

جمهوری اسلامی

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

**مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی
شالیزاری
جلد چهارم**

سازه های آبی و جاده‌های دسترسی

نشریه شماره ۴-۴۷۱

وزارت جهاد کشاورزی

موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و معاونت آب و خاک و صنایع
اقتصاد کشاورزی دفتر تجهیز و نوسازی
اراضی کشاورزی

معاونت نظارت راهبردی

دفتر نظام فنی اجرایی

www.agri-peri.ir

<http://tec.mporg.ir>



بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

شماره :	۱۰۰/۳۲۲۸۱
تاریخ :	۱۳۸۸/۴/۷

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران

موضوع :

مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری - جلد چهارم - سازه‌های آبی و جاده‌های دسترسی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران) به منظور فراهم‌آوری حضور فعال‌تر بخش خصوصی در توسعه کشور، به پیوست نشریه شماره ۴-۴۷۱ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری - جلد چهارم - سازه‌های آبی و جاده‌های دسترسی» از نوع گروه دوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این موافقتنامه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های کشور ضمن تطبیق آن با شرایط کار مورد نظر و با اعمال تغییرات در حدود قابل قبولی که در دستورالعمل مجاز گردیده، انجام می‌پذیرد.

امیرمنصور برقی

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی

مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
 - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، دفتر نظام فنی اجرایی

Email: tsb.dta@mporg.ir

web: <http://tec.mporg.ir/>

پیشگفتار

تجهیز، نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی به کلیه عملیاتی اطلاق می‌گردد که جهت استفاده بهینه از پتانسیل‌های آب و خاک در داخل واحد مزرعه صورت می‌گیرد و شامل اجزای زیر است:

- احداث سامانه‌های آبیاری و زهکشی داخل مزرعه و ابنیه مربوط به آن؛
 - آرایش مناسب هندسی، قطعه‌بندی و تسطیح اراضی؛
 - احداث جاده‌های دسترسی؛ و
 - تجمیع و یکپارچه‌سازی اراضی.
- اهدافی که در این عملیات مد نظر است فهرست‌وار عبارتند از :
- تنظیم و آرایش هندسی قطعات زراعی نامنظم؛
 - قرار دادن آب در بالاترین نقطه قطعات زراعی و پخش یکنواخت آب در سطح آنها؛
 - توزیع آب بین قطعات زراعی؛
 - جمع‌آوری، هدایت و تخلیه مازاد آب آبیاری و بارندگی در واحدهای مزرعه؛
 - زهکشی زیرزمینی اراضی؛ و
 - ایجاد امکان دسترسی و ارتباط بین قطعات زراعی جهت انجام عملیات زراعی و مکانیزاسیون کشاورزی.
- تمامی اهداف فوق به منظور دستیابی به استفاده بهینه از منابع آب و خاک و حصول به عملکرد هرچه اقتصادی‌تر محصول با استفاده از عملیات مکانیزه کاشت، داشت و برداشت می‌باشد.
- به‌کارگیری ضوابط و معیارهای فنی در مراحل مختلف عملیات فوق موجب استفاده بهینه از منابع آب و خاک کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری خواهد شد. با توجه به موارد ذکر شده و براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استاندارد اجرایی مربوطه، و نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران) تهیه ضوابط تجهیز و نوسازی اراضی مورد توجه قرار گرفت. با اعلام نیاز دستگاه اجرایی دفتر تجهیز و نوسازی اراضی موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی با همکاری دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور که مسئولیت تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای فنی را برعهده دارد نسبت به تهیه این مجموعه اقدام نمود.

نشریاتی که اینک در دسترس علاقمندان و دست‌اندرکاران قرار می‌گیرد، به "ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی کشاورزی شالیزاری" اختصاص دارد. این نشریه‌ها در پنج جلد به شرح زیر منتشر می‌شوند :

- جلد اول : کلیات؛
- جلد دوم : آبیاری؛
- جلد سوم : زهکشی؛
- جلد چهارم : سازه‌های آبی و جاده‌های دسترسی؛ و
- جلد پنجم : یکپارچه‌سازی اراضی.

این نشریات، منحصر به آبیاری سطحی اراضی شالیزاری بوده و سامانه های تحت فشار را دربرنمی گیرند. امید است که مجموعه این پنج جلد که در حقیقت اجزای جدا ناشدنی یکدیگر به حساب می آیند، بتواند جای خالی ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی به منظور آبیاری ثقلی را تا حدود زیادی پر کند. این نشریه، جلد چهارم از یک مجموعه پنج جلدی مربوط به "ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری" است که به "سازه های آبی و جاده های دسترسی" اختصاص دارد و نقشه های همسان آنها به صورت فایل الکترونیکی که از طریق نرم افزار AutoCad 2002 قابل دسترسی می باشد به صورت CD پیوست است. معاونت نظارت راهبردی از تمامی کسانی که در تهیه و تنظیم این نشریه همکاری داشته اند تشکر و قدردانی به عمل می آورد. در پایان از تمامی متخصصان و کارشناسان تقاضا دارد با ابراز نظرات سازنده، این معاونت را در تحقق اهداف خود یاری نمایند.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۸

مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری
جلد چهارم: سازه‌های آبی و جاده‌های دسترسی

نشریه شماره ۴ - ۴۷۱

تهیه کننده:

مهندسین مشاور آبساران

کمیته علمی - فنی:

دفتر تجهیز و نوسازی اراضی کشاورزی

آقای مهندس ابوالفضل حسینیان

آقای مهندس شهریار عادل‌نوری

آقای مهندس جواد ادیمی

آقای مهندس جلال ابوالحسنی

کمیته بررسی و تصویب نهایی:

الف) معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

آقای مهندس علیرضا دولت‌شاهی، معاون دفتر نظام فنی اجرایی

آقای مهندس خشایار اسفندیاری، رییس گروه آب، کشاورزی و محیط زیست دفتر نظام فنی اجرایی

سرکار خانم مهندس ساناز سرافراز، کارشناس

ب) موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی

آقای مهندس دهقان

آقای اسماعیل سعیدنیا

	فصل اول - کلیات
۳	۱-۱- دامنه کاربرد.....
۳	۲-۱- هدف.....
۳	۳-۱- تعریف سازه آبی.....
۳	۴-۱- تقسیم‌بندی سازه‌های آبی.....
۵	فصل دوم- سازه‌های آبیگری.....
۷	۱-۲- سیستم‌های کنترل جریان.....
۷	۲-۱-۲- سیستم تقسیم به نسبت.....
۷	۲-۱-۲- سیستم کنترل از بالادست.....
۷	۲-۱-۲- سیستم کنترل از پائین دست.....
۷	۲-۲- تنظیم سطح آب برای آبیگری.....
۷	۲-۲-۱- سرریز ثابت.....
۸	۲-۲-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی سرریز ثابت.....
۱۰	۳-۲-۲- انتخاب شکل سرریز.....
۱۲	۳-۲- آبیگرها.....
۱۲	۱-۳-۲- مدول‌های نیروپیک.....
۱۳	۲-۱-۳-۲- محاسن مدول‌های نیروپیک.....
۱۳	۲-۱-۳-۲- معایب مدول‌های نیروپیک.....
۱۴	۲-۳-۲- آبیگر روزه‌ای با بار ثابت.....
۱۵	۱-۲-۳-۲- محاسن آبیگرهای CHO.....
۱۵	۲-۲-۳-۲- معایب آبیگرهای CHO.....
۱۵	۳-۳-۲- جعبه تقسیم.....
۱۸	۴-۳-۲- مقسم‌ها.....
۱۸	۱-۴-۳-۲- مقسم با نسبت ثابت.....
۱۹	۲-۴-۳-۲- مقسم قابل تنظیم.....
۲۱	فصل سوم- سازه‌های تقاطعی.....
۲۳	۱-۳- تقاطع کانال با جاده.....
۲۳	۱-۱-۳- آگذر زیر جاده.....
۲۵	۲-۳- سیفون معکوس.....
۲۵	۱-۲-۳- کلیات.....
۲۶	۲-۲-۳- اجزای ساختمان سیفون معکوس.....
۲۷	۳-۲-۳- ضوابط طراحی هیدرولیکی سیفون معکوس.....

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۳- پل	۳۱
۴-۳- روگذر	۳۱
۳-۴-۱- کلیات	۳۱
۳-۴-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی	۳۲
۳-۵- زیرگذر	۳۳
۳-۵-۱- کلیات	۳۳
۳-۵-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی	۳۳
۳-۶- ناو پایه دار	۳۵
۳-۷- مقایسه گزینه ها	۳۵
۳-۷-۱- گزینه های تقاطع کانال با جاده	۳۵
۳-۷-۲- گزینه های تقاطع کانال با رودخانه، مسیل یا زهکش	۳۶
فصل چهارم- سازه های انرژی گیر	۳۷
۴-۱- طراحی کانال با جریان فوق بحرانی و تبدیل آن به جریان زیر بحرانی	۳۹
۴-۲- تنداب	۴۰
۴-۲-۱- کلیات	۴۰
۴-۲-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی	۴۱
۴-۲-۲-۱- ضریب زبری	۴۱
۴-۲-۲-۲- طول تبدیل ها	۴۱
۴-۲-۲-۳- هیدرولیک مقطع تنداب	۴۲
۴-۲-۲-۴- طراحی منحنی اتصال	۴۶
۴-۲-۲-۵- طراحی آبشار انتهایی تنداب	۴۸
۴-۳- آبشار	۴۹
۴-۳-۱- آبشار قائم	۴۹
۴-۳-۱-۱- کلیات	۴۹
۴-۳-۱-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی	۵۰
۴-۳-۲- آبشار مایل	۵۱
۴-۳-۲-۱- ضوابط طراحی هیدرولیکی آبشار مایل	۵۱
۴-۳-۳- آبشار لوله ای	۵۲
۴-۳-۳-۱- ضوابط طراحی هیدرولیکی آبشار لوله ای بدون خروجی مانع دار	۵۲
۴-۴- انواع حوضچه های آرامش	۵۴
۴-۴-۱- حوضچه آرامش تیپ یک	۵۴
۴-۴-۲- حوضچه آرامش تیپ دو	۵۴

۵۵	۳-۴-۴- حوضچه آرامش تیپ سه
۵۵	۴-۴-۴- حوضچه آرامش تیپ چهار
۵۶	۵-۴-۴- حوضچه آرامش تیپ پنج
۵۶	۶-۴-۴- حوضچه آرامش تیپ شش
۵۷	۷-۴-۴- حوضچه آرامش تیپ نه
۵۹	فصل پنجم - سازه های حفاظتی و ایمنی
۶۱	۱-۵- سرریز جانبی
۶۳	۲-۵- سرریز سیفونی
۶۴	۳-۵- ورودی زهکش به کانال
۶۴	۱-۳-۵- ضوابط طراحی هیدرولیکی
۶۶	۴-۵- سایر تمهیدات ایمنی
۶۷	فصل ششم - سازه های اندازه گیری دبی
۶۹	۱-۶- سرریزها
۷۰	۲-۶- روزنه ها
۷۰	۳-۶- فلوم ها
۷۳	فصل هفتم - سازه های جانبی
۷۵	۱-۷- سازه استفاده مردم از آب کانال
۷۵	۲-۷- سازه استفاده حیوانات از آب کانال
۷۵	۳-۷- پل عابر پیاده
۷۶	۴-۷- اتصال زهکش ها
۷۶	۵-۷- تبدیل ها
۸۱	۶-۷- سازه های کانال پیش ساخته
۸۱	۱-۶-۷- آبگیر و آب بند در کانالهای پیش ساخته
۸۱	۲-۶-۷- آبشار در کانال های پیش ساخته
۸۱	۳-۶-۷- پل عابر پیاده در کانال های پیش ساخته
۸۲	۴-۶-۷- حوضچه زاویه در کانال های پیش ساخته
۸۲	۵-۶-۷- سیفون در کانال های پیش ساخته
۸۲	۶-۶-۷- سرریز جانبی در کانال های پیش ساخته
۸۵	فصل هشتم - سازه های آبی شالیزارها
۸۷	۱-۸- آرایش و جایگزینی قطعات آبیاری در شالیزارها
۸۷	۲-۸- آبگیری کانال های درجه ۴ از کانال درجه ۳
۸۸	۳-۸- سازه های کانال درجه چهار

۹۰	۴-۸- سازه تخلیه زهاب به کانال
۹۳	فصل نهم- ضوابط سازه ای طراحی سازه های آبی
۹۵	۱-۹- بارگذاری
۹۵	۱-۱-۹- بارهای مرده
۹۵	۲-۱-۹- بارهای زنده
۹۵	۳-۱-۹- فشار بالادهنده
۹۶	۴-۱-۹- فشار رانش خاک
۹۶	۵-۱-۹- نیروی زلزله
۹۶	۲-۹- حالات مختلف بارگذاری
۹۷	۳-۹- فرضیات طراحی
۹۷	۴-۹- کلیات آرماتورگذاری
۹۷	۱-۴-۹- آرماتورگذاری یک لایه
۹۸	۲-۴-۹- آرماتورگذاری دو لایه
۹۸	۵-۹- پوشش لازم برای آرماتورها
۹۸	۶-۹- درزها
۹۸	۱-۶-۹- درز انبساط
۹۹	۲-۶-۹- درز انقباض
۹۹	۳-۶-۹- درزهای ساختمانی
۹۹	۴-۶-۹- درزهای کنترل
۹۹	۷-۹- ضخامت صندوقه ها و ماهیچه های مورد نیاز
۱۰۱	فصل دهم - بهره برداری و نگهداری سازه های آبی
۱۰۳	۱-۱۰- بهره برداری و نگهداری از آب بندها
۱۰۳	۲-۱۰- بهره برداری و نگهداری از آبگیرها
۱۰۴	۳-۱۰- بهره برداری و نگهداری از سیفون ها
۱۰۴	۴-۱۰- بهره برداری و نگهداری از زیرگذرها
۱۰۵	۵-۱۰- بهره برداری و نگهداری از سرریز سیفونی
۱۰۵	۶-۱۰- بهره برداری و نگهداری از سازه استفاده مردم از آب کانال
۱۰۵	۷-۱۰- بهره برداری و نگهداری از سازه آبشخور حیوانات
۱۰۵	۸-۱۰- بهره برداری و نگهداری از سازه های اندازه گیر
۱۰۷	فصل یازدهم- جاده های بین مزارع، سرویس و دسترسی در شبکه های فرعی آبیاری
۱۰۹	۱-۱۱- مقدمه
۱۱۱	۲-۱۱- مبانی طراحی جاده های سرویس

۱۱۱	۱-۲-۱۱- خودرو طرح
۱۱۱	۲-۲-۱۱- حداقل عرض جاده
۱۱۱	۳-۲-۱۱- حداقل شعاع گردش در تقاطع ها
۱۱۲	۴-۲-۱۱- سرعت طرح
۱۱۲	۳-۱۱- معیارهای طرح هندسی راه و ابنیه جاده های سرویس
۱۱۲	۱-۳-۱۱- فاصله دید
۱۱۳	۱-۱-۳-۱۱- فاصله دید توقف
۱۱۴	۲-۱-۳-۱۱- فاصله دید توقف در پیچ ها
۱۱۵	۳-۱-۳-۱۱- فاصله های دید سبقت
۱۱۵	۴-۱۱- شیب عرضی جاده ها
۱۱۶	۱-۴-۱۱- حداکثر برابندی (شیب عرضی) جاده ها
۱۱۶	۲-۴-۱۱- طول لازم برای تأمین برابندی (شیب عرضی) جاده ها
۱۱۷	۵-۱۱- شعاع پیچ
۱۱۷	۶-۱۱- پل در پیچ
۱۱۷	۷-۱۱- شیب طولی جاده ها
۱۱۸	۸-۱۱- خم (قوسهای قائم)
۱۱۹	۹-۱۱- شیب عرضی سواره رو جاده
۱۱۹	۱۰-۱۱- نهر جانبی (جوی کناره جاده)
۱۲۱	۱۱-۱۱- پل
۱۲۱	۱-۱۱-۱۱- عرض پل
۱۲۱	۲-۱۱-۱۱- شیب عرضی پل
۱۲۱	۳-۱۱-۱۱- ارتفاع آزاد پل
۱۲۱	۱۲-۱۱- جاده های سرویس و دسترسی شالیزارها
۱۲۲	۱۳-۱۱- حریم جاده
۱۲۳	پیوست
۱۴۹	منابع
۱۵۱	منابع مورد استفاده

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۲	مقادیر C در سرریز های لبه تیز بتونی.....	۸
جدول ۱-۹	ضخامت صندوقه ها و ماهیچه های مورد نیاز در سازه های آبی.....	۹۹
جدول ۱-۱۱	مشخصات فنی و هندسی راههای روستایی.....	۱۱۰
جدول ۲-۱۱	اندازه های مشخصات سه خودرو طرح پیشنهادی (متر).....	۱۱۲
جدول ۳-۱۱	حداقل فاصله دید توقف (در مسیر افقی).....	۱۱۳
جدول ۴-۱۱	حداقل فاصله دید سبقت.....	۱۱۵
جدول ۵-۱۱	مقادیر f (ضریب اصطکاک) متناسب با سرعت طرح.....	۱۱۶
جدول ۶-۱۱	طول لازم برای تأمین بریلندی (شیب عرضی) جاده (برحسب متر).....	۱۱۶
جدول ۷-۱۱	حداکثر شیب طولی راه.....	۱۱۸
جدول ۸-۱۱	اندازه حداقل K برای خم (قوسهای قائم).....	۱۱۸

فهرست نمودار و اشکال

صفحه

عنوان

نمودار ۳-۲- ضریب K برای محاسبه افت بار هیدرولیکی در خمیدگی های لوله ها	۲۹
نمودار ۴-۱- عمق آزاد در حوضچه آرامش	۴۹
شکل ۲-۱- سرریز فلزی در کانال	۸
شکل ۲-۲- تغییرات رقوم سطح آب در آب بند از نوع سرریز ثابت	۱۰
شکل ۲-۳- انواع سرریزهای ثابت بتونی	۱۱
شکل ۲-۴- مدول نیروپیک از تیپ ۱۵۰-۲ XX	۱۳
شکل ۲-۵- سازه آبیگر CHO	۱۵
شکل ۲-۶- نمونه هایی از سازه جعبه تقسیم	۱۶
شکل ۲-۷- چند نمونه مقسم	۱۸
شکل ۲-۸- نمونه ای از مقسم قابل تنظیم	۱۹
شکل ۳-۱- سازه آگذر زیر جاده	۲۴
شکل ۴-۱- معیار تشخیص امواج خروشان در تنداب	۴۵
شکل ۴-۲- تاثیر شکل مقطع و شیب تنداب با امواج خروشان	۴۵
شکل ۴-۳- منحنی اتصال تنداب (سهمی)	۴۶
شکل ۴-۴ - منحنی اتصال تنداب (دایره ای)	۴۷
شکل ۴-۵- عوامل هیدرولیکی آبشار قائم	۵۱
شکل ۴-۶- آبشار لوله ای بدون خروج مانع دار	۵۳
شکل ۴-۷- آبشار لوله ای با خروجی مانع دار	۵۳
شکل ۴-۸ - شمای کلی حوضچه آرامش تیپ یک	۵۴
شکل ۴-۹- شمای کلی حوضچه آرامش تیپ دو	۵۵
شکل ۴-۱۰ - شمای کلی حوضچه آرامش تیپ سه	۵۵
شکل ۴-۱۱ - حوضچه آرامش تیپ چهار	۵۶
شکل ۴-۱۲ - حوضچه آرامش تیپ پنج	۵۶
شکل ۴-۱۳ - حوضچه آرامش تیپ شش	۵۷
شکل ۴-۱۴ - حوضچه آرامش تیپ نه	۵۷

فهرست نمودار و اشکال

صفحه	عنوان
۵۸	شکل ۴-۱۵- تیپ های ۷ و ۸ و ۱۰ حوضچه های آرامش.....
۶۴	شکل ۵-۱- سرریز سیفونی.....
۶۵	شکل ۵-۲- سازه ورودی زهکش به کانال.....
۶۹	شکل ۶-۱- شمای کلی یک سرریز اندازه گیر.....
۷۱	شکل ۶-۲- پلان و مقطع طولی پارشال فلوم.....
۷۷	شکل ۷-۱- تبدیل نوع ۱.....
۷۸	شکل ۷-۲- تبدیل نوع ۲.....
۷۹	شکل ۷-۳- تبدیل نوع ۳.....
۷۹	شکل ۷-۳- تبدیل نوع ۴.....
۸۰	شکل ۷-۵- تبدیل نوع ۵.....
۸۷	شکل ۸-۱- نمونه آرایش شبکه فرعی و قطعه بندی شالیزارها.....
۸۸	شکل ۸-۲- سازه آبرگیری کانال درجه چهار از کانال درجه سه.....
۸۹	شکل ۸-۳- جعبه چوبی برای ارتباط قطعات آبیاری شالیزارها.....
۹۰	شکل ۸-۴- ارتباط قطعات آبیاری در اراضی با شیب تند.....
۹۱	شکل ۸-۵- سازه تخلیه زهاب به کانال درجه سه.....
۱۱۰	شکل ۱۱-۱- نحوه استقرار شبکه کانالها، زهکشها و جاده سرویس و دسترسی مزرعه.....
۱۱۴	شکل ۱۱-۲- فاصله دید در پیچ در حالت $S < L$
۱۲۰	شکل ۱۱-۳- مقطع عرضی جاده های سرویس در شبکه آبیاری و زهکشی.....

فصل ۱

کلیات

۱-۱- دامنه کاربرد

این مبانی طراحی مربوط به سازه‌های آبی شبکه‌های سطحی و فرعی آبیاری و زهکشی (کانال‌ها و زهکش‌های درجه ۳ و ۴) است و سازه‌های شبکه‌های اصلی و تحت فشار را شامل نمی‌شود.

۱-۲- هدف

هدف از تدوین این مبانی، ارائه یک راهنمای کلی جهت طرح و اجرا و اعمال هماهنگی در پروژه‌های مختلف به منظور رفع و یا کاهش مشکلات اجرایی و بهره‌برداری و نگهداری و افزایش عمر مفید شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی است.

۱-۳- تعریف سازه آبی

قسمتی از کانال یا زهکش که به منظور عبور از موقعیت خاص، و ایجاد امکاناتی برای انشعاب یا اتصال، حفاظت و ایمن‌سازی یا تسهیل در بهره‌برداری و نگهداری که باید به طور خاصی ساخته شود و با شکل معمولی کانال یا زهکش متفاوت باشد، سازه آبی نامیده می‌شود.

سازه‌های آبی معمولاً با بتن مسلح ساخته می‌شوند که ممکن است درجا یا پیش ساخته باشند. ولی استفاده از مصالح دیگری از قبیل خاک، فلز، چوب، سنگ، آجر، بلوک، سفال، پلاستیک و همچنین بتون غیر مسلح نیز ممکن است با توجه به شرایط و مسائل فنی، اقلیمی، اجتماعی و اقتصادی توجیه‌پذیر باشد.

۱-۴- تقسیم‌بندی سازه‌های آبی

با دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی‌های متفاوتی را در مورد سازه‌های آبی ارائه داد. مثلاً از نظر مصالح ساختمانی می‌توان سازه‌های آبی را به سازه‌های بتونی، سازه‌های فلزی، سازه‌های سنگی، و غیره تقسیم نمود و یا از نظر نحوه ساخت می‌توان سازه‌های آبی را به دو دسته پیش‌ساخته و درجا تقسیم کرد.

مهم‌ترین تقسیم‌بندی سازه‌های آبی با توجه به نقش و وظیفه آنها از نظر هیدرولیکی انجام می‌گیرد. بر اساس این تقسیم‌بندی، سازه‌های آبی به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

- سازه‌های آبگیری
- سازه‌های تقاطعی
- سازه‌های انرژی‌گیر
- سازه‌های حفاظتی و ایمنی
- سازه‌های ویژه زهکش‌ها
- سازه‌های جانبی

در قسمت‌های بعدی مبانی طراحی انواع سازه‌ها بر اساس تقسیم‌بندی یادشده ذکر می‌شود.

فصل ۲

سازه‌های آبگیری

سازه آبیگری به منظور امکان تغذیه کانال‌های منشعب از یک کانال اصلی و همچنین تقسیم یک کانال به دو یا چند کانال کوچکتر ساخته می‌شود. سازه آبیگری می‌تواند مجهز به تنظیم کننده سطح آب و یا بدون آن باشد.

۱-۲- سیستم‌های کنترل جریان

برای کنترل میزان مصرف آب در شبکه آبیاری، سیستم‌های مختلفی وجود دارد که در زیر اصلی‌ترین آنها ذکر می‌گردد.

۱-۱-۲- سیستم تقسیم به نسبت

در این سیستم با توجه به ابعاد و سهم هر کانال، آب به نسبت معین تقسیم می‌شود. این نوع تقسیم آب دارای بهره‌برداری بسیار ساده‌ای است و برای کاشت‌های تک محصولی در شبکه‌های سنتی مانند شالیزارها مناسب می‌باشد.

۲-۱-۲- سیستم کنترل از بالادست

در این سیستم، مقدار آب ورودی به شبکه و به هر یک از کانال‌ها، توسط تشکیلات بهره‌برداری کننده از بالادست تنظیم می‌شود و سطح آب در پائین دست انشعابات تنظیم گردیده و مازاد آب به پائین دست انتقال می‌یابد.

۳-۱-۲- سیستم کنترل از پائین دست

در این سیستم، آب متناسب با مصرف پائین دست، وارد کانال‌ها می‌گردد. از این رو، این سیستم تنها برای شرایطی مناسب است که فرهنگ استفاده صحیح از آب در شبکه جا افتاده باشد و کمبودی در آب قابل دسترس نباشد.

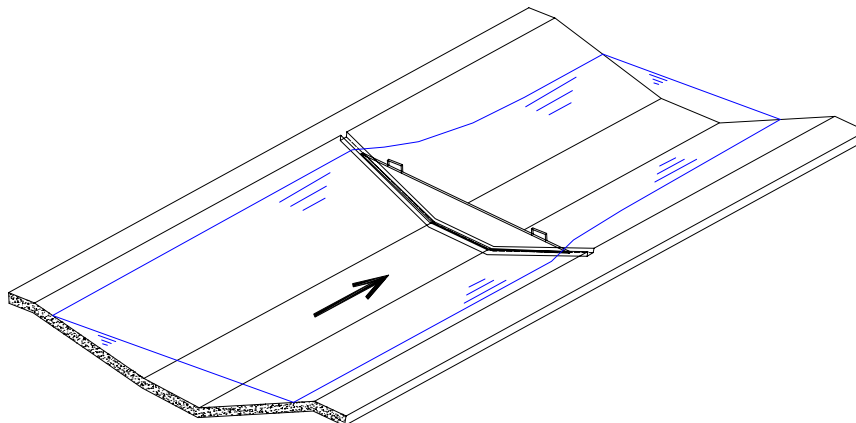
۲-۲- تنظیم سطح آب برای آبیگری

با توجه به اینکه دبی کانال‌ها در طول دوره زراعی ثابت نیست و تغییر دبی در کانال‌ها باعث تغییر عمق آب و به عبارت دیگر تغییر رقوم سطح آب می‌گردد، برای امکان آبیگری با دبی نسبتاً ثابت، در محل سازه آبیگری باید سطح آب را تنظیم کرد و یا به عبارت بهتر، نوسان سطح آب را کاهش داد و به حد قابل قبول محدود کرد، بدین منظور سازه تنظیم سطح آب و یا آب بند ساخته می‌شود.

۱-۲-۲- سرریز ثابت

سرریز ثابت در واقع عبارت از دیواری است که بر سر راه جریان آب در کانال ساخته می‌شود و باعث بالا آمدن سطح آب در مواقع کم آبی کانال می‌گردد. برای محدود نمودن و کاهش تغییرات ارتفاع تیغه آب روی سرریز، طول لازم برای سرریز ممکن است بیشتر از عرض کانال باشد. در این صورت سرریز به شکل مورب یا به شکل نوک اردکی و یا به شکل Z ساخته می‌شود. اگر ضخامت سرریز کمتر از ۰/۶۵ ضخامت تیغه آب روی آن باشد، سرریز لبه تیز به حساب می‌آید و در غیر این صورت، سرریز لبه پهن نامیده می‌شود. در کانال‌های کوچک، اگر عرض کانال برای طول سرریز کافی باشد، به شرطی که آبیگری همزمان برای

آبگیرها ضروری نباشد، می‌توان از سرریز فلزی استفاده کرد. در این صورت با جابجا کردن سرریز فلزی و نصب آن در محل آبگیرهای مختلف، می‌توان از ساخت سرریزهای متعدد نیز اجتناب کرد. شکل شماره ۱-۲ نمونه یک سرریز فلزی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲- سرریز فلزی در کانال

۲-۲-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی سرریز ثابت

مقدار جریان از روی سرریز بستگی به طول سرریز، ارتفاع تیغه آب روی آن و همچنین شکل، ضخامت و جنس سرریز دارد و برای محاسبه آن از رابطه $Q = CLH^{1.5}$ استفاده می‌شود. در این رابطه :

Q : دبی عبوری از روی سرریز بر حسب متر مکعب بر ثانیه؛

C : ضریب سرریز (آن را به صورت $C = m\sqrt{2g}$ نیز نمایش می‌دهند که در آن g شتاب ثقل زمین می‌باشد)؛

L : طول سرریز بر حسب متر؛

H : ضخامت تیغه آب عبوری از روی سرریز بر حسب متر.

ضریب سرریز بستگی به شکل، ضخامت و جنس آن دارد و تعیین دقیق آن بدون ساختن مدل هیدرولیکی مقدور نیست. با توجه به تجربیات و توصیه منابع و مراجع، که خود بر اساس ساخت مدل‌های هیدرولیکی به دست آمده است، مقادیر ضریب سرریز به صورتی که در جدول ۱-۲ مشاهده می‌شود، جهت استفاده در طراحی‌ها پیشنهاد می‌گردد.

جدول ۱-۲- مقادیر C در سرریزهای لبه تیز بتونی

Z شکل	نوک اردکی	مایل	مستقیم	شکل سرریز
				مقطع سرریز
۱/۴۰ تا ۱/۳۶	۱/۴۵ تا ۱/۴۱	۱/۵۴ تا ۱/۵۰	۱/۵۶ تا ۱/۵۲	تخت گوشه
۱/۵۴ تا ۱/۵۰	۱/۶۳ تا ۱/۵۹	۱/۷۱ تا ۱/۶۷	۱/۷۳ تا ۱/۶۹	گرد گوشه

اگر سطح آب در پایین دست سرریز بالاتر از لبه آن باشد، جریان سرریز مستغرق به حساب می‌آید. در این صورت، دبی عبوری

قدری کاهش می‌یابد. برای محاسبه دبی عبوری در حالت استغراق از رابطه $Q_s = Q_f \left(1 - \left(\frac{H_1}{H} \right)^{1.5} \right)^{0.385}$ استفاده می‌شود. در

این رابطه:

Q_s = دبی عبوری از سرریز در حالت مستغرق؛

Q_f = دبی عبوری از سرریز در حالت آزاد؛

H = ضخامت تیغه آب روی سرریز؛

H_1 = ارتفاع سطح آب در پائین دست نسبت به لبه سرریز.

طول لازم برای سرریز آب بند بتونی با توجه به تغییرات دبی عبوری از روی آن و حداکثر نوسان مجاز سطح آب برای آبیگر

تعیین می‌شود.

$$L = \frac{Q}{CH^{1.5}}$$

که در آن :

L = حداقل طول لازم برای سرریز آب بند (متر)؛

Q = دبی طراحی کانال مطابق با دوره حداکثر مصرف (مترمکعب بر ثانیه)؛

C = ضریب سرریز؛

H = ارتفاع تیغه آب روی سرریز (متر) که خود از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$H = \frac{DH}{1 - R^{2/3}}$$

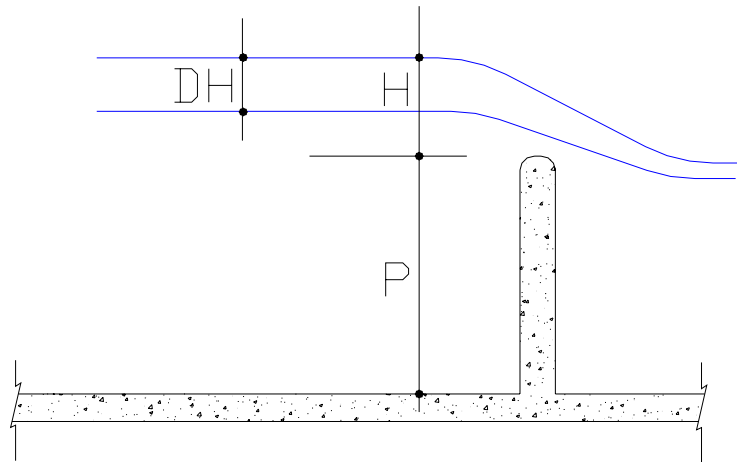
DH = تغییر مجاز ارتفاع سطح آب برای آبیگر (متر).

R = نسبت دبی طراحی به دبی حداقل عبوری از سرریز:

$$R = \frac{Q}{Q_{\min}}$$

$Q_{\min}$ = دبی حداقل کانال مطابق با دوره حداقل مصرف (مترمکعب بر ثانیه)

شکل ۲-۲- اجزای رابطه بالا را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲- تغییرات رقوم سطح آب در آب بند از نوع سرریز ثابت

نکته ۱: جهت برقراری شرایط هیدرولیکی لازم، ارتفاع دیواره سرریز نباید کمتر از حدود $1/7$ برابر ارتفاع تیغه آب باشد. در این صورت، ممکن است لازم باشد که آب بند در حوضچه‌ای که کف آن پائین تر از کف کانال باشد، ساخته شود. حداقل ارتفاع دیواره سرریز ۱۵ سانتی‌متر پیشنهاد می‌شود.

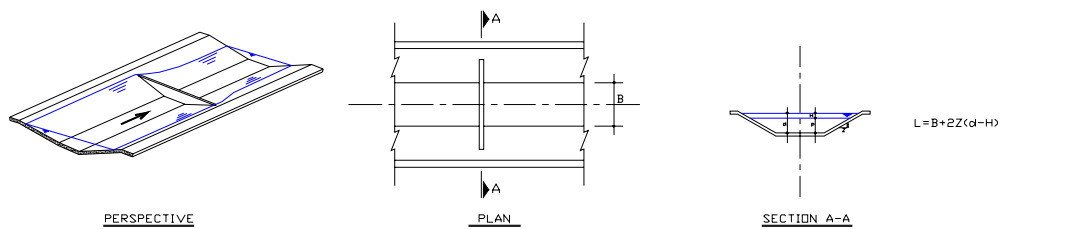
نکته ۲: محل مناسب اندازه‌گیری ارتفاع تیغه آب روی سرریز به اندازه ۲ تا ۳ برابر ضخامت تیغه آب عقب تر از دیواره سرریز است.

نکته ۳: ارتفاع تیغه آب روی سرریز داخل کانال برای دبی طراحی حداقل ۵ سانتی‌متر و حداکثر ۱۵ سانتی‌متر و برای سرریز داخل حوضچه حداکثر ۳۵ سانتی‌متر پیشنهاد می‌شود.

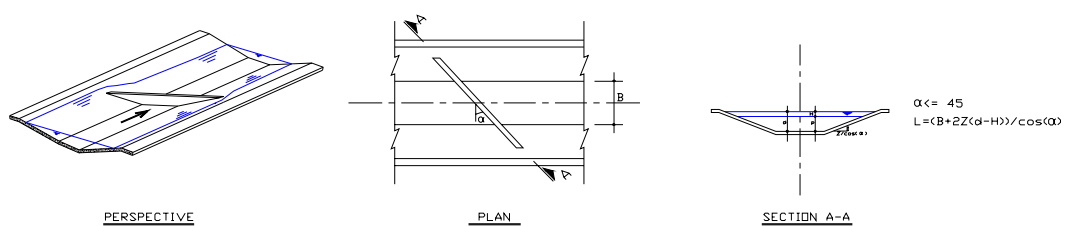
۲-۳-۲- انتخاب شکل سرریز

با توجه به ابعاد کانال و طول لازم برای سرریز، یکی از انواع سرریزهای مستقیم، مایل، نوک اردکی و Z شکل انتخاب می‌شود. هر کدام از این انواع می‌تواند داخل کانال و یا داخل حوضچه قرار گیرد. برای کاهش هزینه ساخت، حتی‌المقدور انواع ساده و کم حجم سرریزها انتخاب می‌گردد.

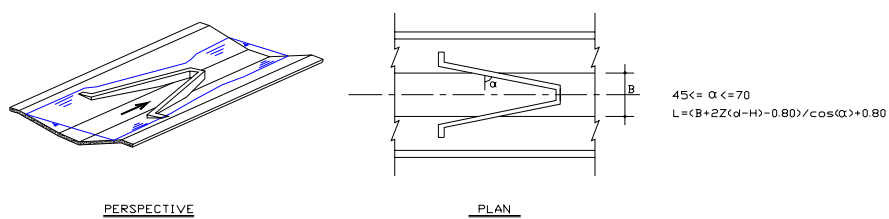
شکل ۲-۳- انواع مختلف سرریزهای ثابت بتونی را که به عنوان آب‌بند به کار می‌رود نشان می‌دهد.



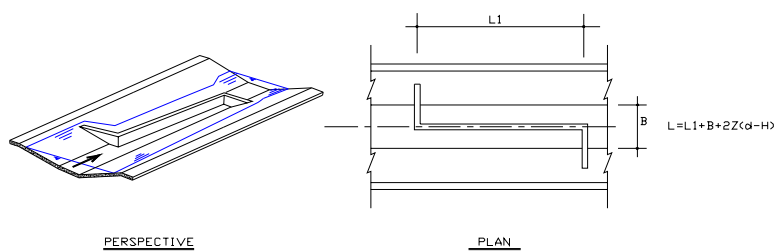
سرریز مستقیم



سرریز مورب



سرریز نوک اردکی



سرریز Z شکل

شکل ۳-۲ انواع سرریزهای ثابت بتونی

۲-۳- آبگیرها^۱

به طور معمول آبگیر عبارت از سرریز یا روزنه و یا ترکیبی از این دو می‌باشد. یک آبگیر می‌تواند وسیله اندازه‌گیری هم باشد و یا اینکه به تجهیزات اندازه‌گیری دبی مجهز شود. آبگیر می‌تواند دبی موجود را به نسبت معین نیز تقسیم کند. در زیر انواع متداول آبگیرها تشریح می‌شود:

۲-۳-۱- مدول‌های نیرویک

مدول‌های آبگیری نیرویک مجهز به دریچه‌هایی می‌باشد که با توجه به ساختمان خاص خود، دبی نسبتاً ثابتی را از خود عبور می‌دهد.

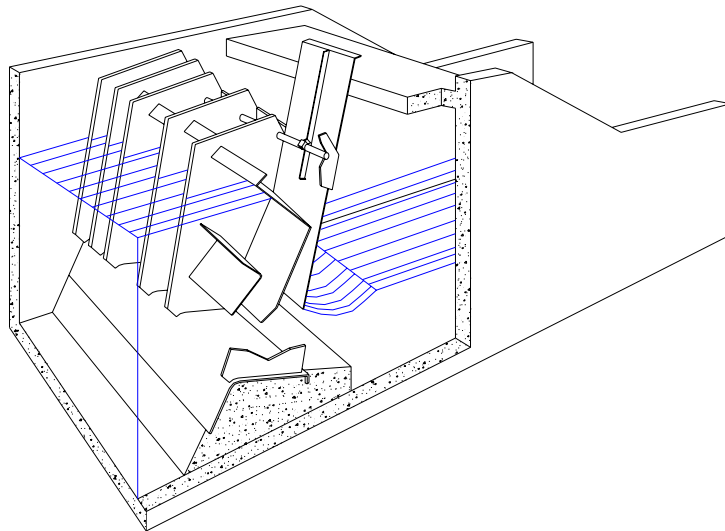
مدول نیرویک دارای سرریزی با مقطع قوسی شکل با شیب معین است (زاویه بالادست ۶۰ درجه و زاویه پائین دست ۱۲ درجه) که یک یا دو نقاب به شکل خاصی در بالای آن قرار گرفته است. اگر سطح آب پائین تر از آستانه سرریز باشد، هیچ آبی از آن رد نمی‌شود و اگر سطح آب بین آستانه سرریز و لبه پائینی نقاب قرار گیرد، جریان آب به صورت سرریز از مدول عبور می‌کند. بالا رفتن سطح آب و برخورد آن به لبه پائین نقاب موجب ایجاد اختلال در جریان آب می‌شود و دبی آن، قدری کاهش می‌یابد. با بالاتر رفتن سطح آب، مدول نیرویک مانند یک روزنه عمل کرده و با افزایش سطح آب دبی عبوری نیز تدریجاً زیاد می‌گردد. اگر مدول مجهز به نقاب دوم نیز باشد، با رسیدن سطح آب به لبه پائینی نقاب دوم، دبی عبوری از مدول دوباره کاهش می‌یابد و با بالاتر رفتن سطح آب، مراحل گفته شده برای نقاب اول در نقاب دوم تکرار می‌شود.

مدول‌های نیرویک با توجه به ظرفیت آبگیری در مدل‌های مختلفی ساخته می‌شوند. مدل X با دبی واحد عرض ۱۰ لیتر در ثانیه برای ۱۰ سانتی‌متر عرض آبگیر، و مدل‌های XX و L و C و CC به ترتیب با دبی واحد عرض ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ لیتر در ثانیه به عنوان دبی اسمی مدول‌ها تقسیم‌بندی شده‌اند. هر کدام از این مدول‌ها می‌توانند به صورت یک نقابه یا دو نقابه ساخته شوند. در شبکه‌های فرعی آبیاری، با توجه به دبی نسبتاً کم آبگیرها، غالباً از مدل‌های X و XX استفاده می‌شود. گام‌های تغییر دبی در این دو مدل، واحدی به عرض ۵ سانتی‌متر و با دبی ۵ لیتر در ثانیه برای مدل X و ۱۰ لیتر در ثانیه برای مدل XX می‌باشد. این گام برای مدل‌های دیگر، واحدی به عرض ۱۰ سانتی‌متر می‌باشد.

تغییرات دبی آبگیری در مدول‌های نیرویک می‌تواند در حدود ۱۰-٪ تا ۱۰+٪ نسبت به دبی اسمی مدول باشد. با انتخاب رقوم ارتفاعی مناسب برای استقرار مدول، می‌توان حالت‌های بهینه‌ای را به صورت دامنه تغییرات کم در دبی آبگیر با حداکثر دامنه تغییرات ممکن برای سطح آب، انتخاب کرد و به دقت بالاتری در میزان آبگیری مانند ۵-٪ تا ۵+٪ دبی اسمی دست یافت. همچنین با مقایسه سرریز بتونی با طول بیشتر و مدول یک نقابه و سرریز بتونی با طول کمتر و مدول دو نقابه و مقایسه اقتصادی آنها گزینه ارزان قیمت را انتخاب کرد.

در طراحی و ارائه نقشه این نوع آبگیرها، ابعاد و اندازه‌ها به منظور بتون‌ریزی اولیه ارائه می‌شود که پس از اجرای آن، پیمانکار نصب کننده دریچه‌ها با انجام بتون ریزی ثانویه اقدام به نصب آنها می‌کند. لذا رعایت اندازه‌ها مطابق با کتابچه راهنمای مدول‌های

نیریپیک الزامی می‌باشد. شکل ۲-۴ نمونه‌ای از دریچه‌های مدول نیریپیک را نشان می‌دهد و نقشه‌های تیپ شماره ۱ و ۲ نشان دهنده آبیگر از نوع مدول نیریپیک به همراه آب بند نوک اردکی می‌باشد.



شکل ۲-۴- مدول نیریپیک از تیپ xx 2-150

۲-۱-۳-۱- محاسن مدول‌های نیریپیک

- مدول‌های مذکور، خود اندازه‌گیر جریان نیز هستند و احتیاجی به نصب تجهیزات اضافی برای اندازه‌گیری جریان در محل آبیگری وجود ندارد.
- در ایران، در بسیاری از شبکه‌های استفاده شده، زارعین آشنایی نسبی با آن دارند.
- دقت نسبتاً بالا و قابل قبولی در کنترل دبی دارند.
- امکان تنظیم دبی موردنظر با باز و بسته کردن دریچه‌ها و قفل نمودن آن توسط مسئول مربوطه وجود داشته و خطر دستکاری افراد در آن نسبتاً کم است.

۲-۱-۳-۲- معایب مدول‌های نیریپیک

- مدول‌های مذکور دارای معایب یا اشکالاتی نیز هستند. از آن جمله :
 - افت بار هیدرولیکی نسبتاً بالایی دارند که گاهی تأمین آن در مناطق کم شیب مشکل است.
 - نسبتاً پرهزینه هستند.
- برای آشنایی بیشتر با مدول‌های نیریپیک و ضوابط طراحی آن می‌توان به نشریه شماره ۲۸۲ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور تحت عنوان " ضوابط هیدرولیکی طراحی ساختمانهای تنظیم سطح آب و آبیگرها در کانالهای روباز " مراجعه کرد.

۲-۳-۲- آبگیر روزنه‌ای با بار ثابت

آبگیر روزنه‌ای با بار هیدرولیکی ثابت^۱ (CHO) وسیله‌ای برای آبیگری است که معمولاً بدون آب‌بند مورد استفاده قرار می‌گیرد و اساس آن عبور آب از یک روزنه با اختلاف ارتفاع تنظیم شده می‌باشد. این آبگیر از یک حوضچه و دو عدد دریچه متوالی تشکیل شده است. دریچه اول برای تنظیم دبی مورد نیاز به کار می‌رود و دریچه دوم برای تنظیم اختلاف سطح آب در بالادست و پائین دست دریچه اول می‌باشد. آبگیر CHO برای دبی آبیگری تا ۸۵۰ لیتر در ثانیه مناسب است و برای دبی‌های بالاتر توصیه نمی‌شود. ابعاد دریچه‌ها با در نظر گرفتن رابطه روزنه محاسبه می‌گردد:

$$Q = CA\sqrt{2gh}$$

در این رابطه:

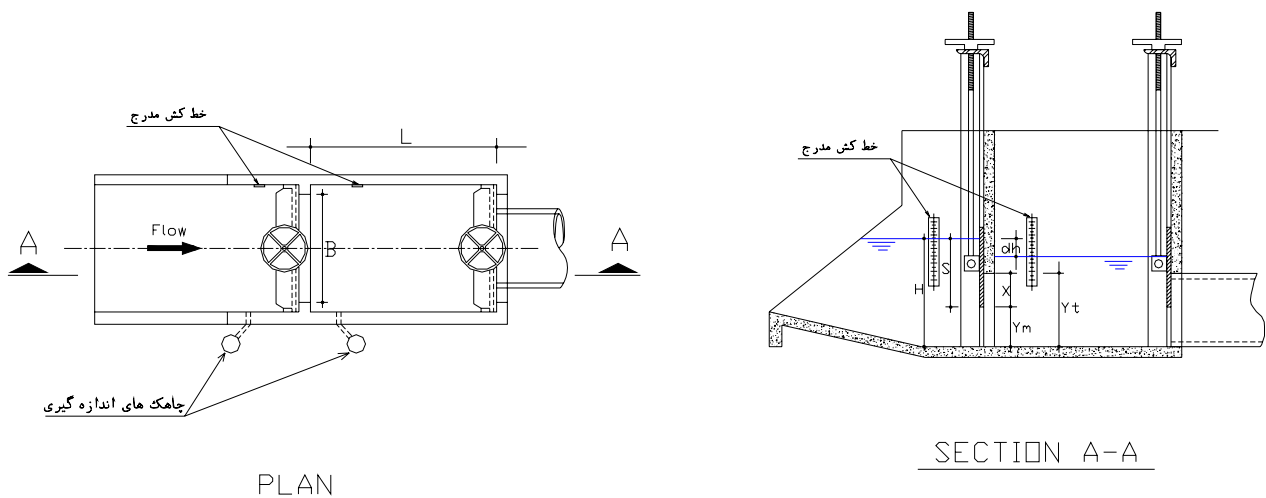
Q دبی عبوری از روزنه (دریچه کشویی)، C ضریب روزنه که برای دریچه‌های کشویی حدود ۰/۷۰ می‌باشد؛ A سطح مقطع بازشدگی دریچه، g شتاب ثقل و h اختلاف ارتفاع سطح آب در بالادست و پائین دست دریچه می‌باشد که حدود ۶ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

ابعاد دریچه طوری محاسبه می‌شود تا در حالتی که بازشدگی آن حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد باشد، دبی طراحی را از خود عبور دهد. بهتر است در انتخاب ابعاد دریچه سعی شود که عرض آنها ۱ تا ۱/۲ برابر ارتفاعشان باشد، حداکثر ارتفاع دریچه ۱ متر توصیه می‌گردد. اگر کانال اصلی دارای جاده سرویس در سمت انشعاب کانال‌های فرعی باشد، پس از دریچه دوم، لوله‌ای برای عبور از زیر جاده سرویس لازم خواهد بود که قطر این لوله ۱۰ سانتی‌متر کمتر از عرض دریچه انتخاب می‌شود. برای دقیق بودن قرائت رقوم سطح آب در بالادست و پائین دست دریچه اول، دو چاهک اندازه‌گیری به قطر تقریبی ۱۰ سانتی‌متر در دو طرف دریچه ساخته می‌شود. این چاهک‌ها مجهز به خط کش‌های مدرج هستند و هم تراز می‌باشند.

برای تأمین شرایط مطلوب جهت عبور دبی حداکثر، توصیه می‌شود که ضخامت دیواره بالای دریچه اول بیش از ۰/۲ ارتفاع دریچه نباشد.

رقوم ارتفاعی کارگذاری دریچه اول باید طوری باشد که عمق آب در بالادست این دریچه کمتر از ۱/۶ برابر ارتفاع دریچه نباشد. همچنین میزان استغراق دریچه (فاصله سطح آب تا لبه بالایی مجرای عبور آب در حالت حداکثر بازشدگی) بیش از ۱/۸ برابر ارتفاع نظیر سرعت در لوله خروجی به اضافه ۸ سانتی‌متر باشد.

طول حوضچه باید طوری انتخاب شود که حداقل فاصله بین دو دریچه کمتر از ۱/۸ برابر ارتفاع دریچه اول نباشد. شکل ۲-۵ نمای کلی آبگیر CHO را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۲-۵- سازه آبگیر CHO

۲-۳-۱- محاسن آبگیرهای CHO

- معمولاً بدون احتیاج به سازه تنظیم کننده سطح آب می توان از آن استفاده کرد.
- دارای افت بار هیدرولیکی نسبتاً کمی است.

۲-۳-۲- معایب آبگیرهای CHO

- آبگیر روزنه ای با بار ثابت دارای مشکلات زیر است :
- احتیاج به بهره‌بردار ماهر برای تنظیم دریچه‌ها دارد.
- اندازه‌گیری دبی در آن دقت زیادی ندارد.
- با توجه به لزوم داشتن دو عدد دریچه کشویی، نسبتاً پرهزینه می‌باشد.

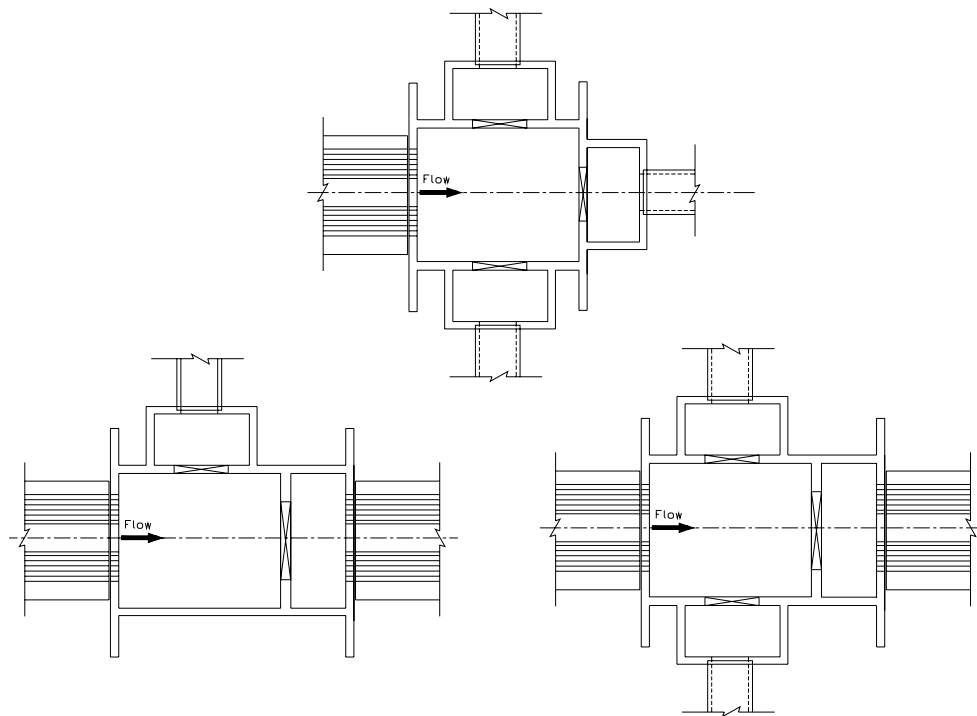
۲-۳-۳- جعبه تقسیم

جعبه تقسیم^۱ یک سازه آبگیری برای دو یا چند شاخه شدن یک کانال است. همچنین اگر دبی کانال انشعابی نسبت به دبی کانال اصلی نسبتاً زیاد باشد و به عبارت دیگر کانال انشعابی و ادامه کانال اصلی دارای دبی‌های نزدیک به هم باشند، از این نوع سازه استفاده می‌شود. سازه جعبه تقسیم عبارت از یک حوضچه با دو یا چند آبگیر می‌باشد که ممکن است یک سرریز جانبی نیز همراه آن ساخته شود. آبگیر می‌تواند از نوع مدول نیروپیک و یا دریچه کشویی باشد.

برای کانال‌های کوچک و شبکه آبیاری فرعی، اغلب از جعبه تقسیم یا دریچه‌های کشویی استفاده می‌شود. در این صورت آب موجود در کانال، بدون توجه به دبی آن با نسبت‌های معین بین دو یا چند کانال تقسیم می‌شود. در این گونه جعبه تقسیم‌ها، دریچه‌ها یا کاملاً بسته هستند و یا کاملاً باز خواهند بود. لذا دبی موجود در کانال به نسبت مشخص تقسیم خواهد شد و اندازه‌گیری دبی در هر یک از کانالهای انشعابی اهمیتی نخواهد داشت. این دریچه‌ها از صفحات فلزی ساخته می‌شوند که توسط دست باز و بسته می‌شوند.

شکل دریچه معمولاً مستطیل نزدیک به مربع است به طوری که عرض آن قدری کوچکتر از ارتفاع آن خواهد بود. ابعاد این دریچه ها حدود 30×40 تا 45×60 سانتی متر انتخاب می‌گردد. هر کدام از دریچه‌های انشعابی معمولاً به یک حوضچه کوچکتر متصل می‌گردد که می‌تواند مستقیماً به کانال انشعابی وصل شود و یا در صورت عبور جاده سرویس به لوله‌ای که از زیر آن عبور می‌کند متصل گردد.

دریچه‌ها به دو صورت در حوضچه مستقر می‌شوند: در کف حوضچه و در آستانه^۱. اگر دریچه‌ها در آستانه قرار گیرند، رسوبات کمتری به کانال انشعابی راه پیدا می‌کند ولی افت بار لازم برای دریچه‌هایی که در آستانه مستقر می‌گردند، قدری بیش از افت بار لازم برای دریچه‌هایی است که در کف مستقرند. از این رو، در مناطق پر شیب دریچه‌هایی که بر روی آستانه ساخته می‌شوند، ارجحیت دارند ولی در مناطق کم شیب، اگر تأمین افت بار برای آبگیرها مشکل باشد، استفاده از دریچه‌های مستقر در کف حوضچه گریز ناپذیر خواهد بود. شکل ۲-۶- نمونه‌هایی از جعبه تقسیم را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶- نمونه‌هایی از سازه جعبه تقسیم

با توجه به اینکه نقش این سازه، تقسیم دبی کانال به نسبت‌های معین می‌باشد، بهتر است رقوم ارتفاعی همه دریچه‌ها در حوضچه یکسان باشد و عرض دریچه‌ها متناسب با دبی‌های انشعابی انتخاب گردد.

اگر جریان کانال اصلی به وسیله لوله وارد جعبه تقسیم گردد، برای اجتناب از تلاطم آب در حوضچه بهتر است سرعت جریان آب در لوله بیش از نیم متر در ثانیه نباشد. اگر در هر یک از انشعابات پس از دریچه آب وارد لوله شود، بهتر است سرعت جریان آب در لوله بیش از یک متر در ثانیه نباشد. هرگاه جریان انشعابی به وسیله یک حوضچه مستقیماً به کانال انشعابی وصل شود، ابعاد آن حوضچه چنان انتخاب می‌گردد که سرعت آب در آن از $1/5$ متر در ثانیه تجاوز نکند.

اگر جریان آب انشعابی پس از عبور از لوله به کانال خاکی متصل شود، بهتر است ابتدای کانال به طول حداقل سه برابر عمق آب، با سنگ چینی حفاظت شود. در صورتی که دریاچه‌های جعبه تقسیم بر کف حوضچه قرار گیرد، میزان جریان عبوری از رابطه روزنه محاسبه می‌شود:

$$Q = C.b.d_2 \cdot \sqrt{2g\Delta h}$$

که در آن:

Q = دبی عبوری از دریاچه (m^3/s)؛

C : ضریب روزنه (برای دریاچه‌های فلزی که با دست باز و بسته می‌شوند $C = 0.82$ پیشنهاد می‌شود).

b : عرض دریاچه (m)؛

d_2 : عمق آب در پائین دست دریاچه (m)؛

g : شتاب ثقل ($g = 9.81 m/s^2$)

Δh : اختلاف ارتفاع خط انرژی در بالا دست و پائین دست دریاچه (m).

$$\Delta h = \left(d_1 + \frac{v_1^2}{2g} \right) - \left(d_2 + \frac{v_2^2}{2g} \right)$$

d_1 و V_1 : عمق آب و سرعت آب در بالا دست دریاچه

d_2 و V_2 : عمق آب و سرعت آب در پائین دست دریاچه

اگر جریان در بالا دست و پائین دست دریاچه در یک راستا نباشد و یا سرعت آنها نزدیک به هم باشد، می‌توان از ارتفاع نظیر

$$\Delta h = d_1 - d_2$$

سرعت چشم‌پوشی کرد. در این صورت:

اگر دریاچه‌های جعبه تقسیم بالاتر از کف حوضچه و بر روی دیواره قرار گیرد، میزان دبی عبوری با رابطه سرریز محاسبه

$$Q = CLH^{1.5}$$

می‌گردد.

Q : دبی عبوری از دریاچه (در حالت سرریز آزاد)؛

C : ضریب سرریز (برای دریاچه‌های کشویی که با دست باز و بسته می‌شود $C=1.54$ پیشنهاد می‌گردد)؛

L = عرض دریاچه؛

H = ارتفاع تیغه آب روی دریاچه.

$$Q_S = Qf \left(1 - \left(\frac{H_1}{H} \right)^{1.5} \right)^{0.385}$$

اگر سرریز به صورت مستغرق باشد، می‌توان دبی آن را از رابطه

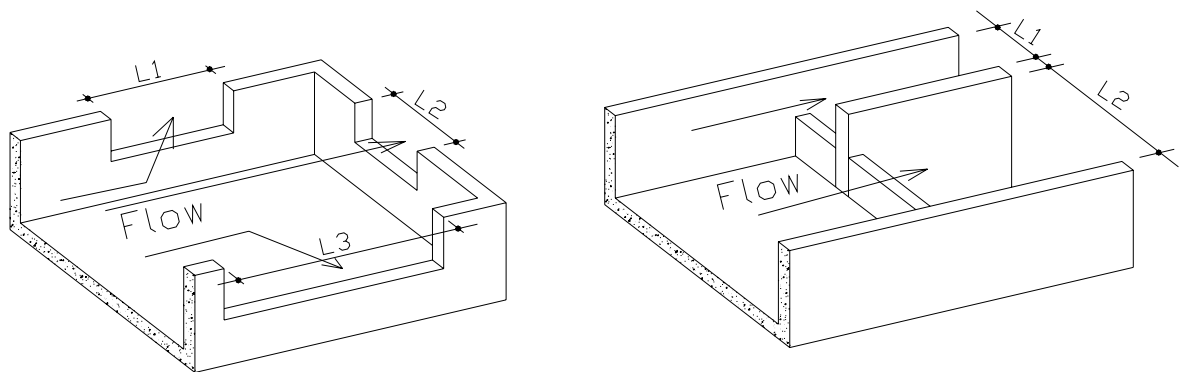
عوامل این رابطه در بند ۲-۲-۲ ذکر گردیده است.

۲-۳-۴- مقسم‌ها^۱

مقسم سازه ساده‌ای برای تقسیم آب کانال به دو قسمت می‌باشد. این تقسیم دائمی بوده و وسیله‌ای برای باز و بسته کردن انشعابها وجود ندارد. اساس این سازه به وجود آوردن یک مقطع کنترل به وسیله سرریز و تقسیم جریان در آن مقطع می‌باشد. مقسم‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: مقسم با نسبت ثابت و مقسم قابل تنظیم.

۲-۳-۴-۱- مقسم با نسبت ثابت^۲

سازه مقسم با نسبت ثابت عبارت از یک سرریز ثابت لبه تیز است که به وسیله یک دیواره به دو قسمت با عرض‌های متناسب با نسبت دبی دو کانال انشعابی تقسیم می‌شود. ممکن است تعداد تقسیمات بیشتر از دو باشد. همچنین می‌توان سرریزهای جدا از هم را در داخل یک حوضچه در نظر گرفت. در این صورت باید رقوم ارتفاعی و شکل مقطع آنها یکسان باشد. شکل ۲-۷ چند نمونه از این نوع مقسم‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۷- چند نمونه مقسم

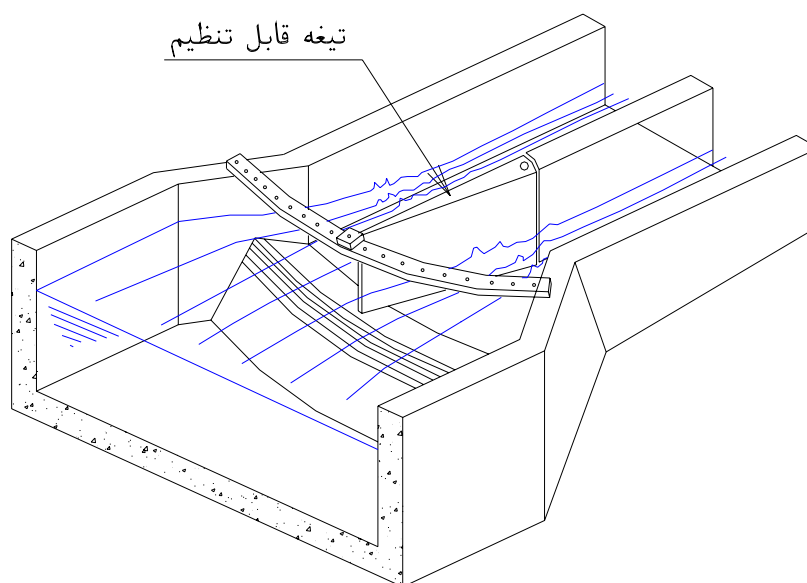
دبی عبوری از این سازه بر اساس رابطه سرریز قابل محاسبه است. ارتفاع لبه سرریز از کف حوضچه نباید کمتر از ۱/۷ برابر ضخامت تیغه آب روی سرریز باشد. انتخاب ابعاد حوضچه این مقسم‌ها باید به شکلی انجام گیرد که تیغه آب روی سرریزها حداکثر حدود ۲۵ سانتی متر باشد. طول سرریزها به نسبت تقسیم دبی کانال منظور می‌گردد. بهتر است در طراحی این سازه، جریان آب روی سرریزها به صورت آزاد باشد. لذا افت هیدرولیکی حداقل معادل با ضخامت تیغه آب روی سرریز خواهد بود. در صورتی که افت بار قابل دسترسی کم باشد، می‌توان با افزایش طول سرریزها ضخامت تیغه آب و در نتیجه افت بار را قدری کاهش داد.

1 - Divisors

2 -Fixed Proportional Divisor

۲-۳-۴-۲- مقسم قابل تنظیم^۱

این سازه از یک سرریز به شکل کمانی از دایره و یک صفحه تقسیم‌کننده تشکیل می‌یابد. صفحه تقسیم‌کننده قابل چرخش حول محور خود بوده که در حالت‌های مختلف قابل تثبیت و قفل کردن می‌باشد. لذا با این سازه می‌توان آب کانال اصلی را به نسبت دلخواه بین دو کانال فرعی تقسیم کرد. شکل شماره ۲-۸ نمونه‌ای از این سازه را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۸- نمونه ای از مقسم قابل تنظیم

ضوابط طراحی هیدرولیکی این نوع مقسم مانند ضوابط گفته شده برای مقسم با نسبت ثابت می‌باشد. با توجه به اینکه تعیین نسبت تقسیم و اعمال تغییر در این نسبت در طول دوره زراعی مقوله‌ای اختلاف برانگیز می‌باشد، لذا در شبکه‌های آبیاری موجود در کشورمان (چه مدرن و چه سنتی) از این سازه استفاده نمی‌شود. در هر حال، امکان کاربرد آن در تقسیم آب بین مزارعی با مالکیت واحد، اعم از خصوصی و دولتی، دور از انتظار نیست.

فصل سوم

سازه های تقاطعی

در محل تقاطع کانال‌ها و زهکشها با سازه‌های احداثی مانند جاده، کانال یا زهکش و یا عوامل طبیعی مانند مسیل‌ها، آبراهه‌ها، خط‌القدرها و دره‌ها، جهت عبور کانال یا زهکش از آن موقعیت و یا برقراری امکان عبور دو جریان متقاطع، سازه‌های تقاطعی به کار می‌رود. برای قطع دادن دو جریان و یا عبور یک جریان از یک مانع با راستای متقاطع، معمولاً چند گزینه قابل تصور است که با مقایسه فنی و اقتصادی می‌توان گزینه برتر را انتخاب کرد.

۳-۱- تقاطع کانال با جاده

۳-۱-۱- آبگذر زیر جاده^۱

برای تقاطع کانال با جاده، ساده‌ترین و ارزاترین گزینه، سازه آبگذر زیر جاده است. در این سازه، جریان آب کانال به صورت آزاد و به وسیله لوله یا صندوقه از زیر جاده عبور داده می‌شود. در کانالهایی با ظرفیت کم، استفاده از لوله رواج دارد. آب گذر صندوقه‌ای برای کانال‌های بزرگتر مناسب می‌باشد. از این رو در شبکه‌های فرعی آبیاری، آب گذر زیر جاده معمولاً به صورت لوله در نظر گرفته می‌شود. شرط استفاده از این سازه امکان عبور جریان آزاد از زیر جاده یعنی اختلاف ارتفاع کافی بین کانال و جاده می‌باشد. در غیر این صورت باید گزینه سیفون معکوس را مورد توجه قرار داد.

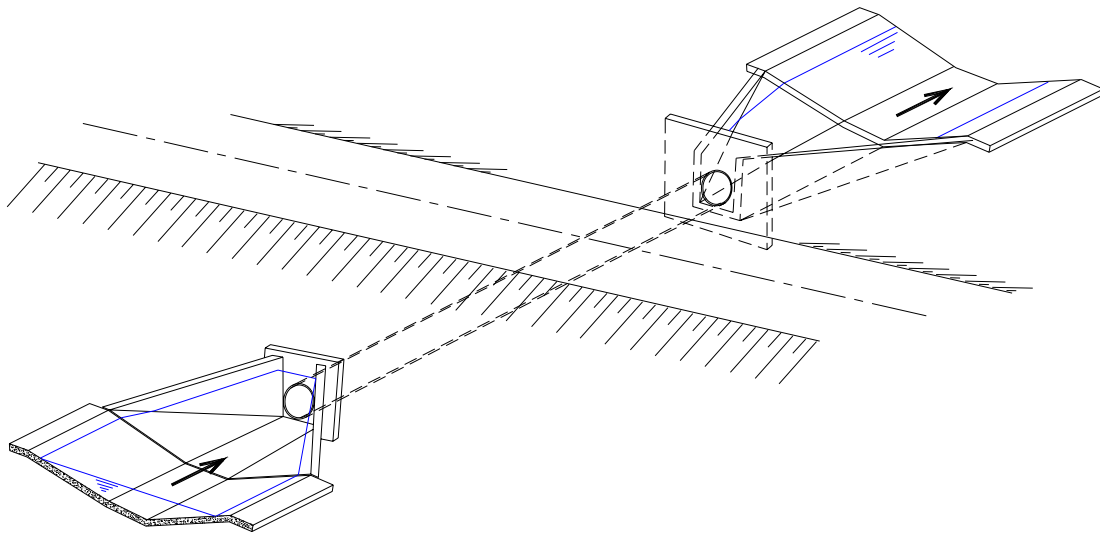
البته در مورد جاده‌های فرعی و کم اهمیت می‌توان با ایجاد رامپهای^۲ عمودی و بالا بردن سطح جاده در محل عبور کانال، این اختلاف ارتفاع را به طور مصنوعی ایجاد کرد و از سازه آبگذر زیر جاده استفاده نمود. در این صورت، رعایت حداکثر شیب ۱۰ درصد برای رامپ جاده و اخذ مجوز از ارگانی که جاده مربوطه را در اختیار دارد، ضروری خواهد بود. رعایت حریم قانونی جاده نیز در طراحی این سازه اهمیت دارد.

بدین معنی که سازه باید در عرض حریم جاده به صورت سر پوشیده ساخته شود. اگر در شرایط استثنایی رعایت این امر میسر نباشد، هماهنگی و گرفتن مجوز از وزارت راه یا ارگان مربوطه لازم خواهد بود. برای کوتاه کردن طول قسمت سر پوشیده، بهتر است حتی‌الامکان مسیر کانال در محل تقاطع، عمود بر جاده در نظر گرفته شود.

شکل شماره ۳-۱ سازه آبگذر زیر جاده را به صورت شماتیک نشان می‌دهد و در نقشه شماره ۳ ضمیمه جزئیات این سازه ارائه شده است.

1 - Road Crossing

2 - Ramp



شکل ۳-۱- سازه آبگذر زیر جاده

لوله‌هایی که در سازه زیرگذر جاده مورد استفاده قرار می‌گیرد، ممکن است فولادی یا بتونی پیش ساخته مسلح و یا غیر مسلح باشد. انتخاب قطر لوله با توجه به دبی طراحی کانال طوری صورت می‌گیرد که حداکثر سرعت جریان آب در لوله برای زیرگذر با تبدیل خاکی بیش از ۱ متر در ثانیه و در مورد تبدیل‌های بتونی بیش از ۱/۵ متر در ثانیه نباشد. با در نظر گرفتن مشکلات بهره‌برداری، بهتر است قطر لوله حداقل ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود. اگر قرار باشد جریان آب در لوله به صورت پر عمل کند، حداقل استغراق ورودی لوله به اندازه ۱/۵ برابر ارتفاع نظیر سرعت در لوله منظور می‌گردد. به عبارت دیگر، لبه بالایی لوله باید حداقل به اندازه $1.5 \frac{V^2}{2g}$ پائین‌تر از سطح آب قرار گیرد. چنانچه جریان نیمه پر برای لوله در نظر گرفته شود، بهتر است قطر و رقم ارتفاعی لوله چنان انتخاب شود که در دبی طراحی، حداقل ارتفاع آزاد ۱۵ سانتی‌متر و یا ۱۰ درصد قطر لوله (هر کدام بزرگتر است) باشد.

لوله زیر جاده را معمولاً با شیب طولی حداقل ۰/۰۰۵ قرار می‌دهند تا در زمانی که آب کانال قطع می‌شود، سازه زیر گذر بتواند به طور کامل به صورت ثقلی تخلیه گردد.

حداقل پوشش خاکی روی لوله در مورد جاده‌های مزرعه ۶۰ سانتی‌متر و در جاده‌های دیگر و همچنین خطوط راه‌آهن حدود ۹۰ سانتی‌متر خواهد بود. اگر جاده دارای جویچه یا جویچه‌هایی باشد که لوله از زیر آن رد می‌شود، حداقل فاصله کف جویچه تا بالای لوله حدود ۶۰ سانتی‌متر پیشنهاد می‌گردد.

معمولاً دو سر لوله بر دیواره‌هایی مستقر می‌شوند، ارتفاع این دیواره باید تا حدی باشد که از ریختن خاکریزهای جاده به داخل کانال ممانعت کند یعنی لبه بالایی دیواره‌ها حدود ۱۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح خاکریز جاده قرار گیرد.

برای جلوگیری از فرسایش کانال و همچنین کاهش افت بار هیدرولیکی سازه، در دو طرف لوله، سازه تبدیل در نظر گرفته می‌شود. در مورد کانال‌های بتونی معمولاً تبدیل‌های بتونی، از تیپ پنج و یا تیپ یک U.S.B.R. انتخاب می‌شود. در فصل هفتم، تیپ‌های مختلف تبدیل‌ها معرفی شده است. حداقل طول این تبدیل‌ها باید به قدری باشد که زاویه انحراف سطح آب در تبدیل تنگ شونده (تبدیل ورودی) ۲۷/۵ درجه و در تبدیل گشاد شونده (تبدیل خروجی) ۲۲/۵ درجه باشد.

در هر حال، برای راحتی اجرا بهتر است ابعاد تبدیل ورودی و خروجی یکسان باشد. یعنی برای هر دو تبدیل حداکثر زاویه انحراف سطح آب ۲۲/۵ درجه در نظر گرفته شود.

در مورد کانال‌های خاکی می‌توان از تبدیل‌های خاکی و یا بتونی استفاده کرد. طول تبدیل‌های خاکی معمولاً حداقل سه برابر قطر لوله منظور می‌شود به شرطی که کمتر از ۱/۵ متر نباشد.

افت بار هیدرولیکی سازه آبگذر زیر جاده از دو قسمت تشکیل می‌یابد. افت در طول لوله و افت در ورودی و خروجی لوله. افت در داخل مجرا معمولاً بر اساس رابطه مانینگ محاسبه می‌شود:

$$h_f = L \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}}$$

در این رابطه داریم :

h_f : افت بار هیدرولیکی در طول لوله (متر) ؛

L : طول لوله (متر) ؛

n : ضریب زبری مانینگ (برای لوله‌های بتونی پیش‌ساخته حدود ۰/۰۱۳ تا ۰/۰۱۴)؛

V : سرعت در لوله (متر بر ثانیه) ؛

R : شعاع هیدرولیکی جریان (سطح مقطع جریان تقسیم بر محیط خیس شده) (متر).

افت ورودی و خروجی در تبدیل‌های بتونی تقریباً معادل ۱/۱ برابر اختلاف ارتفاع نظیر سرعت در لوله و کانال در نظر گرفته می‌شود. در تبدیل‌های خاکی، این افت ۱/۵ برابر ارتفاع نظیر سرعت در لوله منظور می‌گردد.

۳-۲- سیفون معکوس^۱

۳-۲-۱- کلیات

اگر در محل تلاقی کانال با جاده، رقوم ارتفاعی سطح جاده نسبت به موقعیت کانال به اندازه کافی بالاتر نباشد که بتوان جریان آب کانال را به صورت آزاد و یا با فشار کم عبور داد، می‌توان از گزینه سیفون معکوس استفاده نمود. در این سازه، مجرای آب در محل جاده به پائین هدایت شده و پس از عبور از آن به بالا بر می‌گردد.

علاوه بر تلاقی مسیر کانال با جاده، برای عبور کانال از دره، رودخانه و زهکش نیز از سیفون معکوس استفاده می‌شود. نقشه شماره ۴ در پیوست این نشریه، نمونه ای از نقشه های تیپ سیفون معکوس می‌باشد.

۳-۲-۲- اجزای ساختمان سیفون معکوس

سیفون معکوس از اجزایی به شرح زیر تشکیل می‌یابد :

الف - ورودی

برای اتصال مقطع عرضی کانال، که معمولاً دوزنقه ای می باشد، به مقطع دایره‌ای سیفون، قسمت ورودی ساخته می شود. برای این اتصال می توان از تبدیل‌های مختلفی استفاده کرد. پنج تیپ تبدیل از طرف دفتر عمران امریکا (USBR) ارائه شده است که تیپ یک آنها بیش از بقیه متداول است. تبدیل تیپ پنج به علت شکل ساده و اجرای آسان، می تواند گزینه مناسبی در مقابل تبدیل تیپ یک به شمار آید. مشروط بر اینکه افت بار هیدرولیکی لازم برای آن، که قدری بیشتر از افت بار تبدیل تیپ یک است قابل دسترسی باشد.

ورودی سازه سیفون، علاوه بر نقش تبدیل مقطع کانال به مجرای سرپوشیده، شرایط استغراق کافی برای مجرا را نیز تأمین می نماید. برای اطمینان از پر بودن جریان آب در مجرای سرپوشیده، پیشنهاد می شود که سطح آب در محل ورود به مجرا، حداقل به اندازه ۱/۵ برابر ارتفاع نظیر سرعت آب در مجرا و نیز حداقل ۱۵ سانتی متر بالاتر از لبه بالائی مجرا باشد. برای برقراری این وضعیت لازم است که کف لوله یا مجرای سرپوشیده، به اندازه کافی پائین تر از کف کانال باشد.

در سیفون‌های بزرگ، برای جلوگیری از مکش شدید و مخرب که در داخل مجرا به هنگام قطع ناگهانی جریان به وسیله دریچه ورودی ایجاد می‌شود، یک لوله هوا در پشت دریچه ورودی نصب می‌گردد. در سیفون‌های با دبی کم که در شبکه های فرعی آبیاری مورد استفاده قرار می گیرد، نیازی به نصب لوله هوا نخواهد بود.

برای جلوگیری از ورود اجسام به مجرای سرپوشیده سیفون، معمولاً یک شبکه آشغالگیر که می‌تواند نقش شبکه ایمنی نیز داشته باشد، در ورودی سیفون تعبیه می گردد.

ب - مجرای سرپوشیده

قسمت اصلی سیفون معکوس را مجرای سرپوشیده تشکیل می‌دهد که با توجه به دبی کم در کانالهای شبکه‌های فرعی آبیاری معمولاً به شکل لوله در نظر گرفته می‌شود. لوله ها می‌توانند از فولاد، یا از بتون مسلح و یا از آریست سیمان ساخته شده باشند. در زیر توضیح مختصری از انواع لوله های مورد استفاده در سازه های آبی ارائه می‌شود.

لوله‌های بتنی پیش تنیده پیش ساخته (PCP) برای فشار داخلی تا ۵۰ متر ستون آب و ارتفاع خاکریز تا ۷ متر بر روی لوله مناسب می‌باشند.

لوله‌های آگذر با بتون مسلح پیش ساخته (RCCP) برای انتقال آب از زیر جاده و راه آهن مناسب بوده و انتخاب آن می‌باید بر اساس جدول‌های ارائه شده توسط سازنده انجام گیرد.

لوله‌های فلزی موجدار (CMP) از فولاد گالوانیزه و یا آلیاژ آلومینیوم ساخته می‌شود و برای فشارهای داخلی کم به کار می‌رود. ضخامت جدار لوله‌های فلزی موجدار بر اساس ارتفاع خاکریز روی آن و بارهای اضافی که از طرف کارخانه سازنده ارائه می‌شود، انتخاب می‌گردد.

لوله‌های تحت فشار آریست سیمانی را می‌توان جایگزین لوله‌های PCP کرد. این لوله دارای یک طوقه اتصالی با مفصل لاستیکی می‌باشد و می‌تواند فشار هیدرواستاتیکی تا ۲۲۵ متر و ارتفاع خاکریز تا ۷ متر را با در نظر گرفتن مشخصات انواع این لوله‌ها که توسط سازنده ارائه می‌شود، تحمل نماید.

لوله‌های تحت فشار الیاف دار (RPM) از صمغ و ماسه و الیاف پشم شیشه ساخته می‌شود و می‌تواند فشار داخلی تا ۱۵۰ متر و ارتفاع خاکریز تا ۵ متر را تحمل کند. این لوله می‌تواند جانشین مناسبی برای لوله‌های PCP باشد.

لوله‌های فولادی جوش شده (WSP) با ضخامتی متناسب با طول شاخه‌های لوله و فشار داخلی مورد نیاز ساخته می‌شوند. مجرای سرپوشیده سیفون معمولاً دارای سه قسمت است: قسمت شیب دار ورودی، قسمت افقی و قسمت شیبدار خروجی. هرگاه سیفون از دره‌ها یا زیر رودخانه‌ها رد شود، ممکن است با تبعیت از توپوگرافی مسیر، مجرای سیفون از چندین قسمت شیبدار و افقی تشکیل یابد. نکته مهم اینکه قسمت‌های افقی را با شیب حداقل ۰/۰۰۵ در نظر می‌گیرند تا بتوان در صورت لزوم مجرا را به راحتی تخلیه کرد. برای اتصال قسمت‌های مختلف لوله در محل خمیدگی‌ها، از اتصالات ویژه‌ای استفاده می‌شود که هم از لحاظ نشت آب و هم از نظر مقاومت در مقابل نیروهایی که در اثر تغییر مسیر جریان آب متناسب با تغییرات اندازه حرکت به جداره وارد می‌شود، پاسخگو باشد.

در سیفون‌های بزرگ، در عمیق‌ترین نقطه مسیر، تأسیساتی برای تخلیه آب سیفون و چاهک آدم رو برای دسترسی به داخل مجرا ساخته می‌شود. با توجه به اینکه سیفون‌های مورد استفاده در شبکه فرعی، هم از لحاظ دبی عبوری و هم از نظر طول سیفون، کوچک می‌باشند، احتیاج به لوله تخلیه و چاهک آدم رو نخواهند داشت و در اینجا از توضیح بیشتر درمورد آنها خودداری می‌شود.

پ - خروجی

ساختمان خروجی سیفون قرینه ورودی آن می‌باشد با این تفاوت که لوله هوا و دریچه و شبکه آشغالگیر معمولاً در خروجی به کار نمی‌رود.

در سیفون‌های بزرگ برای امکان کنترل بهتر در قطع و وصل جریان سیفون، و به ویژه در مورد سیفون‌های با مجرای دو یا سه دهانه‌ای، در ورودی سازه به ازای هر دهانه یک دریچه و یک شیار فراز بند در نظر گرفته می‌شود. ولی در سیفون‌های کوچک شبکه‌های فرعی که غالباً یک دهانه خواهند بود، نیازی به نصب دریچه نبوده و به شیارهای فراز بند در ورودی و خروجی سازه بسنده می‌شود.

۳-۲-۳- ضوابط طراحی هیدرولیکی سیفون معکوس

الف - انتخاب قطر لوله

برای کاهش مشکلات بهره‌برداری و کاهش رسوبگذاری در مجرای سیفون و با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی، قطر لوله مجرای سیفون را بسته به طول مجرا و خاکی یا بتونی بودن تبدیل‌ها معمولاً طوری انتخاب می‌کنند که سرعت جریان آب با دبی طراحی حدود ۱/۵ تا ۳ متر در ثانیه باشد. حداقل قطر مجرا برای کاهش مشکلات بهره‌برداری ۰/۶۰ متر پیشنهاد می‌گردد.

ب - استغراق لوله

برای اجتناب از ایجاد جریان متلاطم در ورودی سیفون، رقوم ارتفاعی لوله طوری در نظر گرفته می‌شود که حداقل به اندازه ۱/۵ برابر ارتفاع نظیر سرعت در لوله مستغرق باشد. رعایت حداقل استغراق به اندازه ۱۵ سانتی متر نیز الزامی است. بهتر است در خروجی سیفون نیز همین شرایط برقرار باشد ولی اهمیت آن به اندازه ورودی سیفون نیست.

پ - برآورد افت بار هیدرولیکی

افت بار هیدرولیکی سیفون از قسمتهای زیر تشکیل می‌یابد:

- افت در طول مجرا

افت بار هیدرولیکی در طول مجرای سیفون با استفاده از رابطه مانینگ به صورت زیر حساب می‌شود:

$$S_f = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}}$$

$$HL = L \times S_f$$

که در آن :

S_f - شیب افت هیدرولیکی (بدون بعد)

n - ضریب زبری مانینگ (برای لوله های سیمانی ۰/۰۱۳ تا ۰/۰۱۴) ؛

V - سرعت جریان در مجرا (m/s) ؛

R - شعاع هیدرولیکی (m) ؛

L - طول مجرا (m) ؛

HL - افت بار در طول مجرا (m).

- افت در ورودی و خروجی

این افت متناسب با اختلاف مجذورات سرعت در مجرا و خارج از آن می باشد و به صورت زیر حساب می گردد :

$$H_f(in + out) = 1.1 \left(\frac{V_p^2 - VC^2}{2g} \right)$$

$H_f(in+out)$ - مجموع افت بار در ورودی و خروجی سیفون (m) ؛

1/1 - ضریب تجربی که ۰/۴ آن مربوط به ورودی و ۰/۷ آن به خروجی اختصاص دارد؛

V_p - سرعت جریان در مجرا (m/s) ؛

VC - سرعت جریان در کانال (m/s) ؛

g - شتاب ثقل زمین (۹/۸۱ m/s²).

- افت در خمیدگی های مجرا

افت در خمیدگی مجرای سیفون نیز متناسب با ارتفاع نظیر سرعت می باشد. رابطه زیر توسط USBR برای محاسبه افت بار

ناشی از خمیدگی لوله ها ارائه شده است.

$$H_b = \xi \frac{V^2}{2g}$$

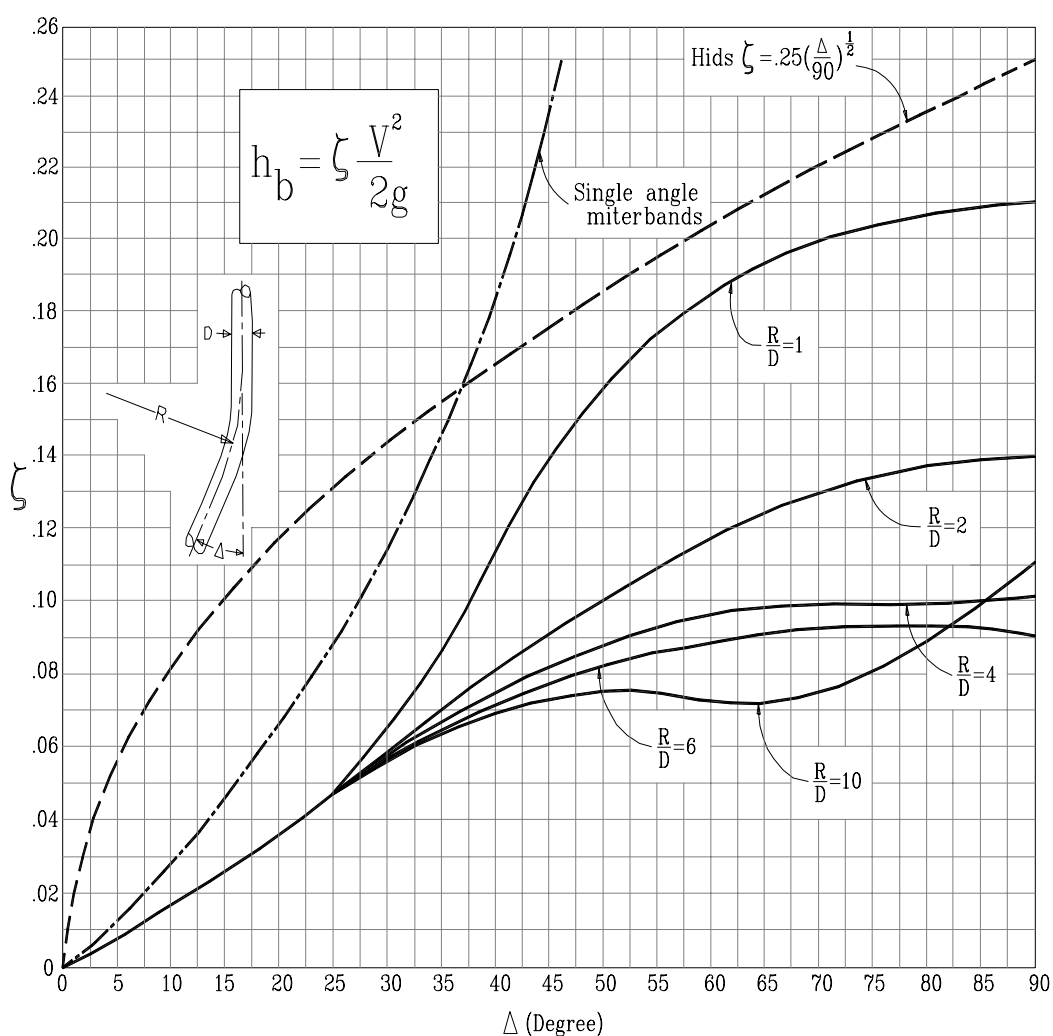
که در آن :

H_b - افت بار ناشی از خمیدگی (m) ؛

ξ - ضریب تجربی که بستگی به ساده بودن خمیدگی یا تدریجی بودن آن و همچنین بستگی به نسبت شعاع قوس خمیدگی به قطر لوله دارد و از نمودار شماره ۳-۱ استخراج می شود؛

V_p - سرعت جریان در لوله (m/s)؛

g - شتاب ثقل زمین (9.81 m/s^2).



نمودار شماره ۳-۲ - ضریب ξ برای محاسبه افت بار هیدرولیکی در خمیدگی های لوله ها

– افت در شبکه آشغالگیر

افت در شبکه آشغالگیر نیز متناسب با ارتفاع نظیر سرعت جریان آب است :

$$Ht = C \frac{V^2}{2g}$$

Ht – افت در آشغالگیر (m)؛

C – ضریب تجربی؛

V – سرعت جریان آب (m/s) ؛

g – شتاب ثقل زمین (9.81 m/s^2).

ضریب تجربی C از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$C = \beta \left(\frac{s}{b} \right)^{4/3} \sin \alpha$$

که در آن :

β ضریبی است که بستگی به شکل مقطع مفتول‌های شبکه آشغالگیر دارد و به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

ضریب β	شکل مقطع مفتول‌های شبکه
۲/۴۲	مفتول با مقطع مربع
۱/۸۳	مفتول با مقطع مربع با گوشه‌های قوس دار
۱/۶۷	مفتول با مقطع شبه دایره
۱/۷۹	مفتول با مقطع گرد
۰/۷۶	مفتول با مقطع آیرودینامیک

S – ضخامت مفتول‌های شبکه آشغالگیر (m) ،

b – فاصله بین مفتول‌ها (m) ،

α – زاویه استقرار شبکه نسبت به قائم (درجه).

با توجه به ضخامت و اندازه‌های رایج در نصب شبکه‌های آشغالگیر، افت بار مربوطه حدود ۲ تا ۴ سانتی متر سانتی متر خواهد بود.

– افت بار کلی سیفون

برای محاسبه افت بار کلی سیفون، مجموع افت‌های ذکر شده در بالا را با اضافه کردن ۱۰ درصد به عنوان ضریب اطمینان محاسبه می نمایند.

$$H_f (\text{total}) = 1/1 (H_L + H_f (\text{in+out}) + H_b + H_t)$$

۳-۳- پل^۱

پل یکی دیگر از سازه‌های تقاطعی کانال و جاده می‌باشد. سازه پل در واقع عبور جاده از روی کانال را بدون تغییر قابل توجه در مقطع آن امکان پذیر می‌سازد.

با توجه به پرهزینه بودن پل ماشین رو سعی می‌شود از سازه‌های جایگزین مانند زیرگذر جاده و یا سیفون معکوس استفاده شود. مگر در مواقعی که تأمین افت بار هیدرولیکی برای این سازه‌ها امکان پذیر نباشد و یا حفظ مقطع عرضی کانال در محل سازه اجتناب ناپذیر باشد.

با توجه به اینکه چنین مواردی تنها در کانال‌های بزرگ و اصلی قابل تصور می‌باشد و در شبکه‌های فرعی تغییر مقطع کانال و تأمین افت سازه‌های مناسب امکان پذیر است، لذا این سازه در شبکه‌های فرعی آبیاری کاربرد چندانی ندارد. نقشه‌های شماره ۵ و ۶ پیوست، نمونه‌ای از نقشه‌های تیپ پل ماشین رو را نشان می‌دهد.

۳-۴- روگذر^۲

۳-۴-۱- کلیات

جهت عبور نهرهای سنتی و همچنین زهکشهای کوچک از روی کانال از سازه روگذر استفاده می‌شود. انتخاب این سازه با توجه به رقوم ارتفاعی کانال و زهکشی یا نهر سنتی مورد تلاقی و مقایسه آنها و همچنین لزوم حفظ رقوم ارتفاعی آنها انجام می‌گیرد. معمولاً انتخاب این سازه در شرایطی صورت می‌گیرد که کانال در خاکبرداری کامل واقع شده باشد.

اگر دبی نهر سنتی یا زهکش زیاد و نیز عبور آن از زیر کانال میسر باشد، با در نظر گرفتن مقایسه اقتصادی، بهتر است از گزینه زیرگذر^۳ استفاده شود.

ساده‌ترین شکل روگذر عبارت از قراردادن یک شاخه لوله یا نیم لوله فولادی بر روی مقطع کانال می‌باشد. حفاظت دو سر لوله یا نیم لوله با عملیات بنایی و با ملات سیمانی در دو طرف کانال ضروری است. به طوری که نیروی وزن لوله و آب داخل آن باعث خرابی پوشش بتونی کانال نشود. رعایت فاصله عمودی حداقل ۰/۳۰ متر بین سطح آب کانال و لبه پائین روگذر الزامی است.

برای عبور جریان نهر سنتی یا زهکش کوچک از روی جاده سرویس کانال، که قبل یا بعد از عبور از روی کانال انجام می‌گیرد، می‌توان مقطعی با عرض زیاد و عمق کم (مثلاً مقطع مثلثی شکل به عمق ۰/۵ متر و عرض فوقانی ۳ متر) احداث نمود به طوری که امکان تردد خودروها از روی آن به راحتی امکان پذیر باشد. ولی اگر تغییرات دبی نهر سنتی یا زهکش به حدی باشد که با مقطع ذکر شده، امکان عبور از روی جاده سرویس وجود نداشته باشد، و یا حفظ رویه جاده سرویس کانال غیر قابل اجتناب باشد، در این صورت، لوله روگذر را در موقعیت جاده سرویس ادامه داده و با ایجاد رامپ عمودی، جاده سرویس را از روی لوله عبور می‌دهند. رعایت شیب حداکثر ۱۰ درصد برای رامپ‌های عمودی ضروری خواهد بود.

1- Bridge

2- Over Chute or Over Pass

3- Culvert

بسته به توپوگرافی منطقه، ادامه مسیر نهر سنتی یا زهکش، گاهی پس از عبور از روی کانال، با پائین انداختن نهر سنتی یا زهکش به صورت آبشار الزامی می‌باشد. که در این صورت، معمولاً از آبشار قائم استفاده می‌شود که در مبحث مربوطه به تشریح آن پرداخته می‌شود. نقشه شماره ۷ پیوست، جزئیات سازه روگذر را نشان می‌دهد.

برای کوتاهتر کردن طول سازه، بهتر است مسیر نهر یا زهکش در محل تلاقی با کانال، عمود انتخاب شود. همچنین برای عبور دبی نهر سنتی یا زهکش از یک مقطع عرضی کوچک، بهتر است شیب طولی سازه روگذر به اندازه کافی زیاد باشد. چنانچه ذکر شد، مجرای عبور روگذر معمولاً به شکل لوله یا نیم لوله فلزی انتخاب می‌شود. چنانچه دبی عبوری از آن زیاد باشد، از مقطع مستطیلی با بتون مسلح استفاده می‌شود. در این صورت، ناو مستطیلی بر روی پایه‌هایی استقرار می‌یابد که در قسمت شیب دار کانال و خارج از عرض سطح آب ساخته می‌شود، بدین معنی که پایه‌ها نباید مانعی بر سر راه جریان آب در کانال با دبی طراحی ایجاد کند.

دهانه ورودی روگذر ممکن است به شکل یکی از تبدیل‌های تیپ USBR ساخته شود. تشریح این تبدیل‌ها و موارد کاربرد آنها در فصل هفتم دیده می‌شود. به منظور سادگی اجرا و کم هزینه شدن سازه می‌توان به جای تبدیل، از یک دیواره استفاده کرد که خطر نشت جریان زهکش یا نهر و آسیب رسیدن به بدنه کانال را نیز مرتفع سازد.

اگر خروجی سازه روگذر فاقد آبشار باشد، احداث یک تبدیل و یا دیواره‌ای شبیه قسمت ورودی و احداث یک جوضچه آرامش بتونی و یا حفاظت مقطع زهکش یا نهر در طول حداقل ۴ برابر ارتفاع ناو و یا قطر لوله و نیز حداقل ۱/۵ متر به شکل خشکه چینی و یا استفاده از قلوه سنگ کافی خواهد بود. با توجه به موقعیت مسیر و رقوم ارتفاعی آن، ممکن است در ادامه زهکش یا نهر، احداث یک آبشار در انتهای روگذر لازم باشد. این آبشار می‌تواند قائم، مایل و یا مایل مانع دار باشد.

۳-۴-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی

الف - ورودی

در تعیین رقوم ارتفاعی مناسب ورودی سازه روگذر می‌باید به نکات زیر توجه کرد :

اول اینکه رقوم کف ورودی به اندازه کافی بالاتر از سطح آب کانال با دبی طراحی باشد به طوری که با رعایت عمق آزاد و حداقل ۰/۳۰ متر، عبور لوله یا ناو از روی کانال امکان پذیر باشد.

دوم اینکه جهت استفاده کامل از مقطع لوله و اطمینان از پر بودن جریان در آن حداقل استغراق باید به اندازه ۱/۵ برابر ارتفاع نظیر سرعت در لوله برای ورودی مجرا باشد.

سوم اینکه برای جلوگیری از آسیب رسیدن به بدنه کانال، سطح آب در زهکش یا نهر می‌باید حداقل به اندازه ۰/۶۰ متر پائین تر از بالای خاکریز کانال در سمت ورودی روگذر و یا پائین تر از لبه بالائی تبدیل بتونی و یا دیواره جایگزین تبدیل باشد. به عبارت دیگر ارتفاع خاکریز و یا دیواره تبدیل می‌باید به اندازه‌ای باشد که لبه بالائی آن حداقل ۰/۶۰ متر بالاتر از سطح آب در ورودی باشد.

ب - ناو یا لوله

چنانچه گفته شد، این قسمت از روگذر به صورت لوله یا نیم لوله و یا ناو مستطیلی شکل ساخته می‌شود. برای دبی‌های کوچک، استفاده از لوله فولادی مناسب تر است و معمولاً برای دبی‌های بیشتر، ناو مستطیلی با بتون مسلح مورد استفاده قرار می‌گیرد. ایجاد

سرعت زیاد در ناو یا لوله برای استفاده از مقطع کوچکتر، جهت کاهش هزینه های اجرایی ضروری می باشد. سرعت جریان در لوله یا ناو را می توان ۳ الی ۷ متر در ثانیه در نظر گرفت. حداقل قطر لوله برای این سازه ۶۰ سانتی متر پیشنهاد می گردد. برای جلوگیری از وقوع جریان بحرانی که باعث تلاطم و تغییرات شدید عمق آب می شود، بهتر است شیب ناو یا لوله را طوری در نظر گرفت که سرعت جریان حداقل ۲۰ درصد بیشتر از سرعت بحرانی یا به عبارت دیگر، عدد فرود بزرگتر از ۱/۲ باشد.

پ - خروجی

اگر رقوم ارتفاعی پائین دست نهر یا زهکش به اندازه کافی پائین باشد، احداث آبشار پس از ناو و یا لوله الزامی خواهد بود. آبشار قائم به دلیل سادگی در ساخت، مطلوبتر می باشد. شرط استفاده از آبشار قائم این است که ارتفاع آن بیش از ۲/۴ متر نباشد. ضوابط هیدرولیکی آبشارها در فصل چهارم قابل ملاحظه می باشد.

۳-۵- زیرگذر^۱

۳-۵-۱- کلیات

برای عبور زهکش ها، مسیل ها و خطرالقعرها از زیر کانال، سازه زیرگذر به کار می رود. در طراحی این سازه معمولاً سعی می شود امتداد زیرگذر عمود بر مسیر کانال انتخاب گردد تا طول سازه کوتاهتر و اجرای آن راحتتر شود. در هر حال، گاهی تغییر مسیر زهکش های طبیعی مشکل بوده و ساختن سازه زیر گذر به صورت مورب گریز ناپذیر خواهد بود.

اساس طراحی سازه زیرگذر، جریان آزاد در مجرای آن می باشد. در مواردی که رقوم ارتفاعی کف مسیل یا زهکش به اندازه کافی پائین تر از کانال نباشد، می توان این شرایط را به طور مصنوعی ایجاد نمود. این کار معمولاً با افزایش شیب در قسمتی از بالادست و کاهش شیب در بخشی از مسیر زهکش یا مسیل در پائین دست امکان پذیر خواهد بود. در برخی موارد نیز شاخه ورودی زیرگذر را به صورت شیب دار طراحی می کنند و شاخه خروجی آن را افقی و با رعایت حداقل شیب طولی ۰/۰۰۵ در نظر می گیرند.

عبور دبی طراحی در این سازه باید به صورت آزاد و بدون فشار باشد ولی می توان دبی کنترل را با تامین اختلاف ارتفاع سطح آب در بالادست و پائین دست، به صورت پر و کم فشار طراحی کرد.

دبی طراحی در این سازه بسته به اهمیت و عمر مفید شبکه های آبیاری و زهکشی، سیلاب با دوره برگشت ۲۵ ساله و دبی کنترل سیلاب با دوره برگشت ۵۰ ساله پیشنهاد می شود.

۳-۵-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی

الف - ورودی

برای ورودی سازه زیرگذر می توان از تیپهای مختلف تبدیل ها استفاده کرد. اگر زهکش یا مسیل، در قسمت ورودی، مقطعی مشخص داشته باشد، تیپ یک USBR مناسب خواهد بود ولی اگر مسیل دارای عرض زیاد و شکل نامشخصی باشد، بهتر است از تبدیل تیپ دوم استفاده شود. تبدیل تیپ سه برای پائین انداختن سطح آب در ورودی مناسب می باشد و تبدیل تیپ چهار، امکان

پائین انداختن ورودی لوله را مهیا می‌سازد. در مورد مسیل‌های بزرگ، ساختن دیوارهای مورب جهت هدایت جریان به مقطع صندوقه ای و ادامه دادن دیواره ها با ارتفاع لازم در بالای صندوقه ضرورت دارد.

ب - مجرای زیرگذر

استفاده از لوله برای دبی‌های کم، مناسب است. ولی اگر دبی طراحی زیرگذر بیشتر از حدود ۲/۵ تا ۳ متر مکعب در ثانیه باشد، بهتر است از مقطع صندوقه ای استفاده نمود. رعایت حداقل قطر لوله ۰/۶۰ متر برای کاهش مشکلات بهره برداری الزامی است. اگر در خروجی سازه از تبدیل بتونی استفاده شود، سرعت جریان مجرای زیرگذر را می‌توان حدود ۳ متر در ثانیه با دبی طراحی در نظر گرفت. هرگاه خروجی سازه مجهز به حوضچه آرامش باشد، می‌توان این سرعت را به ۴ متر در ثانیه نیز افزایش داد. حداقل فاصله لبه بالائی لوله یا صندوقه از کف کانال خاکی باید ۰/۶۰ متر باشد. هرگاه کانال دارای پوشش بتونی باشد، این فاصله را می‌توان به ۰/۳۰ متر کاهش داد.

پ - خروجی

نقش خروجی سازه زیرگذر، انتقال جریان آب به مسیر اصلی خود در زهکش یا مسیل طبیعی، بدون ایجاد فرسایش می‌باشد. برای این منظور معمولاً از تبدیل بتونی، حوضچه آرامش و یا آبشار مایل مانع دار و سایر کاهنده‌های انرژی استفاده می‌شود. اگر سرعت جریان در زیرگذر بیشتر از ۳ متر در ثانیه نباشد، استفاده از تبدیل‌های بتونی بهتر است. مناسب‌ترین و ساده‌ترین خروجی برای زهکش‌ها، تبدیل تیپ یک می‌باشد ولی اگر مسیل مقطع مشخصی نداشته باشد، تبدیل تیپ دو ترجیح داده می‌شود. اگر سرعت جریان در مجرا بیش از ۳ متر در ثانیه باشد، استفاده از خروجی مانع دار^۱ و یا آبشار با حوضچه آرامش ضرورت پیدا می‌کند.

در صورت استفاده از خروجی مانع دار، می‌توان سرعت در مجرای زیرگذر را تا ۴ متر در ثانیه نیز در نظر گرفت. در این صورت، سرعت تئوریک در خروجی با استفاده از رابطه روزنه $(V = \sqrt{2gh})$ نباید از ۱۵ متر در ثانیه بیشتر باشد. با در نظر گرفتن احتمال مسدود شدن خروجی مانع دار و خطر تخریب آن، توصیه می‌شود که با مهیا ساختن شرایط برای سایر گزینه‌ها (مانند تبدیل‌های تیپ یک و دو) حتی المقدور از این نوع خروجی استفاده نشود.

اگر در خروجی زیرگذر از آبشار مایل با حوضچه آرامش استفاده شود، باید از برقراری سطح آب نسبتاً ثابت در پایاب اطمینان حاصل کرد.

در طراحی هیدرولیکی پروفیل طولی زیرگذر، ورودی و یا خروجی سازه به عنوان مقطع کنترل جریان انتخاب می‌شود. اگر مقطع مسیل در پائین دست عریض و بدون شکل باشد و ورودی و خروجی سازه دارای اختلاف ارتفاع قابل ملاحظه باشد، ورودی سازه نیز به عنوان مقطع کنترل هیدرولیکی انتخاب می‌شود و در غیر این صورت خروجی سازه مقطع کنترل به حساب می‌آید. با فرض سطح آب نسبتاً ثابت در مقطع کنترل انتخاب شده، و با محاسبه افت بار هیدرولیکی لازم در ورودی و خروجی و مجرای سرپوشیده (شبیه محاسبات زیرگذر جاده و سایر سازه‌های مشابه) سطح آب در مقاطع مختلف سازه محاسبه می‌گردد.

برای جلوگیری از جریان نشت آب از بالادست سازه به پائین دست آن که احتمال تخریب تدریجی را مهیا می‌سازد، بهتر است از طوقه لوله^۱ استفاده نمود. طوقه لوله در واقع با طولانی کردن مسیر نشت، سرعت و دبی نشت را کاهش می‌دهد. در شرایط عادی،

سه عدد طوقه لوله در سازه زیرگذر در نظر گرفته می شود: یک طوقه در محور سکوی بالادست کانال، یک طوقه در ابتدای سکوی پائین دست و یک طوقه دیگر در فاصله ۰/۶۰ متری پائین دست انتهایی سکوی پائین دست کانال. اگر خروجی سازه دارای حوضچه آرامش یا خروجی مانع دار نباشد، بهتر است به وسیله خشکه چینی با لاشه سنگ و یا ریختن قلوه سنگ به طول حداقل سه برابر قطر لوله حفاظت شود. نقشه شماره ۸ نمونه ای از نقشه های تیپ زیرگذرها را نشان می دهد.

۳-۶- ناو پایه دار^۲

برای عبور کانال از عرض یک دره، رودخانه یا مسیل و یا زهکش بزرگ می توان از ناو پایه دار استفاده کرد. مقطع ناو پایه دار مستطیلی، نیم دایره و یا به شکل لوله است. برای کوچک شدن سطح مقطع ناو پایه دار، سرعت جریان در ناو زیاد انتخاب می شود و با تمهیداتی در خروجی، انرژی جریان گرفته شده و از فرسایش کانال جلوگیری می گردد. به علت پرمهزینه بودن ناوپایه دار، این سازه کار برد چندانی ندارد و به خصوص در شبکه های فرعی آبیاری، سعی می شود با انتخاب گزینه های کم هزینه تر، حتی المقدور از به کارگیری این سازه اجتناب شود. در ادامه به مقایسه گزینه های مختلف سازه های تقاطعی پرداخته شده است.

۳-۷- مقایسه گزینه ها

۳-۷-۱- گزینه های تقاطع کانال با جاده

در محل تلاقی کانال با جاده، گزینه های زیر گذر جاده، سیفون معکوس و پل ماشین رو مطرح می باشد. در قدم اول باید امکان استفاده از سازه زیر گذر جاده را بررسی کرد زیرا ساده ترین و کم هزینه ترین گزینه است. در صورت وجود اختلاف ارتفاع کافی بین سطح آب در کانال و سطح جاده، به راحتی می توان این سازه را به عنوان گزینه برتر انتخاب کرد. در صورت کافی نبودن این اختلاف ارتفاع، راه حل ایجاد رامپ عمودی برای جاده باشیب حداکثر ۱۰ درصد باید بررسی شود. در این صورت نیز گزینه زیر گذر جاده برتر خواهد بود. اگر ایجاد رامپ عمودی در جاده امکان پذیر نباشد و یا با احداث رامپ نیز نتوان اختلاف ارتفاع کافی برای عبور کانال از زیر جاده را تأمین کرد، بهتر است سراغ سازه سیفون معکوس رفت. سیفون معکوس در زیر جاده از نظر بهره برداری سازه مناسبی به حساب نمی آید ولی با در نظر گرفتن تمهیدات مناسب از قبیل ایجاد سرعت زیاد در مجرای سیفون (برای جلوگیری از رسوب) و نیز تعبیه شبکه آشغالگیر در ورودی آن می توان مشکلات بهره برداری را به حداقل رسانید.

سازه پل ماشین رو در مقایسه با دو گزینه دیگر چنان پرمهزینه می باشد که نمی توان به راحتی آن را انتخاب کرد. این سازه تنها در موردی توجیه پذیر است که امکان هیچ گونه تغییری در شکل مقطع کانال و رقوم ارتفاعی آن قابل تصور نباشد. با توجه به ابعاد کوچک و ظرفیت کم کانال های شبکه آبیاری فرعی، به راحتی می توان کانال را به شکل زیرگذر جاده و یا سیفون معکوس از زیر جاده ها عبور داد و حتی المقدور از به کار بردن سازه پل ماشین رو اجتناب کرد.

1- Pipe Collars

2- Elevated Flume

۳-۷-۲- گزینه های تقاطع کانال با رودخانه، مسیل یا زهکش

برای عبور متقاطع کانال با مسیر رودخانه، مسیل، خط القعر و زهکش، گزینه های سیفون معکوس، زیر گذر و ناو پایه دار مطرح می باشد. ساده ترین گزینه از نظر هزینه اجرایی و مسایل بهره برداری، سازه زیر گذر می باشد بدین معنی که در شرایط عادی سازه زیرگذر مقرون به صرفه بوده و دارای بهره برداری آسانی می باشد. هرگاه عمق دره یا مسیل نسبت به کف کانال زیاد باشد، به خصوص در مناطقی که تأمین مصالح خاکریزی مشکل باشد (مانند استان های مازندران و گیلان)، سازه سیفون از نظر اقتصادی با این سازه قابل رقابت خواهد بود. همچنین اگر دبی عبوری از مسیل به حدی باشد که ساختن مقطع بزرگی را به صورت صندوقه ای (تک صندوقه ای و دو یا چند صندوقه ای) لازم داشته باشد، باز ممکن است سیفون معکوس ارزان تر از زیر گذر ارزیابی شود.

اگر عمق دره نسبت به کف کانال بیش از حدود ۸ متر باشد و یا دبی عبوری از دره بیش از ۱۰ متر مکعب در ثانیه باشد، در شرایط عادی به احتمال زیاد گزینه سیفون معکوس از نظر اقتصادی نسبت به زیرگذر برنده خواهد شد. لذا در شرایط بینابینی و همچنین در شرایط خاص مانند مشکلات تأمین مصالح خاکریزی، مقایسه دقیق دو گزینه سیفون معکوس و زیرگذر، ضرورت خواهد داشت. توصیه می شود که اگر هزینه اجرایی این دو سازه نزدیک به هم باشد، برای سهولت بهره برداری، سازه زیرگذر انتخاب شود.

گزینه ناو پایه دار به علت پر هزینه بودن و دارا بودن مشکلات طراحی و اجرایی، طرفدار چندانی ندارد. از این رو، باید در انتخاب این سازه احتیاط کامل به عمل آورد و با تحلیل فنی و اقتصادی و با رد کردن دو گزینه دیگر، به سراغ این سازه رفت.

فصل چهارم

سازه های انرژی گیر

۴-۱- طراحی کانال با جریان فوق بحرانی و تبدیل آن به جریان زیر بحرانی

در طراحی پروفیل طولی کانال‌ها در مقاطع پر شیب، گاهی تعداد سازه‌های آبشار یا شیب شکن مورد نیاز، آن قدر زیاد است که هزینه اجرایی را بالا برده و گاهی فاصله این سازه‌ها از همدیگر به قدری کم است که در همدیگر تأثیر گذاشته و جریان هیدرولیکی کانال در فاصله آبشارها به حالت نرمال نمی‌رسد. در چنین شرایطی می‌توان کانال را با شیب تند و با جریان فوق بحرانی طراحی کرد.

جریان فوق بحرانی و سرعت زیاد در کانال‌های با ظرفیت بالا می‌تواند خطرات جانی را در مناطق مسکونی افزایش دهد ولی برای کانال‌های کوچک مانند کانال‌های شبکه فرعی آبیاری، استفاده از جریان فوق بحرانی که با سرعت زیاد همراه است، مشکل چندانی به وجود نخواهد آورد.

در طراحی کانال با جریان فوق بحرانی، قبل از رسیدن به سازه‌هایی مانند آبگیر که احتیاج به جریان آرام و زیر بحرانی دارند، جریان کانال را باید به زیر بحرانی تبدیل کرد. در زیر شرایط طراحی کانال با جریان فوق بحرانی و نحوه تبدیل آن به جریان زیر بحرانی توضیح داده می‌شود:

عدد فرود نشان دهنده نوع جریان در کانال‌های روباز به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gd}}$$

که در آن:

F: عدد فرود (بدون بعد)؛

V: سرعت جریان (m/s)؛

g: شتاب ثقل زمین (9.81 m/s^2)؛

d: عمق آب (m)

اگر عمق آب در عرض کانال متفاوت باشد، (مانند مقطع دوزنقه ای) عمق معادل با تقسیم سطح مقطع جریان به عرض فوقانی

آب به کار برده می‌شود:

$$dm = \frac{A}{T}$$

که در آن:

dm: عمق معادل (m)؛

A: سطح مقطع جریان (m^2)؛

T: عرض فوقانی آب (m)؛

در جریان بحرانی، عدد فرود برابر با یک است. عدد فرود کوچکتر از یک معرف جریان زیر بحرانی و عدد فرود بزرگتر از یک

نشان دهنده جریان فوق بحرانی می‌باشد.

با توجه به اینکه شرایط هیدرولیکی در جریان‌های بحرانی شدیداً متغیر می‌باشد و تغییر پی در پی جریان از زیر بحرانی به فوق بحرانی و بر عکس، باعث تغییرات متوالی عمق آب و تلاطم و ناپایداری در کانال می‌گردد؛ در طراحی کانالها می‌باید سعی شود که به اندازه کافی از جریان بحرانی دوری کرد. بدین منظور عدد فرود در جریانهای زیر بحرانی نباید بیشتر از 0.8 و در جریانهای فوق بحرانی نباید کمتر از 1.25 باشد.

با توجه به اینکه تبدیل جریان فوق بحرانی با عدد فرود 2.5 تا 4.5 به جریان زیر بحرانی به دلیل تشکیل جهش آبی ناپایدار مشکلاتی به همراه دارد، لذا عدد فرود در جریان فوق بحرانی در کانال‌ها به صورت $1.25 < F < 2.25$ پیشنهاد می‌شود. در چنین شرایطی، جهت تبدیل جریان فوق بحرانی به زیر بحرانی در محل آبگیرها و سایر سازه‌هایی که به جریان آرام احتیاج دارد، سازه به خصوصی به عنوان سازه انرژی گیر احتیاج نبوده و کافی است کف کانال حدود 10 تا 15 سانتی متر پائین تر انداخته شود و تا طولی حدود 10 متر به صورت افقی و بدون شیب ساخته شود. در این صورت جریان به زیر بحرانی تبدیل می‌شود و می‌توان کانال را با شیب زیر بحرانی ادامه داد و یا از سازه آبگیری استفاده کرد.

۴-۲- تنداب^۱

۴-۲-۱- کلیات

تنداب یا شوت سازه ای است که جهت عبور کانال از منطقه ای پر شیب ساخته می‌شود. در این سازه خط کف قسمت شیب دار با تبعیت از وضعیت زمین طبیعی طراحی می‌گردد. شیب مناسب برای طراحی تنداب حدود 3 تا 5 درصد می‌باشد. برای شیب‌های کمتر بهتر است کانال را به صورت فوق بحرانی طراحی نمود و یا با در نظر گرفتن سازه آبشار به تعداد کافی کانال را با شرایط زیر بحرانی طراحی کرد. سازه تنداب از قسمت‌های مختلفی به شرح زیر تشکیل می‌یابد:

الف - تبدیل ورودی

با توجه به اینکه قسمت شیب دار تنداب با مقطع مستطیلی ساخته می‌شود، یک تبدیل دوزنقه به مستطیل در ابتدای سازه لازم خواهد بود. این تبدیل، علاوه بر اتصال مقطع دوزنقه ای به مستطیلی، شیب ملایم قبل از سازه را به شیب تند سازه متصل می‌کند. جهت اطمینان از عدم انتقال شرایط هیدرولیکی به بالادست کانال، بهتر است مقطع کنترلی در تبدیل ورودی در نظر گرفته شود. با توجه به اینکه در ابتدای قسمت شیبدار، جریان بحرانی رخ می‌دهد، می‌توان با ایجاد شیب منفی در کف تبدیل ورودی و یا با احداث آستانه یا سرریز در انتهای تبدیل که ارتفاع آن به اندازه تفاضل عمق آب نرمال در بالادست تنداب و عمق بحرانی در آغاز قسمت شیب دار خواهد بود، یک مقطع کنترل در ابتدای سازه به وجود آورد. در هر دو صورت (احداث سرریز یا ایجاد شیب منفی) بهتر است با ایجاد شکافی در شیب منفی یا سرریز، منطبق بر محور کانال، تخلیه کامل را در موارد قطع جریان آب امکان پذیر نمود.

ب - قسمت شیب دار تنداب

این بخش از تنداب که اصلی ترین قسمت سازه به حساب می آید با مقطع مستطیلی ساخته می شود و شیب طولی آن مطابق با شیب زمین طبیعی در مسیر کانال خواهد بود. لذا ممکن است قسمت شیبدار تنداب از چندین بخش با شیبهای مختلف تشکیل شده باشد. جریان در این قسمت از سازه فوق بحرانی خواهد بود.

پ - منحنی اتصال

برای دست یافتن به شرایط هیدرولیکی مناسب جهت تشکیل یک جهش آبی پایدار، انتهای سازه تنداب به صورت یک آبشار مایل طراحی می‌شود. جهت اتصال قسمت شیب دار تنداب به قسمت آبشار که شیب تندتری معادل با ۲ افقی به ۱ عمودی دارد، از منحنی اتصال استفاده می شود. این قسمت از سازه علاوه بر اینکه اتصال دو شیب مختلف را به صورت قوسی ملایم امکان پذیر می سازد، با افزایش عرض کف باعث کاهش عمق و در نتیجه افزایش عدد فرود جریان می گردد.

ت- آبشار مایل

این قسمت از سازه تنداب در واقع یک آبشار مایل مستطیلی (R.I.D.) می باشد که به حوضچه آرامش خاتمه پیدا می کند و شرایط جریان زیر بحرانی را در ادامه کانال مهیا می سازد .

۴-۲-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی**۴-۲-۲-۱- ضریب زبری**

با توجه به اینکه سازه تنداب برای از بین بردن انرژی است، ضریب زبری مانینگ در آن را کمتر از حالت معمولی در نظر می گیرند تا اطمینان کافی برای اتلاف کامل انرژی باشد، لذا برای مقطع بتونی مجرای تنداب ضریب زبری مانینگ ۰/۰۱۰ در نظر گرفته می شود.

۴-۲-۲-۲- طول تبدیل ها

تنگ شدگی یا گشاد شدگی خطوط جریان در تبدیل ها اگر با زاویه تندى صورت گیرد، باعث به وجود آمدن امواجی می گردد که ممکن است از حوضچه آرامش نیز رد شده و در ادامه کانال موجب بروز مشکلاتی گردد. لذا طول تبدیل‌های تنداب نباید کمتر از حد معینی باشد. بدین منظور کتانژانت زاویه انحراف سطح آب در تمام طول تنداب نباید کمتر از ۳/۳۷۵ برابر میانگین عدد فرود در دو سر تبدیل باشد:

$$\cot g \alpha \geq 3.375F$$

α : زاویه انحراف سطح آب (درجه)

F : عدد فرود میانگین ابتدا و انتهای تبدیل (بدون بعد) که از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$F = \frac{v}{\sqrt{(1-k)gd \cos \theta}}$$

که در آن:

v : سرعت جریان در مقطع مورد نظر (m/s)

g: شتاب ثقل زمین (9.81 m/s^2)

d: عمق آب در مقطع مورد نظر (m)

θ : زاویه شیب کف جدار در مقطع مورد نظر (درجه)

K: ضریبی که به شرح زیر در نظر گرفته می شود.

اگر کف مسطح باشد k برابر صفر خواهد بود.

اگر کف به صورت قوسی از دایره باشد، مقدار k از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$k = \frac{v^2}{gR \cos \theta}$$

که در آن R شعاع قوس انحنای کف بر حسب متر می باشد.

اگر کف جدار به شکل قوس سهمی طراحی شده باشد، مقدار k به شرح زیر حساب می شود:

$$k = \frac{2(tg \theta L - tg \theta_0) hv \cos^2 \theta_0}{LT}$$

θL : زاویه شیب کف در انتهای منحنی اتصال (درجه)

θ_0 : زاویه شیب کف در ابتدای منحنی اتصال (درجه)

hv: ارتفاع نظیر سرعت در ابتدای منحنی اتصال (m)

Lt: طول منحنی اتصال (m)

از طرف USBR حداکثر ضریب K، ۰/۵ پیشنهاد شده است.

در طراحی تنداب بایستی از بکار بردن تبدیل نامتقارن و همچنین تغییر مسیر ناگهانی خودداری کرد. زیرا این عوامل نیز باعث بوجود آمدن امواج مشکل ساز می گردد. رعایت حداکثر زاویه انحراف سطح آب در تبدیل ها به میزان ۲۷/۵ درجه برای تنگ شدگی ها و ۲۲/۵ درجه برای گشادشدگی ها نیز الزامی می باشد.

۴-۲-۳- هیدرولیک مقطع تنداب

مقطع تنداب معمولاً به شکل مستطیلی و به صورت بتون مسلح ساخته می شود که با دیواره های سپری اتصال سازه به پی تأمین می گردد.

برای محاسبه مشخصات هیدرولیکی در مقاطع مختلف در طول تنداب، از معادله برنولی استفاده می شود:

$$d1 + hv1 + \Delta z = d2 + hv2 + hf$$

این معادله با فرض d2 های مختلف و به روش سعی و خطا حل می گردد. عناصر این رابطه به شرح زیر می باشد:

d1: عمق آب در نقطه ۱ (m)

hv1: ارتفاع نظیر سرعت در نقطه ۱ (m) $hv1 = \frac{v1^2}{2g}$

Δz : اختلاف ارتفاع کف دو نقطه (m)

d_2 : عمق آب در نقطه ۲ (m)

h_{v2} : ارتفاع نظیر سرعت در نقطه ۲ (m) $(h_{v2} = \frac{v_2^2}{2g})$

hf : افت بار هیدرولیکی در فاصله دو نقطه (m)

اگر طول تنداب کوچکتر از ۱۰ متر باشد می توان از افت بار هیدرولیکی صرفنظر کرد ($hf=0$)
در غیر اینصورت افت بار به شرح زیر محاسبه می شود:

$$hf = L.Sf$$

L : طول قسمت مورد نظر (m)

Sf : شیب افت انرژی (بدون بعد) که از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$Sf = \frac{n^2 v^2}{\frac{4}{R^3}}$$

n : ضریب مانینگ (برای مقطع بتونی تنداب $n = 0.010$ فرض می شود)

V : سرعت جریان (m/s)

R : شعاع هیدرولیکی جریان (m)

روش دیگر محاسبه مشخصات هیدرولیکی در تنداب روش قدم به قدم نام دارد.

در این روش از رابطه زیر استفاده می شود:

$$L = \frac{d_1 + h_{v1} - d_2 - h_{v2}}{sf - s_0}$$

در این رابطه S_f میانگین شیب هیدرولیکی بین دو مقطع و S_0 شیب کف تنداب می باشد.

هرچه فاصله نقاط متوالی انتخاب شده (L) کوچکتر باشد، دقت محاسبه بیشتر خواهد شد.

آغاز شیب تند در انتهای تبدیل ورودی به عنوان مقطع کنترل برای نقطه شروع محاسبات هیدرولیکی بکار می رود. در این نقطه

شرایط بحرانی برقرار خواهد بود. سرعت و عمق بحرانی از روابط زیر محاسبه می گردد:

$$vc = \sqrt[3]{qg} \quad dc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

vc : سرعت بحرانی (m/s)

dc : عمق بحرانی (m)

q : دبی واحد عرض (m^2/s)

g : شتاب ثقل ($9.81 m/s^2$)

عرض مقطع مستطیلی تنداب چنان انتخاب می شود که دبی واحد عرض آن حدود یک متر مکعب بر متر باشد. رعایت حداقل

عرض ۰/۶ متر با توجه به مسائل اجرایی مناسب خواهد بود.

ارتفاع دیواره ها با در نظر گرفتن عمق آزاد کافی محاسبه می شود. برای شرایط عادی در مقطع تنداب حداقل عمق آزاد از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$Fb = 0.10d + 0.25$$

عمق آزاد در شرایط عادی با عمق آزاد در شرایطی که عمق آب ۰/۴ برابر عمق بحرانی باشد، مقایسه می گردد و عدد بزرگتر در نظر گرفته می شود. اضافه می گردد که عمق آزاد در طول تنداب برای دبی های تا ۲/۸ متر مکعب در ثانیه نباید کمتر از ۰/۳۰ متر باشد.

اگر سرعت آب در قسمت هایی از طول شیبدار تنداب بیشتر از حدود ۱۰ متر بر ثانیه باشد، مقدار قابل ملاحظه ای هوا با جریان همراه خواهد شد. در این صورت نیز عمق آزاد محاسبه شده کافی خواهد بود.

در برخی موارد در تندابهای طولانی تر از ۶۰ متر و با شیب کف کمتر از ۲۰ درجه تشکیل امواج خروشان^۱ ملاحظه می شود. در این جریانات ممکن است آب از مقطع بتونی تنداب سرریز کند و یا حالت خروشان به بعد از حوضچه آرامش انتقال یابد. معمولاً تبدیل های ناگهانی در مقطع جریان و همچنین تبدیل های نامتقارن و یا قوس ها و زوایای تند در مسیر جریان باعث ایجاد امواج خروشان می شود که با رعایت این موضوع احتمال تشکیل آنها کاهش می یابد ولی برای اطمینان پیشنهاد می شود به روش زیر عمل می شود:

۱- تقسیم بندی طول مسیر تنداب به قسمتهایی که دارای شیب کف متفاوتی هستند.

۲- محاسبه شیب انرژی در هر قسمت با فرض سه حالت ۲۰ و ۵۰ و ۱۰۰ درصد دبی طراحی برای مقطع تنداب. برای این منظور می توان از روابط ارائه شده در صفحات قبل استفاده کرد.

۳- محاسبه زاویای شیب خط انرژی در هر قسمت :

$$V = \frac{2}{3} \times \frac{b}{WP} \times \frac{V}{\sqrt{gd \cos \theta}} \quad \text{۴- محاسبه عدد و در نیکوف}^۲ \text{ مربع عدد مونتاری}^۳ \text{ با استفاده از روابط زیر:}$$

V: عدد ودر نیکوف (بدون بعد)

b: عرض مقطع (متر)

WP: محیط خیس شده (متر)

V: سرعت جریان (متر بر ثانیه)

G: شتاب ثقل (متر بر مجذور ثانیه)

d: عمق آب (متر)

$$M^2 = \frac{V^2}{gSfL \cos \theta} \quad \theta: \text{شیب خط انرژی (درجه)}$$

M²: مجذور عدد مونتاری (بدون بعد)

1 -Surging

2 - Vedernikov Number

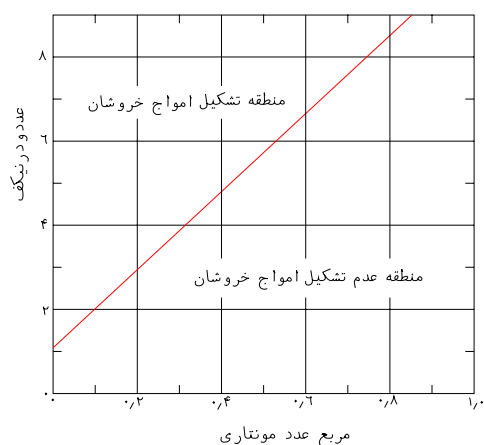
3 - Montuori Number

S_f : شیب خط انرژی

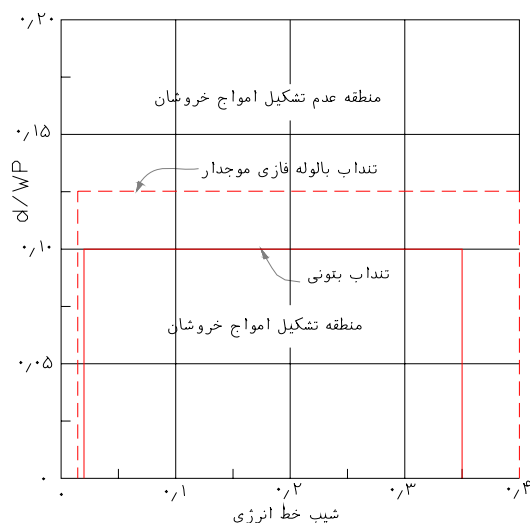
L : طول قسمت مورد نظر (متر)

۵- مقادیر محاسبه شده در نمودار ارائه شده در شکل ۴-۱ که در آن منطقه تشکیل امواج خروشان مشخص شده است، پیاده شود.

۶- نمودار دیگر پیشنهادی در شکل ۴-۲ ارائه شده است. با پیاده کردن مقادیر شیب خیز انرژی S_f و فاکتور d/wp در این نمودار احتمال وقوع امواج مشخص می‌گردد.



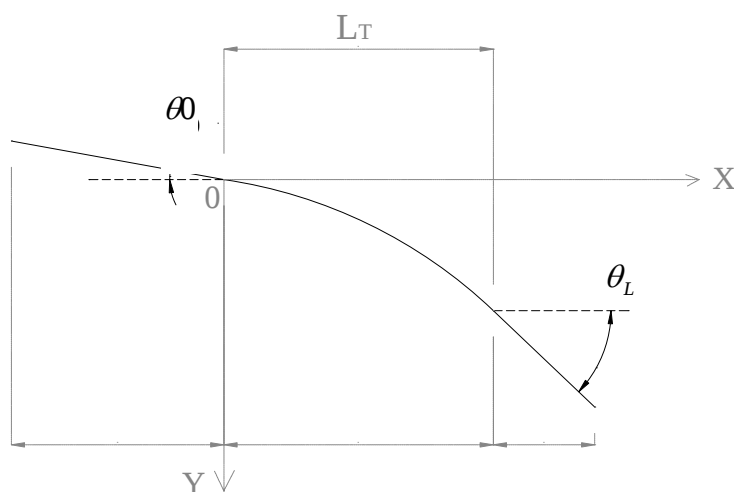
شکل ۴-۱- معیار تشخیص امواج خروشان در تنداب



شکل ۴-۲- تاثیر شکل مقطع و شیب تنداب با امواج خروشان

۴-۲-۲-۴- طراحی منحنی اتصال

منحنی اتصال قسمت کم شیب طول تنداب را به قسمت پرشیب آبشار انتهایی تنداب وصل می‌کند. شیب آبشار مایل، معمولاً ۱ عمودی به ۲ افقی در نظر گرفته می‌شود. ولی در صورت لزوم این شیب می‌تواند ۱ به ۱/۵ تا ۱ به ۶ باشد. قوس عمودی معمولاً به صورت یک سهمی به شکل زیر طراحی می‌شود.



شکل ۴-۳- منحنی اتصال تنداب (سهمی)

$$y = x \tan \theta_0 + \frac{(\tan \theta_L - \tan \theta_0) X^2}{2L_T}$$

x : فاصله افقی از مبدا (m)

y : فاصله عمودی از مبدا (m)

L_T : طول افقی منحنی اتصال (m)

θ_0 : زاویه کف تنداب نسبت به افق (درجه)

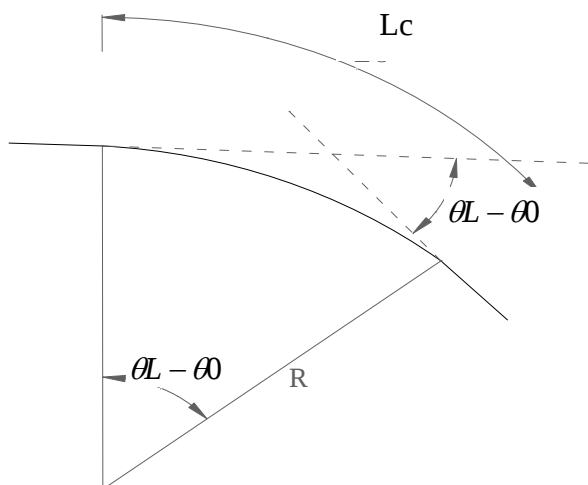
θ_L : زاویه کف قسمت شیبدار آبشار (درجه)

طول افقی منحنی با فرض مقدار ۰/۵ برای ضریب K که شرح آن در بند ۴-۲-۲-۲ گذشت محاسبه می‌گردد:

$$L_T = \frac{(\tan \theta_L - \tan \theta_0) 2h v \cos^2 \theta_0}{0.5}$$

می‌توان منحنی اتصال را به جای سهمی قوسی از دایره طراحی کرد. در این صورت پیشنهاد می‌شود شعاع قوس طوری انتخاب

شود که طول منحنی اتصال قدری بیشتر از طول آن در حالت سهمی باشد:



شکل ۴-۴ - منحنی اتصال تنداب (دایره ای)

در این قوس دایره ای رابطه زیر برقرار است:

$$L_C = 2\pi R \frac{\theta_L - \theta_0}{360}$$

اگر طول قوس را ۲۰ درصد بزرگتر از طول منحنی سهمی (L_T) که شرح آن قبلاً گذشت، فرض کنیم:

$$1.2L_T = 2\pi R \frac{\theta_L - \theta_0}{360}$$

در این صورت شعاع قوس مناسب برای منحنی اتصال دایره ای، به شکل زیر محاسبه می شود که بهتر است شعاع قوس محاسبه شده به یک متر بالایی گرد شود.

$$R = \frac{216L_T}{\pi(\theta_L - \theta_0)}$$

قسمت منحنی اتصال علاوه بر وصل کردن شیب ملایم به شیب تند، عرض مقطع جریان را بیشتر می کند. این کار برای کاهش عمق آب و در نتیجه افزایش عدد فرود، برای رسیدن به شرایط هیدرولیکی مناسب جهت برقراری جهش آبی پایدار در نظر گرفته می شود.

عرض انتهای منحنی اتصال که منطبق بر ابتدای قسمت شیبدار آبشار می باشد، از رابطه زیر حساب می شود:

$$b = \frac{18.5\sqrt{Q}}{Q+9.9}$$

در این رابطه که برای دبی های تا ۲/۸ متر مکعب پیشنهاد شده است، b عرض کف مناسب برای آبشار در قسمت شیبدار و حوضچه آرامش و Q دبی جریان بر حسب متر مکعب در ثانیه می باشد.

۴-۲-۲-۵- طراحی آبشار انتهایی تنداب

برای طرح هیدرولیکی آبشار انتهایی تنداب، از روابط زیر و به روش آزمون و خطا استفاده می‌شود:

$$dc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

d_c : عمق بحرانی (m)

q : دبی واحد عرض (m^2/s)

g : شتاب ثقل ($9.8 m/s^2$)

$$k = \frac{d_2}{d_1}$$

K : نسبت عمق های آب در جهش آبی (بدون بعد)

d_1 : عمق آب قبل از جهش آبی (m)

d_2 : عمق آب بعد از جهش آبی (m)

ارتفاع خط انرژی قبل از جهش آبی :

ارتفاع خط انرژی بعد از جهش آبی :

اتلاف انرژی در جهش آبی :

ارتفاع کف حوضچه آرامش :

$$EL1 = d_1 + hv_1$$

$$EL1 = d_1 + hv_1$$

$$H = EL1 - EL1$$

$$EL3 = EL1 - (d_1 + hv_1) = EL1 - (d_2 + hv_2 + H)$$

$$d_1 = dc \sqrt[3]{\frac{2}{k(k+1)}}$$

محاسبه عمق اول جهش آبی:

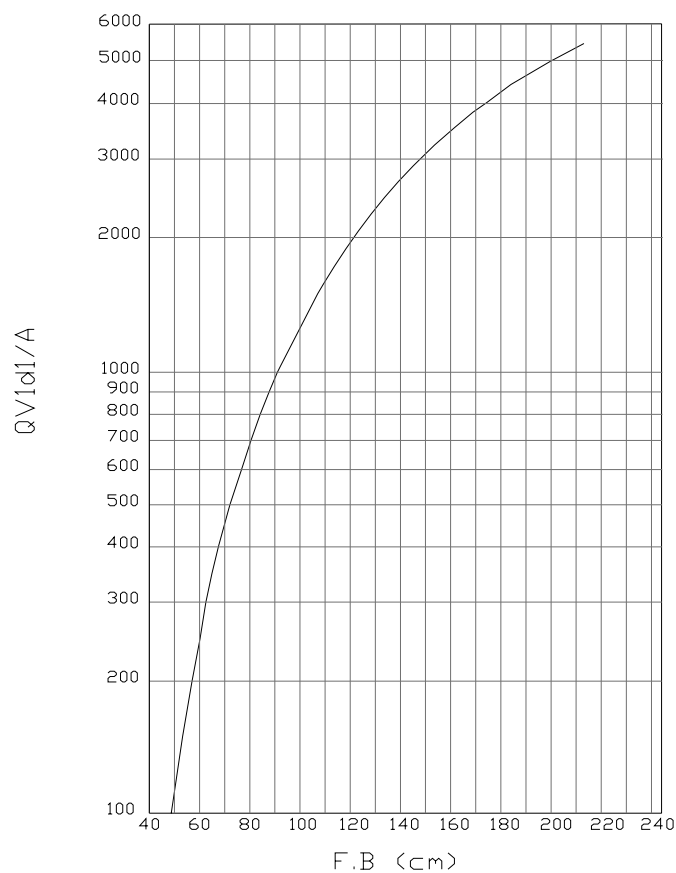
$$H = dc \frac{(k-1)^3}{4k} \sqrt[3]{\frac{2}{k(k+1)}}$$

محاسبه اتلاف انرژی در جهش آبی:

$$d_2 = \sqrt{\frac{2v_1^2 d_1}{g} + \frac{d_1^2}{4}} - \frac{d_1}{2}$$

محاسبه عمق دوم جهش آبی:

عمق آزاد در حوضچه آرامش با توجه به دبی و مشخصات جریان قبل از جهش آبی، با استفاده از نمودار زیر محاسبه می‌شود.



نمودار ۴-۱- عمق آزاد در حوضچه آرامش

۴-۳- آبشار^۱

سازه آبشار برای اتلاف انرژی و تأمین شیب ملایم برای کانال در مسیرهایی که شیب طبیعی زمین زیاد است، بکار برده می‌شود. از این رو به این سازه شیب شکن نیز می‌گویند. آبشارها انواع مختلفی دارند که در زیر تشریح می‌گردد.

۴-۳-۱- آبشار قائم^۲

۴-۳-۱-۱- کلیات

ساده ترین نوع آبشارها آبشار قائم می باشد که از یک دیوار قائم و یک حوضچه آرامش تشکیل می یابد. پیشنهاد می‌شود که ارتفاع آبشار قائم بیشتر از ۲/۴ متر نباشد.

برای طراحی آبشارهای قائم با ارتفاع بیشتر، ساختن مدل برای دستیابی به شرایط هیدرولیکی ناشناخته، الزامی می‌باشد.

1 - Drop

2 - Vertical Drop

یک آبشار قائم از یک تبدیل ورودی (تبدیل مقطع دوزنقه ای به مقطع مستطیلی) و یک حوضچه آرامش و یک تبدیل خروجی تشکیل می‌یابد.

۴-۳-۱-۲- ضوابط طراحی هیدرولیکی

در مورد تبدیل‌های ورودی و خروجی و شرایط هیدرولیکی آنها در مباحث قبلی توضیحات لازم داده شده است که از تکرار آنها در اینجا خودداری می‌شود. لذا مبانی هیدرولیکی ریزش آب از دیوار قائم و تشکیل جهش آبی در حوضچه آرامش تشریح می‌گردد.

عرض مناسب برای آبشار قائم از رابطه $b = \frac{18.5\sqrt{Q}}{Q+9.9}$ حساب می‌شود، در محل ریزش آب، یعنی در انتهای تبدیل ورودی، عمق بحرانی تشکیل می‌یابد. عمق بحرانی از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$dc = 3\sqrt{\frac{q^2}{g}}$$

dc: عمق بحرانی (m)

q: دبی واحد عرض (m^2/s)

g: شتاب جاذبه زمین

اگر ارتفاع دیوار قائم آبشار با D نشان داده شود، عمقهای اول و دوم جهش آبی در حوضچه آرامش از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$d1 = \frac{\sqrt{2dc}}{1/06 + \sqrt{\frac{D}{dc} + 1.5}}$$

$$d2 = \sqrt{\frac{d1^2}{4} + \frac{2v1^2 d1}{g}} - \frac{d1}{2}$$

در این رابطه ها $d1$ و $d2$ عمق های اول و دوم جهش آبی می باشند و $v1$ سرعت آب در محل تشکیل عمق $d1$ میباشد که از

$$\text{رابطه } v1 = \frac{Q}{b.d1} \text{ حساب می شود و } g \text{ شتاب جاذبه زمین است.}$$

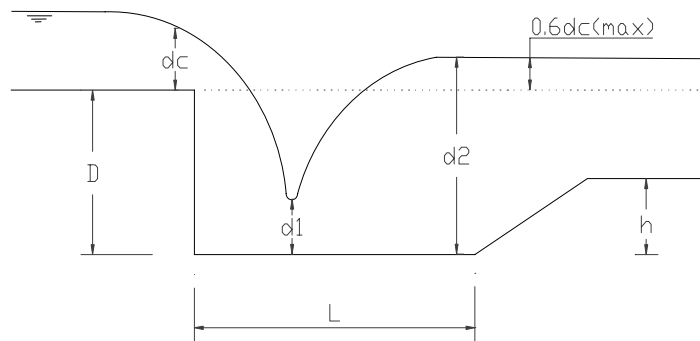
برای اطمینان از مستهلک شدن انرژی در داخل حوضچه آرامش و عدم انتقال آن به پایین دست سازه، تبدیل خروجی با یک شیب منفی به ادامه کانال متصل می گردد. ارتفاع کف کانال در پایین دست سازه نسبت به کف حوضچه آرامش نصف عمق بحرانی

$$\left(h = \frac{dc}{2} \right)$$

در نظر گرفته می شود.

برای محاسبه عمق آب نرمال در پایین دست سازه، ضریب زبری مانینگ را ۲۰ درصد کمتر از معمول فرض می کنند تا از ادامه نیافتن جهش آبی به پایین دست سازه اطمینان حاصل شود. ارتفاع سطح آب در پایین دست نسبت به کف آبشار در محل تشکیل عمق بحرانی نباید بیش از ۰/۶ عمق بحرانی باشد. طول حوضچه آرامش از رابطه زیر حساب می گردد (شکل شماره ۴-۵):

$$L = \left[2.5 + 1.1 \frac{dc}{D-h} + 0.7 \left(\frac{dc}{h} \right)^3 \right] \sqrt{hdc}$$



شکل شماره ۴-۵- عوامل هیدرولیکی آبشار قائم

با قرار دادن بلوکهای انرژی گیر در کف حوضچه آرامش می توان قدری طول حوضچه را کاهش داد. ولی در سازه‌های کوچک شبکه فرعی ساختن چنین بلوک های کوچکی مشکلات اجرایی زیادی دارد و حوضچه بزرگتر و بدون بلوک ترجیح داده می‌شود. طول تبدیل های ورودی و خروجی را نیز با رعایت حداکثر زاویه انحراف سطح آب که شرح آن قبلاً گذشت، قابل محاسبه می باشد. نقشه شماره ۱۱ پیوست، نمونه ای از نقشه تیپ آبشار قائم می باشد.

۴-۳-۲- آبشار مایل^۱

آبشار مایل سازه ای است که برای از بین بردن انرژی در کانالهایی که دارای مسیر پر شیبی هستند به کار می رود. ارتفاع ریزش آب یا ارتفاع معادل انرژی جنبشی تلف شده در این سازه معمولاً ۱ تا ۵ متر می باشد. ولی در کانال های کوچک آبشار نیم متری نیز مورد استفاده قرار می گیرد. ریزش آب در این نوع آبشار بر خلاف نوع قائم در یک مقطع شیب دار رخ می دهد. معمولاً شیب این قسمت را ۱ عمودی به ۲ افقی در نظر می گیرند. این سازه می‌تواند به همراه آب بند ساخته شود. در این صورت در بالادست آبشار یک سرریز ثابت به عنوان کنترل کننده سطح آب ساخته می شود.

۴-۳-۱- ضوابط طراحی هیدرولیکی آبشار مایل

عرض مقطع مستطیلی آبشار قائم مانند آبشار قائم با در نظر گرفتن ظرفیت کانال از رابطه $b = \frac{18.5\sqrt{Q}}{Q+9.9}$ تعیین می‌گردد. طول

حوضچه آرامش حدود ۴ برابر عمق دوم جهش آبی (d_2) در نظر گرفته می شود. اختلاف ارتفاع کف حوضچه آرامش نسبت به ادامه کانال به اندازه نصف عمق بحرانی (d_c) منظور می گردد. همچنین می توان با متعادل ساختن سطح آب بعد از جهش آبی در حوضچه آرامش با سطح آب کانال در پائین دست در حالتی که عمق آب در کانال به اندازه 0.8 عمق عادی باشد، رقوم ارتفاعی کف را تعیین کرد. رعایت حداکثر زاویه انحراف سطح آب در تبدیل های ورودی و خروجی مانند سایر سازه های آبی ضروری می باشد.

با توجه به ذکر جزئیات آبشار مایل انتهایی تندآب در بند ۴-۲-۵، در اینجا از تکرار آنها خودداری می‌شود. نقشه شماره ۱۲ پیوست، یک نقشه تیپ برای سازه آبشار مایل می‌باشد.

۴-۳-۳- آبشار لوله ای^۱

اگر کاهش ارتفاع کانال در محل تقاطع با عارضه ای مانند جاده یا زهکش باشد، می‌توان از سازه آبشار لوله ای استفاده کرد. در این صورت علاوه بر اتلاف انرژی در آبشار کانال از زیر جاده یا زهکش به صورت لوله عبور داده می‌شود. آبشارهای لوله ای را می‌توان به دو نوع تقسیم کرد. تفاوت اصلی این دو نوع در حوضچه آرامش آنها می‌باشد. در آبشار لوله‌ای نوع اول، حوضچه آرامش قسمتی از لوله می‌باشد که به صورت افقی قرار می‌گیرد و پس از آن جریان آرام شده به صورت روباز به ادامه کانال وصل می‌شود. این نوع آبشار لوله ای برای کانالهای با ظرفیت کم و برای افت انرژی کوچک مناسب می‌باشد. در آبشار لوله‌ای نوع دوم برای اتلاف انرژی از خروجی مانع دار^۲ استفاده می‌شود. این نوع آبشار برای ظرفیتهای بزرگ و کاهش ارتفاع های زیاد مناسب می‌باشد. علاوه بر این، اگر در پائین دست جریان، سطح آب ثابتی وجود نداشته باشد مانند تخلیه سرریز جانبی به مسیل ها و رودخانه ها آبشار لوله ای با خروجی مانع دار کاربرد خواهد داشت.

۴-۳-۳-۱- ضوابط طراحی هیدرولیکی آبشار لوله ای بدون خروجی مانع دار

این سازه از قسمت هایی به شرح زیر تشکیل می‌یابد. تبدیل ورودی، مجرای لوله ای شیب دار، مجرای لوله ای بدون شیب (حوضچه آرامش) و تبدیل خروجی. برای حفظ شرایط هیدرولیکی عادی کانال در بالادست این سازه می‌توان مقطع کنترلی قبل از ورودی در نظر گرفت، این کار معمولاً به وسیله یک سرریز و یا با در نظر گرفتن شیب معکوس در تبدیل ورودی انجام می‌گیرد. مجاری این سازه می‌تواند از لوله بتونی پیش ساخته و یا لوله ایرانیت باشد. قطر لوله با در نظر گرفتن سرعت مناسب انتخاب می‌گردد. سرعت ۱/۵ متر در ثانیه برای سازه با تبدیل خروجی خاکی و سرعت ۳ متر در ثانیه در مورد تبدیل‌های خروجی بتونی مناسب خواهد بود.

برای تعیین موقعیت ارتفاعی لوله افقی که به عنوان حوضچه آرامش به کار می‌رود. ابتدا عمق اول جهش (d_1) با در نظر گرفتن ارتفاع آبشار محاسبه می‌گردد. سپس عمق دوم جهش که یک عمق مجازی بوده و معمولاً بیشتر از قطر لوله می‌باشد محاسبه می‌گردد. به روش آزمون و خطا رقوم ارتفاعی قسمت افقی لوله طوری در نظر گرفته می‌شود که سطح آب با عمق d_2 قدری پایین‌تر از سطح آب کانال در پایین دست باشد. این کار به عنوان ضریب اطمینان برای عدم انتقال جهش آبی به پایین دست انجام می‌گیرد و با فرض عمق آب کانال در پایین دست به اندازه ۰/۸ عمق معمولی و هم سطح کردن سطح آب با عمق دوم جهش با آن صورت می‌گیرد.

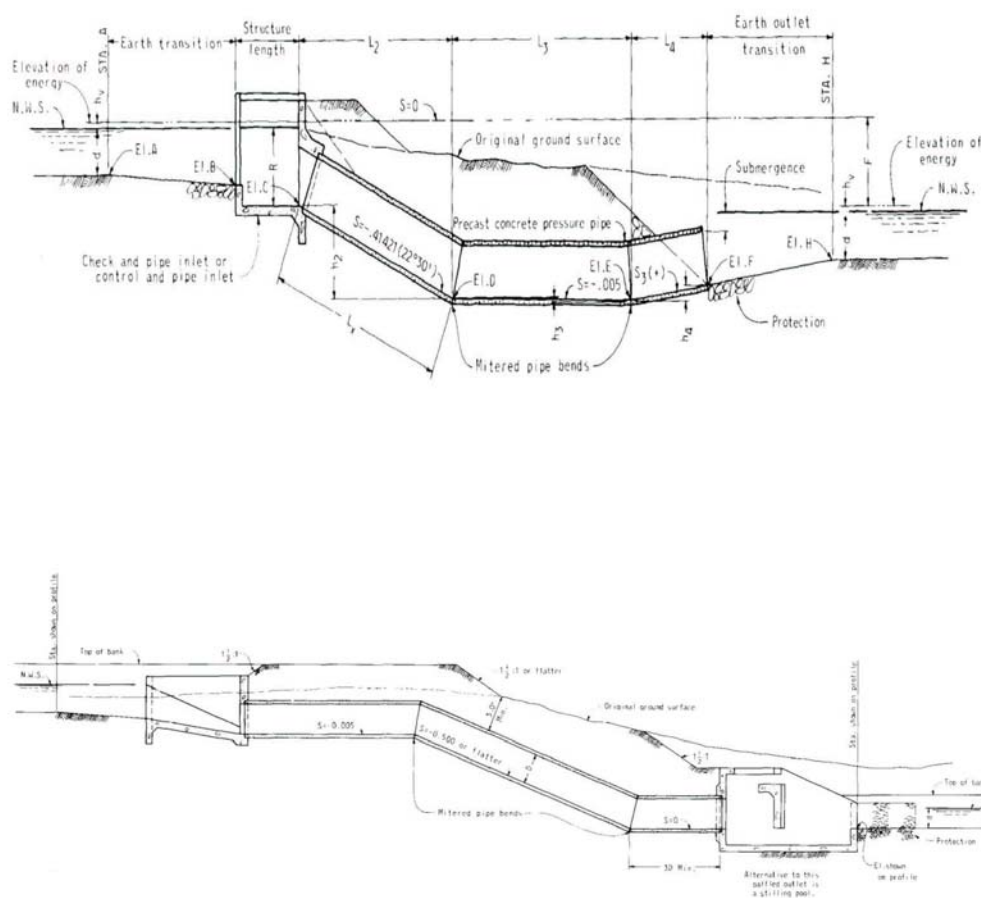
طول قسمت افقی لوله که به عنوان حوضچه آرامش بکار می‌رود، به اندازه چهار برابر عمق دوم جهش ($4d_2$) و حداقل ۲ متر در نظر گرفته می‌شود. رعایت حداقل طول در تبدیل های ورودی و خروجی نیز الزامی خواهد بود.

1 - Pipe Drop

2 - Baffled Outlet

سازه آبشار لوله‌ای بدون خروجی مانع دار در مورد کانال‌هایی که جریان نسبتاً ثابت و دائمی و فاقد رسوب داشته باشند، کارایی مناسبی دارد. ولی برای کانال‌های با دبی متغیر و با امکان قطع جریان آب، و بخصوص اگر آب حاوی رسوبات و مواد معلق باشد، سازه خوبی به حساب نمی‌آید و به علت امکان گرفتگی مجرا، مشکلات بهره‌برداری فراوانی دارد.

شکل ۴-۶ نمونه‌ای از سازه آبشار لوله‌ای بدون خروجی مانع‌دار را نشان می‌دهد. آبشار لوله‌ای با خروجی مانع‌دار بیشتر برای هدایت دبی نسبتاً زیاد زهکش‌ها و سرریزهای جانبی به رودخانه‌ها و مسیل‌ها بکار می‌رود. لذا کاربرد چندانی در شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی نخواهد داشت و در اینجا از ذکر جزئیات آن صرف‌نظر می‌شود. شکل ۴-۶ این سازه را به طور شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۴-۷ - آبشار لوله‌ای با خروجی مانع‌دار

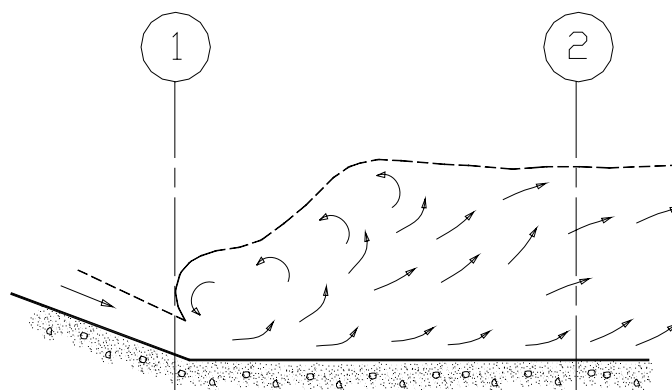
۴-۴- انواع حوضچه‌های آرامش

حوضچه‌های آرامش که در انتهای سازه‌های انرژی گیر بکار می‌رود، دارای انواع مختلف می‌باشد و هر کدام از آنها کاربرد خاصی دارد.

دفتر عمران آمریکا ۱۰ تیپ حوضچه آرامش معرفی کرده است، چنانچه در مباحث مربوط به سازه‌های انرژی گیر ذکر شد، در شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی استفاده از حوضچه آرامش تیپ یک مناسب می‌باشد که روش طراحی آن در سازه‌های مربوطه تشریح شد. از این رو در زیر خلاصه‌ای از خصوصیات و کاربرد برخی از آنها ذکر می‌شود.

۴-۴-۱- حوضچه آرامش تیپ یک

حوضچه آرامش تیپ یک ساده‌ترین حوضچه آرامش به حساب می‌آید این حوضچه بدون بلوک و به صورت افقی و به طول حدود چهار برابر عمق دوم جهش آبی در انتهای سازه‌های انرژی گیر ساخته می‌شود. به دلیل سادگی اجرا بیشترین کاربرد در شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی مربوط به این تیپ از حوضچه‌های آرامش است. شرایط هیدرولیکی مناسب برای این نوع حوضچه داشتن عدد فرود در قبل از جهش آبی به میزان $4/5$ تا 10 می‌باشد. شکل ۴-۸ حوضچه آرامش تیپ یک را نشان می‌دهد.

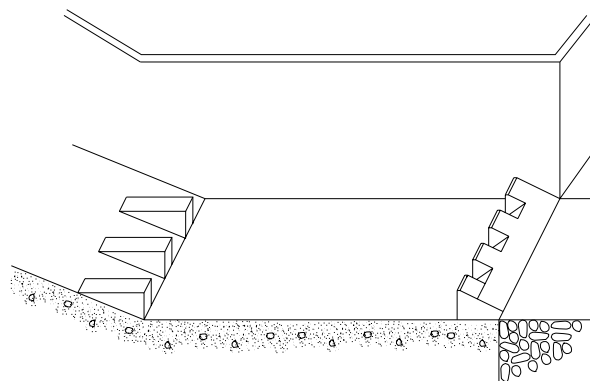


شکل ۴-۸ - شمای کلی حوضچه آرامش تیپ یک

۴-۴-۲- حوضچه آرامش تیپ دو

حوضچه آرامش تیپ دو مانند حوضچه تیپ یک است؛ با این تفاوت که در ابتدا و انتهای آن بلوک‌هایی برای کمک به تلاطم آب و از بین رفتن انرژی وجود دارد.

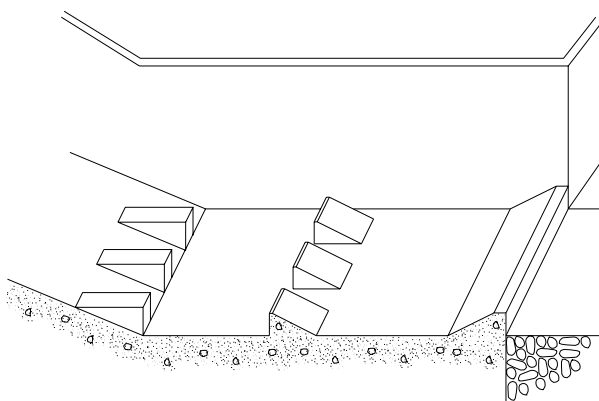
بدین ترتیب می‌توان طول حوضچه را قدری کمتر از حوضچه تیپ یک در نظر گرفت. شکل ۴-۹ این نوع حوضچه را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۹ - شمای کلی حوضچه آرامش تیپ دو

۴-۳-۴ - حوضچه آرامش تیپ سه

حوضچه تیپ سه علاوه بر بلوک‌های ابتدا و انتهای یک ردیف بلوک در وسط نیز دارد. شرایط هیدرولیکی مناسب برای تیپ‌های یک و دو و سه یکسان بوده و عدد فرود قبل از جهش به اندازه $4/5$ تا 10 برای انتخاب هر یک از این حوضچه‌ها مناسب می‌باشد. با توجه به اینکه اندازه بلوک‌ها در سازه‌های شبکه فرعی کوچک بوده و ساختن آنها مشکل می‌باشد، لذا بهتر است از حوضچه‌های آرامش تیپ یک استفاده شود. یعنی حوضچه ساده و بزرگ به حوضچه بلوک دار و کوچک ترجیح داده می‌شود. شکل ۴-۱۰ حوضچه تیپ سه را نشان می‌دهد.

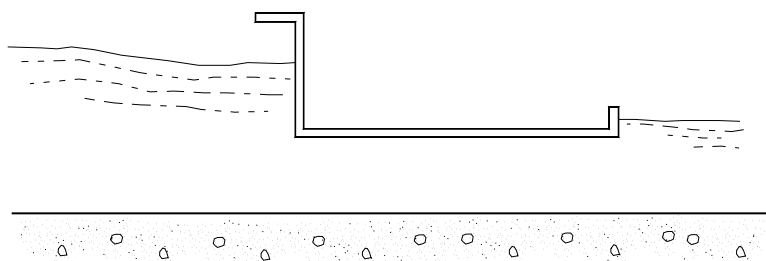


شکل ۴-۱۰ - شمای کلی حوضچه آرامش تیپ سه

۴-۴-۴ - حوضچه آرامش تیپ چهار

حوضچه تیپ چهار دارای دیواره بخصوصی برای تثبیت جهش آبی است. این حوضچه برای جهش‌های آبی ناپایدار مناسب می‌باشد. وقتی عدد فرود $2/5$ تا $4/5$ باشد، یک جهش آبی ناپایدار تشکیل می‌یابد که در صورت استفاده از حوضچه‌های آرامش تیپ‌های یک تا سه، امواج ناپایدار به پایین دست کانال راه پیدا می‌کند. از این جهت استفاده از حوضچه آرامش تیپ چهار برای این

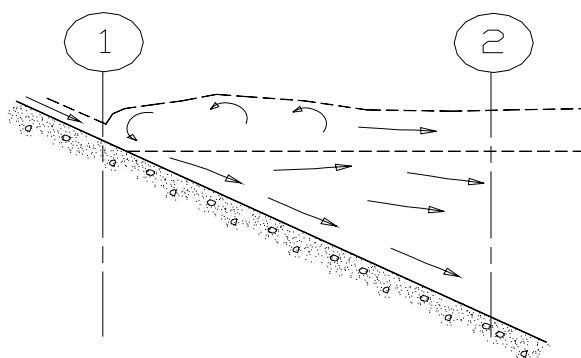
شرایط هیدرولیکی (با عدد فرود $2/5$ تا $4/5$) اجتناب ناپذیر است. توصیه می‌شود که حتی المقدور از چنین شرایط هیدرولیکی دوری شود تا نیاز به استفاده از حوضچه آرامش تیپ چهار پیش نیاید. شکل ۴-۱۱ حوضچه آرامش تیپ چهار را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۱ - حوضچه آرامش تیپ چهار

۴-۴-۵ - حوضچه آرامش تیپ پنج

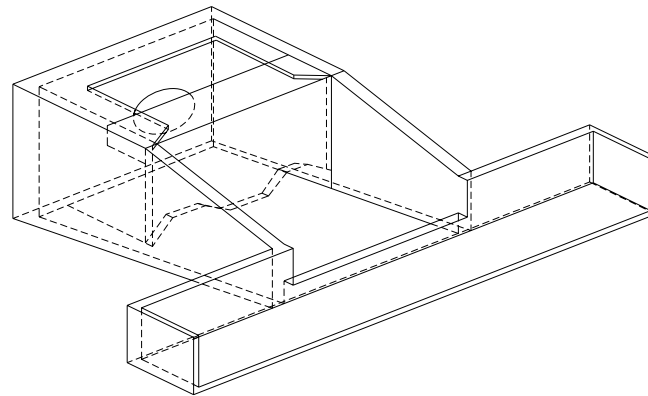
این نوع حوضچه در واقع محل تشکیل جهش آبی در محل رسیدن جریان فوق بحرانی به توده بزرگ آب، مانند دریاچه یا رودخانه بزرگ با جریان آرام، می‌باشد. شکل ۴-۱۲ این حوضچه را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۲ - حوضچه آرامش تیپ پنج

۴-۴-۶ - حوضچه آرامش تیپ شش

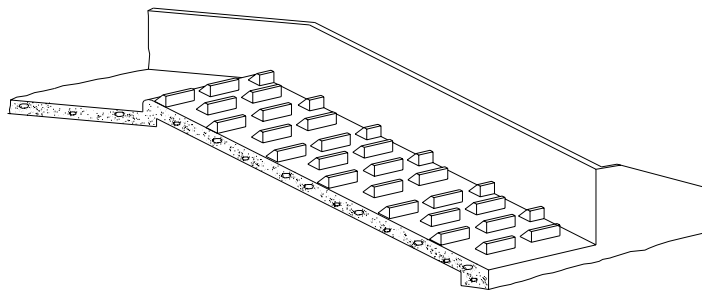
این حوضچه آرامش در واقع خروجی مانع دار می‌باشد که در انتهای زهکش‌ها و سازه‌های آبی که به مسیل‌ها ختم می‌شود، بکار می‌رود. بطور کلی اگر در انتهای یک سازه انرژی گیر، پایاب^۱ وجود نداشته باشد، حوضچه آرامش تیپ شش بکار می‌رود. شکل ۴-۱۳ این نوع حوضچه را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۳ - حوضچه آرامش تیپ شش

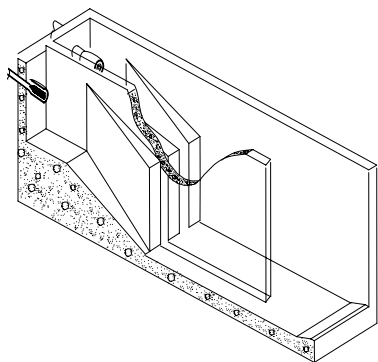
۴-۷-۴ - حوضچه آرامش تیپ نه

این نوع سازه در واقع حوضچه آرامش نبوده بلکه با قرار دادن بلوکهای متوالی در سطح شیبدار، تلاطم و اتلاف انرژی در طول قسمت شیبدار صورت می‌گیرد و احتیاجی به حوضچه آرامش انتهایی سازه وجود ندارد. این نوع سازه که به آن آبشار بلوک‌دار^۱ می‌گویند، در انتهای زهکش‌ها و مسیل‌ها برای جلوگیری از فرسایش خاک ساخته می‌شود. شکل ۴-۱۴ حوضچه آرامش تیپ نه را نشان می‌دهد.

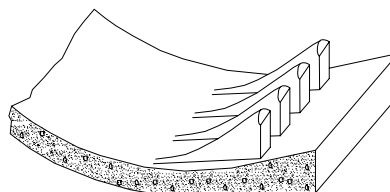


شکل ۴-۱۴ - حوضچه آرامش تیپ نه

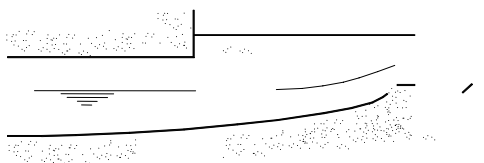
بقیه تیپ‌های حوضچه آرامش کاربرد چندانی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی و بخصوص در شبکه‌های فرعی ندارند. در شکل ۴-۱۵ بقیه تیپ‌های حوضچه‌های آرامش، نشان داده شده است.



حوضچه آرامش تپ هشت



حوضچه آرامش تپ هفت



حوضچه آرامش تپ ده

شکل ۴-۱۵- تپ های ۷ و ۸ و ۱۰ حوضچه های آرامش

فصل پنجم

سازه های حفاظتی و ایمنی

سازه‌هایی که برای حفاظت و ایمنی شبکه آبیاری و زهکشی و همچنین برای ایمنی مردم از خطراتی که از طرف شبکه آبیاری و زهکشی آنان را تهدید می‌کند، سازه‌های حفاظتی و ایمنی خوانده می‌شود. در شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی با توجه به دبی کم کانال‌ها و زهکشها، خطر موثری از طرق شبکه مردم را تهدید نمی‌کند. لذا در این بخش سازه‌هایی که برای حفاظت و ایمنی شبکه آبیاری و زهکشی بکار می‌رود شرح داده می‌شود.

۵-۱- سرریز جانبی^۱

سرریز جانبی سازه‌ای است که کانال‌ها را در مقابل افزایش ارتفاع آب و خطر شسته شدن و خرابی خاکریزها و بدنه کانال حفظ می‌کند. افزایش ارتفاع آب می‌تواند در اثر بهره‌برداری نامناسب از شبکه، و یا قطع اجباری انشعابات کانال و همچنین گرفتگی سازه‌هایی مثل سیفون یا قطع اجباری جریان آن و سایر موارد مشابه اتفاق افتد.

سرریز جانبی در واقع یک سرریزی است که در کنار کانال و در امتداد آن قرار می‌گیرد. و در صورت بالا آمدن سطح آب در کانال، در دامنه عمق آزاد، مقداری از جریان آب را از کانال خارج می‌سازد. آب سرریز شده در حوضچه جانبی جمع‌آوری و به مجرای سرپوشیده هدایت می‌گردد. مجرای سرپوشیده معمولاً با اختلاف ارتفاع قابل ملاحظه‌ای به خط القعر طبیعی نظیر مسیل یا رودخانه منتهی می‌گردد. در انتهای این مجرا خروجی مانع دار قرار می‌گیرد.

گاهی علاوه بر هدایت آب مازاد کانال، نقش سرریز جانبی خارج کردن اجسام شناور و یخ از کانال نیز می‌باشد. در این صورت یک تیرک مورب در عرض کانال و قدری بالاتر از سطح آب معمولی قرار می‌دهند تا اجسام شناور را به سمت سرریز جانبی هدایت کند. این تیرک علاوه بر هدایت اجسام شناور، می‌تواند نقش محدود کننده‌ای برای عبور جریان مازاد در کانال باشد و با بالا بردن سطح آب، شرایط را برای عمل سرریز جانبی مساعد نماید. در صورتی که خروج اجسام شناور و یخ از کانال نیز مورد نظر باشد، می‌باید از بکار بردن خروجی مانع دار در انتهای سازه خودداری کرد.

محل مناسب برای این سازه بعد از آبگیرها و بخصوص آبگیرهای نسبتاً بزرگ و نیز قبل از مجاری سرپوشیده مانند سیفون‌های معکوس می‌باشد. ظرفیت تخلیه سرریز جانبی را معمولاً برابر با ظرفیت بزرگترین آبگیر موجود در بالا دست کانال و حداقل ۲۰ درصد دبی کانال در نظر می‌گیرند. سرریز جانبی با ظرفیت بیشتر از این غیر اقتصادی محسوب می‌شود. اصولاً با بهره‌برداری مناسب، از شبکه احتیاجی به طرح و ساخت سرریزهای جانبی با ظرفیت بالاتر نخواهد بود.

رقوم ارتفاعی تاج سرریز جانبی معمولاً ۵ سانتیمتر بالاتر از سطح آب در کانال با دبی طراحی در نظر گرفته می‌شود. این اختلاف ارتفاع برای جلوگیری از سرریز شدن نابجای آب کانال در اثر وزش باد و ایجاد موج می‌باشد.

طول سرریز جانبی با در نظر گرفتن ضخامت تیغه آب به اندازه نصف عمق آزاد کانال با پوشش بتونی برای تخلیه دبی مورد نظر محاسبه می‌گردد. این ضخامت برای کانال‌های خاکی ۰/۲۵ عمق آزاد خواهد بود. برای محاسبه طول سرریز جانبی از رابطه سرریز استفاده می‌شود:

$$Q=CLH^{1.5}$$

اجزای این رابطه به شرح زیر می‌باشد:

Q: دبی طراحی برای تخلیه سرریز جانبی (m^3/s)

C: ضریب سرریز

L: طول سرریز (m)

H: ضخامت تیغه آب روی سرریز (m)

توصیه می‌شود ضریب سرریز که با لبه انحنا دار و از بتون ساخته می‌شود برابر $1/60$ فرض شود. حوضچه جانبی با مقطع مستطیلی و با عرض متغیر ساخته می‌شود. معمولاً عرض آنرا در بالا دست $0/60$ متر و در پایین دست $1/2$ متر در نظر می‌گیرند. در کانال های کوچک می‌توان برای سادگی اجرا، عرض این حوضچه را ثابت فرض کرد.

برای اطمینان از جریان آزاد در سرریز، می باید کف حوضچه جانبی به اندازه کافی پائین تر از تاج سرریز باشد. به این منظور عمق حوضچه در انتها می باید به اندازه انرژی مخصوص در جریان بحرانی پایین تر از تاج سرریز باشد. این انرژی ویژه $1/5$ برابر عمق بحرانی خواهد بود.

لذا به عنوان ضریب اطمینان عمق حوضچه جانبی در انتهای آن به اندازه $0/30$ متر بیش از $1/5$ برابر عمق بحرانی در مقطع فرض می‌شود. $(1.5dc+0.30)$

کف حوضچه جانبی را می باید به اندازه کافی بیشتر از شیب بحرانی در نظر گرفت. شیب 5 درصد برای این منظور مناسب می باشد. بدین ترتیب رقوم ارتفاعی کف حوضچه جانبی در بالادست به اندازه 5 درصد طول سرریز بالاتر از رقوم کف حوضچه در پایین دست خواهد بود.

مجرای سرپوشیده سازه سرریز جانبی را می‌توان بر اساس سرعت $3/5$ متر در ثانیه طراحی کرد. توصیه می‌شود که حداقل قطر لوله را $0/6$ متر در نظر گرفت.

ممکن است سازه سرریز جانبی به صورت ترکیبی با سازه هرز آبرو^۱ طراحی و ساخته شود. در این صورت یک دریچه کشویی به سازه اضافه می‌گردد که با باز کردن آن آب کانال مستقیماً به مجرای تخلیه راه می‌یابد.

ابعاد این دریچه طوری انتخاب می‌شود که تمام دبی طراحی کانال با سرعت $3/5$ متر بر ثانیه از آن عبور کند. رقوم ارتفاعی استقرار دریچه نسبت به سطح آب با دبی طراحی کانال می‌باید به اندازه کافی پایینتر باشد. بطوری که بر اساس رابطه روزنه دبی مورد نظر تخلیه شود:

$$Q = CA\sqrt{2gh}$$

Q: دبی طراحی کانال (m^3/s)

C: ضریب روزنه که برای دریچه کشویی حدود $0/7$ منظور می‌گردد

$$9.81(m/s^2)$$

g: شتاب ثقل زمین

h: فاصله قائم سطح آب از مرکز ثقل سطح مجرا در حالت باز شدگی کامل دریچه (m)

خروجی مجرای تخلیه برای دبی های زیاد و اختلاف ارتفاع نسبتا زیاد بین سطح آب کانال و محل تخلیه به صورت خروجی مانع دار^۱ ساخته می‌شود. ولی با توجه به دبی کم کانالهای شبکه فرعی و امکان گرفتگی این نوع خروجی ها، بهتر است چنانچه در بند ۳-۳-۱ ذکر شد، از حوضچه آرامش ساده و حفاظت در محل اتصال به آبراهه یا مسیل طبیعی استفاده شود. نقشه شماره ۱۳ پیوست، یک نقشه تیپ برای سازه سرریز جانبی می باشد.

۵-۲- سرریز سیفونی^۲

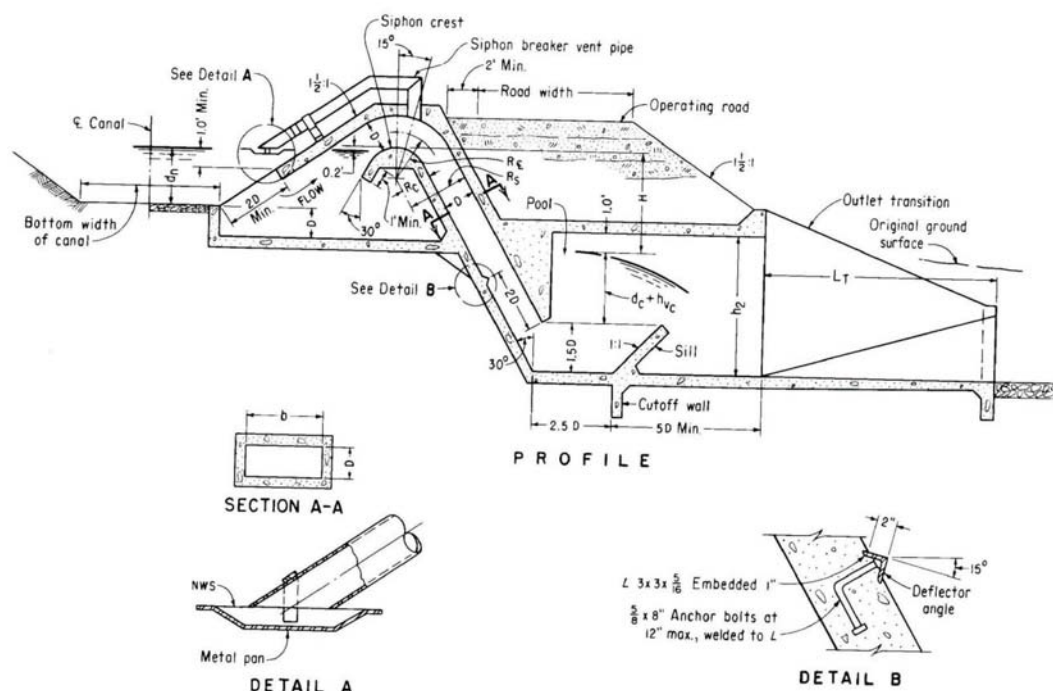
سرریز سیفونی سازه ای است که می‌تواند حجم زیادی از آب کانال را در زمان کوتاهی به خارج از آن تخلیه کند. شکل خاص این سازه باعث پرهزینه شدن آن بوده و کاربرد کمتری دارد.

مزیت این سازه کم حجم بودن و عمل اتوماتیک و سریع آن می باشد. با بالا رفتن سطح آب در کانال ابتدا به صورت سرریز و سپس به شکل سیفون واقعی (برخلاف سیفون معکوس) آب کانال به خارج جریان می یابد. با پایین افتادن سطح آب، هوا بوسیله لوله‌ای به قسمت بالایی سیفون راه می یابد و جریان سیفون قطع می‌گردد.

با توجه به اینکه این سازه در شبکه های فرعی کاربرد چندانی ندارد، از ذکر جزئیات طراحی آن خودداری می‌شود. شکل ۵-۱ شمای کلی سرریز سیفونی را نشان می دهد.

نوع فلزی سرریز سیفونی به سیفون اضطراری^۳ مشهور است. این سیفون ها در مدل های مختلف با ظرفیت تخلیه ۶۰ تا ۱۴۰۰ لیتر در ثانیه توسط شرکت نیرپیک طراحی و ارائه شده است که برای آشنایی با جزئیات آن می‌توان به کتابچه راهنمای مربوط مراجعه کرد.

1- Baffled Outlet
2- Siphon Spillway
3- Emergency Siphon



شکل ۵-۱- سرریز سیفونی

۵-۳- ورودی زهکش به کانال^۱

در محل تلاقی زهکش‌های طبیعی یا مصنوعی با کانالهای آبیاری معمولاً با استفاده از سازه زیر گذر یا روگذر جریان آب زهکش از یک طرف به طرف دیگر کانال هدایت می‌شود. ولی در مواردی که دبی زهکش نسبت به ظرفیت کانال کم بوده و دارای رسوبات نسبتاً کمی باشد، می‌توان جریان زهکش را به داخل کانال ریخت و از اجرای سازه تقاطعی خودداری و در هزینه‌ها صرفه جویی کرد. با توجه به اینکه رقوم ارتفاعی سطح آب زهکش می‌باید قدری بالاتر از سطح آب کانال باشد، موقعیت خاصی برای طرح و ساخت این سازه مورد نیاز است. معمولاً این موقعیت در محل‌هایی که کانال در خاکبرداری کامل واقع شده و زهکش نسبت به کانال کم عمق و کوچک باشد، رخ می‌دهد.

مجرای ورودی زهکش به کانال را می‌توان به سه شکل لوله‌ای، صندوقه‌ای و روباز در نظر گرفت. مقطع لوله‌ای متداول‌ترین نوع می‌باشد و برای دبی‌های نسبتاً کم به کار می‌رود.

مقطع صندوقه‌ای برای دبی‌های بزرگ به کار می‌رود و از این رو به خصوص در شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی کاربرد چندانی ندارد. مجرای روباز برای دبی‌های خیلی کم به کار می‌رود که معمولاً به صورت روکش قلوه سنگ ساخته می‌شود.

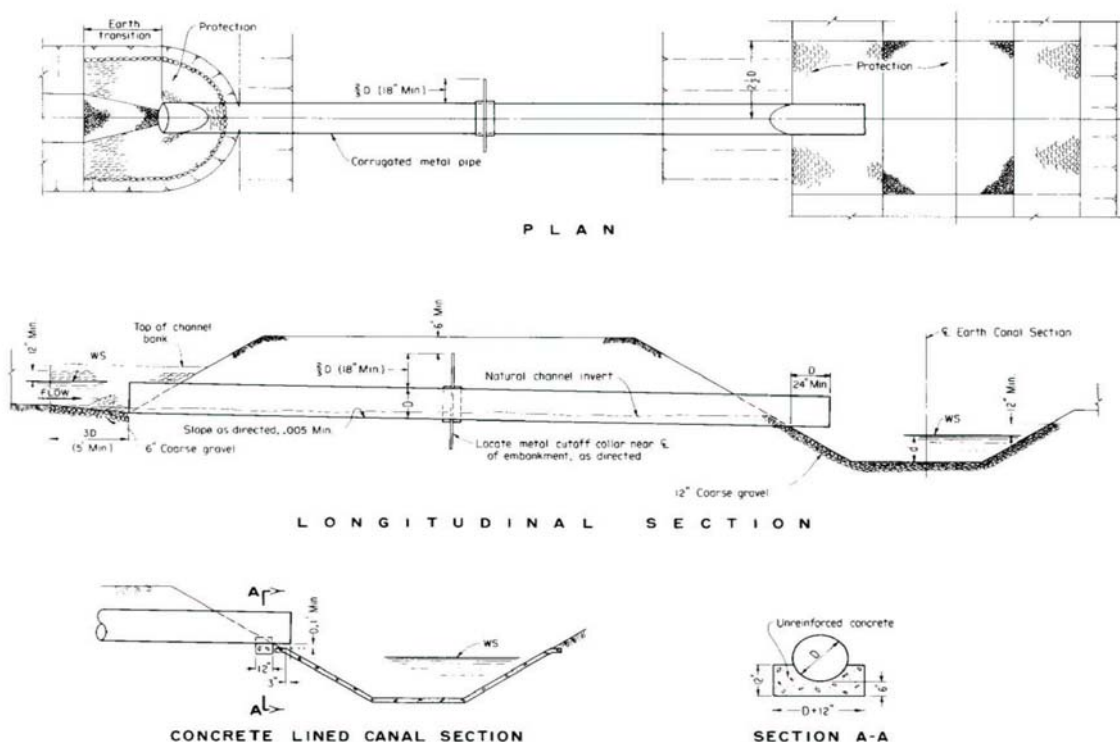
۵-۳-۱- ضوابط طراحی هیدرولیکی

ورودی مجرای لوله‌ای می‌باید طوری باشد که حداقل استغراق لوله را تأمین کند. این مقدار $1/5$ برابر ارتفاع نظیر سرعت آب در لوله می‌باشد. اگر جریان آب در لوله فوق بحرانی باشد، به مقدار ارتفاع جریان بحرانی در لوله به این استغراق اضافه می‌گردد. اگر از

ورودی خاکی استفاده شود، قطر لوله بر اساس حداکثر سرعت $1/5$ متر بر ثانیه انتخاب می‌شود. ولی اگر ورودی بتونی باشد، می‌توان سرعت جریان آب در لوله را تا ۳ متر در ثانیه افزایش داد.

رعایت شیب طولی حداقل $0/05$ برای لوله به منظور تخلیه کامل مجرای سر پوشیده ضروری است. می‌توان از انواع لوله‌ها با توجه به قیمت و در دسترس بودن آنها استفاده کرد. اگر لوله از زیر جاده سرویس کانال رد شود، رعایت حداقل پوشش خاکی $0/60$ متر بر روی لوله لازم خواهد بود. در غیر اینصورت پوشش خاک به اندازه $0/15$ متر کافی خواهد بود. برای جلوگیری از جریان معکوس خروجی لوله می‌باید قدری از سطح آب کانال در دبی طراحی، بالاتر باشد. این مقدار حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد. گاهی برای اطمینان از جلوگیری جریان یافتن آب کانال به زهکش از دریچه یک طرفه در خروجی لوله استفاده می‌شود. ولی با توجه به از دست دادن کارایی زود هنگام این نوع دریچه‌ها استفاده از آنها توصیه نمی‌گردد.

حفاظت لازم در ورودی لوله به صورت قلوه سنگ‌های درشت و به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد که حداقل تا ۳۰ سانتی متر بالاتر از سطح آب زهکش ادامه پیدا می‌کند. حداقل طول حفاظت در صورتی که از تبدیل خاکی استفاده شود، ۳ برابر قطر لوله و در صورتی که تبدیل بتونی باشد، $2/5$ برابر قطر لوله خواهد بود. طول حفاظت در هر حال نباید کمتر از $1/5$ متر باشد. شکل ۵-۲ سازه ورودی زهکش به کانال را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۲- سازه ورودی زهکش به کانال

۵-۴- سایر تمهیدات ایمنی

برای ایمن‌سازی کانال‌ها و سازه‌های آبی نسبت به خطراتی که انسانها و حیوانات را تهدید می‌کند وسایل ایمنی خاصی مورد نیاز می‌باشد.

اهمیت تمهیدات ایمنی بستگی به نزدیکی کانال به محل زندگی یا رفت و آمد انسانها دارد و از رده‌های کاملاً متفاوتی تشکیل می‌یابد. از این رو استفاده از روش و وسایل ایمنی مشخص و ثابتی توصیه نمی‌شود. طراح شبکه آبیاری و زهکشی و همچنین دستگاه نظارت طرح‌های اجرایی باید با توجه به اهمیت موقعیت کانالها، وسایل ایمنی متناسب با اهمیت آن در نظر گیرد. نزدیکی کانال به مدارس، مناطق مسکونی، مزارع، محل نگهداری و عبور حیوانات اهلی و در نهایت محل عبور حیوانات وحشی، به ترتیب دارای اهمیت خیلی زیاد تا خیلی کم می‌باشد.

علاوه بر موقعیت کانالها، ظرفیت و سرعت جریان آب در آنها نیز به این موضوع اهمیت می‌دهد. با توجه به ابعاد نسبتاً کوچک کانال‌های شبکه‌های فرعی و ظرفیت کم آنها، اهمیت استفاده از وسایل ایمنی در این کانال‌ها به شدت کاهش می‌یابد. وسایل ایمنی مورد استفاده در کانالها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: وسایل جلوگیری از ورود به آب و وسایل نجات یا ممانعت از انتقال بوسیله جریان آب.

با توجه به مطالب بالا، در اینجا وسایل ایمنی مورد استفاده نام برده می‌شود و از ذکر جزئیات خودداری می‌شود: حصارکشی (توری یا سیم خاردار) - نرده کشی - تابلوها و علائم هشدار دهنده - زنجیرهای نجات - نردبان‌های نجات - آشغالگیرها

فصل ششم

سازه‌های اندازه‌گیری دبی

در شبکه‌های آبیاری و زهکشی برای اندازه‌گیری دبی جریان از سازه‌های اندازه‌گیری^۱ استفاده می‌شود. این سازه‌ها برای بهره‌برداری و کنترل عرضه و تقاضا در موقعیت‌های مناسب نصب می‌شود. اصلی‌ترین کاربرد سازه‌های اندازه‌گیری در محل آبیگرها می‌باشد. برخی از آبیگرها سازه اندازه‌گیری نیز می‌باشند و احتیاج به سازه دیگری برای اندازه‌گیری ندارند. مانند مدول‌های نیروپیک یا دریچه‌های CHO.

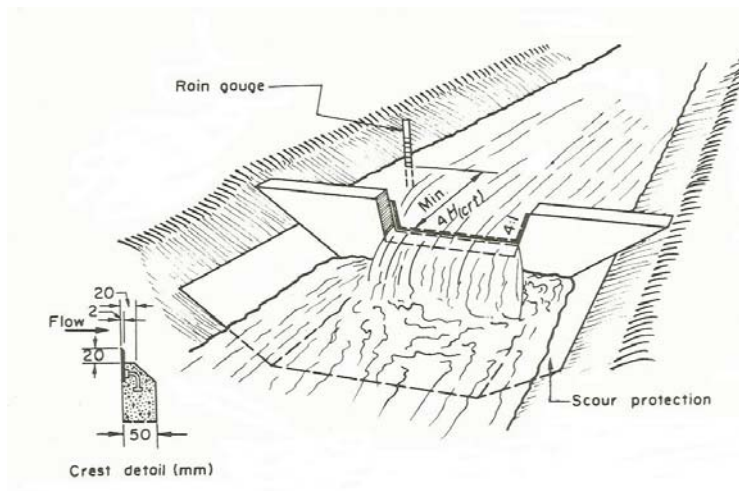
سازه‌های اندازه‌گیری دبی جریان در ابتدای شبکه آبیاری و در خروجی زهکش‌ها و نیز در محل انشعاب کانالها و آبیگرهای ساده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای اندازه‌گیری دبی در جریان‌های روباز معمولاً سه نوع وسیله اندازه‌گیری بکار می‌رود: سرریزها، روزنه‌ها و فلوم‌ها. در نشریه شماره ۱۰۶ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور که تحت عنوان «ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی: اندازه‌گیری‌های جریان» منتشر شده است؛ جزئیات و ضوابط طراحی و بکارگیری این وسیله‌ها تشریح شده است. لذا در اینجا تنها به ذکر خلاصه‌ای از کلیات اکتفا می‌شود.

۶-۱- سرریزها^۲

سرریزها ساده‌ترین و پرمصرف‌ترین وسیله اندازه‌گیری جریان هستند. سرریزها معمولاً مستطیلی هستند. سرریزهای دوزنقه‌ای، مثلثی و دایره‌ای نیز می‌تواند کاربرد داشته باشد.

سرریز سیپولتی^۳ به شکل دوزنقه‌ای با شیب جانبی یک افقی به چهار عمودی می‌باشد که عامل کاهش دبی در اثر فشردگی را در سرریزهای مستطیلی جبران می‌کند. سرریزها می‌تواند لبه تیز یا لبه پهن باشد و از نظر شرایط کاربرد سرریزها می‌تواند به صورت آزاد و یا مستغرق و همچنین به صورت فشرده و بدون فشردگی کار کند. شکل ۶-۱- شمای کلی یک سرریز اندازه‌گیر را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱- شمای کلی یک سرریز اندازه‌گیر

1 - Measurement Structures

2- Weirs

3 - Cipolletti weir

۶-۲- روزنه ها^۱

برای اندازه گیری دبی جریان می‌توان از روزنه ها استفاده کرد. از نظر هیدرولیکی روزنه عبارت از منفذی است که با شکل منظم در بدنه قرار می‌گیرد و جریان آب از تمام سطح منفذ عبور می‌کند. به عبارت دیگر سطح آب در بالادست روزنه بالاتر از لبه بالایی روزنه قرار می‌گیرد.

جریان روزنه می‌تواند آزاد، نیمه مستغرق و مستغرق باشد. اگر سطح آب در پایین دست روزنه پایین‌تر از لبه پایینی روزنه باشد، روزنه آزاد به حساب می‌آید. اگر سطح آب در پایین دست بین لبه بالایی و پایینی روزنه قرار گیرد، روزنه نیمه مستغرق و در صورتی که بالاتر از لبه بالایی روزنه باشد، روزنه مستغرق خوانده می‌شود.

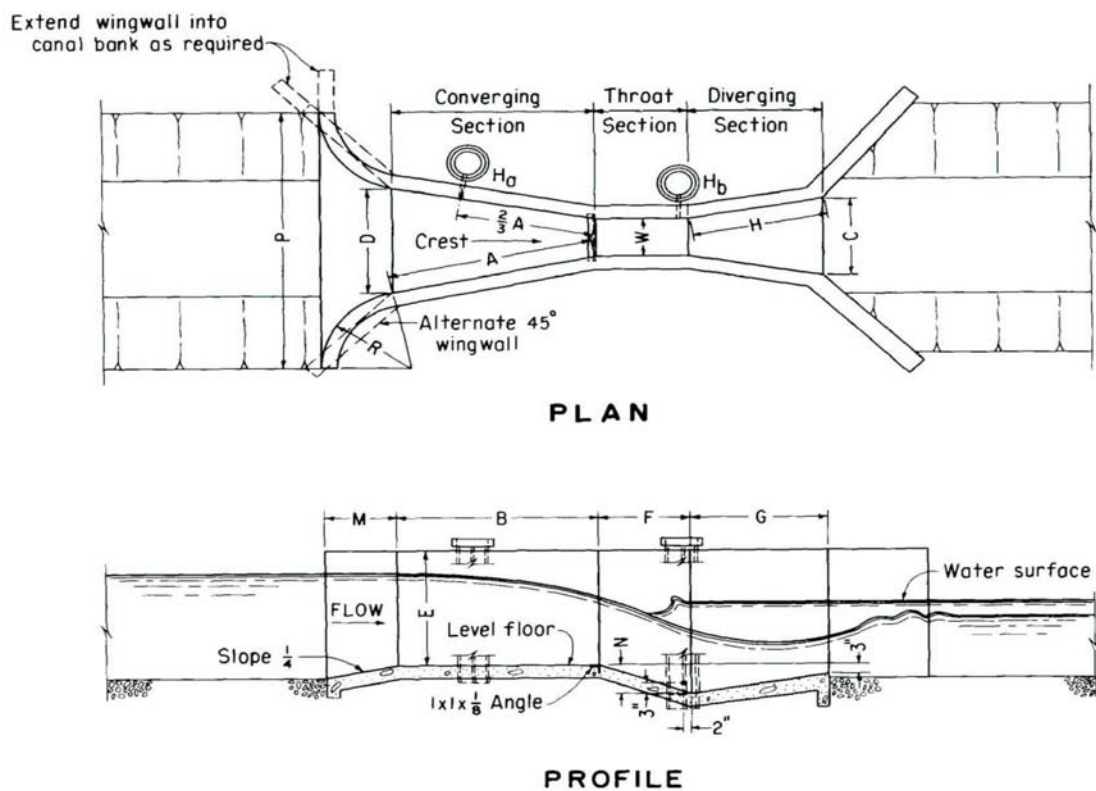
برای اندازه گیری دبی جریان در کانال ها معمولاً از روزنه مستغرق استفاده می‌شود. متداول ترین وسیله روزنه برای اندازه گیری دبی در شبکه های آبیاری روزنه با بار ثابت (CHO) می باشد که به عنوان یک آبگیر بکار می رود و شرح آن در بند ۲-۳-۲ آمده است.

۶-۳- فلوم ها^۲

استفاده از فلوم برای اندازه گیری دبی، در واقع استفاده از شکل خاص در مقطع کانال و ایجاد شرایط مقطع کنترل می‌باشد که در آن سرعت عبور آب مستقل از شیب طولی کانال بوده و دبی عبوری از آن تنها با تغییر عمق آب در آن مقطع تغییر می‌یابد. فلوم های مختلفی به این منظور پیشنهاد و ساخته شده است که متداول ترین آنها پارشال فلوم^۳ می باشد. از محاسن پارشال فلوم می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- افت بار هیدرولیکی نسبتاً کم
 - حساسیت کم در مقابل سرعت آب در بالادست
 - کارکرد مناسب در شرایط آزاد و مستغرق
 - نداشتن مشکل رسوبگذاری به علت دارا بودن سرعت زیاد در گلوگاه
 - موارد زیر نیز از معایب پارشال فلوم ها به حساب می آید:
 - عدم امکان استفاده از آن به همراه آبگیر (سازه ترکیبی آبگیر و اندازه گیر)
 - احتیاج به مهارت و دقت زیاد در ساخت و بالا بودن هزینه اجرایی
- پارشال فلوم های استاندارد بر اساس عرض گلوگاه در ۱۴ اندازه ۱ اینچ تا ۸ فوت ساخته می‌شود. با انتخاب مناسب آنها می‌توان دبی های مختلف از کمتر از ۱ تا بیش از ۳۹۰۰ لیتر در ثانیه را اندازه‌گیری کرد. شکل ۶-۲ پلان و مقطع طولی پارشال فلوم را نشان می‌دهد.

1 - Orifices
2- Flumes
3- Parshall



شکل ۶-۲- پلان و مقطع طولی پارشال فلوم

فصل هفتم

سازه های جانبی

سازه‌هایی که در عملکرد شبکه آبیاری و زهکشی نقش موثری ندارد و از آنها استفاده‌های جنبی می‌شود، سازه‌های جانبی به شمار می‌روند. مانند سازه استفاده مردم از آب کانال و آبشخور حیوانات. در این فصل علاوه بر سازه‌های جانبی، سازه‌های اتصال زهکشها و همچنین تبدیل‌ها و سازه‌های کانال‌های پیش‌ساخته نیز تشریح می‌گردد.

۷-۱- سازه استفاده مردم از آب کانال^۱

سازه استفاده مردم از آب کانال که به آن رختشور خانه نیز می‌گویند، در واقع ایجاد پله‌هایی در بدنه کانال می‌باشد تا امکان استفاده اهالی از آب کانال چه در حالت پرآبی و چه در حالت کم آبی مهیا شود. برای ایجاد امنیت افراد در دو طرف این سازه دو ردیف نرده نصب می‌گردد. نقشه شماره ۱۴ پیوست، نمونه ای از نقشه تیپ سازه استفاده مردم از آب کانال می‌باشد.

۷-۲- سازه استفاده حیوانات از آب کانال^۲

سازه استفاده حیوانات از آب کانال که به آن آبشخور نیز می‌گویند، سازه ای است که امکان آب خوردن حیوانات اهلی و وحشی از کانال را مهیا می‌سازد.

سازه آبشخور عبارت از یک حوضچه است که یک طرف آن دارای پله‌هایی با عرض زیاد و ارتفاع کم می‌باشد. بطوری که حیوانات به راحتی بتوانند از آن بالا و پایین بروند. کف این حوضچه معمولاً به وسیله یک لوله پولیکا به قطر ۱۰ سانتیمتر به کف کانال مرتبط می‌شود.

برای امکان تخلیه و شستشوی حوضچه و لوله رابط، این لوله را با شیب حداقل ۰/۰۵ به سمت کانال در نظر می‌گیرند. نقشه شماره ۱۵ پیوست، یک نقشه تیپ برای سازه استفاده حیوانات از آب کانال می‌باشد.

۷-۳- پل عابر پیاده^۳

برای امکان تردد مردم از روی کانال‌ها و زهکش‌ها، از سازه پل عابر پیاده استفاده می‌شود. این سازه عبارت از یک دال بتونی است که در عرض کانال قرار می‌گیرد. در کانال‌ها و زهکش‌های بزرگ که امکان عبور افراد از آن مشکل می‌باشد، در نزدیکی روستاها و آبادی‌ها و همچنین در هر کیلومتر از طول کانال یا زهکش، قرار دادن این سازه ضرورت دارد. نقشه شماره ۱۶ پیوست یک نقشه تیپ برای سازه پل عابر پیاده می‌باشد.

1- Public Utility

2- Cattle Pond

۳- Foot Bridge

۷-۴- اتصال زهکش‌ها^۱

برای جلوگیری از فرسایش و شستشوی مقطع زهکش‌ها در محل تخلیه زهکش‌های فرعی به زهکشهای اصلی، سازه اتصال زهکش بکار می‌رود.

این سازه عبارت از حفاظت مقطع به صورت خشکه چینی و یا بنایی با سنگ و ملات سیمانی می‌باشد. اگر زهکش اصلی دارای جاده سرویس در سمت اتصال زهکش فرعی باشد جریان زهکش فرعی به وسیله لوله از زیر جاده عبور داده می‌شود. کنترل سوار بودن زهکش فرعی به زهکش اصلی به طوری که سطح آب در زهکش فرعی حداقل ۱۵ سانتیمتر بالاتر از سطح آب در زهکش اصلی باشد، الزامی است.

نقشه‌های شماره ۱۷ و ۱۸ دو تیپ مختلف از سازه اتصال زهکشها را نشان می‌دهد.

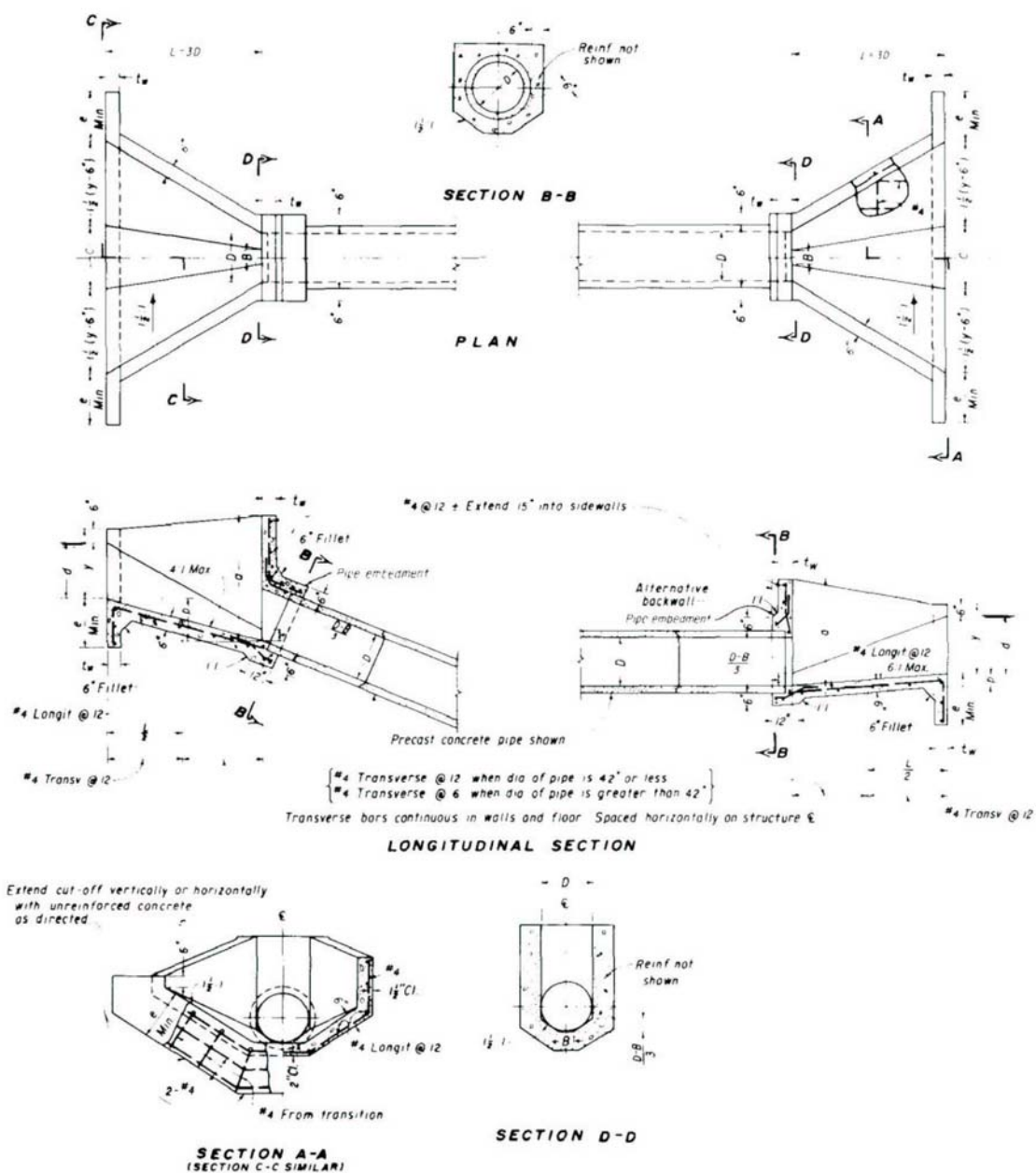
۷-۵- تبدیل‌ها^۲

تبدیلها در ابتدای برخی از سازه‌ها برای اتصال دو مقطع مختلف از نظر شکل و اندازه، به صورت تغییر تدریجی ساخته می‌شود. علت به کارگیری تبدیل می‌تواند یک یا چند مورد از موارد زیر باشد:

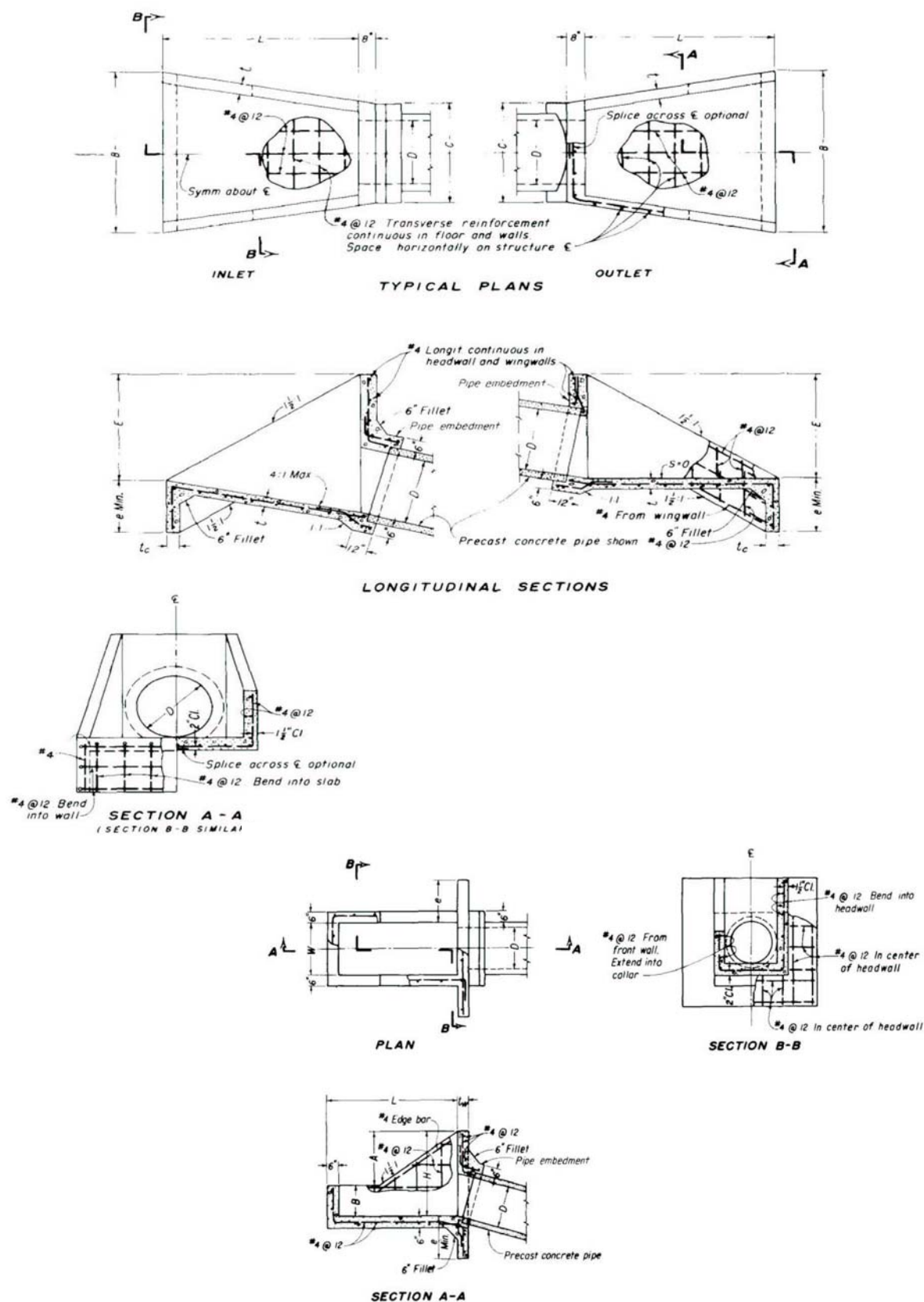
- ۱- آرام کردن جریان آب
 - ۲- کاهش افت بار هیدرولیکی
 - ۳- کاهش یا از بین بردن فرسایش در کانالها و زهکش‌ها
 - ۴- کاهش ارتفاع سطح آب در ورودی سازه‌های تقاطعی
 - ۵- ایجاد پایداری بیشتر برای سازه‌های آبی به صورت افزایش مقاومت در نشست سازه
 - ۶- حفاظت خاکریزها در اطراف سازه‌ها
- دفتر عمران آمریکا پنج نوع تبدیل بتونی ارائه کرده است که موارد استفاده هر یک از آنها به شرح زیر می‌باشد.
- ۱- تبدیل نوع اول مناسب ترین نوع برای کانال‌ها با قسمت ورودی دارای شکل مشخص بوده که می‌توان با شکل دادن به کناره‌های کانال آن را با تبدیل منطبق کرد.
 - ۲- تبدیل نوع دوم برای استفاده در مجاری عریض با شکل مقطع نامشخص مناسب می‌باشد.
 - ۳- تبدیل نوع سوم مانند تبدیل نوع دوم برای مجاری با مقطع نامشخص و نیز برای ایجاد سطح آب پایین‌تر در ورودی بکار می‌رود.
 - ۴- تبدیل نوع چهارم مانند نوع سوم می‌باشد. با این تفاوت که دیواره آب بند بالادست حذف شده و کف آن شیب دار می‌باشد. با توجه به شیبدار بودن کف آن، می‌توان برای مجاری با عمق نسبتاً زیاد مورد استفاده قرار گیرد.
 - ۵- تبدیل نوع پنجم از نظر اجرایی ساده‌ترین نوع می‌باشد. در این تبدیل با یک دیواره عمودی مقطع کانال یا زهکش به مجرای سرپوشیده متصل می‌شود و محل گوشه‌های ایجاد شده در کف به صورت ماله کشی قدری انحنا می‌یابد. در شکل‌های ۷-۱ تا ۷-۵ به ترتیب پنج نوع تبدیل نشان داده شده است.

۱- Junctions

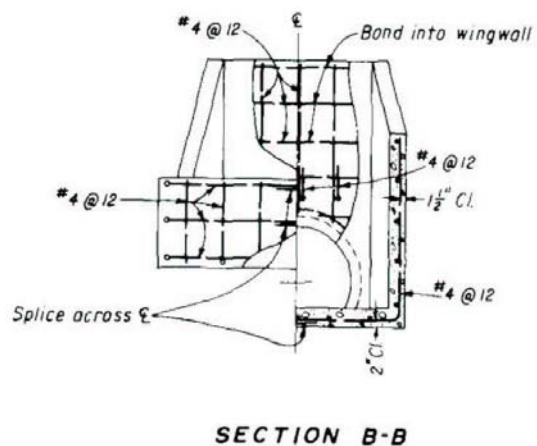
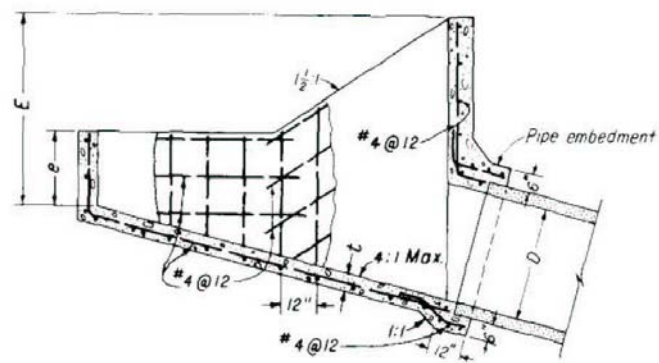
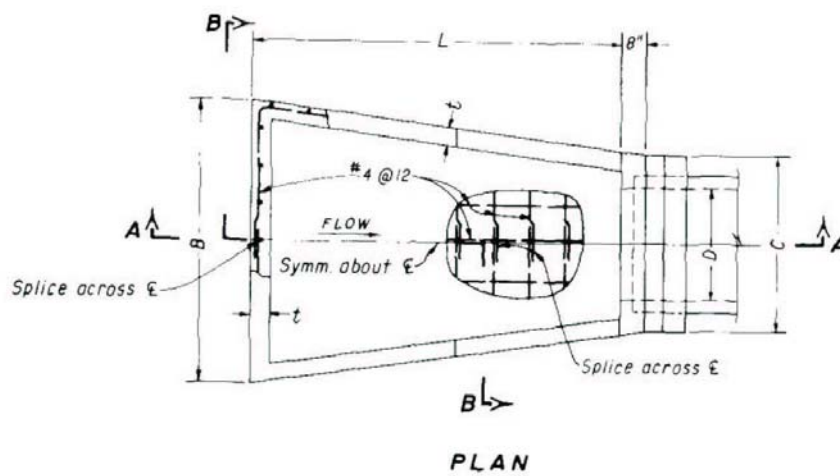
2- Transitions



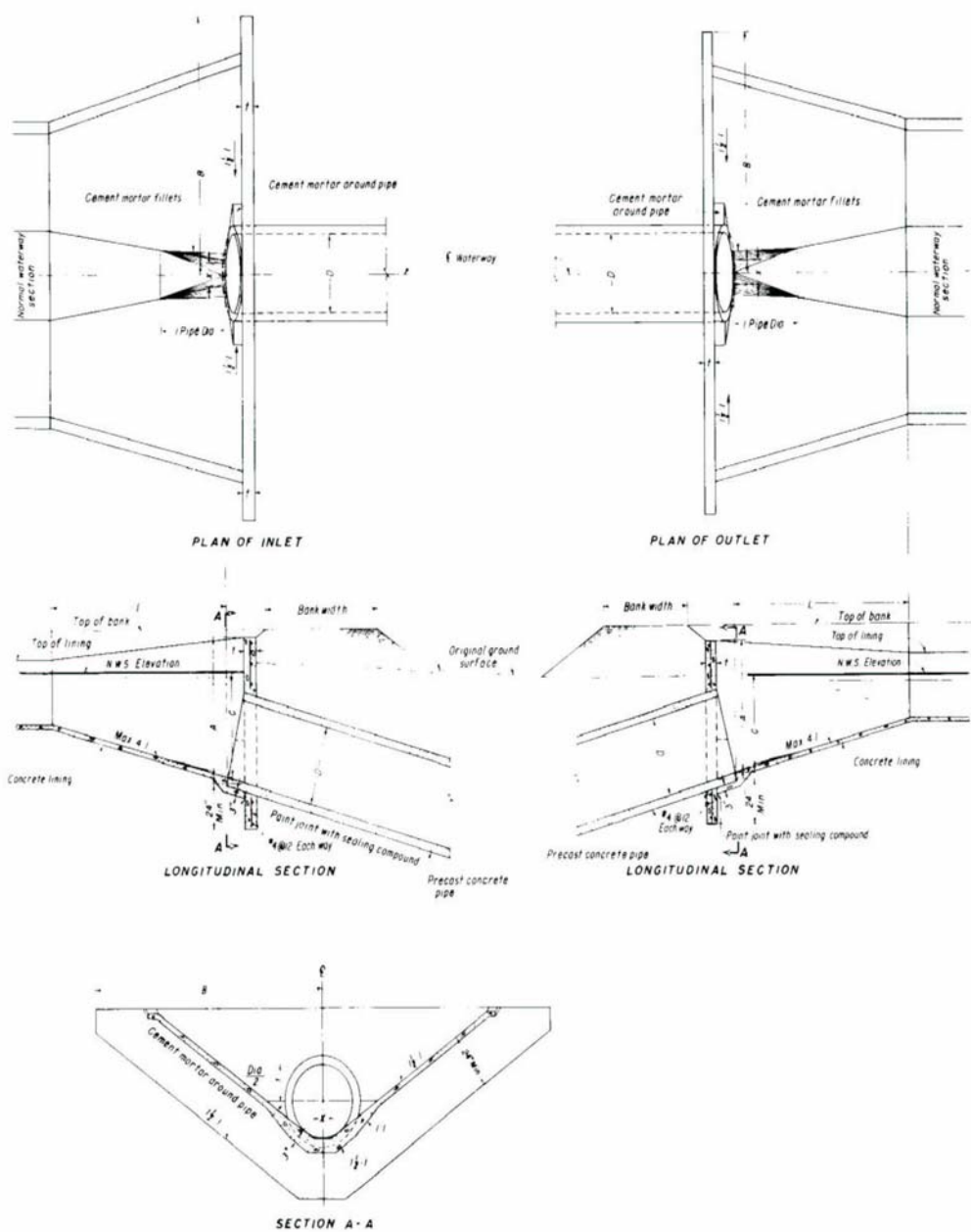
شکل ۷-۱- تبدیل نوع ۱



شکل ۷-۲- تبدیل نوع ۲



شکل ۷-۳- تبدیل نوع ۳



شکل ۷-۵- تبدیل نوع ۵

شکل ۷-۴- تبدیل نوع ۴

۶-۷- سازه‌های کانال پیش ساخته

کانالهای پیش ساخته معمولاً به شکل نیم لوله و نیم بیضی هستند. کانالهای نیم لوله با استفاده از قالب‌های دوار و بر اساس نیروی گریز از مرکز ساخته می‌شوند و ساخت کانالهای نیم بیضی با قالبهای ثابت و با استفاده از میز و بیره صورت می‌گیرد. قطعات ستونی کانال‌های پیش ساخته معمولاً به طول ۶ متر می‌باشند که بر روی پایه‌های ستونی پیش ساخته قرار می‌گیرند. محاسن عمده استفاده از کانال‌های پیش ساخته در شبکه‌های آبیاری، اتلاف کم زمین‌های زراعی در مسیر کانال‌ها، سرعت در اجرا و کاهش عملیات خاکی می‌باشد.

مبانی طراحی سازه‌ها در کانال‌های پیش ساخته تفاوتی با سازه‌های کانال‌های درجا ندارد. با این تفاوت که در این کانال‌ها مقطع جریان قسمتی از دایره یا بیضی می‌باشد و مشخصات هیدرولیکی با فرض عمق معادل که عبارت از خارج قسمت مساحت جریان به عرض بالایی سطح آب می‌باشد، محاسبه می‌گردد و نیز با توجه به اینکه تبدیل جریان نیم لوله یا نیم بیضی به مقطع مستطیلی در سازه‌های آبی دفعتاً اتفاق می‌افتد، ضریب افت انرژی در این تبدیل‌ها ۰/۵ برای تنگ شدگی و ۱/۰ برای گشادشدگی فرض می‌شود.

۶-۷-۱- آبگیر و آب‌بند در کانالهای پیش ساخته

در کانالهای پیش ساخته از یک شاخه کانال با قطر بزرگتر که در طول آن یک دیواره کم ارتفاع و مورب ساخته شده است، به عنوان آب‌بند با سرریز ثابت استفاده می‌گردد. اگر سرریزی با طول بزرگتر لازم باشد، می‌توان از دو عدد از آنها که بهتر است به صورت قرینه و به موازات هم قرار گیرند استفاده شود. سازه آبگیر در کانال‌های پیش ساخته می‌تواند به صورت مدول‌های نیرپیک و یا دریاچه کشویی ساده در نظر گرفته شود. نقشه شماره ۲۲ آلبوم پیوست، یک نقشه تیپ برای سازه آبگیر آب‌بند در کانال‌های پیش ساخته می‌باشد.

۶-۷-۲- آبشار در کانال‌های پیش ساخته

اگر دو طرف یک شاخه کانال پیش ساخته برای طول سرریز محاسبه شده، کافی نباشد، می‌توان دو عدد از آنها را به صورت موازی در داخل حوضچه‌ای عریض‌تر قرار داد تا طول سرریز دو برابر شود. نقشه شماره ۲۱ آلبوم پیوست یک نقشه تیپ از سازه سرریز جانبی در کانال‌های پیش ساخته می‌باشد.

۶-۷-۳- پل عابر پیاده در کانال‌های پیش ساخته

در مواردی که کانال پیش ساخته بر روی پایه‌های بلند قرار می‌گیرد، عابر پیاده به راحتی از زیر آن رد می‌شود و در قسمت‌هایی که کانال روی زمین قرار گیرد و اندازه آن کوچک باشد، می‌توان از روی آن عبور کرد. در غیر این حالتها در محل‌هایی که امکان رفت و آمد رهگذر زیاد باشد، می‌باید از سازه پل عابر پیاده استفاده کرد. این سازه عبارت از یک دال بتونی پیش ساخته می‌باشد که عمود بر جهت کانال و بر روی پایه‌هایی در دو طرف کانال قرار می‌گیرد. دو سطح شیب‌دار با شیب حداکثر ۳۰ درصد امکان رفتن از روی زمین تا روی دال را میسر می‌سازد و نرده‌هایی در دو طرف آن که معمولاً از لوله‌هایی به قطر ۱/۵ اینچ ساخته می‌شود، ایمنی

سازه را تامین می‌کند. در نقشه شماره ۲۰ آلبوم پیوست یک پل عابر پیاده برای کانالهای پیش ساخته به صورت تیپ قابل مشاهده می‌باشد.

۷-۶-۴- حوضچه زاویه در کانال‌های پیش ساخته

در کانال‌های پیش ساخته به جای اجرای قوس‌های افقی در محل تغییر امتداد مسیر، معمولاً از حوضچه‌های زاویه استفاده می‌شود. این حوضچه به شکل شش ضلعی ساخته می‌شود که زاویه انحراف آن برابر با زاویه تغییر مسیر کانال بوده و شاخه‌های کانال در دو طرف آن مستقر می‌شوند. برای جلوگیری از تنوع حوضچه‌های زاویه بهتر است در طراحی مسیر کانال‌های پیش ساخته به این امر توجه شود که حتی‌الامکان از زاویه‌های ثابت و گرد شده و کم تعداد استفاده شود. (مثلاً زاویه‌های با مضرب ۲۰ درجه یا ۱۰ درجه). این حوضچه‌ها دارای افت بار هیدرولیکی هستند که اندازه آن حدود ۱/۵ برابر ارتفاع نظیر سرعت در کانال فرض می‌شود. در نقشه شماره ۲۳ آلبوم پیوست جزئیات حوضچه زاویه را می‌توان ملاحظه کرد.

در کانال‌های پیش ساخته برای کاهش شیب و از بین بردن انرژی غیر لازم بهتر است از سازه آبشار قائم استفاده شود. توصیه می‌شود ارتفاع این آبشارها بیش از ۲ متر نباشد. این سازه عبارت از یک حوضچه دراز می‌باشد که از یک سمت به قطعه کانال پیش ساخته بالادست و از سمت دیگر به قطعه پائین دست (با رقوم ارتفاعی پائین تر) متصل می‌گردد. طول این حوضچه و همچنین ارتفاع دیواره‌های آن بر اساس ابعاد لازم برای حوضچه آرامش آبشار قائم قابل محاسبه می‌باشد.

نقشه شماره ۱۹ آلبوم پیوست یک سازه آبشار تیپ برای کانال‌های پیش ساخته را نشان داده شده است.

۷-۶-۵- سیفون در کانال‌های پیش ساخته

سازه سیفون برای کانال‌های پیش ساخته معمولاً به صورت دو چاهک قائم با مقطع مربع و یک لوله افقی که چاهکها را به هم متصل می‌کند، در نظر گرفته می‌شود.

ضریب افت ورودی و خروجی این سیفون جمعاً ۱/۵ فرض می‌شود و افت بار داخل مجرا نیز همانند سیفون‌های کانال‌های درجا محاسبه می‌شود. ضریب افت بار ناشی از تغییر جهت ۹۰ درجه‌ای جریان آب در مجرا برای هر مورد ۰/۵ پیشنهاد می‌شود. بدین ترتیب افت بار کل سیفون با در نظر گرفتن ۱۰ درصد اضافی برای اطمینان عبارت خواهد بود از :

$$HL = (Sf \times L + 2.5hv) \times 1/1$$

HL: افت بار کل در سیفون کانال‌های پیش ساخته (متر)

Sf: شیب افت انرژی که با استفاده از رابطه مانینگ محاسبه می‌شود (به مبحث سیفون در کانال‌های درجا مراجعه شود)

hv: ارتفاع نظیر سرعت در مجرای سیفون (متر)

سازه سیفون در کانال‌های پیش ساخته به صورت تیپ در نقشه شماره ۲۴ آلبوم پیوست نشان داده شده است.

۷-۶-۶- سرریز جانبی در کانال‌های پیش ساخته

سرریز جانبی معمولاً در انتهای کانال‌ها و به همراه چند آبگیر و یا در طول کانال در بالادست سیفون‌ها و یا پائین دست آبگیرها قرار می‌گیرد. در کانال‌های پیش ساخته این سازه عبارت از یک شاخه از کانال می‌باشد که قدری پائین تر از شاخه‌های دیگر قرار می‌گیرد و از دو طرف آن به عنوان سرریز استفاده می‌شود. رقوم لبه بالایی این شاخه به عنوان رقوم تاج سرریز به اندازه نصف تا دو

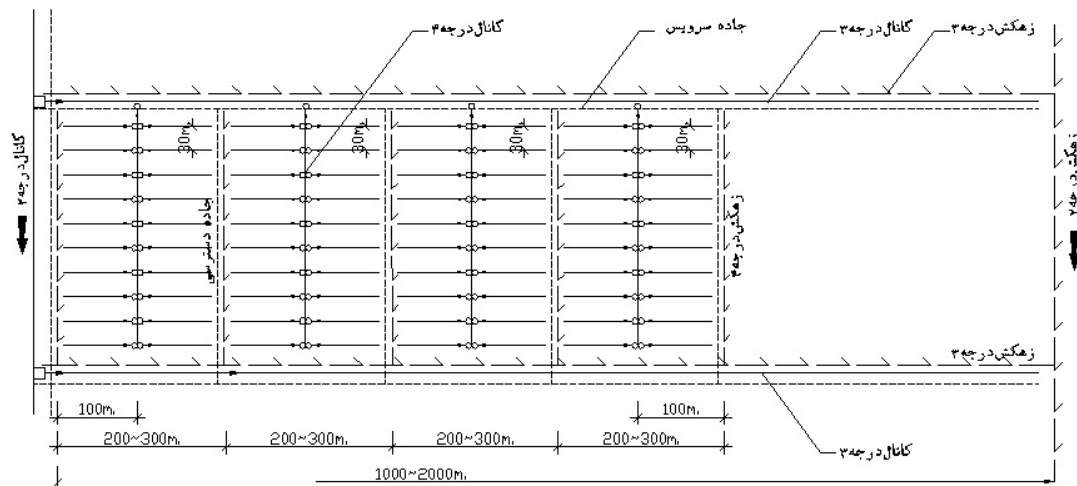
سوم عمق آزاد کانال پائین تر قرار می‌گیرد. این واحد در داخل حوضچه‌ای به طول برابر با طول یک شاخه از کانال و با عرض حدود ۲ تا ۳ برابر عرض کانال واقع می‌شود که آب سرریز شده را به داخل یک زهکش هدایت می‌کند. طراحی هیدرولیکی این سازه مانند سرریز جانبی در کانال‌های درجا می‌باشد.

فصل هشتم

سازه‌های آبی شالیزارها

۸-۱- آرایش و جایگزینی قطعات آبیاری در شالیزارها

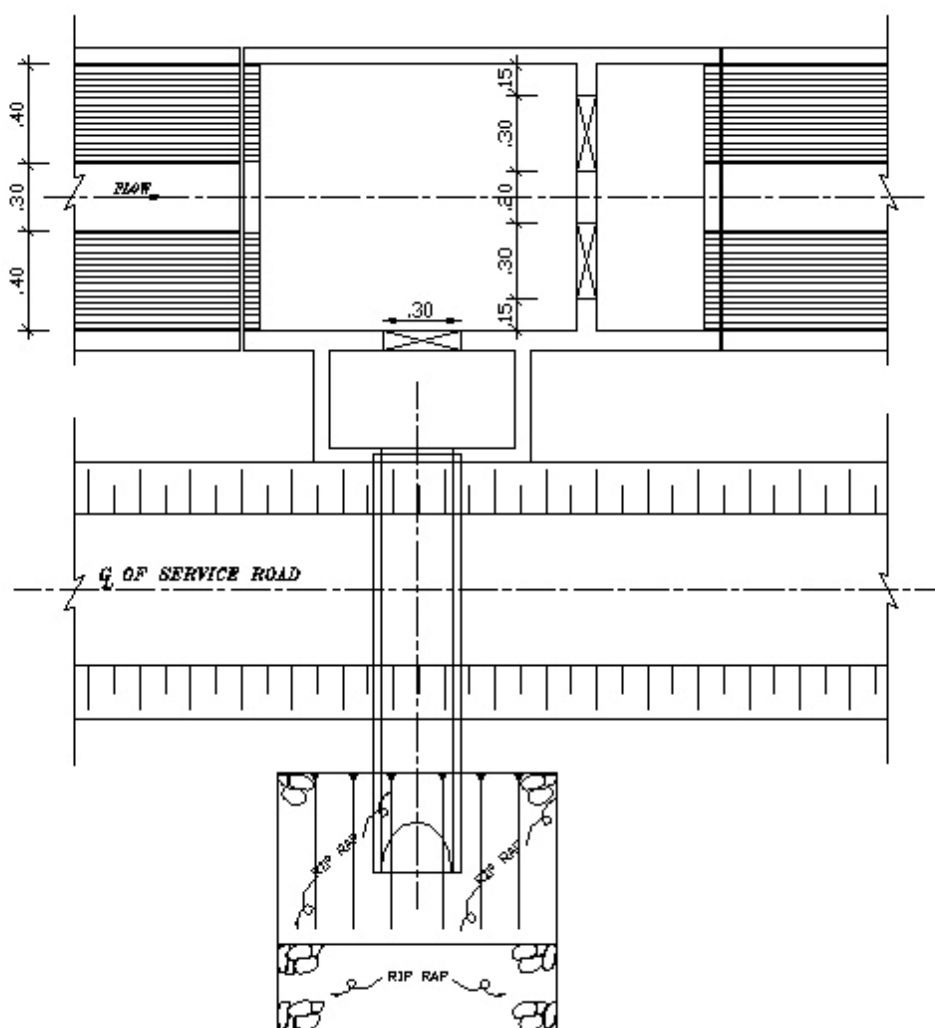
چنانچه در بخش‌های مربوط به آبیاری و تسطیح اراضی این نشریه ذکر شده است، ابعاد مناسب قطعات آبیاری 20×100 تا 60×200 می‌باشد و ابعاد بهینه در شرایط توپوگرافی مناسب 30×100 پیشنهاد می‌شود. کانال درجه چهار در امتداد شیب اصلی زمین معمولاً بین دو ردیف قطعات آبیاری قرار گرفته و آنها را به صورت دو طرفه آب می‌دهد. کانال درجه سه در امتداد خطوط تراز قرار و کانالهای درجه ۴ را به فاصله حدود ۲۰۰ متر از همدیگر تغذیه می‌نماید. کانال درجه ۲ در جهت عمود بر کانال درجه ۳ یعنی در جهت شیب غالب اراضی، امتداد می‌یابد و کانالهای درجه ۳ را با فاصله تقریبی ۵۰۰ متر آب می‌دهد. شکل ۸-۱ نمونه آرایش شبکه فرعی و قطعه‌بندی آن را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۸-۱- نمونه آرایش شبکه فرعی و قطعه‌بندی شالیزارها

۸-۲- آگیری کانال‌های درجه ۴ از کانال درجه ۳

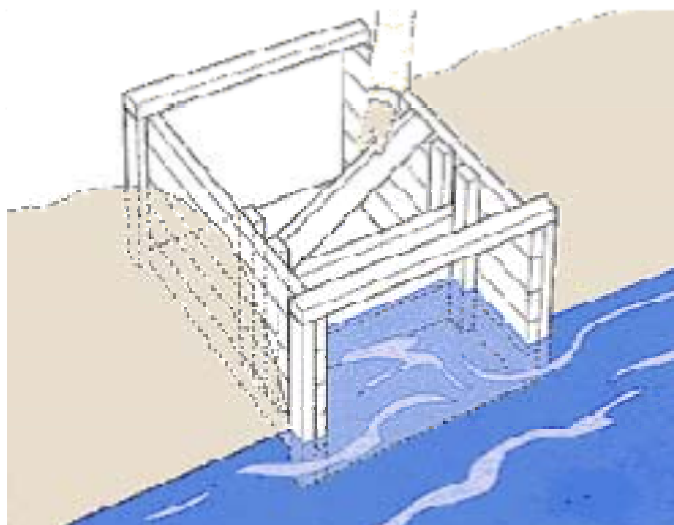
سازه مناسب برای آگیری کانالهای درجه ۴ از کانال درجه ۳ جعبه تقسیم می‌باشد. این سازه یک حوضچه ساده بتونی با دو دریچه کشویی ساده در امتداد کانال درجه ۳ و یک دریچه در امتداد عمود بر آن یعنی جهت انشعاب کانال درجه ۴ تشکیل می‌یابد. ابعاد و رقوم ارتفاعی هر سه دریچه برابر هم بوده و هر یک از آنها در دو حالت کاملاً بسته یا کاملاً باز مورد استفاده قرار می‌گیرند. ابعاد مناسب برای این دریچه‌های کشویی 30×30 سانتی‌متر پیشنهاد می‌شود. شکل ۸-۲- پلان این سازه را به صورت نمونه نشان می‌دهد.



شکل ۸-۲- سازه آبیگیری کانال درجه چهار از کانال درجه سه

۸-۳- سازه‌های کانال درجه چهار

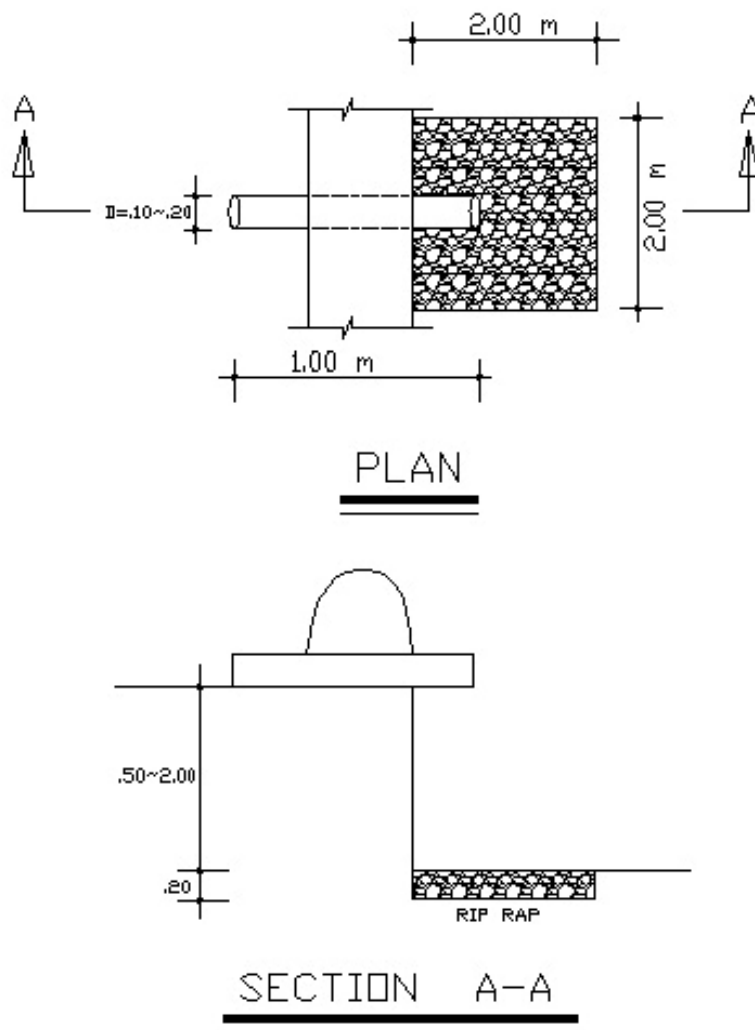
سازه‌های لازم بر روی کانال‌های درجه چهار در شالیزارها برای کنترل ارتباط جریان آب در قطعات کوچک آبیاری می‌باشد. در مناطق کم شیب این ارتباط می‌تواند با یک جعبه چوبی که دارای شیبی برای قرار دادن تخته‌هایی برای قطع ارتباط انجام گیرد (شکل ۸-۳). ولی در عمل برداشتن و ریختن خاک با بیل و نیز استفاده از سیفون‌های شلنگی برای قطع و وصل جریان آب بین قطعات متداول‌تر می‌باشد.



شکل ۸-۳- جعبه چوبی برای ارتباط قطعات آبیاری شالیزارها

در مناطق با شیب تند که قطعات آبیاری به شکل تراس بندی ایجاد می‌شود، انتقال آب از قطعه بالایی به پائینی به صورت ریختن از ارتفاعی در حدود ۰/۵ تا ۲/۰ متر روی می‌دهد: برای جلوگیری از شسته شدن خاک، بهتر است از یک قطعه لوله پلاستیکی مانند PVC در قطعه بالادست و مقداری قلوه سنگ درشت در قطعه پائین دست با طول و عرض حدود ۱ متر و ضخامت تقریبی ۲۰ سانتی‌متر استفاده شود برای قطع و وصل جریان آب جریان آب، میتوان از یک کیسه نایلونی که درون آن، با پوشال یا پارچه کهنه پر شده باشد، استفاده کرد.

با قراردادن لوله به اندازه ۵ تا ۱۰ سانتیمتر بالاتر از کف قطعه بالایی، آبیاری قطعه پایین به صورت خودکار کاربرد پس از اینکه سطح آب در پایین دست قطعه بالایی به بالاتر از لبه پایین لوله رسید: انجام خواهد گرفت. (شکل ۸-۴)



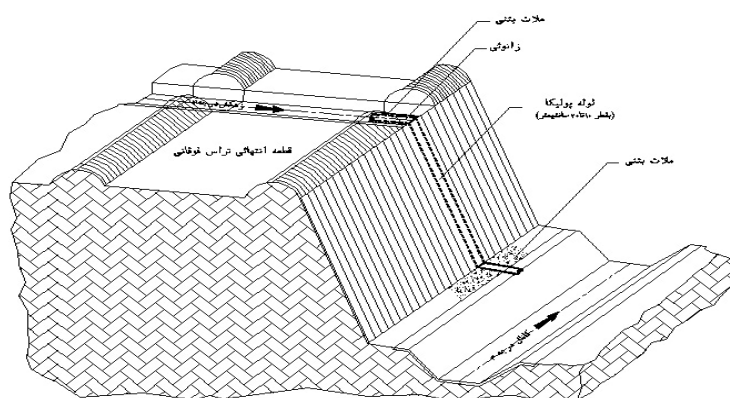
شکل ۸-۴- ارتباط قطعات آبیاری در اراضی با شیب تند

۸-۴- سازه تخلیه زهاب به کانال

با توجه به حجم قابل ملاحظه رواناب‌های حاصل از آبیاری به خصوص در عملیات آماده‌سازی زمین و نشاکاری که در زهکش‌های شالیزار ایجاد می‌شود. استفاده مجدد از آب زهکش‌ها برای آبیاری مزارع پایین دست، رواج دارد. در شالیزارهای شمال کشورمان، در مواردی که زهکش‌ها عمق زیادی داشته و امکان آبیگری ثقیلی از آنها نباشد. اینکار با پمپ‌های کوچک و به صورت موضعی انجام می‌گیرد. لذا در طراحی شبکه آبیاری و زهکشی شالیزارها بهتر است حتی‌الامکان رقوم کف زهکش‌ها را طوری در نظر گرفت که به قطعات پایین دست سوار باشد. یکی از روش‌های دستیابی به این حالت، انطباق زهکش درجه سه بالادست با کانال درجه سه پایین دست می‌باشد. در این صورت لازم است که قطعه بندی و تسطیح قطعات طوری طراحی شود که مسیر کانال درجه سه (و منطبق بر آن زهکش درجه سه قطعات بالادست) در مرز تراس بندی‌ها و از نظر رقوم ارتفاعی پایین‌تر از تراس بالایی و بالاتر از تراس پایینی قرار گیرد.

بدین ترتیب محل تخلیه زهکش‌های درجه چهار به کانال درجه ۳ با اختلاف رقوم ارتفاعی همراه خواهد بود و لازم است که سازه تخلیه از تخریب تراس جلوگیری کند. سازه ساده پیشنهادی تخلیه زهکش عبارت از یک لوله پلاستیکی با طول قدری کمتر از اختلاف ارتفاع دو تراس با دو زانویی در دو سر آن می‌باشد. این لوله در داخل بدنه تراس واقع شده و سر باز زانویی بالایی پای پشته قطعات بالایی در محل انتهای زهکش درجه چهار قرار می‌گیرد که با پوشش بتنی محکم می‌شود و زانویی پایین دست بر لبه بتنی کانال درجه سه قرار گرفته و آن نیز به وسیله ملات سیمانی مستحکم می‌گردد.

پیشنهاد می‌شود از زانویی ۴۵ درجه استفاده شود و لوله دیگری بعد از زانویی‌ها اضافه نشود تا در موقع گرفتگی بتوان به راحتی مجرا را باز کرد. شکل ۸-۵ سازه تخلیه زهاب انتهای زهکش درجه ۴ را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۸-۵ سازه تخلیه زهاب به کانال درجه سه

فصل نهم

ضوابط سازه ای طراحی سازه های

آبی

در این فصل به ضوابط سازه ای طراحی سازه های آبی شبکه های فرعی آبیاری و زهکشی پرداخته می شود. با توجه به انتشار آیین نامه بتون ایران (آبا) (نشریه شماره ۱۲۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور) رعایت تمام موارد ذکر شده در این نشریه در طراحی سازه های آبی الزامی می باشد.

با توجه به ابعاد کوچک سازه های آبی شبکه های فرعی آبیاری و زهکشی، در اغلب موارد با رعایت شرایط اجرایی، سازه ها اجباراً با ضرایب اطمینان بیش از مورد نیاز، طراحی و ساخته می شود.

لذا در طراحی این سازه ها رعایت ضوابط سازه ای نسبت به ضوابط هیدرولیکی دارای اهمیت کمتری می باشد. از این رو در این نشریه از ارائه ضوابط طراحی سازه ای مستقل برای هر یک از سازه ها خودداری شده و در این فصل به ذکر کلیات اکتفا می شود. تحلیل سازه های آبی به روش حد مجاز (W.S.D) و حالت حد نهایی و با توجه به بزرگترین ممان خمشی و نیروی برشی و با در نظر گرفتن خصوصیات و مشخصات فنی خاکهای منطقه طرح، تراز آب زیرزمینی و نوع بارگذاری به شرح زیر انجام می گیرد.

۹-۱- بارگذاری

بار گذاری در طراحی سازه های آبی، به شرح زیر انجام می گیرد.

۹-۱-۱- بارهای مرده

بار مرده شامل وزن سازه، خاک و نیروهای هیدرواستاتیکی می باشد که به شرح زیر در کلیه سازه ها در نظر گرفته می شود:

- ۱- وزن بتون مسلح ۲۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب
 - ۲- وزن آب ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب
 - ۳- وزن خاک خشک ۱۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب
 - ۴- وزن خاک کوبیده شده ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب
 - ۵- وزن خاک اشباع ۲۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب
- سربار به ارتفاع $\frac{0.6}{6}$ متر خاک منظور می شود.

۹-۱-۲- بارهای زنده

بارهای زنده عبارت است از بار کامیون و ماشین آلات ساختمانی و خودروهای مورد استفاده در دوره بهره برداری بر روی سازه هایی نظیر پل ماشین رو.

۹-۱-۳- فشار بالادهنده^۱

فشار بالادهنده در سازه ها و دیواره هایی که در دو طرف آن اختلاف سطح آب وجود دارد، مانند آبشارها در نظر گرفته می شود. همچنین فشار آب زیرزمینی در حالتی که سازه خالی از آب است، می باید مورد توجه قرار گیرد.

در برخی از سازه‌ها مانند زیرگذر به منظور کاهش فشار، پاشنه^۱ در نظر گرفته می‌شود که عمق آنها متناسب با عمق آب در سازه تعیین می‌شود. در محل‌هایی از سازه‌هایی که دارای شیب تند می‌باشد، مانند تند آب‌ها، فاصله و عمق پاشنه‌ها بر اساس تئوری لین^۲ محاسبه می‌شود.

۹-۱-۴- فشار رانش خاک

فشار رانش خاک با استفاده از رابطه $H = Ka \frac{\delta h^2}{2}$ محاسبه می‌شود.

اجزای این رابطه به شرح زیر می‌باشد.

H: کل نیروهای جانبی

Ka: ضریب رانش خاک

δ : وزن حجمی خاک

h: ارتفاع خاکریزها

ضریب Ka با استفاده از روابط پیشنهادی کلمب^۳ یا رانکین^۴ و با در نظر گرفتن پارامترهای مختلف خاک مانند دانه بندی، زاویه اصطکاک داخلی بر اساس اطلاعات دریافتی از آزمایشات ژئوتکنیک محاسبه می‌شود.

۹-۱-۵- نیروی زلزله

نیروهای افقی ناشی از زلزله با توجه به اطلاعات موجود در مورد شدت زلزله‌های رخ داده در منطقه و طول عمر مفید و اهمیت سازه‌ها در نظر گرفته می‌شود. این نیروها تنها در مورد بارهای مرده اعمال می‌گردد.

۹-۲- حالات مختلف بارگذاری

بارگذاری در سازه‌های آبی در حالت‌های مختلف ممکن در دوره ساخت و بهره‌برداری به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

الف- سازه پر از آب و اطراف سازه خالی از خاک باشد.

ب- سازه خالی از آب و اطراف سازه پر از خاک باشد.

پ- سازه خالی از آب و اطراف آن پر از خاک اشباع باشد.

از حالت‌های فوق حالت بحرانی برای هر یک از اعضای سازه مشخص و آرماتورگذاری بر اساس آن طراحی می‌گردد. در سازه‌های کوچک اگر نیازی به آرماتور نباشد، به منظور جلوگیری از ترک‌های ناشی از تغییرات درجه حرارت، آرماتورهای حرارتی در نظر گرفته می‌شود.

2- Cut off

3- Lane

4- Coulombs

5- Rankine

۹-۳- فرضیات طراحی

الف- باربری مجاز خاک طبق آزمایش های ژئوتکنیک در نظر گرفته می‌شود.

ب- تنش مجاز بتون مورد مصرف به شرح زیر فرض می‌گردد:

- حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه برای بتون کلاس I: ۲۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- حداکثر مقاومت مجاز فشاری ۲۸ روزه برای بتون کلاس I: ۱۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه برای بتون کلاس II: ۲۱۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- حداکثر مقاومت مجاز فشاری ۲۸ روزه برای بتون کلاس II: ۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- حداکثر مقاومت برشی بتون بدون در نظر گرفتن آرماتور: ۴/۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
- حداکثر مقاومت برشی بتون بدون در نظر گرفتن آرماتور: ۱۰/۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

پ- برای اطمینان از صورت نگرفتن لغزش می باید شرط زیر برقرار باشد:

$$\frac{\text{مجموع مقاومت های افقی}}{\text{مجموع نیروهای افقی}} > 1/5$$

ت- برای اطمینان از واژگون نشدن سازه می باید شرط زیر برقرار باشد:

$$\frac{\text{مجموع لنگرهای افقی}}{\text{مجموع لنگرهای واژگونی}} > 1/5$$

۹-۴- کلیات آرماتورگذاری

محاسبات آرماتورگذاری بر اساس بزرگترین ممان خمشی و نیروی برشی و طبق توصیه های آیین نامه بتون ایران (آبا) انجام می‌گیرد.

۹-۴-۱- آرماتورگذاری یک لایه

آرماتورگذاری یک لایه به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

الف- اگر ضخامت بتون کمتر یا مساوی ۲۰ سانتیمتر و فاصله درزهای ساختمانی کمتر یا برابر با ۱۰ متر باشد: برای سطوحی که در معرض آفتاب و سرما نباشد، میزان آرماتور معادل ۰/۲۵ درصد سطح مقطع بتون و برای سطوحی که در معرض آفتاب و سرما باشد، میزان آرماتور معادل ۰/۳۰ درصد سطح مقطع بتون در نظر گرفته می‌شود.

ب- برای بتون های با ضخامت کمتر از ۲۰ سانتیمتر با درزهای ساختمانی بیش از ۱۰ متر اگر سطوح بتون در معرض آفتاب و سرما نباشد، آرماتور مورد نیاز ۰/۳۰ درصد سطح مقطع بتون و اگر سطوح بتون در معرض آفتاب و سرما باشد، ۰/۴۰ درصد سطح مقطع بتون خواهد بود.

۹-۴-۲- آرماتورگذاری دو لایه

آرماتورگذاری دو لایه به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

الف- برای بتون‌های با ضخامت بیش از ۲۰ سانتیمتر و طول تا ۱۰ متر، آرماتور مورد نیاز به شرح زیر می‌باشد:
اگر سطوح بتون در تماس با خاک باشد، ۰/۲۰ درصد سطح مقطع بتون و اگر سطوح بتون در تماس با خاک نبوده و در تماس با تابش آفتاب و سرما نیز نباشد، ۰/۱۵ درصد سطح مقطع بتون و اگر سطوح بتون در تماس با تابش آفتاب و سرما باشد، ۰/۲۰ درصد سطح مقطع بتون آرماتور نیاز خواهد بود.

ب- برای بتون‌های با ضخامت بیش از ۲۰ سانتیمتر و طول بیش از ۱۰ متر آرماتور مورد نیاز به شرح زیر می‌باشد:
اگر سطوح بتون در تماس با خاک قرار گیرد، ۰/۲۵ درصد سطح مقطع و اگر سطوح بتون در تماس با خاک نبوده و در معرض سرما و تابش آفتاب باشد، ۰/۲۵ درصد سطح مقطع بتون آرماتور لازم خواهد بود. در صورتی که ضخامت بتون بیش از ۳۸ سانتیمتر باشد، آرماتور حرارتی بر اساس ضخامت ۳۸ سانتیمتر محاسبه می‌گردد.
حداقل قطر آرماتور مصرفی در سازه‌های آبی ۱۲ میلیمتر و حداکثر فاصله محور به محور آرماتورها ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود.

۹-۵- پوشش لازم برای آرماتورها

حداقل ضخامت بتون بر روی آرماتورها به شرح زیر می‌باشد. سازه‌هایی که در تماس با آب و خاک نیستند: پوشش ۴ سانتیمتر برای آرماتورهای به قطر تا ۱۶ میلیمتر و پوشش ۵ سانتیمتر برای آرماتورهای به قطر بیش از ۱۶ میلیمتر. سازه‌هایی که در تماس با خاک شور، آب شور و مواد شیمیایی فعال قرار دارند: پوشش ۵ سانتیمتر برای بتون‌های با ضخامت تا ۲۰ سانتیمتر و پوشش ۷/۵ سانتیمتر برای بتون‌های با ضخامت بیشتر از ۲۰ سانتیمتر.
سازه‌هایی که در تماس با آب شرب قرار دارند: پوشش ۴ سانتیمتر برای بتون‌های با ضخامت تا ۲۰ سانتیمتر و پوشش ۵ سانتیمتر برای بتون‌های ضخیمتر از ۲۰ سانتیمتر.

۹-۶- درزها

درزهای سازه‌ای که در سازه‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد به شرح زیر می‌باشد.

۹-۶-۱- درز انبساط

درز انبساط به منظور تامین شرایط مناسب برای انبساط یکپارچه حجم معینی از یک قطعه بتون پیش بینی می‌شود. این درزها به قسمت‌های دو طرف آن اجازه می‌دهد که به طور خفیف حرکت نماید. فاصله درزهای انبساط معمولاً ۱۲ تا ۲۰ متر در نظر گرفته می‌شود. فاصله بین دو قطعه که ما بین آنها درز انبساط قرار می‌گیرد، حدود ۲ سانتیمتر خواهد بود.

۹-۶-۲- درز انقباض

درز انقباض به منظور کنترل ترک ناشی از انقباض بتون که در اثر تنش‌های کششی در پروسه سفت شدن و یا در اثر افت درجه حرارت به وجود می‌آید، تعبیه می‌شود. فاصله بین درزهای انقباض معمولاً ۱۲ متر در نظر گرفته می‌شود. لازم به یادآوری است که در کلیه درزهای انقباض و انقباض دو قطعه طرفین درز، به وسیله نوارهای آب بند^۱ به همدیگر متصل می‌گردند.

۹-۶-۳- درزهای ساختمانی

چنانچه به هر دلیلی بتون ریزی در اجرای یک سازه متوقف گردد، جهت یکپارچه شدن بتون جدید و قدیم از درزهای ساختمانی استفاده می‌شود.

۹-۶-۴- درزهای کنترل

درزهای کنترل به منظور ایجاد مقاطع ضعیف در بتون پیش بینی می‌شود. به عبارت دیگر چنانچه امکان ترک خوردن پیدا شود، این ترک در امتداد درزهای کنترل صورت خواهد گرفت. شیارهایی که در پوشش بتونی کانال‌های بزرگ ایجاد می‌کنند، از درزهای کنترل محسوب می‌شود.

۹-۷- ضخامت صندوقه‌ها و ماهیچه‌های مورد نیاز

به منظور یکنواخت شدن و هماهنگی سازه‌های تقاطعی، ضخامت حداقلی با توجه به ابعاد و تعداد دهنه‌های صندوقه‌ها پیش بینی می‌شود.

جهت تقویت ضخامت دیواره‌های صندوقه‌ها در ناحیه برش حداکثر و به منظور جلوگیری از شکستن ناشی از استقرار مستقیم بار روی صندوقه از یک طرف و سهولت اجرا و قالب بندی از طرف دیگر، در گوشه‌های داخلی ماهیچه^۲ در نظر گرفته می‌شود. ضخامت صندوقه‌ها و ابعاد ماهیچه‌های مورد نیاز به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۹-۱- ضخامت صندوقه‌ها و ماهیچه‌های مورد نیاز در سازه‌های آبی

عرض و ارتفاع دیواره‌ها (متر)	تعداد دهنه	ضخامت دیواره‌ها (سانتیمتر)	ابعاد ماهیچه (سانتیمتر)
کوچکتر از ۱	۲و۱	۲۵	-
۱ تا ۱/۵	۲و۱	۲۵	۱۰*۱۰
۱/۵ تا ۳	۲و۱	۳۰	۱۵*۱۵
بزرگتر از ۳	۲و۱	۳۵	۲۰*۲۰
کوچکتر از ۱/۵	۴و۳	۳۰	۱۵*۱۵
۱/۵ تا ۳	۴و۳	۳۵	۲۰*۲۰
بزرگتر از ۳	۴و۳	۴۰	۲۵*۲۵

1-Water Stop

2- Fillet

ارقام ارائه شده در بالا در صورتی قابل استفاده است که ارقام حاصل از محاسبات و طراحی کمتر یا برابر با آنها باشد. در غیر اینصورت ارقام محاسباتی ملاک قرار خواهد گرفت .

فصل دهم

بهره برداری و نگهداری سازه های

آبی

برای حفظ کارایی سازه‌های آبی در شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی، لازم است که عملیات بهره‌برداری و نگهداری به طور مناسب انجام گیرد. در این فصل به اقدامات لازم در امر بهره‌برداری و نگهداری سازه‌های آبی شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی پرداخته می‌شود.

۱۰-۱- بهره‌برداری و نگهداری از آب بندها

عملیاتی که به عنوان بهره‌برداری و نگهداری از آب بندها انجام می‌گیرد، به شرح زیر می‌باشد:

- بازدید سالانه از دیواره‌های بتونی آب بندها با سرریز ثابت و انجام تعمیرات لازم
- بازدید هفتگی برای اطمینان از باز بودن مجرای کوچک خودشوی در سرریزهای نوک اردکی و رفع گرفتگی در صورت لزوم
- بازدید سالانه از سرریزهای فلزی که به عنوان آب بند مورد استفاده قرار می‌گیرد و تعمیر خرابی‌ها و رنگ زنی به آنها در صورت نیاز

۱۰-۲- بهره‌برداری و نگهداری از آبگیرها

عملیات مورد نیاز جهت بهره‌برداری و نگهداری مناسب از آبگیرهای شبکه‌های فرعی عبارتند از:

- بازدید روزانه و همزمان با باز و بسته کردن دریچه‌های دستی و رفع موانع و انجام تعمیرات در صورت نیاز.
 - انجام سرویس و تعمیرات و رنگ آمیزی سالانه دریچه‌ها
 - عملیاتی که برای نگهداری دریچه‌های مدول نیروپیک انجام می‌گیرد، به شرح زیر می‌باشد:
 - یاتاقانهای برنزی این نوع دریچه‌ها باید سالی یکبار بازدید و در صورت شکستگی یا خرابی نسبت به تعویض تا تعمیر آنها اقدام شود.
 - رنگ آمیزی دریچه به طور کلی هر سال یک بار باید انجام گیرد و نقاط زنگ زده را ابتدا تمیز و سپس رنگ کرد. در موقع رنگ آمیزی لاستیک‌های آب بندی لازم است باز و پس از خشک شدن رنگ دوباره وصل شود.
 - در موقع رنگ آمیزی باید دقت کرد که یاتاقانهای دریچه رنگی نشود، تا در موقع نصب دچار اشکال نگردد.
 - لاستیک‌های آب بندی همه ساله بازدید شود و در صورت اشکال در مورد تنظیم یا تعویض آنها اقدام گردد.
 - برای رنگ آمیزی ابتدا دریچه ضد زنگ زده و پس از خشک شدن با اپوکسی مخصوص دو بار رنگ آمیزی شود.
 - عملیات نگهداری مخصوص دریچه‌های CHO (دو دریچه متوالی) به شرح زیر می‌باشد:
 - دریچه‌های کشویی معمولاً به وسیله لاستیک‌های مخصوص که در چهار طرف آن نصب شده است، آب بندی می‌گردد. هر دریچه با توجه به مشخصات فنی و نوع آن دارای مقداری نشست مجاز و قابل قبول است که عبارتند از:
- نشست موضعی:** نشستی است که از یک محدوده خاص و یا از قسمتی از لاستیک آب بندی دریچه تراوش می‌کند و در طول هر متر لاستیک آب بندی برابر یک لیتر در ثانیه است.

نشست متوسط: مجموعه نشست مجازی است که در کل طول لاستیک آب بندی دریچه تراوش می‌کند و در طول هر متر لاستیک آب بندی برابر ۰/۵ لیتر در ثانیه است. در بازدیدهای سالانه اگر میزان نشست بیش از حد تعیین شده باشد، باید لاستیک

تعویض شود. همانطوری که اشاره گردید، هر دریچه با توجه به مشخصات خود دارای نشت مجاز و قابل قبولی است که آن را کارخانه سازنده تعیین می کند و در نگهداری و بهره برداری از آن باید مورد توجه قرار گیرد.

بالا بره‌های دریچه‌ها معمولاً برای بار معینی محاسبه و طراحی گردیده است. به طوریکه یک کارگر می‌تواند به راحتی آن را با چرخاندن دستگیره بالا و پایین ببرد. بنابراین باید از وارد آوردن فشار اضافی روی دستگیره دریچه خودداری نمود و در صورتی که مانعی در چرخاندن دستگیره مشاهده گردید، فوراً برای رفع آن اقدام نمود. برای بهره‌برداری و نگهداری بهتر بالابرها موارد زیر باید رعایت شود:

- هر ۳ یا ۴ ماه یک بار داخل دنده‌ها و یاتاقانها را روغن کاری کرد تا در مجاورت هوای آزاد از زنگ زدگی آنها جلوگیری شود. در این ارتباط باید روغن داخل جعبه دنده‌ها را تخلیه نمود و با روغن مناسب که از طرف کارخانه تعیین شده است تعویض شود.
- هر دو سال یک بار بالابرها بازدید و کاملاً باز شود و در صورت صدمه دیدن قطعات یا ساییدگی دنده‌ها و غیره نسبت به تعویض قطعات آن اقدام گردد. لازم است در موقع بستن بالابرها دقت شود که فواصل مجاز بین محورها و یاتاقانها کاملاً رعایت گردد تا به سهولت بتوان در بالا و پایین بردن دریچه استفاده کرد.
- روی دسته بالابرها معمولاً دنده‌ای تعبیه شده است که با قرار گرفتن تیغهای روی آن، فقط در یک جهت حرکت می کند و با چرخاندن دستگیره و بالا آمدن دریچه به اندازه نیاز و با رها کردن دستگیره دریچه در همان حالت باقی می ماند. در صورتی که بخواهیم دریچه را پایین بیاوریم، لازم است تیغه را از جلو دنده‌ها رها کرد تا بتوان دریچه را به سمت پایین حرکت داد. لازم است این دنده‌ها و گیره هر ماه بررسی و روغن کاری شود و در صورت رنگ زدگی برای رنگ آمیزی آن اقدام کرد. مقسم قابل تنظیم دارای صفحه قابل چرخشی است که محور آن می باید به هنگام بهره برداری و تنظیم، مورد بازدید قرار گیرد. اگر گرفتگی داشته باشد، مانع از سر راه آن برداشته شود و در صورت نیاز روغن کاری گردد.

۱۰-۳- بهره برداری و نگهداری از سیفون‌ها

عملیات لازم در بهره برداری و نگهداری سیفون‌های معکوس به شرح زیر می باشد:

- شست و شوی مجرای سیفون با عبور دادن جریان سریع آب (بیش از سرعت و دبی طراحی) به تعداد دو بار در سال
- تخلیه کامل آب داخل مجرای سیفون و بازدید از داخل مجرا و تخلیه رسوبات احتمالی در هر سال
- بازدید روزانه و یا چند بار در روز (بر حسب ضرورت) برای تمیز کردن آشغال ها در شبکه‌های آشغالگیر ورودی سیفونها
- بازدید از شبکه آشغالگیر و تعمیر و رنگ آمیزی در صورت نیاز، هر شش ماه یکبار

۱۰-۴- بهره برداری و نگهداری از زیرگذرها

عملیات زیر برای بهره برداری و نگهداری مناسب از سازه‌های زیر گذر لازم می باشد.

- تخلیه رسوبات جمع شده در مجرای سرپوشیده زیرگذرها چندین بار در سال لازم می باشد. بخصوص قبل از فصل‌های بارندگی.

- بازدید سالانه از محل حفاظت های ابتدا و انتهای سازه زیرگذر به منظور جلوگیری از خطر آسیب رسیدن به سازه و در صورت نیاز تکمیل حفاظت به صورت خشکه چینی یا ریختن قلوه سنگ.

۱۰-۵- بهره‌برداری و نگهداری از سرریز سیفونی

- عملیات لازم جهت بهره‌برداری و نگهداری مناسب از سرریزهای سیفونی به شرح زیر می باشد.
- آزمایش عملکرد مناسب سرریز سیفونی به صورت بالا بردن مصنوعی سطح آب کانال در محل سازه با ایجاد مانع و یا وارد کردن دبی بیش از ظرفیت به کانال و یا بستن آبیگرهای پایین دست و در صورت عدم عملکرد مناسب، بررسی و کشف علت و برطرف کردن ایراد و آزمایش مجدد آن. این عملیات به طور سالانه می باید انجام گیرد.
 - رنگ آمیزی سرریز سیفونی فلزی (سیفون اضطراری) بر حسب نیاز هر چند سال یک بار

۱۰-۶- بهره‌برداری و نگهداری از سازه استفاده مردم از آب کانال

لازم است با بازدید سالانه از سازه استفاده مردم از آب کانال، در صورت ایجاد خرابی در پله‌ها و یا نرده های دو طرف، اقدام به تعمیر آن نمود.

۱۰-۷- بهره‌برداری و نگهداری از سازه آبشخور حیوانات

با توجه به ماندابی بودن حوضچه سازه استفاده حیوانات از آب کانال، لازم است ک به طور ماهانه عملیات تخلیه و شستشوی حوضچه انجام گیرد.

طی بازدیدهای سالانه، اگر خرابی در این سازه پیش آمده باشد، می باید اقدام به تعمیر آن نمود.

۱۰-۸- بهره‌برداری و نگهداری از سازه های اندازه گیر

سازه های اندازه گیری جریان احتیاج به واسنجی^۱ به صورت سالانه یا یک سال در میان دارند. این کار به دو صورت انجام می گیرد. استفاده از مولینه و استفاده از سرریز یا پارشال فلوم استاندارد ثانویه که موقتاً در بالا دست سازه مورد نظر نصب می گردد.

اگر دبی عبوری از کانال کم باشد، امکان تامین افت بار هیدرولیکی برای نصب پارشال فلوم یا سرریز استاندارد در کانال باشد، می توان این وسیله را در بالادست سازه مورد نظر نصب کرد و دبی نشان دهنده آن با جریان غیر مستغرق را با دبی نشان دهنده سازه اصلی مقایسه کرد. اگر تفاوت آنها بیش از ۵ تا ۱۰ درصد دبی عبوری باشد، لازم است که در جدول یا گراف مورد استفاده تغییراتی داده شود تا اندازه گیری به واقعیت نزدیک شود.

در صورت استفاده از مولینه محل انتخابی برای واسنجی باید در بالادست محل دستگاه اندازه‌گیری مورد نظر قرار گرفته باشد و در قسمتی از مسیر جریان که مستقیم و فاقد انحناست و خارج از شعاع تاثیر امواج و یا عامل ایجاد کننده عدم یکنواختی جریان در نظر گرفته شود.

برای دستیابی به جدول یا منحنی های با قابلیت انطباق دقیق و مناسب، لازم است اندازه گیری به وسیله مولینه و با قرائت‌های متعدد انجام گیرد؛ زیرا اندازه گیری به تعداد کم، نتایجی با اختلاف زیاد به دست می دهد.

علاوه بر مولینه و پارشال فلوم یا سرریز استاندارد، می‌توان از جریان سنج های الکترونیکی برای واسنجی وسایل اندازه گیر استفاده کرد. این جریان سنج ها افت بار هیدرولیکی ندارد و بکار بردن آنها خیلی آسانتر می باشد.

فصل یازدهم

جاده های بین مزارع، سرویس و

دسترسی در شبکه های فرعی آبیاری

۱-۱۱- مقدمه

جاده‌های بین مزارع، سرویس و دسترسی در شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی به منظور سهولت در امر بهره برداری و نگهداری انهار و سازه‌های آبیاری و امکان دستیابی ماشین آلات کشاورزی از مزرعه به جاده‌های ارتباطی و همچنین حمل و نقل مردم و محصولات، طراحی و اجرا می‌شوند. این قبیل جاده‌ها را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد:

- جاده‌های بین مزارع؛
- جاده‌های سرویس.

نزدیکترین ضوابط برای جاده‌های بین مزارع را باید در مبانی طراحی راه‌های روستایی جستجو کرد. بر اساس دستورالعمل سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، راه‌های روستایی به سه گروه درجه یک، درجه دو، و درجه سه تقسیم می‌شوند. ویژگی اصلی این راه‌ها در جدول شماره ۱۱-۱ ذکر شده است.

راه روستایی درجه یک راهی است که مراکز تولید روستایی را به یکدیگر و به شبکه راه‌های فرعی یا اصلی مرتبط ساخته و تعداد وسائل سنگینی که پیش‌بینی می‌شود تا ۵ سال آینده از آن عبور نماید، بطور متوسط از ۸۰ دستگاه در روز کمتر نباشد از ۳۰ دستگاه در روز تجاوز کند.

راه روستایی درجه دو راهی است که مراکز تولید روستایی را به روستاهای اقماری مرتبط ساخته و تعداد وسائل سنگینی که پیش‌بینی می‌شود تا ۵ سال آینده از آن عبور نماید، بطور متوسط بین ۲۰ تا ۵۰ دستگاه در روز باشد.

راه روستایی درجه سه راهی است که روستاهای کم جمعیت را به روستاهای پرجمعیت وصل می‌کند و پیش‌بینی می‌شود که تعداد وسائل نقلیه سنگین روزانه آن از ۲۰ دستگاه کمتر باشد.

از آنجا که وظیفه ساخت و نگهداری راه‌های روستایی به عهده وزارت راه و ترابری است، توصیه می‌شود که برای جاده‌های بین مزارع، تنها از ضوابط مربوط به راه‌های روستایی درجه سه استفاده شود. بدیهی است چنانچه در شرایط استثنائی، جاده‌های بهتری مورد نیاز باشد، باید چنین درخواستی از وزارت مربوط بعمل آید.

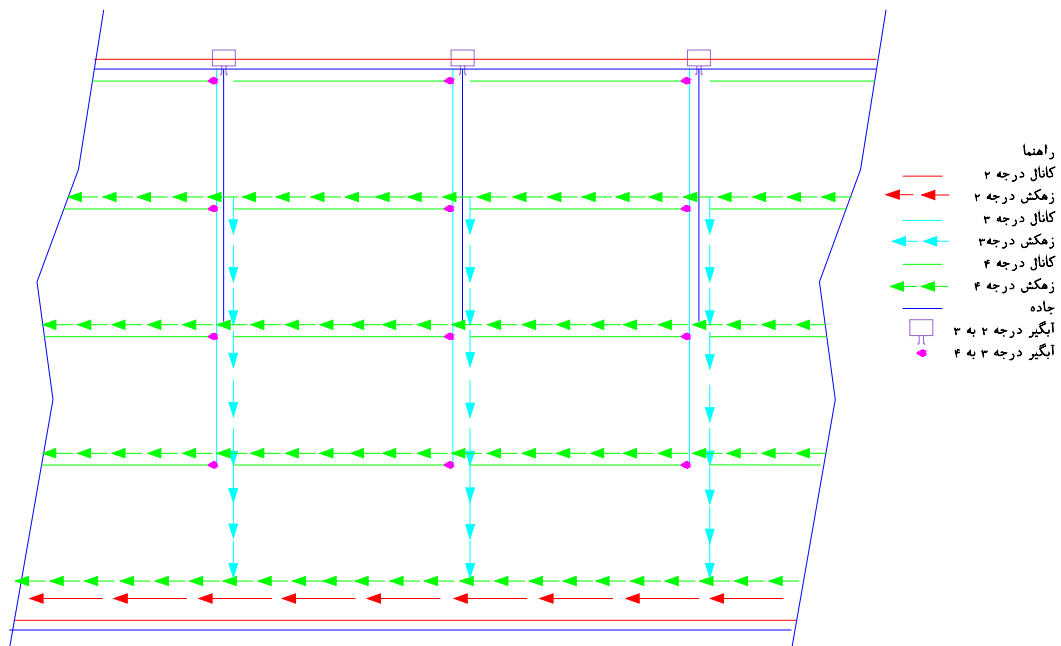
احداث راه‌های روستایی، بطور معمول در همان مسیر سابق و تا حد امکان بدون عملیات خاکی و در حدود تراز زمین طبیعی انجام می‌شود. در این راه‌ها بطور معمول از احداث پل پرهیز می‌شود و بجای آن از آب نما و یا لوله‌های بتنی استفاده می‌شود.

مسیر جاده‌های سرویس مزارع، در شبکه فرعی آبیاری و زهکشی در مجاورت انهار درجه ۳ آبیاری و در سمتی که قطعات زراعی آبیگری می‌نمایند در نظر گرفته می‌شود. در صورتیکه فواصل کانال‌های درجه دو زیاد باشد، تعدادی از جاده‌ها تا انتها ادامه داده می‌شود تا امکان دسترسی به جاده اصلی یا فرعی مجاور مزرعه یا ارتباط با مزارع همجوار را فراهم نماید و موجب تسهیل حمل و نقل گردد. توصیه می‌شود که جاده‌های سرویس کانال‌های درجه سه دست کم در فواصل دو کیلومتر، از دو طرف به جاده‌های مجاور کانال‌های درجه دو متصل شوند. به عبارت دیگر، شبکه‌های دو کیلومتر در دو کیلومتر به صورت حلقه بهم پیوسته باشند.

جدول ۱۱-۱- مشخصات فنی و هندسی راههای روستایی

شرح	درجه ۱	درجه ۲	درجه ۳
عرض راه (متر)	۶,۵	۵,۵	۴
حداکثر شیب طولی (درصد)	۱۳	۱۳	۱۵
شیب عرضی از محور راه (درصد)	۴	۴	۴
شیب شیروانی های خاکریز	۱:۱	۱:۱	۱:۱
شیب ترانشه	۱:۱ تا ۱:۱۰	۱:۱	۱:۱ تا ۱:۱۰
حداقل شعاع قوسها (متر)	۲۰	۲۰	۱۵
حداکثر ضخامت لایه خاکریز (سانتی متر)	۳۰	۳۰	۳۰
حداقل تراکم زمین طبیعی طبق روش اشو اصلاح شده (درصد)	۸۵	۸۵	۸۵
حداقل تراکم لایه های خاکریز طبق روش اشو اصلاح شده (درصد)	۹۰	۹۰	۹۰*
ضخامت رویه شنی (سانتیمتر)	۲۰	۱۵	۱۵
لایه بندی رویه شنی	بر اساس دستورالعمل سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور		
حداقل تراکم رویه شنی طبق روش اشو اصلاح شده (درصد)	۹۵	۹۵	۹۵
حداکثر حد روانی رویه شنی (درصد)	۳۵	۳۵	۳۵
دامنه خمیری رویه شنی (درصد)	۴-۹	۴-۹	۴-۹
حریم راه (متر)	۲۵	۲۵	

* برای خاکهای ریزدانه ۸۷ و درشت دانه ۹۲ درصد



شکل ۱۱-۱- نحوه استقرار شبکه کانالها، زهکشها و جاده سرویس و دسترسی مزرعه

۱۱-۲- مبانی طراحی جاده‌های سرویس

ابعاد و ویژگیهای انواع وسایط نقلیه و ماشین آلات کشاورزی که از شبکه جاده های مزارع عبور می‌کند در طرح هندسی راه مؤثرند. بنابراین انتخاب خودرو طرح، حجم ترافیک روزانه و سرعت، اولین گام در بررسی طرح هندسی راه است.

۱۱-۲-۱- خودرو^۱ طرح

تعیین اجزاء هندسی راه مانند: حداقل عرض، ارتفاع آزاد، شعاع گردش و فاصله دید براساس مشخصات فیزیکی وسایل نقلیه ای انجام می‌گیرد که از راه استفاده می‌کنند. در شبکه جاده های مزارع، وانت، کامیون، و تراکتور با دنباله بندهای مختلف از جمله تریلی عبور و مرور می‌کنند. بنابراین خودروهای کوچکتر در مواردی نظیر فاصله دید و خودروهای بزرگتر در موردهای دیگر نظیر شعاع پیچ، بحرانی ترین وسیله می باشند. گرچه در طرحهای متداول آبیاری، و بویژه در شبکه فرعی، ممکن است لزومی به اتخاذ تصمیم در مورد تمامی این پارامترها نباشد، اما در برخی از این طرحها (نظیر باغات یا گیاهان بلند قد و پر شاخ و برگی مانند نیشکر)، درنظر داشتن کلیه عوامل ضرورت می‌یابد.

۱۱-۲-۲- حداقل عرض جاده

عرض جاده های سرویس و دسترسی مزارع باید به گونه ای باشد که امکان عبور ماشین آلات کشاورزی و یا وانت‌های حمل محصولات از کنار یکدیگر (در شاخه اصلی) و عبور کمباین یا کامیون از شاخه های فرعی به تنهایی فراهم گردد. بدین منظور عرض شاخه اصلی جاده ۴/۵ متر درنظر گرفته میشود. در این جاده ها، عرض شانه خاکی ۰/۵ متر از هر طرف است. بدین ترتیب عرض قسمت شن‌ریزی شده ۳/۵ متر خواهد بود. چنانچه جاده سرویس، شاخه فرعی تری داشته باشد، نیازی به احداث شانه خاکی در آن وجود ندارد. در موارد خاص باید به ماهیت طرح توجه گردد.

کانالهای درجه ۴ بطور معمول به جاده ساخته شده نیاز ندارند و ماشینهای کشاورزی از مجاور آنها گذر می‌کنند. چنانچه در مواردی، احداث جاده سرویس در کنار کانال درجه ۴ مورد نیاز باشد می‌توان از حداقل استانداردهای مربوط به جاده های سرویس کانالهای درجه سه استفاده کرد.

۱۱-۲-۳- حداقل شعاع گردش در تقاطع ها

اگرچه جاده های سرویس مزارع از وضعیت هندسی کانالها تبعیت نموده و شعاع گردش جاده‌ها مطابق با قوس کانالها می باشد، ولی در مواردی که به هر دلیل جاده به صورت مستقل تا رسیدن به مجاورت کانالها طی مسیر نماید، در طرح هندسی راه باید حداقل شعاع گردش برای کامیون و تراکتور با تریلی مورد توجه قرار گیرد. بدین منظور لازم است اندازه وسایط نقلیه مورد نظر در دسترس باشد. جدول ۱۱-۲ ابعاد و اندازه‌های ۳ نوع وسیله نقلیه کلی را نشان می دهد.

۱- خودرو طرح (Design Vehicle) خودرویی است که طراحی راه (شیب ها، پیچ ها و خم ها) براساس نیازمندیهای حرکت و گردش راحت و بدون اشکال آن صورت می‌گیرد

جدول ۱۱-۲ - اندازه‌های مشخصات سه خودرو طرح پیشنهادی (متر)

مشخصات			خودرو طرح
			سواری
			اتوبوس (کامیون)
			تریلی بزرگ
فاصله محور جلو و عقب			۳/۴
پیش آمدگی جلو			۰/۹
پیش آمدگی عقب			۱/۵
طول وسیله نقلیه			۵/۸
عرض وسیله نقلیه			۲/۱
ارتفاع وسیله نقلیه			متغیر
ارتفاع برای طرح			۴/۵
حداقل شعاع دایره داخلی گردش			۴/۲
حداقل شعاع دایره خارجی گردش			۷/۳

توضیح: حداقل شعاع گردش در این جدول برای سرعت‌های کمتر از ۱۵ کیلومتر در ساعت معتبر است.

۱۱-۲-۴- سرعت طرح^۱

سرعت طرح، سرعتی است که برای تعیین حداقل مشخصات مربوط به طرح هندسی (پیچ‌ها، خم‌ها و فاصله‌های دید) قطعه موردنظر انتخاب می‌شود.

سرعت طرح بسته به عوامل مختلف نظیر طبقه بندی مسیر، درجه بندی مسیر، نگرش‌های اقتصادی، عوامل محیطی، نوع و حجم ترافیک و بالاخره منظر آرایی مسیر انتخاب می‌شود.

حداکثر سرعت طرح برای شبکه جاده‌های درجه سه مزارع ۲۵ کیلومتر در ساعت انتخاب می‌گردد.

۱۱-۳- معیارهای طرح هندسی راه و ابنیه جاده‌های سرویس

۱۱-۳-۱- فاصله دید^۲

تأمین فاصله دید کافی برای کنترل سرعت خودرو، اجتناب از برخورد با موانع غیرمنتظره و تصادف هنگام سبقت‌گیری از اهمیت بسیار برخوردار است. در طرح هندسی راه با توجه به سرعت طرح باید دید کافی برای رانندگان تأمین، و در مناطق بدون دید کافی، علائم مناسب نصب گردد. با توجه به اینکه در شبکه جاده‌های مزارع، سرعت طرح بالا نیست و ضمناً طول قطعات مسیر زیاد

1- Design speed

2- Sight distance

نیست، از این بابت بطور معمول مشکلی وجود نخواهد داشت ولی به هرحال فواصل لازم برای دید توقف، دید سبقت و دید انتخاب شده با استفاده از روابط زیر بدست می آید:

۱۱-۳-۱- فاصله دید^۱ توقف

فاصله دید توقف مسافتی است که خودرو درحال حرکت، پس از مشاهده مانع توسط راننده و عمل ترمز، در مسیر خود، طی می کند تا قبل از برخورد با مانع متوقف شود. این فاصله مجموع دو فاصله است: یکی مسافت طی شده در مدت مشاهده، تصمیم گیری و واکنش و دیگری مسافت طی شده پس از ترمز.

مسافت طی شده را برای طراحی پس از مشاهده و تصمیم گیری معادل $\frac{2}{5}$ ثانیه در نظر می گیرند. مسافت طی شده پس از ترمز از رابطه ذیل بدست می آید:

$$d = \frac{V^2}{250(F \pm G)}$$

که در آن :

d: فاصله ترمز برحسب متر

V: سرعت خودرو برحسب کیلومتر در ساعت

F: ضریب اصطکاک جاده که از جدول ۳ استخراج می شود

G: قدر مطلق شیب راه برحسب درصد (که در سربالایی مثبت و در سربایینی منفی خواهد بود)

برای محاسبه دید توقف می توان با در نظر گرفتن مجموع دو فاصله فوق از رابطه زیر استفاده کرد :

$$S = 0.7V + \frac{V^2}{250(F \pm G)}$$

که در آن :

S: فاصله دید توقف برحسب متر می باشد.

در جدول ۱۱-۳ مقادیر ضریب اصطکاک و فاصله دید توقف برای سرعتهای مختلف ارائه شده است.

جدول ۱۱-۳ - حداقل فاصله دید توقف (در مسیر افقی)

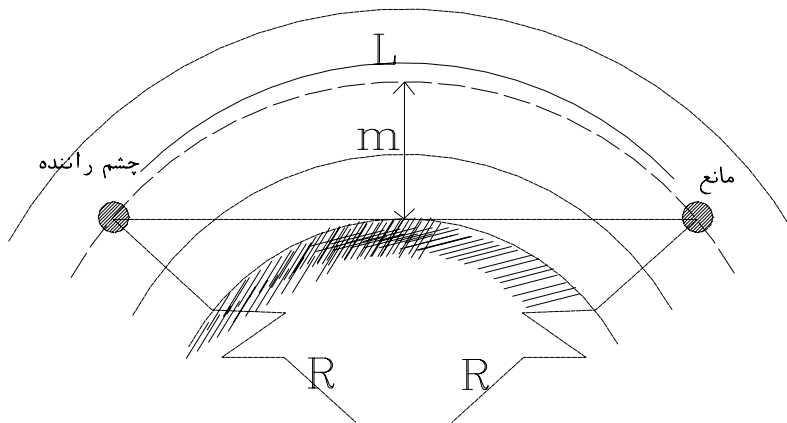
سرعت طرح (km/h)	ضریب اصطکاک	فاصله دید توقف (m)
۱۵	۰/۴	۱۵
۲۰	۰/۴	۲۰
۲۵	۰/۴	۲۵
۳۰	۰/۴	۳۰

۱۱-۳-۱-۲- فاصله دید توقف در پیچ‌ها

فاصله دید در پیچ‌ها ممکن است به وسیله مانع‌های مختلف، مانند ابنیه فنی، ساختمانها، درختان و عوارض طبیعی محدود شده باشد. بنابراین دو حالت به شرح ذیل هنگام طراحی در نظر گرفته می‌شود.

الف - حالتی که $S < L$ باشد (فاصله دید کوچکتر از طول پیچ (L) است) :

در این حالت خط دید در ارتفاع $0/6$ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر گرفته می‌شود. (شکل ۱۱-۲)



شکل ۱۱-۲- فاصله دید در پیچ در حالت $S < L$

مطابق شکل ۱۱-۲- فاصله مانع از محور طولی از رابطه زیر بدست می‌آید :

$$m = R \left[1 - \cos \left(\frac{28/65}{R} S \right) \right]$$

در این رابطه :

m : فاصله مانع تا محور طولی خط عبور داخلی (متر) ؛

R : شعاع پیچ تا محور طولی خط عبور داخلی (متر) ؛ و

S : فاصله دید توقف (متر).

ب - حالتی که $S > L$ باشد :

در این حالت فاصله دید بزرگتر از طول پیچ است و خط دید در ارتفاع $0/6$ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر

گرفته می‌شود. برای محاسبه m از رابطه زیر استفاده می‌شود :

$$m = \frac{L - (2S - L)}{8R}$$

L : طول پیچ (متر)

و سایر پارامترهای بکار رفته در رابطه فوق همانند رابطه قبلی می‌باشند.

۱۱-۳-۱-۳- فاصله‌های دید سبقت^۱

فاصله دید سبقت کمترین فاصله‌ای است که رانندگان می‌توانند با سرعت مناسب در شرایط ایمن و بدون برخورد با خودرو مقابل از خودرو جلوتر سبقت بگیرند. فاصله دید سبقت برای سرعت‌های مختلف در جدول ۱۱-۴ ارائه گردیده است. ضمناً فاصله دید سبقت بر این پایه تعیین می‌شود که ارتفاع چشم راننده از سطح راه ۱۱۰ سانتیمتر و ارتفاع مانع (خودرو مقابل) ۱۳۰ سانتیمتر باشد. بدیهی است که اصولاً در شبکه فرعی آبیاری، نباید سبقت گیری مجاز شمرده شود.

جدول ۱۱-۴ - حداقل فاصله دید سبقت

سرعت طرح (Km/h)	حداقل فاصله دید سبقت (m)
۲۵	۲۰۰
۳۰	۲۳۰
۴۰	۲۸۵

۱۱-۴- شیب عرضی جاده‌ها^۲

هر خودرو در حال عبور از پیچ، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز قرار می‌گیرد. برای تأمین ایمنی و راحتی حرکت خودرو، شیب عرضی راه را با توجه به سرعت طرح تغییر می‌دهند. با استفاده از شیب عرضی یکسره (بربلندی) می‌توان بین نیروی اصطکاک جانبی چرخ و روسازی و مؤلفه وزن خودرو در امتداد شیب عرضی، با نیروی گریز از مرکز تعادل ایجاد کرد.

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

در رابطه فوق :

e: مقدار شیب عرضی (بربلندی) (متر در متر)؛

f: ضریب اصطکاک جانبی لاستیک چرخ با جاده؛

V: سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)؛ و

R: شعاع پیچ (متر).

مقدار f ضریب اصطکاک به عوامل زیادی از جمله وضعیت لاستیک خودرو، نوع روسازی، خشک یا تر یا یخ زده بودن سطح راه و سرعت خودرو وابسته است. در جدول ۱۱-۵ مقدار f توصیه شده را مشخص می‌کند.

1- Passing sight distance

2 -Cross slope

جدول ۱۱-۵ - مقادیر f (ضریب اصطکاک) متناسب با سرعت طرح

ضریب اصطکاک جانبی	سرعت طرح (km/h)
۰/۱۷	۲۰
۰/۱۷	۲۵
۰/۱۷	۳۰
۰/۱۷	۴۰

۱۱-۴-۱- حداکثر بریلندی^۱ (شیب عرضی) جاده‌ها

در شبکه‌های فرعی آبیاری، بطور معمول جاده‌های سرویس همراه با پیچهای تند نیست. با اینحال ممکن است مواردی یافت شود که در آنها در نظر گرفتن شیب عرضی ضروری باشد. این موضوع می‌تواند در مورد جاده‌های دسترسی و جاده‌های بین مزارع مصداق پیدا کند.

مقادیر حداکثر شیب عرضی جاده با توجه به عوامل زیر تعیین می‌گردد:

- الف - شرایط جوی منطقه (تعداد یخبندانها)؛
 - ب - نوع راه (کوهستانی، تپه و ماهور یا دشت)؛
 - ج - نوع خودروهای عبوری؛ و
 - د - محدودیتهای طراحی (فضای کافی و شرایط تخلیه آبهای سطح راه).
- با توجه به عوامل فوق‌الذکر مقدار شیب عرضی در:
- جاده‌های مناطقی که در معرض بارش برف و یخبندان نیست ۱۲ درصد؛ و
 - مناطق با ارتفاع بیش از هزار متر از سطح دریا در شرایط برف و یخبندان ۸ درصد در نظر گرفته می‌شود.

۱۱-۴-۲- طول لازم برای تأمین بریلندی (شیب عرضی) جاده‌ها

به منظور تأمین ایمنی خودرو و همچنین اجتناب از حرکت‌های سریع در مسیر، تغییرهای لازم در شیب عرضی راه بهتر است بصورت تدریجی و ملایم در طولی از راه، قبل و بعد از پیچها، صورت گیرد. این طول، طول تأمین بریلندی (شیب عرضی جاده) نامیده میشود و برای راه‌های روستایی به شرح جدول ۱۱-۶ است.

جدول ۱۱-۶ - طول لازم برای تأمین بریلندی (شیب عرضی) جاده (برحسب متر)

مقدار شیب عرضی						سرعت طرح (km/h)
%۱۲	%۱۰	%۸	%۶	%۴	%۲	
۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۲۰	۲۵
۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۲۰	۳۰
۶۵	۵۵	۴۵	۳۵	۲۵	۲۵	۴۰

۱۱-۵- شعاع پیچ^۱

در طرح پیچ راه، رابطه بین سرعت طرح و حداقل شعاع پیچ، حداکثر برابندی (شیب عرضی راه) و حداکثر ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک چرخ و سطح راه بصورت زیر است:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

که در آن:

Rmin: شعاع حداقل پیچ (متر)؛

V: سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)؛

e_{max}: حداکثر برابندی (شیب عرضی) جاده (متر بر متر)؛ و

f_{max}: حداکثر ضریب اصطکاک جانبی.

حداقل شعاع پیچ در راههای درجه ۳ روستایی مطابق جدول ۱ برابر ۱۵ متر است. توصیه می‌شود که همین مقدار نیز در مورد جاده‌های مجاور کانال درجه ۳ رعایت شود. در هر حال، چنانچه شکل مزرعه اجازه چنین کاری را ندهد، لازم است که با نصب تابلو، نسبت به رعایت سرعت کمتر تذکر داده شود.

۱۱-۶- پل در پیچ

جاده‌های سرویس شبکه‌های فرعی آبیاری، بطور معمول، نیازمند ساخت پل در سر پیچ نیستند، اما جاده‌های دسترسی و بین مزارع ممکن است با چنین موضوعی مواجه باشند؛ گرچه همانطور که قبلاً گفته شد، اصولاً بهتر است که در اینگونه راهها نیز از آب نما و لوله استفاده شود.

اجرای برابندی (شیب عرضی) و همچنین اجرای پیچ در روی پل با مشکلاتی همراه است. آب جمع شده در سطح پل زودتر از نقاط دیگر راه یخ می‌زند و رانندگان بدون اطلاع از آن ممکن است هنگام عبور از سطح پل دچار اشتباه شده و وسیله نقلیه آنها لغزیده و موجب تصادف شود. اصولاً توصیه می‌شود که از پیش‌بینی پل در سر پیچ اجتناب شود.

۱۱-۷- شیب طولی جاده‌ها^۲

در شبکه‌های فرعی آبیاری، شیب طولی جاده از شیب مزارع پیروی می‌کند و از آنجا که شیب مزارع در آبیاری ثقیلی بطور معمول ناچیز است، محدودیتی برای شیب طولی جاده‌ها وجود ندارد. در جاده‌های دسترسی به مزارع و جاده‌های بین مزارع، ممکن است چنین محدودیتی وجود داشته باشد. جدول ۱ نشانگر محدودیت شیب طولی ۱۵ درصد برای جاده‌های درجه ۳ روستایی است. شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته می‌شود. این شیب همان شیب طولی خط پروژه است و بطور عمده با پستی و بلندی، درجه راه، پیچ، قدرت وسایط نقلیه، هزینه تملک حریم راه، مسافت دید و هزینه‌های ساخت راه و زهکشی

1 - Curve radius

2-Longitudinal Slope

کنترل میشود. تخلیه آبهای سطحی بر تعیین شیب طولی راه اثر میگذارد. در مناطق هموار، شرایط تخلیه آبهای سطحی غالباً تعیین کننده ارتفاع خط پروژه است. در مناطق تپه و ماهور، شیب طولی متغیر و هماهنگ با پستی و بلندی زمین بوده و هزینه ساخت را کم میکند. در نواحی کوهستانی نیز موقعیت مسیر راه تعیین کننده شیب طولی آن است. بهر حال مقایسه اقتصادی شیب های طولی مختلف برای تعیین گزینه بهینه ضرورت دارد. حداکثر شیب طولی مجاز مسیر راه برای جاده‌های درجه ۳ برابر ۱۵ درصد است (جدول ۱۱-۱). شیب طولی در سایر راهها برحسب نوع منطقه در جدول ۱۱-۷ ارائه گردیده است.

جدول ۱۱-۷- حداکثر شیب طولی راه

نوع منطقه	سرعت طرح (km/h)		
	۴۰	۳۰	۲۵
	حداکثر شیب طولی (درصد)		
هموار	۷	—	—
تپه و ماهور	۹	۱۰	۱۱
کوهستانی	۱۱	۱۲	۱۲

لازم به ذکر است که برای ایجاد شرایط مناسب برای تخلیه آب های سطحی جاده لازم است در مناطق هموار حداقل شیب طولی معادل ۰/۳ درصد (مطلوب) باشد و در شرایطی که شیب اراضی کم است به هیچ وجه این مقدار از ۰/۲ درصد کاسته نشود.

۱۱-۸- خم (قوسهای قائم)

تغییر شیب طولی، به صورت تدریجی و به وسیله خم صورت می‌پذیرد. این تغییر باید به گونه‌ای باشد که حداقل فاصله دید توقف را تأمین نماید. حداقل طول قوس قائم برای تأمین فاصله دید توقف کافی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$L \geq K.A$$

A: که‌درآن: قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب

L: طول خم (در خمهای گنبدی حداقل ۳۰ متر)

K: ضریب تابع سرعت طرح که از جدول ۱۱-۸ بدست می‌آید.

جدول ۱۱-۸- اندازه حداقل K برای خم (قوسهای قائم)

سرعت طرح km/h			
۴۰	۳۰	۲۵	۲۵
فاصله دید توقف (m) S			
۵۰	۳۰	۲۵	۲۵
۷	۳	۲	گنبدی
۸	۴	۳	کاسه‌ای

مقدار K در خمهای گنبدی از رابطه $K = \frac{S^2}{400}$ و در خمهای کاسه ای از رابطه $K = \frac{S^2}{122 + 3.5S}$ بدست می آید.

۱۱-۹- شیب عرضی^۱ سواره رو جاده

میزان شیب عرضی در قسمت های مستقیم و پیچهای با شعاع بزرگ که احتیاج به بریلندی نداشته باشد، با توجه به درجه بندی راه و نوع رویه ، وضع جوی منطقه و بالاخره سرعت طرح بستگی دارد . این مقدار برای جاده های با روکش آسفالتی ۲ تا ۳ درصد و برای جاده های با رویه شنی ۴ درصد است (جدول ۱۱-۱). شیب عرضی از محور جاده به طرفین^۲ آن اعمال می شود . شیبهای عرضی تندتر از ۲ درصد از نظر تخلیه آب ناشی از بارشها مطلوب تر است. در مناطق معتدل با بارشهای سیل آسا باید از حد بالایی شیب و در مناطق خشک ، با بادهای شدید از حد پائینی شیب استفاده شود. در مناطق سردسیر با یخبندانهای مکرر از شیبهای عرضی پایین تر استفاده به عمل می آید.

۱۱-۱۰- نهر جانبی^۳ (جوی کناره جاده)

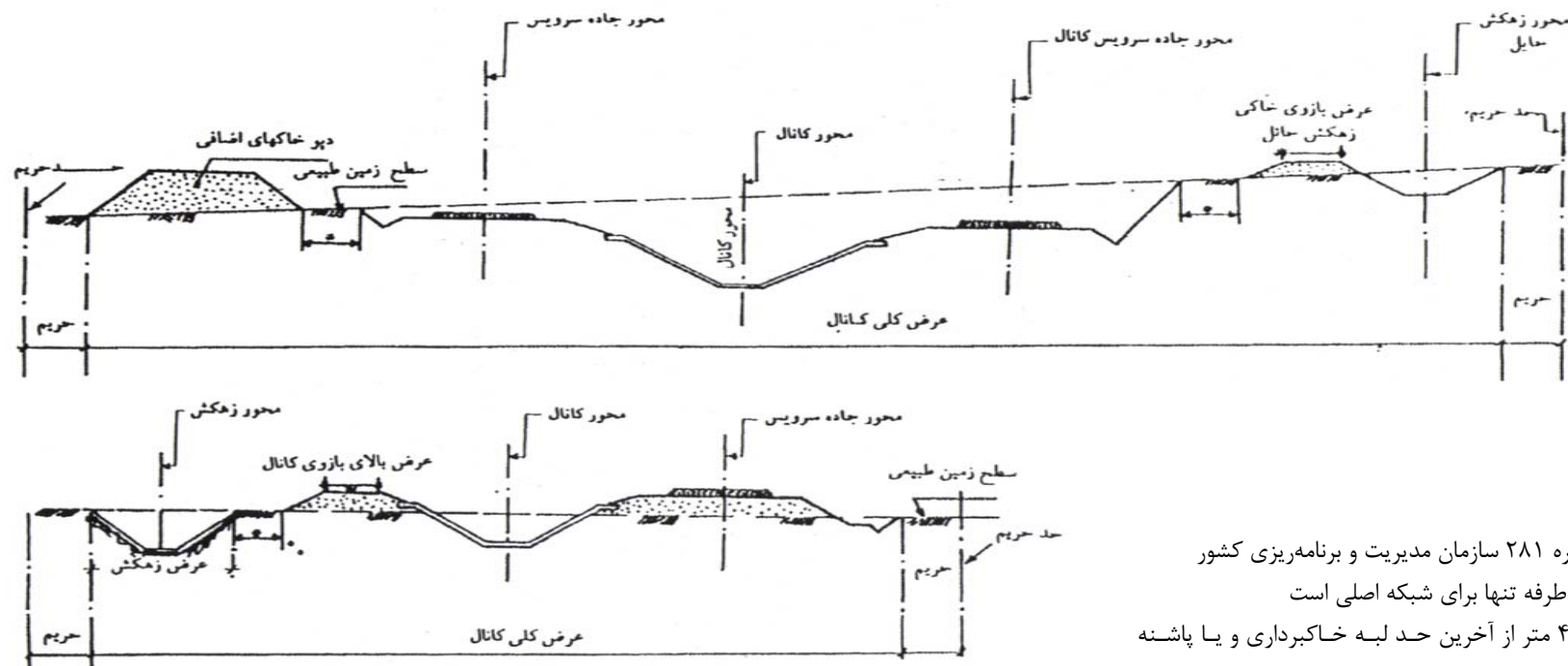
برای هدایت روانابهای ناشی از باران یا ذوب شدن برف به آبروهای مناسب تخلیه رواناب ، یک جوی در کنار جاده سرویس تعبیه می شود. ابعاد و اندازه این جوی متناسب با شرایط جاده و میزان بارشها ممکن است به اشکال مختلفی باشد ولی در جاده های بین مزارع و جاده های دسترسی، آن را بصورت مثلثی و در طرفین^۴ مسیر احداث می کنند. بطور معمول در شرایط آب و هوایی معتدل با بارش کم، بویژه در اراضی کشاورزی نیازی به احداث جوی در کنار جاده نیست.

1- Transversal slope (Cross slope)

2 - در صورتیکه جاده برای سرویس و نگهداری شبکه کانالها احداث شده باشد، شیب عرضی جاده در یک جهت و از سمت کانال به سمت مخالف خواهد بود.

3 - Gutter (side ditch)

4) با توجه به شیب عرضی جاده در کنار کانالهای آبیاری و زهکشی که به سمت مخالف کانال می باشد، جوی کنار جاده نیز در سمت مخالف کانال استقرار می یابد.



توضیحات :

- مآخذ: نشریه شماره ۲۸۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- جاده سرویس دو طرفه تنها برای شبکه اصلی است
- اندازه حریم ۲ تا ۴ متر از آخرین حد لبه خاکبرداری و یا پاشنه خاکریزی از هر طرف

شکل ۱۱-۳- مقطع عرضی جاده‌های سرویس در شبکه آبیاری و زهکشی

۱۱-۱۱- پل

پل سازه‌ای است با دهانه بیش از ۶ متر که امکان عبور راه از روی آبراهه، دره، خط انتقال انرژی و یا راه دیگری را میسر می‌نماید. در جاده‌های سرویس شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی، بطور معمول، پل با دهانه بیش از ۶ متر وجود ندارد. حتی در جاده‌های دسترسی و جاده‌های بین مزارع نیز همانطور که گفته باشد، باید تا حد امکان سعی کرد که از آب‌نما و لوله بجای پل استفاده به عمل آید. در هر حال، برای دستیابی به ضوابط و مبانی ساخت پل، ضروری است که به معیارهای منتشره توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مراجعه کرد.

دهانه پل در طول محور راه و در فاصله بین دو تکیه گاه اندازه گیری میشود و در پل چند دهانه طول هر دهانه، به طور معمول ۳ متر یا بیشتر است.

۱۱-۱۱-۱- عرض پل

عرض آزاد پل، فاصله داخلی بین جان پناه دو طرف آن است. عرض آزاد پل بهتر است برابر با کل عرض سواره رو و شانه راه منتهی به آن باشد.

۱۱-۱۱-۲- شیب^۱ عرضی پل

شیب عرضی پل همان شیب عرضی جاده منتهی به آن است.

۱۱-۱۱-۳- ارتفاع آزاد پل^۲

برای حداقل ارتفاع آزاد پل های عبوری از روی راه آهن و راه های وزارت راه و ترابری، باید از وزارت راه و ترابری سؤال شود.

۱۱-۱۲- جاده‌های سرویس و دسترسی شالیزارها

با توجه به شرایط ویژه‌ای که شالیزارها نسبت به سایر زراعت‌ها دارد، جاده‌های سرویس و دسترسی در آن نیز می‌باید هماهنگ با آن شرایط باشد. غرقاب شدن مزارع در ماههایی از دوره زراعت برنج، باعث ایجاد شرایط اشباع در خاک می‌شود و در چنین شرایطی چرخهای خودرو در گل فرو رفته و ماشین‌های بهره‌برداری و نگهداری نمی‌تواند به طور عادی به حرکت خود ادامه دهد. از این رو لازم است سطح جاده سرویس‌ها به اندازه کافی بالاتر از سطح مزارع مجاور خود باشد. حداقل اختلاف رقوم سطح این جاده‌ها ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر پیشنهاد می‌شود. شن ریزی جاده‌های سرویس و دسترسی در شالیزارها نیز بهتر است بیشتر از مقادیر مورد نظر در سایر زراعت‌ها و حتی الامکان ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر باشد.

1-Cross Slope

2- Vertical clearance

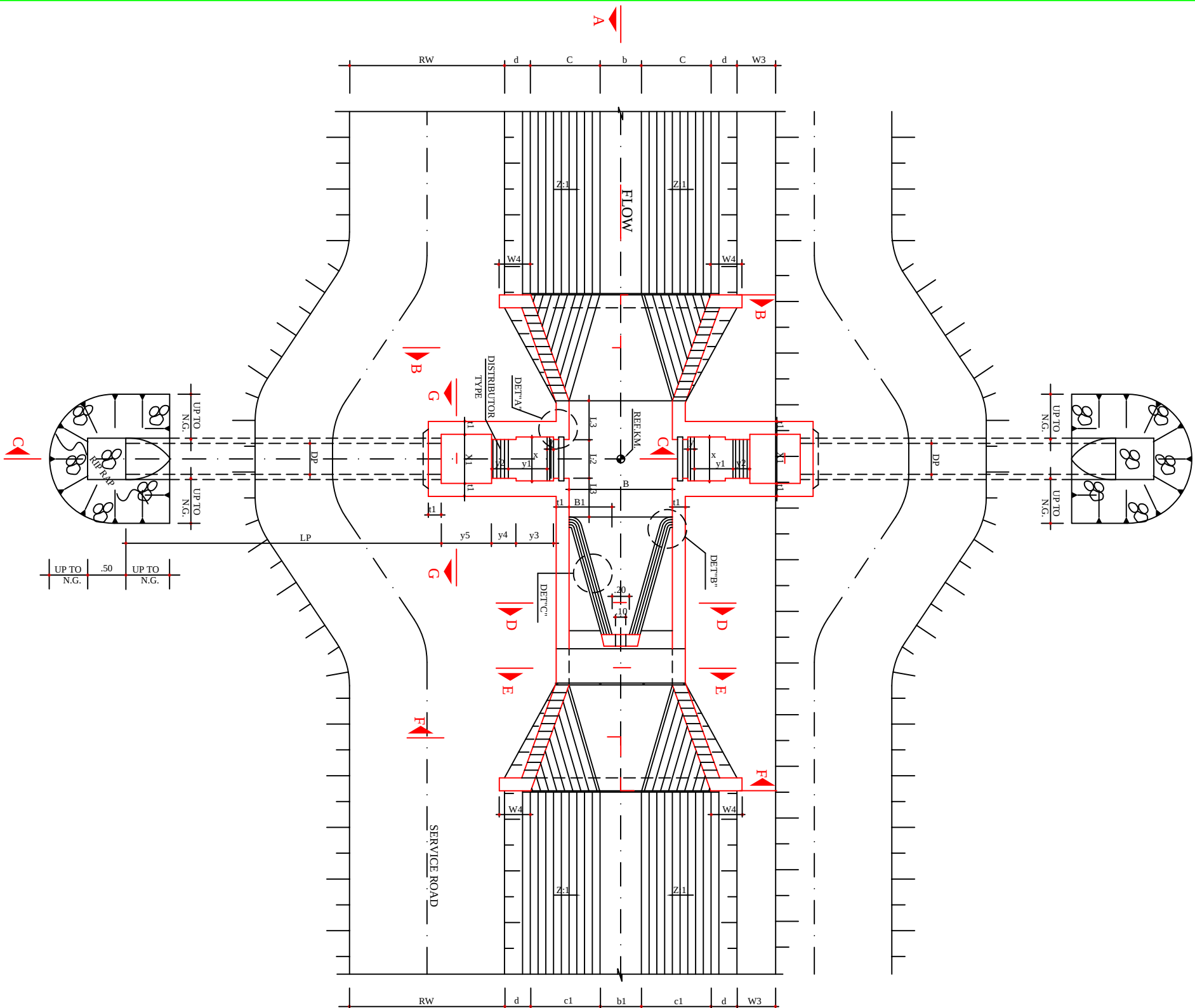
با توجه به میزان بارندگی زیاد در شالیزارهای شمال کشور، شیب عرضی این جاده‌ها بهتر است حداقل ۴ درصد در نظر گرفته شود تا موجب آبگرفتگی در روزهای بارانی نشود.

۱۱-۱۳- حریم جاده

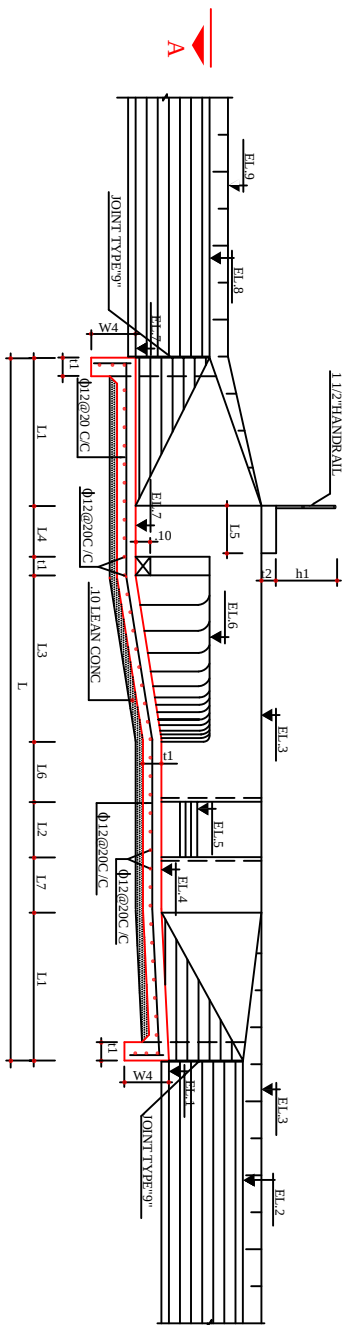
جاده‌های سرویس جزئی از کانال‌ها یا زهکش‌ها به حساب می‌آیند. از این رو برای این جاده‌ها حریم مستقلی وجود ندارد. با رعایت حریم کانال‌ها و زهکش‌ها که جاده‌های سرویس در داخل آنها قرار گرفته‌اند، در واقع حریم جاده‌ها نیز حفظ خواهد شد. چنانچه تجربه نشان می‌دهد در شبکه‌هایی که دستگاه بهره‌برداری و نگهداری دولتی و غیرفعالی دارد، کشاورزان وجود جاده سرویس را غیرلازم دانسته و سطح آنها را به مزارع خود اضافه کرده و در آن کشت و کار می‌کنند. با فعال کردن دستگاه بهره‌برداری و نگهداری و با واگذاری آن به کشاورزان، این مشکل قابل حل خواهد بود.

پیوست





PLAN
NTS

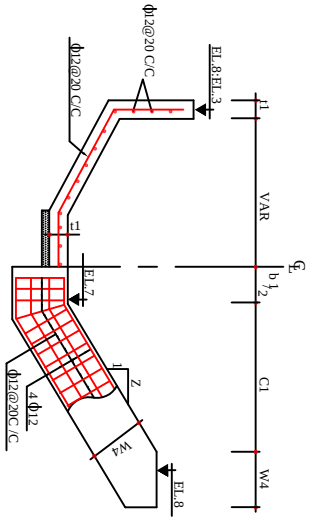
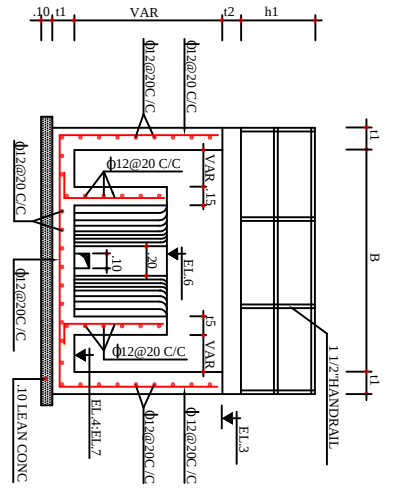
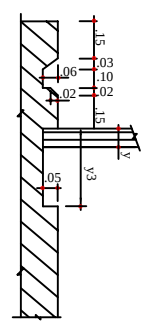
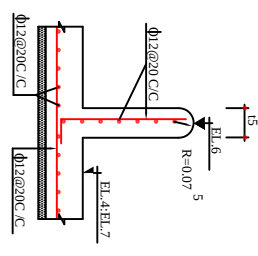
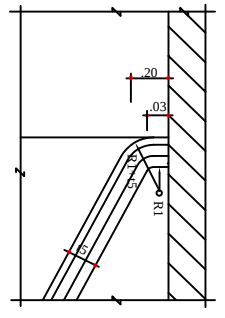
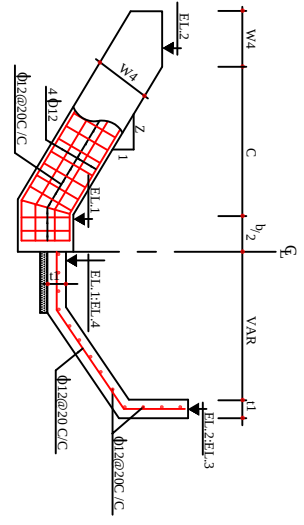
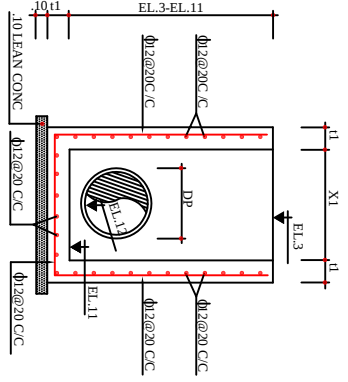
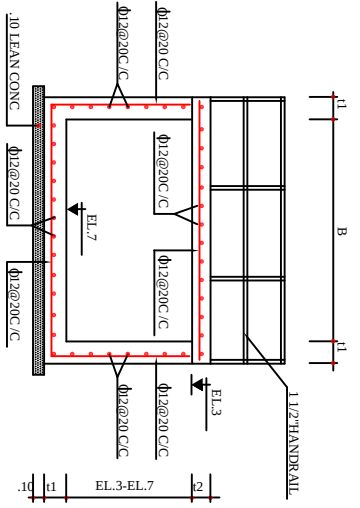
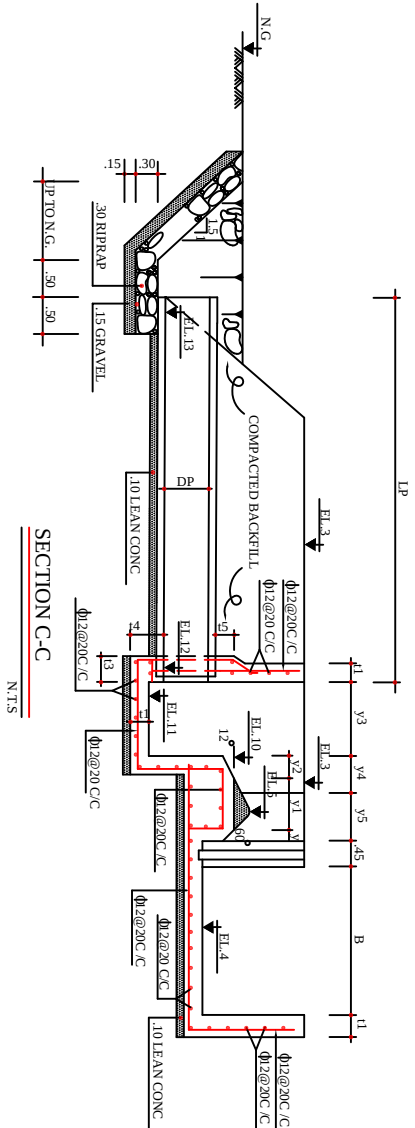


SECTION A-A
NTS

توضیحات

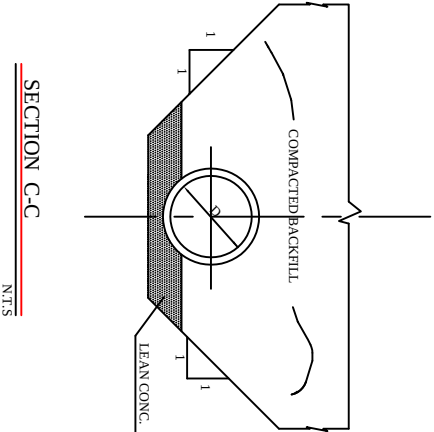
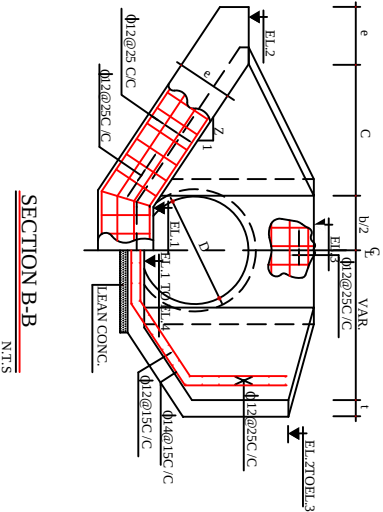
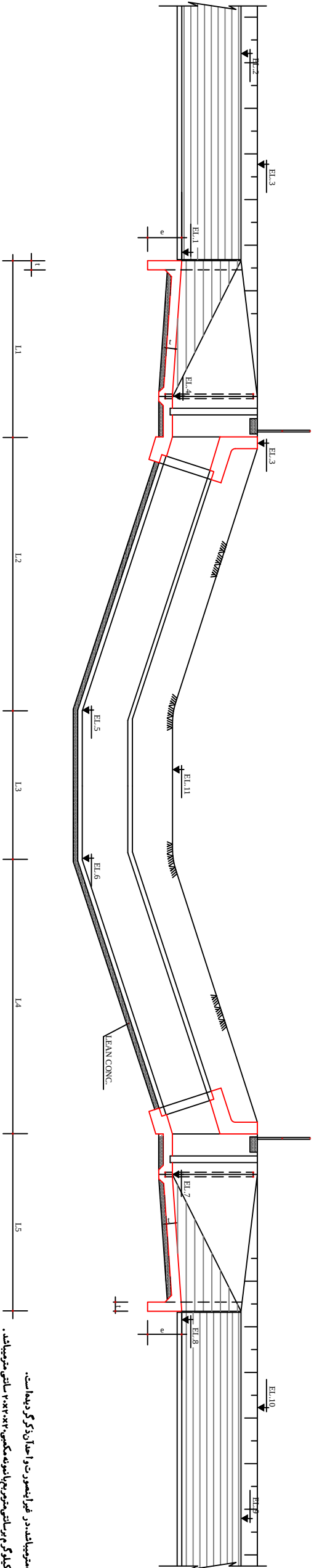
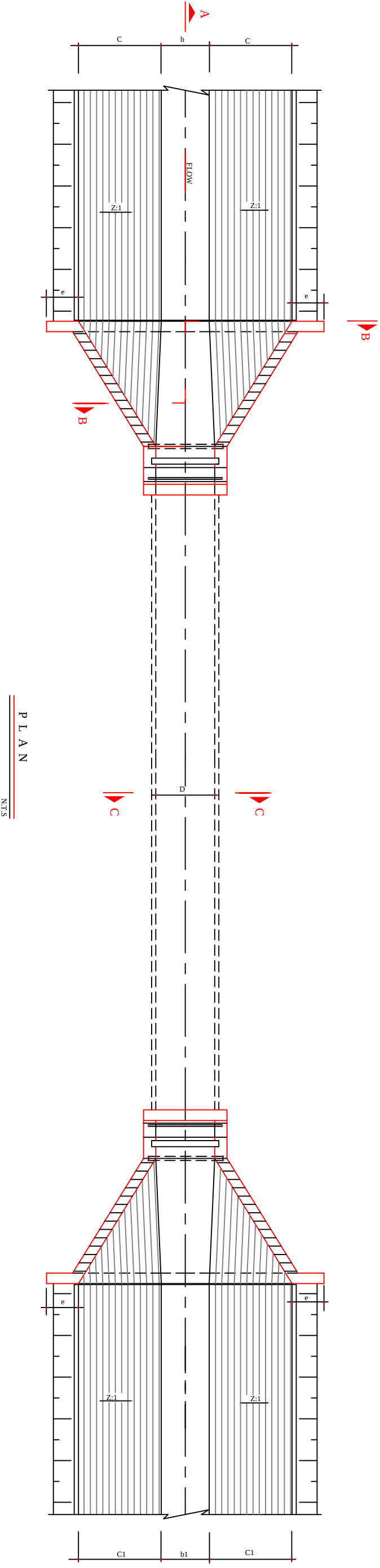
- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد. در غیر این صورت و اعداد ذکر شده است.
- ۲- بین‌ساز و دال از بتن‌ساز و ۲۸ روز به ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع پانچو به سنگی ۲۰x۲۰x۲۰ سانتی‌متری می‌باشد.
- ۳- بتن‌ساز و دال از بتن‌ساز و ۲۸ روز به ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع پانچو به سنگی ۲۰x۲۰x۲۰ سانتی‌متری می‌باشد.
- ۴- از بتن‌ساز و دال از بتن‌ساز و ۲۸ روز به ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع پانچو به سنگی ۲۰x۲۰x۲۰ سانتی‌متری می‌باشد.

نقشه شماره ۱: آبگیر مدول نیرویک و آبند نوک اردکی (پلان و پروفیل طولی)



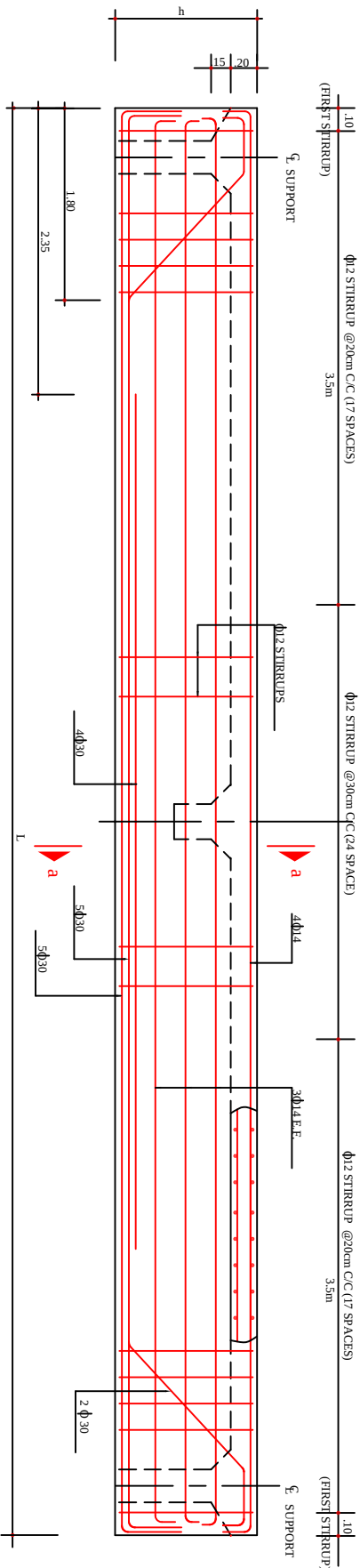
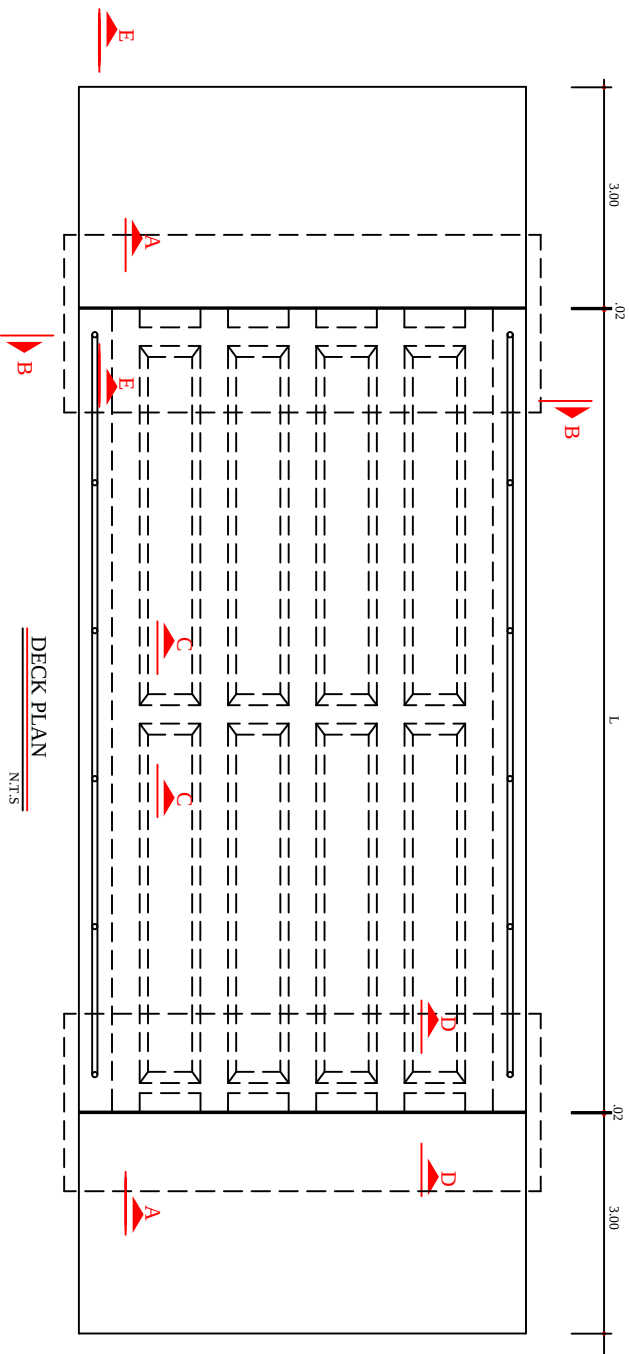
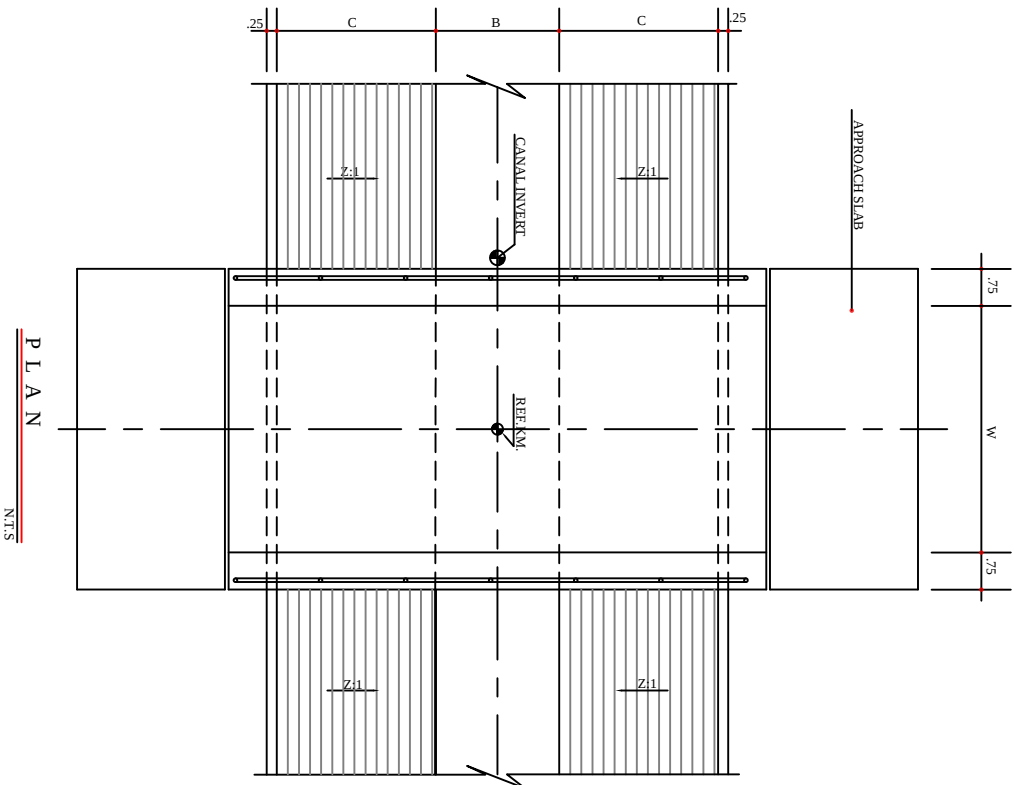
توضیحات

- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر مبنای متر می‌باشد. در غیر این صورت واحد آن ذکر گردیده است.
- ۲- بتن سازه را از ارتفاعات ۲۸ و ۲۵ و ۲۰ سانتی‌متر بر مبنای بتن پرمیوم (C30) تهیه می‌گردد. بتن سازه را از ارتفاعات ۲۸ و ۲۵ و ۲۰ سانتی‌متر بر مبنای بتن پرمیوم (C30) تهیه می‌گردد.
- ۳- بتن سازه را از ارتفاعات ۲۸ و ۲۵ و ۲۰ سانتی‌متر بر مبنای بتن پرمیوم (C30) تهیه می‌گردد. بتن سازه را از ارتفاعات ۲۸ و ۲۵ و ۲۰ سانتی‌متر بر مبنای بتن پرمیوم (C30) تهیه می‌گردد.
- ۴- از سازه‌های بتنی و فولادی (II) ابتدا با (R_y = 3000 Kg/Cm²) می‌باشد.



توضیحات

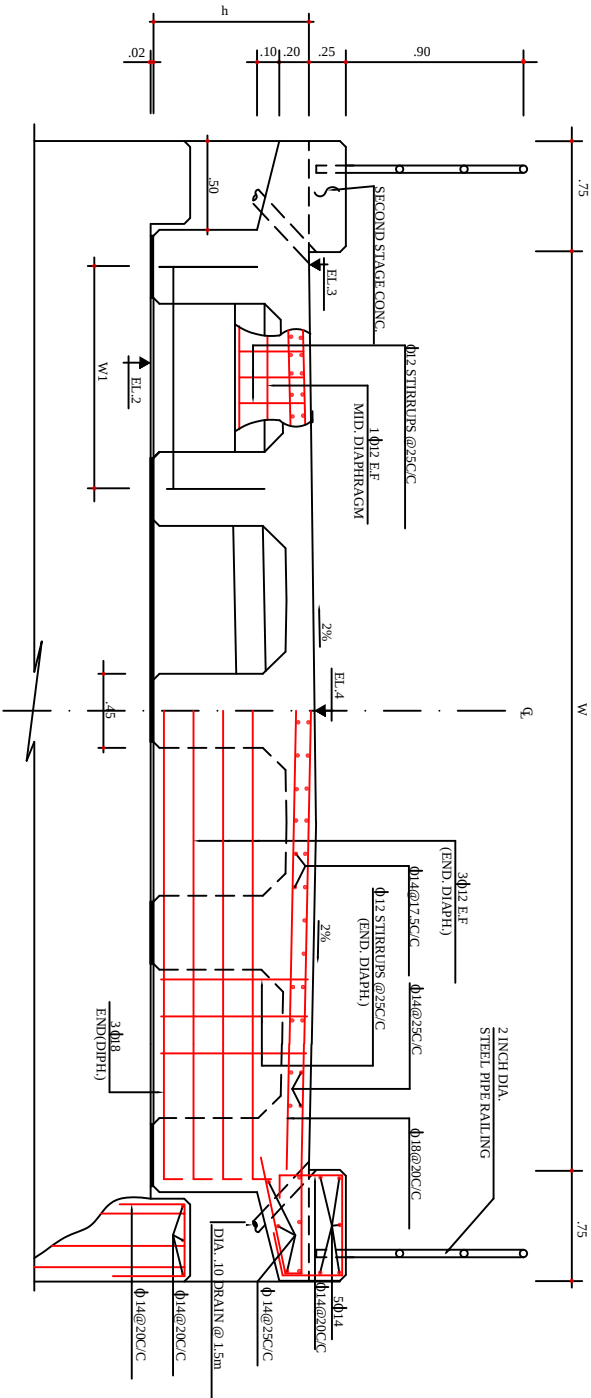
- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد. در غیر این صورت واحد آن ذکر شده است.
- ۲- بتن سازه را از ایستگاه مت ۲۸+۰۰۰ تا ۲۸+۰۰۵ متر و ده کیلوگرم بر متر عرض در عرض پهنای موهی به سنگی ۲۰×۲۰×۲۰ سانتی متر می‌باشد.
- ۳- بتن مگر زیر سازه با عیار ۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب می‌باشد.
- ۴- از سازه در کنار رفته تیب (II) آجدار یا (۲۰۰×۳۰۰×۳۰ سانتی) می‌باشد.



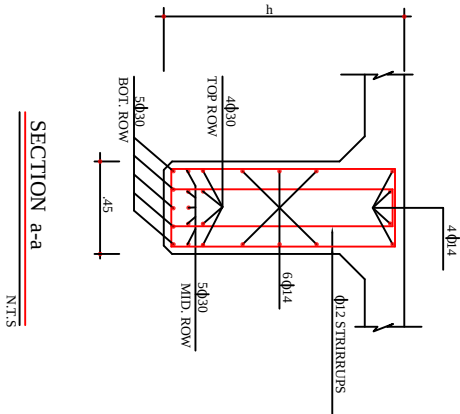
توضیحات

- ۱- کلیه ابعاد و اندازهای این نقشه بر حسب متر میباشد. در غیر اینصورت واحد آن ذکر شده است.
- ۲- بین سازدها از مصالح مت ۲/۸ و دانه ۷۵۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع یا انبوه سنگی ۲۰x۲۰x۲۰ سانتی متر میباشد.
- ۳- بین مگر زیر سازدها مصالح ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب میباشد.
- ۴- آرماتور یکا در نقشه تیب (II) آجدار ($3000K \div C_{min}$) $F_y = 3000K$ میباشد.
- ۵- مقاطع و جزئیات در نقشه ۶ mm بر آراء شده است.

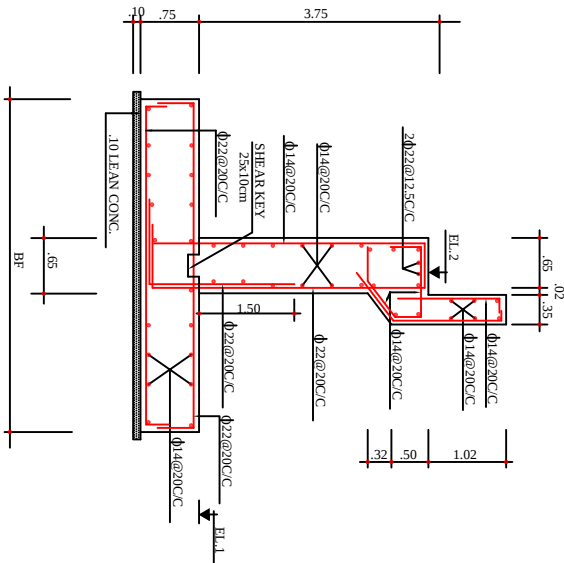
نقشه شماره ۵ : پل ماشین رو بر روی کانال



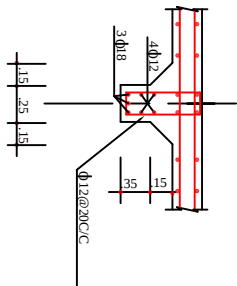
SECTION B-B
N.T.S



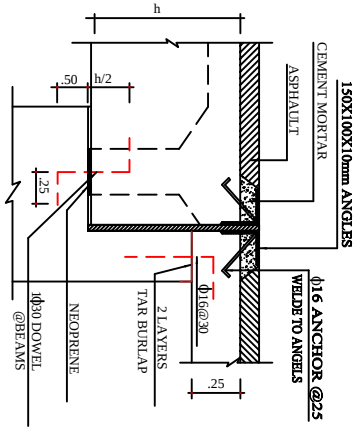
SECTION a-a
N.T.S



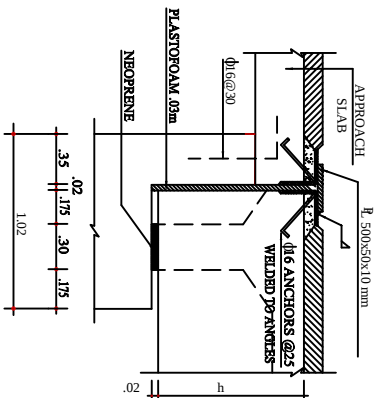
ABUTMENT
N.T.S



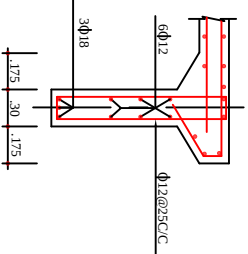
SECTION C-C
N.T.S



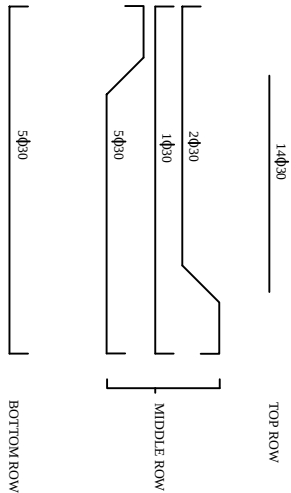
BEAM SEAT (FIXED END)
N.T.S.



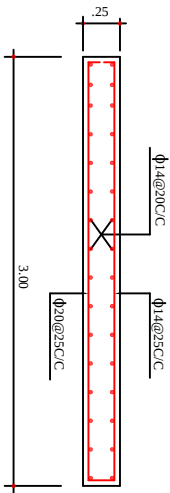
BEAM SEAT (EXPANSION END)
N.T.S.



SECTION D-D
N.T.S



BEAM REINF. PATTERN
N.T.S

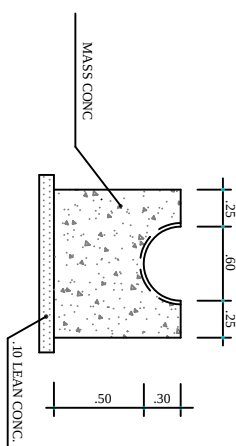
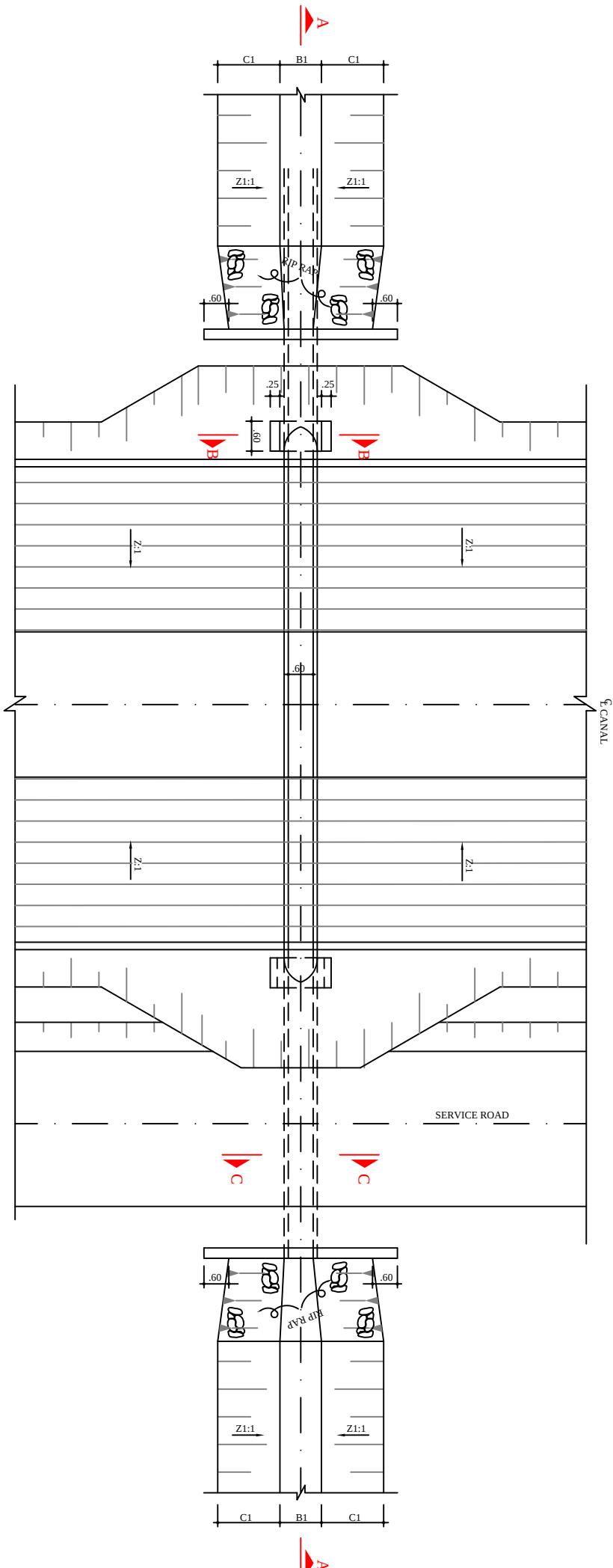


SECTION E-E
N.T.S

توضیحات

- ۱- کلیه ابعاد و اندازهای این نقشه بر حسب متر میباشند، در غیر این صورت واحداً ذکر گردیده است.
- ۲- بتن سازه را رای مقاومت ۲۸ روزه $f_{28} = 25$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع انبوه مکعبی $20 \times 20 \times 20$ سانتیمتری میباشند.
- ۳- بتن میگزین سازه را سازه های کلیه گرم سیمان در مرتبه یک میباشند.
- ۴- آرماتور کار و تقویت (B) ابتدا ریا $f_{yk} = 3000$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشند.

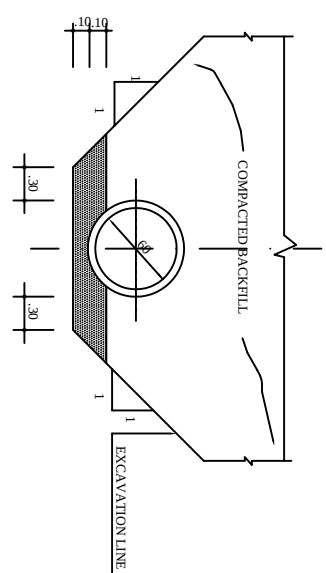
نقشه شماره ۶ : پل ماشین رو بر روی کانال (ادامه)



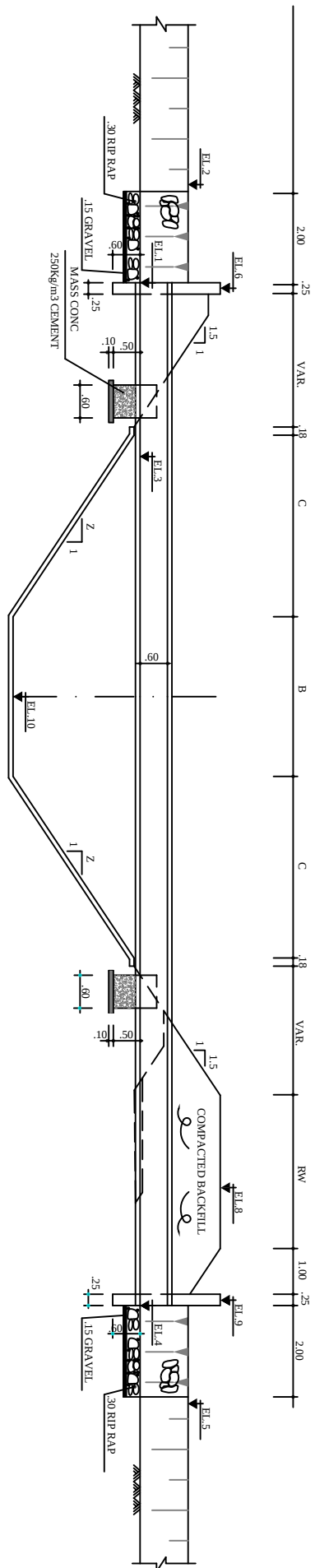
SECTION B-B
N.T.S



PLAN
N.T.S



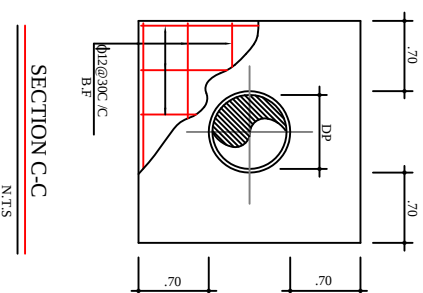
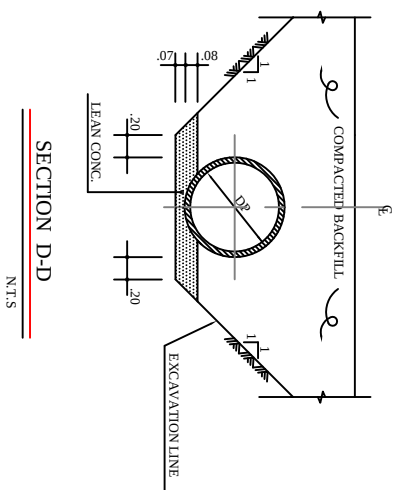
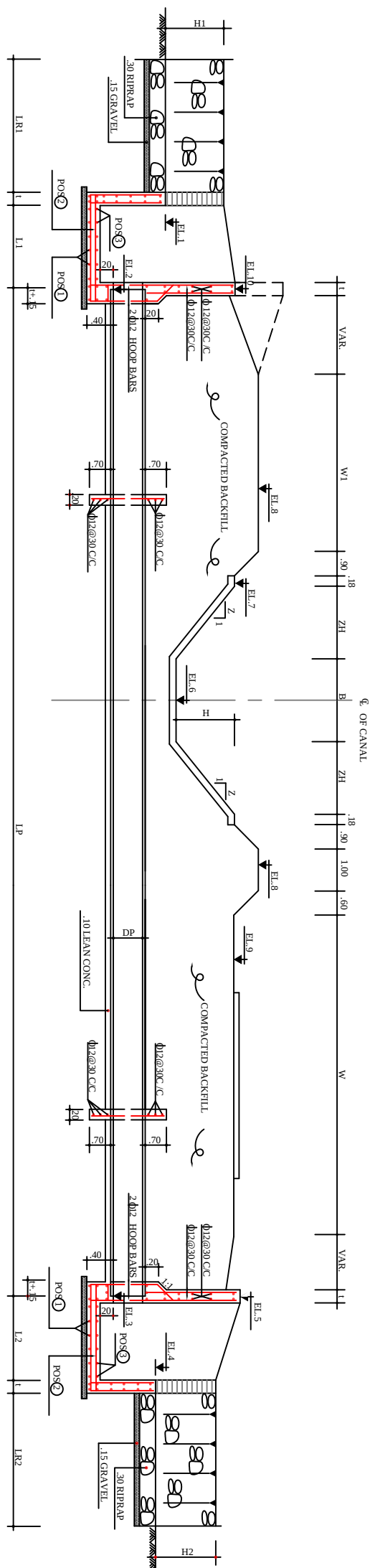
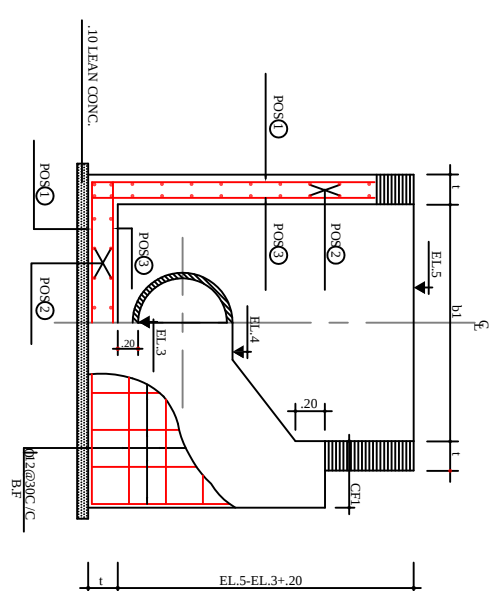
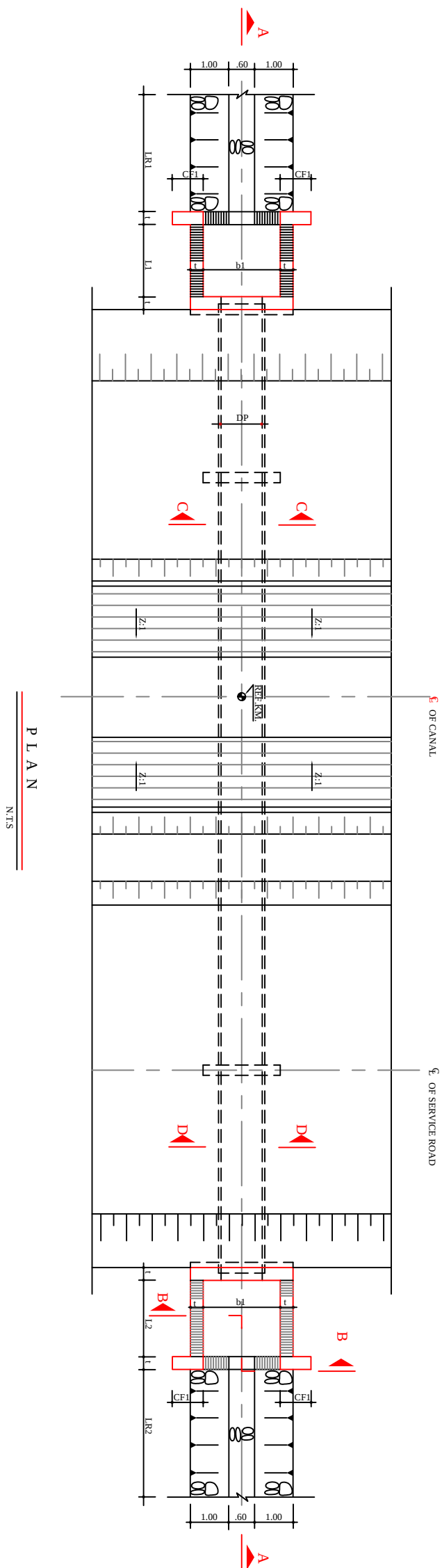
SECTION C-C
N.T.S



SECTION A-A
N.T.S

توضیحات

- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد. در غیر این صورت واحد آن ذکر شده است.
- بین‌ساز و دارای‌ساز مت ۷۸ و ۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع یا سوره مکس ۲۰۰x۲۰۰x۲۰۰ سانتی‌متر می‌باشد.
- بین‌ساز و دارای‌ساز مت ۷۸ و ۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع یا سوره مکس ۲۰۰x۲۰۰x۲۰۰ سانتی‌متر می‌باشد.
- آرماتور بکار رفته قفسه (II) آجدار یا (3000Kg/Cm² F_y) می‌باشد.



توضیحات

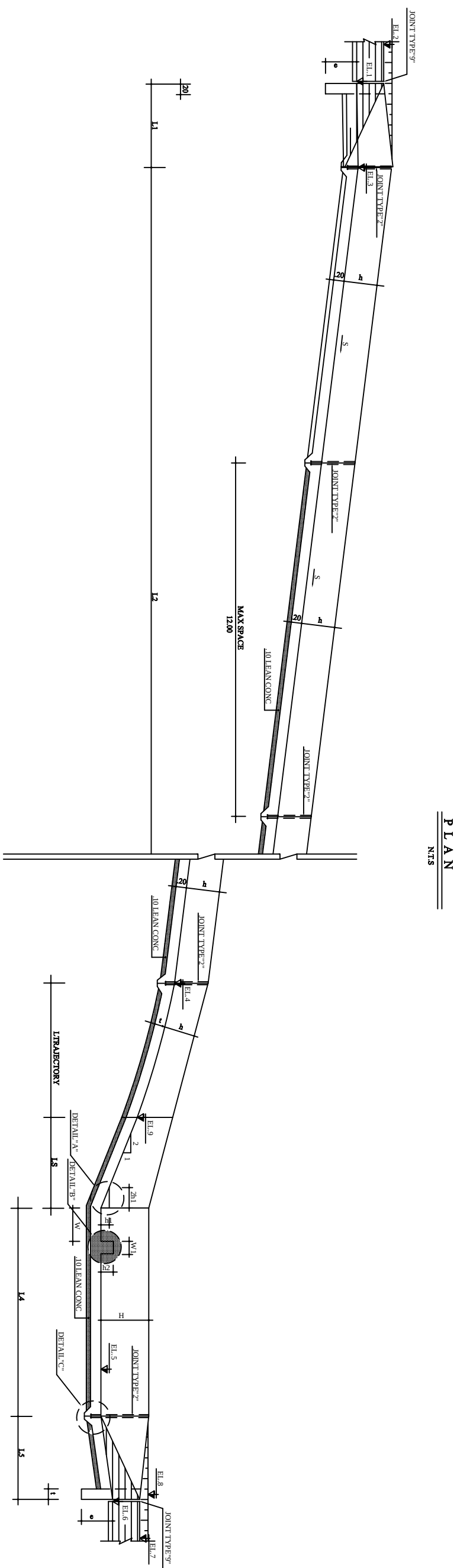
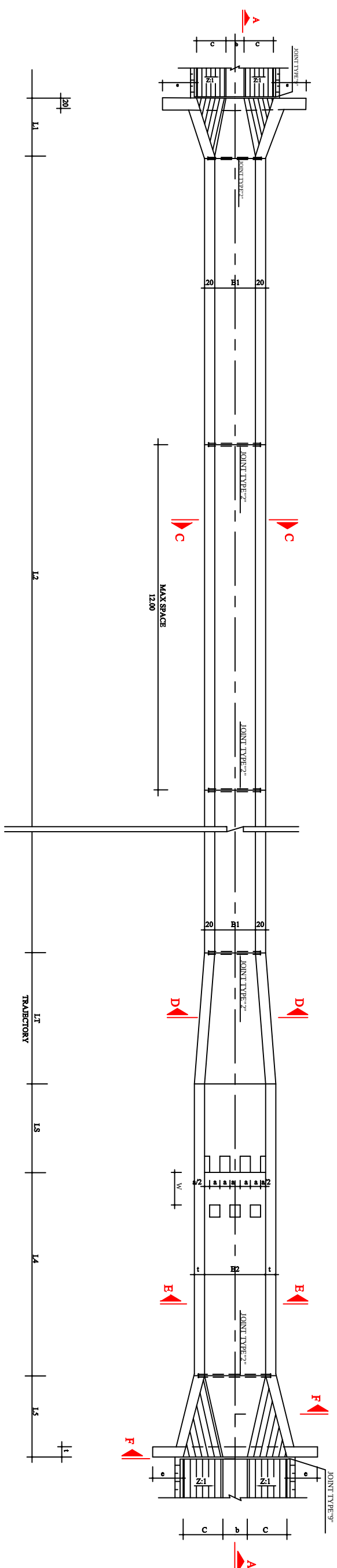
- [illegible]

۲- بتن سازه دارای مقاومت ۲۸ روزه ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع با نمونه مکعبی ۲۰×۲۰×۲۰ سانتی متر میباشد.

۳- بتن مگر زیر سازه با عیار ۱۵۰ کیلو گرم سیمن در متر مکعب میبایشد.

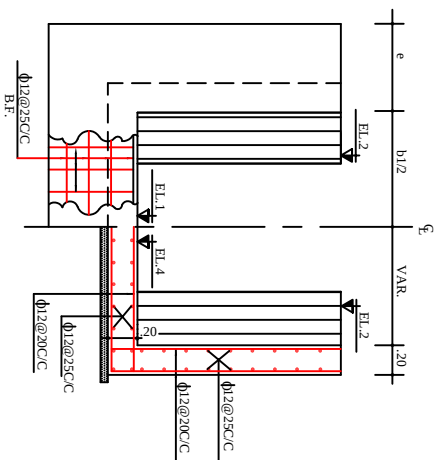
۴- آر، مائو، ریکار، فتنیب (II) آجدا، ربا $(F_y = 3000 \text{ Kg/Cm}^2)$ میباند.

نقشه شماره ۸ : سازه زیر گذر از کانال

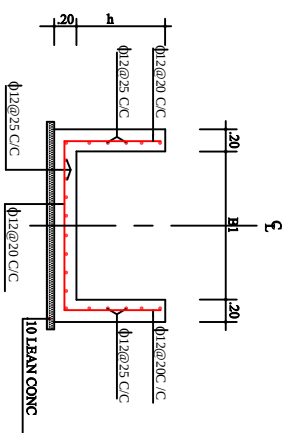


توضیحات

- [illegible]

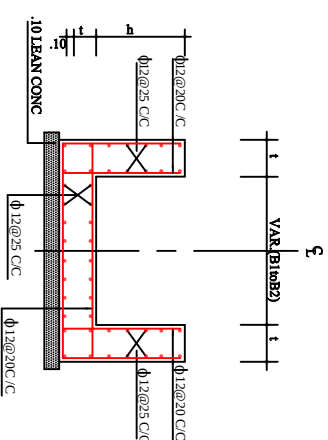


SECTION B-B
N.T.S

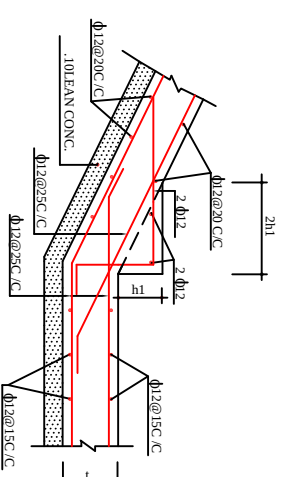


SECTION C - C

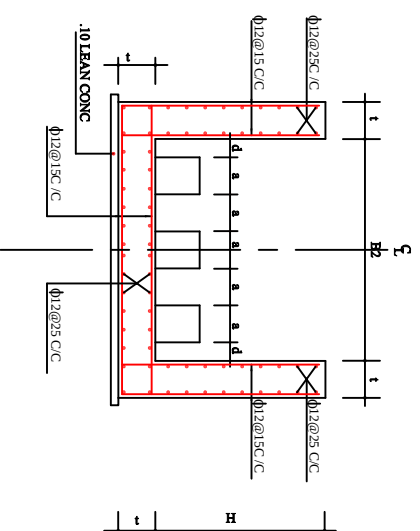
N.T.S



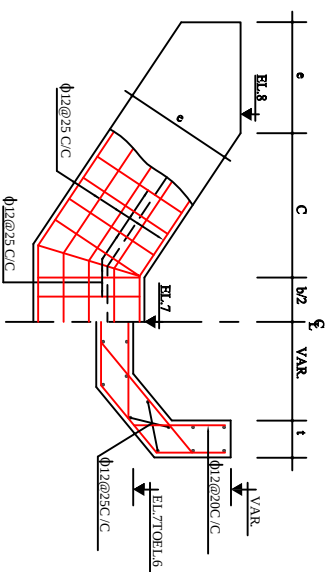
SECTION D - D
N.T.S



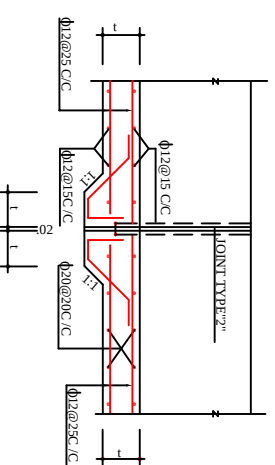
DETAIL "A"
N.T.S.



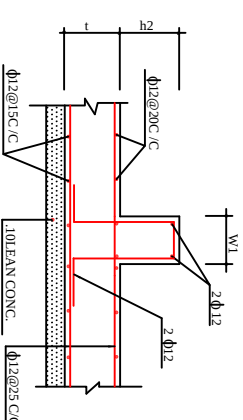
SECTION E - E
N.T.S



SECTION F - F
N.T.S



DETAIL "C"
N.T.S

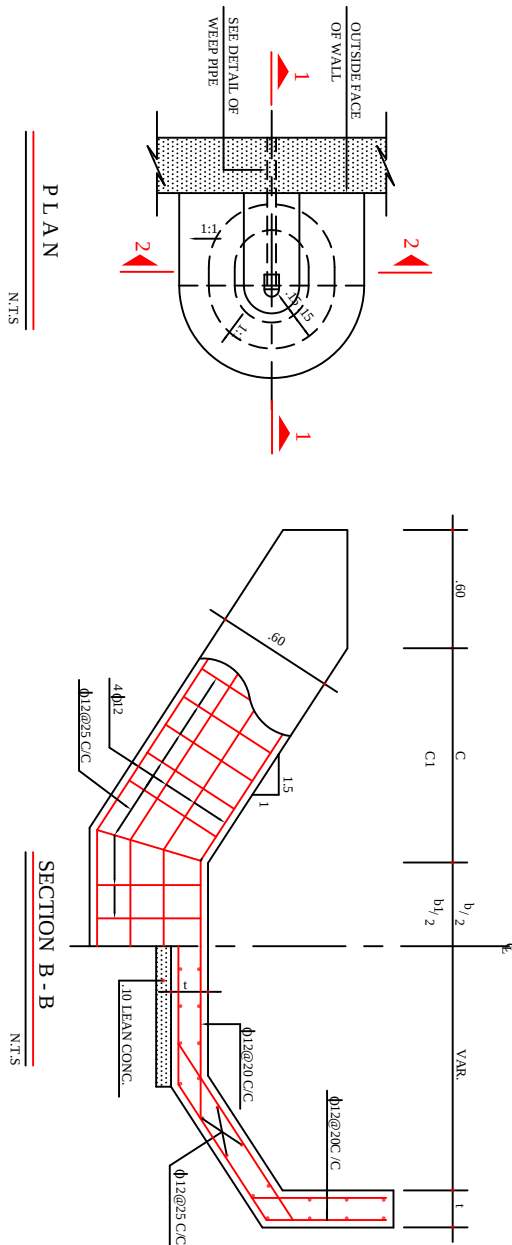
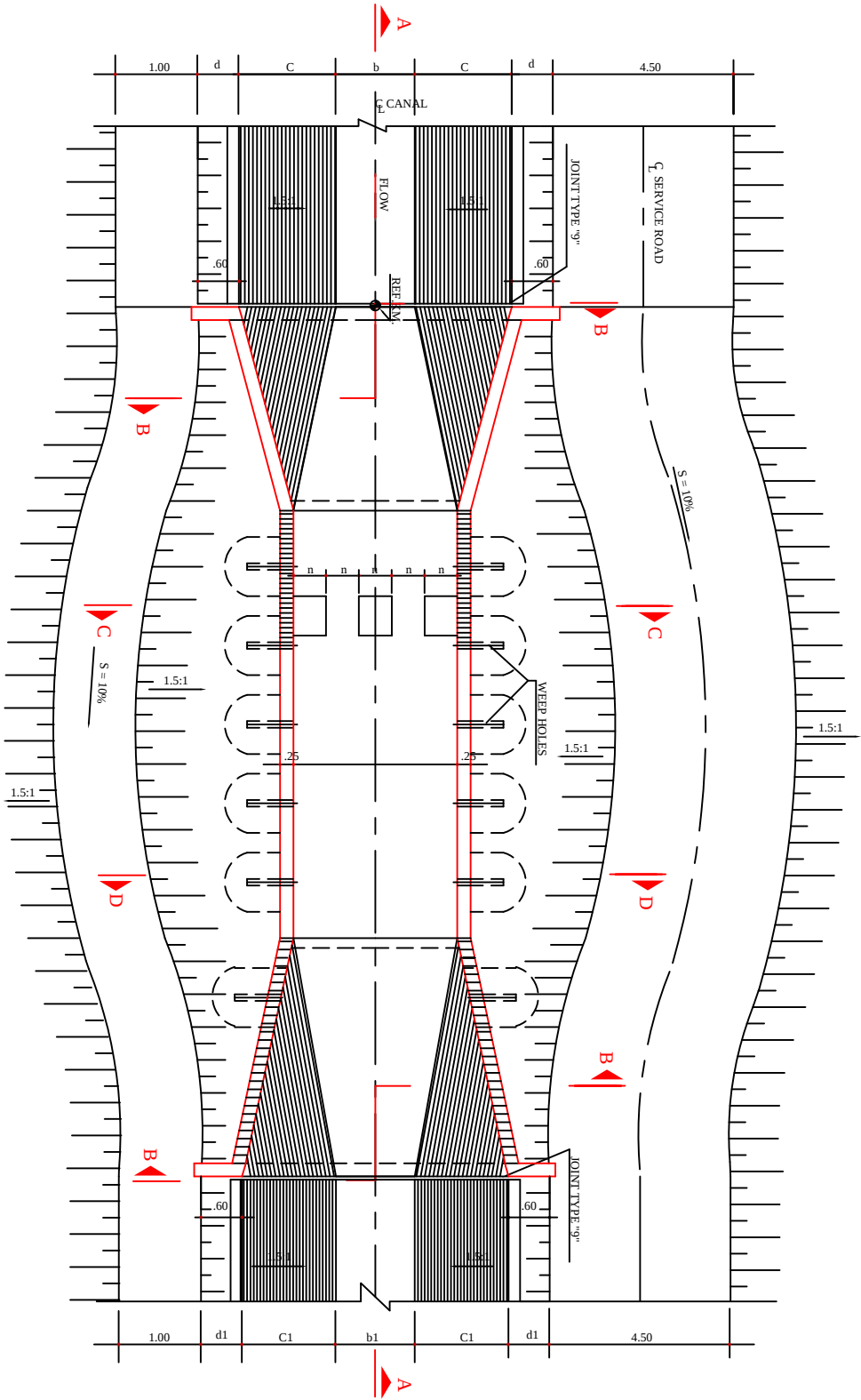


DETAIL "B"

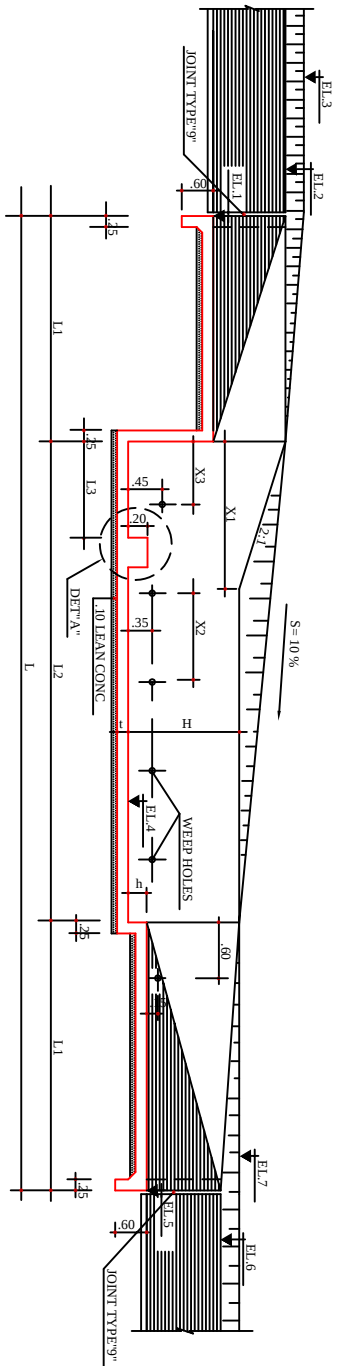
N.T.S.

توضیحات

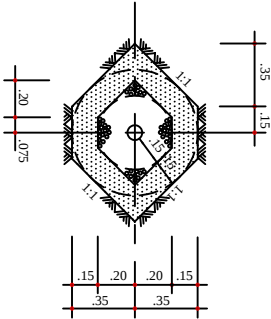
- [illegible]



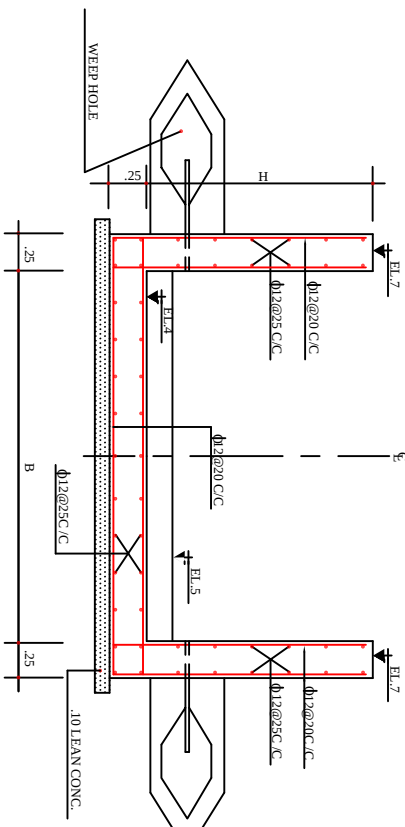
P L A N
NTS



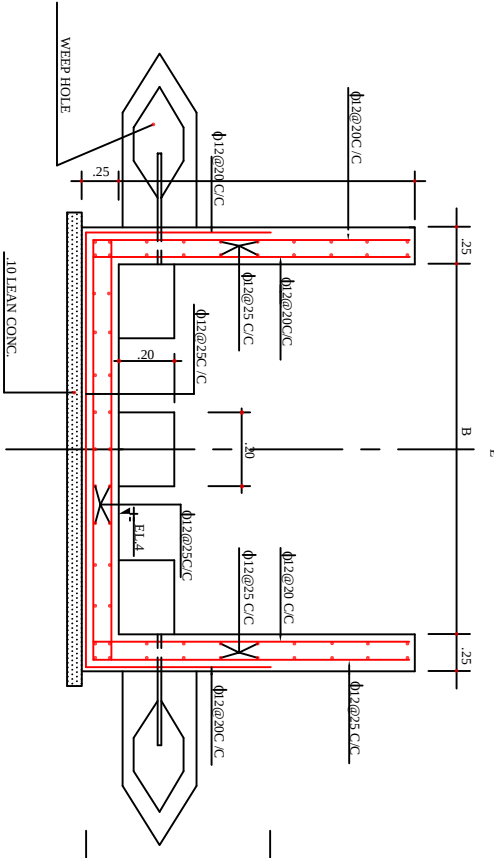
SECTION A-A
NTS



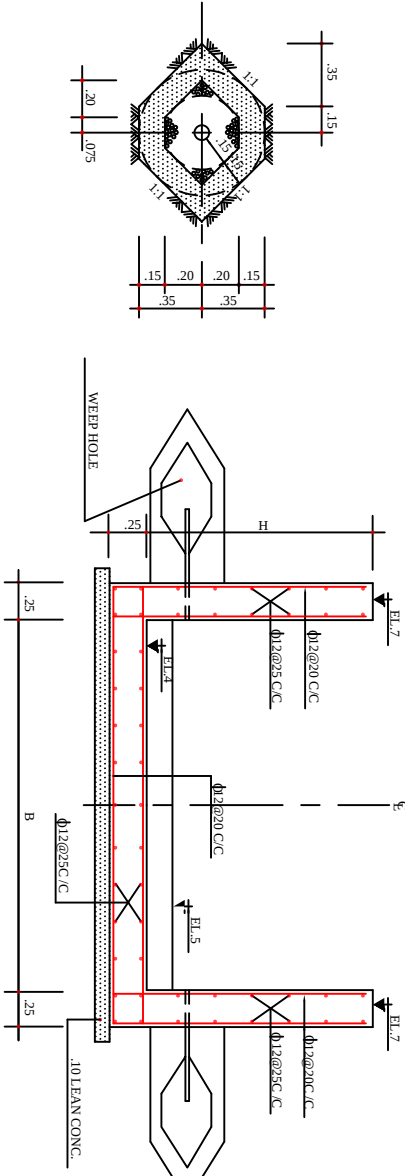
SECTION 1-1
NTS



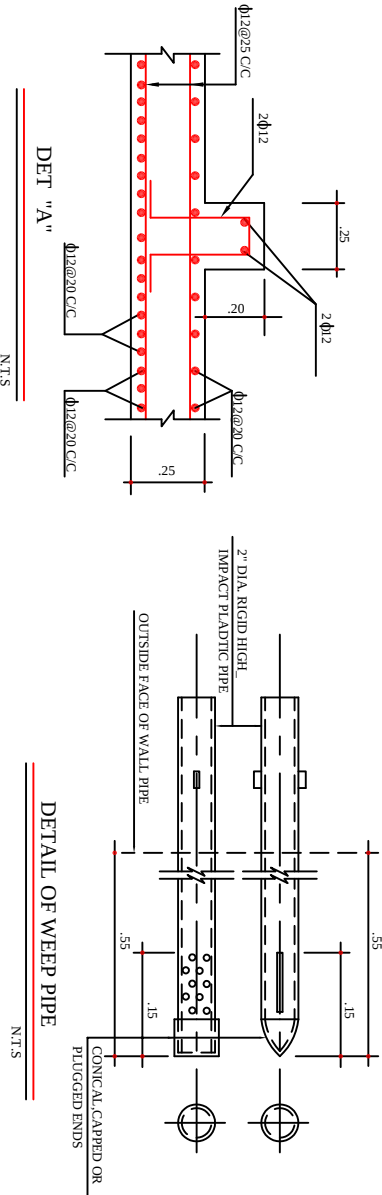
SECTION B-B
NTS



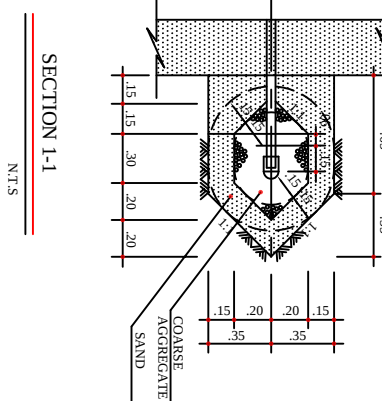
SECTION C-C
NTS



SECTION D-D
NTS

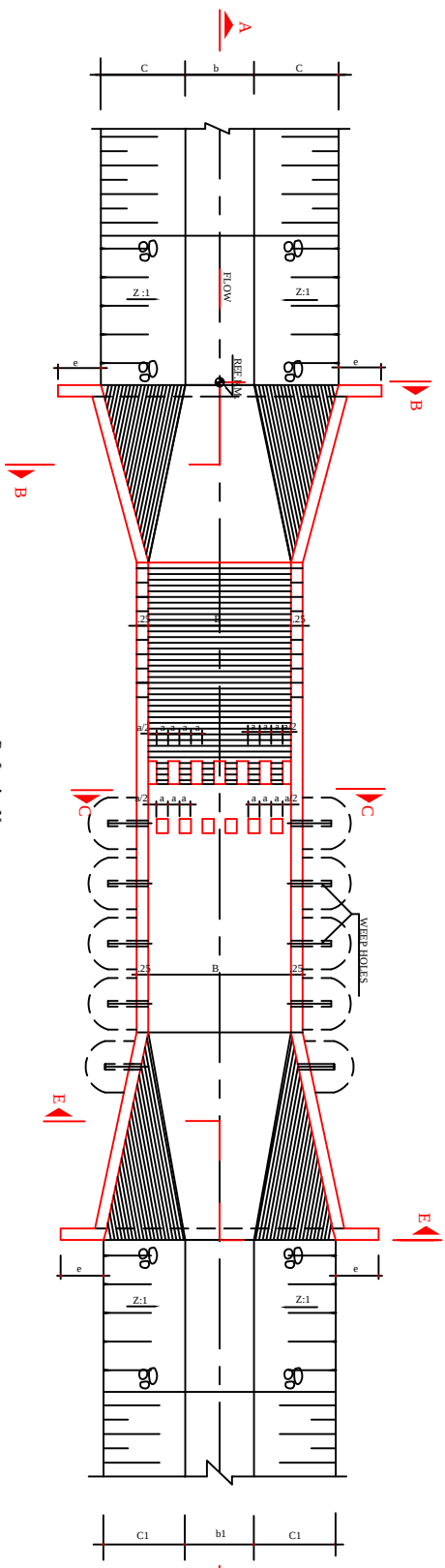


DETAIL OF WEEP PIPE
NTS

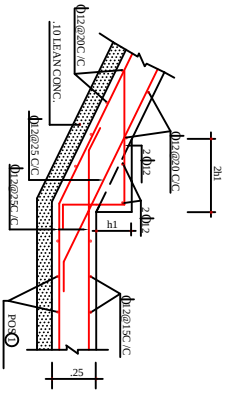


SECTION 1-1
NTS

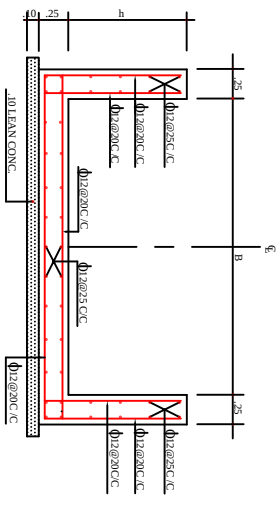
- توضیحات
- کلیه ابعاد و اندازه ها فاینشیه میباشند. در غیر اینصورت اوصاف از ذکر دریجاست.
 - بنین سازه دار ای مقادیر ۲۸ روزه و ۲۸ کیلوگرم بر سانتی متر مربع با نوبه مکعبی ۲۸x۲۸x۲۸ سانتی متر میباشد.
 - بنین سازه دار با مصالح ها کیلوگرم سیان در بر مکعب میباشد .
۴- آرماتور بکار رفته شیب (۱۱) ابتدا با (۳000Kg/Cm²) میباشد .



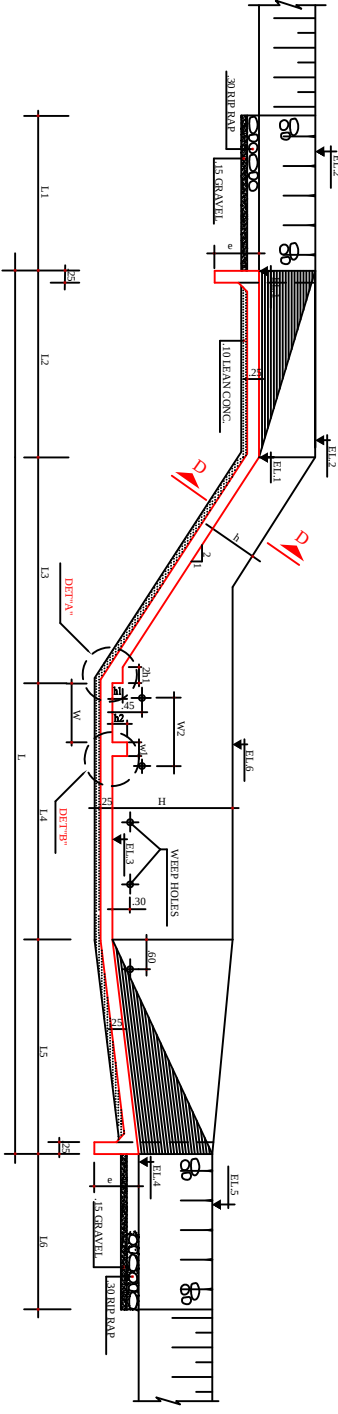
P L A N
N.T.S



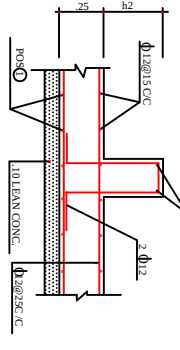
DETAIL "A"
N.T.S



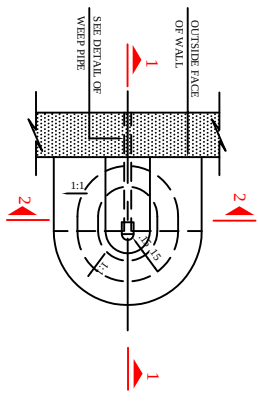
SECTION D - D
N.T.S



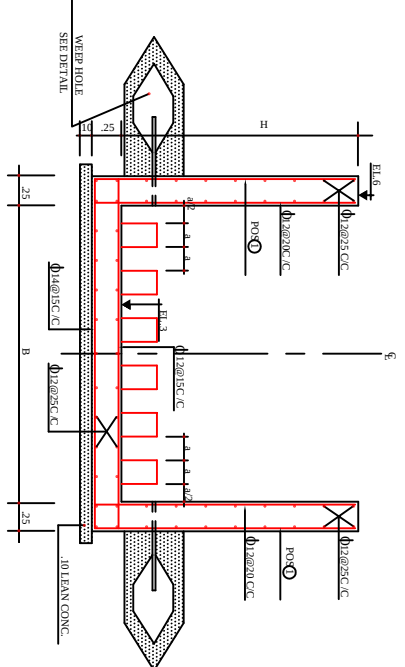
SECTION A - A
N.T.S



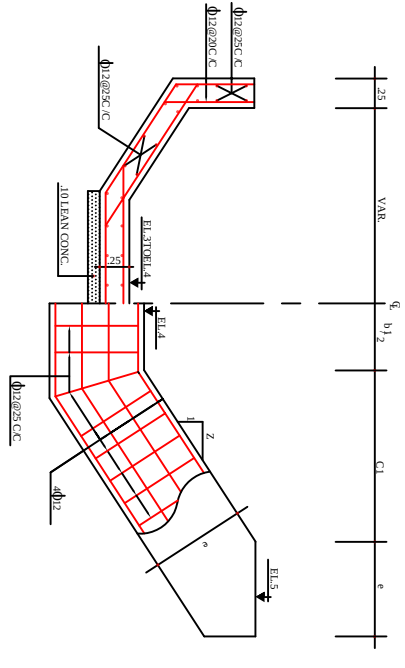
DETAIL "B"
N.T.S



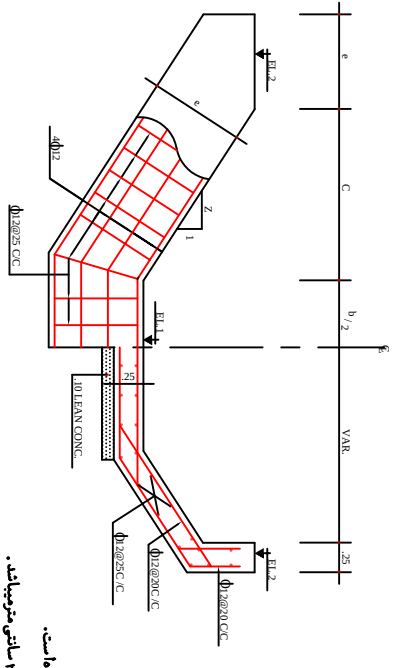
P L A N
N.T.S



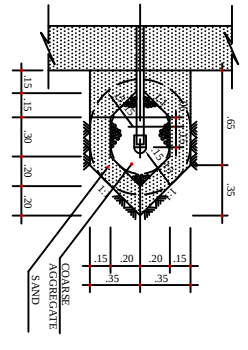
SECTION C-C
N.T.S



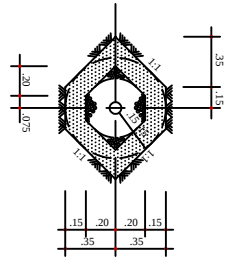
SECTION E-E
N.T.S



SECTION B - B
N.T.S



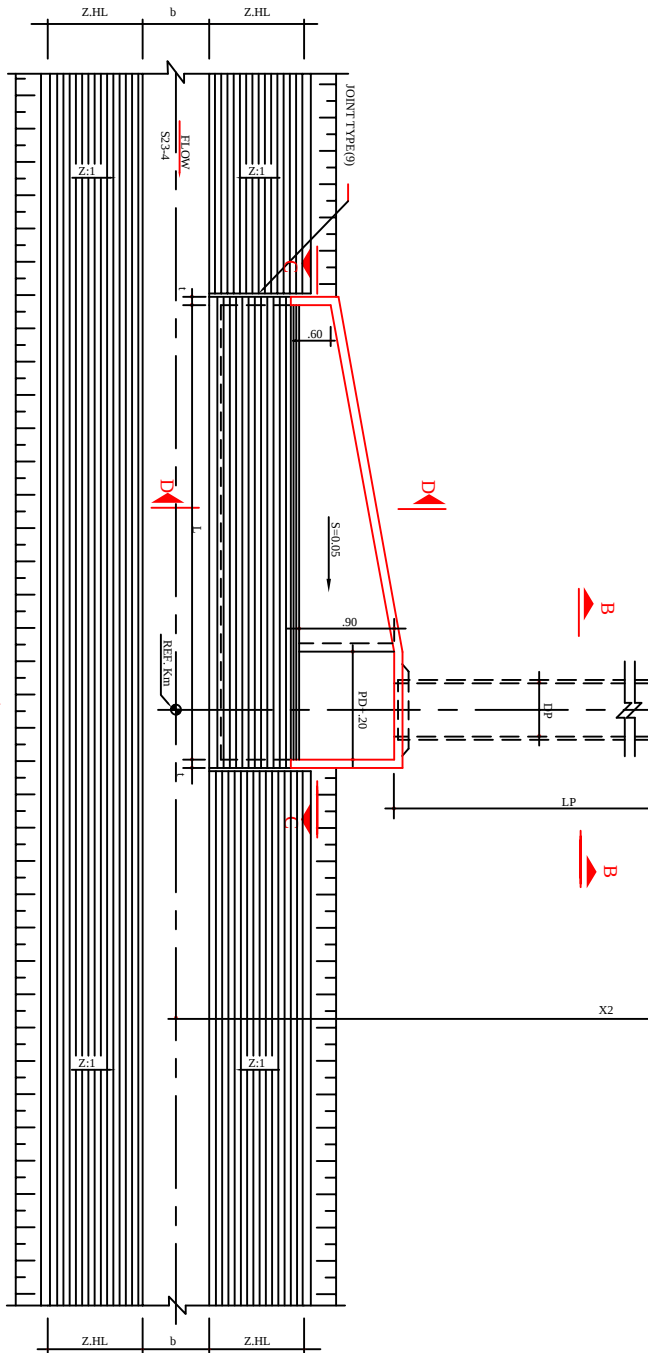
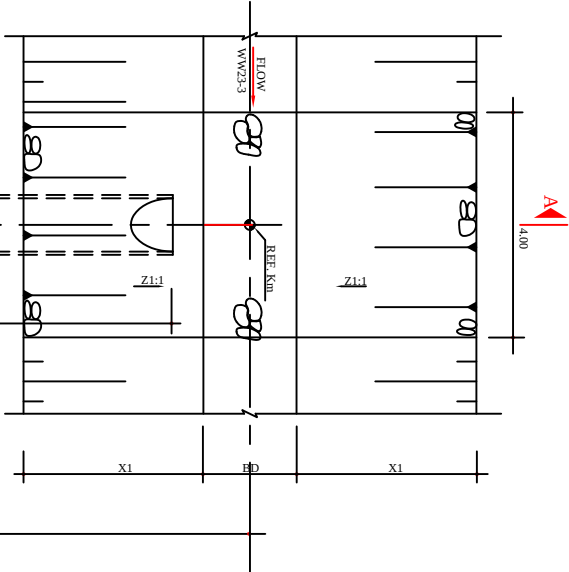
SECTION 1-1
N.T.S



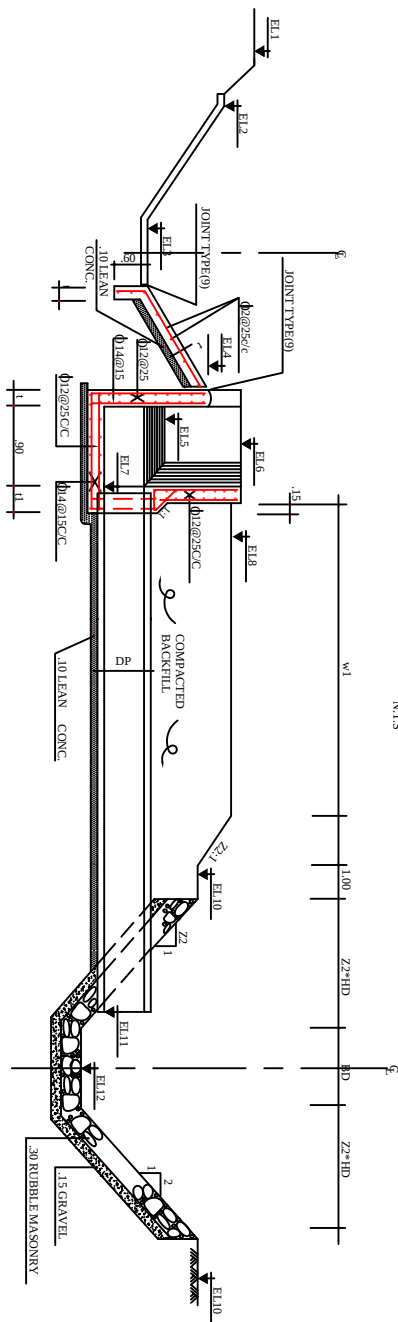
SECTION 2-2
N.T.S

توضیحات

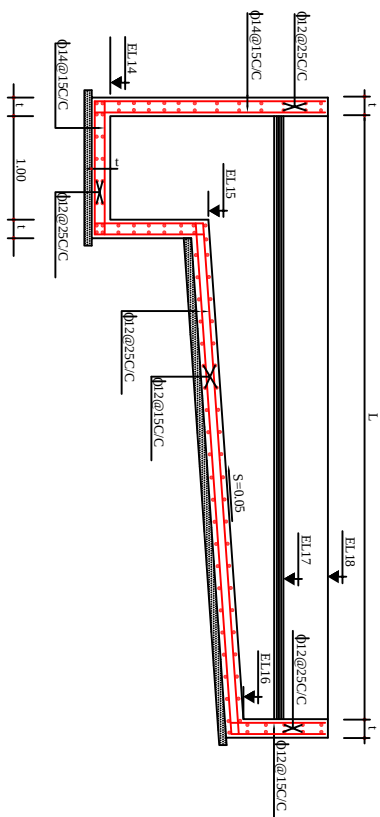
- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد. در غیر این صورت واحد آن ذکر شده است.
- ۲- بین‌میزداده‌ها و فواصل مت ۲۸ و ۲۵ و ۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع با نمونه‌های ۲۸، ۲۵ و ۲۵ سانتی‌متر می‌باشد.
- ۳- بین‌میزداده‌ها و فواصل مت ۲۸ و ۲۵ و ۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع با نمونه‌های ۲۸، ۲۵ و ۲۵ سانتی‌متر می‌باشد.
- ۴- آرماتور یک‌درقه‌تپ (II) یا (آج‌دار یا (تفنگ 3000K (F_y=3000) می‌باشد.



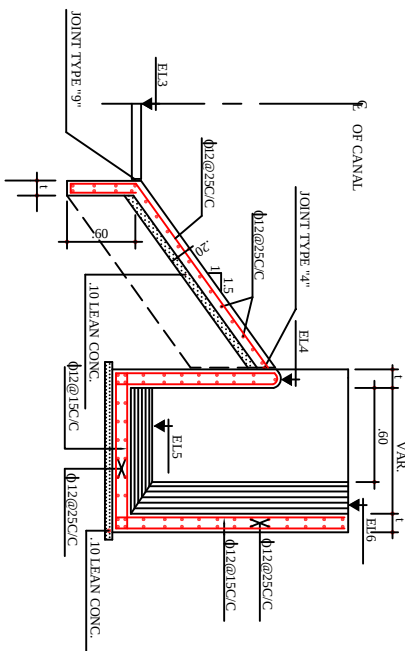
PLAN
NTS



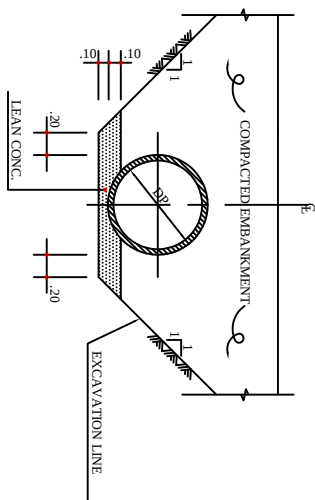
SECTION A-A
NTS



SECTION C-C
NTS



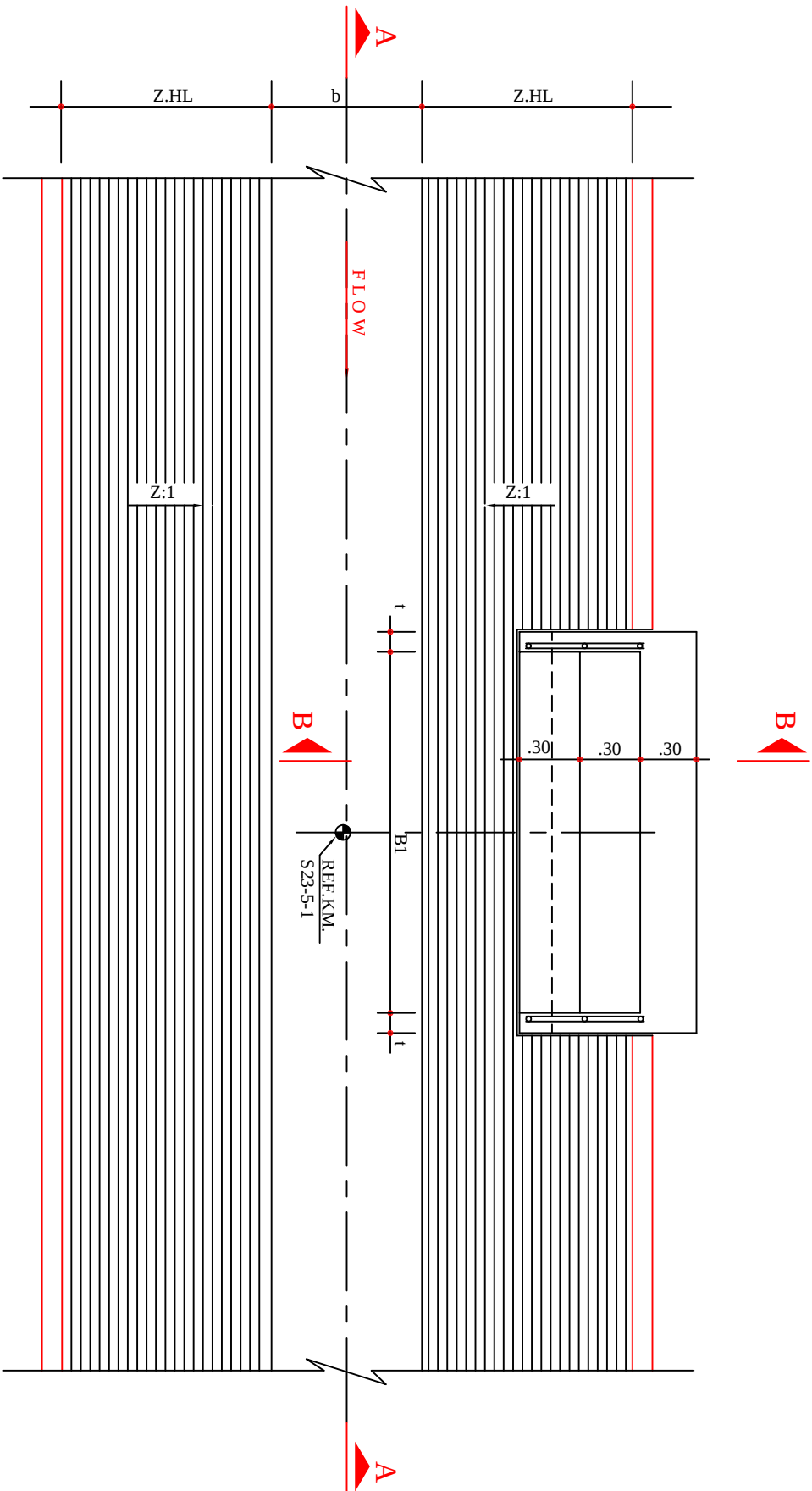
SECTION D-D
NTS



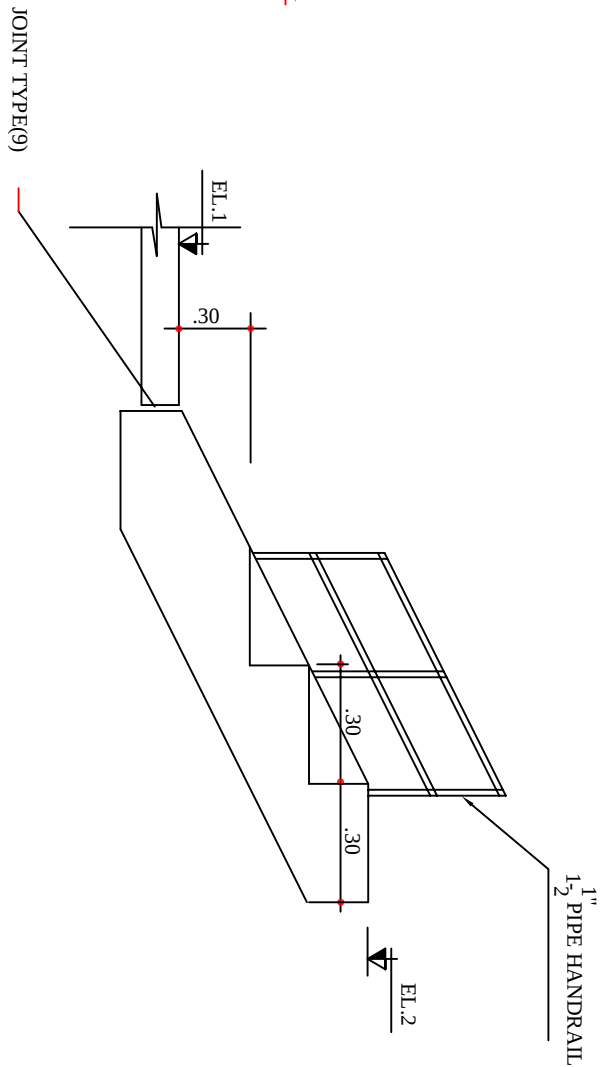
SECTION B-B
NTS

توضیحات

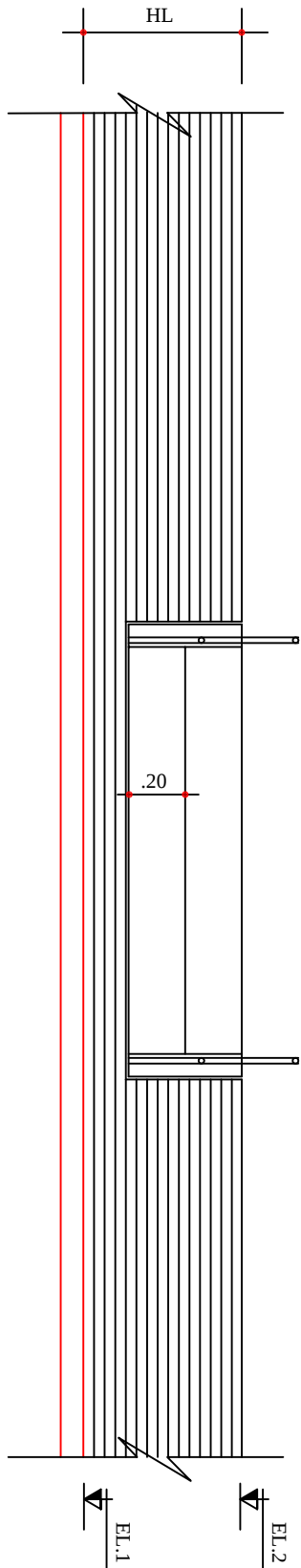
- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد. در غیر این صورت واحد آن ذکر شده است.
- ۲- بین‌النهرین و راه‌آهن متعلق به وزارت راه و ترابری می‌باشد. در صورتی که این نقشه به منظور استفاده در پروژه‌های دیگر باشد، باید با وزارت راه و ترابری هماهنگی لازم باشد.
- ۳- بین‌النهرین و راه‌آهن متعلق به وزارت راه و ترابری می‌باشد. در صورتی که این نقشه به منظور استفاده در پروژه‌های دیگر باشد، باید با وزارت راه و ترابری هماهنگی لازم باشد.
- ۴- از سازه‌های بتنی و فولادی (II) استفاده شود. (F_y = 3000 Kg/Cm²) می‌باشد.



P L A N
N.T.S



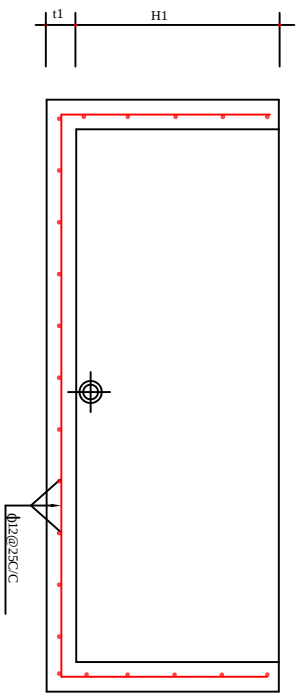
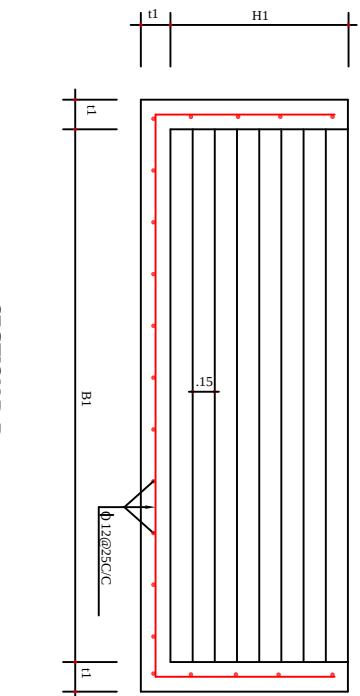
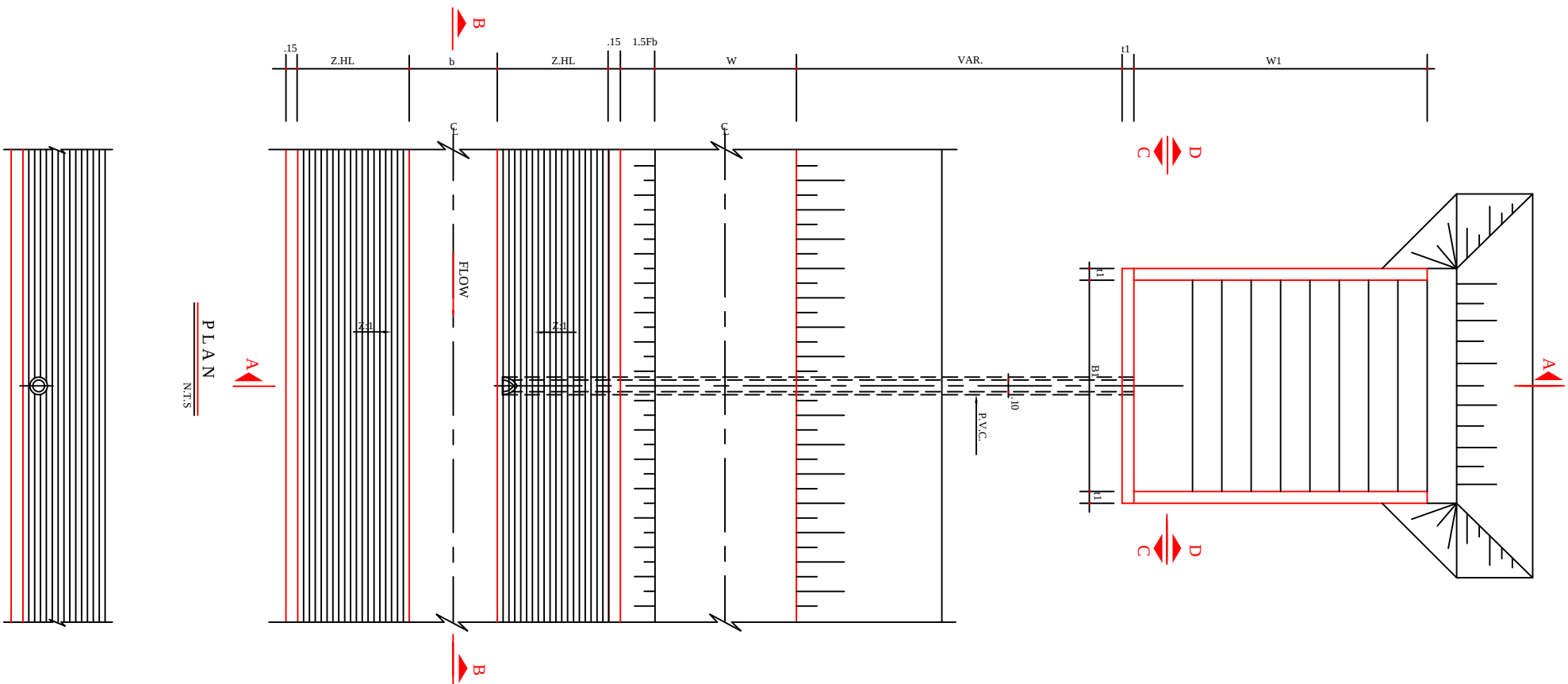
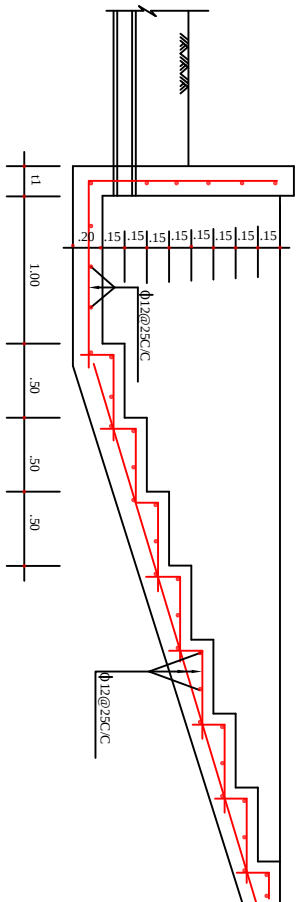
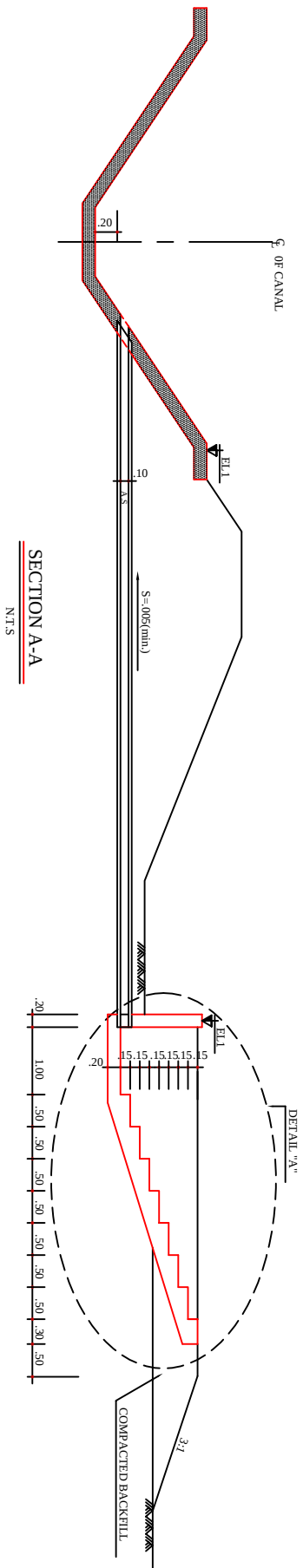
SECTION B-B
N.T.S



SECTION A-A
N.T.S

توضیحات

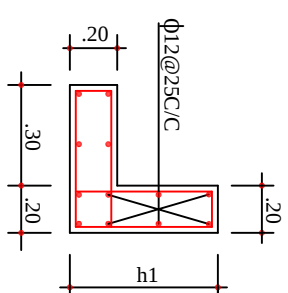
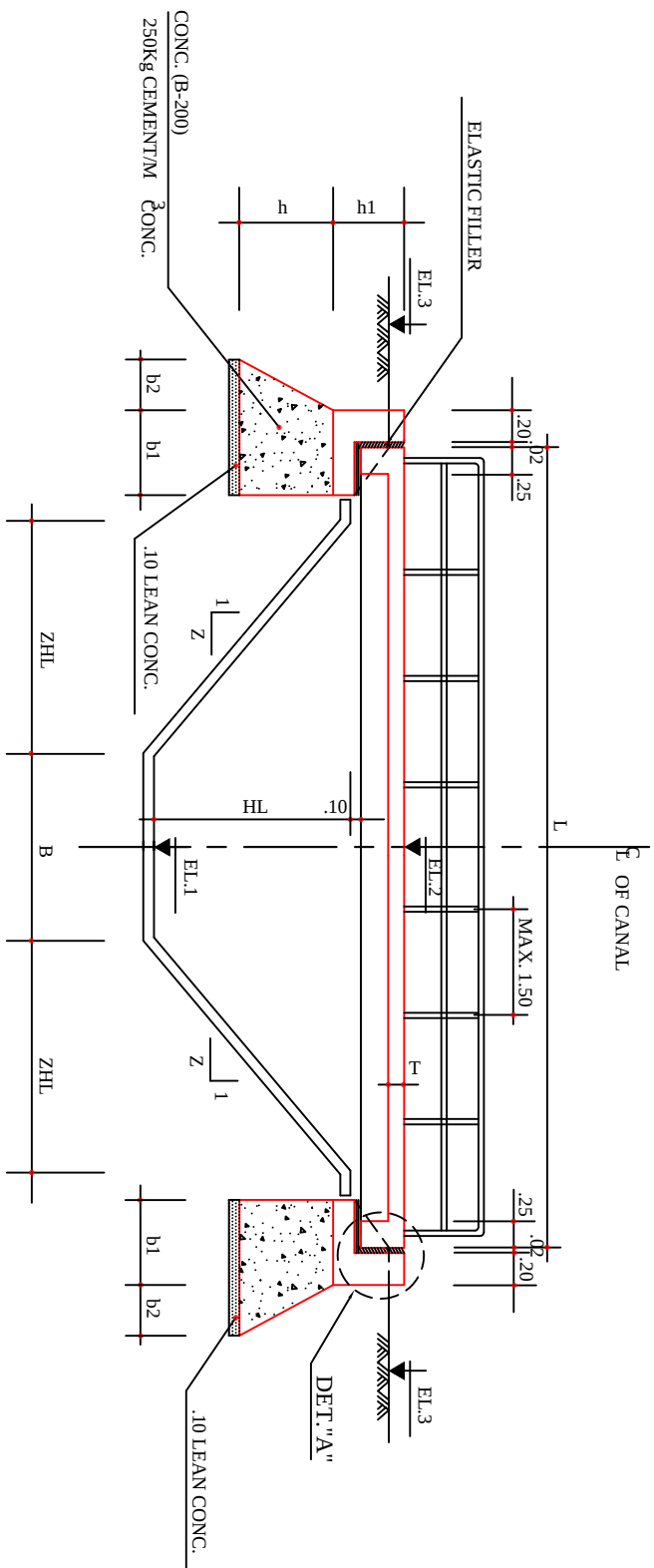
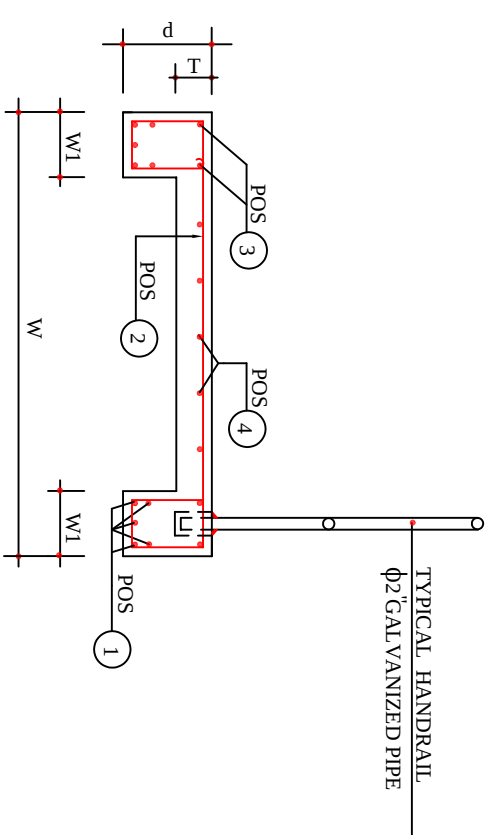
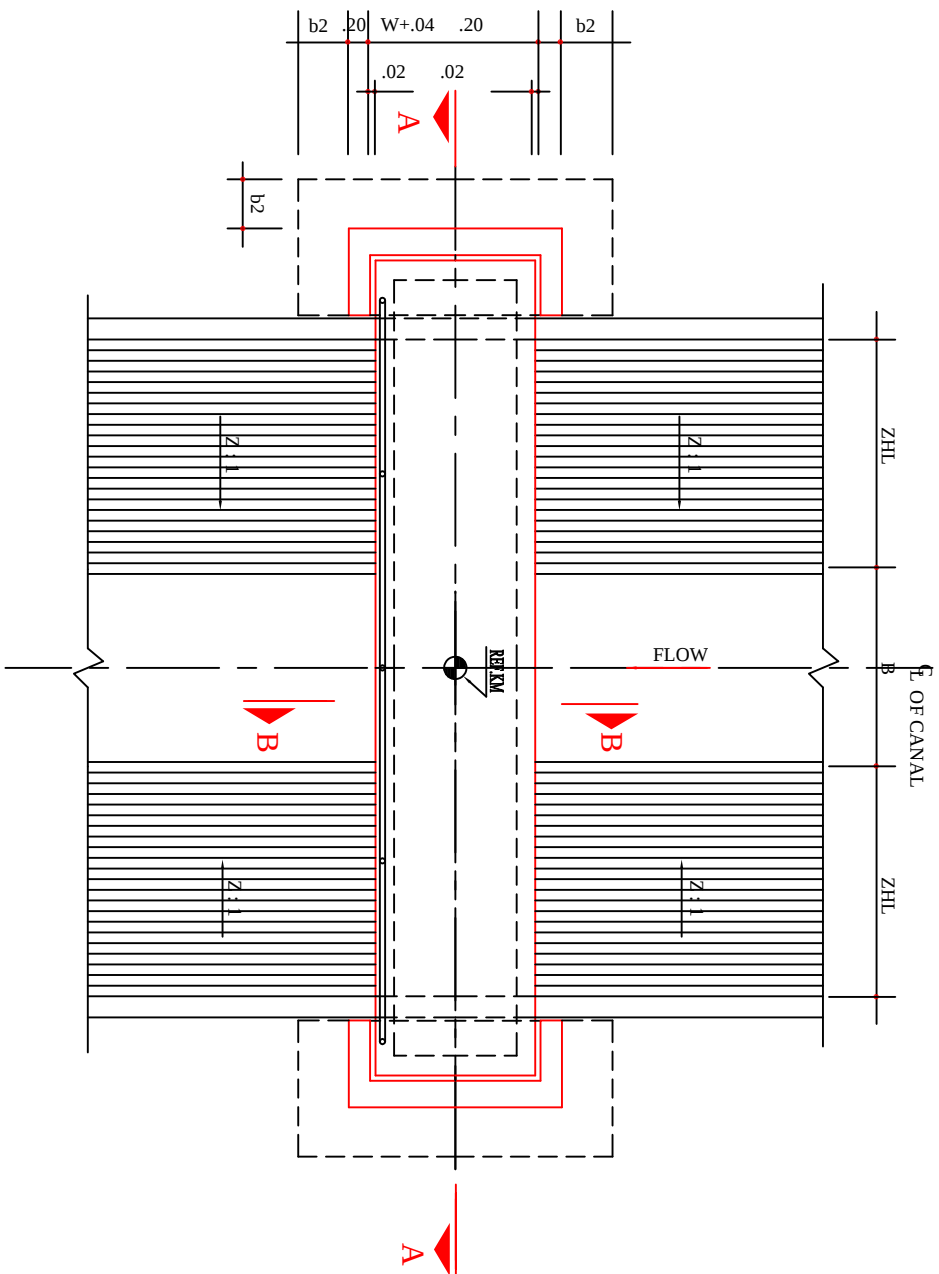
- ۱- کلیه ابعاد و اندازها را این نقشه بر حسب متر بیان شده است. در غیر این صورت واحد آن متر است.
- ۲- بتن سازه در این نقشه و سازه بتنی به صورت مربع یا مستطیل به صورت یکپارچه و در یک مرحله بتن ریزی شده است.
- ۳- بتن سازه در این نقشه و سازه بتنی به صورت یکپارچه و در یک مرحله بتن ریزی شده است.
- ۴- از سازه در این نقشه و سازه بتنی به صورت یکپارچه و در یک مرحله بتن ریزی شده است.



توضیحات

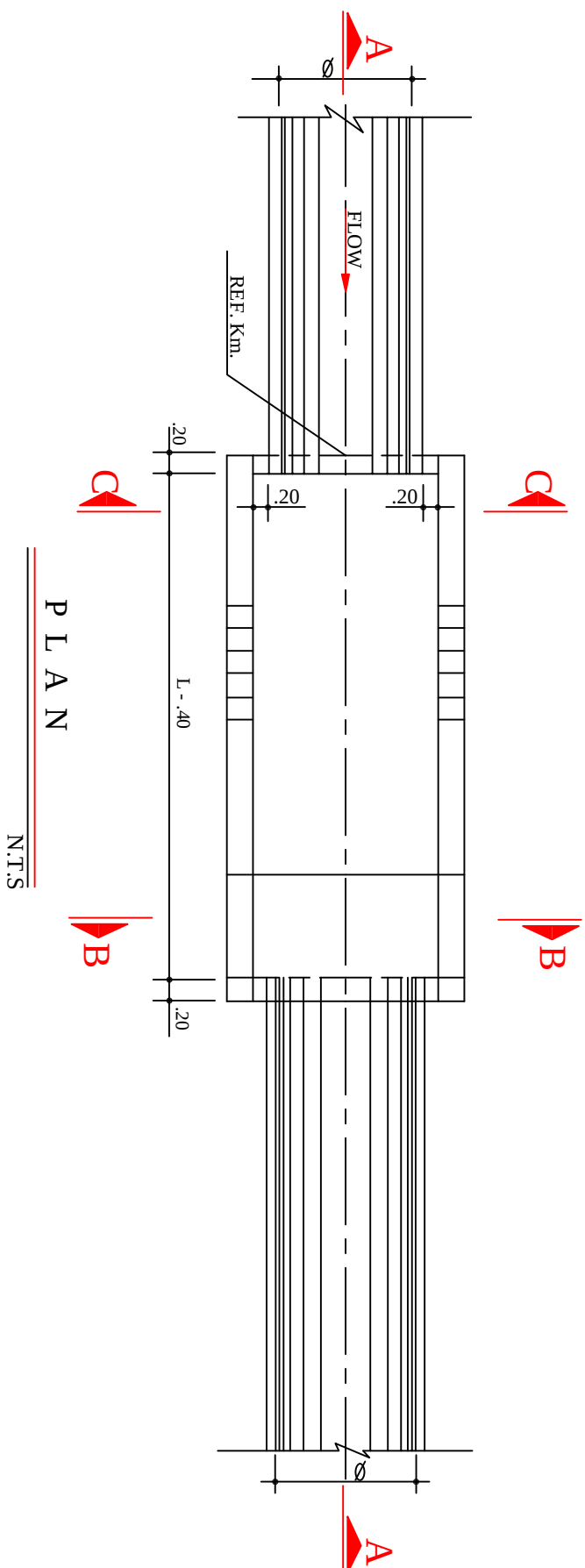
- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد. در غیر این صورت واحد آن ذکر گردیده است.
- ۲- بین‌سازده‌های مادی متوازی ۷۸ و ۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، نمونه‌های سنگی ۲۰x۲۰x۲۰ سانتی‌متری می‌باشد.
- ۳- بین‌سازده‌های عیار ۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب می‌باشد.
- ۴- آرماتور بکار رفته تیب (II) آجدار یا (F_y=3000Kg/Cm²) می‌باشد.

نقشه شماره ۱۵ : پل ماشین رو بر روی کانال

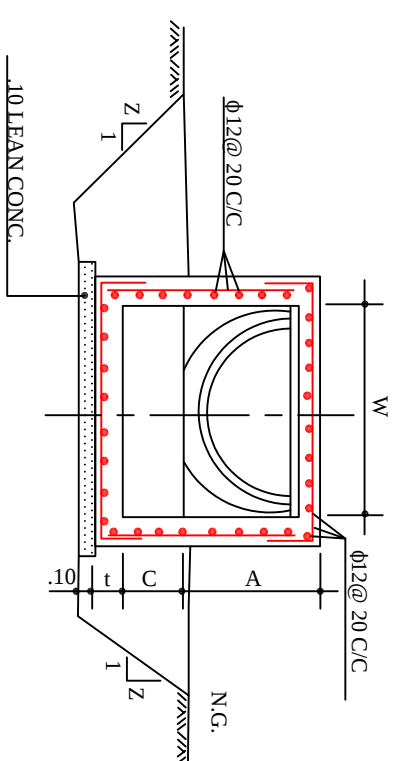


توضیحات

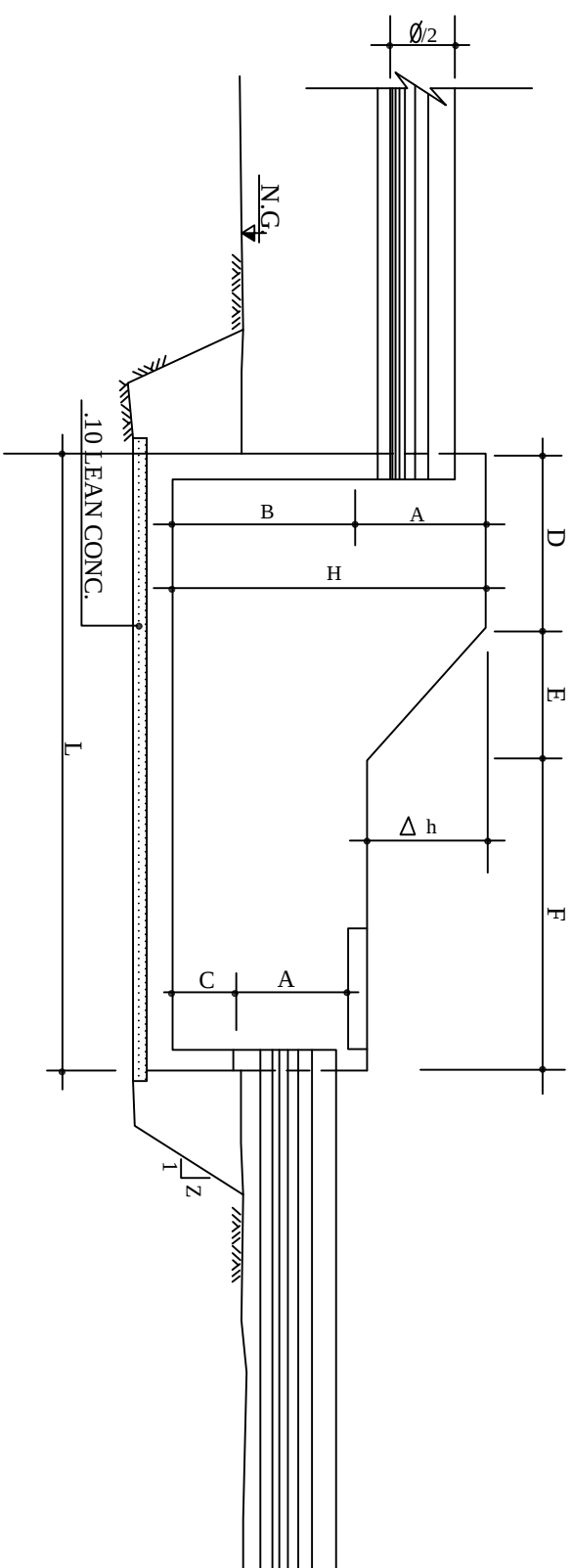
- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد. در غیر این صورت، واحدهای اندازه‌گیری درج شده است.
- ۲- بتن سازه از آرماتور و سیمان ۲۸ درصد و ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع با نمونه مکشی ۲۰×۲۰×۲۰ سانتی‌متر می‌باشد.
- ۳- بتن مگر زیر سازه‌ها عیار ۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب می‌باشد.
- ۴- از سازه‌ها و تکیه‌گاه‌ها (II) اعتباراً (۳۰۰۰ کیلوگرم/سانتی‌متر مربع) (R_y = ۳۰۰۰) می‌باشد.



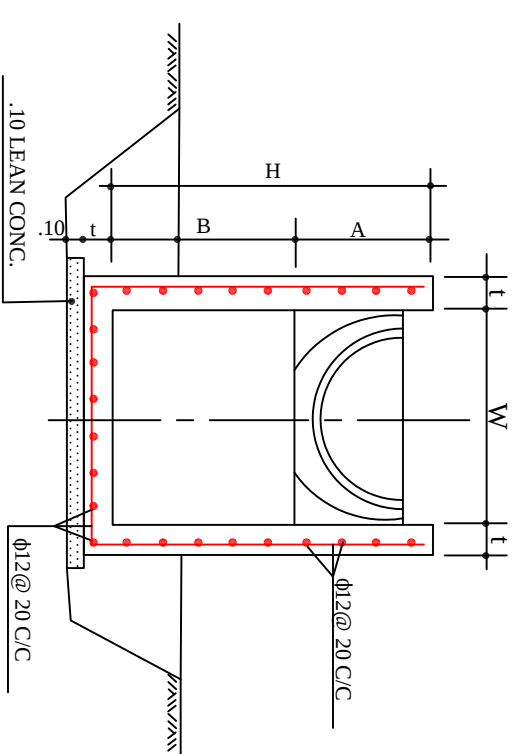
P L A N
N.T.S



SECTION B-B
N.T.S



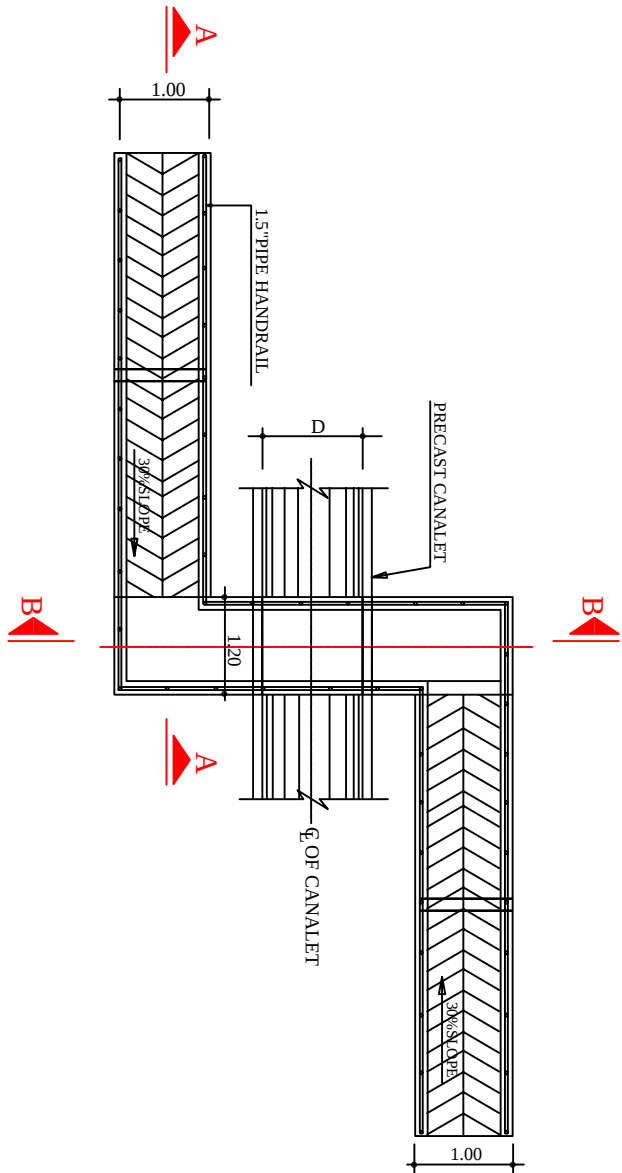
SECTION A - A
N . T . S



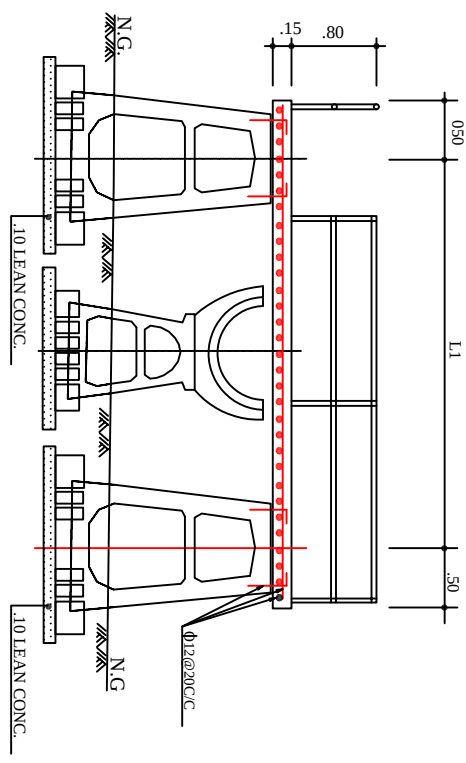
SECTION C-C
N.T.S

توضیحات

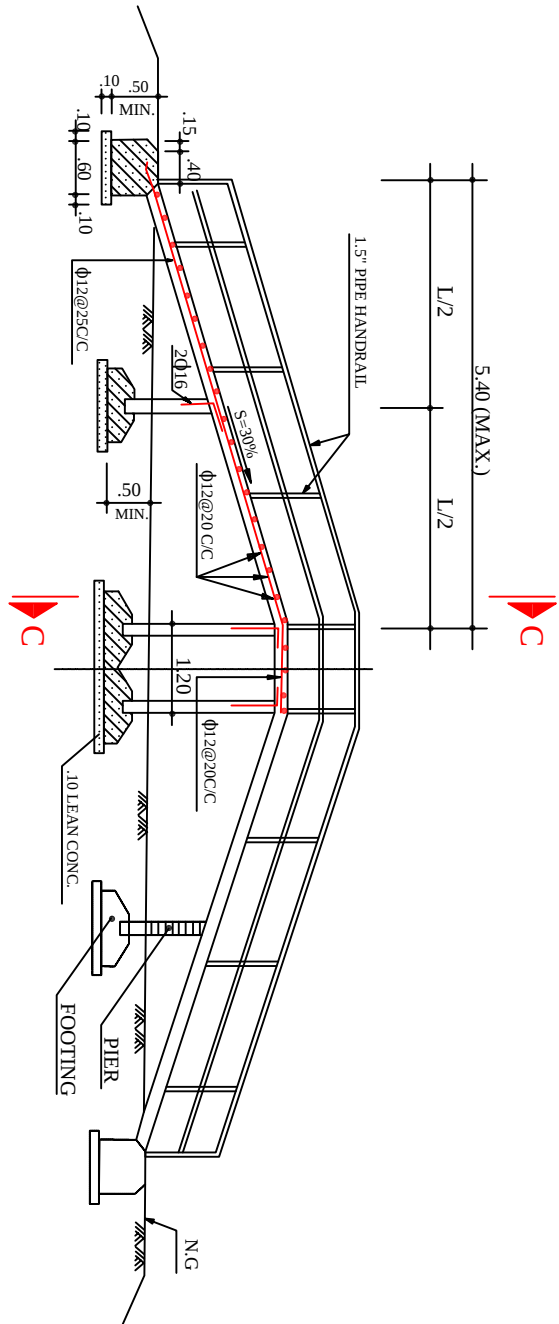
- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد، در غیر این صورت واحد آن ذکر گردیده است.
- ۲- بتن سازه دارای مقاومت ۲۸ و دوده ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، آرماتور به مشخصه ۲۰x۲۲ و ۲۰x۲۴ سانتی‌متر می‌باشد.
- ۳- بتن مگر زیر سازه‌ها و سایر ها کیلوگرم سانتی در متر مکعب می‌باشد.
- ۴- آرماتور یکبار و هفت‌تیب (II) آجدار یا (۳000Kg/Cm² F_y) می‌باشد.



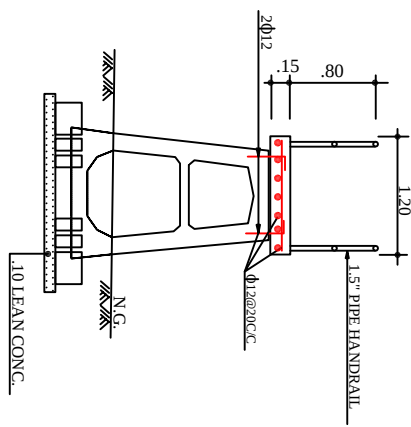
PLAN
N.T.S



SECTION B-B
N.T.S



SECTION A-A
N.T.S

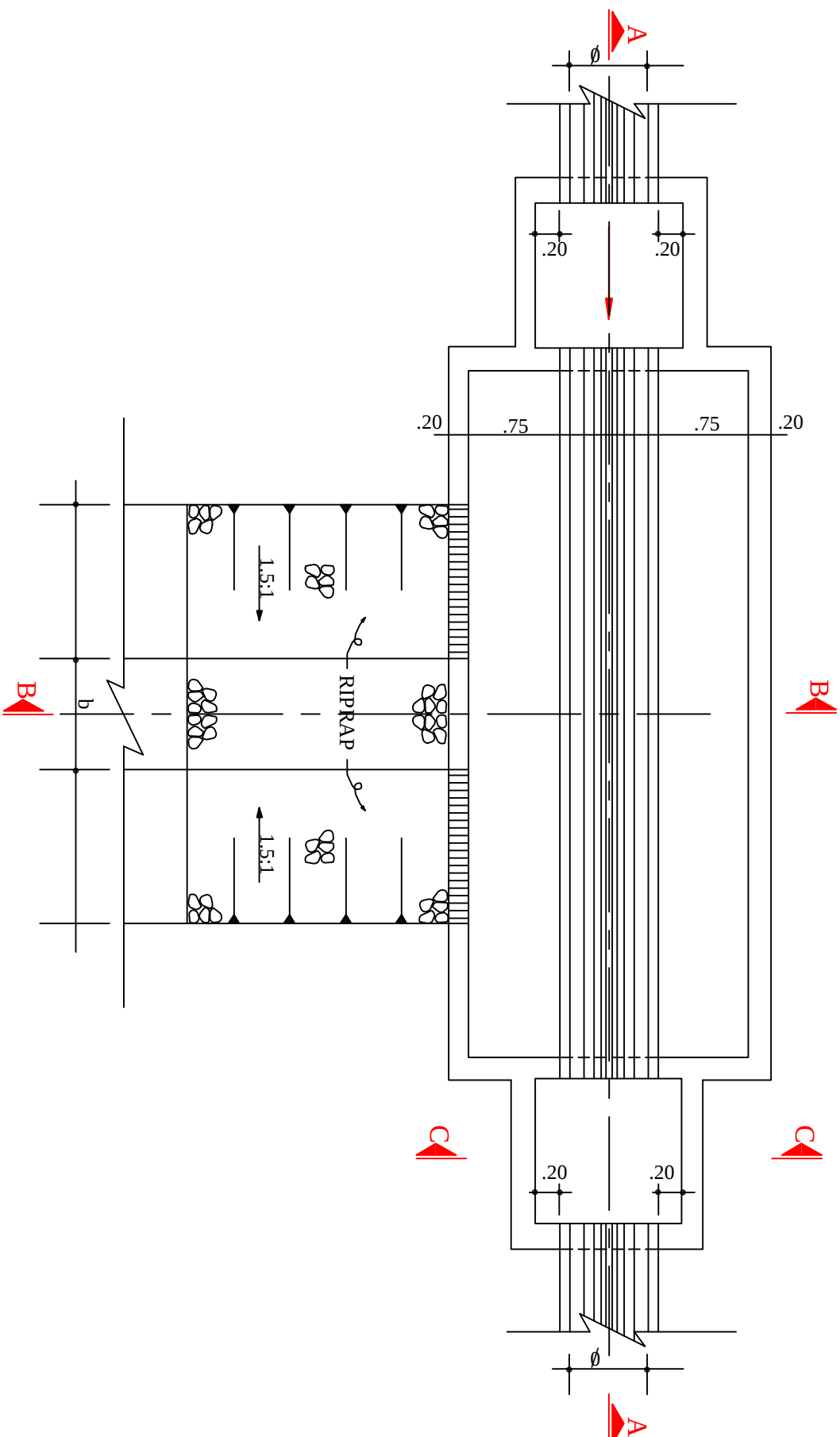


SECTION C-C
N.T.S

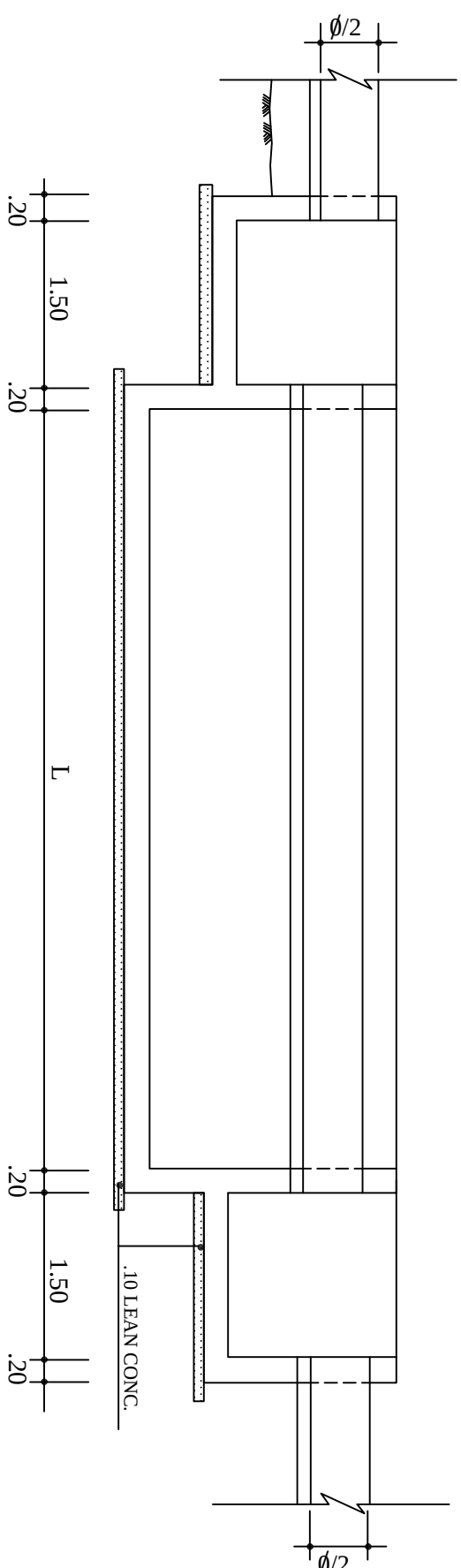
توضیحات

- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد، در غیر این صورت واحد آن ذکر شده است.
- ۲- بتن سازه دارای مقاوت ۲۸ روزه ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع با پیوسته مکنی ۲۰x۲۰x۲۰ سانتی‌متری می‌باشد.
- ۳- بتن گرزبر سازه‌های مهار ۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در بر مکنی می‌باشد.
- ۴- آرماتور بکار رفته تیب (II) آجدار با $(f_y = 3000 \text{ KG/CM}^2)$ می‌باشد.

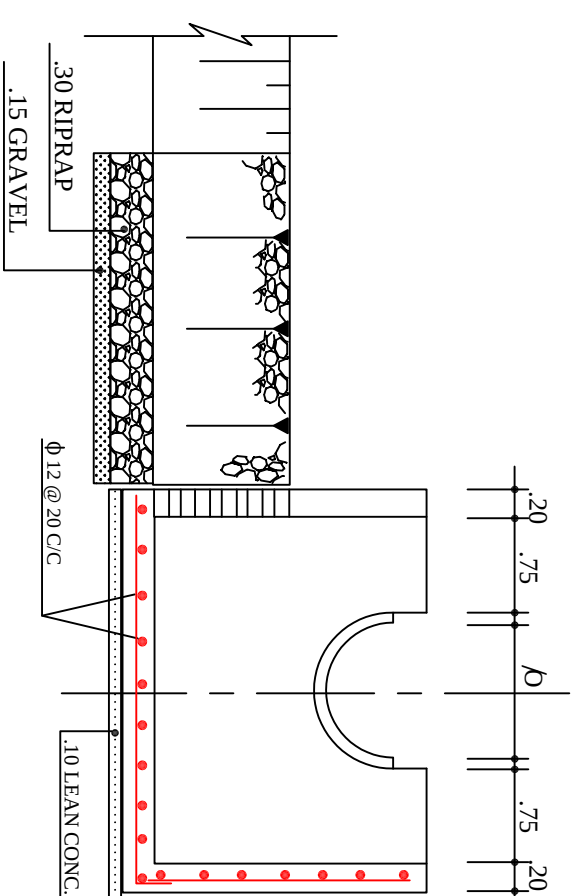
نقشه شماره ۲۰: پل عابر پیاده برای کانالهای پیش ساخته



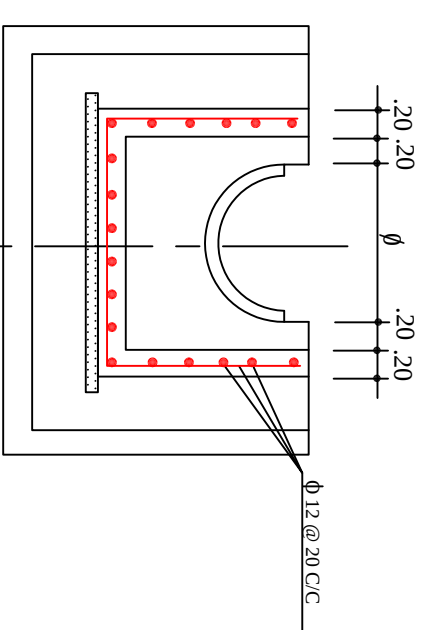
PLAN
N.T.S



SECTION A-A
N.T.S



SECTION B-B
N.T.S

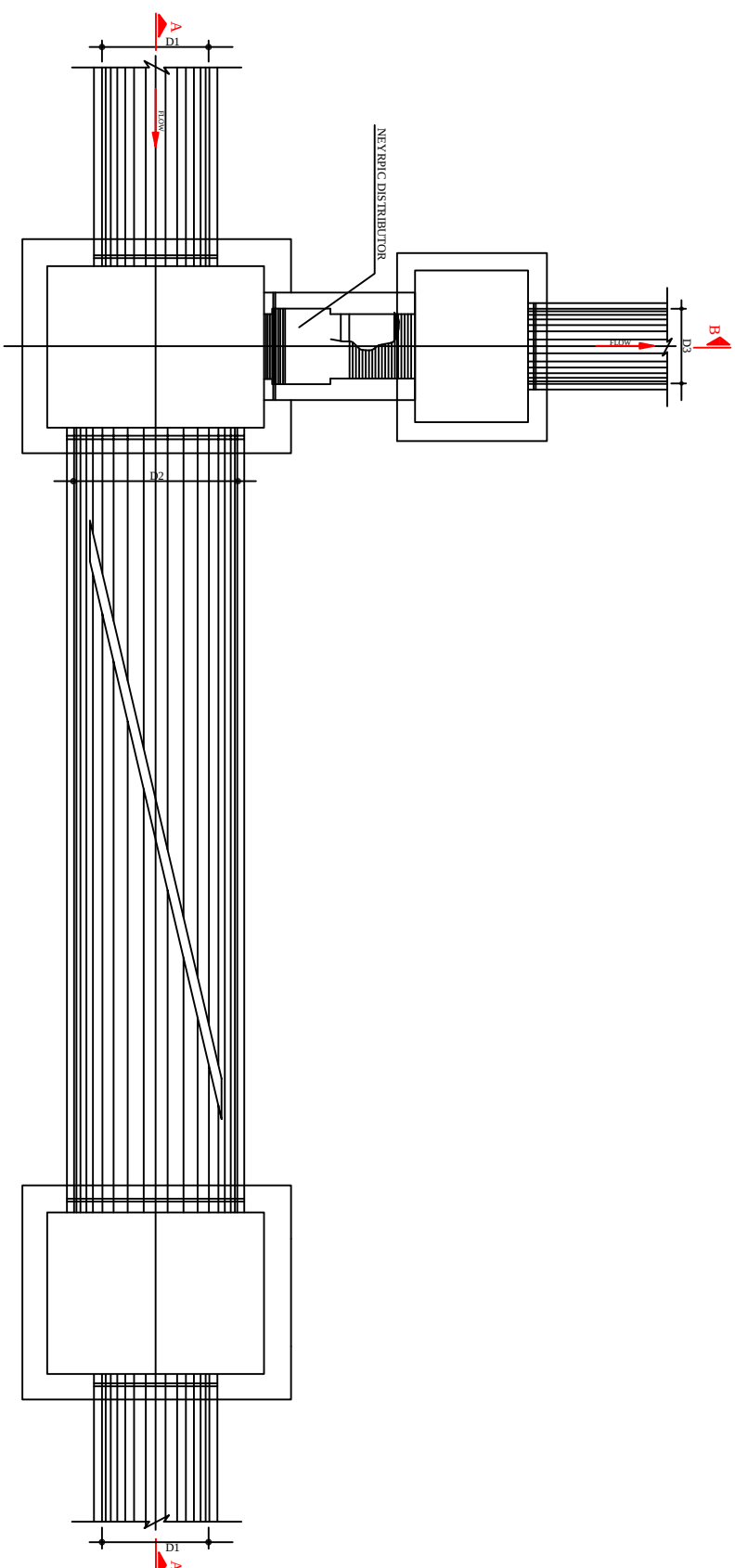


SECTION C-C
N.T.S

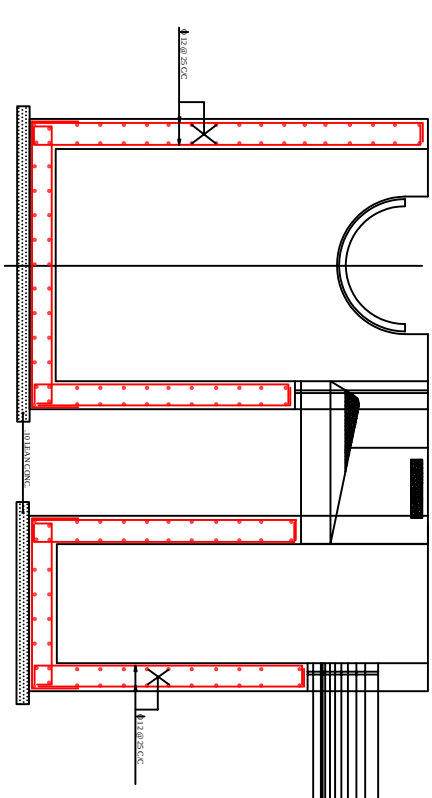
توضیحات

- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد. در غیر این صورت و ابعاد ذکر کرده شده است.
- ۲- بتن سازه دارای مقاومت ۲۸ و ده ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد و به سنگین ۲۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.
- ۳- بتن سازه و سازه‌های عوارض ها، کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.
- ۴- آرماتور بکار رفته تئیب (II) اجباری با (۲) $f_y = 3000 \text{ KG/CM}^2$ می‌باشد.

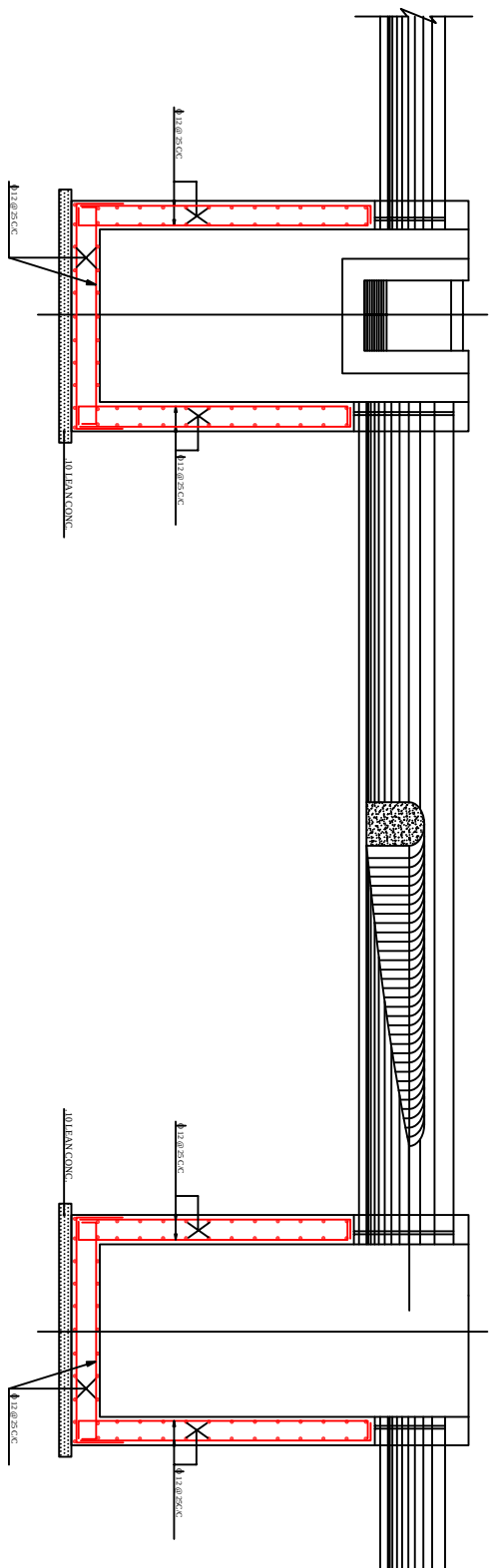
نقشه شماره ۲۱: سرریز جانبی در کانال های پیش ساخته



PLAN
NTS



SECTION A-A
NTS



SECTION B-B
NTS

توضیحات

- ۱- کلیه ابعاد و اندازه‌های این نقشه بر حسب متر می‌باشد، در غیر این صورت واحدها در ذکر دیده‌اند.
- ۲- بیش از حد را به منظور مت ۲۸ و دوز ۷۵۰ کیلو گرم بر سانی متر مربع با نمونه مکشی، ۲۰×۲۰ سانتی متر می‌باشد.
- ۳- بیش از حد زیر سازه با عیار ۱۵۰ کیلو گرم سیمان در مرکب می‌باشد.
- ۴- آرماتور بکار گرفته شده (II) ابتدا با $F_p = 3000 \text{ Kg/Cm}^2$ می‌باشد.

نقشه شماره ۲۲: سازه آگیری در کانال های پیش ساخته



D (mm)	d(m)	
	ALFA<-50G _c	ALFA>-50G _c
600	0.80	1.00
800	0.80	1.00
1000	0.90	—
1250	0.90	—
1500	1.00	—
1700	1.00	—

$$b = 2b' * \cos(ALFA/2)$$

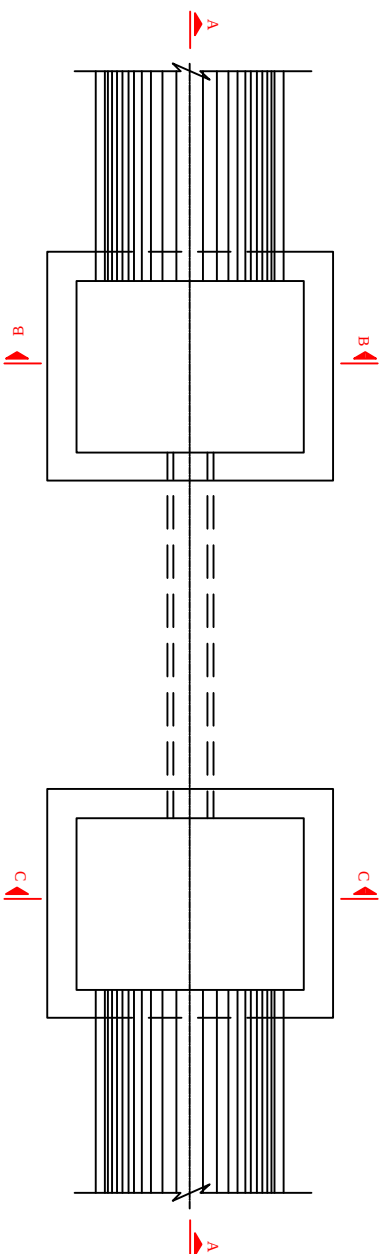
۱-کلیه ابعاد و اندازه‌های این قطعه بر حسب متر بیان شد. در غیر این صورت واحد آن ذکر گردید است.

۲- بن‌ساز و درایه‌ها طول در ۲۸ و ۲۵ سانتی‌متر بیان شد. در این برسانه بر حسب متر بیان شد. ۲۰×۲۰×۲۰ سانتی‌متر بیان شد.

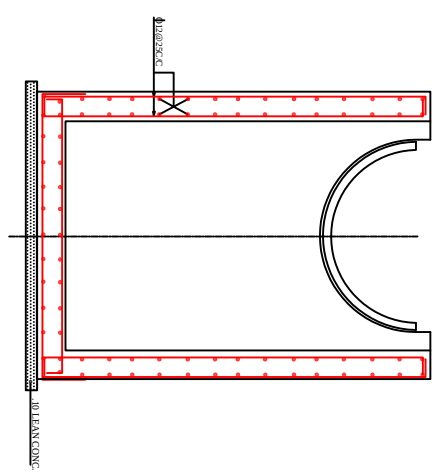
۳- بن‌ساز برسانه‌ها به‌صورت ۵۰ سانتی‌متر در ۲۸ سانتی‌متر بیان شد.

۴- طول و پهنای درخت چینی (II) ابعاد دریا (Ry=3000g/cm²) بیان شد.

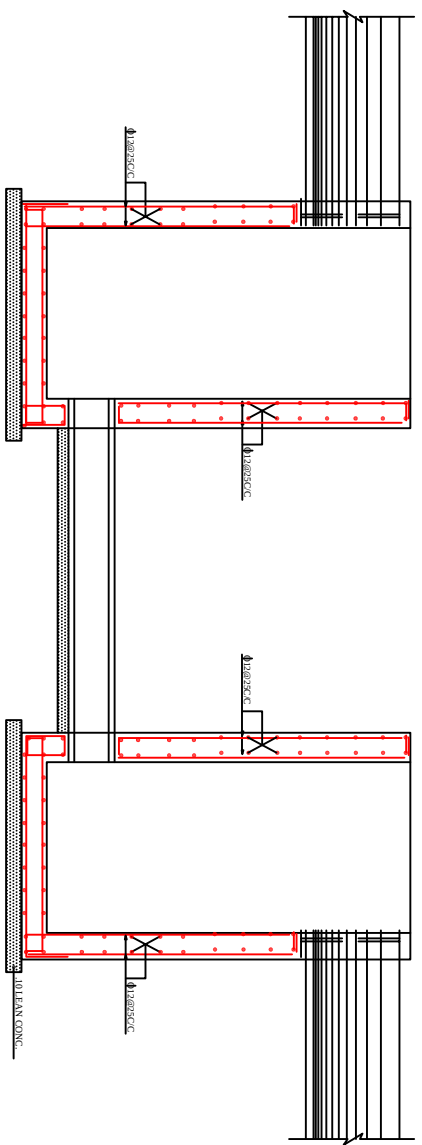
نقشه شماره ۲۳ : حوضچه زاویه در کانال های پیش ساخته



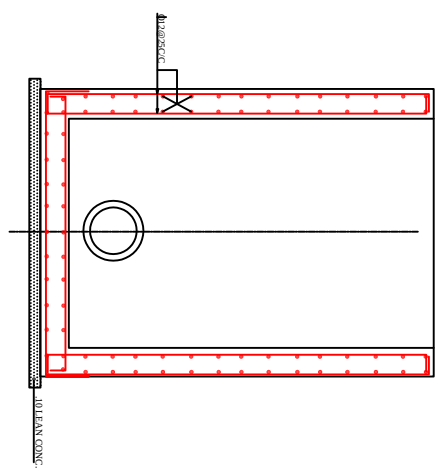
PLAN
NTS



SECTION B-B
NTS



SECTION A-A
NTS



SECTION C-C
NTS

نقشه شماره ۲۴: سیفون در کانال های پیش ساخته

منابع

منابع مورد استفاده:

- ۱- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور - وزارت جهاد کشاورزی، ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی به منظور آبیاری ثقلی - جلد چهارم، سازه‌های آبی و منابع ذکر شده در آن
- ۲- J.F.Williams, Rice Irrigation System Tiedman J. J.E.Hill,S.C.Scardaci, S.R.Roberrts, fo Tailwater Mnagement

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran
Vice presidency for strategic planning and supervision

Design Criteria for Renovation & Mobilization of Rice Fields

**Forth Volume. Hydraulic Structures and
Access Roads**

No: 471-4

Office of Deputy for Strategic Supervision
Bureau of Technical Execution Systems

Jihad-e- Agriculture Ministry
Agriculture Planning &
Economic Research
Institute
APERI

The Deputy of Soil &
Water& Industry

The Bureau of On-farm
Development

<http://tec.mporg.ir>

www.agri-peri.ir

2009

این نشریه، جلد چهارم از یک مجموعه پنج جلدی مربوط به "ضوابط و مبانی طراحی تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری" است که به "سازه‌های آبی و جاده‌های دسترسی" اختصاص دارد. در این نشریه ابتدا سازه‌های آبی شبکه فرعی آبیاری ثقلی شامل سازه‌های آبگیری، سازه‌های تقاطعی، سازه‌های انرژی‌گیر، سازه‌های حفاظتی و ایمنی، سازه‌های اندازه‌گیری دبی و سازه‌های جانبی مورد بحث قرار می‌گیرند و در پایان به موضوع جاده‌های بین مزارع، سرویس و دسترسی در شبکه‌های فرعی آبیاری پرداخته می‌شود.