر در مواردی که در نقشه ها برای قسمتهای شیب دار (مانند پوشش کانالها) به نحو دیگری مشخص شده باشد. درزهای ساختمانی باید عمود بر جهت میلگردهای اصلی باشد؛ برای تعبیه درزهای عمودی یا شیب دار باید از قالب استفاده شود.

۱. مأخذ: ACI-308

2. construction joints (bonded joints)

کلیه میلگردهای فولادی باید در محل درزهای ساختمانی ادامه یابد و در صورت لزوم، برای اتصال محکمتر باید از میلگرد دوخت و یا کام و زبانه بتنی استفاده شود. جزئیات این قبیل کارها باید قبلاً" به تصویب دستگاه نظارت برسد.

### ۳-۱۴-۲. درزهای انقباض<sup>۱</sup>

درزهای انقباض برای کنترل ترکهای ناشی از انقباض که در اثر تنشهای کششی و به هنگام سخت شدن و یا افت درجه حرارت یا رطوبت در پوششهای بتنی به وجود آید، تعبیه می شود. درزهای انقباض باید در محلهای تعیین شده در نقشه های اجرایی ایجاد شود. این گونه درزها معمولاً" به وسیله ایجاد یک مقطع ضعیف در مقطع بتنی ساخته می شود.

درزهای انقباض در دالهای کف که روی زمین قرار می گیرد، باید در هر دو جهت و به فاصله یکسان و مساوی طبق نقشه ها و دستور دستگاه نظارت ایجاد شود. درزهای انقباض کف را می توان قبل از سخت شدن بتن، توسط ابزار مخصوص و یا بعد از سخت شدن با اره برقی ویژه بتن، با ایجاد شیارهایی به عمق تقریبی یک سوم ضخامت دال ایجاد کرد. در پوشش بتنی کانالها، درزهای انقباض به شکل شیار<sup>۲</sup> به عرض ۱۰ الی ۱۵ میلیمتر در یک سوم بالای ضخامت پوشش تعبیه می شود. ساخت شیار باید مدتی بعد از بتن ریزی آغاز شود تا ضمن اینکه بتن هنوز حالت نسبتاً" خمیری دارد، بتن به دنبال ابزار شیار ساز کشیده نشود. اره برقی ویژه بتن باید دارای تیغه فولادی با روکش الماس باشد و محل درزها پس از ۸ تا ۴۸ ساعت بعد از خاتمه بتن ریزی و طبق دستور دستگاه نظارت اره شود.

اره ویژه بتن باید به نحو مطلوب مهار شود تا شیار اره شده به عمق مورد نظر در تمام طول، امتداد و تراز تعیین شده ایجاد شود. روش ایجاد شیار در پوشش بتنی کانالها باید قبلاً" به تأیید دستگاه نظارت برسد. درزهای انقباض در پوشش بتنی کانالها باید در امتدادهای عرضی و طولی مستقیم و در یک راستا تعبیه شده و تا خاتمه ماهیچه بتنی دو لبه پوشش ادامه یابد و با مواد پر کننده و آب بند درزها که قبلاً" به تأیید دستگاه نظارت رسیده است، پر و آب بندی شود. در پوشش بتنی کانالها دو نوع درز انقباض وجود دارد: درز انقباض عرضی و درز انقباض طولی

### الف) درزهای انقباض عرضی

این درزها برای کنترل ترکهای عرضی ناشی از جمع شدن بتن در دوره تغییر حجم (در هنگام گرفتن) و به علت افت درجه حرارت یا رطوبت پیش بینی می شود. شیارهای مربوط به درزهای انقباض عرضی باید در تمام مقطع عرضی کانال ایجاد شود. این شیارها باید مستقیم و دقیق باشد و رواداری آن نسبت به محور شیار آن از ۱۵ میلیمتر در هر ۳/۵ متر تجاوز نکند. همچنین، سطوح این شیارها باید

1. constraction joints(control joints)

2. groove

صاف و یکنواخت باشد. ناهمواری سطوح مزبور نباید بیش از ۳ میلیمتر باشد. نمای این شیارها باید مشابه یک سطح ماله‌کشی شده باشد.

در صورتی که در نقشه‌ها و مشخصات فواصل درزهای انقباض عرضی در پوشش بتنی کانالها تعیین نشده باشد می‌توان با نظر دستگاه نظارت از جدول ۱۹-۳ استفاده کرد.

جدول ۱۹-۳. ابعاد و فواصل درزهای انقباض  
عرضی در پوشش بتنی کانالها

| فاصله درزها<br>(متر) | ضخامت پوشش<br>(سانتیمتر) |
|----------------------|--------------------------|
| ۳                    | ۵ تا ۶/۵                 |
| ۴/۵ تا ۳/۵           | ۷/۵ تا ۱۰                |

مأخذ: U.S.B.R.

### ب) درزهای انقباض طولی

این گونه درزها برای کنترل ترکهای طولی غیر منظم در پوشش بتنی کانالها ساخته می‌شود.

تعبیه درزهای طولی در کانالهای دارای محیط تر شده تا ۹ متر ضرورت ندارد، مگر به تشخیص دستگاه نظارت؛ ولی به طور کلی و در صورت نیاز، محل و فاصله درزها باید با توجه به نقشه‌ها، شرایط اقلیمی، درجه حرارت و مشخصات پوشش طبق مشخصات فنی خصوصی و با دستور دستگاه نظارت عمل شود.

### ۳-۱۴-۳. درزهای انبساط<sup>۱</sup>

درز انبساط در قطعات بتنی به منظور تأمین انبساط یکپارچه حجم معینی از قطعه بتنی پیش بینی می‌شود. این گونه درزها باید طوری ساخته شود که هیچ‌گونه اتصالی بین بتن دو طرف درز وجود نداشته باشد. درزهای انبساط در بتن باید در محل‌های تعیین شده در نقشه‌ها و مطابق با مندرجات این نشریه و در خط مستقیم ساخته شود.

روش ایجاد درز انبساط باید مورد تأیید دستگاه نظارت باشد. برای تعبیه درز انبساط روشهای متعددی، از جمله دو روش زیر، وجود دارد:

روش اول (با استفاده از قالب‌بندی): بعد از سخت شدن بتن یک سمت درز، نوارهایی از نوع چوب یا فلز و یا از دیگر مصالح قابل قبول دستگاه نظارت در محل درز قرار داده می‌شود. پس از ریختن و سخت شدن بتن سمت دیگر درز، این نوارها برداشته می‌شود. به هنگام قرار دادن و برداشتن این نوارها (قالبها)، باید دقت شود که گوشه‌ها و یا کناره‌های بتن شکسته نشود. پس از تعبیه درز انبساط محل آن طبق مشخصات و دستور دستگاه نظارت، به وسیله موادی که دارای خاصیت ارتجاعی (الاستیک) باشد، پر می‌شود.

روش دوم: در محل درز از ابتدا مواد ارتجاعی مثل ورقهای پلاستیک قرار داده می‌شود و سپس بتن هردو سمت درز ریخته می‌شود.

میلگردها نباید درز انبساط را قطع کند، چنانچه میلگرد یا آهن مهاری اجباراً "در محل درزها ادامه پیدا کند، به منظور اجتناب از چسبندگی، انتهای میلگردها باید با مواد عایق اندود شود، یا اینکه روی آن با کاغذ و لفاف مخصوص پوشانیده شود تا هیچ‌گونه اتصالی با بتن سمت دیگر درز پیدا نکند.

پس از ایجاد درز انبساط باید آن را کاملاً "تمیز و با مواد قابل ارتجاع که مورد تأیید دستگاه نظارت باشد، پر کرد.

درزهای انبساط در پوشش بتنی کانالها مورد استفاده ندارد، مگر درجایی که پوشش به یک سازه فنی منتهی شود. درزهای انبساط در پوشش کانالها باید مطابق نقشه‌ها و مشخصات و در محل‌های تعیین شده ایجاد شود.

### ۳-۴ (۴-۱). مواد پرکننده درزهای قطعات بتنی (مواد درزبندی)<sup>۱</sup>

در مواردی که نقشه‌ها و یا دستورالعملها تعیین می‌کند، باید درزهای قطعات بتنی با مواد مناسب پر شود. نوع این مواد و روش و تجهیزات کاربرد این مواد باید مطابق مشخصات و با تأیید قبلی دستگاه نظارت باشد.

### الف) مصالح

مواد درزبندی باید قابل ارتجاع و چسبنده بوده و قابلیت درزبندی مؤثر درزهای قطعات بتنی در مقابل نفوذ رطوبت را در تمام دوره‌های مکرر انبساط و انقباض داشته باشد.

خاصیت ارتجاعی (الاستیک) مواد درزبندی باید در تغییرات درجه حرارت از ۱۰- درجه سانتیگراد تا ۶۰ درجه سانتیگراد، بدون تغییر شکل زیاد و شکنندگی حفظ شود.

مواد درزبندی به دو بخش به شرح زیر تفکیک می شود:

(۱) مصالح پرکننده<sup>۱</sup>: این مصالح نسبت به مصالح آب بند از کیفیت و قیمت پایین تری برخوردار است و قسمت اعظم عمق درز انبساط توسط آن پر می شود.

(۲) مصالح آب بند<sup>۲</sup>: این مصالح دارای قابلیت انعطاف و خاصیت آب بندی است و محل درز را کاملاً "آب بندی می کند". ضخامت این مصالح بسته به مورد و طبق نظر دستگاه نظارت، بین ۲۰-۵۰ میلیمتر در انتهای محل درز خواهد بود.

نوع مواد درزبندی، ترکیب مصالح، غلظت و تراکم، نفوذپذیری و درجه حرارت آن در هنگام مصرف باید مورد تأیید دستگاه نظارت باشد. قبل از سفارش و استفاده از مواد مذکور، باید مقدار کافی از این مواد به عنوان نمونه همراه با مشخصات و گواهی کارخانه سازنده برای تأیید در اختیار دستگاه نظارت قرار گیرد. کارخانه سازنده مواد درزبندی باید تجربه کافی در تهیه و روش کاربرد این مواد را داشته باشد. در صورت لزوم، دستگاه نظارت می تواند رأی "به انجام آزمایش این مواد اقدام کند". روش آزمون موادی که برای پرکردن درزهای قطعات بتنی به کار می رود، مطابق استاندارد شماره ۵۸۲ ایران است.

#### ب) کاربرد مواد درزبندی

قبل از کار گذاشتن مواد درزبندی، کلیه مواد زاید از قبیل: خرده بتن، ملات، خرده ریز، گرد و خاک، کثافت، لجن، روغن، چربیها و غیره باید از محل درزها برداشته شده و درزها توسط فشار هوا یا پاشیدن ماسه تحت فشار کاملاً "تمیز شود". درزها باید بلافاصله پس از خاتمه دوره مراقبت یا به محض اینکه شرایط جوی اجازه دهد، طبق دستورالعمل مربوطه پر شود. در موقع کاربرد مواد درزبندی شرایط زیر باید برقرار باشد:

— درزها باید کاملاً "تمیز بوده، و سطوح آنها توسط حرارت یا سایر روشهای متداول مورد قبول خشک شده باشد.

— وضعیت درزها توسط دستگاه نظارت بازدید شده، و مورد تأیید قرار گرفته باشد.

— درجه حرارت بتن و محیط از ۱۰ درجه سانتیگراد کمتر نباشد.

— درجه حرارت مواد درزبندی در موقع استفاده نباید از ۱۰ درجه سانتیگراد کمتر باشد. در صورت

لزوم، باید با وسایل مناسبی (به غیر از استفاده از شعله مستقیم) که مورد تأیید دستگاه نظارت باشد، درجه حرارت مواد بالا برده شود.

روش و تجهیزات اختلاط و ریختن مواد درزبندی، باید مطابق مشخصات توصیه شده به وسیله کارخانه سازنده باشد و قبلاً "به تأیید دستگاه نظارت برسد. مواد درزبندی باید به طور ممتد و بدون اینکه حبابهای هوا در آنها تشکیل شده و حل شود، از پایین به بالای درز ریخته شود. در صورتی که مواد درزبندی به نحو مورد قبول ریخته نشود، طبق دستور دستگاه نظارت باید درزها از این مواد تخلیه کاملاً تمیز شده، و دوباره به طرز رضایتبخش پر شود.

### ۳-۵. آب بندها<sup>۱</sup>

آب بندها نوارهای فلزی یا نوارهای نرمی از مواد پی.وی.سی هستند که برای آب بندگی کامل و غیر قابل نفوذ کردن درزها، در محل درزهای سازه های آبی به کار برده می شوند. آب بند باید در درزها و محل هایی که در نقشه ها و یا دستورالعملها نشان داده می شود، نصب گردد.

محل، ابعاد و روش نصب آب بند باید مطابق مشخصات و مورد تأیید دستگاه نظارت باشد.

### الف) مصالح

مصالح آب بند باید از نوع لاستیکی، پلاستیکی (مانند کلرور پلی وینیل<sup>۲</sup> یا از انواع فلزی<sup>۳</sup>) (مانند ورق مس) باشد و به تأیید دستگاه نظارت برسد. آب بند نباید در معرض اشعه مستقیم خورشید و نیز در تماس با روغن یا چربی قرار گیرد. آب بند باید متراکم، یکنواخت و عاری از سوراخ و سایر عیوب باشد.

تاب کششی، تغییر شکل زمانی، نتایج آزمایش تأثیر مواد قلیایی روی نمونه های آب بند و روش آزمایشهای مزبور باید مورد تأیید دستگاه نظارت باشد.

### ب) وصله نمودن<sup>۴</sup>

وصله نمودن آب بند در کارگاه باید مطابق توصیه کارخانه سازنده باشد و با نظر دستگاه نظارت انجام شود. در مورد مصالحی از قبیل پی.وی.سی، این عمل باید به وسیله درزبندی گرم<sup>۵</sup> صورت گیرد. عمل گرم کردن مصالح درزبندی باید با گرمکنهای مجهز به ترموستات صورت گیرد تا حرارت بیش از اندازه موجب سوختن مصالح نشود. مقاومت کششی وصله نباید از ۷۵٪ مقاومت قسمتهای وصله نشده مصالح کمتر باشد.

1. water stop

2. poly-vinyl chloride

3. metal water seals

4. splicing

5. heat sealing

### پ) نصب<sup>۱</sup>

آب‌بند باید به نحوی نصب شود که تغییر حجم بتن در اثر انبساط و انقباض باعث تضعیف و یا از بین رفتن خاصیت آب‌بندی نشود. آب‌بند باید به نحوی کار گذاشته شود که محور آب‌بند منطبق بر محور درز قرار گیرد تا در هر دو طرف درز یک دیافراگم ممتد آب‌بندی<sup>۲</sup> ایجاد کند.

در هنگام ریختن و متراکم نمودن بتن در حوالی آب‌بند باید به اندازه کافی دقت شود تا زیر و اطراف آب‌بند از بتن متراکم شده به خوبی پر شود و اتصال کامل بین بتن و تمام محیط‌طرفین آب‌بند به وجود آید. در صورت وارد شدن آسیب به آب‌بند در حین کار، باید آن را طبق دستور دستگاه نظارت مرمت یا تعویض کرد. چنانچه پس از بتن‌ریزی، آب‌بند در موقعیت یا محل تعیین شده قرار نداشت، طبق دستور دستگاه نظارت باید بتن اطراف آن تخلیه شده، و آب‌بند دوباره تنظیم و بتن‌ریزی شود.

پس از نصب آب‌بند، قسمت نمایان آن باید از تابش آفتاب و سایر عوامل جوی و مخرب محافظت شود.

میلگردهایی که برای مهار نمودن آب‌بند به کار برده می‌شود، باید توسط سیم و سایر روشهای مورد قبول دستگاه نظارت در جای خود تثبیت شود.

### ۳-۱۵. بتن‌های ویژه

#### ۳-۱۵-۱. بتن کم‌مایه (لاغر)

قبل از اجرای پی‌های بتن مسلح باید یک قشر بتن لاغر از نوع B-۱۰۰ ریخته شده، و پخش شود. ضخامت این قشر باید مطابق نقشه‌های اجرایی باشد و چنانچه این ضخامت در نقشه‌های اجرایی مشخص نشده باشد، باید آن را حدود ۱۰ سانتیمتر اختیار کرد.

بتن لاغر (B-۷۵) برای پرکردن خاکبرداریهای اضافی در مقطع کانالها و یا حفره‌های ایجاد شده بعد از انجام عملیات ترمیم به کار برده می‌شود.

#### ۳-۱۵-۲. بتن پیش‌ساخته<sup>۳</sup>

چنانچه در نظر باشد از بتن پیش‌ساخته برای تمام یا بخشی از یک سازه آبی استفاده شود، کلیه عملیات از قبیل چگونگی دانه‌بندی مصالح، مقدار سیمان، روش اختلاط، نحوه تراکم، قالب‌بندی، مراقبت از بتن و غیره باید طبق نقشه‌ها و دستورالعملهای دستگاه نظارت صورت گیرد. جابه‌جا نمودن

قطعات پیش ساخته باید زودتر از موعد معین در دستورالعملها صورت گیرد. کلیه کارهای بتنی پیش ساخته باید تحت نظر مستقیم دستگاه نظارت انجام شود.

### ۳-۱۵-۳. بتن غیرقابل نفوذ

در موارد پیش بینی شده برای تهیه بتن غیرقابل نفوذ، باید ماده غیر نفوذ کننده‌ای طبق مشخصات و دستورالعمل کارخانه سازنده به مخلوط بتن اضافه شود. نوع ترکیب و روش استفاده از این مواد باید مطابق دستورالعملهای دستگاه نظارت باشد.

### ۳-۱۵-۴. بتن هوادار<sup>۱</sup>

در این نوع بتن، هوا به صورت تعداد کثیری حبابهای میکروسکوپی با استفاده از نوع خاصی از سیمان پرتلند که مواد ایجاد کننده حباب در موقع تهیه سیمان به آن اضافه شده و یا به وسیله مواد مضاف مولد حباب وارد بتن می‌شود. مهمترین خاصیت این نوع بتن مقاومت زیاد آن در مقابل یخبندان است.

بتنی که در معرض اثر مشترک رطوبت و دوره‌های متناوب یخبندان و ذوب قرار می‌گیرد، باید از نوع بتن هوادار ساخته و مصرف شود، مگر اینکه دستگاه نظارت دستور دیگری بدهد. در صورتی که در شرایط جوی ذکر شده از بتن بدون هوا استفاده شود، نسبت وزنی آب به سیمان مخلوط باید به حداقل ممکن (۰/۴ یا کمتر) کاهش داده شود.

میزان هوای موجود در بتن هوادار نباید از مقادیر مندرج در جدول ۳-۹ تجاوز کند. آزمایش تعیین مقدار هوای موجود در بتن باید مطابق مشخصات فنی و دستورالعمل دستگاه نظارت صورت گیرد. مشخصات کارخانه‌ای سیمانهای هوادهنده و یا مواد افزودنی هوادهنده باید به همراه نتایج آزمایشهای لازم برای بررسی و تصویب قبل از مصرف در اختیار دستگاه نظارت قرار گیرد.

به طور کلی، کیفیت و نسبت مصالح دانه‌بندی شده، میزان سیمان، نسبتهای اختلاط، اسلامپ، مقدار هوای موجود و سایر مشخصات مخلوط و نیز نحوه لرزاندن و پرداخت سطوح بتن هوادار باید قبلاً" به تأیید دستگاه نظارت برسد.

### ۳-۱۵-۵. بتن تندگیر و بتن کندگیر

در موارد پیش بینی شده با استفاده از سیمانهای تندگیر یا کندگیر و یا با افزودن مواد مضاف خاص به مخلوط بتن، بتن تندگیر یا کندگیر تهیه می‌شود.

نوع و مشخصات مواد مصرفی و همچنین نحوه تهیه و مصرف بتن‌های مذکور باید مطابق دستورالعملها باشد و قبلاً" به تأیید دستگاه نظارت برسد.

### ۳-۵-۶. پرکردن زیر و پشت ورقهای فلزی (با استفاده از مواد منبسط شونده<sup>۱</sup>)

در تهیه ملاتی که زیر و پشت ورقها ریخته می شود، باید ماسه نرم به کار برده شود. نسبت وزنی سیمان به ماسه در این نوع ملات باید معادل ۱ به ۲ بوده، و نسبت وزنی آب به سیمان از ۵۵/۵ کمتر نباشد. برای ملات زیرپایه های فلزی ماشین آلات، دریچه های کشویی، آستانه دریچه های قوسی در کف و هادی آنها در دیوارها و سایر ملات ریزیهای اطراف کارهای فلزی، باید پودر آلومینیوم به نسبت وزنی ۵/۵۵ تا ۵/۵۲ درصد با سیمان مخلوط شود. مصالح بالا قبل از افزودن آب با ماسه مخلوط شده، و سپس آب به آن اضافه شود. عمل اختلاط باید تا موقعی ادامه یابد که مخلوط ملات کاملاً "نرم و عاری از کلوخه است". ولی، این مدت در هیچ حالتی نباید از سه دقیقه کمتر باشد. ملاتی که ظرف مدت ۴۵ دقیقه پس از اختلاط مصرف نگردد، مردود شناخته می شود.

سطوح بتنی که روی آن ملات ریخته می شود باید تمیز بوده، و به وسیله چتایی، کرباس یا نظایر آن پوشیده شود و برای مدت ۲۴ ساعت قبل از ریختن ملات دایماً "مرطوب نگاه داشته شود".

در محلهایی که شرایط ایجاب می کند، باید قالب نصب شود تا ملات در حین ریخته شدن از محل تعیین شده خارج نشود. همچنین، باید دقت شود تا ملات تمام فضای زیر ورقها را پر کند و هیچ گونه فضای خالی باقی نگذارد. موقعی که گیرش ملات صورت گرفت باید قالبها را برداشت و پس از تراشیدن ملات اضافی، سطوح نمایان ملات را پرداخت کرد. سطوح نمایان ملات باید توسط پارچه کرباس پوشیده شده، و برای مدت سه روز خیس نگهداری شود. به طور کلی، نوع و مشخصات مصالح مصرفی، نسبتهای اختلاط، مشخصات قالب بندی، نحوه ریختن و روش مراقبت ملات باید مطابق دستورالعمل و تأیید قبلی دستگاه نظارت باشد.

### ۳-۵-۷. تزریق دوغاب اطراف میل مهارها

در موارد لازم که کاربرد میلگرد برای دوخت قطعات سنگ به یکدیگر و یا دوخت بتن به بستر سنگی لازم شود، باید غلاف حفاری شده برای جاگذاری میل مهار را پس از نصب میل مهار با دوغاب سیمان پر کرد.

#### الف) دوغاب تزریق

دوغاب باید فقط از سیمان و آب تشکیل شود. معمولاً "نسبت وزن آب به سیمان حدود ۷/۵ می باشد. مقاومت فشاری ۷ روزه نمونه های مکعبی ۱۰ سانتیمتری دوغاب سیمان که ۲۴ ساعت در هوای مرطوب و سپس در آب نگهداری شده باشد، نباید از ۱۷۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد. مصرف مواد روان کننده، دیرگیرکننده و منبسط کننده با موافقت دستگاه نظارت مطابق با دستورالعمل سازنده مواد،

و پس از آزمایش تأثیر این مواد بر کیفیت دوغاب، به نسبت ۲ درصد وزن سیمان مجاز است. این گونه مواد نباید حاوی کلرایدها، نیترا تها، سولفاتها و یا سولفیدها باشند و انبساط دوغاب هم نباید از ۱۰ درصد تجاوز کند.

مقدار آب جدا شده از دوغاب بعد از ۳ ساعت نباید بیش از ۲ درصد باشد؛ در موارد استثنایی این رقم می تواند تا ۴٪ نیز افزایش یابد. اندازه گیری باید در حرارت ۱۸ درجه سانتیگراد و در استوانه های سربسته به قطر ۱۰۰ میلیمتر و با ارتفاع حدوداً " ۱۰۰ میلیمتر برای دوغاب انجام گیرد. آب جدا شده باید بعد از ۲۴ ساعت مجدداً " جذب دوغاب شود. هنگام تهیه دوغاب برای تزریق، چنانچه ذرات کوچکی روی صافی باقی بماند، علامت کهنه بودن سیمان است و نباید دوغاب را مصرف کرد.

#### ب) تهیه و تزریق دوغاب سیمان در سوراخها و غلافها

کلیه عملیات تهیه و تزریق دوغاب باید توسط متخصصان آموزش دیده و کارآموده انجام شود. در صورت درخواست دستگاه نظارت، پیمانکار باید بر طبق بند "ت" این قسمت، روش تزریق را آزمایش کند. کلیه غلافها باید قبل از تزریق کاملاً " تمیز باشد. امتحان گرفتگی نداشتن آنها معمولاً " با هوای فشرده انجام می شود.

#### پ) وسایل تهیه و تزریق دوغاب

دستگاه تهیه دوغاب باید دوغابی کاملاً " همگن تولید کند و قادر باشد بدون وقفه دوغاب مورد نیاز وسایل تزریقی را تأمین نماید. در دستگاه تهیه دوغاب، ابتدا آب و سپس سیمان وارد می شود و وقتی این دو کاملاً " مخلوط شد، ماده مضاف در صورت نیاز اضافه می گردد. به هم زدن دوغاب باید با مخلوط کن برقی انجام شود و تا هنگام به دست آمدن دوغابی همگن ادامه یابد. وسایل تزریق دوغاب باید بتوانند بدون وقفه و بدون نوسان فشار، کار کنند و مجهز به سیستمی باشند که وقتی تزریق انجام نمی گیرد، دوغاب را برگردانند. برای تزریق باید فشار کار بین ۵ تا ۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد و در طول تزریق تقریباً " ثابت بماند. شیلنگهای پمپ تزریق باید تا حد امکان دارای حداقل تعداد خم، شیر و تغییر قطر باشد. کلیه ورودیهای پمپ باید به صافی یا سوراخهای حداکثر ۲ میلیمتری مجهز باشند. بعد از هر سری عملیات تزریق و همچنین در پایان هر روز کار، کلیه وسایل، خصوصاً " شیلنگها باید با آب تمیز کاملاً " شستشو شود.

وسایل تزریق باید قادر به نگاه داشتن فشار در غلافهای پر از دوغاب بوده، و مجهز به شیرهایی باشند که بدون ایجاد افت فشار در غلاف، بسته شوند.

### ت) عملیات تزریق

تزریق باید در اولین فرصت پس از نصب میل مهاریها و پس از دریافت اجازه کتبی از دستگاه نظارت انجام گیرد. تزریق دوغاب باید بدون وقفه ولی با آهستگی صورت گیرد تا از جدا شدن آب و سیمان جلوگیری شود. تزریق باید به نحوی انجام شود که غلافها کاملاً "پر شده، و فولاد توسط دوغاب کاملاً" احاطه شود. دریچه‌هایی که در طول غلاف شلینگهای تخلیه پیش بینی شده است، به ترتیب درجهت حرکت دوغاب زمانی بسته می‌شود که غلظت دوغاب خارج شده از آنها به اندازه غلظت دوغاب مصرفی باشد. لوله خروج دوغاب در انتهای غلاف نیز باید فقط زمانی بسته شود که غلظت دوغاب خروجی به اندازه دوغاب ورودی باشد.

شلینگهای تزریق باید تحت فشار بسته شود. غلافهای پر شده تا ۲۴ ساعت پس از تزریق نباید در معرض لرزاندن قرار گیرد. دو روز پس از تزریق باید از شلینگهای تزریق و تخلیه هوا بازدید به عمل آید تا در صورت لزوم مجدداً "پر شود".

در زمان عملیات تزریق دوغاب-سیمان و تا ۴۸ ساعت پس از آن، درجه حرارت قطعه موردنظر نباید از ۵ درجه سانتیگراد پایین‌تر باشد. گرم کردن محیط اطراف قطعه به منظور انجام عملیات تزریق مجاز می‌باشد. پیمانکار موظف است از تهیه و تزریق دوغاب گزارشهای کاملی شامل تاریخ تزریق هرغلاف، نسبت آب به سیمان، احتمالاً "مواد مضاف مصرف شده، فشار تزریق و جزئیات امر از قبیل وقفه و تزریق مجدد را حداکثر تا ۳ روز بعد از انجام عملیات تزریق در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد.

### ۳-۱۶. کنترل کارهای بتنی

#### ۳-۱۶-۱. مشخصات کلی

به طور کلی، در تمام کارهای بتنی و نیز در عملیات مقدماتی آن، باید قبلاً "نقشه‌های کارگاهی به تأیید دستگاه نظارت برسد و مجوزهای لازم کسب شود. همچنین، در مورد مصرف مصالح ویژه و نیز سیستمهای ویژه اجرایی باید قبلاً "موافقت دستگاه نظارت گرفته شود. نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی باید میزان مقاومت گسیختگی بتن‌های مصرفی را به‌وضوح مشخص نماید.

کلیه مصالح، تجهیزات، روش و برنامه اجرای کارهای بتنی در طول اجرای کار و به‌طور مستمر توسط نمایندگان دستگاه نظارت مورد کنترل و بازرسی دقیق قرار می‌گیرد تا کارها از هر لحاظ مطابق مشخصات نقشه‌ها و دستورالعملها باشد. نسبت اختلاط مصالح بتن باید مطابق مفاد مندرج در بند ۳-۸ این مشخصات فنی باشد و قبلاً "به تأیید دستگاه نظارت برسد. هرگونه عملیات تهیه بتن، فقط پس از صدور تأییدیه کتبی دستگاه نظارت در مورد مصالح و نسبت اختلاط مصالح بتن مجاز خواهد بود. تمام نمونه‌برداریها و آزمایشهای لازم باید مطابق مشخصات و دستورالعملهای دستگاه نظارت صورت

گیرد. کیفیت نهایی بتن و کیفیت سازه‌های بتنی اجرا شده باید مطابق مشخصات و در حد رواداریهای مجاز و مورد تأیید دستگاه نظارت باشد. در کلیه موارد، کیفیت و مشخصات مصالح، مشخصات و کارایی تجهیزات و ابزارکار، مهارت و صلاحیت کارکنان، روش و برنامه اجرای کارهای بتنی، کیفیت بتن و کیفیت سازه‌های بتنی اجرا شده، نتایج آزمایشها و سایر موارد مربوط به کارهای بتنی باید مطابق مشخصات و نقشه‌ها باشد و مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد. کلیه مصالح بتن و عملیات بتنی باید در طول مدت اجرای کار، از نظر مطابقت با مندرجات این مشخصات فنی عمومی مورد آزمایش و بازرسی قرار گیرد.

### ۳-۱۶-۲. رواداری کارهای بتنی<sup>۱</sup>

انحراف مجاز در سطوح کارهای مختلف بتنی در قسمت ۵-۲ این نشریه تحت عنوان نمایندگی ذکر شده است. منظور از رواداری کارهای بتنی انحرافهای<sup>۲</sup> مجاز از خطوط، رقوم و ابعاد سازه‌های بتنی است. رواداری در جهت کاهش در انحرافهای مورد قبول هیچ‌گاه نباید از ۵٪ طول یا سطح هر سازه، بسته به مورد، تجاوز کند. سازه‌های بتنی که رواداری اجرای آن خارج از محدوده‌های ارائه شده در این نشریه باشد، مردود است و دستگاه نظارت دستور تخریب آنها را صادر خواهد کرد. با توجه به نوع سازه، رواداری مجاز به شرح زیر می‌باشد:

#### الف) پوشش بتنی کانالها

(۱) حد مجاز خروج از مسیر مشخص شده

در محورات اتصال قوسها: ۲۵ میلیمتر در ۳۰ متر طول و حداکثر ۵۰ میلیمتر  
در قوسها: ۵۰ میلیمتر در ۳۰ متر طول و حداکثر ۱۰۰ میلیمتر

(۲) حد مجاز خروج از پروفیل‌های مشخص شده

۲۵ میلیمتر در هر ۳۰ متر طول و حداکثر ۲۵ میلیمتر

(۳) تقلیل در ضخامت پوشش بتنی در هیچ نقطه‌ای از کانال نباید بیش از (۱۰٪ ضخامت پوشش باشد.

(۴) انحراف مجاز از عرض مقطع در هراتفاع: ۲۵/۰٪ به اضافه ۲۵ میلیمتر

(۵) انحراف مجاز از ارتفاع پوشش بتنی: ۵/۰٪ به اضافه ۲۵ میلیمتر

(۶) انحراف در سطح

در کف کانال: ۶ میلیمتر در ۳ متر

در شیروانیهای کانال: ۱۲ میلیمتر در ۳ متر

1. tolerance for concrete construction

2. deviation

ب) سیفونها و آبروهای صندوقه‌ای<sup>۱</sup> ریخته شده درجا

- ۱) انحراف از مسیر مشخص شده: ۲۵ میلیمتر
- ۲) انحراف از پروفیل‌های مشخص شده: ۲۵ میلیمتر
- ۳) انحراف از ضخامت‌ها، در هر نقطه:  
در جهت کاهش: ۲/۵٪ یا ۶ میلیمتر، هرکدام که بزرگتر باشد.  
در جهت افزایش: ۵٪ یا ۱۲ میلیمتر، هرکدام که بزرگتر باشد.
- ۴) انحراف از ابعاد داخلی تعیین شده ۵/۵٪
- ۵) انحراف در سطح  
در محل کف: ۶ میلیمتر در ۳ متر  
در دیوارهای کناری: ۱۲ میلیمتر در ۳ متر

پ) پلها، آبشیبها<sup>۲</sup>، کنترلها<sup>۳</sup>، آبگیرها<sup>۴</sup>، ساختمان دهانه آبگیر، آبشار<sup>۵</sup> و سازه‌های مشابه

- ۱) انحراف از مسیر مشخص شده ۲۵ میلیمتر
- ۲) انحراف از رقوم مشخص شده ۲۵ میلیمتر
- ۳) انحراف از سطوح شیبدار<sup>۶</sup> ستونها، پایه‌ها و دیوارها  
سطح در معرض دید است: ۱۲ میلیمتر در طول ۳ متر  
سطح پوشش می‌شود: ۲۵ میلیمتر در طول ۳ متر
- ۴) انحراف از رقوم و خطوط نشان داده شده در نقشه‌های اجرایی در دالها، تیرها، محل فاق (=کام)<sup>۷</sup> و محل نصب ریلها  
سطح در معرض دید است: ۱۲ میلیمتر در طول ۳ متر  
سطح پوشش می‌شود: ۲۵ میلیمتر در طول ۳ متر
- ۵) انحراف از ابعاد مقطع، ستون، پایه‌ها، دالها، دیوارها، تیرها و مشابه  
در جهت کاهش: ۶ میلیمتر  
در جهت افزایش: ۱۲ میلیمتر

---

1. box culvert

2. chute

3. check

4. inlet

5. turnout

6. drop

7. plumb, batter

8. groov

۶) انحراف از ابعاد افقی بتن پایه، فرازبندها<sup>۱</sup>، محل شیار<sup>۲</sup> در محل پایه یا دیوارها  
در جهت کاهش: ۱۰ میلیمتر  
در جهت افزایش: ۱۵ میلیمتر

#### ت) دال پلها

۱) انحراف از ضخامت دال  
در جهت کاهش: ۳ میلیمتر  
در جهت افزایش: ۶ میلیمتر

۲) انحراف از عرض مشخص شده در محل جدولها<sup>۳</sup>: ۶ میلیمتر

#### ث) پی ها، پی ستونها، دیوارها و پایه ها

۱) انحراف از ابعاد افقی  
در جهت کاهش: ۱۲ میلیمتر  
در جهت افزایش: ۵۰ میلیمتر

۲) حد انحراف از رقومهای مشخص شده  
در جهت کاهش: ۱۲ میلیمتر  
در جهت افزایش: ۲۵ میلیمتر

۳) انحراف در محل استقرار مرکز ثقل  
۲٪ از عرض پی در مسیر انحراف و حداکثر ۵۰ میلیمتر

#### ج) نشیمنگاه<sup>۴</sup> و دیوار محل نصب دریچه های قطاعی و اتصالات مشابه آب بندی

۱) انحراف از رقوم و شیپها در طول ۳ متر، حداکثر ۳ میلیمتر

#### ۳-۳-۳. نمونه برداری و آزمایش بتن تازه

کارهای بتنی فقط در صورتی قابل قبول خواهد بود که مورد آزمایش قرار گرفته و از مطابقت آن با مشخصات اطمینان حاصل شده باشد، لیکن قابل قبول بودن نتیجه آزمایشها مسئولیت پیمانکار را در جهت رفع نواقص لوث نخواهد کرد و مانع از این نخواهد شد که آزمایشهای مجددی توسط دستگاه نظارت صورت گیرد. آزمایشهای لازم از قبیل آزمایش مصالح، تعیین نسبتهای اختلاط، میزان

اسلامپ، میزان هوای موجود، درجه حرارت مخلوط، مقاومت‌های بتن و سایر آزمایش‌های تعیین شده در این مشخصات و دستورالعملها باید توسط آزمایشگاه مورد تأیید وزارت برنامه و بودجه صورت گیرد.

در صورت لزوم، دستگاه نظارت می‌تواند تعداد نمونه‌ها را افزایش دهد و نیز می‌تواند آزمایش‌ها را تکرار کرده، و یا آزمایش‌های جدیدی انجام دهد.

### ۳-۴-۱. تهیه و نگهداری نمونه‌ها

برای تعیین مقاومت بتن در هر نوبت باید ۶ نمونه تهیه شود. یک نمونه ۳ روزه، دو نمونه ۷ روزه و دو نمونه ۲۸ روزه (برای سیمان ضد سولفات ۴۲ روزه) مورد آزمایش قرار می‌گیرد و نمونه ششم به عنوان مرجع تا پایان کار حفظ می‌شود. آزمایش نمونه‌های ۷ روزه تنها برای پیش‌بینی مقاومت ۲۸ و یا ۴۲ روزه صورت می‌گیرد. برای تهیه، نگهداری و آزمایش نمونه‌ها ضوابط زیر باید رعایت شود:

الف) نمونه‌برداری از بتن تازه طبق استاندارد ۴۸۹ ایران یا به روش آشتو T-141، نگهداری و عمل آوردن نمونه‌ها به روش آشتو T-25 و آزمایش مقاومت فشاری نمونه‌ها به روش‌های آشتو T-22 برای نمونه‌های استوانه‌ای و یا B.S. 1881 برای نمونه‌های مکعبی شکل انجام می‌شود.

ب) نمونه‌برداری باید از محل تخلیه<sup>۱</sup> بتونیر یا کامیون حمل بتن صورت گیرد و تا حد امکان، هریک از نمونه‌ها باید از ساخت‌های متفاوت بتن تهیه شود. تعداد دفعات نمونه‌گیری به شرح زیر تعیین می‌شود:

۱) در هر روز بتن‌ریزی، حداقل یک سری، نمونه به ازای هر طبقه بتن برداشته شود (مثلاً "اگر در یک روز در کارگاه از بتن‌های با مقاومت‌های ۲۵ و ۳۰ کیلوگرم برسانتیمتر مربع استفاده گردد، باید از هر نوع یک سری نمونه تهیه شود).

۲) حداقل درازای بتن‌ریزی مطابق حجم‌های مندرج در جدول ۳-۲۰ باید یک سری نمونه‌گیری به عمل آید.

۳) چنانچه طرح اختلاط بتن تغییر کند، باید یک نوبت نمونه‌گیری در شروع عملیات بتن‌ریزی انجام شود.

### ۳-۴-۵. حد نصاب مقاومت بتن

مقاومت فشاری بتن برای هریک از طبقات بتن وقتی قابل قبول است که دو شرط زیر زیر توأماً " تأمین شده باشد:

جدول ۳-۲۰. نمونه برداری از بتن

| نوع بتن                     | حداکثر حجم بتن به ازای هر نوبت نمونه برداری (مترمکعب) |                              |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------|
|                             | بتن تهیه شده در محل مصرف                              | بتن تهیه شده در کارگاه مرکزی |
| بتن غیر مسلح شالوده         | ۱۰۰                                                   | ۲۰۰                          |
| بتن غیر مسلح بالای شالوده   | ۷۰                                                    | ۱۵۰                          |
| هر نوع بتن مسلح و پیش تنیده | ۳۰                                                    | ۷۰                           |

الف) متوسط مقاومت فشاری سه نمونه ۲۸ و ۴۲ روزه بزرگتر یا مساوی مقاومت مشخص شده بتن مندرج در جدول ۳-۱۱ باشد.

ب) میانگین مقاومت هیچ یک از دو نمونه نباید از مقاومت مشخصه بتن بیش از ۳۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع اختلاف داشته باشد.

### ۳-۱۶-۶. روش نمونه برداری و آزمایش بتن تازه

روش نمونه برداری و آزمایش کارهای بتنی باید بر اساس استانداردهای زیر یا به تشخیص دستگاه نظارت مطابق AASHTO و یا ASTM باشد.

— نمونه برداری از بتن تازه استاندارد شماره ۴۸۹ ایران

— مصالح سنگی بتن استاندارد شماره ۳۰۰ و ۳۰۲ ایران

— حد کندروانی (اسلامپ) استاندارد شماره ۴۹۲ ایران

— نمونه های آزمایشی برای تعیین مقاومت خمشی و فشاری استاندارد شماره ۵۸۱ ایران

سایر موارد طبق مندرجات دفترچه مشخصات فنی خصوصی یا دستورات دستگاه نظارت انجام خواهد شد.

### ۳-۱۶-۷. ارزیابی نتایج آزمایش نمونه های عمل آورده شده در شرایط کارگاهی

در صورت لزوم و بنا به تشخیص دستگاه نظارت، برای کنترل کیفیت مراقبت و محافظت بتن در سازه ها باید آزمایشهای مقاومت نمونه های مراقبت شده تحت شرایط کارگاهی مطابق مشخصات انجام شود. در این موارد، باید نمونه های کارگاهی تا حدود امکان در شرایطی نگهداری شود که مشابه شرایط واقعی مراقبت بتن در کارگاه باشد. این نمونه ها و نمونه های آزمایشگاهی باید همزمان از یک محموله بتن

برداشت شود. هرگاه مقاومت نمونه‌های مراقبت شده در شرایط کارگاهی از ۸۵٪ مقاومت نمونه مشابه آن که در شرایط آزمایشگاهی مراقبت شده است، کمتر باشد، کیفیت روشهای محافظت و مراقبت بتن باید بهبود یابد. در صورتی که مقاومت نمونه‌های مراقبت شده در آزمایشگاه به میزان زیادی بیش از مقاومت تعیین شده در نقشه‌ها و مشخصات باشد، چنانچه مقاومت نمونه‌های مراقبت شده کارگاهی ۳۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بیشتر از مقاومت تعیین شده باشد، رعایت شرط ۸۵٪ بالا الزامی نیست.

## فصل چهارم

### ۴. کارهای بنایی، حفاظتی و استحکامی

پیمانکار باید کلیه کارهای بنایی، حفاظتی و استحکامی را بر طبق نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت و با رعایت مندرجات این بخش به شرح زیر اجرا کند:

#### ۴-۱. کارهای بنایی سنگی

##### ۴-۱-۱. مشخصات کلی

سنگهای بنایی از هر نوع که باشد باید محکم، متجانس، بدون رگه و در مقابل یخبندان مقاوم بوده، و نیز عاری از خاک و مواد آلی باشد. سنگها را باید آبپاشی کرد تا به هنگام بنایی مرطوب باشد، هر بار که بنایی دوباره شروع می‌شود، باید سطح بنایی قبلی را آبپاشی کرد.

درز سنگها تماماً "باید با ملات پر و آب‌بندی شود. قبل از به کار بردن سنگها باید آنها را از مواد آلوده و مواد زاید پاک کرد و با آب شست. قبل از اینکه هر رج روی رج زیرین چیده شود، رج زیرین را باید تمیز و مرطوب کرد. در کارهای بنایی رجدار، سنگها باید دارای رجهای افقی و درزهای عمودی باشند.

قبل از شروع عملیات سنگ‌کاری، باید طبق روش اشتو 2-T به تعداد کافی از سنگها نمونه‌برداری شده، و طبق ردیف ۴-۱-۲ آزمایش شود، و نتایج آن در اختیار دستگاه نظارت قرار گیرد تا در صورت تصویب اجازه مصرف داده شود. سنگهایی که در کار مصرف می‌شود باید از حیث جنس، رنگ، نقش و سایر مشخصات با نمونه‌های تصویب شده مطابقت داشته باشد. مصرف سنگهای کرمو که با ملات ماسه سیمان لکه‌گیری و ترمیم شود، مجاز نیست.

سنگ را می‌توان به تنهایی و بدون استفاده از ملات (به صورت خشکه چین) برای سنگ‌چینه‌های حفاظتی در اطراف سازه‌های آبیاری و زهکشی به کار برد.

به دلیل ارتباط مستقیم وزن سازه با نیروی حاصل از زلزله و خطراتی که ایجاد می‌کند، استفاده از دیوارهای سنگی در مناطق زلزله‌خیز باید با احتیاط و رعایت نکات فنی دقیق صورت گیرد. از این رو، ارتفاع سازه‌های سنگی به حداکثر ۵ متر بالاتر از سطح زمین محدود می‌شود.

##### ۴-۱-۲. مشخصات فنی سنگهای طبیعی

مشخصات فنی کلی سنگهای طبیعی مورد مصرف در کارهای بنایی به قرار زیر است و در صورت لزوم، جزئیات بیشتر از طرف دستگاه نظارت اعلام خواهد شد:

### الف) بافت سنگ

بافت سنگ طبیعی ساختمانی باید سالم باشد یعنی :

- بدون شیار، ترک و رگه‌های سست باشد (کرمو نباشد).
- بدون هرگونه خلل و فرج باشد.
- پوسیدگی نداشته باشد.
- یکدست (یکنواخت و همگن) باشد.

### ب) جذب آب

سنگ طبیعی ساختمانی نباید آب زیاد جذب کند یعنی :

- نباید در آب و یا رود و یا حل شود.
- تمام یا قسمتی از آن نباید بیش از ۸ درصد وزن خود آب بمکد.

### پ) پاکیزگی

سنگ طبیعی ساختمانی نباید آلودگی داشته باشد.

### ت) پایداری در برابر عوامل جوی

سنگ طبیعی ساختمانی باید در برابر عوامل جوی به شرح زیر مقاومت کند :

- در برابر یخزدگی پایدار باشد (پوسته پوسته نشده و یا نترکد) و افت وزنی آن از ۱۰ درصد تجاوز نکند (طبق استاندارد ۴۴۹ ایران یا آشتو T-103).
- در برابر سایش، بسته به مورد، مقاوم و پایدار باشد یعنی نتیجه آزمایش از ۵۰ درصد تجاوز نکند (طبق استاندارد ۴۴۸ ایران یا آشتو T-96).

### ث) مقاومت و دوام

سنگ طبیعی ساختمانی باید دارای مقاومت فشاری و دوام کافی متناسب با مورد مصرف خود باشد، یعنی مقاومت فشاری نمونه استوانه‌ای، که با روش ASTM-C 170 آزمایش شود، نباید از ۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد.

### ۴-۱-۳) انواع سنگهای مورد مصرف در کارهای سنگی

انواع متداول سنگهایی که در بناییهای سنگی مصرف می‌شوند، عبارتند از سنگهای رودخانه‌ای و سنگهای کوهی

### الف ( سنگهای رودخانه‌ای

این سنگها در جریان حرکت و غلتیدن در مسیر رودخانه و برخورد با یکدیگر و بر اثر عمل فرسایش آب بر روی آنها، گوشه‌های تیز و لبه‌دارشان ساییده شده و سطح آنها به صورت تقریباً "صیقلی درآمده" است.

سنگ قلوه، سنگی رودخانه‌ای است که قطر آن از ۵ سانتیمتر بیشتر باشد. کوچکترین اندازه سنگ قلوه که در دیوارسازی سنگی مصرف می‌شود، ۱۵ سانتیمتر است. قلوه سنگهای با قطر کوچکتر از ۱۵ سانتیمتر می‌تواند به عنوان سنگهای پرکننده در میان دیوار مصرف شود.

### ب ( سنگهای کوهی

این سنگها بیشتر تیز گوشه بوده و مستقیماً<sup>۱</sup> از معدن و رگه کوه استخراج می‌شود. عملیات استخراج به شیوه‌های گوناگون انجام می‌گیرد، مانند استفاده از مواد سوزا (منفجره)، پتک و قلمهای بزرگ و یا چکشهای ضربه‌ای هوای متراکم (دج بر).

اگر سنگهایی که بدین شیوه از معدن استخراج می‌شود دارای حجم بزرگ باشد، اصطلاحاً "سنگ‌قله"<sup>۲</sup> نامیده می‌شود. چنین سنگهایی طبق دستور دستگاه نظارت در معدن و یا در کارگاه ساختمانی به اندازه‌های لازم قواره می‌شود.

انواع سنگهای کوهی عبارت است از:

- سنگ لاشه
- سنگ قواره
- سنگ بادبر یا رگه‌ای
- سنگ مکعبی
- سنگ تمام تراش
- سنگ چندوجهی نامنظم
- سنگ تخته‌ای (لایه لایه)

در بناییها باید از مصرف سنگهای خیلی سخت و خیلی نرم پرهیز شود زیرا سنگهای خیلی سخت به خوبی به ملات نمی‌چسبند و سنگهای نرم هم در مقابل عوامل جوی متلاشی می‌شوند.

۱. سنگهایی که به‌طور طبیعی از کوه جدا شده و در دامنه انباشته می‌شود، در بیشتر موارد به دلیل عدم شناخت تغییرات آنها در اثر عوامل جوی، مورد استفاده بنایی قرار نمی‌گیرد.

#### ۴-۱-۴ اجرای بنایی سنگی

برای اجرای بنایی سنگی طبق رقوم، خطوط و شیبهای نقشه‌های اجرایی و یا دستورات دستگاه نظارت، رعایت نکات زیر ضروری است.

#### الف) وزن سنگ

وزن یک پاره سنگ طبیعی که برای ساختن سازه سنگی انتخاب می‌شود باید در حدودی باشد که یک نفر بتواند آن را برداشته، و در جای خود قرار دهد.

#### ب) نحوه استقرار سنگ

سنگ باید در دیوار به حالت طبیعی یعنی در راه خواب خود (همان گونه که در معدن قرار داشته است)، قرار گیرد. این مسئله در مورد سنگهای لایه‌لایه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به طور کلی، راستای نیروهای وارده بر روی هر قطعه سنگ ساختمانی، باید عمود بر رگه یا خواب طبیعی آن باشد.

#### پ) نمای سنگ

نمای سنگ باید از بر تقریباً "صاف و سالم سنگ با رعایت اصول مندرج در این بخش انتخاب شود.

#### ت) قفل و بست سنگها

در دیوارسازی سنگی، باید با استفاده مناسب از سنگهای کوتاه‌ریشه (راسته) و بلندریشه (کله و عمقی)، قفل و بست لازم ایجاد شود. ریشه سنگ در دیوار نباید از ۱۵ سانتیمتر کمتر باشد. به طور کلی، باید به ازای هر دو سنگ راسته حداقل یک سنگ کله، و در هر متر مربع نمای دیوار حداقل یک سنگ عمقی به کار رود (در هرج،  $\frac{1}{3}$  سنگها باید سنگ کله باشد).

در دیوارها بهتر است اندازه ریشه سنگهای عمقی به اندازه  $\frac{2}{3}$  کلفتی دیوار، و نه بیشتر، در نظر گرفته شود. پشت سنگ عمقی به نسبت ضخامت دیوار باید یک سنگ راسته یا یک سنگ کله قرار گیرد. در صورت تصویب دستگاه نظارت می‌توان از سنگ عمقی با ضخامتی برابر با کلفتی دیوار (تا ۶۰ سانتیمتر) استفاده کرد.

#### ث) ضخامت دیوار

ضخامت دیوار سنگی (با ملات ماسه سیمان) برای دیوارهای اصلی سازه‌های آبیاری و زهکشی نباید از ۴۰ سانتیمتر کمتر باشد، مگر اینکه در نقشه‌ها و دستورات دستگاه نظارت ترتیب دیگری مقرر شده باشد. ضخامت دیوارهای مقسم و کف سازه‌ها طبق نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت خواهد بود.

### ج) عدم تماس سنگها

در دیوارهای سنگی که با ملات ساخته می‌شود، به منظور انتقال بهتر نیروها لازم است هیچ سنگی مستقیماً با سنگ دیگر در تماس نباشد. رابطه بین دو سنگ باید حتماً "از طریق ملات انجام گیرد یعنی دور تا دور سنگها، بجز در قسمت نما، باید توسط لایه‌ای از ملات احاطه شده باشد.

### چ) بنای رج اول

در رج زیرین (سنگهایی که بلافاصله جروی پی، یا زیرسازی قرار می‌گیرند) دیوارهای سنگی، به ویژه دیوارهایی که به صورت خشکه چین بنا می‌شود، باید از سنگهای بزرگ بلند ریشه (کله و عمقی) استفاده شود. در گوشه‌ها و محل‌های تقاطع دیوارها نیز باید از این سنگها مصرف شود. بهتر است ارتفاع این سنگها، حدوداً ۲ برابر ارتفاع سنگهای سایر رجها باشد. در دیوارهای سنگی برای استقرار سنگهای رج اول، باید بر پخ سنگها را با استفاده از ملات جروی پی یا زیرسازی گذاشت، به این صورت که با فشار دست یا کوبیدن با تیشه، سنگ را جروی ملات مستقر کرد تا ملات در زیر سنگ پخش شده و تمام قسمتها را پر کند. درزهای قائم را نیز باید با کمچه از ملات پر کرد تا محور عبور و تجمع آب باران و یا لانه حشرات نشود.

### ح) نصب سنگ (در دیوارسازی)

هنگام اجرای عملیات بنایی، نباید سنگ جروی دیوار در حال ساختمان پرتاب و یا کشیده شود، بلکه باید با دقت در محل مورد نظر نصب گردد تا سنگهای کار گذاشته شده جابه‌جا نشود. سنگ‌چینی باید به طور یکنواخت انجام شود، به نحوی که هیچ قسمت بنا بیش از یک رج از قسمتهای دیگر آن بالاتر نباشد.

### خ) بنایی در سرما

انجام هرگونه بنایی با سنگ در مواقعی که برودت هوای محل کار و یا درجه حرارت مصالح مصرفی از ۵+ درجه سانتیگراد کمتر باشد، مجاز نیست، مگر اینکه وسایل کافی برای گرم نگاه داشتن محل و یا مصالح مصرفی پیش‌بینی شده باشد تا درجه حرارت از مقدار ذکر شده کمتر نشود.

### د) بند افقی سراسری

در بیشتر دیوارها، اعم از خشکه‌چین و یا ملات، که با نمای درهم (بدون رج و نامرتب) ساخته می‌شود باید در هر ۱/۵ متر ارتفاع، یک بند افقی (سراسری) در ضخامت دیوار ایجاد شود. این کار برای محدود کردن در هم ریختگی نما و، مهمتر از آن، متعادل کردن دیوار برای انتقال بهتر نیروهای قائم به طرف پایین و پی دیوار، انجام می‌شود.

د) بافت دیوار

قفل و بست سنگها باید هم در نما و هم در ضخامت دیوار رعایت شود.

ر) بندها

در سطح جلو و پشت، بافت افقی و بافت قائم دیوار، هرگز نباید بیشتر از سه درز (محل اتصال دو سنگ توسط ملات) به هم برخورد کنند؛ یعنی، هیچگاه نباید یک درز چهارراهی تشکیل شود. در نما، طول درزهای قائم نباید از مجموع ارتفاع دو سنگ که بر روی هم قرار گرفته است، بیشتر باشد.

ز) همگنی

برای همگنی بیشتر در دیوارها، فاصله افقی بین دو درز قائم، در دورج متوالی سنگها، باید حداقل برابر با نصف ارتفاع رجها باشد. ولی، این اندازه در هیچ حالتی نباید از ۱ سانتیمتر برای سنگهای قواره و بادبر و از ۱۵ سانتیمتر برای سنگهای گونیا شده و یا سنگهایی که نمای مربع شکل دارد، کمتر باشد.

ژ) محافظت

پس از نصب سنگ در دیوار، تا گیرایش ملات نباید ضربه‌ای به سنگ وارد شود. باید توجه داشت که هرگونه تیشه‌کاری، قلم‌کاری و نماسازی حتماً قبل از نصب سنگ در دیوار انجام شود.

محافظت از سنگ در برابر عوامل جوی، به‌ویژه یخزدگی، باید در کلیه مراحل استفاده از سنگ یعنی از لحظه رسیدن سنگ به کارگاه تا پایان عملیات بنایی به خوبی انجام گیرد.

س) رفع آلودگی

قبل از استفاده از سنگ در دیوار، باید کلیه آلودگیهای آن را پاک کرد و در صورت لزوم سنگ را شست.

ش) مرطوب کردن

در هنگام بنایی، باید نخست سنگها را مرطوب کرده، و سپس از آنها استفاده کرد. به علاوه، قبل از اینکه یک سنگ کار گذاشته شود، سطح رویی سنگهای رج زیرین را باید تا آنجا که ممکن است تمیز کرد، مختصری آب روی آن پاشید و سپس ملات را بر روی آن پخش کرد. دیوار تمام شده نیز باید متناسب با اقلیم و فصل تا مدتی پس از بنایی مرطوب نگاه داشته شود.

۴-۲. کارهای بنایی با بلوک سیمانی

بلوکهای سیمانی ساده باید مستطیل شکل و کاملاً "سالم و بدون عیب بوده، و سطوح آن طوری باشد که در صورت اندودکاری طبق دستور دستگاه نظارت چسبندگی و گیر کافی با اندود ایجاد نماید.

## ۴-۲-۱. مشخصات بلوک سیمانی

الف) ابعاد

ابعاد بلوکهای سیمانی توخالی باید از لحاظ حمل و نقل و کاربرد آن طبق یکی از اندازه‌های جدول ۴-۱ باشد. در صورت تأیید دستگاه نظارت، بلوک سیمانی را می‌توان با اندازه‌های دیگری غیر از این اندازه‌ها ساخت.

جدول ۴-۱. اندازه بلوکهای سیمانی

| نوع   | اندازه واقعی |     |     | اندازه اسمی |     |     |
|-------|--------------|-----|-----|-------------|-----|-----|
|       | ارتفاع       | عرض | طول | ارتفاع      | عرض | طول |
| بزرگ  | ۱۹           | ۳۰  | ۳۹  | ۲۰          | ۳۰  | ۴۰  |
| متوسط | ۱۹           | ۲۰  | ۳۹  | ۲۰          | ۲۰  | ۴۰  |
| کوچک  | ۱۹           | ۱۰  | ۳۹  | ۲۰          | ۱۰  | ۴۰  |

ب) نسبت ابعاد

در مورد انتخاب اندازه بلوک سیمانی توخالی باید نسبتهای زیر رعایت شود:

– مجموع اندازه‌های قسمتهای توخالی بلوک از  $\frac{2}{3}$  طول کل در همان جهت نباید بیشتر باشد؛ به عبارت دیگر، مجموع اندازه قسمتهای پریا ضخامت دیواره‌های بلوک از  $\frac{1}{3}$  طول کل بلوک در همان جهت نباید کمتر در نظر گرفته شود.

– سطح قسمتهای توخالی هر بلوک نباید بیش از ۴۵ درصد سطح کل آن باشد.

– ضخامت جدارهای داخلی و خارجی در بلوکهای بزرگ و متوسط نباید کمتر از ۴ سانتیمتر و در بلوکهای کوچک نباید کمتر از ۳ سانتیمتر باشد.

## ۴-۲-۲. رواداری در ابعاد خارجی

حداکثر تغییر اندازه‌های مجاز به شرح زیر است:

برای ارتفاع و عرض  $\pm 1/5$  میلیمتر

برای طول  $\pm 3$  میلیمتر

## ۴-۳-۳. سیمان

سیمان مورد مصرف در بلوکهای بتنی باید از نوع سیمانهای پرتلند مطابق با ویژگیهای استاندارد سیمان پرتلند به شماره ۳۸۹ تا ۳۹۴ باشد.

## ۴-۳-۴. مصالح سنگی

مصالح سنگی مورد مصرف در بلوکهای بتنی از دو نوع دانه‌های ریز و دانه‌های درشت تشکیل شده است. حداکثر درشتی بزرگترین دانه‌ها نباید از  $\frac{1}{4}$  ضخامت نازکترین دیواره بلوک بتنی بیشتر باشد؛ در هر حال، کلیه مصالح باید از الک  $\frac{1}{4}$  اینچ رد شود.

الف) دانه‌های ریز (ماسه)

ماسه طبیعی یا سنگ شکسته باید طبق ردیف ۳-۳-۵ بوده، و با استاندارد شماره ۲۰۰ ایران زیرعنوان ماسه برای بتن و بتن مسلح مطابقت داشته باشد.

ب) دانه‌های درشت (شن)

این دانه‌ها عبارت از شن رودخانه یا سنگ شکسته هستند. دانه‌ها باید سالم و عاری از خاک یا مواد مضره دیگر باشد. این مصالح باید طبق ردیف ۳-۳-۶ بوده، و با مشخصات استاندارد شماره ۳۰۰ و ۳۰۲ ایران مطابقت داشته باشد.

## ۴-۳-۵. آب

آبی که در تهیه بلوک سیمانی به کار می‌رود، باید مطابق مشخصات آب بتن مندرج در ردیف ۳-۳ فصل سوم این نشریه باشد.

## ۴-۳-۶. نمای خارجی

دیوارهای سازه‌های فنی مجاور آب که با بلوک ساخته می‌شود و برای کاهش نشست آب، به دستور دستگاه نظارت بعداً "روی آنها اندود خواهد شد، باید دارای بافت خشن باشد تا اندود به خوبی روی آن بچسبد. سطح اندود شده باید کاملاً "صاف، پرداخت و صیقلی شود و طبق دستور دستگاه نظارت تا مدت لازم آبپاشی شده، و مرطوب نگاه داشته شود.

## ۴-۳-۷. مخلوط

مخلوط بتن باید از یک پیمانه سیمان و شش پیمانه شن و ماسه (طبق دانه‌بندی جدول ۳-۲) تشکیل شود (۳/۵ پیمانه شن - ۲/۵ پیمانه ماسه). مقدار آب مخلوط برای بتن لرزانده شده معادل ۱۳۰-۱۵۰ لیتر، و برای بتن لرزانده نشده برابر با ۱۶۰-۱۸۰ لیتر خواهد بود. در صورت لزوم، با نظر دستگاه نظارت و با توجه به مصالح مصرفی می‌توان مقدار مناسب آن را به طوری که مقاومت لازم به دست‌آید، به وسیله آزمایشگاه تعیین کرد. نظر به اینکه بلوکهای ساخته شده به طریق بالا دارای نمای خشن بوده،

و ناگزیر در مقابل نشت آب غیرقابل نفوذ نیست، دیواره‌های خارجی بنا حتماً باید با اندود ماسه سیمان نرم نماسازی شود

طبق استاندارد شماره ۳۰۰۶ ایران، اندود باید ترکیبی از یک پیمانه سیمان و سه پیمانه ماسه ریزدانه (که صددرصد آن از الک شماره ۸، حداکثر ۲۵ درصد آن از الک شماره ۱۰۰ و حداکثر ۱۰ درصد آن از الک شماره ۲۰۰ بگذرد) بوده، و ضخامت آن از یک سانتیمتر کمتر نباشد.

#### ۴-۲-۸. مخلوط کردن

تا آنجا که ممکن است، در تهیه بتن باید از وسایل مکانیکی استفاده شود. عمل مخلوط کردن و به هم زدن عوامل متشکله باید تا پخش و توزیع یکدست مواد ادامه یابد و توده از لحاظ رنگ و محتوا یکنواخت شود؛ ولی، در هیچ حالت نباید مدت مخلوط کردن از دو دقیقه کمتر شود. چنانچه عمل مخلوط کردن بدون وسیله مکانیکی و با دست انجام می‌گیرد، توده مخلوط باید در روی سکویی ریخته شود که مانع دخول و نفوذ آب باشد.

عمل اختلاط باید تا حصول نتیجه خوب و اطمینان از یکنواخت شدن رنگ مخلوط ادامه یابد.

#### ۴-۲-۹. چگونگی تهیه و ساختن بلوکهای سیمانی

در صورتی که ساختن بلوک با ماشین دستی انجام می‌گیرد، مخلوط باید در قشرهای ۵ تا ۷/۵ سانتیمتر به دفعات در قالب ریخته شده، و هر قشر جداگانه کوبیده و سفت شود تا تمام قالب پر گردد و، آن گاه، روی قالب به وسیله ماله صاف و هم سطح شود. در صورت ساختن بلوک با وسایل مکانیکی، قالب باید تا ارتفاع معین بالاتر از سطح آن کاملاً پر شده، و به وسیله دستگاه لرزاننده (ویبراتور) لرزانده شود؛ سپس، باید با وسیله مکانیکی آن را کوبید و سطح را صاف کرد.

بلافاصله بعد از قالب زدن باید بلوکها را از قالب جدا کرد و روی صفحات چوبی در انبار سربوشیده دور از آفتاب و باد شدید قرار داد تا مواد متشکله به حد کافی همگیر شده، و بلوکها سخت شود تا در موقع جابه‌جا کردن، خطر شکستن وجود نداشته باشد. در هر حال، این مراقبت نباید کمتر از ۱۲ ساعت به طول انجامد.

#### ۴-۲-۱۰. زمان لازم برای نگهداری بلوکها در آب (آب دادن)

الف) بلوکهای تهیه شده را پس از سخت شدن باید از روی صفحات چوبی برداشت و مدت ۷ روز داخل مخزنی از آب به طوری قرار داد که تمام بلوکها در آب غوطه ور باشد.

ب) برای آب دادن بلوکها می‌توان بلوکها را به جای مخزن آب در محوطه مسطح فرش شده‌ای که به وسیله زهکشهای کم عمق به سکوها ۴ تا ۵ متر مربع تقسیم شده است، قرار داد و توسط لوله‌هایی که اطراف آن سوراخ شده است آب را دائماً با فشار کم روی بلوکها پاشید و برای مدت ۷ روز

آنها را كاملاً " مرطوب نگاه داشت . اين روش براي محلهايي مناسب است كه آب فراوان و مخزن تحت فشار آب وجود داشته باشد .

#### ۴-۲-۱۱ . خشك كردن

پس از آنكه بلوكها ۷ روز در آب ماند ، بايد در مدت ۲۸ روز آب خود را به تدريج پس دهد و بعداً " مصرف شود .

براي خشك كردن بلوكها بايد آنها را طوري قرار داد كه هوا به راحتي از داخل آنها عبور كند ، بدین ترتيب كه بلوكها به صورت افقي قرار داده شود تا هوا از داخل حفره ها رد شده ، و آنها را به طور يکنواخت خشك كند . بلوكها بايد قبل از مصرف به طور كامل خشك شود تا در موقع كار از لحاظ رطوبت ايجاد مشكل و ناراحتي نكند .

#### ۴-۲-۱۲ . مشخصات فيزيكي

حداقل تاب فشاري بلوكهاي سيماني در موقع تحويل پاي كار بايد ۲۸۰ كيلوگرم بر سانتيمترمربع براي سطح مقطع پير باشد . براي آزمایش تاب فشاري ، بلوكها بايد خوب خشك شده باشد ، به طوري كه نسبت وزن آب باقي مانده در آنها به وزن هر مترمكعب بلوك بيش از مقادير زير نباشد :

— ۵۲/۰٪ براي بلوكهايي با وزن مخصوص متوسط متجاوز از ۱۴۰۰ كيلوگرم در مترمكعب ؛

— ۵۵/۰٪ براي بلوكهايي با وزن مخصوص متوسط كمتر از ۱۴۰۰ كيلوگرم در مترمكعب .

منظور از وزن مخصوص متوسط بلوك ، وزن يك مترمكعب با در نظر گرفتن فضاي خالي داخل آن است .

#### ۴-۲-۱۳ . بازيدي ظاهري

تمام بلوكها بايد سالم ، بدون شكستگي ابعاد و همچنين نواقص ديگري باشد كه باعث ضعف بلوك در كار مي شود ؛ از اين لحاظ ، بايد يك يك بلوكها را در موقع به كار بردن مورد كنترل قرار داد و از مصرف بلوكهاي معيوب خودداري كرد .

#### ۴-۲-۱۴ . نمونه برداري و علامتگذاري

براي اينكه كار آزمایش بلوكها موجبات اتلاف وقت را فراهم نسازد ، بهتر است قبلاً " بلوكها به گروههاي ۱۰۰۰ تايي تقسيم شده ، و از هر گروه ۲۱ بلوك به عنوان نمونه جدا شود ؛ در پايان ، از مجموع نمونه هاي به دست آمده ، دوباره ۲۱ بلوك جدا شود تا مجدداً " مورد آزمایش قرار گيرد . يك نسخه از نتيجه آزمایشها تسليم دستگاه نظارت مي شود ؛ چنانچه دستگاه نظارت لازم بداند ، دستور تجديد و يا اضافه كردن آزمایشها را صادر مي كند . شرايط انجام آزمایشهاي لازم و جزئيات مربوط به آزمایشها بر طبق استاندارد شماره ۷۰ ايران مي باشد .

قبل از مصرف ، بلوکها باید کاملاً "آبخور شود تا آب ملات را جذب نکند . باید توجه داشت که درزهای قائم هیچگاه در دو ردیف افقی متوالی بلوک در مقابل هم قرار نگیرند و به اصطلاح یک درز چهارراهی تشکیل ندهند .

#### ۳-۴ . کارهای بنایی با آجر

آجرهای توپر طبق ابعاد متداول تهیه می شود . آجر باید محکم و بدون ترک بوده ، و دارای شکل منظم هندسی باشد . ضربه دو آجر به یکدیگر باید طنین زنگ داشته باشد . آجر شکسته و له شده و تابیده قابل قبول نیست .

قبل از به کار بردن آجرها ، آنها باید مورد بازدید قرار گیرند و نتایج آزمایشگاهی در مورد آنها باید رضایتبخش باشد . آجر برای پی سازی مصرف نمی شود و قبل از به کار بردن باید مدت ۲ ساعت داخل آب قرار گیرد . آجرهایی که بر اثر نفوذ آب بترکد و یا آلونک کند ، قابل مصرف در ساختمان نیست . حالت خمیری ملات باید طوری باشد که آجر کاملاً " روی ملات بنشیند . برای چیدن آجر باید با چکش بنایی آجر را به حدی روی ملات کوبید تا فاصله بندها مطابق مشخصات درآید . آجری که ضمن کار ترک بردارد یا خرد شود باید از جا برداشته شده ، و محل آن با آجر سالم و ملات تازه پر شود . در سازه های آبیاری و زهکشی که با تأیید دستگاه نظارت در حدی باشد که با آجر ساخته شود ، باید عملیات طبق روشهای بالا و با توجه به درز و بندها و قفل و بستها انجام شود . ضخامت بندها عموماً " ۱۰ میلیمتر است و در هر حال نباید از ۱۲ میلیمتر تجاوز کند . درزهای عمودی آجرها باید قبل از چیدن رج بعدی با ملات پر شود . درزهای قائم دو ردیف آجرکاری متوالی هیچگاه نباید در امتداد هم قرار بگیرد . در صورتی که در بنا به تشخیص دستگاه نظارت در سازه های آبیاری و زهکشی کوچک و پوشش کانالها آجر مصرف شود ، باید بدون انجام بندکشی روی آن با ملات ماسه سیمان به ضخامتی که از ۲/۵ سانتیمتر کمتر نباشد ، اندود شده ، و سطح اندود با ماله فولادی پرداخت و صیقلی شود تا آب در آن نشت نکند . قبل از اجرای اندود ، باید علاوه بر مرطوب کردن سطح کار ، بند آجرها خالی شود تا قفل و بست آجر با ملات به خوبی صورت گیرد . اندود ملات باید به مدت لازم به دستور دستگاه نظارت آبپاشی و مرطوب نگاه داشته شود .

آجر ماشینی مورد مصرف در کارهای آبیاری و زهکشی باید از نوع آجر مرغوب ( با مقطع یکنواخت ) بوده ، و پاسخگوی آزمایشهای فیزیکی و مکانیکی با روش آشتو T-32 ، به شرح زیر ، باشد :

- تنش حد گسیختگی ( در آزمایش خمشی ) ،
- مقاومت فشاری ،
- جذب آب پس از ۲۴ ساعت نگهداری در آب سرد ،
- جذب آب پس از ۵ ساعت نگهداری در آب جوش ،
- ضریب اشباع ،

– مقاومت در مقابل یخبندان ،

– جذب اولیه آب ،

– شوره ،

اندازه گیری ابعاد ،

– اندازه گیری تاب خوردگی .

نتایج حاصل از آزمایشهای نامبرده باید با مشخصات فنی مشروح در جدول ۴-۲ و همچنین با مشخصات فنی مندرج در آشتو M-114 یا ASTM-C 62 مطابقت داشته باشد .

جدول ۴-۲ . مشخصات فنی آجرهای ماشینی

| مشخصات                                          | حد اقل هر نمونه | متوسط ۵ نمونه |
|-------------------------------------------------|-----------------|---------------|
| حد اقل مقاومت فشاری (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع ) | ۱۵۵             | ۱۷۵           |
| حداکثر جذب آب پس از ۵ ساعت در آب جوش ( درصد )   | ۲۵              | ۲۲            |
| حداکثر ضریب اشباع                               | ۰/۹             | ۰/۸۸          |

$$\text{ضریب اشباع} = \frac{\text{جذب آب پس از ۲۴ ساعت نگهداری در آب سرد}}{\text{جذب آب پس از ۵ ساعت نگهداری در آب جوش}}$$

آجرهای حمل شده به پای کار باید عیناً " مانند نمونه هایی باشد که قبلاً " مورد تأیید و تصویب دستگاه نظارت قرار گرفته است .

#### ۴-۴ . بندکشی

بندکشی نما در بنایی سنگی ، بلوک سیمانی و آجری ، به نوع و مقاومت سنگ ، بلوک ، آجر و همچنین نوع و مقاومت ملات ، محل احداث سازه ، نماسازی و شرایط اقلیمی محل بستگی دارد . بعد از اتمام کامل بنایی ، تمام نما باید از ریخت و پاش ملات و غیره تمیز شود . درزها و بندها باید به عمق ۱/۵ سانتیمتر خالی شود ؛ سپس ، درزها و بندهای خالی شده باید مرطوب شده ، و با ملات بندکشی با فشار پر ، و بعد با قلم بندکشی صیقلی شود . عیار سیمان ملات بندکشی باید مطابق عیار ملاتی باشد که در ساختمان بنایی سنگی به کار رفته است ولی ماسه آن باید ریزتر از ماسه ملات بنایی سنگی باشد . پس از انجام بندکشی باید آن را مدت ۵ روز متوالی مرطوب نگاه داشت . دستورات مربوط به بندکشی هر نوع ساختمان سنگی ، بلوک سیمانی و آجری ، جداگانه از طرف دستگاه نظارت صادر خواهد شد . چنانچه بر اثر یخبندان یا عوامل دیگر بند ساختمانها ریخته شود ، بندکشی باید مجدداً صورت گیرد .

## ۴-۵. ملاتها

## ۴-۵-۱. مصالح متشکله ملات

الف) سیمان

مشخصات سیمانی که برای ساختن ملات به کار می‌رود، باید طبق مشخصات سیمان بتن و بتن مسلح باشد.

ب) آهک

آهک از پختن سنگ آهک ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) در حرارت ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به دست می‌آید. آهک با یک واحد آب ترکیب شده، و به  $\text{Ca(OH)}_2$  یا آهک شکفته مبدل می‌شود. برای به دست آوردن گرد آهک شکفته، آهک زنده را باید به مقدار کافی آبپاشی کرد؛ رطوبت حاصل از این آبپاشی باید برای تمام مدتی که آهک زنده عمل شکفته شدن را انجام می‌دهد، حفظ شود. آهک آب‌دیده، قبل از مصرف، باید ده روز تمام برای شکفته شدن کامل در انبار بماند. آهک آب‌دیده را باید طوری نگهداری نمود که در معرض آفتاب و خشکیدن قرار نگیرد. زیرا، در غیر این صورت، با جذب انیدرید کربنیک ( $\text{CO}_2$ ) از هوا، تبدیل به سنگ آهک می‌شود.

برای تهیه خمیر آهک، آهک پس از شکفته شدن، در حوضچه‌های مخصوص با مقدار آب کافی مخلوط می‌شود. پس از آنکه مخلوط آب و آهک در حوضچه‌ها به صورت خمیر درآید، خمیر آهک باید به وسیله رویوش مناسب، از حرارت آفتاب حفظ شود. خمیر آهک حداقل تا ۲ هفته باید در حوضچه‌ها نگهداری شود. تا زمانی که ترک‌هایی در سطح خمیر آهک پیدا نشده، و تا هنگامی که چسبندگی آن به درجه مطلوب نرسیده باشد، خمیر آهک را نباید برای ساختن ملات به مصرف رساند.

قبل از ساختن ملات، از گرد آهک مورد مصرف باید طبق روش آشتو T-218 نمونه‌گیری به عمل آید و ترکیبات شیمیایی و دانه‌بندی نمونه‌های اخذ شده با روش آشتو T-219 مورد آزمایش قرار گیرد. نتایج حاصل از آزمایش نامبرده باید با مشخصات فنی داده شده در آشتو M-216 مطابقت داشته باشد.

پ) ماسه

ماسه مورد استفاده در ملات از ماسه شسته طبیعی و یا ماسه شکسته به دست می‌آید. ماسه مصرفی باید تمیز، سالم و عاری از هرگونه مواد آلی و رس باشد. جنس ماسه باید از سنگ‌های خوب نظیر گرانیت و سیلیس و نظایر آن باشد. مصرف ماسه شیستی یا آهکی سست، جز در موارد استثنایی و با تصویب دستگاه نظارت ممنوع است. از ماسه مورد مصرف باید طبق روش آشتو T-2 نمونه‌گیری کرد و نمونه‌های اخذ شده را مورد آزمایش‌های زیر قرار داد:

۱) دانه‌بندی: ماسه مصرفی و درصد رد شده آن از الک ۰/۰۷۵ میلی‌متر باید به ترتیب مورد آزمایشهای آشتو T-27 و T-11 قرار گیرد و نتایج به دست آمده باید در محدوده دانه‌بندی مشروح در جدول ۳-۴ باشد.

جدول ۳-۴. دانه‌بندی ماسه مصرفی در ملات

| قطر سوراخ (شماره الک) - میلی‌متر | درصد وزنی رد شده / الک |
|----------------------------------|------------------------|
| ۴/۷۵ (شماره ۴)                   | ۱۰۰                    |
| ۲/۳۶ (شماره ۸)                   | ۹۵ - ۱۰۰               |
| ۰/۱۵ (شماره ۱۰۰)                 | حداکثر ۲۵              |
| ۰/۰۷۵ (شماره ۲۰۰)                | حداکثر ۱۰              |

در مورد بناهایی که درزهای بین قطعات سنگ، آجر و یا بلوک بیش از ۱۳ میلی‌متر باشد، دانه‌بندی درشت‌تر را نیز که در محدوده دانه‌بندی مندرج در جدول ۳-۴ در فصل سوم باشد، می‌توان به کار برد.

۲) مواد خارجی: مواد زاید موجود در ماسه باید به وسیله آزمایش آشتو T-112، و مواد آلی موجود در آن باید به وسیله آزمایش آشتو T-21 تعیین شود. نتایج حاصله باید با مشخصات فنی داده شده در آشتو M-45 مطابقت کند.

۳) ضریب نرمی<sup>۱</sup>: ضریب نرمی ماسه باید با روش آشتو M-6 مورد آزمایش قرار گرفته، و نتیجه بین ۱/۶ تا ۲/۵ باشد.

۴) آب مورد نیاز<sup>۲</sup> ملات: نسبت وزنی آب به سیمان در ملات باید با روش ارائه شده در بخش ۲۰ مندرج در استاندارد آشتو M-150 مورد آزمایش قرار گیرد، و تعیین شود. حداکثر نسبت وزنی آب به سیمان در ملات نباید از ۰/۵۰ تجاوز کند.

۵) مقاومت در مقابل عوامل جوی<sup>۳</sup>: مقاومت در برابر عوامل جوی ماسه مصرفی باید با روش آشتو T-104 مورد آزمایش قرار گیرد. افت وزن پس از ۵ نوبت آزمایش با سولفات سدیم نباید از ۱۰ درصد تجاوز کند. در صورتی که به جای سولفات سدیم از سولفات منیزیم استفاده شود، افت وزن نباید از ۱۵ درصد بیشتر باشد.

۶) هم ارز ماسه<sup>۱</sup>: تمیزی دانه‌های ماسه رد شده از الک ۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴) باید با روش آشتو T-175 مورد آزمایش قرار گیرد؛ نتیجه حاصله نباید از ۰.۰۶ درصد کمتر باشد.

#### ۴-۲. ملات ماسه سیمان

تعیین نسبت اختلاط ماسه، سیمان و آب باید به روش آشتو T-106 بر روی نمونه‌های مکعبی ۵×۵×۵ صورت گیرد. ولی به منظور راهنمایی برای اختلاط ملات ماسه سیمان با مخلوط‌کن مکانیکی، چهار طبقه ملات به شرح زیر توصیه می‌شود:

ملات طبقه ۱، ملاتی است که نسبت اختلاط ماسه و سیمان آن برای هر سه حجم ماسه حداقل یک حجم سیمان بوده، و حداقل مقاومت ۲۸ روزه نمونه مکعبی ۵×۵×۵ سانتیمتر آن برابر ۲۲۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد.

ملات طبقه ۲، ملاتی است که نسبت اختلاط ماسه و سیمان آن برای هر چهار حجم ماسه حداقل یک حجم سیمان بوده، و حداقل مقاومت ۲۸ روزه نمونه مکعبی ۵×۵×۵ سانتیمتر آن برابر ۱۳۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد.

ملات طبقه ۳، ملاتی است که نسبت اختلاط ماسه و سیمان آن برای هر پنج حجم ماسه حداقل یک حجم سیمان بوده و حداقل مقاومت ۲۸ روزه نمونه مکعبی ۵×۵×۵ سانتیمتر آن برابر ۷۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد.

ملات طبقه ۴، ملاتی است که نسبت اختلاط ماسه و سیمان آن برای هر شش حجم ماسه حداقل یک حجم سیمان بوده، و حداقل مقاومت ۲۸ روزه نمونه مکعبی ۵×۵×۵ سانتیمتر آن برابر ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد.

جدول ۴-۴ نسبت‌های تقریبی مصالح لازم برای یک متر مکعب ملات را نشان می‌دهد. این جدول فقط جنبه راهنما دارد و در هر مورد باید فرمول کارگاهی اختلاط تعیین شده، و به تأیید دستگاه نظارت برسد. قبل از ریختن آب بر روی مخلوط مصالح، باید ماسه و سیمان را به خوبی با هم مخلوط نمود. از لحاظ اضافه کردن آب به مخلوط مصالح، ملات را باید حداکثر ظرف یک ساعت به مصرف رسانید. در صورت گرفتن ملات، اضافه نمودن مجدد آب و مصرف آن به هیچ وجه مجاز نیست؛ و ملاتی که ظرف یک ساعت به مصرف نرسیده است، باید دور ریخته شود. مصرف انواع ملات‌ها طبق نقشه‌ها و دستورات دستگاه نظارت خواهد بود. به طور کلی، از ملات‌های ساخته شده و ملات‌هایی که ضمن ساختمان به کار رفته است، باید آزمایش‌های متعدد از لحاظ مقاومت در مقابل فشار و غلظت ملات و غیره به عمل آید.

جدول ۴-۴. نسبت‌های تقریبی مصالح لازم برای ملات

| طبقه ملات | نسبت اختلاط حجمی سیمان به ماسه | سیمان (کیلوگرم) | ماسه* (مترمکعب) | حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه |
|-----------|--------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
| ۱         | ۱ به ۳                         | ۳۶۰             | ۰/۹۴            | ۲۲۰                        |
| ۲         | ۱ به ۴                         | ۲۸۵             | ۰/۹۹            | ۱۳۵                        |
| ۳         | ۱ به ۵                         | ۲۲۵             | ۱/۰۰            | ۷۵                         |
| ۴         | ۱ به ۶                         | ۲۰۰             | ۱/۰۳۳           | ۴۰                         |

\* ماسه رد شده از الک نمره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر)

۴-۳. ملات حرامزاده<sup>۱</sup> (باتارد)

یک مترمکعب ملات حرامزاده با ۱۰۰ کیلوگرم سیمان و ۲۰۰ کیلوگرم گرد آهک شکفته که با هم کاملاً مخلوط شده باشند، ساخته می‌شود. باید توجه داشت که مقاومت و سختی ملات هیچ‌گاه نباید از مقاومت و سختی سنگ بیشتر شود، زیرا سختی ملات ممکن است باعث تغییرات فیزیکی، از جمله ترک خوردن و خرد شدن سنگها شود.

انتخاب ملات مناسب برای بندکشی نما از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تناسب سختی (نوع) و رنگ ملات با سختی و رنگ سنگ، در دوام و زیبایی بندکشیها و نمای دیوار تأثیر فوق‌العاده‌ای دارد.

به طور کلی، برای تعیین بهترین و مناسبترین ملات، از بین دسته‌بندی دوگانه ملاتهای ماسه سیمانی و ملاتهای حرامزاده، نوع ملات مصرفی با در نظر گرفتن پارامترهایی از قبیل امکانات محلی (وجود منابع)، شرایط اقلیمی (رطوبت، سرما، یخزدگی و...)، نوع دیوار (باربر- غیرباربر)، رنگ و جنس سنگ و غیره، از طرف دستگاه نظارت تعیین شده، و به پیمانکار ابلاغ می‌شود.

## ۴-۶. دیوارهای خشکه‌چین

دیوارهای خشکه‌چین با رجهای منظم ساخته می‌شود. ممکن است بنایی خشکه‌چین را به روش موزاییک نیز اجرا کرد. پیوستگی سنگهای نما با هم و با پشت کار باید کامل باشد.

#### ۴-۷. سنگچینه‌های حفاظتی

سنگهای مورد نیاز برای حفاظت در مقابل فرسایش در ورودی و خروجی سازه‌های آبیاری وزه‌کشی، طبق نقشه‌ها و انواع مندرج در این نشریه از سنگهای لاشه است. انواع حفاظت در مقابل فرسایش که در این جا از آن گفتگو می‌شود، بیشتر جنبه راهنمایی دارد و باید طبق نقشه‌ها و دستورات دستگاه نظارت عمل شود. مشخصات فنی سنگها باید مطابق ردیف ۴-۱-۲ این نشریه باشد.

انواع متداول سنگچینه‌های حفاظتی عبارتند از:

- سنگچین نوع ۱ به ضخامت ۱۵ سانتیمتر
  - سنگچین نوع ۲ به ضخامت ۳۰ سانتیمتر
  - سنگچین نوع ۳ به ضخامت ۳۰ سانتیمتر با بستری از شن و ماسه به ضخامت ۱۵ سانتیمتر
  - سنگچین نوع ۴ به ضخامت ۴۵ سانتیمتر با بستری از شن و ماسه به ضخامت ۱۵ سانتیمتر
- کاربرد انواع سنگچینه‌ها در سازه‌های مختلف آبیاری وزه‌کشی براساس تغییرات عمق آب، در جدول ۴-۵ درج شده است.

سنگهای مصرفی برای حفاظتهای با سنگچین باید شامل قطعاتی از سنگهای بادوام و بدون ترک باشد و با توجه به مشخصات عمومی سنگها که در بخش بنایی سنگی آمده است، از معادن مورد قبول دستگاه نظارت تهیه شود.

ابعاد سنگها به ضخامت لایه‌هایی بستگی دارد که باید طبق نقشه چیده شود. برای یک لایه سنگچینی به ضخامت فرضی  $T$  متر، حداقل ۵۰ درصد قطعات سنگ به کار رفته (درصدوزنی) باید دارای چنان ابعادی باشد که وزن هر قطعه به کیلوگرم معادل  $۶۲۵$  برابر مکعبی به ضخامت  $T$  (یا  $T^3 \times ۶۲۵$ ) بشود. این مصالح سنگی باید دارای دانه‌بندی پیوسته بوده، و از قطعاتی به وزن  $T^3 \times ۲۵۰۰$  کیلوگرم تا قطعاتی به وزن یک کیلوگرم تشکیل شده باشد. به طور کلی، بزرگترین ابعاد یک سنگ نباید بیشتر از ۳ برابر کوچکترین بعد همان سنگ باشد. سنگهای شکسته کمتر از یک کیلوگرم نباید بیش از ۱۰ درصد کل مصالح را تشکیل دهد (درصد وزنی). در ضمن، حداکثر ابعاد بزرگترین قطعه در امتداد ضخامت لایه ( $T$ ) نباید از سه چهارم ضخامت لایه بیشتر باشد.

اندازه سنگ از جدول ۴-۵ یا طبق دستورات دستگاه نظارت معین می‌شود.

در موقع ساختمان باید سنگهای بزرگتر در پی به کار برده شود و سنگهای کوچکتر در پشت کار به مصرف برسد. سنگها باید با دست طوری چیده شود که فضای خالی بین سنگها در کمترین حد باشد، سنگچینی‌هایی که نمای خارجی دارد و یا سنگچینی‌هایی که تکیه‌گاه دیواره‌های خشکه‌چین را تشکیل می‌دهد باید به دقت با دست مرتب شود، به طوری که یک جسم توپر و به هم پیوسته را تشکیل دهد.

جدول ۴-۵. ضخامت سنگچین حفاظتی

| سنگچین | ضخامت سنگچین (سانتیمتر)                           | حداکثر حجم و اندازه |          | حداقل حجم و اندازه |          |
|--------|---------------------------------------------------|---------------------|----------|--------------------|----------|
|        |                                                   | دسیمتر مکعب         | سانتیمتر | دسیمتر مکعب        | سانتیمتر |
| نوع ۱  | ۱۵ سانتیمتر شن دانه درشت                          | ۳/۵                 | ۱۵       | ۰/۰۰۱              | ۱        |
| نوع ۲  | ۳۰ سانتیمتر سنگ شکسته                             | ۳۰                  | ۳۰       | ۰/۰۳               | ۳        |
| نوع ۳  | ۳۰ سانتیمتر سنگ شکسته روی<br>۱۵ سانتیمتر بستر شنی | ۳۰                  | ۳۰       | ۰/۰۳               | ۳        |
| نوع ۴  | ۴۵ سانتیمتر سنگ شکسته روی<br>۱۵ سانتیمتر بستر شنی | ۱۰۰                 | ۴۶       | ۳                  | ۱۵       |

جدول ۴-۵ الف. ساختمانهای متفرقه از قبیل تنظیمها،  
آبشار تنظیمها، آبشيبها، کنترل همراه با ورودی،  
تقاطع با راه، آبگیرها و غیره.

| انواع سنگچین |       | عمق آب (متر) |
|--------------|-------|--------------|
| خروجی        | ورودی |              |
| نوع ۱        | —     | ۰ - ۰/۶      |
| نوع ۲        | —     | ۰/۶ - ۱/۰    |
| نوع ۳        | نوع ۱ | ۱/۰ - ۲/۰    |

جدول ۴-۵ ب. تقاطع کانال با زهکش

| طول خروجی<br>(متر) | نوع سنگچین |       | دبی<br>(مترمکعب - ثانیه) |
|--------------------|------------|-------|--------------------------|
|                    | خروجی      | ورودی |                          |
| ۲/۵                | نوع ۲      | —     | ۰-۱                      |
| ۳/۵                | نوع ۲      | —     | ۱-۳                      |
| ۴/۵                | نوع ۳      | نوع ۱ | ۳-۷/۵                    |

جدول ۴-۵- پ . سیفونها

| طول حفاظت                         |                               | نوع سنگچین |       | عمق آب<br>(متر) |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------|-------|-----------------|
| خروجی                             | ورودی                         | خروجی      | ورودی |                 |
| -                                 | -                             | -          | -     | ۰ - ۰/۶         |
| ۲/۵ عمق آب یا<br>بیشتر از ۱/۵ متر | -                             | نوع ۱      | -     | ۰/۶ - ۱/۰       |
| ۲/۵ عمق آب یا<br>بیشتر از ۱/۵ متر | ۱ عمق آب یا<br>بیشتر از ۱ متر | نوع ۲      | نوع ۱ | ۱/۰ - ۲/۰       |

## ۴-۸ . حفاظت شیروانیها

شیروانی خاکریزها و خاکبرداریها و یا کف و دیوارهای کانالها باید طبق نقشهها و دستور دستگاه نظارت حفاظت شود .

حفاظت شیروانیها به سه طریق زیر به عمل می آید :

## ۴-۸-۱ . پوشش ساده یا خشکه چین

برای اینکه پیوستگی کامل به دست آید ، سنگها روی بستری از خرده سنگ معدن و یا مخلوط شن و ماسه که روی سطح شیبدار ایجاد می شود ، قرار می گیرند و هردانه سنگ با پتک کوبیده می شود تا خوب روی قشر زیرین بنشینند . سنگها باید سطح نشیمن خوب داشته و قشرهای سنگچین نیز باید با هم موازی و عمود بر شیروانی قرار گیرد .

پوشش را می توان احتمالا " روی دیوار کوچکی که داخل زمین ساخته می شود ، تکیه داد .

## ۴-۸-۲ . پوشش با بلوکهای بتنی

این نوع پوشش را می توان با دالهای بتنی به ضخامت حداقل ۱۰ سانتیمتر بر روی قشر خرده سنگ متراکم طبق دستور دستگاه نظارت و نقشهها انجام داد .

## ۴-۸-۳ . پوشش با خاک نباتی

این نوع پوشش را می توان با مصرف خاک نباتی با ضخامت حداقل ۱۵ سانتیمتر که روی بستر شیروانیها در مناطق مرطوب پخش می شود ، تأمین نمود .

## ۴-۹ . رگلاژ و نیمرخ سازی شیروانی خاکریزهای سنگی

برای اینکه تعادل خاکریزهای سنگی تأمین شود ، باید سنگهای بزرگتر از خاکریز شیروانیها جدا شده و در حدود امکان روی شیروانی به طور مرتب با دست چیده شوند .

این قشر پوشش باید حداقل ۲۰ سانتیمتر ضخامت داشته باشد و برای اینکه ابعاد و شیب شیروانی خاکریز را حفظ کند ، با جسم خاکریز آمیخته شود .

#### ۴-۱۰. گابیون چینی

به منظور تنظیم جریان رودخانه، حفاظت پایه پلها و سازه‌های آبی در مقابل جریان آب و تقویت بدنه خاکریزها و سازه‌های آبی، دستگاه نظارت دستور ساختن و به کار بردن گابیونهای فلزی را طبق نقشه‌های تیپ خواهد داد. عملیاتی که ممکن است با گابیون انجام شود، عبارتند از:

- بندهای عمودی موقت در مقابل جریان آب
- بندهای طولی برای حفاظت در برابر طغیان آب
- اتصال بندهای طولی به کناره‌ها
- موجشکنها
- پوشش دامه خاکریز و غیره.

دستگاه نظارت برای هریک از حالات بالا نقشه جداگانه تهیه می‌کند تا پیمانکار طبق آن عمل نماید.

چنانچه در اثر نقص کار خسارتی به گابیونها برسد، تعمیر و تجدید آنها به دستور دستگاه نظارت از طرف پیمانکار صورت می‌گیرد.

تورسیمی گابیونها باید از آهن گالوانیزه بوده، و با مشخصات B.S. 443/69 مطابقت داشته باشد. حداقل قطر سیمها باید ۳ میلیمتر و اندازه چشمه‌ها ۸۰×۱۰۰ و یا ۱۰۰×۱۲۰ میلیمتر باشد. تورسیمی گابیون باید از یک قطعه تشکیل شود.

## فصل پنجم

### ۵. قالب بندی

این فصل شامل سه بخش زیر بوده، و پیمانکار ملزم به رعایت آن برطبق مشخصات فنی، نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت می‌باشد:

– قالب و قالب بندی بتن

– نماپردازی بتن

– رواداری کارهای بتنی

#### ۵-۱. قالب و قالب بندی بتن

##### ۵-۱-۱. مشخصات کلی

قالب باید بتن را در شکل مورد نظر نگاه دارد، نمای مندرج در مشخصات را به سطح بتن بدهد، وزن بتن را تا هنگام گرفتن تحمل کند و نیز بتن را در مقابل صدمات مکانیکی حفظ نموده، و از کم شدن رطوبت بتن جلوگیری نماید و عایق مناسبی در مقابل گرما و سرمای محیط باشد. اگرچه قالبها جزو اجزای موقت سازه‌های آبیاری و زهکشی محسوب می‌شود، ولی این به معنای برخوردار بودن از اهمیت کمتر نیست. قالبها باید دقیقاً "طبق اندازه و مشخصات داده شده باشد، با کیفیت قابل قبول دستگاه نظارت ساخته شده، و در تمام طول مدت کار به خوبی نگهداری و محافظت شود. مقاومت قالبها باید کافی باشد و با اتکا به ساختمان و اتصالات مربوط بتواند فشارهای هیدرواستاتیکی وارده از بتن تازه، نیروهای ناشی از لرزاندن بتن، بارهای زنده و سربارهایی را که احتمالاً به آن وارد خواهد آمد، در محدوده رواداریهای مقرر شده تحمل کند. برای محدود کردن فشارهای وارد به قالبها، لازم است مقدار بتن ریزی در هر مرحله عیناً "طبق مشخصات و مقادیر تعیین شده در نقشه‌ها و دستورالعملها باشد. به طور کلی، کارهای بتنی، بجز موارد زیر، باید با استفاده از قالب بندی صورت بگیرد.

الف) به منظور پرهیز از خاکیزی پشت سازه‌های فنی و کاهش مشکلات اجرایی و مسائل بعدی آن – مشروط براینکه محل گودبرداری شده ریزش نداشته باشد – قالب بندی پشت دیوارهای سازه‌های فنی که در مجاورت زمین طبیعی یا خاکریز کوبیده شده قرار دارد، جز با دستور دستگاه نظارت مجاز نیست.

در حالتی که قالب بندی پشت دیوارهای ذکر شده انجام نمی‌شود، باید به وسیله نایلون از جذب آب بتن توسط خاک مجاور ممانعت شود.

ب) سطوح بالایی اعضا و قطعات شیبدار با شیب کمتر از ۱/۵:۱ (۱ قائم، ۱/۵ افقی)

پ) سایر موارد به تشخیص و دستور دستگاه نظارت

نوع و روش قالب‌بندی در کارهای ویژه، از قبیل بتن پیش‌ساخته، بتن‌ریزی در آب و غیره، باید مطابق مشخصات و با تأیید قبلی دستگاه نظارت باشد. به طور کلی، در تهیه و بستن قالبها، پشت‌بندها، پایه‌های داربستها، پایه‌های اطمینان، وصله پایه‌ها، شالوده پایه‌ها، گوه‌های چوبی (که برای تنظیم قالب‌بندی و سهولت قالب‌برداری به کار می‌رود) و سایر متعلقات مربوط به کار قالب‌بندی، باید کلیه نکات مندرج در بخش ۴-۲ استاندارد شماره ۴-۱۹۵۵ ایران رعایت شود.

#### ۵-۱-۲. قالب

به طور کلی، نوع و کیفیت قالب باید مطابق مشخصات و متناسب با نمای تعیین شده بوده، و مورد تأیید دستگاه نظارت باشد.

سطح قالب باید دارای مشخصاتی باشد که سطح تمام شده بتن حاصله مطابق مشخصات و مورد قبول دستگاه نظارت بوده، و بدون هرگونه ناهمواری و ناصافی باشد. قالب برای بتن‌ریزی شالوده که بعداً "اطراف آن پر می‌شود، ممکن است از تخته‌های چوبی ساخته شود. برای بتن‌ریزی سازه‌های بتنی که سطوح خارجی آن در معرض دید قرار می‌گیرد (مانند آبروها، تنظیمها، آبشیبها و غیره)، باید قالب با روکش صاف روکش شود، مانند ورق آهن یا ورقهای چوبی صاف نظیر فیبر و تخته سه لایی. چوب مورد مصرف باید سالم، خشک و بدون عیب و نقص باشد؛ هیچ‌گونه خرابی و فرورفتگی موضعی نظیر گره در چوبها و فرورفتگی در ورقه‌های آهن قابل قبول نیست. در صورت به کارگیری پوشش قالبها، باید آنها را در شرایط قابل قبولی نگهداری کرده، و در صورت خرابی با پوشش جدید تعویض نمود.

طرح و محاسبه قالبها، پشت‌بندها، پایه‌ها و پایه‌های اطمینان باید با توجه به کلیه بارهای مرده و زنده قائم و جانبی صورت گیرد، اعم از بارهای استاتیکی یا دینامیکی که ممکن است تا قبل از حصول مقاومت بتن به سازه وارد شود. این محاسبات باید به وسیله پیمانکار مطابق دستورالعملهای مربوط انجام شده، و مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد. در صورت لزوم، با توجه به وضعیت زمین و تشخیص دستگاه نظارت باید برای پایه‌های قالب، زیرسری<sup>۱</sup> در نظر گرفته شود. اجرای قالب سازه‌های بتنی که سطوحی با شیب بیش از ۱/۵:۱ دارد، بسته به مورد با تأیید دستگاه نظارت انجام خواهد شد.

استفاده مجدد از قالب مجاز است، مشروط بر اینکه شکل، استحکام، استواری، آب‌بند بودن، صافی و سایر شرایط مورد نظر در مشخصات را تأمین کند. حداکثر تعداد دفعاتی که می‌توان از قالب چوبی استفاده کرد، توسط دستگاه نظارت تعیین خواهد شد. تخته‌های ناهموار و نامناسب را نباید در قالب‌بندی به کار برد.

### ۵-۱-۳. نکات اجرایی

به طور کلی، مجموعه قالب‌بندی باید از هر نظر دارای ایمنی کافی باشد. در مورد قطعات بتنی که احتمال بروز نیروهای زیر به بالا<sup>۱</sup> و یا پیچش وجود داشته باشد، باید اتصال کافی بین پایه‌ها و قالب تأمین شود. درزها، گوشه‌ها و اتصال قالب باید به اندازه کافی آب‌بندی شده باشد تا مانع خروج شیره بتن شود.

در کلیه لبه‌ها، گوشه‌ها و برآمدگی‌ها، قالب باید پخدار اجرا گردد تا برداشتن قالب آسان و بدون وارد آمدن آسیب صورت گیرد.

در قالبهای عمیق و باریک که غیرقابل دسترسی است، باید دریچه‌هایی در قسمت‌های زیرین و محل‌های لازم تعبیه شود تا نظافت داخل قالب و بازدید آن قبل از بتن‌ریزی میسر باشد. این دریچه‌ها باید قبل از بتن‌ریزی به دقت و به طور ثابت بسته شود.

### ۵-۱-۴. بازرسی و دقت قالب‌بندی

قالب‌ها باید به نحوی ساخته و نصب شود که اجزای سازه آبی پس از ریختن بتن وسفت شدن آن، دقیقاً طبق خطوط و تراز تعیین شده اجرا شده باشد. قالب‌بندی قبل از بتن‌ریزی، در حین آن و بعد از خاتمه آن توسط دستگاه نظارت مورد بازدید قرار می‌گیرد. در صورت لزوم، پیمانکار موظف است در مورد تنظیم و اصلاح قالب‌ها اقدام کند. قبل از هرگونه بتن‌ریزی، باید تأیید کتبی دستگاه نظارت مبنی بر بازرسی قالب‌ها و مجموعه قالب‌بندی صادر شود.

### ۵-۱-۵. بستهای قالب

اتصالاتی که قالب را در مقابل فشارهای هیدرواستاتیکی بتن تازه و همچنین سایر نیروهای وارده نگهداری کرده، و شکل آن را حفظ می‌نماید، بست قالب نامیده می‌شود. بست‌ها باید برای نگهداری و جلوگیری از تغییر شکل اجزای قالب، به ویژه در مورد کارهای سنگین، و حجیم دارای مقاومت کافی باشد. در مورد نوع، تعداد، محل بست قالب‌ها و روش بستن آنها باید موافقت دستگاه نظارت قبلاً کسب شده باشد. از تراوش شیره بتن از محل بست‌ها باید جلوگیری شود.

بست‌ها و میل مهاریه‌ای داخل قالب‌بندی باید به شکلی ساخته شود که پس از ریختن بتن بتوان آنها را به آسانی و بدون آسیب رساندن به بتن خارج نمود. بست و یا مهار سیمی را فقط در مواردی می‌توان مورد استفاده قرار داد که سیم مصرفی در اثر فشار خم نشده و سطح قالب را ناهموار نکند. در صورتی که به کار بردن مهار سیمی مجاز باشد، پس از برداشتن قالب باید انتهای این سیم‌ها را تا عمق حداقل ۱ سانتیمتر از سطح بتن برید و خارج کرد.

#### ۵-۱-۶. تمیز کردن و روغن زدن سطوح قالبها

قبل از بتن ریزی در قالبها، سطوح قالب را باید از هرگونه زنگزدگی، بقایای شیره بتن، خاشاک، تراشه و هرنوع مواد خارجی که موجب آلودگی بتن شود و یا مشخصات سطوح را از نظر سطح تمام شده بعد از برداشتن قالبها برهم زند، زدود.

برای جلوگیری از چسبندگی دوغاب سیمان به جدار قالبها، پس از تمیز کردن آنها و قبل از کار گذاردن میلگردها و بتن ریزی، سطوح قالبها باید از یک قشر نازک روغن به نحوی پوشیده شود که هیچ نوع لکه و اثری روی سطح بتن باقی نگذارد. نوع موادی که برای روغنکاری مصرف می شود باید قبلاً "به تصویب دستگاه نظارت برسد.

در مورد استفاده از روغن باید دقت شود که روغن به داخل بتن سرایت نکرده، و نیز میلگردها را آلوده نکند، در مواردی که سطح بتن رنگ آمیزی می شود باید برای روغن زدن قالبها از موادی استفاده شود که از لحاظ ترکیبات شیمیایی با رنگ ضدیتی نداشته باشد.

#### ۵-۱-۷. قالب برداری

باز نمودن قالبها باید پس از تحصیل سختی کافی بتن و تأیید کتبی دستگاه نظارت با دقت لازم صورت گیرد تا هیچ گونه صدمه ای به مقاومت بتن، سطح، لبه و گوشه های آن وارد نشود. زمان لازم و حداقل فاصله زمانی بین پایان بتن ریزی تا موقع باز کردن قالبها، بسته به نوع کار، حجم بتن ریزی، مشخصات مخلوط بتن و شرایط جوی متفاوت است؛ جدول ۵-۱ را می توان به عنوان راهنما مورد استفاده قرار

جدول ۵-۱. حداقل فاصله زمانی بین بتن ریزی و قالب برداری

| ردیف | نوع قالب یا داربست                      | حداقل مدت زمان لازم برای نگهداری قالبها و داربستها |                               |
|------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|      |                                         | درجه حرارت محیط بالاتر از ۱۶°                      | درجه حرارت محیط بین ۱۶° تا ۷° |
| ۱    | بدنه قائم ستونها، دیوارها و تیرهای بزرگ | ۱ روز                                              | ۲ روز                         |
| ۲    | صفحات قالب دالها                        | ۴ روز                                              | ۷ روز                         |
| ۳    | پایه های قالب دالها                     | ۱۱ روز                                             | ۱۴ روز                        |
| ۴    | صفحات قالب تیرها                        | ۸ روز                                              | ۱۴ روز                        |
| ۵    | پایه های قالب تیرها                     | ۱۵ روز                                             | ۲۱ روز                        |

مأخذ: CP 110 Part 1، با اصلاحات در ردیف ۱ جدول

داد، مگر اینکه دستگاه نظارت دستور دیگری صادر کند. هرنوع تعمیر و ترمیم بتن بلافاصله بعد از گیرش اولیه و باز نمودن قالبها طبق روش مورد تصویب دستگاه نظارت صورت می‌گیرد.

قالب قسمتهای معلق نباید قبل از اینکه بتن ۷۵ درصد مقاومت تعیین شده را به دست آورد، باز شود. هیچ نوع بار و مصالح نباید قبل از اینکه بتن کاملاً سخت شده و صد درصد مقاومت خود را به دست آورد بر اجزای سازه بتنی وارد آید. اعمال بار و نیروی خارج از مقادیر تعیین شده در طراحی سازه بتنی مجاز نیست.

حداقل مدت نگهداری قالب در هوای مناسب که از ۵ درجه سانتیگراد کمتر نباشد، در جدول ۵-۱ درج شده است.

#### ۵-۱-۸. قالب لغزان<sup>۱</sup> برای سطوح شیبدار و پوشش کانالها

بتن پوشش کانال با ضخامت یکنواخت طبق خطوط و رقوم و شیب مشخص شده در نقشه‌ها به وسیله یک قالب لغزان یا ماشین مخصوص پوشش اجرا می‌شود. قالب باید به‌طور ممتد و با سرعت ثابت و یکنواخت حرکت داده شود. سرعت حرکت قالب باید با سرعت بتن‌ریزی هماهنگ باشد.

#### ۵-۱-۹. ماشین متحرک پوشش بتنی<sup>۲</sup>

ماشین مخصوص پوشش بتنی کانال به وسیله چرخ بر روی ریلهای نصب شده در دو طرف حرکت می‌کند. برای اجرای مشخصات و تأمین پوشش کاملاً یکنواخت می‌توان از این ماشین‌آلات با اجازه و تأیید دستگاه نظارت استفاده کرد.

برای اجرای یکنواخت پوشش در امتداد مسیر و شیب نهر، ماشین باید به وسیله دورشته کابل قوی که در فواصل متناسب (حداکثر ۷/۵ متر) روی پایه‌ها مهار شده است، هدایت شود. در سرپیچها، این مهاریه‌ها باید در چنان فواصلی به کار برده شود که تغییراتی در اجرا نسبت به مسیر مستقیم به وجود نیاید.

از کابل‌های راهنما می‌توان برای هدایت ماشین نیمرخ ساز نیز استفاده کرد. کابل راهنما باید به دقت و به‌طور مستمر در محل صحیح خود در طول اجرای عملیات، تنظیم و کنترل شود. تجهیزات مربوط به کار کابل‌های راهنما نباید موقعیت کابل را برهم زند. روی ماشین پوشش در امتداد کابل‌های راهنما باید نقاط نشانه یا شاخص ثابتی تأمین شود تا بتوان به‌طور دایم موقعیت ماشین را نسبت به خط مسیر و شیب کنترل نمود.

این ماشینها دارای یک اسکلت فولادی شامل قیف دریافت کننده، لرزاننده‌ها و ماله با پوشش فولادی هستند. ماشین باید قادر باشد بتن مقطع کانال را با اندازه‌های (عرض و عمق) مختلف و به ضخامت تعیین شده در نقشه‌ها، همراه با لرزاندن بریزد و با سرعتی که از طرف دستگاه سازنده معین شده است، به جلو حرکت کند. پیمانکار باید در فرصت کافی که به برنامه زمانی اجرای کارها لطمه وارد نیارد (ترجیحا" در دوره تجهیز کارگاه)، و قبل از استفاده از ماشینهای نیمرخ ساز و یا ماشینهای پخش پوشش بتنی، موافقت دستگاه نظارت را در مورد مشخصات فنی ماشینهای مذکور به دست آورد. همچنین، پیمانکار باید نیروی انسانی کافی و ماهر برای دوران اجرا و بهره‌برداری از ماشینهای مذکور تربیت و آماده کند. پیمانکار باید نهایت کوشش خود را برای نیمرخ سازی کانالها و پوشش بتنی، به طوری که عینا" بر طبق خطوط، رقوم و شیبهای مندرج در نقشه‌ها و مشخصات تعریف شده در این دفترچه و دفترچه مشخصات فنی خصوصی باشد، به کار برد.

## ۵-۲. نماپردازی (پرداخت سطوح بتنی)<sup>۱</sup>

### ۵-۳-۱. مشخصات کلی

کلیه سطوح مرئی بتنی با قالب و بدون قالب‌بندی، باید با استفاده از مصالح و روش قالب‌بندی مورد تأیید نماسازی شود.

نماپردازی یا پرداخت سطوح بتنی باید با قالب‌بندی صاف و دقیق و توسط کارگران ماهر و ورزیده صورت گیرد. بعد از قالب‌بندی و قالب‌برداری، دستگاه نظارت از نزدیک سطوح را مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار می‌دهد تا اطمینان حاصل شود که طبق نقشه‌ها و دستورات دستگاه نظارت عمل شده است.

رواداری و انحراف مجاز از خطوط و پروفیل‌های تعیین شده، زوایا و ابعاد، براساس نقشه‌های اجرایی در قسمت ۳-۱۶-۲ زیر عنوان "رواداری کارهای بتنی" ارائه شده است. در این مبحث، ناهمواری سطوح بتنی بسته به محل اجرا و با توجه به اهمیت کار مورد توجه و بحث است. نوع پرداخت سطوح مختلف بتنی طبق مشخصات فنی خصوصی، نقشه‌های اجرایی و مندرجات این بخش صورت می‌گیرد.

ناهمواریهای سطحی که در اثر جابه‌جایی قالبها و شل شدن میخها و بستها حاصل می‌شود، ناهمواریهای تند<sup>۲</sup> خوانده می‌شود و به سهولت قابل‌روئیت و اندازه‌گیری مستقیم است. به سایر ناهمواریها، ناهمواریهای ملایم<sup>۳</sup> می‌گویند که اندازه‌گیری آنها به وسیله شمشه یا خطکش صافی در امتداد سطح صورت می‌گیرد.

۱. concrete surface finishing ; مأخذ: USBR

2. abrupt irregularities

3. gradual irregularities

برای اندازه‌گیری ناهمواریهای تند و ملایم، طول شمشه برای سطوح قالب‌بندی شده<sup>۱</sup> ۱/۵ متر و برای سطوح بتنی بدون قالب‌بندی<sup>۲</sup> سه متر است و میزان رواداری در طول شمشه‌ها براساس مندرجات این فصل قابل قبول می‌باشد.

#### ۵-۲-۲. سطوح بتنی قالب‌بندی شده

نماینده‌سازی سطوح بتنی قالب‌بندی شده به ۵ طبقه<sup>۳</sup>  $F_1$  تا  $F_5$  تقسیم می‌شود.

ناهمواریهای تند و ناهمواریهای ملایم برای سطوح مختلف در بند ۵-۲-۱ و جدول ۵-۲ ارائه شده است.

پرداخت این سطوح توسط سنگ‌زدن یا ماسه‌پاشی تحت فشار مجاز نیست. در صورتی که در کارهای مخصوص و در مورد سازه‌هایی که سرعت جریان آب در آنها زیاد است، به تدابیر خاص نیاز باشد، این کار باید طبق مشخصات فنی خصوصی انجام شود. موارد کاربرد هریک از نماینده‌ها به شرح زیر است:

طبقه  $F_1$ : سطح‌پردازی این طبقه در مورد سطوحی نظیر بالادست سدها یا سطوحی که غالباً " به صورت غرقاب است و زبری سطح بتن مشکلی در امر بهره‌برداری به وجود نمی‌آورد، صورت می‌گیرد. تنها تصحیح لازم برای سطوح‌پردازی این طبقه، پرکردن انحناهای سطوح<sup>۴</sup> یا سوراخهای باقی‌مانده از محل میلگردها با عمق بیشتر از ۲۵ میلیمتر می‌باشد.

طبقه  $F_2$ : سطح‌پردازی این طبقه برای سطوحی است که غالباً " به صورت نمایان نبوده<sup>۵</sup>، و سایر سطح‌پردازیها برای آنها توصیه نشده باشد، مانند سازه‌های فنی شامل سطوح داخلی آبروهای صندوقه‌ای، زیرگذرها، سطوح سازه‌های تخلیه (بجز در مواردی که سرعت جریان در آنها زیاد است و باید از طبقه  $F_1$  استفاده شود)، سرریزها، تلمبه‌خانه‌های کوچک، پلها و دیوارهای حایل که عموماً " در معرض دید عموم نیست و بالاخره سدهای بتنی (بجز در مواردی که طبقه  $F_1$  برای سطوح بالادست آن توصیه می‌شود). برای قالب‌بندی این سطوح از قالب فلزی یا تخته سه‌لایی استفاده می‌شود.

طبقه  $F_3$ : سطح‌پردازی این طبقه مشخصاً " در مورد سطوحی است که در معرض دید بوده، و شکل ظاهری آن مورد نظر است. سطح‌پردازی این طبقه شامل قسمتهای بالایی سازه‌های تلمبه‌خانه‌ها، بتن‌های تزئینی سدها، پلها و ساختمانهای دایمی است. برای دستیابی به این طبقه غالباً " از تخته با کام و زبانه<sup>۶</sup> یا تخته سه‌لایی استفاده شده، و باید در قالب‌بندی دقت کافی به عمل آید. در محل درزهای ساختمانی باید قالب کاملاً " محکم و بدون حرکت کار گذاشته شده، و اجرا شود.

1. formed surface (=F)

2. unformed surface (=U)

3. class

4. depression

5. unexposed

6. tongue-and-groove

طبقه  $F_4$ : پرداخت سطوح مطابق مندرجات این قسمت در مورد سطوحی انجام می‌گیرد که سازه آبی باید دارای مسیر کاملاً دقیق باشد و در برابر اثرات تخریبی آب کاملاً محفوظ بماند. سطوحی نظیر خروجیها، تونل‌های سرریز سدها و پایین دست دریچه‌ها جزو این طبقه هستند. باید توجه شود که قالبها کاملاً محکم بوده، و با بستها و پشت‌بندهای مناسب در محل‌های خواسته شده نصب شوند.

طبقه  $F_5$ : سطح‌پردازی این طبقه برای سطوحی است که روی سطح بتن توسط ملات یا گچ پوشیده می‌شود. به‌منظور ایجاد قفل و بست بیشتر بین سطح بتن و لایه رویه، می‌توان از قالب رنده نشده استفاده کرد. به کارگیری قالب فلزی یا روغن زدن به قالب مجاز نیست.

### ۳-۲-۵. سطوح بتنی بدون قالب‌بندی

نما‌پردازی سطوح بتنی قالب‌بندی نشده به ۴ طبقه  $U_1$  تا  $U_4$  تقسیم می‌شود. با توجه به مندرجات بند ۱-۲-۵، میزان ناهمواریهای مجاز در جدول ۲-۵ ارائه شده است. سطوح قالب‌بندی نشده که در معرض هوا قرار می‌گیرند یا مرتباً شستشو می‌شوند، باید طبق نقشه‌ها و یا دستورالعمل‌های دستگاه نظارت برای تخلیه آب‌های سطحی به شرح مشخصات مربوط، شیب‌دار ساخته شوند. چنانچه شیب دیگری در نقشه‌ها و دستورالعمل‌ها مشخص نشده باشد، مقادیر شیبها باید به شرح زیر باشد:

جدول ۲-۵. حداکثر ناهمواری در سطوح بتنی (میلی‌متر)

| ردیف | نوع ناهمواری       | سطوح قالب بندی شده ( $F$ ) |                   |       |       |       | سطوح قالب بندی نشده ( $U$ ) |       |       |       |
|------|--------------------|----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|
|      |                    | $F_5$                      | $F_4$             | $F_3$ | $F_2$ | $F_1$ | $U_4$                       | $U_3$ | $U_2$ | $U_1$ |
| ۱    | انحنای سطوح        | -                          | -                 | -     | -     | ۲۵    | -                           | -     | -     | -     |
| ۲    | ناهمواریهای ملایم  | ۶                          | ۶                 | ۶     | ۱۲    | -     | -                           | -     | -     | -     |
| ۳    | ناهمواریهای تند    | ۶                          | $۶^*$<br>$۳^{**}$ | ۳     | ۶     | -     | -                           | -     | -     | -     |
| ۴    | تمام سطوح          | -                          | -                 | -     | -     | -     | -                           | ۶     | ۶     | ۱۰    |
| ۵    | کف کانال           | -                          | -                 | -     | -     | -     | ۶                           | -     | -     | -     |
| ۶    | بدنه شیب‌دار کانال | -                          | -                 | -     | -     | -     | -                           | -     | -     | ۱۲    |

\* ناهمواری مجاز در جهت جریان

\*\* ناهمواری مجاز در خلاف جهت جریان

- سطوح بارپک (مانند بالای دیوارها و جدولها) ، در حدود ۳ درصد
  - سطوح پهنتر (مانند پیاده‌روها ، خیابانها ، سکوها و کفها) ، در حدود ۲ درصد
- موارد کاربرد هریک از این طبقات به شرح زیر است :

طبقه  $U_1^1$  : سطح‌پردازی این طبقه برای سازه‌هایی نظیر سکوهای بهره‌برداری مورد استفاده دارد که بعداً "توسط خاکریزی یا بتن پوشیده می‌شود . همچنین ، این طبقه برای اولین مرحله سطح-پردازی طبقات  $U_4$  و  $U_3$  نیز پذیرفته می‌شود . این سطح‌پردازی شامل تراز کردن و شمشه‌کشی روی سطح کار می‌باشد . بتن‌های اضافی باید فوراً " پس از لرزاندن و جان‌دازی بتن از سطح کار حذف شود .

طبقه  $U_2^2$  : سطح‌پردازی این طبقه شامل بتن کف  $U_3^3$  آبروها و فلوومها ، کف سازه‌های فنی ، سرریزها ، حوضچه‌های ته‌نشینی ، سطوح خارجی سکوها در تلمبه‌خانه‌ها ، کف گالریهای عبور و مرور و بهره‌برداری ، آبروهای موقت ، کوله پلها و دیوارها ( بجز در مواردی که نمای بتن در معرض دید است ) ، کف آبروها ، پیاده‌روها ، کف دالها ( که روی آن عایقکاری صورت می‌گیرد ) و کف پلها می‌باشد . این سطح‌پردازی توسط دست یا وسایل مکانیکی انجام می‌شود . شروع کار هنگامی است که سطح بتن به اندازه کافی سخت شده باشد . چنانچه سطح‌پردازی طبقه  $U_3^3$  مورد نظر باشد ، عمل بالا تا هنگامی که مقدار کمی ملات بدون آب اضافی به سطح آورده شود ، ادامه می‌یابد .

طبقه  $U_3^3$  : سطح‌پردازی این طبقه از طریق ماله‌کشی  $U_4^4$  برای دالهای بتنی خارج ساختمان ( بجز در مواردی که سطح بتن با موزاییک پوشیده می‌شود ) ، قسمت بالای دیوارهای جداکننده و سطوحی انجام می‌گیرد که سرعت جریان آب در آنها زیاد است . به کارگیری ماله فلزی تا هنگامی که رطوبت سطح بتن از بین نرفته یا بتن شروع به سخت شدن نکرده است ، مجاز نیست . ماله‌کشی باید با فشار کافی برای تأمین یک سطح صاف انجام شود . ماله‌کشی با فشار کم برای سطوحی که بعداً "پوشش شده یا عایقکاری می‌شود ، مجاز است .

طبقه  $U_4^4$  : این طبقه برای سطوح بتنی کانالهای اصلی و فرعی مورد استفاده است . سطح این طبقه عیناً " مشابه سطح ماله‌کشی شده با ماله طویل توسط کارگران ماهر خواهد بود . چنانچه عملیات پوشش کانال با ماشین انجام شود ، سطح‌پردازی دیگری مورد نیاز نخواهد بود . چنانچه پس از اجرای عملیات پوشش در سطح بتن لکه‌های  $U_5^5$  ریز مشاهده شود ، پر کردن این لکه‌ها توسط کارگرو با دست مجاز نیست .



## فصل ششم

### ۶. زهکشی

#### ۶-۱. مشخصات کلی

به منظور انحراف و خارج کردن آبهای ناشی از بارندگی، تثبیت و کنترل سطح آب زیرزمینی در عمق معین، مهارسیل، ذوب یخ و برف برای حفاظت از عملیات ساختمانی در حین اجرای کار و پس از پایان قطعی کارها، زهکشها باید طبق خطوط، شیپها و رقوم نقشه‌های اجرایی و یا دستور دستگاه نظارت و با رعایت مشخصات زیر از طرف پیمانکار احداث شود.

#### ۶-۲. زهکشهای روباز

حفر کانالهای زهکش روباز (کانالهای اصلی و فرعی) باید با رعایت مشخصات مندرج در فصل عملیات خاکی و تأیید دستگاه نظارت انجام شود.

#### ۶-۳. زهکشهای زیرزمینی

##### ۶-۳-۱. انواع زهکشهای زیرزمینی

انواع زهکشهای زیرزمینی به قرار زیر است:

— زهکش زیرزمینی مزارع

— زهکش جمع‌کننده (کلکتورها)

— زهکش زیرپوشش کانالها

— زهکش پشت ابنیه فنی

#### الف) زهکش زیرزمینی مزارع

این نوع زهکشی به فواصل معین در طول قطعات زراعی احداث می‌شود. زهکش زیرزمینی شامل ترانشه، لوله‌های سوراخدار یا شکافدار در میان قشری از مصالح آبکش<sup>۱</sup> یا مصالح دانه‌بندی شده (مصالح فیلتری) است.

لوله‌های مصرفی در زهکشهای زیرزمینی در انواع مختلف سفالی، سیمانی، پلاستیکی، آلومینیومی و فولادی به اشکال مشبک، متخلخل، موجدار و ساده ساخته می‌شود.

حفر ترانشه‌ها به عمق لازم طبق خطوط، شیپ و رقوم مشخص شده در نقشه‌های اجرایی و یا دستورات دستگاه نظارت صورت می‌گیرد.

---

1. permeable

خاک حاصل از خاکبرداری در کنار ترانشه ریسه می شود. بعد از خاتمه خاکبرداری و تأیید شیب کف ترانشه و اندازه های آن از نظر عمق و عرض خاکبرداری از طرف دستگاه نظارت، پخش قشر اول مصالح آبکش یا مصالح فیلتری صورت می گیرد؛ پس از خاتمه عملیات لوله گذاری یا تنبوشه گذاری و پخش بقیه مصالح آبکش یا فیلتری اطراف و روی آن و تأیید دستگاه نظارت، در مورد عملیات خاکریزی و پر کردن ترانشه به صورت لایه های افقی اقدام می شود. ترانشه ای که حفر می شود، در همان روز باید شن ریزی، لوله گذاری و خاکریزی شود. در صورتی که لازم باشد ترانشه ای بیش از یک روز بماند، گرفتن موافقت قبلی دستگاه نظارت ضروری است. با توجه به سرعت و سهولت مورد نظر در اجرای عملیات توصیه می شود که تا حد امکان از دستگاه حفار ترنچر استفاده شود.

انتهای لوله های زهکش مدفون، در خارج از مزرعه به زهکشهای رویاز متصل می شود.

سایر جزئیات اجرایی که باید رعایت شود، به قرار زیر است:

— ترانشه های زهکشی باید طبق مشخصات نقشه ها دارای عرض، عمق، شیب و رقوم داده شده بوده، و با رعایت شرایط خاکبرداری مندرج در بند ۱-۲-۱ صورت گیرد.

— لوله ها و تنبوشه ها باید طبق مشخصات نقشه ها در خطوط تراز و شیب داده شده کار گذاشته شود. در صورت استفاده از لوله های PVC، انتهای آنها باید توسط حلقه های اتصال بدون استفاده از چسب به صورت آزاد به هم متصل شود. عمق و شیب لوله ها باید با نهایت دقت طبق نقشه و مشخصات اجرا شود. اطراف لوله ها را باید با مصالح شنی و ماسه بدون کوبیدن مطابق نقشه های اجرایی پر نمود.

— پر نمودن ترانشه ها روی مصالح شنی (فیلتر) ریخته شده باید با مصالح خاکبرداری شده که در کنار ترانشه ریسه شده است، صورت گیرد.

— فاصله بین دو تنبوشه متوالی بین ۳ تا ۵ میلیمتر و انحراف از مسیر حداکثر تا  $\pm 20\%$  قطر داخلی تنبوشه است و اصلاح مسیر باید در ۴ بند تنبوشه انجام بگیرد.

— بستر لوله ها باید با توجه به شیب و عمق داده شده حفر شود؛ اضافه خاکبرداری احتمالی باید با مصالح مناسب دستی جایگزین شود.

— پر کردن روی لوله برای پرهیز از به هم خوردن تنظیم آنها، باید به طریق دستی انجام شود.

#### ب) زهکشهای جمع کننده (کلکتورها)

به منظور جمع آوری جریان حاصل از جمع کننده های زیرزمینی و آبهای سطحی، از زهکشهای جمع کننده استفاده می شود.

زهکشهای جمع کننده بالادست (درجه ۲) به زهکشهای پایین دست (درجه ۱) تخلیه شده، و نهایتاً "آبهای جمع آوری شده به زهکش اصلی و نقطه تخلیه هدایت می شود. بسته به شرایط طرح، برای زهکشهای جمع کننده می توان از کانالهای خاکی درجا (زهکشهای روباز) یا لوله مدفون استفاده کرد.

اجرای زهکشهای جمع کننده به صورت جمع کننده های زیرزمینی یا کانالهای روباز باید براساس نقشه های اجرایی و مندرجات مشخصات فنی خصوصی صورت بگیرد.

#### پ) زهکش زیرپوشش

این نوع زهکش در زیر پوشش کانالها، در محلهایی که سطح آب زیرزمینی بالاست یا احتمال بالا آمدن آن می رود و نتیجتاً "موجب خسارت به کانالها می شود، طبق نقشه ها و دستورات دستگاه نظارت احداث می شود.

ضرورت زهکشی در زیرپوشش کانالهایی که بیش از عمق ۱/۵ متر در داخل رس یا بستر سنگی خاکبرداری می شود، از طرف دستگاه نظارت معین می شود.

تعیین محل زهکش زیرپوشش کانالها بعد از خاتمه خاکبرداری توسط دستگاه نظارت صورت می گیرد.

– قبل از شروع نیمرخ سازی جدار کانال، در صورت لزوم، زهکش زیر پوشش کانال و محل نصب لوله های تخلیه قائم<sup>۱</sup> و شیرهای یکطرفه<sup>۲</sup> باید مطابق دستور دستگاه نظارت و طبق نقشه ها با شیب و اندازه و رقوم تعیین شده با توجه به شرایط خاکبرداری موضوع بند ۲-۱-۱ صورت گیرد.

– لوله های زهکش و اتصالات و متعلقات مربوطه باید طبق نقشه ها اجرا شود. مشخصات کلیات مصالح لازم برای نگهداری لوله های نصب شده موقتی، با نظر دستگاه نظارت تعیین می شود.

در صورت لزوم، ترانشه ها باید به هنگام نصب لوله ها از آب تخلیه شود.

– در طول عملیات ساختمانی برای جلوگیری از مسدود شدن لوله های زهکش و لوله های تخلیه قائم و متعلقات مربوطه و همچنین هنگام پرکردن ترانشه ها و ساخت کانالها و پوشش آنها، باید مراقبت کامل به عمل آید که هرنوع ضایعات وارده به زهکشها بلافاصله ترمیم شود و سپس عملیات خاکریزی و ساخت کانالها ادامه یابد.

– هرنوع تغییر ناشی از تداخل و اتصال به سازه های فنی و روش نصب در مسیر زهکشی زیرپوشش کانالها، باید با موافقت دستگاه نظارت صورت گیرد.

– برای حصول اطمینان از کار شیرهای یکطرفه، بعد از نصب باید آنها را آزمایش کرد؛ روش آزمایش آنها باید قبلاً" به تصویب دستگاه نظارت برسد.

– در صورت لزوم، برای زیر پوشش بتنی کانالها طبق دفترچه مشخصات فنی خصوصی و یا دستورات دستگاه نظارت از مصالح شنی یا مصالح فیلتری دانه بندی شده استفاده خواهد شد.

### ت) مجرای خروج آب<sup>۱</sup> در سازه های فنی

در دیواره سازه های فنی آبیاری و سازه های فنی راهها باید مجرای تخلیه آب پیش بینی شود. مجرای خروج آب در سازه های فنی شامل لوله ها و اتصالاتی چدنی سوراخدار، خاکبرداری اطراف لوله ها و پر کردن مجدد آن با مصالح مناسب نظیر مصالح فیلتری، مطابق نقشه های اجرایی و طبق دستورات دستگاه نظارت می باشد.

لوله ها و سوراخهای احداث شده باید در مقابل گرفتگی و پر شدن در طول عملیات ساختمانی با دقت محافظت شود، روش آزمایش آنها قبلاً" به تصویب دستگاه نظارت برسد.

### ۳-۲. مصالح مصرفی

الف) لوله های PVC، اتصالات، سراهیها، دریچه ها، درپوشها و سوپاپها باید با مشخصات فنی خصوصی بخش "لوله کشی" و دستورالعملهای مربوطه کاملاً" مطابقت داشته باشد؛ مصالح لوله های پلی اتیلن نیز باید با دستورالعملهای کارخانه سازنده که به تأیید دستگاه نظارت رسیده باشد، تطبیق کند.

لوله های مورد مصرف در زهکشیهای عمقی باید با یکی از استانداردهای آشتو، به شرح زیر، تطبیق کند:

|             |                                         |
|-------------|-----------------------------------------|
| ASTM D 2241 | لوله های پی.وی.سی                       |
| DIN 8074    | لوله های پلی اتیلن سخت <sup>۲</sup>     |
| DIN 8072    | لوله های پلی اتیلن نرم <sup>۳</sup>     |
| M-197 آشتو  | لوله های موجدار آلومینیومی              |
| M-189 آشتو  | لوله های مشبک آریست سیمانی              |
| M-177 آشتو  | لوله های مشبک از فیبر قیری <sup>۴</sup> |
| M-65 آشتو   | لوله های سفالی <sup>۵</sup>             |
| M-175 آشتو  | لوله های مشبک سیمانی                    |

1. weep hole

2. high density

3. low density

4. bituminized fibre

5. clay pipe

آشتو M-176

لوله‌های متخلخل سیمانی

آشتو M-136

لوله‌های موجدار فولادی

ب) مشخصات مصالح درپوشهای لاستیکی که از فرایندهای پتروشیمی به دست می‌آید، باید قبلاً " به تأیید دستگاه نظارت برسد .

پ) در صورت استفاده از مصالح برنجی، قطعات، پیچ و مهره‌های برنجی و واشرهای شیرهای یکطرفه باید با مشخصات بخش کارهای فلزی مطابقت داشته باشد .

ت) برای تهیه دانه‌بندی فیلتر با مصالح سنگی که برای پوشش لوله‌های زهکش زیرزمینی به کار می‌رود، می‌توان از روابط و توصیه‌های زیر استفاده کرد: <sup>۱</sup>

$$\begin{aligned} & \frac{D_{15}^{\text{فیلتر}}}{D_{85}^{\text{خاک ترانسه}}} < 5 \\ & \frac{D_{15}^{\text{فیلتر}}}{D_{15}^{\text{خاک ترانسه}}} < 40 \\ & \frac{D_{50}^{\text{فیلتر}}}{D_{50}^{\text{خاک ترانسه}}} < 12 \end{aligned}$$

در این رابطه،  $D_{\alpha}$  نشان دهنده قطر ذراتی است که  $\alpha\%$  ذرات از آن ریزتر باشند .

– صد درصد مصالح فیلتری باید از الک ۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ) بگذرد .

– ۹۰ درصد مصالح فیلتری باید از الک ۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ) بگذرد .

– حداکثر ۱۰٪ از مصالح فیلتری از الک نمره ۶۰ عبور کند .

– مصالح فیلتری باید کاملاً " شسته شود و بدون مصالح گذرنده از الک نمره ۲۰۰ باشد .

– در محلهایی که زهکشهای شیاردار (روزنه‌دار) <sup>۲</sup> به کار می‌رود، باید  $D_{85}$  مصالح فیلتری بزرگتر از نصف قطر روزنه باشد .

– ضخامت قشر فیلتر در نقشه‌های اجرایی معین می‌شود و در هر حال از ۱۰ سانتیمتر کمتر نخواهد بود.

جدول دانه‌بندی مصالح سنگی فیلتر در صورت لزوم و با در نظر گرفتن مصالح شنی آبگذر با توجه به کیفیت خاک در دفترچه مشخصات فنی خصوصی قید شده، یا از طرف دستگاه نظارت معین می‌شود .

برای حفاظت کارهای تکمیل شده و جلوگیری از خسارت ناشی از آب باید همواره وسایل و

امکانات کافی برای تخلیه آبها و زهکشی و یا انحراف جریان زهکشها را پیش‌بینی کرد و در موقع مناسب و ضرور سریعاً آنها را مورد استفاده قرار داد. برای این کار ممکن است زهکشهای تخلیه موقتی، بندها و یا کانالهای انحرافی و یا آبروهای موقت به طریقی احداث شود که دستگاه نظارت تعیین می‌کند. چنانچه، به تشخیص دستگاه نظارت انحراف موقت کانالهای آبیاری زراعی لازم باشد، نحوه اجرا و جزئیات آن از طرف دستگاه نظارت اعلام خواهد شد. در طول اجرای کارها رضایت زارعان باید فراهم شود.

خسارات وارده به کارها در اثر انجام نشدن زهکشی کافی ناشی از قصور پیمانکار باید به هزینه پیمانکار جبران شود.

#### ۴-۴. آبروها

کلیه عملیات ساختمانی زهکشهای سطحی برای انحراف و تخلیه آبهای ناشی از بارندگی، سیل و ذوب برف و یخ، شامل احداث آبروهای لوله‌ای یا صندوقه‌ای، باید برطبق نقشه‌های اجرایی و دستورات دستگاه نظارت اجرا شود.

برای آنکه زهکشی رضایتبخش باشد، باید به وسیله شیب‌بندی و تسطیح از تجمع آب باران یا آبهای جاری در منطقه عملیات جلوگیری به عمل آید. چون در اراضی شیب‌دار، آب در اثر نیروی ثقل جریان می‌یابد، باید قبل از شروع عملیات خاکی و به منظور پیشگیری از فرسایش، تخریب و آسیب دیدگی ابنیه فنی راه، خاکریزها و شیب شیروانیها، ترتیبی داده شود که تخلیه و انحراف این آبها به‌نحو مقتضی صورت بگیرد.

در حین اجرای عملیات ساختمانی، باید همواره مراقبت خاص به عمل آید تا به کانالها و آبروهای موجود هیچ‌گونه آسیبی وارد نشود. آبروها، کانالها و سایر ابنیه زهکشی که در حین یا بعد از اتمام عملیات ساختمانی، به عنوان کانالهای تخلیه آب مورد استفاده واقع خواهند شد، نه تنها باید همواره پاک و تمیز نگاه داشته شود تا مانع عبور جریان آب نباشد، بلکه قبل از احداث این‌گونه آبروها و کانالها، باید تسهیلات کافی برای ورود و خروج آزاد آب تأمین شود.

#### ۴-۴-۱. آبروهای لوله‌ای بتنی پیش ساخته

لوله‌های بتنی ساده و بتن مسلح مورد مصرف در آبروها را می‌توان در کارخانه، یا در محل با وسایل ماشینی مخصوص این کار به‌طور پیش ساخته تهیه نمود.

جزئیات لوله‌های بتن مسلح با توجه به نوع بستر و ارتفاع خاکریزی در نقشه‌ها و جزئیات نشریه شماره ۱۰۷ (نقشه‌های تیپ سازه‌های فنی) ارائه شده است؛ در صورت کافی نبودن این مشخصات، با

توجه به ماهیت کار باید از مشخصات آشتو M-170 استفاده شود. مشخصات لوله‌های بتنی ساده باید، بسته به مورد، با بتن طبقه ۲ یا ۳ استاندارد آشتو M-86، بسته به مورد مطابقت نماید.

سطح درونی لوله‌ها باید کاملاً "صاف بوده، و رواداری آن نسبت به ابعاد واقعی از ۱/۵ درصد بیشتر نباشد. حد رواداری در قطر لوله یک سانتیمتر است. جدار لوله می‌تواند از اندازه پیش‌بینی شده در نقشه‌ها ضخیمتر باشد ولی رواداری ضخامت در جهت کاهش نباید بیشتر از ۵ درصد ضخامت مشخص شده در طرح باشد. لوله‌ها را می‌توان از نوع نر و ماده یا انواع دیگر انتخاب کرد، ولی به هر حال باید با نوع مشخص شده در نقشه‌ها مطابقت کند. بتن لوله‌ها از نوع بتن طبقه یک و حداقل عیار سیمان لوله‌های بتنی مسلح و غیرمسلح معادل ۳۵۰ کیلوگرم (بتن طبقه ۲) در مترمکعب بتن خواهد بود. نوع سیمان، شن، ماسه، نسبت آب به سیمان و همچنین کلیه عملیات مربوط به تهیه، اختلاط، حمل، ریختن، لرزاندن، گیرش و نگهداری بتن باید مطابق با مندرجات فصل سوم باشد. نوع دیوارهای انتهایی و نوع بتن آنها باید با توجه به شرایط محلی در مشخصات فنی خصوصی قید شود. لوله‌های بتنی ساده و یا مسلح نباید قبل از به دست آوردن مقاومت ۲۸ روزه، یا زودتر از ۲۸ روز، به محل حمل شده، و به مصرف برسد.

#### ۴-۲. آبروهای صندوقه‌ای

آبروهای صندوقه‌ای شامل صندوقه‌های پیش ساخته بتن مسلح و یا ریخته شده در محل (درجا) می‌باشند. اندازه این نوع آبروها باید با اندازه‌های مشخص شده در نقشه‌ها مطابقت کند. بتن مصرفی در این سازه‌ها باید طبق نقشه‌های اجرایی و حداقل از نوع B-۲۵۰ باشد. سایر عملیات بتنی و بنایی باید با مندرجات این نشریه مطابقت داشته باشد.

#### ۴-۳. سایر آبروها

علاوه بر لوله‌های مدور بتنی و آبروهای صندوقه‌ای که شرح داده شد، سایر انواع متفاوت لوله‌های فلزی و بتنی را با مشخصات زیر می‌توان تهیه کرد و مورد استفاده قرار داد:

|                   |      |                                                          |
|-------------------|------|----------------------------------------------------------|
| M-206             | آشتو | الف) لوله‌های قوسی از بتن مسلح                           |
| M-270             | آشتو | ب) لوله‌های بیضی شکل از بتن مسلح                         |
| M-218 }<br>M-26 } | آشتو | پ) لوله‌های آهنی یا فولادی گالوانیزه موجدار <sup>۱</sup> |
| M-196             | آشتو | ت) لوله‌های موجدار از آلایز آلومینیوم                    |
| M-217             | آشتو | ث) لوله‌های آریست سیمانی (سیمان و پنبه‌سوز)              |

## ۴-۴-۶. پی‌کنی آبروها و لوله‌ها

الف) پی‌کنی آبروها و لوله‌ها باید طبق اندازه‌های تعیین شده در نقشه‌ها و برابر دستور دستگاه نظارت انجام گیرد. پی‌کنیها باید طبق جدول ۶-۱ به عرضی باشد که سهولت کار را فراهم کند و از لحاظ عملیات ساختمانی مقرون به صرفه باشد. پی‌کنی در بستر آبروها و لوله‌ها باید با دقت کامل و منطبق با تراز مشخص شده در نقشه‌ها و در بستری مطمئن در سراسر طول آبرو، انجام گیرد. در صورتی که تراز قسمت زیرین پایین‌تر از حدود مورد نظر بوده، یا بستر با شیب صحیح شکل نگرفته باشد، باید به هزینه پیمانکار آن را با مصالح بنایی و یا بتن ۷۵-B اصلاح نمود.

جدول ۶-۱. حداقل ابعاد ترانشه لوله‌گذاری

| قطر داخلی<br>لوله<br>(میلیمتر) | حداقل قشر بستر<br>زیر لوله<br>(سانتیمتر) | فاصله لوله تا دیوارها<br>(سانتیمتر) | حداقل عرض<br>ترانشه<br>(سانتیمتر) |
|--------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| ۳۰۰                            | ۱۰                                       | ۳۰                                  | ۱۰۰                               |
| ۴۰۰                            | ۱۰                                       | ۳۰                                  | ۱۱۰                               |
| ۵۰۰                            | ۱۰                                       | ۳۰                                  | ۱۲۰                               |
| ۶۰۰                            | ۱۰                                       | ۳۵                                  | ۱۴۰                               |
| ۷۰۰                            | ۱۰                                       | ۳۵                                  | ۱۶۰                               |
| ۸۰۰                            | ۱۰                                       | ۴۰                                  | ۱۸۰                               |
| ۹۰۰                            | ۱۰                                       | ۴۰                                  | ۱۹۰                               |
| ۱۰۰۰                           | ۱۰                                       | ۴۰                                  | ۲۰۰                               |
| ۱۲۰۰                           | ۱۰                                       | ۴۵                                  | ۲۴۰                               |
| ۱۴۰۰                           | ۱۰                                       | ۴۵                                  | ۲۶۰                               |

توضیح: چنانچه حداقل ارتفاع خاکریزی در نقشه‌های اجرایی ذکر نشده باشد، در آب و هوای معمولی و در محل‌هایی مانند سیفون‌های معکوس که امکان عبور ماشین‌آلات سنگین از روی آن وجود دارد، حداقل ارتفاع خاکریزی ۹۰ سانتیمتر و در سایر موارد ۶۰ سانتیمتر توصیه می‌شود. در صورتی که امکان یخ زدن وجود داشته باشد، باید حداقل‌های یاد شده، با توجه به ضوابط فنی افزایش یابد.

ب) چنانچه بستر لوله از خاک نامناسب و سست تشکیل شده باشد، باید با دستور دستگاه نظارت تا عمق لازم با مصالح قابل قبول تعویض شود. مصالح جایگزین شده باید تا حصول تراکم نسبی ۹۵ درصد به طریقه D از روش پروکتور استاندارد (آشتو T-99) کوبیده شود.

پ) برای لوله‌گذاری در برشهای سنگی یا دچی باید کف بستر تا ۱۵ سانتیمتر پایین‌تر از قسمت زیرین لوله‌کننده شده، و سپس طبق دستورات دستگاه نظارت با ماسه یا مصالح مناسب پر و متراکم شود.

ت) در پی‌کنی آبروها و لوله‌ها، در صورت لزوم و با تشخیص دستگاه نظارت، باید اقدام به سپرکوبی، حایل‌بندی و پمپ کردن آب نمود و این حایلها و پشت‌بندها را پس از خاتمه کار از محل کار خارج کرد. بعد از خاتمه کار، این حایلها و پشت‌بندها نباید بدون موافقت دستگاه نظارت در پی‌ها باقی بماند.

#### ۴-۵. نصب لوله‌ها

الف) لوله‌های بتنی باید با خط و شیب صحیح مندرج در نقشه، در روی کف آماده شده و بستر هموار و مستحکم نصب شود. زبانه هر لوله باید در داخل لوله مجاور قرار گیرد و کلیه لوله‌های نصب شده در تمام طول آبرو باید دقیقاً "متحدالمرکز باشد. درز میان دو قطعه لوله باید کاملاً "با ملات سیمانی طبقه یک پر شده، و بعداً"، یک قالب دو درز ساخته شود و داخل آن با ملات پر گردد، به طوری که تشکیل یک کلاف کامل بدهد. اندود سیمانی باید با حصیر مرطوب پوشیده شده، و حداقل تا ۲۴ ساعت بعد از اندود کردن نیز مرطوب نگاه داشته شود.

ب) چاهکها و چاههای بازدید باید طبق دستورات دستگاه نظارت و نقشه‌های اجرایی با بتن درجا در محل ساخته شود؛ انتهای کلیه لوله‌ها باید برابر نقشه در بتن قرار داده شده، و با ملات سیمانی طبقه یک پر شود.

پ) در محل‌هایی که روی نقشه‌های اجرایی نشان شده داده است و یا نقاطی که دستگاه نظارت تعیین می‌کند، لوله‌ها باید برابر ابعاد و اندازه‌هایی که مشخص شده است، با بتن محصور گردد. در اجرای این کارها باید به قدر کافی دقت شود که بتن در زیر و اطراف لوله‌ها پر شود و بستری مسطح و مستحکم به وجود آید. بتن را باید با احتیاط کامل روی لوله‌ها ریخت؛ سطح بالایی بتن باید با شمشه چوبی تسطیح و پرداخت شود.

ت) در مواردی که تمام یا قسمتی از لوله‌گذاری در خاکریزی صورت می‌گیرد، باید ابتدا عملیات خاکریزی را با منظور کردن ضخامت زیرسازی لوله تا ارتفاعی که حداقل ۶۰ سانتیمتر پوشش خاکی روی لوله را تأمین کرده، و بلندی آن از ۲/۵ متر تجاوز نکند، طبق مشخصات مندرج در بخش کارهای

خاکی، اجرا کرد و سپس ترانشه محل لوله‌گذاری را با دیوارهای نسبتاً قائم خاکبرداری نمود.

ث) ابعاد ترانشه‌ها برای اندازه‌های مختلف لوله‌های بتنی طبق جدول ۶-۱ است، مگر در مواردی که در نقشه‌های اجرایی طور دیگری مشخص شده باشد.

#### ۶-۴-۶. خاکریزی فضای خالی اطراف لوله‌ها و آبروها

پیر کردن فضای خالی اطراف لوله‌ها و یا دیوار آبروها باید بعد از پاک کردن کامل درون لوله‌ها و آبروها و دوطرف دیوارها از مصالح اضافی، انجام آزمایشهای لازم و بازدید و تأیید دستگاه نظارت انجام گیرد. این فضای خالی باید در لایه‌هایی به ضخامت حداکثر ۱۵ سانتیمتر با مصالح مناسب یا مصالح منتخب و یا مصالح ویژه از نوع زه‌های سنگی یا خرده‌سنگی ( مصالح زهکش) که دانه‌بندی آنها در نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خصوصی تعیین شده باشد، پر شود. لایه‌های خاکریز اولیه روی لوله‌ها باید بدون سنگ و کلوخه باشد؛ مصالح نباید روی لوله‌ها پرتاب شود.

تراکم نسبی خاکریزها باید طبق روش آشتو T-99، طبقه D، حداقل ۹۵ درصد باشد، مگر آنکه در مشخصات فنی خصوصی رقم دیگری برای آن تصریح شده باشد.

عملیات خاکریزی و کوبیدن باید به طریقی صورت گیرد که تراز خاک دو طرف آبروها و لوله‌ها در هر لحظه یکسان باشد و در حین انجام کارها به لوله‌ها و دیوارها آسیبی وارد نشود. قطعات سپرها و حایلها نباید در محل کار باقی بماند؛ برای پر کردن محلهایی که در آن سپر کوبی و حایل‌بندی به کار رفته است، باید طوری اقدام شود که در حین کوبیدن مصالح، از ریزش کناره‌ها جلوگیری به عمل آید.

#### ۶-۴-۷. آزمایش لوله‌ها

لوله‌های زهکش جمع‌کننده و سیفونهای متصل شده با ملات باید قطعه به قطعه بین چاهکهای بازدید آزمایش شود. این آزمایش از طریق آب تحت فشار در لوله انجام می‌شود. لوله‌هایی که آب از آنها نشت کند، قابل قبول نیست. ضمن آزمایش، تا زمانی که حداقل ۵ سانتیمتر خاک روی لوله‌ها ریخته و کوبیده شود، آب باید در لوله‌ها باقی بماند. لوله‌هایی که در این آزمایش معیوب تشخیص داده‌شود باید به هزینه پیمانکار جمع‌آوری شده، و لوله‌های سالم جایگزین آنها شود.

## فصل هفتم

### ۷. قناتها

#### ۷-۱. مشخصات کلی

پیمانکار باید کلیه کارهای موضوع این فصل را طبق نقشه‌ها و دستورات دستگاه نظارت انجام دهد.

#### ۷-۲. قناتهای موجود

قنات‌ها باید در طولی که تحت تأثیر عملیات قرار می‌گیرد، حفاظت و نگهداری شود. چنانچه قنات در عمق کمتر از ۵ متر از سطح زمین طبیعی قرار گرفته باشد، باید لوله‌های بتن مسلح حداقل به قطر ۸۰ سانتیمتر در قنات کار گذاشته شود. برای عمق‌های بین ۵ و ۱۰ متر، قنات باید با قطعات بتن مسلح پوشش شود.

چنانچه قنات در عمقی بیش از ۱۰ متر واقع شده باشد، بنا به موقعیت محل می‌توان قنات را بدون حفاظ باقی گذاشت یا با قطعات بتن مسلح پیش ساخته طبق دستور دستگاه نظارت پوشش کرد.

برای حفاظت قناتهای دایر که در خاکبرداری قرار می‌گیرند، باید طبق دستور دستگاه نظارت عمل شود.

در مواردی که قنات مسیرها و کانال‌ها را به طور مایل قطع می‌کند، در صورت لزوم و طبق نظر دستگاه نظارت می‌توان مسیر قنات را عمود بر مسیر منحرف نمود. همچنین، در صورتی که پوشش هر قسمت از قنات منحرف شده جدید لازم باشد، این کار باید طبق نظر دستگاه نظارت انجام بگیرد و قنات قدیمی که در زیر مسیرها به صورت مایل قرار دارد، باید طبق دستور دستگاه نظارت کاملاً پر شود. کار پوشش قنات‌ها باید مطابق نقشه‌ها و مشخصات فنی انجام بگیرد.

#### ۷-۳. چاه قنات

چنانچه چاههای موجود بازدید قنات در مسیرها یا داخل حریم آن قرار گیرد، آنها را باید با خاک پر کرد، کوبید و کور نمود. در صورتی که بر اثر از بین بردن چاهها فاصله دو چاه مجاور نسبت به هم از حد لازم تجاوز نماید، پیمانکار باید، طبق دستور دستگاه نظارت و نقشه تصویب شده، یک یا چند حلقه چاه در خارج از حریم احداث کند.

#### ۷-۴. قناتهای قدیمی و متروک

در حالتی که مسیر قناتهای قدیمی و متروک مسیرها را قطع کند، اگر عمق قنات حداکثر تا ۱۰ متر باشد، قنات مزبور را باید به طریق که در بالا گفته شد، با خاکریزی پر نمود؛ در صورتی که عمق قنات از ۱۰

متر بیشتر باشد، باید طبق دستور دستگاه نظارت عمل شود. معمولاً، در این حالتها باید قناتها را با خاک و مخلوط رودخانه پر کرده، و کاملاً "کوبید؛ و ته هرچاه نیز باید حداقل به ارتفاع ۱/۵ متر با سنگ شکسته پر شده، و سپس خاکریزی گردد. بنا به دستور دستگاه نظارت، در بعضی موارد می توان برای پرکردن قنات از شفته آهکی نیز استفاده کرد.

#### ۵-۷. چاههای آزمایش و کنترل

در صورتی که برای پیدا کردن مسیرقناتهای قدیمی لازم باشد که چاههای بازرسی آزمایش حفر شود، چاههای حفر شده باید پس از انجام آزمایشها کاملاً "پر شده، و مطابق مشخصات کوبیده شود. بهتر است این چاهها در دو طرف مسیر حفر شده، و روی آنها با کپه های خاک علامتگذاری شود. اگر در این عملیات به قناتهای قدیمی دایر صدمه ای وارد شود، پیمانکار باید آنها را به خرج خود تعمیر کند.

#### ۶-۷. قناتهای موجود در مجاورت مسیرهای در دست اجرا

از دست زدن و برداشتن خاکهای اطراف میله های چاهها که خارج از حریم مسیرها قرارگرفته اند، باید خودداری شود. هرگونه خسارتی که به قناتهای دایر وارد شود، باید به وسیله پیمانکار و به خرج او فوراً "تعمیر شود.

## فصل هشتم

### ۸. آرماتورگذاری و مسلح کردن بتن

#### ۸-۱. مشخصات کلی

این مشخصات، همراه با استانداردهای مورد قبول حداقل ضوابط حاکم بر تهیه و حمل، بریدن، خم کردن، وصله کردن، نصب و جاگذاری کلیه آرماتورها مانند میلگردها، توریها و مهاریها ارائه می شود. کلیه کارهای مربوط به بتن مسلح باید با رعایت کامل مفاد مندرج در استانداردهای شماره ۴-۱۹۰۰ و ۵-۱۹۰۰ ایران صورت گیرد. در صورت لزوم، دستگاه نظارت می تواند از استانداردهای ASTM، AASHTO و یا ACI نیز استفاده کند.

آرماتورگذاری در حین بتن ریزی مجاز نیست. کلیه آرماتورها باید قبل از آغاز بتن ریزی، به طور کامل و در موقعیت صحیح نصب شده، و با استحکام کافی بسته و مهار شود. نوع و مشخصات کلیه فولادهای مصرفی در بتن باید مطابق مشخصات داده شده در بند ۸-۲-۲ باشد.

قطر، اندازه، شکل، تعداد و محل نصب آرماتورها باید دقیقاً مطابق نقشه های اجرایی و دستورالعملهای دستگاه نظارت باشد. آرماتورها باید در محل های تعیین شده طوری خم شود که قطر آنها کاهش نیابد و به خواص مکانیکی سیز صدمه وارد نشود.

#### ۸-۲. میلگرد

میلگرد باید نو، تمیز و بدون هیچ گونه آلودگی نظیر زنگ، کثافات، چربیها، ذرات بتن، گرد و خاک یا هر نوع مواد دیگر باشد. همچنین، میلگرد نباید به گل یا هر گونه ماده دیگری که تقلیل دهنده یا از بین برنده چسبندگی بین بتن و میلگرد می شود، آغشته باشد.

#### ۸-۲-۱. کیفیت میلگرد

میلگرد مصرفی در بتن نباید در هیچ مقطعی به دلیل عواملی از قبیل زنگ زدگی تضعیف شده باشد. استفاده از میلگردهایی که زنگ زده، یا پوسته شده باشد به شرطی مجاز است که اولاً "زنگ زدگی و پوسته های آن با برس زدن کاملاً" برطرف شود و ثانیاً "قطر میلگرد پس از برس زدن و تمیز کردن بیش از ۵/۵ میلیمتر کاهش نیابد."

#### ۸-۲-۲. نوع و مشخصات میلگردهای مصرفی در بتن

موکداً توصیه می شود که کلیه میلگردهای مصرفی در بتن، به استثنای خاموتها، از نوع آجدار پیچیده<sup>۱</sup>

گروه A-II استاندارد کارخانه ذوب آهن اصفهان یا معادل آن باشد.<sup>۱</sup> برای خاموتها باید از میلگرد ساده گروه A-III استفاده شود. ضریب ارتجاعی فولاد کلیه میلگردها باید برابر  $2/1 \times 10^6$  کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، و سایر مشخصات آن مطابق جدول ۸-۱ باشد.

جدول ۸-۱. مشخصات میلگردهای ساده و آجدار کارخانه ذوب آهن اصفهان یا معادل آن برای بتن مسلح

| نوع میلگرد   | ویژگی                                                                 | حداقل مقاومت جاری شدن (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) (fy) | حداقل مقاومت گسیختگی (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) (fx) | حداقل ازدیاد طول نسبی* در حالت گسیختگی (%) |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| سرم A-I      | حداکثر قطر فلکه در آزمایش خم کردن $180^\circ$ دو برابر قطر میلگرد است | ۲۲۰۰                                                  | ۳۲۰۰                                                 | ۲۲                                         |
| نیم سخت A-II | الف: با سختی طبیعی<br>ب: با سختی اصلاح شده                            | ۳۰۰۰                                                  | ۵۰۰۰                                                 | ۱۹<br>۱۶                                   |
| سخت A-III    | الف: با سختی طبیعی<br>ب: با سختی اصلاح شده                            | ۴۰۰۰                                                  | ۵۰۰۰                                                 | ۱۴<br>۱۲                                   |
| سخت A-IV     | حداکثر قطر مصرفی ۱۶                                                   | ۵۰۰۰                                                  | ۵۵۰۰                                                 | ۱۰                                         |

\* آزمایش ازدیاد طول نسبی بر روی ۲۰ سانتیمتر از طول میلگرد انجام می شود.

علاوه بر خواص ذکر شده، میلگرد مورد مصرف در بتن مسلح باید در حرارت معمولی قابلیت تغییر شکل کافی داشته باشد، به نحوی که اگر قطعه‌ای از میلگرد به زاویه  $180^\circ$  درجه در حالت سرد خم شود (به طوری که دهانه انحنای آن دو برابر قطر میله باشد)، هیچ گونه ترکی در قسمت‌های کششی آن ایجاد نگردد.

در مواردی که بتن در مجاورت آب قرار می گیرد، حداقل قطر میلگردهای مصرفی در بتن باید ۱۲ میلیمتر باشد؛ در سایر موارد، حداقل قطر میلگردها باید مطابق استاندارد شماره ۵-۱۹۰۰ ایران اختیار شود. نوع و قطر سیمی که برای بستن میلگردها به یکدیگر مورد استفاده قرار می گیرد باید مطابق مشخصات و مورد تأیید دستگاه نظارت باشد. در صورتی که در نقشه‌ها و یا مشخصات، استفاده از مش<sup>۲</sup> پیش بینی شده باشد، اتصالات آن باید جوشی بوده، و نوع و مشخصات آن ضمن تطبیق با استانداردهای مربوطه، قبلاً به تأیید دستگاه نظارت رسیده باشد.

۱. چنانچه میلگرد گروه A-II در دسترس نباشد، با تأیید دستگاه نظارت می توان از میلگردهای

گروه A-III یا از میلگردهای استاندارد خارجی معتبر که مشخصات آنها معادل میلگرد A-II

باشد، استفاده کرد.

## ۸-۳-۱. انبار کردن میلگردها

میلگرد باید در تمام مدت حمل، تخلیه، بارگیری، انبارداری و جاگذاری در مقابل هرگونه زنگزدگی یا آسیبهای دیگر، چه عمقی و چه سطحی، محافظت شود. چنانچه مدت انبار نمودن طولانی باشد، میلگردها باید در نقاط خشک و بدون رطوبت نگهداری شود تا از نفوذ رطوبت و، در نتیجه، زنگزدگی مصون بماند. میلگردها نباید در معرض باران، برف و یا هوای مرطوب نگهداری شود.

میلگردهای با قطر گوناگون باید به طور مجزا بسته بندی و انبار شود تا اشتباه "به جای یکدیگر مصرف نشود".

## ۸-۳-۴. نمونه برداری و آزمایش میلگردها

بعد از تحویل فولاد به کارگاه، انجام آزمایشهای کنترل الزامی است و فقط در صورتی می توان با تأیید دستگاه نظارت از انجام این آزمایشها صرف نظر کرد که وزن کل میلگرد مصرفی در یک کارگاه از ۵۰ تن کمتر باشد. در مورد سازه های با اهمیت، چنانچه وزن آرماتور به کار گرفته شده از ۵۰ تن کمتر باشد، در صورت لزوم، کنترلهای مورد توصیه در این نشریه باید زیر نظر دستگاه نظارت صورت گیرد. برای کنترل تنش حد جاری شدن، تنش حد گسیختگی و ازدیاد طول نسبی باید از فولادهایی که هر نوبت وارد کارگاه می شود، نمونه برداری و آزمایش شود. در صورتی که طبق تشخیص دستگاه نظارت آزمایشهای دیگری لازم باشد (مانند آزمایش تاشدگی)، این آزمایشها نیز باید برای روشن شدن خواص مکانیکی فولاد انجام شود. اگر ضمن آزمایش فولاد، نقطه جاری شدن مشخصی به دست نیاید، باید تنش نظیر ازدیاد طول نسبی دایمی ۲ در هزار به عنوان تنش حد جاری شدن اختیار شود. در صورتی که شرایط دیگری پیش بینی نشده باشد، تعداد نمونه برای هر پانچاه تن فولاد و برای هریک از قطره های مورد استفاده سه عدد می باشد.

## ۸-۳-۵. تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش

در صورتی که نتایج هریک از آزمایشها کمتر از حد جاری شدن مفروض در طرح باشد، باید یک سری دیگر شامل سه نمونه مورد آزمایش قرار گیرد و مقادیر زیر برای مجموع نتایج شش آزمایش تعیین شود:

$$f_m = \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_6}{6} = \frac{\sum f_i}{6} \quad \text{الف) متوسط}$$

$$\delta = \frac{\sqrt{\sum (f_m - f_i)^2}}{\sum f_i} \quad \text{ب) خطای کوادراتیک نسبی}$$

به ازای  $i$  برابر یک تا شش، مقدار مشخصه  $(1-2\delta) f_m$  حساب شود<sup>۱</sup>. در صورتی که  $K$  از حد جاری

۱. این رابطه با توجه به قضیه های آماری و سطح اعتماد (confidence level) مورد نظر محاسبه

شدن قابل قبول تجاوز کند، آزمایش رضایتبخش تلقی می‌شود؛ در غیر این صورت، مصالح تحویل شده برای حد جاری شدن مفروض مورد قبول نخواهد بود.

#### ۳-۸. نقشه‌های اجرایی

در صورت لزوم، پیمانکار باید محل، اندازه و شکل میلگردها را در بتن روی نقشه‌های کارگاهی نشان دهد. برای این اساس باید جداول آهنبندی به همراه شکل دقیق و اندازه‌گذاری شده میلگردها تهیه شده، و برای تصویب در اختیار دستگاه نظارت قرار داده شود. قبل از آغاز عملیات مربوط به تهیه و نصب میلگردها باید تأییدیه دستگاه نظارت کسب شود.

#### ۴-۸. کنترل مشخصات خم کردن

این کنترل باید شامل یک‌سری آزمایش خم و راست کردن باشد که در دمای محیطی ۲۰ درجه سانتیگراد انجام می‌گیرد. میلگردها باید به طور متوالی:

الف) روی فلکه‌ای که قطر آن با توجه به حد قابل قبول انحنای میلگرد مطابق مقادیر جدول ۸-۱ تعیین می‌شود، به زاویه ۴۵ درجه خم شوند،

ب) سپس، به مدت نیم ساعت در آب جوش قرار گیرند؛

پ) خم آنها به اندازه ۳۰° ۲۲ باز شود.

کنترل وقتی رضایتبخش است که متعاقب این عملیات متوالی، نه میلگردها گسیخته شوند و نه ترکخوردگی و بریدگی و عیبهایی مانند آن در آنها مشاهده شود.

تعداد نمونه‌ها در این آزمایش برای هر ۵۰ تن از هر قطر سه عدد می‌باشد. اگر نتایج آزمایش روی هر سه نمونه نامساعد باشد، یک سری شامل سه نمونه دیگر مورد آزمایش قرار می‌گیرد و اگر نتایج مساعد بود، محموله پذیرفته شده، و در غیر این صورت، مردود شناخته می‌شود.

#### ۵-۸. بریدن و خم کردن

بریدن و خم کردن آرماتورها می‌تواند در کارخانه یا کارگاه انجام گیرد؛ در هر صورت، این عملیات باید مطابق مشخصات و نقشه‌ها انجام شود. تجهیزات مربوطه، قطر فلکه خم‌کن، شعاع انحنای میلگردها و سرعت خم کردن باید قبلاً به تأیید دستگاه نظارت برسد. خم کردن فولادها باید به روش سرد انجام شود؛ استفاده از حرارت برای خم کردن آرماتورها مجاز نیست. میلگردها نباید طوری خم یا کشیده شود که آسیب ببینند. بازکردن خم میلگردهای خم شده و همچنین خم کردن میلگردهای داخل بتن سخت شده مجاز نیست.

#### ۸-۵-۱. خم کردن میلگردهای نرم A-I

برای خم کردن خاموت‌های تا قطر ۱۲ میلیمتر، حداقل قطر فلکه باید ۲/۵ برابر قطر میلگرد باشد. برای خم کردن سایر میلگردها و به ویژه قلاب‌های دوسر میلگردها، قطر فلکه باید حداقل ۵ برابر قطر میلگرد باشد. خم کردن میلگردها در داخل قالب، جز برای خاموت‌های تا قطر ۱۲ میلیمتر مجاز نیست. میلگردهایی که در فاصله دو مرحله بتن‌ریزی به عنوان میلگردهای انتظار گذاشته می‌شود، باید در برابر خم شدن‌های اتفاقی محافظت شود.

خم کردن و باز کردن میلگردهای انتظار جز با موافقت دستگاه نظارت مجاز نیست.

#### ۸-۵-۲. خم کردن میلگردهای A-II، A-III، A-IV

بهتر است خم کردن میلگردهای دارای قطر بیش از ۱۲ میلیمتر با وسایل مکانیکی انجام شود تا عملیات خم کردن به طور یکنواخت، بدون ضربه، متناسب با درجه حرارت محیط و به آرامی صورت گیرد. سرعت خم کردن را باید از طریق تجربی به دست آورد. وقتی درجه حرارت محیط پایین‌تر از ۵- درجه سانتیگراد است، باید از خم کردن میلگردها پرهیز کرد. باز کردن خم این میلگردها ممنوع است؛ همچنین، میلگردهایی که زیادی خم شده است، دیگر قابل استفاده نیست.

خم کردن این میلگردها در قالب ممنوع است. میلگردهای انتظار را باید در مقابل تغییر شکل اتفاقی محافظت کرد. خم کردن و باز کردن خم میلگردهای انتظار مجاز نیست.

قطر فلکه‌های خم‌کن میلگردها نباید از مقادیر داده شده در جدول ۸-۲ کمتر باشد.

جدول ۸-۲. حداقل قطر فلکه‌های خم‌کن میلگردهای A-II، A-III، A-IV

| قطر<br>شکل | Ø6              | Ø8              | Ø10              | Ø12              | Ø14              | Ø16              | Ø20              | Ø25              | Ø32                | Ø40 |
|------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| خاموت      | 30<br>یا<br>5Ø  | 40<br>یا<br>5Ø  | 60<br>یا<br>6Ø   | 80<br>یا<br>7Ø   | -                | -                | -                | -                | -                  | -   |
| مباری      | 60<br>یا<br>10Ø | 80<br>یا<br>10Ø | 100<br>یا<br>10Ø | 120<br>یا<br>10Ø | 140<br>یا<br>10Ø | 160<br>یا<br>10Ø | 200<br>یا<br>10Ø | 250<br>یا<br>10Ø | 400<br>یا<br>12/5Ø | -   |
| خم         | -               | -               | 140<br>یا<br>14Ø | 170<br>یا<br>14Ø | 200<br>یا<br>14Ø | 250<br>یا<br>16Ø | 320<br>یا<br>16Ø | 400<br>یا<br>16Ø | 640<br>یا<br>20Ø   | -   |

توضیح: اعداد داخل جدول بر حسب میلیمتر است. برای آرماتور A-IV حداکثر

قطر مصرفی Ø16 می‌باشد.

#### ۸-۶. کارگذاری میلگردها

میلگردها در موقع نصب باید هیچ‌گونه آلودگی نداشته باشد؛ ملات، گرد و خاک، گل، زنگزدگی، چربی، رنگ و سایر کثافات و ذرات خارجی که مانع اتصال و چسبندگی کامل بین بتن و میلگرد می‌شود، باید از روی میلگردها زدوده شود. میلگردها باید از شروع تا خاتمه کارهای بتن‌ریزی کاملاً "تمیز نگهداری شود. در مواردی که بتن‌ریزی در مراحل مختلف انجام می‌شود، میلگردهای نصب شده باید قبل از مرحله بعدی بتن‌ریزی کاملاً "تمیز شود.

در مواردی که سطح تمام شده بتن در مجاورت هوا قرار می‌گیرد، باید ادوات فلزی که در فاصله ۱/۵ سانتیمتری سطح بتن واقع می‌شوند، در مقابل زنگزدگی محافظت شوند.

میلگردها نباید ترک‌خوردگی و خمیدگی داشته باشد. در صورتی که میلگردها در اثر بارگیری و حمل آسیب ببینند، صاف کردن خمیدگی جزئی میلگردها باید به وسیله کشیدن انجام شود و چکش‌کاری میلگردها برای برطرف کردن خمیدگی، بدون موافقت دستگاه نظارت مجاز نیست.

کلیه آرماتورها یا قطر، طول و شکل نشان داده شده در نقشه‌های اجرایی، باید دقیقاً "در محل صحیح خود و به فواصل پیش بینی شده از یکدیگر قرار گرفته و مهار شود، به نحوی که در حین ریختن بتن و گرفتن آن جابه‌جا نشود و همچنین پوشش بتن روی میلگردها به اندازه تعیین شده تأمین شود؛ بدین منظور، با تأیید دستگاه نظارت باید از قطعات بتنی (لقمه) یا خرک<sup>۱</sup> فلزی به ابعاد، تعداد و مقاومت لازم استفاده شود. لقمه‌های بتنی باید مجهز به مفتول باشد و به خوبی به میلگردها بسته شود. استفاده از قطعه سنگ، لوله فلزی و قطعه چوب برای نگهداری میلگردها در محل خود، مجاز نیست.

مجموعه میلگردها باید دارای استحکام کافی باشد تا در هنگام بتن‌ریزی خطر دور شدن میلگردها از هم و یا جابه‌جا شدن مجموعه از موقعیت خود وجود نداشته باشد.

نحوه کارگذاری مش، بر طبق مشخصات و تأیید دستگاه نظارت، به یکی از دو روش زیر انجام می‌شود:

روش اول - مش قبلاً "کار گذاشته شده و مهار شود؛ سپس، بتن‌ریزی به طور کامل انجام گردد.  
روش دوم - ابتدا بتن‌ریزی لایه زیر مش انجام شده، و بلافاصله مش روی بتن تازه قرار داده شود؛ سپس، بتن‌ریزی لایه بالای مش صورت گیرد.

به استثنای مواردی که در نقشه‌های اجرایی مشخص شده است، خرکها و بستهای فلزی میلگرد

نباید تا سطح خارجی بتن امتداد یابد و باعث تغییر رنگ و یا ایجاد زنگ روی سطح بتن شود. جاگذاری و تنظیم آرماتورها در حین بتن‌ریزی مجاز نیست.

میلگردها باید در کلیه تقاطعها به یکدیگر بسته شود، بجز در مواردی که فواصل میلگردها در هر جهت از ۳۰ سانتیمتر کمتر باشد که در این صورت، باید آنها را به طور یک در میان بست.

#### ۸-۲. فواصل میلگردها

به طور کلی، فواصل میلگردها از یکدیگر باید مطابق نقشه‌های اجرایی و بنا به تشخیص دستگاه نظارت به اندازه‌ای باشد که انجام صحیح عملیات ریختن، جادادن و لرزاندن بتن میسر باشد. در تعیین فواصل میلگردها باید موارد زیر رعایت شود، مگر اینکه در نقشه‌ها و یا دستورالعملهای دستگاه نظارت طور دیگری مشخص شده باشد:

۸-۲-۱. فاصله آزاد بین میلگردهای موازی در یک ردیف نباید از هیچ یک از مقادیر زیر کمتر باشد:

— قطر میلگردها

— ۲/۵ سانتیمتر

—  $\frac{1}{3}$  برابر بزرگترین اندازه مصالح دانه‌بندی شده

درمحلهایی که میلگردهای موازی در دو یا چند ردیف کار گذاشته می‌شود (به‌استثنای ستونها)، میلگردهای ردیفهای بالاتر باید دقیقاً "مقابل میلگردهای ردیف پایین و به فاصله حداقل ۲/۵ سانتیمتر قرار داده شود.

۸-۲-۲. در دیوارها و دالها (به استثنای سقفهای تیرچه بلوک)، فواصل میلگردهای خمشی اصلی نباید از سه برابر ضخامت دال یا دیوار و حداکثر ۴۵ سانتیمتر تجاوز کند.

۸-۲-۳. فواصل میلگردهایی که برای مقابله با جمع‌شدگی<sup>۱</sup> و تغییر شکل حرارتی<sup>۲</sup> به کار می‌روند، نباید از پنج برابر ضخامت دال یا ۴۵ سانتیمتر بیشتر باشد.

۸-۲-۴. در قطعات فشاری (از قبیل ستونها)، فاصله داخل به داخل میلگردهای طولی نباید از ۱/۵ برابر قطر میلگرد یا ۴ سانتیمتر کمتر باشد.

۸-۲-۵. پیچها و مهاریها باید به نحوی در بتن کار گذاشته شود که بین آنها و میلگردها حداقل ۲۵ میلی‌متر فاصله باشد.

۸-۶. محدودیتهای مربوط به فواصل آزاد بین میلگردها که در بالا ذکر شد، باید در مورد فاصله آزاد بین اتصال پوششی میلگردها با وصله مجاز نیز رعایت شود.

#### ۸-۸. وصله میلگردها

تا آنجا که ممکن است میلگردها باید یکپارچه و به طول نشان داده شده در نقشهها و مشخصات باشد. تمام اتصالات میلگردها باید روی نقشههای اجرایی منعکس شده، و طبق نقشهها و مشخصات اجرا شود. تعداد این اتصالات باید تا حد امکان کم باشد. در صورتی که اتصالات اجتناب ناپذیر باشد، باید آنها را در خارج از حوزه حداکثر تنش قرار داد. از تمرکز قابل ملاحظه وصله میلگردها در یک مقطع باید پرهیز شود.

وصله کردن میلگردها در محلهایی که در نقشهها و مشخصات نشان داده نشده است، فقط با تصویب دستگاه نظارت مجاز می باشد.

برای وصله کردن میلگردهای تا قطر ۳۲ میلیمتر باید از اتصال پوششی استفاده شود. برای وصله کردن میلگردهای با قطر بیش از ۳۲ میلیمتر باید طبق مشخصات و دستورالعملهای دستگاه نظارت عمل شود. در اتصال پوششی، دو انتهای میلگرد به اندازه‌ای که در نقشههای اجرایی نشان داده شده است روی یکدیگر قرار می‌گیرد و توسط مفتول آهنی به یکدیگر بسته می‌شود.

به طور کلی، تمام وصلهها، طول پوشش، موقعیت و نحوه اجرای آن باید مطابق نقشهها و مشخصات و دستورالعملهای دستگاه نظارت باشد.

#### ۸-۸-۱. حداقل طول پوشش وصله<sup>۱</sup>

چنانچه جزئیات وصلهها، نقشهها و مشخصات معین نشده باشد، طول وصلهها با توجه به نوع و محل میلگردهای آجدار باید مطابق آیین‌نامه ACI-318 و زیر نظر دستگاه نظارت اجرا شود.

توضیح: در صورت استفاده از فولاد ساده در کارهای بتنی طول وصله حداقل دو برابر طول وصله نظیر با فولاد آجدار می‌باشد.

#### ۸-۸-۲. محل وصلههای پوششی

در صورتی که شرایط اجرایی ایجاب نماید که در محلهایی به غیر از آنچه در نقشهها و مشخصات پیش‌بینی شده میلگردها به وسیله پوشش به هم متصل گردند، محل این وصلهها با مراعات موارد زیر و با تشخیص دستگاه نظارت معین می‌گردد:

الف) در قطعات تحت خمش و خمش توأم با فشار نباید بیش از نصف میلگردها در یک مقطع وصله‌گردد.

ب) در قطعات تحت کشش و کشش در اثر خمش حداکثر یک سوم میلگردها را در یک مقطع می‌توان به وسیله پوشش وصله کرد.

پ) وصله کردن میلگردهای پایینی قطعه بتنی در وسط دهانه یا نزدیک آن و همچنین وصله نمودن میلگردهای بالایی قطعه بتنی روی تکیه‌گاه یا نزدیک آن مجاز نیست.

ت) کلیه وصله‌ها نباید در یک مقطع قرار گیرد، بلکه هر وصله باید حدود ۴۰ برابر قطر میلگردها از وصله مجاور فاصله داشته باشد.

#### ۸-۳-۱ اتصال میلگردها به وسیله جوش

وصله کردن میلگردها از طریق جوشکاری فقط در صورت موافقت دستگاه نظارت مجاز است و در این صورت باید علاوه بر استاندارد شماره ۴-۱۹۰۰ ایران، موارد زیر نیز رعایت شود:

الف) در جوش نوع سربه‌سر نباید از فولاد سرد نورد شده یا فولاد سرد اصلاح شده استفاده شود و به هر حال، در این نوع جوشکاری باید از الکتروود مخصوص، مناسب و مورد تأیید دستگاه نظارت استفاده نمود.

ب) قبل از جوشکاری، میلگرد باید گرم شود.

پ) عمل جوشکاری میلگردها باید توسط کارگران کارآزموده برطبق مشخصات صورت گیرد.

ت) نوع جوش، کیفیت تجهیزات جوشکاری، نوع الکتروود، صلاحیت جوشکاران و روش جوشکاری باید قبلاً به تأیید دستگاه نظارت برسد.

ث) در صورتی که کیفیت جوش انجام شده مطابق مشخصات و دستورالعملها نباشد، طبق دستور دستگاه نظارت، باید عملیات جوشکاری اصلاح شود.

#### ۸-۹. حداقل پوشش محافظ بتنی روی میلگردها

در بتن ریزیهای درجا<sup>۱</sup> پوشش بتنی روی میلگردها باید طبق نقشه‌های اجرایی و دستورالعملها صورت گیرد. در صورتی که ضخامت پوشش در نقشه‌ها و دستورالعملها داده نشده باشد، با رعایت موارد زیر و بنا به تشخیص دستگاه نظارت می‌توان از جدول ۸-۳ استفاده کرد.

#### ۸-۱۰. قلاب استاندارد

شکل و طول قلاب انتهای میلگردها باید مطابق نقشه‌ها و مشخصات اجرا شود. در صورت نیاز و چنانچه وضعیت مهارى انتها در نقشه‌ها و مشخصات معین نشده باشد، با مراعات موارد زیر و بنا به تشخیص دستگاه نظارت، شکل و طول قلاب انتهایی به شرح زیر توصیه می‌شود.

— در صورت لزوم، میلگردهای اصلی در هر انتها با زاویه ۹۰ درجه و به طول (بعد از خم) حداقل ۱۲ برابر قطر میلگرد خم شود.

جدول ۸-۳. حداقل پوشش بتن ( میلیمتر )

| طبقه بتن         |       |       |       |       | نوع شرایط محیطی که بتن در آن قرار می گیرد                                                                                                                                                 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B-500<br>به بالا | B-400 | B-300 | B-250 | B-200 |                                                                                                                                                                                           |
| ۱۵               | ۱۵    | ۱۵    | ۲۰    | ۲۵    | شرایط ملایم - برای مثال ، بتن کاملاً " محافظت شده در برابر هوا یا شرایط خورنده ، بجز برای مدت کوتاهی که در حین ساخت در معرض هوای معمولی قرار می گیرد                                      |
| ۲۰               | ۲۵    | ۳۰    | ۴۰    | -     | شرایط معمولی - برای مثال ، بتنی که در باران شدید و یا یخزدگی درحالتی که با آب اشباع شده ، محافظت شود ؛ بتن زیر خاک و بتنی که مدام زیر آب قرار می گیرد                                     |
| ۲۵               | ۳۰    | ۴۰    | ۵۰    | -     | شرایط شدید - برای مثال ، بتنی که در معرض باران قرار می گیرد یا بتنی که در معرض دوره های متناوب تروخشک ، یا در معرض یخزدگی در هنگامی که تر است ، یا در معرض بخارهای خورنده قرار داشته باشد |
| ۵۰               | ۶۰    | -     | -     | -     | شرایط خیلی شدید - برای مثال ، بتنی که در معرض آب دریا ، باتلاق یا سایش باشد                                                                                                               |
| ۲۵               | ۴۰*   | ۵۰*   | -     | -     | بتنی که برای ذوب یخ در معرض نمکهای مصرفی قرار می گیرد                                                                                                                                     |

\* در این موارد ، توصیه می شود بتن با حباب هوا ساخته شود

– کلیه میلگردهای خاموت باید در انتها با زاویه ۹۰ یا ۱۳۵ درجه و به طول (بعد از خم) حداقل ۶ برابر قطر میلگرد ولی نه کمتر از ۶ سانتیمتر خم شود.

#### ۸-۱۱. رواداری اندازه میلگردها

کلیه میلگردها باید در حدود رواداریهای زیر تهیه شده، و کار گذاشته شود.

#### ۸-۱۱-۱. رواداری میلگردها

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| طول میلگرد        | $\pm 25$ میلیمتر |
| مجموع ابعاد خاموت | $\pm 12$ میلیمتر |
| خمها              | $\pm 25$ میلیمتر |

#### ۸-۱۲. بازرسی و نظارت

بعد از نصب و جاگذاری آرماتورها، باید فولادهای مذکور از نقطه نظر قطر، تعداد، طول، شکل، فواصل نسبت به یکدیگر و نیز نسبت به سطح خارجی بتن و همچنین وضعیت، موقعیت و تعداد وصله‌ها مورد بازدید قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که کلیه عملیات مربوط به نصب آرماتورها مطابق نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی و دستورالعملها صورت گرفته است. قبل از صدور تأییدیه کتبی دستگاه نظارت در این مورد، بتن‌ریزی به هیچ‌وجه مجاز نیست.

نحوه اندازه‌گیری فواصل میلگردهای نصب شده، به استثنای مواردی که در نقشه‌ها به گونه دیگری نشان داده شده باشد، به قرار زیر است:

- فواصل میلگردها از یکدیگر براساس فواصل محورهای آنها اندازه‌گیری می‌شود.
- ضخامت پوشش روی میلگرد، از سطح خارجی میلگرد اندازه‌گیری می‌شود.

به طور کلی، عملیات بازرسی و نظارت برکارهای مربوط به تهیه و نصب آرماتورها در بتن مسلح، براساس استاندارد شماره ۲-۱۹۰۰ ایران انجام می‌شود.

## فصل نهم

### ۹. کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی

#### ۹-۱. کلیات

تهیه نقشه‌های کارگاهی و ساخت براساس نقشه‌های کلی منضم به اسناد قرارداد، تهیه کلیه مصالح فلزی، حمل، انبار نمودن، ساخت، نصب، آزمایش و رنگ آمیزی کلیه کارهای فلزی طبق مشخصات مشروحه در این نشریه و اطلاعات مندرج در نقشه‌های تفصیلی ساختمانی، مشخصات فنی خصوصی یا دستورات صادره دستگاه نظارت، به عهده پیمانکار است.

نقشه‌های اجرایی تجهیزات و ادوات هیدرومکانیکی باید براساس استاندارد و آیین نامه‌های معتبر تهیه شود. در طراحی این ادوات، ضخامتهای مجاز، نوع فولاد مصرفی، نحوه جوشکاری و خصوصاً رواداریهای مجاز از حساسیت خاصی برخوردار است و باید آب‌بندی و حرکت دریچه‌ها به‌طور همزمان تأمین شود. در صورت استفاده از بالابر برقی، موتورهای مصرفی باید ضد آب و تا حد امکان ضد رطوبت بوده، و مجهز به ترمز دستی باشند؛ در این صورت، پیش‌بینی مانور دستی اضطراری برای کنترل دریچه ضروری است. طبق مشخصات، لاستیکهای آب‌بندی باید قابل انعطاف بوده، ونشت آن از حد مجاز بیشتر نباشد. کفشکهای راهنما باید از جنس برنز، یا تاقانها از نوع بدون روغنکاری<sup>۱</sup> و شافتها از نوع فولاد ضدزنگ باشند. مدارهای کنترل و مانور دریچه‌ها باید طوری طراحی شود که شرایط ضروری و نیازهای مورد نظر را تأمین کند و هر سیستم مانور شونده دارای تجهیزات ایمنی لازم، از قبیل رله‌های حرارتی، رله‌های بار اضافی، کلیدهای بارهای اضافی و بارهای حدی مختلف باشد و در صورت اتوماتیک نبودن سیستم، از همزمانی استارت کلیه تجهیزات جلوگیری نماید و حداقل ۵ ثانیه فاصله باشد.

پیمانکار مکلف است جزئیات ساخت، تهیه مصالح و حمل، نصب، آزمایش و رنگ آمیزی کلیه کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی را انجام دهد. کلیه نقشه‌ها طبق مشخصات فنی خصوصی با رعایت استانداردهای ارائه شده باید توسط سازنده واجد شرایط که قبلاً<sup>۱</sup> مورد تصویب دستگاه نظارت قرار گرفته است، تهیه شود.

#### ۹-۲. اقلام عمده کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی

اقلام عمده کارهای فلزی مورد استفاده در طرحهای آبیاری و زهکشی آن به شرح زیر می باشد:

### ۹-۲-۱. دریچه‌های قوسی

دریچه‌های قوسی باید دقیقاً طبق مشخصات خصوصی و اندازه‌های مندرج در نقشه‌های تفصیلی کارهای ساختمانی تهیه شود. نقشه‌های کارگاهی شامل جزئیات مربوط به برشکاری، خم کردن، پرسکاری، سوراخ کردن، جوشکاری و اتصال قطعات با ضخامت‌ها و استانداردهای معتبر مربوطه و روش حمل و نصب در محل است و باید قبلاً "به تأیید دستگاه نظارت برسد".

دریچه‌های قوسی باید بتواند از حالت تمام بسته تا تمام باز در هر وضعیتی که مورد نظر باشد، قرار بگیرد. مکانیزم تغییر وضعیت دریچه‌ها باید طوری باشد که بجز مأموران بهره‌برداری، کسی نتواند آنها را دستکاری کند.

دسترسی به تمام قسمت‌های دریچه (از قبیل کفشکها، هادیها، آب‌بندها، مفصلها، وینچها یا جرثقیل) به منظور تعمیر و نگهداری باید به آسانی مقدور باشد. دریچه‌ها باید طوری ساخته شود که در قسمت‌های مجزا به محل حمل شده، و سپس به هم متصل شود. هنگام طراحی دریچه‌های قوسی، باید کلیه نیروهای استاتیکی و دینامیکی وارده، ارتعاشات زلزله، فشار باد و نیروهای هیدرولیکی در محاسبات مربوطه منظور شود.

کلیه دریچه‌های قوسی باید مجهز به مشخص کننده مقدار گشودگی دریچه<sup>۱</sup> بوده، و به تأیید دستگاه نظارت رسیده باشد.

### ۹-۲-۲. دریچه‌های کشویی و نرپیک<sup>۲</sup>

این دریچه‌ها باید دقیقاً طبق مشخصات فنی خصوصی و اندازه‌های مندرج در نقشه‌های تفصیلی کارهای ساختمانی تهیه شود. نقشه‌های کارگاهی شامل کلیه جزئیات مربوط به برشکاری، پرسکاری، جوشکاری و اتصال قطعات با ضخامت‌ها و استانداردهای مربوطه باشد و از قبل به تأیید دستگاه نظارت برسد.

دریچه‌های فوق باید بتواند از حالت تمام بسته تا تمام باز در هر وضعیت دلخواهی قرار بگیرد و به وسیله چرخ‌دنده یا سایر مکانیزمها در وضعیت مورد نظر ثابت بماند و به قفل مطمئنی مجهز شود تا دستکاری نشود و وضعیت آن تغییر نکند.

دریچه‌های کشویی را می‌توان براساس نقشه‌های اجرایی به شکلهای مربع، مستطیل یا دایره ساخت. دریچه‌های کشویی مربعی و مستطیلی از ورق آهن و پشت‌بندهای فلزی و دریچه‌های دایره‌ای از قطعات چدنی ساخته می‌شود.

کلیه دریچه‌های کشویی باید به مشخص کننده مقدار گشودگی دریچه مجهز باشد. دریچه‌های نریپک با توجه به استانداردها و ضوابط مربوطه ساخته و کنترل خواهد شد.

#### ۹-۲-۳. دریچه‌های مشبک

دریچه‌های مشبک باید در نقاط مشخص شده در کف به شکل محکمی نصب شود. این دریچه‌ها باید طوری ساخته شود که قادر باشد بار یکنواختی حداقل برابر ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمربع را تحمل کند.

#### ۹-۲-۴. شبکه آشغالگیر و فرازبندها

شبکه و قاب باید از فولاد ساختمانی، میلگرد و ورقه فولادی ساخته شود. نقشه جزئیات ساختمان این شبکه‌ها باید توسط پیمانکار تهیه شود و به تأیید دستگاه نظارت برسد. فولاد ساختمانی باید مطابق مشخصات ذکر شده در ردیف ۹-۵ باشد.

#### ۹-۲-۵. اشل

اشلها معمولاً از فولاد دارای لعاب پروسیلین یا مواد مشابه و در قطعات یک متری ساخته می‌شود؛ به منظور جلوگیری از خطا در قرائت، اشل باید به طور مناسب و دقیق مدرج شود. پس از نصب اشل، رقوم اشل باید با نقاط مبدا به کار گرفته شده در نقشه‌های اجرایی انطباق داده شود.

#### ۹-۲-۶. بالابرها و جعبه‌دنده‌ها

فولاد و سایر مصالح مصرفی در ساخت بالابرها و جعبه‌دنده‌ها باید مطابق مندرجات این نشریه و مشخصات فنی خصوصی باشد. قبل از خرید و ساخت توسط پیمانکار، جزئیات مربوط به طرح و ساخت جعبه دنده‌ها و بالابرها باید به تأیید دستگاه نظارت برسد.

#### ۹-۲-۷. سایر کارهای فلزی

سایر کارهای فلزی از قبیل جانیپناهها، نرده‌ها، انواع دریچه‌های چاهکها، کارهای فلزی تلمبه‌خانه‌ها، دروازه‌ها، حصارها و غیره طبق نقشه‌های اجرایی و یا دستورات دستگاه نظارت صورت خواهد گرفت.

#### ۹-۳. نقشه‌های قرارداد

نقشه‌هایی که از طرف مهندس مشاور برای تجهیزات مکانیکی داده می‌شود، فقط جنبه راهنمایی دارد و نقشه تفصیلی تلقی نمی‌شود. این نقشه‌ها تنها شامل ابعاد و اطلاعات کلی تجهیزات و نیز شرایط و ضرورت‌های اختصاصی این تجهیزات خواهد بود.

#### ۴-۹. نقشه‌های ساخت

جزئیات نقشه‌های کارگاهی و ساخت تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی که از طرف پیمانکار تهیه می‌شود، در دفترچه مشخصات فنی خصوصی قید شده، و یا از طرف دستگاه نظارت اعلام خواهد شد. به طور کلی، این نقشه‌ها باید دربردارنده نکات زیر باشد:

- (۱) ترتیب و ترکیب کلی اجزای کارها،
- (۲) پلانها،
- (۳) مقاطع و نماها،
- (۴) جزئیات مرحله اول کارهای بتنی (عملیات بتنی پیش از نصب لوازم و ادوات)
- (۵) جزئیات مرحله دوم کارهای بتنی (عملیات بتنی پس از نصب لوازم و ادوات)،
- (۶) جزئیات نصب،
- (۷) سیستم تنظیم قطعات ثابت در بتن‌ریزی مرحله اول برای رسیدن به رواداریهای مجاز و جلوگیری از برهم خوردن تنظیم در بتن‌ریزی مرحله دوم،
- (۸) اندازه و نوع پیچها، ضخامت و نوع جوش و نحوه آماده کردن محل جوشکاری براساس آیین‌نامه‌های معتبر،
- (۹) مشخصات کلیه مصالح مصرف شده،
- (۱۰) رعایت رواداریهای ساخت و نصب شامل قائم بودن، موازی بودن، افقی بودن، حفظ فواصل، هم محور بودن شافتها، فاصله راهنماها از مسیر آنها و...
- (۱۱) مشخص بودن محل اتصالهای کارگاهی<sup>۱</sup> که پس از حمل به محل نصب انجام می‌گیرد، شامل نوع جوش کارگاهی، نحوه تنظیم و محل پیچهای مونتاژ.

#### ۵-۹. مصالح و نحوه انجام کار

۵-۹-۱. کلیه تجهیزات باید نو بوده، و از نوع و کیفیتی باشد که برای شرایط جوی محلی مناسب است، یا اینکه در مقابل این‌گونه عوامل به خوبی حفاظت شود.

۵-۹-۲. کلیه مصالح مصرفی باید دارای کیفیت قابل قبول بوده، و از هرگونه عیب و نقصی عاری باشد. تمام مصالح مورد استفاده باید با تصویب قبلی دستگاه نظارت مطابق استانداردهای ایران بوده، و در غیاب آن برطبق مشخصات زیر باشد:

- چدن مصرفی برای دریچه‌های کشویی و سایر مصارف، بجز لوله‌های چدنی ASTM-A48
- صفحات فولادی سخت شده<sup>۲</sup> ضد زنگ ASTM-A276 Type 410M

- صفحات فولادی روکش شده<sup>۱</sup> ضدزنگ  
ASTM-A264 Type 345
- فولاد برای مصارف عمومی  
یا مشابه ASTM-A255
- فولاد ضدزنگ (میلگرد، مهاری، بولت، واشر و نظایر آن)  
یا مشابه ASTM-A276 Type 316
- آهن مصرفی حسب مورد  
یا مشابه ASTM-A42, A72, A163
- فولاد ساختمانی برای اسکلت، تیر، ستون  
یا مشابه ASTM-A36
- ورقهای گالوانیزه  
یا مشابه ASTM-A525
- لوله‌های سیاه  
یا مشابه ASTM-A120
- پیچ و مهره‌های فولادی سیاه<sup>۲</sup>  
یا مشابه ASTM-A307
- پیچ و مهره‌های فولادی با مقاومت زیاد<sup>۳</sup>  
یا مشابه ASTM-A325
- پیچ و مهره و واشر گالوانیزه  
یا مشابه ASTM-A153
- پیچ و مهره‌های فولادی ضدزنگ  
یا مشابه ASTM-A139, G.B8
- برنج و برنز  
یا مشابه ASTM-B21
- آلومینیوم و لوله‌های آلومینیومی  
یا مشابه ASTM-B449
- میخ  
یا مشابه ASTM-A276 Type 304
- فولاد ریخته  
یا مشابه  $ASTM \begin{cases} A27G.70-40 \text{ class } 2 \\ A27 G.65035 \end{cases}$
- طباب سیمی باید از فولاد تقویت شده بوده، و دارای هسته مستقل فولادی یا کنفی باشد و مطابق استاندارد آمریکا قسمت ۴۱۰-RR-W، از نوع ۱ کلاس ۲ و گالوانیزه یا مشابه آن بوده، و در موقع ساخت به ماده‌ای دافع آب<sup>۴</sup> آغشته شود.
- پوشهای بدون روغنکاری<sup>۵</sup>: این نوع پوشها باید از آلیاژ نوع E بوده، و مطابق استاندارد ۲۲-B-ASTM یا مشابه آن باشد.

## ۹-۶. اجرای کارهای فلزی

قبل از شروع به ساخت و نصب قطعات فلزی، اندازه‌های مندرج در نقشه‌ها باید به منظور انطباق کامل در موقع نصب با دقت کنترل شود. در صورت برخورد به بی‌تناسبی و یا اختلاف در اندازه‌ها، پیمانکار باید با نظر دستگاه نظارت اصلاحات لازم را انجام دهد. قطعاتی که قرار است در محل کار نصب شود، باید قبلاً "در کارگاه با دقت لازم آماده شده، و طبق نقشه‌های کارگاهی<sup>۶</sup> شماره‌گذاری شود، تا در هنگام نصب هیچ‌گونه اشتباهی بروز نکند.

1. clad steel plate

2. black bolt

3. high strength bolts

4. water repellent

5. self lubricating bearing

6. shop drawings

#### ۹-۶-۱. بریدن و سوراخ کردن

قطعات فلزی باید به ابعاد و شکلهای لازم به دقت بریده شده، و در محلهای لازم سوراخ شود. در صورتی که با موافقت دستگاه نظارت برش یا جوش انجام می‌شود، محلهای بریده شده یا جوش داده شده باید سنگ خورده و کاملاً "صاف" شود. سوراخهای پیچ باید به وسیله "مته یا منگنه" در محل دقیق خود به قطر  $1/5$  میلیمتر بزرگتر از قطر پیچ یا پرچ ایجاد شود. در صورت امکان، قطعاتی که به هم پیچ می‌شود باید پس از علامتگذاری، به وسیله "خالجوش" به هم متصل شده، و با هم سوراخ شود تا هنگام نصب، سوراخها کاملاً "برهم منطبق" باشد.

حداکثر رواداری لبه‌های بریده شده اعضا و قسمتهای اصلی تا ۳ میلیمتر است.

#### ۹-۶-۲. اتصالات پیچ و مهره

در اتصالات پیچ و مهره باید بین مهره و صفحات اتصال و اشر فولادی و فنری، بسته به مورد، به کار رود. طول پیچ و تعداد دانه‌های آن باید طوری باشد که بعد از محکم شدن مهره حداقل ۴ دندانه پیچ از مهره بیرون آید. در محلهایی که سفت کردن مهره مجاز نیست، برای جلوگیری از باز شدن آن باید از مهره‌های اشیپ‌دار استفاده شود.

#### ۹-۶-۳. سنبه‌زنی

پس از اینکه سطوح قسمتها و اعضا به دقت روی یکدیگر منطبق شده، و با پیچ و مهره کاملاً "به یکدیگر محکم" شد، می‌توان سوراخهایی را که با منگنه یا مته قدری تنگتر ایجاد شده است، به وسیله سنبه‌زنی فراختر کرد.

#### ۹-۶-۴. اتصال لب به لب

این‌گونه اتصالات باید مقابل یکدیگر و در یک تراز قرار داده شود. پس از اتصال، فاصله آزاد بین دو عضو یا دو قسمت مجاور نباید از ۴ میلیمتر تجاوز کند.

#### ۹-۶-۵. چدن و فولاد ریخته

چدن و فولاد ریخته باید از نظر شکل و ابعاد دقیقاً "مطابق نقشه‌ها" بوده، و عاری از هرگونه نقص زیانبخش ریخته‌گری، ترک و تغییر شکل باشد.

نمای سطوح قطعات ریخته‌ای باید صاف بوده، و دقیقاً "مطابق نقشه‌ها" باشد.

قسمتهای مختلف دریچه‌ها، چارچوبها و دستگاههای بالابر معمولاً "پس از خاتمه ساخت در کارخانه، مونتاژ می‌شود. مونتاژ باید تا حد امکان روی تکیه‌گاههای مناسب انجام شود تا هیچ‌گونه فشاری به هیچ یک از اعضا وارد نشود.

#### ۹-۶-۶. علامتهای نصب

به منظور سهولت شناسایی، هریک از اعضاها باید با رنگ یا علامتهای مخصوصی مشخص شده، و نمودار علامتها به دستگاه نظارت تسلیم شود.

#### ۹-۶-۷. جوشکاری

جوشکاری باید طبق نقشه‌های اجرایی، دستورالعملهای دستگاه نظارت و همچنین ضوابط مندرج در نشریه‌های شماره ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴ و ۲۶ انجام شود. کنترل کیفیت برطبق نشریه شماره ۲۳ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی وزارت برنامه و بودجه انجام می‌گیرد.

#### ۹-۷. بازرسی و آزمایش

بازرسیهای زیر باید در کارخانه یا کارگاه و در حضور نماینده دستگاه نظارت انجام شود:

##### ۹-۷-۱. بازرسی عملیات مونتاژ

پیش از رنگ آمیزی، پس از خاتمه مونتاژ در کارخانه و قبل از حمل لوازم و ادوات، کلیه قسمتهایی که در بتن جاگذاری می‌شود باید مورد بازرسی قرار گیرد، انطباق آنها با مشخصات خواسته شده کنترل شده، و تأییدیه دستگاه نظارت صادر شود.

##### ۹-۷-۲. آزمایش نحوه عمل دستگاههای بالابر

موتور، کوپلینگ، مبدل، دنده و شافت باید متصل شده و دستگاه بالابر بدون بار مورد آزمایش قرار گیرد. کلیه مدارهای الکتریکی و کلیدهای تنظیم حد بالا و پایین رفتن دریچه باید از نظر صحت نحوه و ترتیب عمل آزمایش شده، و ابعاد دستگاه بالابر کنترل شود.

##### ۹-۷-۳. بازرسی جوشکاری، پرچ، پیچ و مهره

کلیه اتصالات، در حین اجرا و بعد از آن، از طرف دستگاه نظارت و طبق معیارهای مورد قبول دستگاه نظارت مورد بازرسی و آزمایش قرار خواهد گرفت.

##### ۹-۷-۴. بازرسی نحوه بسته‌بندی

قبل از بارگیری برای حمل، کلیه بسته‌بندیها طبق معیارهای متداول مورد بازرسی نماینده دستگاه نظارت قرار خواهد گرفت و گواهی مورد نظر صادر خواهد شد.

##### ۹-۷-۵. بازرسی مصالح استاندارد خریداری شده

کلیه مصالح استاندارد، از قبیل طناب سیمی، پیچ و مهره با مقاومت کششی زیاد، موتور، تابلوی کنترل، کلید تنظیم حرکت دریچه‌ها و کابل‌های برق، نیز در صورت تشخیص دستگاه نظارت مورد آزمایش و بازرسی قرار خواهد گرفت.

### ۸-۹. رنگ آمیزی

جزئیات رنگ آمیزی باید طبق استانداردهای مندرج در فصل دهم این نشریه باشد و طبق مندرجات مشخصات فنی خصوصی اجرا شود.

### ۹-۹. حمل به کارگاه

کلیه اجزای متشکله تجهیزات باید به طریقی به کارگاه حمل و تخلیه شود که جابه‌جا کردن و نصب آنها در کارگاه به آسانی صورت گیرد. در صورت لزوم، قسمت‌های سنگین تجهیزات باید روی پایه‌های لغزنده سوار شود، قطعات یا مصالح کوچکتر در جعبه قرار بگیرد و به ترتیب بسته‌بندی شود. برای سهولت شناسایی، روی بسته‌ها و جعبه‌ها باید علامتگذاری گردد.

کلیه قسمت‌ها باید طوری برای حمل و نصب آماده شود که قلاب‌های مخصوص بالابردن را بتوان بلافاصله و در همان حال که این قسمت‌ها روی واگن یا کامیون است، به آنها متصل کرد. در مواقعی که قطعات در جعبه قرار دارد، ولی وصل کردن قلاب به جعبه به وسیله بالابرنده مطمئن نیست، باید از قبل پیش بینی لازم به عمل آید. در مورد لوازم و تجهیزات الکتریکی باید اقدامات احتیاطی لازم انجام شود تا در حین حمل و نقل صدمه‌ای به آنها وارد نیاید. کلیه بسته‌ها و ظروف محتوی تجهیزات باید با دقت خاصی ساخته شود تا محتویات آنها در حین حمل و نقل، جابه‌جایی و بالاخره هنگام حمل برای نصب کاملاً "محفوظ بماند". پیچ و مهره‌ها باید به صورت جدا از هم در ظروف محکم فلزی یا چوبی حمل شود. روی هر یک از بسته‌ها باید صورت و شرح محتوای آن به وضوح درج شود. ظرف مدت پنج روز پس از ارسال تجهیزات، دو نسخه از گزارش حمل باید در فرم‌های تهیه شده به وسیله پیمانکار برای دستگاه نظارت فرستاده شود. در این گزارش‌ها باید شرح، مقدار، وزن خالص، تاریخ ارسال و نیز هرگونه دقت خاصی که باید در جابه‌جا کردن یا نگهداری اقلام ارسالی به عمل آید، درج شود.

### ۱۰-۹. نصب و آزمایش در کارگاه

الف) بتن ریزی مرحله ۱ و مرحله ۲ با تأیید قبلی دستگاه نظارت صورت می‌گیرد.  
ب) پیمانکار باید قبل از شروع نصب تجهیزات، کلیه کارهای بتنی مرحله اول را از لحاظ صحت اجرا کنترل کند و متخصص امور نصب باید در حین جاگذاری تجهیزات در بتن مرحله دوم، در محل حضور داشته باشد. پس از خاتمه بتن ریزی مرحله دوم، متخصص باید صحت خطوط و تراز تجهیزات جاگذاشته شده در بتن مرحله دوم را تأیید نماید.

پ) پیمانکار موظف است که برای نصب صحیح و به موقع تجهیزات مکانیکی کلیه دستگاه‌ها، تجهیزات و ابزار لازم از قبیل جرثقیل، دستگاه‌های بالابرنده، سکو، داربست، دستگاه جوشکاری ابزار دستی و غیره را به هزینه خود فراهم نماید.

ت) نصب کلیه تجهیزات باید برطبق نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی خصوصی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت صورت گیرد.

ث) کلیه تجهیزات باید پس از نصب در حضور نمایندگان دستگاه نظارت مورد آزمایش قرار گیرد. کلیه آزمایش‌ها باید از طرف ناظر امور نصب گواهی شود. هرگونه عیب و نقصی که در نصب تجهیزات مشاهده شود، باید قبل از تحویل موقت توسط پیمانکار برطرف گردد.

ج) هر قسمت از تجهیزات که با شرایط تعیین شده مطابقت نداشته باشد، و یا به تشخیص دستگاه نظارت معیوب باشد، باید توسط پیمانکار و بدون ایجاد هزینه اضافی برای کارفرما تعویض گردد.

#### ۹-۱۱. کتابچه‌ها و نقشه‌های راهنما

پیمانکار موظف است کتابچه‌های راهنما و نقشه‌های اجرا شده<sup>۱</sup> را به تعدادی که در دفترچه مشخصات فنی خصوصی قید می‌شود، تهیه کرده، و تحویل دهد. مندرجات کتابچه‌ها و حدود آن از طرف دستگاه نظارت اعلام خواهد شد.

نقشه‌های اجرا شده باید با توجه به دستورات نهایی و تأیید دستگاه نظارت تهیه شود. این نقشه‌ها باید تجهیزات را دقیقاً به صورتی که در کارگاه نصب شده است، همراه با کلیه تغییرات انجام شده در حین ساخت یا آزمایش و نیز کلیه اصلاحات انجام شده در تجهیزات در هنگام نصب و آزمایش، نشان دهد. کلیه قسمت‌ها باید شماره‌گذاری شود و این شماره‌ها با فهرست لوازم یدکی، جزوه‌ها و مطالب تشریحی تطبیق نماید.

در کتابچه‌های راهنما باید شرح کلی تأسیسات و همچنین مراحل مختلف کار مانند نصب، آزمایش، بهره‌برداری، نگهداری، پیاده کردن و تعمیر برای طول عمر تأسیسات درج شده باشد. در دستورالعمل‌های نگهداری باید نحوه روغنکاری، تعویض قطعات، کنترل و آزمایش روزانه، هفتگی، ماهانه یا با فواصل طولانی‌تر، بسته به مورد و استانداردهای مربوطه، درج شود تا بتوان بهره‌برداری از تأسیسات را بدون هیچ‌گونه اشکالی انجام داد. در دستورالعمل‌های مربوطه باید ترتیب راه‌اندازی و بهره‌برداری از تجهیزات به روشنی تشریح شود.

پیمانکار موظف است کتابچه‌های راهنما و نقشه‌های اجرا شده مندرج در این قسمت را تهیه کند و پس از تأیید مهندس مشاور به کارفرما تسلیم نماید.

#### ۹-۱۲. ابزار و لوازم یدکی

پیمانکار موظف است سری کامل ابزار لازم برای نصب، پیاده کردن یا آزمایش هر یک از تجهیزات برقی، مکانیکی، هیدرومکانیکی و مانند آن، و نیز لوازم یدکی لازم را به شرحی که در دفترچه مشخصات فنی خصوصی آمده است، تهیه کند و تحویل دهد.

## فصل دهم

### ۱۰. رنگ آمیزی

#### ۱۰-۱. مشخصات کلی

پیمانکار باید رنگ آمیزی کارهای فلزی را طبق مشخصات تعیین شده در نقشه ها و دستورات دستگاه نظارت انجام دهد. کلیه سطوح قطعات باید قبلاً تمیز شده، و از هرگونه آلودگی، چربی و زنگ پاک شود؛ تعداد لایه های رنگ آمیزی نیز باید طبق مشخصات و بسته به موقعیت و شرایط کار معین گردد. کارهای فلزی ساخته شده از فولاد ضد زنگ، گالوانیزه و فلزات غیر آهنی<sup>۱</sup> به رنگ آمیزی نیاز ندارد؛ در صورتی که، بسته به مورد، اجرای پوششهای حفاظتی بیشتر مورد نیاز باشد طبق مشخصات فنی خصوصی عمل خواهد شد.

#### ۱۰-۲. مصالح

کلیه مواد و مصالح رنگ آمیزی باید ساخت کارخانه های معتبر بوده، و مطابق استانداردهای مورد نظر تهیه شده باشد و نمونه های آن قبلاً<sup>۲</sup> به تصویب دستگاه نظارت رسیده باشد. مشخصات مصالح مختلف رنگ آمیزی به شرح زیر است:

#### ۱۰-۲-۱. اندود قیری<sup>۳</sup>

مصالح و نحوه اجرای این اندود براساس قسمتهای ۲-۲ و ۲-۴ از استاندارد 203 WWA-C<sup>۴</sup> می باشد. مشخصات این اندود باید مطابق مشخصات اندود قیری لایه آستری باشد و از یک سازنده انتخاب شود.

#### ۱۰-۲-۲. اندود قیری آستری<sup>۴</sup>

این اندود باید با قسمت ۲-۱ از استاندارد 203 AWWA-C مطابقت داشته باشد. کیفیت ساخت این اندود باید مطابق اندود قیری لایه رویه بوده، و از همان سازنده باشد.

#### ۱۰-۲-۳. خمیر قیری<sup>۵</sup>

این خمیر باید براساس قسمت 10.02-64T از استاندارد SSPC-PS<sup>۶</sup>، زیر عنوان "اجرای سردخمیر قیری"، به کار برده شود و مصالح آن با استاندارد MIL-C-18480A<sup>۷</sup>، قسمت دارای عنوان "مصالح قیری" مطابقت داشته باشد.

- 
- |                                           |                    |
|-------------------------------------------|--------------------|
| 1. non ferrous                            | 2. coal tar enemal |
| 3. American Water Works Association       |                    |
| 4. coal tar primer                        | 5. coal tar mastic |
| 6. U.S. Steel Structure Painting Councils |                    |
| 7. U.S. Military Specifications           |                    |

### ۱۰-۲-۴. رنگ گالوانیزه تعمیری<sup>۱</sup>

این رنگ حاوی درصد بالایی از روی<sup>۲</sup> است و باید با استاندارد مشخصات فدرال آمریکا MIL-P-21035 مطابقت داشته باشد.

### ۱۰-۲-۵. سیستم رنگ وینیل<sup>۳</sup>

رنگ رزین وینیل یا رنگ خمیری وینیل (VR-3) باید مطابق با استاندارد USBR-C 126 یا استاندارد SSPC-PS4.02-64T باشد. رنگ آمیزی رویه باید از نوع وینیل آلومینیومی باشد.

### ۱۰-۲-۶. رنگ فنولی آلومینیومی<sup>۴</sup>

از مخلوط کردن ۹۰۰ گرم (معادل دو پوند) خمیر آلومینیوم طبق استاندارد فدرال آمریکا به شماره TT-A-320a، زیر عنوان "رنگ آلومینیومی برای انواع پودر یا خمیر"، تیپ II کلاس B، با ۳/۷۸۵ لیتر (معادل یک گالن آمریکایی) روغن جلای فنولی<sup>۵</sup> طبق همان استاندارد به شماره TT-V-119، رنگ فنولی آلومینیومی ساخته می شود.

### ۱۰-۲-۷. رنگ آستری آلکاید<sup>۶</sup>

مصابح این رنگ باید با قسمت TT-P-86C از مشخصات استاندارد فدرال آمریکا مطابقت داشته باشد.

### ۱۰-۲-۸. رنگ آلومینیومی

از مخلوط نمودن ۹۰۰ گرم (معادل دو پوند) خمیر آلومینیوم طبق بخش TT-A-320a از استاندارد فدرال آمریکا، تیپ II کلاس B، با ۳/۷۸۵ لیتر (معادل یک گالن آمریکایی) روغن جلای<sup>۷</sup> مخصوص رنگ آلومینیومی مطابق همان استاندارد به شماره TT-V-81C، رنگ آلومینیومی ساخته می شود.

### ۱۰-۲-۹. محلول ضد رنگ<sup>۸</sup>

این مخلوط باید مطابق با استاندارد ارتش آمریکا MIL-C-11796 B(1) Class 2 تهیه شده باشد.

### ۱۰-۲-۱۰. رنگ آمیزی کارخانه سازنده

ادوات و لوازم مکانیکی باید توسط سازندگان آن با استانداردهای یاد شده رنگ آمیزی شود. هر دست رنگ باید بر روی سطح تمیز و آماده شده اجرا شود. چنانچه رنگ آمیزی انجام شده توسط سازندگان با مشخصات ارائه شده در این فصل تطبیق نکند، رنگ آمیزی انجام شده باید با ماسه پاسی<sup>۹</sup> یا روشهای مشابه کاملاً تمیز شده، و رنگ آمیزی تجدید شود.

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. galvanized rapair paint | 2. high zinc dust content paint |
| 3. vinyle paint system     | 4. aluminium phenolic paint     |
| 5. phenolic varnish        | 6. alkyd priming paint          |
| 7. varnish                 | 8. rust preventive compound     |
| 9. sand blasting           |                                 |

#### ۱۰-۳. آماده سازی محل رنگ آمیزی

قبل از رنگ آمیزی، کلیه سطوح باید کاملاً "تمیز شده، و عاری از مواد زائد باشد. موادی مانند روغن، گریس و واکس باید قبلاً "به وسیله تراشیدن یا به وسیله برس آغشته به مواد حلال، پاک و تمیز شود. محلهای جوشکاری باید برای رنگ آمیزی کاملاً "تمیز و صاف گردد. پس از این مرحله، سطح کار باید با ماسه پاشی یا روشهای مشابه به صورت یک سطح کاملاً "صیقلی آماده شود. قبل از اجرای رنگ آمیزی، هر نوع گرد و غبار باید از سطح کار زدوده شود. آماده سازی سطح کار برای رنگ آمیزی با رنگ وینیل باید مطابق قسمت 3-VR از استاندارد 126-USB-C یا استاندارد کارهای فلزی آمریکا به شماره SP-SSPC 63-10 T باشد. آماده سازی سطح کار برای رنگ آمیزی خمیری قیری باید مطابق استاندارد کارهای فلزی آمریکا به شماره 63-6-SSPC صورت گیرد.

#### ۱۰-۴. اجرای رنگ آمیزی

بر اساس توصیه های کارخانه های سازنده مصالح رنگ آمیزی، تمام این مصالح باید قبل از مصرف کاملاً "مخلوط شود. سطح کار باید قبل از اجرا از رطوبت و مواد اضافی کاملاً "تمیز و پاک شود. توصیه می شود عمل تمیز کردن روغن یا رطوبت به وسیله هوای تحت فشار صورت بگیرد. هر دست رنگ آمیزی باید به صورت ممتد، بدون موج و بی وقفه در سطح کار پاشیده شده، و پس از سخت شدن لایه زیرین و تصویب دستگاه نظارت، دست دوم رنگ آمیزی انجام شود.

تینر باید طبق نظر دستگاه نظارت و توصیه های کارخانه سازنده رنگ به کار برده شود. در شرایط زیر، پیمانکار مجاز به رنگ آمیزی کارهای فلزی نیست:

- درجه حرارت محیط کمتر از ۷ درجه سانتیگراد
- درجه حرارت سطح فلز کمتر از ۳ درجه سانتیگراد بالای نقطه شبنم<sup>۱</sup> محیط
- درجه حرارت محیط بیشتر از ۳۸ درجه سانتیگراد
- درجه حرارت سطح کار بالاتر از ۴۴ درجه سانتیگراد
- در شرایط بارانی یا طوفانی

لایه های رنگ آمیزی که در اثر بارگیری، حمل، جوشکاری یا کارهای مشابه صدمه دیده باشد، باید مجدداً "با روش ارائه شده در این فصل تمیز و رنگ آمیزی شود.

#### ۱۰-۴-۱. رنگ لایه آستری قیری

سطح کار آماده شده برای رنگ آمیزی باید از هرگونه مواد خارجی و گرد و خاک کاملاً "تمیز شود. رنگ آمیزی قیری بر اساس قسمت 3-3 از استاندارد 203-AWWA-C انجام می گیرد.

تا زمانی که رنگ آمیزی سخت نشده است، سطح رنگ آمیزی شده باید از مجاورت باران، مه، انواع افشانه ها، گرد و خاک و سایر عوامل خارجی حفظ گردد.

#### ه (۲-۴). رنگ قیری لایه رویه

رنگ قیری باید در دیگهای مجهز به ترموستات کنترل گرم شده، و سپس به وسیله سیستمهای تحت کنترل به طور یکنواخت به سطح کار پاشیده شود. لایه رنگ باید به صورت یکنواخت با ضخامت ۲/۵ میلیمتر و رواداری ۸/۰<sup>+</sup> میلیمتر اجرا شود. کنترل چسبندگی رنگ به لوله های فولادی یا کارهای مشابه باید مطابق با قسمت ۲-۴ از استاندارد AWWA-C 203 صورت گیرد. اجرای رنگ رویه قیری باید براساس قسمت های ۳-۴ تا ۳-۶، ۳-۸ و ۳-۹ از استاندارد ذکر شده باشد. براساس قسمت ۲-۲ از استاندارد ذکر شده، نفوذ<sup>۱</sup> رنگ قیری به هنگام اجرا در حرارت ۲۴ درجه سانتیگراد نباید از عدد ۷ کمتر باشد.

#### ه (۳-۴). سیستم رنگ آمیزی وینیل

اجرای رنگ آمیزی باید براساس قسمت ۳-VR از استاندارد USBR-C-126 یا مشابه آن از استاندارد انجمن اسکلت فلزی آمریکا قسمت SSPC-PA-1-64 باشد.

#### ه (۴-۴). ماستیک قیری

اجرای ماستیک قیری باید مطابق با استاندارد انجمن اسکلت فلزی آمریکا قسمت های SSPC-PS و SSPC-PA 1-64 و 10.02-64T باشد.

#### ه (۵-۱). مشخصات رنگ آمیزی

رنگ آمیزی کارهای فلزی و تعمیرات قسمت های آسیب دیده باید طبق مشخصات فنی خصوصی انجام شود. چنانچه در مشخصات ذکر شده به نحوه رنگ آمیزی اشاره ای نشده باشد، می توان از جدول ۱-۱۰ به عنوان راهنما استفاده نمود.

#### ه (۶-۱). کنترل کیفیت

مصالح رنگ آمیزی چه در کارخانه سازنده و چه در محل اجرای کار به وسیله دستگاه نظارت نمونه برداری و کنترل می شود. این مصالح باید توسط پیمانکار و براساس درخواست دستگاه نظارت در هر موقع و در هر محل در اختیار قرار گیرد. انجام آزمایشها باید براساس استاندارد AWWA-ASTM یا استانداردهای مشابه صورت گیرد.

| ردیف | شرح                                                                                                                                                     | ملاحظات                                                            | ملاحظات                                                                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | سطوح داخلی لوله های فولادی، خروجی تلمبه خانه ها، جمع کننده های خروجی تلمبه خانه ها <sup>۱</sup>                                                         | رنگ قیری آستری<br>رنگ قیری رویه                                    | هر کدام یک دست به ضخامت ۲/۵ میلی متر<br>باروداری ۸/۰ میلی متر در کارگاه |
| ۲    | سطوح خارجی کارهای فلزی در تماس با هوا نظیر لوله های فولادی، خروجی تلمبه - خانه ها، پایه های فلزی، نشیمنگاه شبکه ها، آب بندها <sup>۲</sup> و نظایر آن    | رنگ آستری سرنج<br>رنگ رویه آلومینیومی                              | دست ۲<br>دست ۲                                                          |
| ۳    | سطوح فلزی مدون در خاک                                                                                                                                   | ماستیک قیری                                                        | دست ۲                                                                   |
| ۴    | سطوح فلزی غرقاب مانند فرازبندها، آشغالگیرها، دریچه های کشویی و متعلقات و نصب آنها، سطوح هدایت کننده آب بندها <sup>۳</sup> ، دریچه های یکطرفه و نظایر آن | سیستم رنگ آمیزی با وینیل                                           | دست ۴                                                                   |
| ۵    | ماشین آلات و سطوح فلزی که حمل و یا انبار می شوند                                                                                                        | ماده ضد رنگ <sup>۴</sup>                                           | ۱ دست با ضخامت زیاد                                                     |
| ۶    | رنگ آمیزی قسمتهای صدمه دیده دریچه های قطعی، فابها و صفحات رو یا رو با نوسانات سطح آب و ترشحات                                                           | آستری از نوع وینیل (VR-3) یا ماستیک و رویه از رنگ وینیل آلومینیومی | ۲ دست از هر کدام                                                        |
| ۷    | تفرقه های دریچه های قطعی                                                                                                                                | رنگ آلومینیومی *                                                   | ۲ دست                                                                   |

\* تعمیر رنگ آستری با سرنج قرمز (red load alkyd) صورت می گیرد.

1. manifold, header
2. bulkhead
3. bulkhead guides
4. rust preventive compound

پیمانکار موظف است براساس درخواست دستگاه نظارت و توسط آزمایشگاه معتبر مورد تأیید، آزمایشهای لازم را انجام دهد و نتایج را در اختیار دستگاه نظارت بگذارد. مهندس مشاور نیز مخیر است در صورت لزوم رأساً "آزمایشهای کنترل را انجام دهد و در صورت عدم انطباق، مراتب را برای رفع نقص به پیمانکار اعلام کند.

## فصل یازدهم

### ۱۱. زیراساس<sup>۱</sup>

#### ۱-۱۱. مشخصات کلی

این فصل شامل تهیه، حمل، پخش و کوبیدن مصالح قشر زیراساس طبق مشخصات و دستورات دستگاه نظارت و نقشه‌هاست.

ممکن است مصالحی که برای قشر زیراساس به کار می‌رود از محلهایی تهیه شود که در نقشه‌ها به عنوان راهنما نشان داده شده، یا از محلهایی که پیمانکار پیشنهاد کرده، و به تصویب دستگاه نظارت رسیده است؛ این مصالح پس از انطباق با مشخصات فنی، به مصرف می‌رسد.

#### ۲-۱۱. مصالح قشر زیراساس

مصالح قشر زیراساس باید دارای دانه‌بندی پیوسته باشد و پس از اختلاط و آبپاشی و کوبیدن، پی پایدار و محکمی را تشکیل دهد. این مصالح باید عاری از مواد آلی و مضر باشد.

مصالحی که برای قشر زیراساس به کار می‌رود دو نوع است:

نوع اول: این نوع مصالح زیراساس از بستر رودخانه‌ها یا معادن شن و ماسه به دست می‌آید. دانه‌بندی مصالح این قشر باید طبق یکی از دانه‌بندیهای جدول ۱-۱۱ باشد. در صورتی که دانه‌هایی درشت و خارج از مشخصات در این مصالح موجود باشد، باید آنها را به وسیله سرنده جدا کرد، تا محصول به دست آمده با مشخصات تطبیق کند.

چنانچه دانه‌های ریز از نظر یخبندان مضر باشد، دستگاه نظارت می‌تواند درصد عبوری از الک شماره ۲۰۰ را کاهش دهد.

دانه‌بندی مصالح باید قبل از ریختن تنظیم شده باشد. چنانچه در داخل مصالحی که روی بستر راه تخلیه و ریشه شده است قطعات درشتی باشد، پیمانکار باید کلیه مصالح را به هزینه خود از بستر راه بردارد و به هیچ وجه مجاز نیست که تنها به برداشتن قطعات درشت از روی بستر راه اکتفا کند.

نوع دوم: این نوع مصالح زیراساس از معادن سنگ به دست می‌آید و باید شکسته‌بوده، و دارای یکی از دانه‌بندیهای جدول ۱-۱۱ باشد و پس از کوبیده شدن در بستر راه، پی محکمی را تشکیل دهد. سنگهای درشت‌تر از مشخصات باید به هزینه پیمانکار به وسیله سرنده جدا شود. تمام مصالحی که برای زیراساس مصرف می‌شود، باید از خواص زیر نیز برخوردار باشد:

جدول ۱۱-۱. دانمبندی مصالح قشر زیراساس

| اندازه الک |        |       |       |       | درصد وزنی رد شده از الکهای استاندارد با سوراخهای چهارگوش طبق روش آشتو |
|------------|--------|-------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------|
| دانه بندی  |        |       |       |       |                                                                       |
| V          | IV     | III   | II    | I     |                                                                       |
| —          | —      | —     | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۲ اینچ ( ۵۰ میلیمتر )                                                 |
| ۱۰۰        | ۱۰۰    | ۱۰۰   | ۷۵-۹۵ | —     | ۱ اینچ ( ۲۵ میلیمتر )                                                 |
|            | ۶۰-۱۰۰ | ۵۰-۸۵ | ۴۰-۷۵ | ۳۰-۶۵ | $\frac{3}{8}$ اینچ ( ۹/۵ میلیمتر )                                    |
| ۵۵-۱۰۰     | ۵۰-۸۵  | ۳۵-۶۵ | ۳۰-۶۰ | ۲۵-۵۵ | شماره ۴ ( ۴/۷۵ میلیمتر )                                              |
| ۴۰-۱۰۰     | ۴۰-۷۰  | ۲۵-۵۰ | ۲۰-۴۵ | ۱۵-۴۰ | شماره ۱۰ ( ۲ میلیمتر )                                                |
| ۲۰-۵۰      | ۲۵-۴۵  | ۱۵-۳۰ | ۱۵-۳۰ | ۸-۲۰  | شماره ۴۰ ( ۰/۴۲۵ میلیمتر )                                            |
| ۶-۲۰       | ۵-۲۰   | ۵-۱۵  | ۵-۲۰  | ۲-۸   | شماره ۲۰۰ ( ۰/۰۷۵ میلیمتر )                                           |

یادآوری: نسبت عبوری از الک شماره ۲۰۰ نباید بیش از  $\frac{2}{3}$  نسبت عبوری از الک شماره ۴۰ باشد.

حد روانی<sup>۱</sup> دانه‌هایی که از الک شماره ۴۰ عبور می‌کند باید کمتر از ۲۵ باشد و ضریب خمیری<sup>۲</sup> آن از ۶ تجاوز نکند. آزمایشهایی که برای حد روانی و ضریب خمیری انجام می‌شود، باید طبق مشخصات آشتو در آزمایشهای T۸۹-۶۸ و T۹۰-۷۰ باشد. ضریب هم از ر ماسه<sup>۳</sup> طبق روش T۱۷۶-۷۰ حداقل برابر ۲۵ است؛ درصد سایدگی طبق روش لوس آنجلس T۹۶-۷۰ نباید از ۵۰ تجاوز کند.

چنانچه طبق آزمایش معلوم شود که مصالح تهیه شده برای قشر زیراساس مناسب نیست، دستگاه نظارت حق خواهد داشت که دستور تغییر معدن را بدهد یا استفاده از معدن جدیدی را تجویز کند. به طور کلی، بهره‌برداری از مصالح معادن جدید باید با تصویب دستگاه نظارت صورت گیرد.

### ۱۱-۳. طرز ساختمان

قشر زیراساس باید به ضخامتی که در نقشه‌ها و مشخصات خصوصی نشان داده شده است، یا آنچه

1. liquid limit (L.L.)

2. plasticity index (P.I.)

3. sand equivalent

دستگاه نظارت کتبا " دستور می دهد، باشد. ضخامت هرلایه پس از کوبیده شدن باید مطابق با مشخصات هندسی نقشه ها باشد و در هر حال نباید پس از کوبیده شدن از ۱۵ سانتیمتر تجاوز کند. این مصالح باید به دستور دستگاه نظارت آبپاشی و غلتکزی شود. قبل از غلتکزی باید ترتیبی داده شود که مصالح به طور یکنواخت مخلوط و پخش گردد. کلیه پستی و بلندیهایی که در موقع غلتکزی ایجاد می شود باید به وسیله تیغه گیردر و یا اضافه کردن مقدار لازم مصالح زیراساس اصلاح شود. در صورتی که مشاهده شود که عمل اختلاط در قسمتی از بستر راه به طور صحیح انجام نگرفته است ( جدا شدن مصالح ریزدانه از درشت دانه )، باید آن قسمت از بستر راه را با برداشتن مصالح ریخته شده و ریختن مصالح مرغوب اصلاح نمود. مقدار آب لازم برای آبپاشی زیراساس بر مبنای درصد آب مناسب به دست آمده در آزمایشگاه برای تراکم صد درصد روش اصلاحی آشتو زیر نظر دستگاه نظارت تعیین می شود؛ تراکم خواسته شده باید تأمین شود. آبپاشی نباید به نحوی انجام شود که موجبات بروز صدمه به بدنه خاکی راه را فراهم سازد.

#### ۱۱-۴. نوع غلتک و کوبیدگی

غلتهای مورد استفاده از نوع استوانه ۱۰-۱۲ تن و یا لرزننده بوده و باید به طوری مناسب برای نوع مصالح مصرفی باشد که حداکثر کوبیدگی سبب شکستن سنگها نشود.

غلتهکزی باید از کناره های راه شروع شده، و به محور آن ختم شود ( جز در پیچها که غلتهکزی از داخل یا پست ترین نقطه قوس شروع شده، و به بلندترین نقطه و خارج قوس ختم می شود ).

قبل از استفاده از غلتک لرزننده باید غلتهکزی اولیه با غلتک استوانه ای صورت گیرد و پستی و بلندیهایی که در اثر غلتهکزی در مصالح زیراساس به وجود می آید، به وسیله گیردر تنظیم شود.

نقاطی که تراکم آنها به وسیله غلتک امکانپذیر نباشد باید با وسایل مکانیکی دستی به گونه ای متراکم شود که مشخصات خواسته شده را تأمین کند؛ ضمناً، تراکم نسبی در قشرهای زیراساس باید معادل ۱۰۰٪ روش اصلاحی آشتو باشد.

#### ۱۱-۵. کنترل سطح راه

کنترل این قشر طبق شیبهای طولی و عرضی داده شده در نقشه ها و به وسیله خطکش آهنی ۴ متری به عمل می آید؛ در هر حال، اختلاف پستی و بلندی نباید از ۳ سانتیمتر تجاوز کند. اگر سطح نهایی قشر زیراساس بیش از ۲/۵ سانتیمتر از رقوم پروژه بالاتر باشد، باید آن را تراشید و پس از اضافه کردن مصالح، مجدداً آبپاشی، مخلوط و متراکم کرد.

#### ۱۱-۶. قرضه‌های انتخاب شده

این بند شامل مصالحی است که از قرضه‌های انتخاب شده برای قشرهای نهایی خاکریزها در نظر گرفته می‌شود. محل قرضه توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود و پیمانکار حق تغییر آن را، مگر با اجازه کتبی دستگاه نظارت، ندارد.

پخش و کوبیدن مصالح انتخاب شده طبق مشخصات زیراساس انجام خواهد شد. مصالحی که از قرضه‌ها به دست می‌آید، باید دارای دانه‌بندی مناسب بوده و به طور کلی شامل مخلوطی از ماسه، شن، سنگ شکسته، خاکسترهای آتشفشانی و یا گرانیت‌های خرد شده باشد و برای اختلاط صحیح آن دقت کافی به عمل آید؛ از مصرف مصالحی که تماماً "از دانه‌های ریز یا کلا" از دانه‌های درشت تشکیل شده باشد، باید خودداری شود. این مصالح باید پس از پخش و کوبیدن، پی محکم و قابل اطمینانی را تشکیل دهد.

درصد عبوری مصالح انتخاب شده از الک شماره ۲۰۰ باید از ۲۵ کمتر باشد. حدروانی مصالحی که از الک شماره ۴۰ عبور می‌کند باید از ۳۵ کمتر باشد و حد خمیری آن نیز نباید از ۶ تجاوز کند.

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه

معاونت امور فنی

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

\*\*\*\*\*  
\* فهرست نشریات \*  
\*\*\*\*\*

پنجم ماه

۱۳۷۲

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| ***        | *****                                                                     | ***         | ** تاریخ انتشار ** |           |         | *****       |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|-----------|---------|-------------|
| شماره ردیف | عنوان نشریه                                                               | شماره نشریه | چاپ اول            | آخرین چاپ | ملاحظات | *****       |
| ***        | *****                                                                     | ***         | ماه                | سال       | سال     | *****       |
| ۱          | زلزله خیزی ایران (از سال ۱۹۰۰ تا سال ۱۹۶۹)                                | ۱           | فروردین            | ۱۳۵۰      | -       |             |
| ۲          | زلزله هشتم مرداد ماه ۴۹ قمری (گنبدکاووس)                                  | ۲           | آبان               | ۱۳۵۰      | -       |             |
| ۳          | بررسی های فنی                                                             | ۳           | آذر                | ۱۳۵۰      | -       |             |
| ۴          | طرح و محاسبه و اجرای رویه های بتنی در فرودگاهها                           | ۴           | دی                 | ۱۳۵۰      | -       |             |
| ۵          | آزمایش لوله های تحت فشار سیمان و پنبه نسوز در کارگاه های لوله کشی         | ۵           | دی                 | ۱۳۵۰      | -       |             |
| ۶          | ضمائم فنی دستورالعمل طرح و محاسبه و اجرای رویه های بتنی در فرودگاهها      | ۶           | اسفند              | ۱۳۵۰      | -       |             |
| ۷          | دفترچه تبیین شرح قیمت های واحد عملیات راه های فرعی                        | ۷           | اردیبهشت           | ۱۳۵۱      | ۱۳۵۴    | فاقد اعتبار |
| ۸          | دفترچه تبیین شرح قیمت های واحد عملیات راه های اصلی                        | ۸           | خرداد              | ۱۳۵۱      | ۱۳۵۴    | فاقد اعتبار |
| ۹          | مطالعه و بررسی در تعیین ضوابط مربوط به طرح مدارس ابتدائی                  | ۹           | تیر                | ۱۳۵۱      | -       |             |
| ۱۰         | بررسی فنی مقدماتی زلزله ۲۱ فروردین ماه ۱۳۵۱ منطقه قیر و کارزین استان فارس | ۱۰          | مرداد              | ۱۳۵۱      | -       |             |
| ۱۱         | برنامه ریزی فیزیکی بیمارستان های عمومی کوچک                               | ۱۱          | شهریور             | ۱۳۵۱      | -       |             |
| ۱۲         | روسازی شنی و حفاظت رویه آن                                                | ۱۲          | فروردین            | ۱۳۵۲      | -       |             |
| ۱۳         | زلزله ۱۷ آبان ماه بندر عباس                                               | ۱۳          | اردیبهشت           | ۱۳۵۲      | -       |             |
| ۱۴         | تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راه سازی (بخش کارهای آجری)          | ۱۴          | خرداد              | ۱۳۵۲      | ۱۳۵۳    |             |

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| ***        | عنوان نشریه                                                                            | ***         | ** تاریخ انتشار ** |      |           | ****        |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|------|-----------|-------------|
| شماره ردیف | شماره نشریه                                                                            | شماره نشریه | ماه                | سال  | آخرین چاپ | ملاحظات     |
| ***        | ****                                                                                   | ***         | سال                | سال  | سال       | ****        |
| ۱۵         | تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش تعیین هزینه ساعتی ماشینهای راهسازی) | ۱۵          | شهریور             | ۱۳۵۲ | -         | فاقد اعتبار |
| ۱۶         | شرح قیمت‌های واحد تپ برای کارهای ساختمانی                                              | ۱۶          | مهر                | ۱۳۵۲ | -         | فاقد اعتبار |
| ۱۷         | برنامه ریزی فیزیکی بیمارستان های عمومی از ۱۵۰ تا ۷۲۰ تخت                               | ۱۷          | آبان               | ۱۳۵۲ | -         |             |
| ۱۸         | مشخصات فنی عمومی لوله ها و اتصالات پی.وی.سی سخت برای مصارف آب رسانی                    | ۱۸          | آبان               | ۱۳۵۲ | -         |             |
| ۱۹         | روش نصب و کارگذاری لوله های پی.وی.سی                                                   | ۱۹          | آذر                | ۱۳۵۲ | -         |             |
| ۲۰         | جوشکاری در ساختمانهای فولادی                                                           | ۲۰          | آذر                | ۱۳۵۲ | ۱۳۶۴      |             |
| ۲۱         | تجهیز و سازماندهی کارگاه جوشکاری                                                       | ۲۱          | آذر                | ۱۳۵۲ | ۱۳۶۳      |             |
| ۲۲         | جوشپذیری فولادهای ساختمانی                                                             | ۲۲          | دی                 | ۱۳۵۲ | ۱۳۶۲      |             |
| ۲۳         | بازرسی و کنترل کیفیت جوش در ساختمانهای فولادی                                          | ۲۳          | بهمن               | ۱۳۵۲ | ۱۳۶۵      |             |
| ۲۴         | ایمنی در جوشکاری                                                                       | ۲۴          | بهمن               | ۱۳۵۲ | ۱۳۶۴      |             |
| ۲۵         | زلزله ۲۳ نوامبر ۱۹۷۲ ماناگوا                                                           | ۲۵          | بهمن               | ۱۳۵۲ | -         |             |
| ۲۶         | جوشکاری در درجات حرارت پایین                                                           | ۲۶          | بهمن               | ۱۳۵۲ | ۱۳۶۲      |             |
| ۲۷         | مشخصات فنی عمومی لوله کشی آب سرد و گرم و فاضلاب ساختمان                                | ۲۷          | اسفند              | ۱۳۵۲ | -         |             |
| ۲۸         | تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی (بخش ملاترها)                                      | ۲۸          | اردیبهشت           | ۱۳۵۳ | -         |             |
| ۲۹         | بررسی نحوه توزیع منطقی تخت های بیمارستانی کشور                                         | ۲۹          | خرداد              | ۱۳۵۳ | -         |             |

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| شماره ردیف | عنوان نشریه                                                                                   | شماره نشریه | ** تاریخ انتشار ** |      |           | ملاحظات     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|------|-----------|-------------|
| ***        | *****                                                                                         | ***         | ماه                | سال  | آخرین چاپ | *****       |
| ۳۰         | مشخصات فنی عمومی برای طرح و اجرای انواع شمعها و سپرها                                         | ۳۰          | خرداد              | ۱۳۵۳ | ۱۳۶۵      |             |
| ۳۱         | تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش اندودها، قرنیزها و بندکشی)                 | ۳۱          | تیر                | ۱۳۵۳ | -         |             |
| ۳۲         | شرح قیمتهای واحدهای برای کارهای لوله کشی آب و فاضلاب ساختمان                                  | ۳۲          | تیر                | ۱۳۵۳ | -         |             |
| ۳۳         | مشخصات فنی عمومی راههای اصلی                                                                  | ۳۳          | مرداد              | ۱۳۵۳ | -         | فاقد اعتبار |
| ۳۴         | مشخصات فنی عمومی اسکلت فولادی ساختمان                                                         | ۳۴          | شهریور             | ۱۳۵۳ | -         | فاقد اعتبار |
| ۳۵         | مشخصات فنی عمومی کارهای بتنی                                                                  | ۳۵          | شهریور             | ۱۳۵۳ | -         | فاقد اعتبار |
| ۳۶         | مشخصات فنی عمومی کارهای بنایی                                                                 | ۳۶          | مهر                | ۱۳۵۳ | -         | فاقد اعتبار |
| ۳۷         | استانداردهای نقشه کشی                                                                         | ۳۷          | آبان               | ۱۳۵۳ | -         |             |
| ۳۸         | مشخصات فنی عمومی اندودکاری                                                                    | ۳۸          | آبان               | ۱۳۵۳ | -         | فاقد اعتبار |
| ۳۹         | شرح قیمتهای واحدهای برای کارهای تاسیسات حرارتی و تهویه مطبوع                                  | ۳۹          | آذر                | ۱۳۵۳ | -         | فاقد اعتبار |
| ۴۰         | مشخصات فنی عمومی دروپنجره                                                                     | ۴۰          | آذر                | ۱۳۵۳ | -         | فاقد اعتبار |
| ۴۱         | مشخصات فنی عمومی شیشه کاری در ساختمان                                                         | ۴۱          | بهمن               | ۱۳۵۳ | -         | فاقد اعتبار |
| ۴۲         | مشخصات فنی عمومی کاشیکاری و کف پوش در ساختمان                                                 | ۴۲          | بهمن               | ۱۳۵۳ | -         | فاقد اعتبار |
| ۴۳         | تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش کاشیکاری، سرامیک کاری، فرش کف و عایق کاری) | ۴۳          | اسفند              | ۱۳۵۳ | -         |             |

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| شماره ردیف | عنوان نشریه                                                             | شماره نشریه | ** تاریخ انتشار ** |           |     | ملاحظات     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|-----------|-----|-------------|
|            |                                                                         |             | چاپ اول            | آخرین چاپ |     |             |
|            |                                                                         |             |                    |           |     |             |
| ***        | *****                                                                   | ***         | سال                | سال       | ماه | *****       |
| ۴۴         | استاندارد پیشنهادی لوله های سخت پی.وی.سی در لوله کشی آب آشامیدنی        | ۴۴          | اردیبهشت           | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۴۵         | استاندارد پیشنهادی لوله های سخت پی.وی.سی در مصارف صنعتی                 | ۴۵          | اردیبهشت           | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۴۶         | زلزله ۱۶ اسفند ۱۳۵۳ (سرخون بندر عباس)                                   | ۴۶          | خرداد              | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۴۷         | استاندارد پیشنهادی اتصالات لوله های تحت فشار پی.وی.سی                   | ۴۷          | تیر                | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۴۸         | مشخصات فنی عمومی راه های فرعی درجه یک و دو                              | ۴۸          | تیر                | ۱۳۵۴      |     | فاقد اعتبار |
| ۴۹         | بخش پیرامون فضا در ساختمان های اداری                                    | ۴۹          | تیر                | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۵۰         | گزارش شماره ۱ مربوط به نمودارهای شتاب نگار در ایران                     | ۵۰          | تیر                | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۵۱         | مشخصات فنی عمومی کارهای نصب ورقهای پوششی سقف                            | ۵۱          | مهر                | ۱۳۵۴      |     | فاقد اعتبار |
| ۵۲         | شرح قیمتهای واحد تیپ برای کارهای تاسیسات برق                            | ۵۲          | شهریور             | ۱۳۵۴      |     | فاقد اعتبار |
| ۵۳         | زلزله های سال ۱۹۷۰ کشور ایران                                           | ۵۳          | شهریور             | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۵۴         | راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت پی.وی.سی در لوله کشی آب سرد | ۵۴          | مهر                | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۵۵         | مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی                                        | ۵۵          | آذر                | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۵۶         | راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت پی.وی.سی                    | ۵۶          | آذر                | ۱۳۵۴      |     |             |
| ۵۷         | شرایط لازم برای طرح و محاسبه ساختمانهای بتن آرمه                        | ۵۷          | آذر                | ۱۳۵۴      |     |             |

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| شماره ردیف | عنوان نشریه                                                                                | شماره نشریه | تاریخ انتشار |      |             | ملاحظات |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|------|-------------|---------|
|            |                                                                                            |             | چاپ          |      |             |         |
|            |                                                                                            |             | ماه          | سال  | آخرین چاپ   |         |
| ***        | *****                                                                                      | ***         | سال          | سال  | *****       |         |
| ۵۸         | گزارش شماره ۲ مربوط به نمودارهای شتاب نگار در ایران                                        | ۵۸          | آذر          | ۱۳۵۴ |             |         |
| ۵۹         | شرح قیمتهای واحد تیپ برای خطوط انتقال آب                                                   | ۵۹          | دی           | ۱۳۵۴ | فاقد اعتبار |         |
| ۶۰         | شرح قیمتهای واحد تیپ برای شبکه توزیع آب                                                    | ۶۰          | فروردین      | ۱۳۵۵ | فاقد اعتبار |         |
| ۶۱         | طرح و محاسبه قابهای شیب دار و قوسی فلزی                                                    | ۶۱          | اردیبهشت     | ۱۳۵۵ |             |         |
| ۶۲         | نگرشی بر کارکرد و سازشهای کوی نهم آبسان                                                    | ۶۲          | مرداد        | ۱۳۵۵ |             |         |
| ۶۳         | زلزله های سال ۱۹۶۹ کشور ایران                                                              | ۶۳          | مرداد        | ۱۳۵۵ |             |         |
| ۶۴         | مشخصات فنی عمومی در زه های انبساط                                                          | ۶۴          | شهریور       | ۱۳۵۵ | فاقد اعتبار |         |
| ۶۵         | نقاشی ساختمانها (آشپزخانه)                                                                 | ۶۵          | آبان         | ۱۳۵۵ | فاقد اعتبار |         |
| ۶۶         | تحلیلی بر روند گسترش سکونت در شهرها                                                        | ۶۶          | آذر          | ۱۳۵۵ |             |         |
| ۶۷         | راهنمایی برای اجرای ساختمان بناهای اداری                                                   | ۶۷          | بهمن         | ۱۳۵۵ |             |         |
| ۶۸         | ضوابط تجزیه و تحلیل قیمتهای واحداقلام مربوط به خطوط انتقال آب                              | ۶۸          | اردیبهشت     | ۱۳۵۶ |             |         |
| ۶۹         | زلزله های سال ۱۹۶۸ کشور ایران                                                              | ۶۹          | خرداد        | ۱۳۵۶ |             |         |
| ۷۰         | مجموعه مقالات سمینار سمناس (پیشرفتهای اخیر در کلاهش خطرات زلزله، تهران ۲۳-۲۵ آبانماه ۱۳۵۵) | ۷۰          | تیر          | ۱۳۵۶ |             |         |
| ۷۱         | محافظة ابنسیه فنی آهنی و فولادی در مقابل خورندگی                                           | ۷۱          | مرداد        | ۱۳۵۶ |             |         |

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| شماره ردیف | عنوان نشریه                                                                      | شماره نشریه | ** تاریخ انتشار ** |      |           | ملاحظات |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|------|-----------|---------|
|            |                                                                                  |             | چاپ                |      |           |         |
|            |                                                                                  |             | ماه                | سال  | آخرین چاپ |         |
| ***        | *****                                                                            | ***         | سال                | سال  | *****     |         |
| ۷۲         | راهنمای طراحی برای تجزیه قیمتهای واحدکسارهای تاسیساتی                            | ۷۲          | مرداد              | ۱۳۵۶ |           |         |
| ۷۳         | تجزیه و تحلیل هزینه کارهای ساختمانی و راهسازی (بخش عملیات خاکریز و سایل مکانیکی) | ۷۳          | شهریور             | ۱۳۵۶ |           |         |
| ۷۴         | ضوابط طراحی طرح و اجرای ساختمانهای فولادی (بر اساس آئین نامه AISC)               | ۷۴          | شهریور             | ۱۳۵۶ |           |         |
| ۷۵         | برنامه کامپیوتری مربوط به آنالیز قیمت کارهای ساختمانی و راهسازی                  | ۷۵          | مهر                | ۱۳۵۶ |           |         |
| ۷۶         | مجموعه راهنمای تجزیه واحد قیمتهای واحد کارهای ساختمانی و راهسازی (قسمت اول)      | ۷۶          | آذر                | ۱۳۵۶ |           |         |
| ۷۷         | زلزله ۴ مارس ۱۹۷۷ کشور رومانی                                                    | ۷۷          | دی                 | ۱۳۵۶ |           |         |
| ۷۸         | راهنمای طرح ساختمانهای فولادی                                                    | ۷۸          | فروردین            | ۱۳۵۷ | ۱۳۶۲      |         |
| ۷۹         | شرح خدمات نقشه برداری                                                            | ۷۹          | دی                 | ۱۳۶۰ | ۱۳۶۴      |         |
| ۸۰         | راهنمای ایجاد بناهای کوچک در مناطق زلزله خیز                                     | ۸۰          | اسفند              | ۱۳۶۰ |           |         |
| ۸۱         | سیستم گازهای طبی در بیمارستان ها - محاسبات و اجرا                                | ۸۱          | مهر                | ۱۳۶۱ |           |         |
| ۸۲         | راهنمای اجرای سقفهای تیرچه و بلوک                                                | ۸۲          | مهر                | ۱۳۶۲ | ۱۳۷۰      |         |
| ۸۳         | نقشه های تیپ پلها و آبروها تا دهانه ۸ متر                                        | ۸۳          |                    |      | ۱۳۶۶      |         |
| ۸۴         | طراحی مسکن برای اشخاص دارای معلولیت (با مندرج چرخدار)                            | ۸۴          | خرداد              | ۱۳۶۳ |           |         |
| ۸۵         | معیارهای طرح هندسی راههای اصلی و فرعی                                            | ۸۵          |                    |      |           |         |

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| شماره ردیف | عنوان نشریه                                                                                 | شماره نشریه | تاریخ انتشار |      |           | *****  |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|------|-----------|--------|
| شماره      | عنوان نشریه                                                                                 | شماره نشریه | ماه          | سال  | آخرین چاپ | لاحظات |
| شماره      | عنوان نشریه                                                                                 | شماره نشریه | ماه          | سال  | آخرین چاپ | لاحظات |
| ۸۶         | معیارهای طرح‌های راه‌های روستایی                                                            | ۸۶          |              |      | ۱۳۶۴      |        |
| ۸۷         | معیارهای طرح‌های تقاطع‌ها                                                                   | ۸۷          |              |      | ۱۳۶۷      |        |
| ۸۸         | چکیده‌ای از طرح‌های راه‌ها و تقاطع‌ها                                                       | ۸۸          |              |      | ۱۳۶۴      |        |
| ۸۹         | مشخصات فنی تاسیسات برق بیمارستان                                                            | ۸۹          | آبان         | ۱۳۶۹ | ۱۳۷۰      |        |
| ۹۰         | دیوارهای سنگی                                                                               | ۹۰          | اسفند        | ۱۳۶۳ |           |        |
| ۹۱         | القای کالبدخانه سنتی (یزد)                                                                  | ۹۱          |              | ۱۳۶۴ |           |        |
| ۹۲         | جزئیات معماری ساختمانهای آجری                                                               | ۹۲          | تیر          | ۱۳۶۳ |           |        |
| ۹۳         | گزارش فنی (ساختمان مرکز بهداشت قشم)                                                         | ۹۳          | آبان         | ۱۳۶۳ |           |        |
| ۹۴         | تیرچه‌های پیش ساخته خرباشی (مشخصات فنی، روش طرح و محاسبه به انضمام جدولهای محاسبه تیرچه‌ها) | ۹۴          |              | ۱۳۶۶ | ۱۳۶۷      |        |
| ۹۵         | مشخصات فنی نقشه برداری                                                                      | ۹۵          |              | ۱۳۶۸ |           |        |
| ۹۶         | جدول طراحی ساختمانهای بتن فولادی به روش حالت حدی                                            | ۹۶          |              | ۱۳۶۵ |           |        |
| ۹۷         | ضوابط طراحی فضاهای آموزشگاه های فنی و حرفه ای (جلد اول، کارگاههای مربوط به رشته ساختمان)    | ۹۷          |              | ۱۳۶۵ |           |        |
| ۹۸         | ضریب ها و جدولهای تبدیل واحدها و مقیاسها                                                    | ۹۸          |              | ۱۳۶۶ | ۱۳۶۷      |        |
| ۹۹         | وسایل کنترل ترافیک                                                                          | ۹۹          |              | ۱۳۷۰ |           |        |
| ۱۰۰        | بلوک بتنی و کاربرد آن در دیوار                                                              | ۱۰۰         |              | ۱۳۶۸ |           |        |

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| شماره ردیف | عنوان نشریه                                                                                     | شماره نشریه | تاریخ انتشار |      |     | ملاحظات |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|------|-----|---------|
|            |                                                                                                 |             | چاپ          |      |     |         |
|            |                                                                                                 |             | سال          | سال  | ماه |         |
| ***        | *****                                                                                           | ***         | سال          | سال  | ماه | *****   |
| ۱۰۱        | مشخصات فنی عمومی راه                                                                            | ۱۰۱         |              | ۱۳۶۲ | دی  |         |
| ۱۰۲        | مجموعه نقشه های تیپ تابلیه پلها (پیش ساخته ،پیش تنیده ، درجا )تادهاته ۲۰متر                     | ۱۰۲         |              | ۱۳۶۶ |     |         |
| ۱۰۳        | ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی (منابع آب و خاک و نحوه بهره برداری در گذشته و حال) | ۱۰۳         |              | ۱۳۶۷ |     |         |
| ۱۰۴        | ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی (هیدرولیک کاساله ها)                               | ۱۰۴         |              | ۱۳۶۷ |     |         |
| ۱۰۵        | ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی (هیدرولیک لوله ها و مجاری)                         | ۱۰۵         |              | ۱۳۶۷ |     |         |
| ۱۰۶        | ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی (اندازه گیرهای جریان)                              | ۱۰۶         |              | ۱۳۶۷ |     |         |
| ۱۰۷        | ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی (نقشه های تیپ)                                     | ۱۰۷         |              | ۱۳۷۱ |     |         |
| ۱۰۸        | ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی (مشخصات فنی عمومی)                                 | ۱۰۸         |              | ۱۳۶۸ |     |         |
| ۱۰۹        | ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی (خدمات فنی دوران بهره برداری و نگهداری)            | ۱۰۹         |              | ۱۳۶۸ |     |         |
| ۱۱۰        | مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان                                                  | ۱۱۰         |              | ۱۳۷۱ |     |         |
| ۱۱۱        | محافظة ساختمان در برابر حریق (بخش اول)                                                          | ۱۱۱         |              | ۱۳۶۷ |     |         |
| ۱۱۲        | محافظة ساختمان در برابر حریق (بخش دوم)                                                          | ۱۱۲         |              |      |     | زیر چاپ |

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| ردیف | شماره | عنوان نشریه                                                    | شماره نشریه | ** تاریخ انتشار ** |      |           | ملاحظات |
|------|-------|----------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|------|-----------|---------|
| ***  | ***   | *****                                                          | ***         | ماه                | سال  | آخرین چاپ | *****   |
| ۱۱۳  | ۱۱۳   | کتابنامه تونل و تونل سازی                                      | ۱۱۳         |                    | ۱۳۶۸ |           |         |
| ۱۱۴  | ۱۱۴   | کتابنامه بندر                                                  | ۱۱۴         |                    | ۱۳۶۸ |           |         |
| ۱۱۵  | ۱۱۵   | مشخصات فنی عمومی ساختمانهای گوسفندداری                         | ۱۱۵         |                    | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۱۱۶  | ۱۱۶   | استاندارد کیفیت آب آشامیدنی                                    | ۱۱۶         |                    | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۱۱۷  | ۱۱۷   | مبانی و ضوابط طراحی طرحهای آبرسانی شهری                        | ۱۱۷         |                    | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۱۱۸  | ۱۱۸   | مبانی و ضوابط طراحی شبکه های جمع آوری آبهای سطحی و فاضلاب شهری | ۱۱۸         |                    | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۱۱۹  | ۱۱۹   | دستورالعمل های تیب نقشه برداری (مجموعه ای شامل ۴ جلد)          | ۱۱۹         |                    | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۱۲۰  | ۱۲۰   | آئین نامه بتن ایران (بخش اول)                                  | ۱۲۰         |                    | ۱۳۷۰ | ۱۳۷۱      |         |
| ۱۲۱  | ۱۲۱   | ضوابط فنی بررسی و تصویب طرحهای تصفیه آب شهری                   | ۱۲۱         |                    | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۱۲۲  | ۱۲۲   | مجموعه نقشه های تیب اجرایی ساختمانهای گوسفندداری               | ۱۲۲         | تیر                | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۱۲۳  | ۱۲۳   | ضوابط و معیارهای طرح و محاسبه مخازن آب زمینی                   | ۱۲۳         |                    | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۱۲۴  | ۱۲۴   | مشخصات فنی عمومی مخازن آب زمینی                                | ۱۲۴         |                    |      |           | زیر چاپ |
| ۱۲۵  | ۱۲۵   | مجموعه نقشه های تیب اجرایی مخازن آب زمینی                      | ۱۲۵         |                    |      |           | زیر چاپ |
| ۱۲۶  | ۱۲۶   | فهرست مقادیر و آحاد بهای مخازن آب زمینی                        | ۱۲۶         |                    |      |           |         |
| ۱۲۷  | ۱۲۷   | آزمایشهای تیب مکانیک خاک (شناسایی و طبقه بندی خاک)             | ۱۲۷         |                    | ۱۳۷۲ |           |         |

فهرست نشریات دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| شماره ردیف | عنوان نشریه                                          | شماره نشریه | تاریخ انتشار |      |           | ملاحظات |
|------------|------------------------------------------------------|-------------|--------------|------|-----------|---------|
|            |                                                      |             | ماه          | سال  | آخرین چاپ |         |
| ***        | *****                                                | ***         | سال          | سال  | چاپ اول   | *****   |
| ۱۲۸        | مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمانها           | ۱۲۸         |              | ۱۳۷۲ |           |         |
| ۱۲۹        | ضوابط فنی بررسی و تصویب طرحهای تصفیه فاضلاب شهری     | ۱۲۹-۳       |              |      |           | زیر چاپ |
| ۱۳۰        | گزارش و آمار روزانه بهره برداری از تصفیه خانه های آب | ۱۳۰-۳       |              |      |           | زیر چاپ |

فهرست مجموعه سخنرانیها و مقالات سمینارها و نشریات بدون شماره

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| *** | شماره ردیف | عنوان نشریه                                                                                       | شماره نشریه | ** تاریخ انتشار ** |      |           | ***** |
|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|------|-----------|-------|
| *** | ***        | *****                                                                                             | ***         | ماه                | سال  | آخرین چاپ | ***** |
| ۱   |            | مجموعه برگردان مقاله های برگزیده از سمینارهای بین المللی تونل سازی (تونل سازی ۸۵)                 |             |                    |      |           |       |
| ۲   |            | مجموعه سخنرانیهای دومین سمینار تونل سازی                                                          |             |                    |      |           |       |
| ۳   | -          | بتن در مناطق گرمسیر (اولین سمینار بندر سازی)                                                      |             |                    | ۱۳۶۵ |           |       |
| ۴   | -          | مجموعه مقاله های ارائه شده به چهارمین سمپوزیوم آثر و دینامیک و تهمیه تونل های راه (انگلستان ۱۹۸۲) |             | =                  |      |           |       |
| ۵   | -          | مجموعه مقاله های ارائه شده به کنفرانس محافظت ساختمانها در برابر حریق (۲۹-۳۰ تیر ماه ۱۳۶۵)         |             | =                  |      |           |       |
| ۶   | -          | مجموعه سخنرانیهای سومین سمینار تونل سازی                                                          |             | =                  |      |           |       |
| ۷   | -          | مجموعه سخنرانیهای اولین سمینار بندر سازی                                                          |             | =                  |      |           |       |
| ۸   | -          | توصیه های بین المللی متحد الشکل برای محاسبه و اجرای سازه های متشکل از پانل های بزرگ بهم پیوسته    |             |                    | ۱۳۶۷ |           |       |
| ۹   | -          | چهره معماری دزفول در آینه امروز                                                                   |             |                    |      |           |       |
| ۱۰  | -          | واژه نامه بتن (بخشی از آئین نامه بتن ایران)                                                       |             |                    | ۱۳۶۸ | ۱۳۷۱      |       |
| ۱۱  | -          | مهندسی زلزله و تحلیل سازه هادر برابر زلزله                                                        |             |                    | ۱۳۶۹ |           |       |
| ۱۲  | -          | بررسی و تهمیه بتن با مقاومت بالا با استفاده از کلینکر                                             |             |                    | ۱۳۶۸ |           |       |

فهرست مجموعه سخنرانیها و مقالات سمینارها و نشریات بدون شماره

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

| شماره ردیف | عنوان نشریه                                                                           | شماره نشریه | تاریخ انتشار |      |           | ملاحظات |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|------|-----------|---------|
| ***        | *****                                                                                 | ***         | ماه          | سال  | آخرین چاپ | *****   |
| ۱۳         | مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۶۹                                               | -           |              | ۱۳۶۹ |           |         |
| ۱۴         | مجموعه مقالات سمینار بتن ۶۷                                                           | -           |              | ۱۳۶۹ |           |         |
| ۱۵         | گزارش زلزله منجیل ۳۱ خرداد ماه ۱۳۶۹                                                   | -           | آبان         | ۱۳۶۹ |           |         |
| ۱۶         | مجموعه مقالات اولین سمینار بین المللی مکانیک خاک و مهندسی پی ایران (جلدهای اول و دوم) | -           | آبان         | ۱۳۶۹ |           |         |
| ۱۷         | مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۶۹ (پیوست)                                       | -           | مرداد        | ۱۳۷۰ |           |         |
| ۱۸         | بررسی، ارزیابی و نقد طرحهای مرتع و آبخیزداری                                          | -           |              | ۱۳۷۰ |           |         |
| ۱۹         | بررسی، ارزیابی و نقد طرحهای مرتع و آبخیزداری (جمع بندی و نتیجه گیری)                  | -           |              | ۱۳۷۰ |           |         |
| ۲۰         | مجموعه مقالات اولین سمینار بین المللی مکانیک خاک و مهندسی پی ایران (جلد سوم)          | -           |              | ۱۳۷۰ |           |         |
| ۲۱         | زلزله و شکل پذیری سازه های بتن آرمه                                                   | -           |              | ۱۳۶۹ |           |         |
| ۲۲         | خلاصه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۷۱                                                | -           | آبان         | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۲۳         | مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۷۱ (فارسی)                                       | -           | آبان         | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۲۴         | مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی بتن ۷۱ (انگلیسی)                                     | -           | آبان         | ۱۳۷۱ |           |         |
| ۲۵         | مجموعه مقالات دومین سمینار بین المللی مکانیک و مهندسی پی ایران (فارسی - انگلیسی)      | -           | آبان         | ۱۳۷۲ |           |         |

