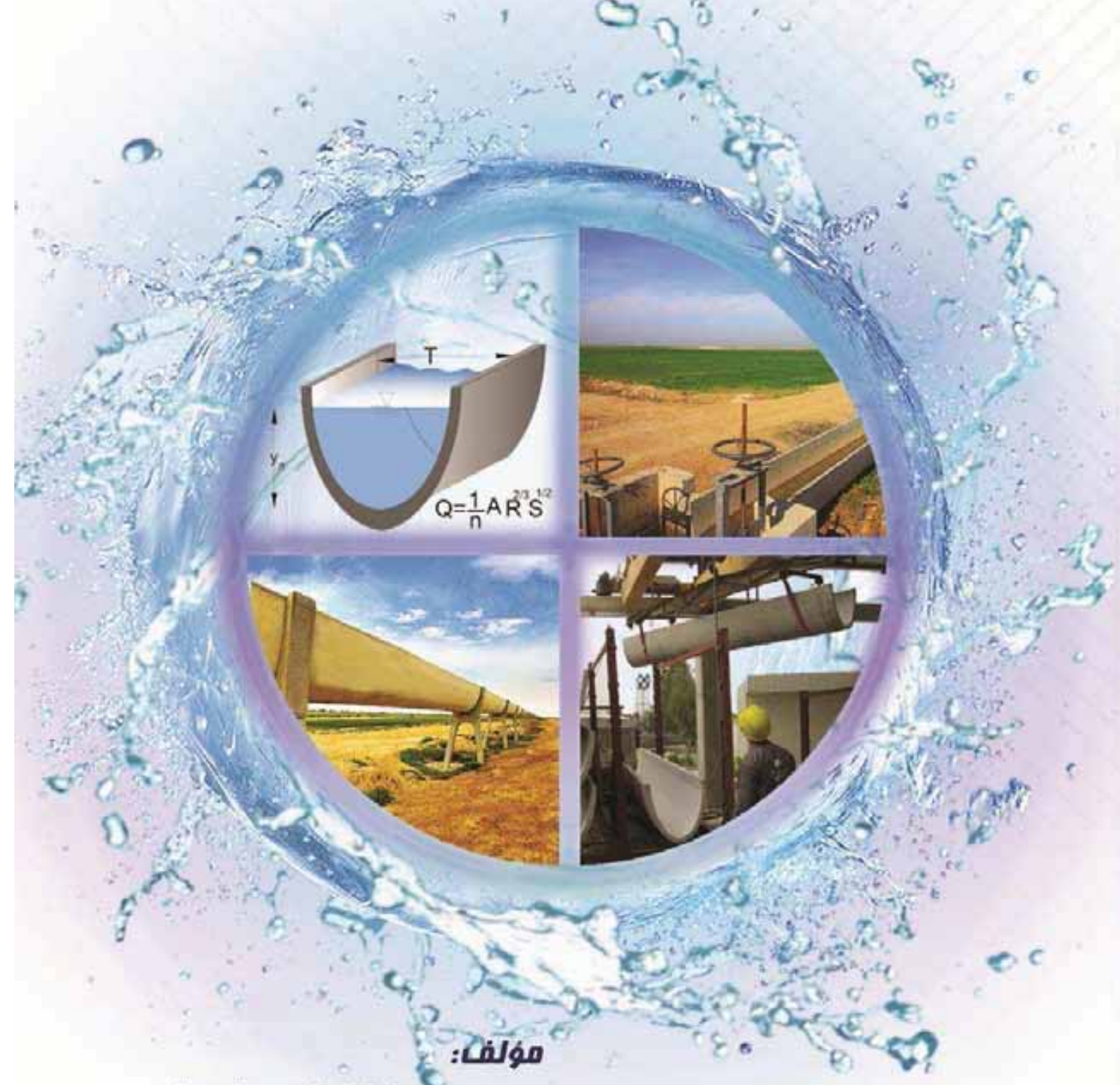
کانالت

ساخت، طراحی، اجرا، بهره برداری و نگهداری



مؤلف:
محمدرضا خواجه‌ساهوتی

کانالت، ساخت، طراحی، اجرا، بهره برداری و نگهداری
محمدرضا خواجه‌ساهوتی

نشر آوا

تقدیم می‌شود به

شهدای دشت‌های لاله‌گون خوزستان

بسم الله الرحمن الرحیم

کانالت

ساخت، طراحی، اجرا،
بهره‌برداری و نگهداری

مؤلف:

محمدرضا خواجه ساهوتی

نشر تراوا

سرشناسه	:	خواجه ساهوتی، محمدرضا، ۱۳۶۲-
عنوان و پدیدآور	:	کانالت، ساخت، طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری / مؤلف: محمدرضا خواجه ساهوتی
مشخصات نشر	:	اهواز: ترآوا، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	:	[۳۴۴] ص.:
شابک	:	۹-۲۵۴-۳۴۷-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتابنامه : ص .۳۳۸.
موضوع	:	آبیاری – کانال و نهرها – طرح و ساختمان
موضوع	:	Irrigation canals and flumes – Design and construction
رده بندی کنگره	:	TC۹۳۰/خ۹ک۲ ۱۳۹۶
رده بندی دیویی	:	۶۲۷/۱۳۱
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۸۰۶۸۲۲

شرکت تحقیق و توسعه آب و انرژی سحاب

نام کتاب: کانالت، ساخت، طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری

مؤلف: محمدرضا خواجه ساهوتی

طرح روی جلد: مریم خواجه ساهوتی

ناشر: ترآوا

شماره‌ی نشر: ۴۵۵

نوبت چاپ: اوّل/ ۱۳۹۶

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹-۲۵۴-۳۴۷-۶۰۰-۹۷۸

قیمت: ۱۵۰۰۰ تومان

نشر ترآوا: اهواز- کیانپارس- خیابان نهم غربی- پلاک ۱۲۸

نمابر: ۰۶۱۳۳۹۰۳۷۱۴ همراه: ۰۹۱۶۱۱۳۶۷۸۵

Taravapublication@yahoo.com

فروشگاه اینترنتی:www.tarava.com

taravapub

حق چاپ و نشر متعلق به مؤلف است.

به نام خدا

زکات دانش نشر آن است.

((امام علی علیه‌السلام))

پیشگفتار

قدمت احداث شبکه‌های نوین آبیاری و زهکشی در ایران بیش از نیم قرن بوده و در این مدت تجربه‌های بسیار با ارزشی به‌واسطه تنوع کار و حجم گسترده عملیات مهندسی به وجود آمده است. بسیاری از این تجربیات به‌صورت پراکنده در حافظه دست‌اندرکاران باقی‌مانده است و به قولی "تجربه‌هایی که بستر مناسب برای ارائه شدن نمی‌یابند و در سینه می‌مانند، همچون برگ‌های زرینی در مسیر گردباد زمانه، به فراموشی سپرده خواهند شد". اگرچه بخش‌هایی از این تجربیات به‌صورت سینه‌به‌سینه به نسل‌های بعد منتقل‌شده، اما این موضوع در شبکه فرعی آبیاری با استفاده از کانال پیش‌ساخته بتنی محجور مانده است و علیرغم گذشت سه دهه از ورود دانش استفاده از آن، کمبود و عدم دسترسی به منابع معتبر که بتواند اطلاعات کافی را در اختیار استفاده‌کنندگان قرار دهد، به‌شدت احساس می‌شود.

هدف از تدوین این کتاب، انتقال آموزه‌های حاصل از مطالعه و اجرای طرح‌های متعدد شبکه فرعی آبیاری و زهکشی به دست‌اندرکاران این فن می‌باشد و اعتقاد بر این است که مسائل و سازوکارهای مطرح‌شده در این کتاب می‌تواند به‌عنوان منبع و مرجعی کامل و قابل‌دسترس در ساخت، طراحی، کنترل، نظارت، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری از کانال‌های پیش‌ساخته بتنی مورداستفاده مجریان، تولیدکنندگان، مشاوران و پیمانکاران قرار گیرد. ثبت و تدوین تجارب نگارنده در زمینه کانال بتنی پیش‌ساخته طی سه سال تلاش و با وسواس و حوصله زیاد انجام‌شده و برای آن مطالعات و تحقیقات متعددی صورت گرفته است. در تهیه این کتاب علاوه بر استفاده از منابع علمی معتبر داخلی و خارجی، از دانش و تجربیات دست‌اندرکاران امر نیز بهره برده شده است. باوجود سعی فراوان در ارائه جامع و صحیح مطالب، مؤلف به‌خوبی واقف است که محتویات کتاب حاضر خالی از اشکال نیست، لذا مزید امتنان خواهد بود که خوانندگان محترم ازنقطه‌نظرهای سازنده خود این‌جانب را بهره‌مند سازند.

در پایان لازم است که از زحمات و پشتیبانی آقای مهندس غلامرضا خواجه ساهوتی و خانم مهندس زهرا شفی زاده که در امر تحقیق و تحصیل همواره مشوق و یاور من بوده‌اند و حمایت شرکت تحقیق و توسعه آب و انرژی سحاب، همکاران من در طرح عمرانی جنت و سایر عزیزانی که با الطاف و راهنمایی‌های خود این‌جانب را یاری نمودند، قدردانی و سپاسگزاری نمایم.

محمدرضا خواجه ساهوتی – تیرماه ۱۳۹۶

MR.SAHOTI@GMAIL.COM

۰۹۱۶-۳۱۷-۶۳۸۴

سخنی با خوانندگان نسخه الکترونیک

در چند سال گذشته و با شروع طرح احیای ۵۵۰ هزار هکتار از اراضی استان های خوزستان و ایلام، در چند شرکت مهندسی مشاور به عنوان کارشناس مسئول مطالعات و طراحی شبکه و نظارت بر احداث آن و به عنوان مسئول کنترل کیفی کانالت ها مشغول به فعالیت بوده و با گذشت زمان نیاز به افزایش آگاهی دست اندرکاران را بیشتر احساس می نمودم و لذا اقدام به انتشار این کتاب کردم. پس از انتشار و با توجه به تماس های مکرر از سایر نقاط کشور جهت تهیه کتاب و عدم دسترسی کافی بر آن شدم تا نسخه الکترونیکی کتاب را (با هدیه صلواتی بر محمد و آل محمد) در اختیار خوانندگان قرار دهم تا همیشه و در همه حال به اطلاعات آن دسترسی داشته و رهگشای کارشان باشد. امیدوارم که توانسته باشم در حد توان خود در مسیر ارتقای سطح علمی جامعه مهندسی کشور و انجام وظیفه دینی خود گامی هر چند ناچیز برداشته باشم.

شما می توانید سایر اطلاعات لازم، مقالات و تحقیقات اینجانب را از سایت www.sahoti.ir دریافت نمایید.

فهرست

فصل اول: کلیات ۱

۱-۱ پیشگفتار ۱
۱-۲ ضرورت اجرای شبکه های فرعی آبیاری و زهکشی ۲
۱-۳ مشکلات موجود در اجرای شبکه های فرعی آبیاری و زهکشی ۳
۱-۴ سیستمهای انتقال و توزیع آب ۶
۱-۵ کانال‌های پیش‌ساخته بتنی(کانالت) ۷
۱-۵-۱ مزایای و معایب استفاده از کانال‌های پیش‌ساخته ۹

فصل دوم: مواد، مصالح و کنترل کیفیت به هنگام ساخت ۱۵

۲-۱ مقدمه ۱۵
۲-۲ بتن ۱۵
۲-۲-۱ سیمان ۱۵
۲-۲-۲ مصالح سنگی (شن و ماسه) ۱۸
۲-۲-۳ آب ۱۹
۲-۲-۴ مواد مضاف ۲۰
۲-۲-۵ مقاومت و مشخصات انواع بتن ۲۲
۲-۲-۶ اختلاط و تهیه بتن ۲۴
۲-۳ میلگرد ۳۲
۲-۳-۱ انواع میلگردها ۳۲
۲-۳-۲ کنترل کیفیت میلگردها ۳۳
۲-۳-۳ شبکه‌های جوش شده ۳۴
۲-۴ قالب‌ها ۳۹
۲-۵ واشرهای آب‌بندی و تکیه‌گاهی نیم‌لوله‌ها ۴۱
۲-۵-۱ انواع واشرها ۴۳
۲-۶ موادآب‌بندکننده درز ۴۵
۲-۷ اسناد کنترل کیفی ۴۷

فصل سوم: ساخت و کنترل کیفیت قطعات پیش‌ساخته..... ۴۹

۳-۱ نیم‌لوله‌های بتن مسلح..... ۴۹
۳-۱-۱ روش ساخت..... ۴۹
۳-۱-۲ نگهداری قطعات پیش‌ساخته..... ۵۳
۳-۱-۳ بارگیری و حمل..... ۵۵
۳-۱-۴ کنترل کیفیت..... ۵۶
۳-۱-۵ رواداری ساخت..... ۶۵
۳-۲ زین..... ۶۶
۳-۳ پایه‌های بتن مسلح..... ۶۸
۳-۴ کفشک‌های بتنی..... ۷۰
۳-۵ کنترل کیفی کانالت و متعلقات..... ۷۲

فصل چهارم : طراحی..... ۷۵

۴-۱ مقدمه..... ۷۵
۴-۲ قطعه بندی و آرایش شبکه..... ۷۶
۴-۲-۱ واحد عمرانی..... ۷۶
۴-۲-۲ واحد زراعی یا بلوک آبیاری..... ۷۶
۴-۲-۳ واحد مزرعه..... ۷۶
۴-۲-۴ قطعه زراعی..... ۷۶
۴-۲-۵ قطعه آبیاری..... ۷۷
۴-۳ اجزاء شبکه آبیاری و زهکشی..... ۷۷
۴-۳-۱ کانال های اصلی و درجه ۱..... ۷۷
۴-۳-۲ کانال های درجه ۲..... ۷۷
۴-۳-۳ کانال های درجه ۳..... ۷۸
۴-۳-۴ کانالهای درجه ۴ یا نهرچه آبیاری..... ۷۸
۴-۴ سازه‌های هیدرولیکی متداول شبکه فرعی آبیاری..... ۷۹
۴-۴-۱ سازه اتصال کانال درجه ۳ به آبگیر شبکه اصلی..... ۷۹
۴-۴-۲ حوضچه های تقسیم و آبگیر مزارع..... ۷۹
۴-۴-۳ سیفون معکوس..... ۷۹

۴-۴-۴ زیر گذر ۸۰
۴-۴-۵ سازه سرریز انتهایی ۸۰
۴-۴-۶ حوضچه‌های زاویه‌ای ۸۱
۴-۴-۷ آب‌بند ۸۱
۴-۴-۸ آبشار ۸۲
۴-۵ طراحی سیمای شبکه آبیاری ۸۳
۴-۵-۱ جانمایی شبکه آبیاری ۸۳
۴-۵-۲ جاده‌های سرویس، مشخصات و جانمایی آن در شبکه ۸۵
۴-۶ ضوابط طراحی شبکه فرعی آبیاری ۸۷
۴-۶-۱ تعیین ظرفیت مجاری درجه ۳ ۸۷
۴-۶-۲ ضوابط طراحی کانال های بتنی پیش‌ساخته ۸۸
۴-۶-۳ طراحی هیدرولیکی کانالت‌ها ۹۰
۴-۷ حریم ها ۹۵
۴-۸ طراحی سازه های آبی متداول در شبکه فرعی ۹۹
۴-۸-۱ تعیین نوع و شکل سازه ۹۹
۴-۸-۲ تعیین ابعاد و اندازه سازه ۱۰۰
۴-۸-۳ طراحی سازه: ۱۰۱
۴-۸-۴ ضوابط فنی تعیین ظرفیت باربری زمین و طراحی کفشک ها ۱۰۶

فصل پنجم : روش اجرا و نصب قطعات پیش‌ساخته ۱۱۳

۵-۱ کلیات ۱۱۳
۵-۲ تسهیل گری اجتماعی ۱۱۴
۵-۳ مسیر عملیات اجرایی ۱۱۵
۵-۴ تحویل نقاط اصلی نقشه‌برداری ۱۱۶
۵-۵ بوته کنی و ریشه بری ۱۱۷
۵-۶ برداشت ارتفاعی و تسطیح مسیر ۱۱۷
۵-۷ پی‌کنی و نصب کفشک‌ها ۱۱۸
۵-۸ نصب پایه ۱۲۳
۵-۹ نصب زین ۱۲۵
۵-۱۰ نصب نیم‌لوله ۱۲۶

۵-۱۱ خطای مجاز ساخت و نصب قطعات ۱۲۹
۵-۱۲ تایید کیفیت شبکه تکمیل شده ۱۲۹
۵-۱۳ تمیز کردن مسیر و پخش و تسطیح خاک های اضافی ۱۳۲

فصل ششم: نمونه کار طراحی و تهیه جداول کارگاهی کانالت ۱۳۷

۶-۱ طرح مسئله و مشخصات آن ۱۳۷
۶-۱-۱ تعیین نیاز آبی قطعات تحت پوشش کانال ۱۳۹
۶-۱-۲ تعیین تراز سطح آب کانال درجه ۳ در ابتدای مسیر ۱۴۱
۶-۱-۳ تعیین مشخصات هیدرولیکی کانال ۱۴۱
۶-۲ تهیه پلان و پروفیل مسیر با نرم افزار ۱۴۴
۶-۲-۱ ایجاد سطح ۱۴۵
۶-۲-۲ معرفی مسیر ۱۴۶
۶-۲-۳ ترسیم پروفیل طولی ۱۵۰
۶-۳ تهیه جداول کارگاهی نصب کانالت و متعلقات ۱۶۹

فصل هفتم: متره و برآورد ۱۷۵

۷-۱ مقدمه ۱۷۵
۷-۲ آیتم های مورداستفاده در شبکه فرعی آبیاری(کانالت) ۱۷۹

فصل هشتم: اقدامات پس از اجرا و تحویل محور ۱۹۳

۸-۱ آب اندازی کانالت‌ها ۱۹۳
۸-۱-۱ اقدامات پیش از آب اندازی ۱۹۳
۸-۱-۲ اقدامات حین آب اندازی ۱۹۴
۸-۱-۳ اقدامات پس از آب اندازی ۱۹۵
۸-۲ تهیه نقشه های چون ساخت ۱۹۵
۸-۳ تحویل موقت و تضمین کار ۱۹۸
۸-۴ تحویل قطعی ۱۹۹
۸-۵ تهیه گزارش ساخت ۲۰۰
۸-۵-۱ گزارش دوره شروع عملیات ۲۰۰
۸-۵-۲ گزارش دوره اجرا ۲۰۰

۸-۵-۳ گزارش خاتمه عملیات ۲۰۲

فصل نهم: بهره‌برداری و نگهداری ۲۱۵

۹-۱ بهره‌برداری ۲۱۵
۹-۱-۱ مقدمه ۲۱۵
۹-۱-۲ جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سطح و نوع کشت و مدیریت آن ۲۱۶
۹-۱-۳ انعقاد قرارداد سالانه آبیاری با مدیریت شبکه اصلی و آب‌بران ۲۱۷
۹-۱-۴ تهیه برنامه آبیاری ۲۱۷
۹-۱-۵ درخواست آب شبکه اصلی ۲۱۸
۹-۱-۶ تحویل آب از مدیریت شبکه اصلی در نقاط تحویل ۲۱۹
۹-۱-۷ توزیع آب در شبکه فرعی و تحویل آب به آب‌بران ۲۱۹
۹-۱-۸ جمع‌آوری آب‌بها و حق‌الزحمه بهره‌برداری ۲۲۳
۹-۲ نگهداری ۲۲۳
۹-۲-۱ بازرسی ۲۲۳
۹-۲-۲ عملیات نگهداری و تعمیرات شبکه آبیاری ۲۲۶
۹-۳ ایمنی و حفاظت ۲۲۸
۹-۳-۱ ایمنی ۲۲۸
۹-۳-۲ حفاظت از اجزای شبکه ۲۲۹
۹-۳-۳ حفاظت از محیط زیست ۲۲۹
۹-۴ نیروی انسانی و ساختار تشکیلاتی لازم تشکل های بهره‌برداری ۲۳۰
۹-۵ ماشین‌آلات و تجهیزات موردنیاز ۲۳۱
۹-۶ هزینه ها و درآمد های بهره‌برداری و نگهداری ۲۳۲
۹-۷ تهیه مستندات ۲۳۳
۹-۷-۱ مستندات شناسنامه ای ۲۳۳
۹-۷-۲ مستندات بهره‌برداری ۲۳۴
۹-۷-۳ مستندات نگهداری و تعمیرات ۲۳۴
۹-۷-۴ مستندات مالی ۲۳۵
۹-۷-۵ مستندات تشکیلاتی ۲۳۵
۹-۷-۶ مستندات اداری - دفتری ۲۳۵
۹-۷-۷ مستندات حقوقی ۲۳۶

۹-۷-۸ مستندات آموزشی ۲۳۶
۹-۷-۹ مستندات ایمنی و حفاظتی ۲۳۶
۹-۷-۱۰ گزارش های موردی و دوره ای بهره‌برداری و نگهداری ۲۳۶
پیوست: نقشه‌های کانالت و متعلقات آن ۲۵۱
منابع ۲۷۱

فصل اول

کلیات

۱-۱ پیشگفتار

تأمین آب و توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی یکی از مهم‌ترین بخش‌های توسعه عمرانی کشور است. کشور ایران جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب شده و به لحاظ منابع آبی شیرین در محدودیت شدید قرار دارد. هرچند به لحاظ منابع خاک در مقایسه با منابع آب از محدودیت کمتری برخوردار است، اما هر دو عامل آب‌وخاک که از عوامل مهم تولیدات کشاورزی هستند، در بسیاری از مناطق آن به‌آسانی شور و از لحاظ کیفی بی‌فایده یا کم‌فایده شده‌اند. از آنجا که افزایش جمعیت نیاز به آب و محصولات کشاورزی را (جهت افزایش تولید مواد غذایی) تشدید نموده است، لذا حفاظت و بهره‌وری بهینه از منابع آب‌وخاک یک ضرورت به شمار می‌رود که تنها می‌تواند از طریق اجرای طرح‌های جامع کشاورزی و توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی و سپس تجهیز، نوسازی و یکپارچه‌سازی مزارع میسر گردد. تجهیز، نوسازی و یکپارچه‌سازی اراضی به کلیه عملیاتی اطلاق می‌شود که جهت استفاده بهینه از پتانسیل‌های آب‌وخاک 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؛
- تجمیع و یکپارچه‌سازی اراضی.

مهم‌ترین اهداف موردنظر از اجرای طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی (که تحت تأثیر شرایط و انتظارات هر منطقه) باید در کلیه مراحل مطالعات و طراحی مدنظر قرار بگیرد عبارت‌اند از:

- افزایش تولیدات کشاورزی ضمن حفظ شرایط زیست‌محیطی؛
- برطرف کردن نیازهای پیش‌بینی‌شده کشاورزی (آبیاری، زهکشی، مکانیزاسیون، جاده‌های سرویس و دسترسی) در راستای امکان کشت و کار آسان‌تر و کاراتر و بهره‌وری بیشتر از آب و زمین و نیروی کار موجود؛
- مرتب کردن اراضی زراعی، بهبود شبکه آبیاری و زهکشی، اصلاح خاک (در صورت نیاز)، احداث جاده‌های زراعی، تجمیع قطعه‌های زراعی پراکنده هر کشاورز و درنهایت ایجاد شرایط مناسب برای تولید بیشتر و امکان کشت مکانیزه و مدیریت درست آبیاری؛
- بهبود وضعیت و شرایط عمومی مزارع ازجمله بهبود حقوق مربوط به تصدی و منافع حاصله از آب و زمین؛
- فراهم نمودن شرایط برای تغییرات بلندمدت عوامل تولید و بازگشت سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده.

به‌کارگیری ضوابط و معیارهای فنی در مراحل مختلف عملیات فوق موجب استفاده بهینه از منابع آب‌وخاک، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری خواهد شد. با توجه به این اهداف و شرایط خاص موجود در هر منطقه باید مجموعه‌ای از رهیافت‌ها مدنظر قرار گیرد تا فعالیت‌های کشاورزی در کارآمدترین شکل خود در جهت توسعه بلندمدت، سازمان‌دهی گردد.

۱-۲ ضرورت اجرای شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی

شبکه‌های آبیاری یکی از تأسیسات زیربنایی بخش کشاورزی است که اغلب توسط بخش دولتی برای تأمین آب آبیاری احداث و بهره‌برداری می‌شوند و طی چند دهه گذشته رونق بسیاری یافته‌اند. هزینه‌های سنگین احداث شبکه‌های آبیاری و پی آمدهای زیست‌محیطی، مشکلات بهره‌برداری و پایین بودن راندمان کاربرد آب در بخش کشاورزی ازجمله موضوع‌هایی است که کارشناسان بخش آب را واداشته تا در جستجوی روش‌هایی برای افزایش بازده کاربرد آب باشند.

احداث شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی در اراضی آبخور سدهای مخزنی و تنظیمی یکی از اجزای عملیاتی است که موجب افزایش راندمان آبیاری و ارتقاء بهره‌وری از آب استحصال‌شده می‌گردد. این عملیات پیش‌نیاز اجرای طرح‌هایی از قبیل تجهیز و نوسازی اراضی و یا توسعه روش‌های مدرن آبیاری می‌باشد. عوامل مؤثر در بهبود بهره‌وری آب بخش کشاورزی شامل موارد زیر است:

- تغییر رویکرد کشاورزی معیشتی به کشاورزی اقتصادی با رعایت توسعه پایدار؛
- ساماندهی و ارتقای مدیریت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی؛
- بهینه‌سازی راندمان آبیاری در اراضی کشاورزی؛
- یکپارچه‌سازی اراضی کشاورزی و تشویق کشاورزان به انجام آن؛
- استفاده از روش کم آبیاری بهینه به‌منظور افزایش کارایی مصرف آب در اراضی فاریاب؛
- اصلاح الگوی کشت مناطق مختلف کشور مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی؛
- ایجاد تشکل‌های آب‌بران و تحویل آب موردنیاز به آن‌ها؛
- استفاده بهینه از مناطق با کشت دیم و به‌کارگیری آبیاری تکمیلی در آن؛
- اصلاح و به‌روزرسانی سند ملی آب؛
- استفاده مجدد از پساب‌ها و آب‌های برگشتی ناشی از مصارف؛
- احتساب قیمت واقعی آب به‌منظور محسوس نمودن ارزش آب در تولید محصولات؛
- تحویل حجمی آب و نصب کنتورهای هوشمند.

با کمی تأمل می‌توان دریافت، اکثر راهکارهای فوق که جهت ارتقاء راندمان و بهبود بهره‌وری در مصرف آب کشاورزی ارائه‌شده‌اند، عواملی هستند که در حین مطالعه و از طریق احداث شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی مورد توجه و اصلاح قرارگرفته و قابل‌دسترسی و مدیریت خواهند بود.

امروزه ضرورت و اهمیت احداث و تکمیل شبکه‌های آبیاری و زهکشی بر کسی پوشیده نیست و با توجه به افزایش جمعیت و به‌تبع آن نیاز روزافزون به غذا و محصولات کشاورزی که خود نیاز بیشتر به آب و لزوم بهبود راندمان آبیاری را می‌طلبد، در برنامه پنجم توسعه نیز به‌صورت کاملاً مشخص موردتوجه قرارگرفته و عملکرد احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی به‌صورت مجزا برای شبکه‌های فرعی و اصلی پیش‌بینی گردیده است.

۱-۳ مشکلات موجود در اجرای شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی

در راستای توسعه شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی، مشکلات و چالش‌های متعدی وجود دارد که باعث کند شدن روند توسعه این بخش می‌گردد. مهم‌ترین مسائل و مشکلات موجود را می‌توان در سه بخش مطالعات، اجرا و بهره‌برداری به شرح زیر تفکیک نمود.

مشکلات مطالعه و طراحی

-ضعف در ضوابط و مبانی طراحی شبکه‌های فرعی؛
-عدم وجود هماهنگی در مطالعات شبکه‌های اصلی و فرعی؛
-بروز مشکلات به دلیل خرد و پراکنده بودن قطعات زراعی؛
-عدم وجود شرح خدمات مصوب برای انواع شبکه‌های فرعی؛
-کم توجهی به تأثیر مطالعات اجتماعی در طراحی شبکه فرعی؛
-روش نادرست ارجاع کار به مشاوران و درنتیجه کاهش کیفیت مطالعات.

مشکلات اجرا

- عدم وجود راهکار مناسب برای جبران خسارت کشت کشاورزان در زمان اجرای طرح‌های شبکه فرعی، نقص در سازوکار دریافت وام از بانک در مرحله احداث شبکه فرعی به دلیل پراکندگی قطعات و تعدد کشاورزان؛
- دشواری انطباق شرایط طراحی و ساخت پروژه با سنت‌ها و باورهای رایج در هر منطقه؛
- تعدد مشاورین در مرحله اجرای شبکه فرعی به‌ویژه در بخش‌های عملیات لوله‌گذاری، تسطیح و کانال‌کشی؛
- خطای زیاد در برآورد هزینه شبکه فرعی آبیاری سطحی توسط مشاورین و اشکال در فهرست‌بها در ارتباط با شبکه‌های فرعی و پوشش ندادن تمام کارها؛
- مشکلات ناشی از تخصیص اعتبار به‌موقع در طول اجرا به دلیل شروع اجرای طرح بدون پیش‌بینی محل تهیه اعتبار، تخصیص اعتبار بیش از مقدار پیش‌بینی‌شده، ناتوانی دستگاه اجرایی در انجام به‌موقع کار و جذب و تخصیص اعتبار چند پروژه با یک ردیف اجرایی؛
- مشکلات ناشی از تأمین نشدن به‌موقع سهم مشارکت مالی بهره‌برداران در طرح‌های مشارکت مردمی.

مشکلات بهره‌برداری و نگهداری

- عدم پشتیبانی کافی از شبکه‌های فرعی در دوران بهره‌برداری و نگهداری؛
- ناتوانی کشاورزان در بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های فرعی؛
- ضعف و کم توجهی به ایجاد تشکل‌های بهره‌برداری در مقایسه با عملیات زیربنایی؛

- ناتوانی تشکل‌های بهره‌برداری ثبت‌شده ازلحاظ امکانات مالی، کارکنانی و تدارکاتی لازم؛
- عدم استفاده از روش‌های علمی برنامه‌ریزی آبیاری؛
- کم توجهی به پایش و ارزیابی شبکه‌های فرعی پس از اجرا و در دوره بهره‌برداری.

مسائل و مشکلات فراروی شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی در هر یک از سطوح مطالعه، اجرا و بهره‌برداری به‌تنهایی و یا در تعامل با یکدیگر باعث شده تا توسعه این شبکه‌ها به‌ویژه نسبت به بخش‌های بالادستی ازجمله شبکه اصلی با کندی همراه گردد. برای جبران این عقب‌ماندگی می‌توان باهدف گذاری در علمی شدن برنامه‌ریزی آبیاری، تسریع در توسعه شبکه‌های فرعی و ارزیابی آن‌ها، توانمندسازی تشکل آب‌بران و بهره‌برداری، برنامه‌ریزی منابع مالی و با ظرفیت‌سازی در کارفرمایان، مشاوران، پیمانکاران و بهره‌برداران جهت کاهش مشکلات اقدام نمود.

در این کتاب، نویسنده تلاش می‌نماید تا در حد توان جهت رفع برخی از مشکلات طراحی، ساخت، اجرا، نظارت و بهره‌برداری از شبکه فرعی آبیاری با رویکرد کانال پیش‌ساخته بتنی (کانالت)، اطلاعات کاملی در اختیار خواننده قرار دهد.

۱-۴ سامانه‌های انتقال و توزیع آب

جهت دستیابی به راندمان مطلوب آبیاری، علاوه بر طراحی و پیاده‌سازی شیوه صحیح آبیاری در مزرعه، انتخاب روش مناسب انتقال و توزیع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شبکه آبیاری مجموعه تأسیساتی هستند که برای انتقال و توزیع آب احداث می‌شوند و به دو دسته شبکه اصلی (برای انتقال و توزیع آب تا ابتدای مزارع) و شبکه‌های فرعی (جهت توزیع آب داخل مزارع) تقسیم می‌شوند. شبکه‌های آبیاری به دو شکل شبکه لوله‌های توزیع و شبکه کانال‌های روباز ساخته می‌شوند. شبکه‌های روباز ازنظر اجرا به دو صورت کانال‌های درجا و کانال‌های پیش‌ساخته[1] احداث می‌شوند که از مهم‌ترین شکل‌های انتقال و توزیع آب می‌باشند. انواع متداول شکل مقطع کانال‌های روباز به شرح زیر است:

- مقطع ذوزنقه‌ای که متداول‌ترین نوع مقطع است. عمدتاً برای کانال‌های درجه ۱ و ۲ به کار می‌رود؛
- مقطع مستطیل در موارد خاص (نظیر ناو زمینی و ناو پایه‌دار) برای کانال‌های درجه ۱ و ۲ استفاده می‌شود؛
- مقطع نیم‌دایره و نیم بیضی معمولاً برای کانال‌های درجه ۲ و ۳ بکار برده می‌شود؛
- مقطع مثلثی تنها در شرایط خاص و برای کانال‌های درجه ۳ و ۴ می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد.

عواملی چون جنس خاک، شیب زمین، دمای هوا، قیمت اراضی، محدودیت زمین، مشکلات اجرایی، اقتصاد پروژه و... می‌تواند در انتخاب نوع شبکه روباز مؤثر باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در اغلب موارد اجرای مقطع پیش‌ساخته نیم بیضی و نیم‌دایره برای کانال‌های درجه ۳ نسبت به مقاطع ذوزنقه مناسب‌تر و ازنظر اقتصادی به‌صرفه‌تر می‌باشد، بنابراین در استفاده از کانال‌های روباز برای اجرای طرح‌های عمرانی و شبکه فرعی، گزینه پیشنهادی استفاده از کانال‌های بتنی است.

---

1 -Prefabricated canals

۱-۵ کانال‌های پیش‌ساخته بتنی (کانالت)

مهندسی انتقال آب از دیرباز موردتوجه بوده و در تمدن‌های ایران باستان، مصر، چین، هند و یونان نمونه‌هایی از شاهکارهای مهندسی درزمینه انتقال آب دیده می‌شود. پیشینیان ما در عهد باستان، نام‌آور بهره‌برداری آگاهانه از منابع آب، کشاورزی و آبیاری پیشرفته در عصر خود بوده‌اند که آثار بسیاری از آن‌ها مانند قنات، بند، مقسم و غیره هنوز در سراسر کشور به‌ویژه در استان‌های خوزستان، فارس و اصفهان مورد بهره‌برداری است. نتانیل پی ترنر[1] را می‌توان بنیان‌گذار طراحی و ساخت کانال‌های هوایی انتقال آب دانست. ساختار اصلی کانال ایجادشده توسط ترنر از چوب و مصالح معدنی مانند شن و ماسه تشکیل شده بود و از میله‌های فولادی دست‌ساز برای اتصال قطعات چوبی استفاده کرده بود. وی با طراحی و احداث ۱۰ مایل کانال با ۱۷ درصد شیب، در مدت سه سال (از ۱۸۸۹ تا ۱۸۹۱ میلادی) توانست آب رودخانه سن میگوئل را به یک معدن که اختلاف ارتفاع ۹۰ فوتی باهم داشتند انتقال دهد. هم‌اکنون بقایای این طرح در حاشیه جاده لانگ پارک در ایالت کلرادو قابل‌رؤیت است. با رشد چشمگیر علم در قرن بیستم و ابداع مصالح و روش‌های نوین، فرآیند ساخت کانال‌های هوایی دچار تغییراتی شد. از بتن مسلح به‌جای چوب به‌عنوان مصالح ساخت کانال‌ها استفاده شد و به‌واسطه تغییر ماده اصلی، روش ساخت کانال‌ها نیز تغییر پیدا کرد و با گذر زمان و توسعه کارخانه‌های تولید قطعات پیش‌ساخته، کانالت‌ها به شکل صنعتی و پیش‌ساخته تولید شد.

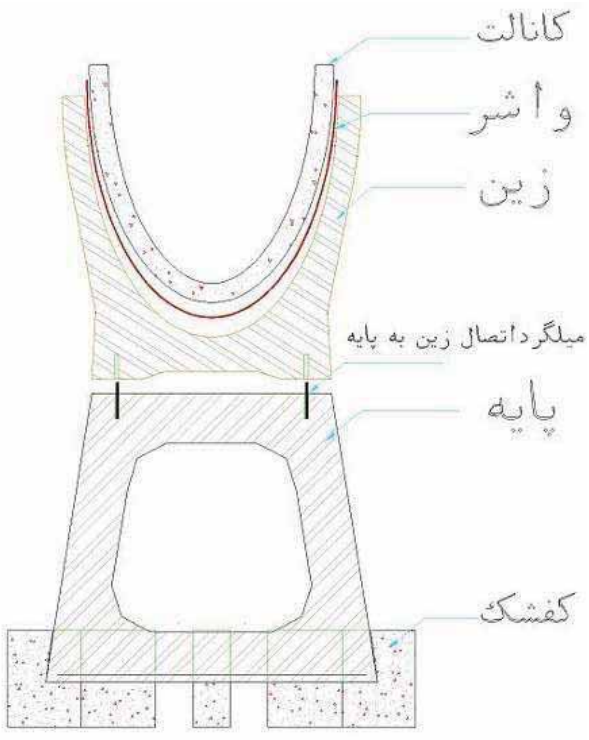
احداث کانال‌های پیش‌ساخته بتنی در شبکه‌های فرعی آبیاری بیش از سه دهه است که در کشورمان رواج یافته است. ساخت شبکه‌های پیش‌ساخته دشت فومنات در گیلان، دشت مغان در آذربایجان شرقی و دشت‌های بهبهان، عقیلی گتوند و سبیلی دزفول در استان خوزستان نمونه‌هایی از آن می‌باشد. اجرای پروژه‌های شبکه آبیاری در کشور ما سابقه‌ای ۵۰ ساله دارد که در آن کانال‌های بتنی از سال ۱۳۴۰ و کانال‌های بتنی پیش‌ساخته از سال ۱۳۶۵ و پس از بازدید هیئت ایرانی از آبیاری مزارع ذرت در استان عثمانیه ترکیه مورداستفاده قرارگرفته است. اگرچه فنّاوری ساخت این کانال ابتدا از کشور ترکیه وارد ایران شده است، ولی در روش‌های کنونی ساخت و بهره‌برداری به مرور از تجربیات دیگر کشورها نیز استفاده شده است.

---

1 -Nathaniel P. Turner

اجزای سامانه انتقال آب در شبکه فرعی آبیاری، شامل کانال انتقال آب و سازه‌های آن است که در آن کانال انتقال (با استفاده از کانال پیش‌ساخته بتنی) از ۵ جزو اصلی شامل کفشک، پایه، زین، واشر آب‌بند و کانالت تشکیل‌شده است (شکل ۱-۱). کانالت، کانال پیش‌ساخته‌ای با مقاطع نیم‌دایره و یا نیم بیضی و از نوع بتن مسلح است که در کارخانه ساخته می‌شود، سپس به محل مصرف حمل شده و معمولاً در بالای سطح زمین و بر روی پایه نصب می‌گردد که به همین دلیل به آن کانال هوایی هم می‌گویند.

امروزه استفاده از کانال‌های بتنی پیش‌ساخته به دلیل تمرکز در ساخت، امکان کنترل کیفی و کمی بالا در مراحل مختلف ساخت و نیز سرعت‌بالای تولید و بهره‌برداری موردتوجه خاص قرارگرفته است و کارخانه‌های متعددی در استان‌های خوزستان، گیلان، تهران و ... جهت تولید این کانال‌ها راه‌اندازی شده و در حال بهره‌برداری می‌باشد.



شکل (۱-۱): کانالت و متعلقات آن

۱-۵-۱ مزایای و معایب استفاده از کانال‌های پیش‌ساخته

در اجرای طرح‌های عمرانی نظیر شبکه‌های آبیاری و زهکشی بین جنبه‌های مختلف فنی، اقتصادی و اجتماعی ارتباط تنگاتنگی وجود دارد به‌گونه‌ای که تصمیم‌گیری در یک بخش، جنبه‌های دیگر را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. اساسی‌ترین محور طراحی کانال‌های آب، انتقال آب از محل استحصال تا مصرف، با حداقل تلفات و کمترین هزینه ساخت و بهره‌برداری می‌باشد و در آن، انتخاب جنس و نوع کانال از مواردی است که می‌تواند تأثیر مستقیم و بسزایی در تشدید یا کاهش مشکلات اجرایی و بهره‌برداری در شبکه‌های آبیاری داشته باشد.

مشکلات اجرایی ساخت و بهره‌برداری از کانال‌های فرعی درجا (با مقطع ذوزنقه‌ای شکل و با پوشش بتنی) بخصوص در مناطق با خاک‌های مسئله‌دار و دشت‌هایی که در آن‌ها تهیه خاک مناسب بسیار مشکل است ضرورت به‌کارگیری روشی جایگزین را مطرح کرده است. یکی از گزینه‌های جایگزین، استفاده از کانال‌های بتنی پیش‌ساخته یا کانالت می‌باشد. در این سیستم کانالت‌های بتنی پیش‌ساخته با مقطع نیم بیضی به‌صورت هوایی اجرا می‌شود و در مواقعی که شرایط محیطی باعث محدودیت در ساخت کانال‌های بتنی به‌صورت پوشش درجا می‌گردد (مانند سرما و گرمای شدید، شرایط نامساعد خاک همچنین محدودیت‌های زمانی کار در محل اجرای شبکه‌های آبیاری و ...)، مورداستفاده قرار می‌گیرد. ازلحاظ اصول هیدرولیکی و محاسباتی بهترین سطح مقطع برای احداث کانال‌های آبیاری، سطح مقطع دایره‌ای و بیضی‌شکل مورداستفاده در کانالت است که به ازای مساحت ثابت دارای کمترین محیط خیس شده می‌باشد که بخصوص در مناطق گرم باعث کاهش تبخیر می‌شود. نشت آب و باتلاقی شدن زمین‌های مجاور کانال، شکسته شدن کانال‌ها توسط کشاورزان، کم بودن ظرفیت آزاد کانال‌ها و سرریز آب از اطراف آن، کنده شدن لاستیک‌های آب‌بندی قطعات کانال توسط کشاورزان و نیاز به وسایل و ماشین‌آلات خاص برای نگهداری می‌تواند از معایب استفاده از این نوع کانال‌ها باشد. مهم‌ترین مزایا، محدودیت‌ها و معایب استفاده از کانال پیش‌ساخته بتنی به شرح زیر می‌باشد.

منابع قرضه خاک و عملیات خاکی

اجرای کانال درجا نیازمند عملیات خاکی (و متعاقباً آن استفاده از انواع ماشین‌آلات سنگین خاکی) و معدن قرضه خاک می‌باشد درحالی‌که اجرای کانالت، به دلیل انجام حداقل عملیات

خاکی، کمترین دخل و تصرف را در محیط‌زیست داشته، نیازمند عملیات سنگین خاکی نیست و به معدن و هزینه تهیه خاک (و از بین بردن اراضی کشاورزی به‌عنوان قرضه) نیاز ندارد.

مستقل بودن از توپوگرافی زمین

با توجه به این‌که کانال‌ها بر روی پایه نصب می‌شوند و ارتفاع پایه‌ها نیز ممکن است متغیر باشد، اجرای این نوع کانال‌ها اغلب مستقل از عوارض اراضی موجود در واحدهای آبیاری است و با شیب مناسبی می‌توان نسبت به طرح و اجرای آن‌ها حتی قبل از تسطیح اراضی اقدام کرد.

قابلیت برداشت آب با سیفون

آبگیری از کانال‌های پیش‌ساخته توسط سیفون به‌اندازه‌ای آسان است که آبگیری غیرمجاز را تسهیل می‌کند ولی بهر حال سهولت آبگیری می‌تواند به‌خودی‌خود عیب تلقی نشده و از محاسن آن به شمار آید.

عدم رویش گیاهان

ریشه گیاهان به‌طور معمول در کانال‌های خاکی و حتی در کانال‌های با پوشش بتنی باعث ایجاد مشکلات هیدرولیکی شده و یا در مواردی موجب تخریب کانال می‌شود و چون کانالت‌ها در ارتفاع بالاتری نسبت به سطح زمین نصب می‌گردند و تماس مستقیم با خاک ندارند، خطر نفوذ ریشه گیاهان خودرو و رشد آن‌ها ناچیز می‌باشد.

تولید کانالت و ابنیه فنی و اجرای آن در فصول غیر کاری

ساده بودن و تولید اکثر ابنیه‌ی فنی، کانالت و متعلقات آن به‌صورت پیش‌ساخته و امکان کنترل کیفیت به دلیل نظارت مستمر در کارگاه موجب می‌گردد که اولاً عمر مفید آن‌ها بیشتر شود، ثانیاً تولید در زمان غیرمعمولی فصل کار هم متوقف نگردد و درنهایت امکان اجرای آن در تمام فصول سال فراهم‌شده و در کل موجب کاهش مدت‌زمان انجام پروژه می‌شود.

عبور و حفظ نهرهای سنتی

در مواردی که حفظ نهرهای سنتی در طول مدت عملیات اجرایی شبکه آبیاری الزامی باشد به‌ویژه در مناطق با تراکم زیاد نهر، لازم است در محل تقاطع کانال‌های آبیاری با نهرهای سنتی،

تأسیسات عبوری ازجمله سیفون وارونه و آبگذر (کالورت) احداث شود، درحالی‌که در مورد کانال‌های پیش‌ساخته به علت چگونگی اجرای آن‌ها، این مسئله اغلب منتفی است.

استحصال کمتر اراضی

با توجه به این‌که کانالت‌ها اغلب در بالای سطح زمین نصب می‌شوند، حریم موردنیاز آن‌ها در مقایسه با کانال‌های ذوزنقه‌ای درجا به‌مراتب کمتر است. به‌طور متوسط حریم ساخت کانال‌های درجه سه پیش‌ساخته با احتساب عرض جاده سرویس، حدود پنج‌متر کمتر از عرض مشابه در کانال‌های درجا است؛ بنابراین با توجه به طول زیاد این کانال‌ها، سطح اراضی ازدست‌رفته در کانال‌های پیش‌ساخته، کمتر می‌باشد.

سرعت‌بالا در ساخت و اجرا

کانال‌های پیش‌ساخته، در کارگاه تولید و به محل نصب منتقل می‌شوند. این مسئله امکان برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای زمان‌بندی تولید و نصب را فراهم می‌نماید. همچنین کنترل کیفیت کار نسبت به کانال‌های درجا با سهولت بیشتری انجام می‌شود. افزون بر این، به دلیل سادگی نسبی فناوری مورداستفاده برای تولید کانال‌های پیش‌ساخته، می‌توان پس از اتمام کار، از امکانات و دستگاه‌های کارگاهی موجود در دیگر مناطق استفاده کرد. بر اساس محاسبات انجام‌شده در تعدادی از طرح‌های اجراشده، در شرایط مساوی، یک پیمانکار می‌تواند به‌طور متوسط روزانه دویست و پنجاه متر کانال درجا احداث کرده و سیصد و پنجاه متر کانال پیش‌ساخته را نصب نماید.

سهولت نسبی در عملیات نگهداری کانال‌ها

با توجه به این‌که کانال‌های پیش‌ساخته به‌صورت کامل در معرض دید قرار دارند، کنترل نوع آسیب واردشده به بدنه و یا نشت از کانال به‌راحتی میسر بوده و امکان تعمیر و تعویض قطعات به‌سادگی صورت می‌گیرد. این مسئله برنامه‌ریزی برای تعمیر و مرمت کانال‌ها را ساده‌تر می‌کند و تا حدودی مشکلات دوران بهره‌برداری و نگهداری را کاهش می‌دهد.

قابلیت کاربرد در خاک‌های مسئله‌دار

از مهم‌ترین دلایل کاربرد این نوع کانال‌ها، استفاده از آن‌ها در مناطقی است که دارای خاک‌های مسئله‌دار نظیر خاک‌های سولفاته و شور، روان گرا و رمبنده می‌باشند. خوردگی بتن در خاک‌های سولفاته و لزوم تعویض و یا بهسازی خاک جهت اجرای کانال‌های درجا از مشکلاتی است که به‌سادگی و با کمک کانال هوایی می‌توان بر آن‌ها غلبه کرد.

ضرورت دقت زیاد جهت ساخت و نصب قطعات پیش‌ساخته

کارگذاری و نصب کانال‌های پیش‌ساخته از حساسیت و دقت زیادی برخوردار است. بی‌دقتی در این زمینه به نشت آب از محل اتصالات منجر خواهد شد.

انعطاف‌پذیری کمتر در برابر افزایش دبی جریان

انعطاف‌پذیری کانال‌های پیش‌ساخته در مقابل افزایش دبی، کمتر از کانال‌های درجا است. این مسئله موجب می‌شود اجرای الگوهای زراعی تعیین‌شده و استفاده از حداکثر ظرفیت کانال بر اساس هیدرومدول پیش‌بینی‌شده اهمیت یابد. افزایش دبی در این کانال‌ها به سرریز آب از آن‌ها منجر خواهد شد و افزون بر رشد علف‌های هرز در مسیر کانال، تخریب بخش‌هایی از جاده سرویس را نیز به دنبال خواهد داشت. بدیهی است با افزایش عمق آزاد کانال، انعطاف‌پذیری کافی برای انتقال دبی‌های بیشتر فراهم خواهد شد.

آسیب‌پذیری کانالت‌ها

کانال‌های پیش‌ساخته به دلیل نداشتن حفاظ در اطراف خود، از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردارند. ضربه ناشی از برخورد ماشین‌آلات و یا کامیون‌های حمل محصولات کشاورزی، سوءاستفاده دامداران جهت سیراب نمودن دام با تخریب کانال یا واشر آب‌بند آن، عدم رعایت حریم کانالت‌ها و کشاورزی در حریم آن‌ها و مشکلات اجتماعی و فرهنگی ساکنین منطقه همگی از مسائلی هستند که موجب آسیب به این کانال‌ها می‌گردند.

فنّاوری پیچیده جهت احداث کارخانه

جهت احداث کارخانه تولید کانالت‌های پیش‌ساخته نیاز به فنّاوری و سرمایه‌گذاری اولیه نسبتاً پیچیده و زیاد است و لذا ساخت کارگاه تولید کانالت برای طرح‌های کوچک توجیه اقتصادی ندارد.

در جدول (۱-۱) به‌صورت خلاصه کلیه مزایای و معایب استفاده از کانال‌های پیش‌ساخته بتنی مشخص‌شده و با کانال بتنی درجا و خط لوله کم‌فشار مقایسه گردیده است.

جدول (۱-۱) مقایسه شبکه فرعی آبیاری با روش کانال بتنی درجا، کانال بتنی پیش‌ساخته و خط لوله کم‌فشار

گزینه	روش اجرا	محاسن	معایب
۱	کانال بتنی درجا	- ساده بودن ابنیه فنی - عام بودن نوع فعالیت‌های مربوطه - عدم نیاز به تخصص کاری پیچیده - عدم نیاز به تأسیسات خاص اجرا - دوام و پایداری کلی پروژه	- محدودیت فصل کاری - محدودیت شرایط هیدرولیکی - اشغال سطح بیشتر باند اجرایی و ضرورت تملک اراضی و مشکلات اجتماعی - مشکل تهیه خاک مناسب و عدم سهولت تأمین آن - راندمان پایین عملیات اجرایی - نگهداری و بهره‌برداری
۲	کانال‌های پیش‌ساخته بتنی	- اجرای شبکه آبیاری قبل از تسطیح اراضی - استحصال سطح کمتر زمین جهت اجرا در مقایسه با کانال درجا - سرعت و کیفیت ساخت و عمر مفید بالا - سرعت نصب و اجرای بالا و درنتیجه کاهش زمان پروژه - عدم نیاز به عملیات سنگین آماده‌سازی مسیر و بستر کانال - امکان ساخت و انبار نمودن در تمام فصول - عدم نیاز به معدن خاک و قابلیت استفاده در مناطق دارای خاک مسئله‌دار - ساده بودن ابنیه فنی و امکان پیش‌ساخته نمودن آن‌ها - راندمان انتقال آب بالا - شکل هیدرولیکی مناسب و میزان تلفات انرژی پایین	- مسافت حمل بالا - انحصاری بودن تولید - وابستگی به تأسیسات خاص کارخانه‌ای در تولید اجزای کانالت - آبگیری غیرمجاز از آن (به‌طور مثال با سیفون) - احتمال تخریب توسط افراد غیرمسئول و ناآگاه - انعطاف‌پذیر کمتر در برابر افزایش دبی جریان - حساسیت و دقت زیاد در ساخت و نصب - آسیب‌پذیر کانالت در برابر ضربه - مسائل و مشکلات اجتماعی و فرهنگی ساکنین در پذیرش آن
۳	خطوط لوله کم‌فشار	- راندمان آبیاری بالا و تلفات کم - سهولت در بهره‌برداری - هزینه‌های پایین نگهداری - استحصال کمتر زمین - سرعت اجرای بالا - عمر مفید بالا - انعطاف‌پذیری بالا - عدم پخش بذر علف‌های - عدم نیاز به قرضه خاک	- هزینه بالای خرید لوله و شیرآلات - انحصاری بودن تولید - لزوم وجود هد آب مناسب - ضعف در برابر آتش‌سوزی

فصل دوم

مواد، مصالح و کنترل کیفیت به هنگام ساخت

۲-۱ مقدمه

در تهیه و ساخت کانال بتنی پیش‌ساخته و متعلقات آن باید از مصالحی استفاده گردد که با مشخصات فنی و استانداردها مطابقت داشته باشد و حداقل ضوابط ارائه‌شده را برآورده نماید. ساخت این قطعات شامل عملیات مربوط به بتن و بتن مسلح (تهیه سیمان، مصالح سنگی، آب و مواد مضاف[۱])، میلگردها و شبکه میلگرد پیش جوش و وسایل موردنیاز برای قالب‌بندی، تهیه، حمل، ریختن، تراکم و به عمل آوردن بتن بوده که در این فصل شرح داده خواهد شد.

۲-۲ بتن

۲-۲-۱ سیمان

سیمان مورداستفاده باید با مشخصات ASTM –C150 یا مشخصات ارائه‌شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای سیمان پرتلند مطابقت داشته باشد و گواهی‌نامه تأیید محموله‌های سیمان به دستگاه نظارت تحویل گردد.

به ازای هر دویست و پنجاه تن سیمان تحویلی از هر کارخانه سیمان به کارگاه، باید یک‌بار مطابق روش ASTM-C183 نمونه‌گیری شود و کلیه آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی برابر مشخصات ASTM –C150 روی نمونه‌ها انجام گردد. هرگاه دستگاه نظارت ضروری تشخیص دهد و یا کیفیت سیمانی مشکوک باشد باید از سیمان‌های موجود در کارگاه و یا از هر محموله

---

۱ - ADMIXTURE

سیمان تحویلی به کارگاه نمونه‌برداری شود و مورد آزمایش قرار گیرد. مصرف سیمان‌هایی که در آزمایش‌های فوق مردود شناخته شوند، مجاز نبوده و باید از کارگاه خارج شود.

انواع سیمان

انواع سیمان مصرفی با توجه به ماهیت کار، شرایط محیطی و محل کاربرد قطعات ساخته‌شده و بر اساس نتایج شیمیایی آب‌وخاک محل و توصیه دستگاه نظارت باید از نوع ۱ و ۲ و ۳ و یا ۵ با شرایط زیر باشد:

نوع ۱- سیمان پرتلند معمولی: وقتی‌که ویژگی‌های سیمان‌های نوع ۲، ۳ و ۵ موردنیاز نباشد سیمان نوع ۱ مورداستفاده قرار می‌گیرد.

نوع ۲- سیمان اصلاح‌شده: این نوع سیمان برای مصرف در بتن‌هایی مورداستفاده قرار می‌گیرند که به‌طور ملایم در معرض تأثیر سولفات‌ها باشند.

نوع ۳- سیمان زود گیر: برای تهیه بتن‌های زود سخت‌شونده مانند بتن‌ریزی در هوای سرد باید از سیمان نوع ۳ استفاده گردد.

نوع ۵- سیمان ضد سولفات: برای بتن‌هایی که در معرض شدید سولفات‌ها باشند باید از سیمان نوع ۵ استفاده شود.

در شرایط جوی معتدل، نوع سیمان مصرفی بر اساس میزان یون سولفات (موجود در آب‌وخاک) در تماس با بتن از جدول (۲-۱) تعیین می‌گردد.

جدول (۲-۱): تعیین نوع سیمان بر اساس میزان یون سولفات آب‌وخاک

نوع محیط	سولفات خاک قابل‌حل در آب (درصد)	سولفات محلول در آب PPM	نوع سیمان	سایر شرایط
ملایم	۰ تا ۰/۱	۰ تا ۱۵۰	نوع ۱	
متوسط	۰/۱ تا ۰/۲	۱۵۰ تا ۱۵۰۰	نوع ۲	یا نوع ۱ به‌علاوه مواد پوزولانی یا سوپر پوزولانی
شدید	۰/۲ تا ۲	۱۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰	نوع ۵	
خیلی شدید	بیش از ۲	بیش از ۱۰۰۰۰	نوع ۵	به‌علاوه مواد پوزولانی یا سوپر پوزولانی

در بسیاری از موارد عدم توجه سازندگان و طراحان به خاک بستر در ساخت کانال‌ها و ابنیه آن، موجب وارد شدن خسارات شدید به شبکه‌های آبیاری و در برخی موارد ناکارآمد شدن

شبکه در طی سالیان متمادی گردیده است. اگر درصد سولفات (SO4) آب جاری در کانال‌های نیم‌لوله کمتر از 150 PPM باشد و یا نیم‌لوله‌ها و زین آن‌ها در ارتفاع و بالاتر از سطح زمین طبیعی قرار گیرند، به‌طوری‌که در هیچ نقطه در تماس با زمین طبیعی (با هر درصدی از سولفات) نباشند و یا در صورت احتمال تماس موضعی با خاک، درصد سولفات موجود در خاک کمتر از ۰/۱ باشد، نیازی به استفاده از سیمان نوع ۲ یا ۵ برای بتن مصرفی در زین و نیم‌لوله نخواهد بود.

در مواقعی که هر یک از اعضای کانالت و متعلقات آن درون زمین قرار می‌گیرند سولفات موجود در خاک ترکیبات مختلف سیمان را موردحمله قرار می‌دهد. به‌عنوان نمونه فعل‌وانفعالات سولفات سدیم با هیدروکسید کلسیم را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

$$NA_2SO_4.10H_2O + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4.2H_2O + 2NAOH + 8H_2O \quad (۱-۲)$$

واکنش فوق که به‌صورت مستمر بین بتن و خاک‌های سولفاته رخ می‌دهد، درنهایت ترکیبات زیر را تولید می‌کند:

۱ -گچ که موجب سستی سطح بتن و کاهش مقاومت آن شده و نیز باعث دو برابر شدن درصد حجم مواد جامد می‌گردد.

۲ -سولفور آلومینات کلسیم که بنام "اترنیگایت" خوانده می‌شود، باعث افزایش زیاد حجم بتن و درنتیجه ترک خوردن و ریزش آن می‌گردد.

توجه: ازآنجاکه افزودن کلرورکلسیم به‌عنوان ماده مضاف، به بتن مقاومت آن را در برابر حمله سولفات‌ها کاهش می‌دهد، در شرایط محیطی شدید و خیلی شدیدی که میزان سولفات خاک بیش از ۰/۲ و سولفات آب بیش از 1500 PPM باشد مصرف کلرورکلسیم در بتن به‌هیچ‌وجه مجاز نخواهد بود.

نحوه نگهداری و انبار کردن سیمان

محموله‌های سیمان بایستی در محل‌هایی انبار شوند که ازنظر دستگاه نظارت مورد تأیید باشند و در مقابل عوامل جوی کاملاً محافظت گردند. کیسه‌های سیمان باید روی سکوی تخته‌ای یا بتنی که حداقل ۲۰ سانتی‌متر از کف زمین طبیعی بالاتر باشد انبار شوند. چنانچه مدت انبار کردن سیمان کمتر از ۶۰ روز باشد حداکثر ارتفاع کیسه‌ها تا ۱۴ ردیف و برای زمان‌های بیشتر تا ۷ ردیف خواهد بود. محموله‌ها بایستی به ترتیب تقدم ورود به انبار مصرف شوند. تحت هیچ شرایطی سیمان نباید بیش از چهار ماه در انبار بماند و مصرف سیمان‌هایی که بیش از این مدت نگهداری شده باشد جایز نیست، مگر آن‌که انجام آزمایش‌های مجدد قابل‌قبول بودن آن‌ها را تأیید نماید. مصرف سیمان مرطوب، سخت و کلوخه شده و یا سیمانی که به‌صورت پودر نباشد مجاز نخواهد بود.

۲-۲-۲ مصالح سنگی (شن و ماسه)

شن و ماسه باید از معادن طبیعی و یا در صورت عدم وجود از معدن سنگ شکسته مورد تأیید دستگاه نظارت تأمین شود. این مصالح باید طبق روش آشتو T2 نمونه‌برداری شوند و قبل از مصرف مورد آزمایش قرار گیرند. مصالح مصرفی بایستی کاملاً سخت، مقاوم، محکم و بادوام بوده و عاری از مواد آلی و کلوخه‌های رسی، پوشش و اندود خاکی و دانه‌های سست و شکننده باشد. در جدول (۲-۲) سایر مقادیر غیرقابل‌قبول و مضر مصالح سنگی و نوع آزمایش استاندارد شن و ماسه ارائه‌شده است.

چگونگی دانه‌بندی مصالح سنگی مورداستفاده در جدول (۲-۳) آمده است. به علت نازکی و ظرافت قطعات بتن مسلح پیش‌ساخته، حداکثر قطر دانه‌های شن مصرفی از ۳/۴ اینچ (۱۹ میلی‌متر) کوچک‌تر بوده و به دو گروه ریزدانه و درشت‌دانه تقسیم‌شده است. نسبت مصرف شن ریز به شن درشت در حدود یک به دو و نیم بوده، اما نسبت دقیق آن‌ها پس از انجام آزمایش‌های لازم جهت طرح اختلاط بتن توسط آزمایشگاه و دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

جدول (۲-۲): مقادیر غیرقابل‌قبول و مضر مصالح سنگی

نوع مصالح	درصد سایش مصالح	افت وزنی پس از پنج نوبت با	وزن مخصوص	ضریب پولکی	ضریب سوزنی	میزان جذب آب	ضریب نرمی	ارزش ماسه‌ای
شن	حداکثر ٪۴۰	حداکثر ٪۱۲	حداقل ۲,۶	حداکثر ٪۳۰	حداکثر ٪۴۰	حداکثر ٪۲	–	–
ماسه	–	حداکثر ٪۱۰	حداقل ۲,۶	–	–	–	۲/۵ تا ۳	حداقل ٪۷۵
نوع آزمایش استاندارد	ASTM-C131	ASTM- C88	ASTM-C127	B.S.- 812	B.S.-812	ASTM – C 127	–	ASTM- D2419

جدول (۲-۳): دانه‌بندی مصالح شن و ماسه

ردیف	نوع مصالح	ابعاد مصالح	درصد مواد رد شده از الک‌ها					
			$\frac{3}{4}$ اینچ	$\frac{5}{8}$ اینچ	$\frac{3}{8}$ اینچ	الک شماره ۴	الک شماره ۱۶	الک شماره ۵۰	الک شماره ۱۰۰
۱	شن درشت	۹/۵ تا ۱۶ میلی‌متر	۱۰۰	۹۰–۱۰۰	۰–۱۰				
۲	شن ریز	۴/۷۵ تا ۹/۵ میلی‌متر			۹۰–۱۰۰	۰–۱۰			
۳	ماسه	۴/۷۵ تا ۰/۱۵ میلی‌متر			۱۰۰	۹۵–۱۰۰	۵۰–۸۵	۱۰–۳۰	۲–۱۰

۲-۲-۳ آب

آب مصرفی جهت شستن مصالح سنگی، اختلاط و تهیه بتن و به عمل آوردن قطعات ساخته‌شده باید کاملاً صاف، تمیز و شفاف بوده و فاقد مواد خارجی زیان‌آور از قبیل روغن،

ا سید، قلیا، املاح شیمیایی و ناخالصی‌های آلی باشد. معمولاً مصرف آب‌های قابل شرب و یا آب‌های منابع طبیعی مشروط بر آن‌که سوابق عملکرد آن‌ها به تشخیص دستگاه نظارت و در عملیات رضایت‌بخش باشد، مجاز است. تجزیه شیمیایی آب بایستی قبل از مصرف به دستگاه نظارت تحویل گردد تا در صورت تأیید، مجوز استفاده از آن صادر شود. جدول (۲-۴) حد قابل‌قبول مواد مضر در آب مصرفی را نشان می‌دهد.

جدول (۲-۴): حداقل قابل‌قبول مواد مضر در آب جهت مصرف در بتن

ردیف	شرح	واحد	حد مجاز در بتن مسلح	حد مجاز در بتن معمولی	ملاحظات
۱	کلر (Cl^-)	mg/l	۱۰۰۰	۲۰۰۰	ASTM-D516
۲	سولفات (SO_4^-)	mg/l	۱۳۰۰	۱۵۰۰	ASTM-D512
۳	PH	—	۴/۵ تا ۸/۵	۴/۵ تا ۸/۵	AASHTO-26
۴	مقدار باقی‌مانده تبخیر	mg/l	۲۰۰۰	۲۰۰۰	AASHTO-26
۵	مواد آلی	mg/l	۲۰۰	۲۰۰	
۶	مواد معدنی	mg/l	۳۰۰۰	۳۰۰۰	

باید توجه کرد که مقدار کل یون کلر در مخلوط بتن مسلحی که در حرارت به عمل می‌آید و از طریق مصالح سنگی، آب، سیمان و مواد مضاف وارد بتن می شود، نبایستی از ۰/۱ درصد وزن سیمان تجاوز نماید.

۲-۲-۴ مواد مضاف

مواد مضاف مصرفی در بتن قطعات پیش‌ساخته که با توجه به شرایط منطقه‌ای و در هر طرح با نظر دستگاه نظارت تعیین می‌شوند، به چهار گروه عمده زیر تقسیم می‌گردند:

الف: مواد هوازا

ب: مواد کاهش‌دهنده نسبت آب به سیمان (روان‌کننده)

ج: مواد تسریع‌کننده گیرش بتن

د: مواد مضاف متفرقه

مواد هوازا

مواد هوازا برای افزایش دوام بتن‌هایی مصرف می شود که بیشتر در معرض آب‌وهوای متغیر و سخت جوی و یا در تماس دائم و یا متناوب با آب و رطوبتی که یخ می‌زند قرار می‌گیرند. این مواد موجب افزایش کارایی بتن تازه و جلوگیری و یا کاهش آب انداختن بتن[1] و جدا شدن مواد متشکله[2] از یکدیگر می شود. مواد هوازا به صورت مایع آماده در هنگام مخلوط کردن بتن به آن اضافه می‌گردد. میزان این مواد در بتن باید دقیقاً تعیین و همواره کنترل گردد. در مناطق سردسیر درصد هوای تولیدشده در بتن باید به‌طور متوسط ۶ درصد برای قطعات نیم‌لوله و پی و حدود ۵ درصد برای زین و پایه (با حد رواداری ۱/۵+ درصد) باشد. مواد هوازا باید با مشخصات ASTM–E12 تطبیق نموده و به روش ASTM-C233 مورد آزمایش قرار گیرد. در صورت استفاده از مواد مضاف هوازا لازم است مقدار سیمان در هر مترمکعب بتن حدود ۵۰ کیلوگرم نسبت به مقدار مصرفی در بتن معمولی اضافه شود.

مواد روان‌کننده

در مواردی که جهت کارایی بهتر بتن نیاز به نسبت آب به سیمان بیشتری در مقایسه با مقادیر مجاز باشد، به علت این‌که افزایش آب مصرفی باعث کاهش مقاومت می‌گردد، پیمانکار می‌تواند جهت پرهیز از مصرف آب زیادتر، با تأیید دستگاه نظارت، از مواد مضاف روان‌کننده استفاده نماید.

مواد تسریع‌کننده گیرش بتن

این مواد برای تسریع در ایجاد مقاومت بتن و یا کاهش زمان‌گیرش آن و یا هر دو منظور مصرف می‌شود. یکی از انواع این مواد، کلرورکلسیم است که برای بتن‌ریزی در هوای سرد بکار برده می‌شود. مصرف این ماده مضاف فقط درصورتی‌که دسترسی به مواد مشابه بدون یون کلر مقدور نباشد، با تأیید دستگاه نظارت و فقط در بتن کفشک‌ها مجاز است. کلرورکلسیم را باید به‌صورت محلول در آب به بتن اضافه کرد. مصرف کلرورکلسیم در بتن ضد سولفات و نیز قطعات بتن مسلح و بتن پیش‌تنیده به‌هیچ‌وجه مجاز نخواهد بود.

1- BLEEDING
2- *SEGREGATION*

مواد مضاف متفرقه

در گروه مواد متفرقه، می‌توان مواد م ضافی را نام برد که برای ایجاد خ صو صیات معینی در بتن از قبیل آب‌بندی، جلوگیری از خورندگی فولاد، ایجاد پیوســتگی بیشــتر در ســطوح واریز، کاهش میزان واکنش‌های م صالح سنگی، کنترل‌کننده انب ساط و انقباض، تولید حباب گاز و یا خارج‌کننده هوای بتن و تسهیل در بتن‌ریزی و غیره م صرف می شوند. ا ستفاده از این نوع مواد م ضاف در صورت نیاز باید با برر سی خواص بتن م صرفی بر روی قطعات پیش ساخته از قبیل مقاومت فشــاری، دوام، آب‌بندی و کارایی منطبق با مشــخصــات ASTM–C494، با تأیید دستگاه نظارت و با رعایت دستورالعمل‌های کارخانه تولیدکننده این فرآورده‌ها باشد.

۲-۲-۵ مقاومت و مشخصات انواع بتن

بتن مصرفی در قطعات پیش‌ساخته باید دارای خواص و مشخصات موردنیاز از قبیل مقاومت کافی، کارایی مناسب، تراکم‌پذیری بالا، قابلیت نفوذ کم و تشکیل سطوح صاف و صیقلی باشد. مقاومت مشخصه انواع بتن مصرفی که با سیمان پرتلند معمولی ساخته می‌شوند شامل مقاومت فشاری نمونه‌های مکعبی شکل به ابعاد ۲۰ سانتی‌متر است که در سن ۲۸ روزه تعیین‌شده باشد. در مورد بتن‌هایی که با سایر انواع سیمان ساخته می‌شوند مقاومت ۷ و ۲۸ روزه آن‌ها نسبت به مقاومت فشاری بتن‌هایی که با سیمان پرتلند نوع ۱ ساخته می‌شوند، مطابق جدول (۲-۵) است.

جدول (۲-۵): مقاومت فشاری بتن با انواع سیمان پرتلند نسبت به سیمان پرتلند نوع ۱

نوع سیمان	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه
II	۵۶ درصد	۹۰ درصد
III	۷۹ درصد	۱۱۰ درصد
V	۵۰ درصد	۸۵ درصد

قالب‌های مربوط به نمونه‌گیری از بتن نیم‌لوله‌ها و زین‌ها بایستی به‌صورت مکعب و به ضلع ۱۰ یا ۱۵ سانتی‌متر و قالب نمونه‌گیری از بتن پایه‌ها، کفشک‌ها و سایر قطعات بتنی باید به‌صورت مکعب و به ضلع ۱۵ یا ۲۰ سانتی‌متر باشد. در صورت موافقت دستگاه نظارت می‌توان برای نمونه‌گیری از بتن پایه‌ها و کفشک‌ها از نمونه‌های استوانه‌ای به قطر ۱۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده نمود.

در جدول (۲-۶) انواع بتن مصرفی در قطعات بتنی پیش‌ساخته بر اساس مقاومت مشخصه آن‌ها طبقه‌بندی‌شده و موارد مصرف و نیز حداقل سیمان مصرفی در هر مترمکعب بتن ارائه‌شده است. در طرح تهیه‌شده برای اختلاط بتن و بر اساس نتایج مقاومت فشاری به‌دست‌آمده از نمونه‌های مورد آزمایش و نمونه‌های اصلی، مقدار سیمان می‌تواند کاهش یابد ولی درهرحال نباید سیمان مصرفی نیم‌لوله و زین‌ها از ۳۶۰، در پایه‌ها از ۳۰۰ و در پی‌ها از ۲۷۵ کیلوگرم در هر مترمکعب بتن کمتر باشد. مصرف سیمان بیش از ۵۰۰ کیلوگرم در مترمکعب بتن نیز مجاز نخواهد بود. پیمانکار با توجه به نوع و مشخصات مصالح مصرفی و مقاومت‌های مشخصه، باید طرح بتن را برای تولید هریک از قطعات مختلف تهیه‌کرده و برای تأیید به دستگاه نظارت ارائه نماید.

جدول (۲- ۶): طبقه‌بندی بتن‌های مصرفی

ردیف	نوع قطعه و محل مصرف	طبقه بتن	حداقل سیمان مصرفی kg/m^3	مقاومت فشاری (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)					
				نمونه‌های مکعبی ۱۰ یا ۱۵ سانتی‌متر		نمونه مکعبی ۲۰ سانتی‌متری		نمونه استوانه‌ای ۳۰×۱۵ سانتی‌متر	
				۷ روزه	۲۸ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه
۱	کانالت و زین	B-400	۴۵۰	۲۹۵	۴۲۰	۲۸۰	۴۰۰	۲۳۰	۲۳۰
۲	پایه	B-300	۳۵۰	۲۱۰	۳۱۵	۲۰۰	۳۰۰	۱۶۵	۲۵۰
۳	کفشک	B-250	۳۰۰	۱۷۵	۲۶۰	۱۶۵	۲۵۰	۱۳۵	۲۱۰
۴	بتن مگر	B-100	۱۵۰	—	۱۰۵	—	۱۰۰	—	۸۵

حداکثر نسبت آب به سیمان در کلیه قطعات مصرفی که در آن‌ها از سیمان معمولی استفاده می‌شود، برابر ۰/۴۵ بوده و در مواردی که به علت امکان حمله سولفات‌ها، از سیمان ضد سولفات استفاده شود، این مقدار به ۰/۴ کاهش می‌یابد. مقدار روانی بتن مصرفی نیز نباید از ۵ سانتی‌متر تجاوز نماید ولی برای افزایش کارایی بتن می‌توان از روان‌کننده و فوق روان‌کننده استفاده کرد.

۲-۲-۶ اختلاط و تهیه بتن

برای تعیین دقیق اجزا متشکله بتن، باید پیمانکار بر اساس نوع و طبقه بتن، مشخصات شن، ماسه، سیمان و آب مصرفی، نسبت آب به سیمان، مقدار روانی[1] و محل کاربرد بتن، طرح اختلاط و فرمول کارگاهی انواع بتن‌های مصرفی را تهیه و در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد. در طرح اختلاط بتن باید ضوابط و توصیه‌ها و نسبت‌های داده‌شده در استاندارد ACI-21101 رعایت گردد.

اختلاط مصالح و تهیه بتن در دیگ مخلوط‌کن دستگاه بتن‌ساز (شکل ۲-۱) انجام می‌گیرد. ابتدا حدود ۵ تا ۱۰ درصد آب موردنیاز را داخل دیگ مخلوط ریخته شده و چند بار مخلوط‌کن چرخانده می شود سپس به‌طور همزمان سیمان و شن و ماسه موردنیاز را داخل دیگ ریخته و همراه آن حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد آب موردنیاز به‌طور کاملاً یکنواخت به مخلوط اضافه می‌گردد و بالاخره در آخرین مرحله ۵ تا ۱۰ درصد آب باقیمانده به مخلوط اضافه می‌شود. عملیات اختلاط باید تا زمانی که توزیع یکنواخت مصالح در مخلوط و رنگ و غلظت یکسان در آن به دست نیاید، ادامه یابد. مدت‌زمان اختلاط هیچ‌گاه نباید ۱/۵ دقیقه پس از ریختن کلیه عناصر متشکله بتن در مخلوط‌کن، به‌استثنای آخرین قسمت آب، کمتر باشد. اختلاط بیش‌ازحد که نیاز به افزودن آب اضافی جهت حفظ غلظت موردنظر بتن را ایجاب کند، مجاز نیست، لذا توصیه می‌شود مدت‌زمان اختلاط از ۴/۵ دقیقه بیشتر نگردد.

---

۱ -SLUMP

شکل(۲-۱): دستگاه بتن‌ساز

حمل و ریختن بتن

بتن را باید با وسایل مناسب و با تأیید دستگاه نظارت حمل نمود. مناسب‌ترین وسیله جهت حمل بتن در کارگاه تولید قطعات پیش ساخته، ا ستفاده از جام‌های مخ صوص حمل بتن ا ست که بر روی ریل هوایی حرکت می‌نماید و بتن را از محل بتن‌ساز مرکزی به محل ساخت قطعات منتقل می‌کند (شکل ۲-۲). جام‌های مخصوص حمل بتن باید از قسمت زیر بازشده و باز و بسته کردن دریچه‌های تخلیه بتن دقیقاً قابل‌کنترل باشد. ریختن بتن تازه در داخل قالب‌ها باید توسط قیف مناسب صورت گرفته و جریان ورود آن کاملاً یکنواخت باشد. بتن باید به‌طور تدریجی و با حرکت یکنواخت جام در سراسر طول نیم‌لوله ریخته شده و پخش شود، به‌نحوی‌که امکان فرار حباب‌های هوا به خارج به‌راحتی وجود داشته باشد. بتن‌ریزی در لایه‌های افقی انجام‌شده و ضخامت هر لایه نباید از ۵۰ سانتی‌متر تجاوز نماید.

بتن همیشه باید به صورت قائم داخل قیف بتن و داخل قالب‌ها ریخته شده و هنگام ریختن بتن از جریان یافتن آن به‌صورت مایل جلوگیری شود. بتن‌ریزی یک قطعه در بیش از یک

مرحله و اســتفاده از ســطوح واریز در قطعات به‌هیچ‌وجه مجاز نبوده و بعلاوه ارتفاع ریختن بتن هیچ‌گاه نباید از ۱ متر تجاوز نماید.

متراکم نمودن بتن

پس از حمل بتن بایستی آن را در قالب‌های فلزی ریخت که بر اساس مشخصات ساخت قالب کانالت ساخته‌شده‌اند. قبل از ریختن بتن باید جداکننده‌های بتنی که برای تثبیت شبکه‌های میلگرد و تأمین پوشش لازم بتن بکار می‌روند به‌دقت نصب شوند تا در موقع ریختن و ارتعاش بتن محل میلگردها به هم نخورد. کلیه نیم‌لوله‌ها باید در شرایط فرکانس، شدت، دامنه مشخص و با تجهیزاتی که تراکم موردنظر را تأمین نموده ویبره شوند. مدت‌زمان بهینه ارتعاش ۳ تا ۵ دقیقه بوده و باید هم‌زمان با ریختن بتن در داخل قالب باشد. ارتعاش هر قالب از ابتدا تا انتهای بتن‌ریزی باید به‌صورت ممتد انجام گیرد. فرکانس ارتعاش نباید از ۴۰۰۰ دور در دقیقه کمتر باشد. فواصل ویبراتورها باید به شکل کافی انتخاب شود تا بدون تداخل با یکدیگر عمل ارتعاش را به‌خوبی انجام دهند (شکل ۲-۲).

عمل ارتعاش و متراکم نمودن بتن باید تا حدی ادامه یابد که موجب جدا شدن شیره بتن از ذرات شن و ماسه نگردد. به‌این‌ترتیب وقتی‌که شیره بتن در سطح آن ظاهر می‌شود و یا درشت‌دانه‌های بتن از سطح محو می‌گردند، عمل ویبراسیون متوقف می‌گردد و بلافاصله پس از تکمیل عملیات بتن‌ریزی باید به طریق شمشه‌کشی و یا هر روش مناسب دیگری که مورد تأیید دستگاه نظارت باشد نسبت به برداشتن بتن اضافی و دادن ارتفاع و یا ضخامت موردنظر به قطعات پیش‌ساخته اقدام شود. در موقع شمشه‌کشی باید همیشه در جلوی شمشه مقداری بتن اضافی وجود داشته باشد. عمل شمشه‌کشی بایستی به نحوی انجام شود که موجب خط انداختن و ناصافی سطح بتن نگردد.

در صورت نیاز و بنا به دستور دستگاه نظارت، سطح بتن باید ماله‌کشی شود. ماله‌کشی اندکی دیرتر از پایان عملیات شمشه‌کشی و باید در زمانی شروع گردد که شیره روی سطح بتن صیقلی بودن و درخشندگی خود را از دست داده است. این فاصله نباید به‌قدری طولانی شود که حالت خمیری و شکل‌پذیری بتن از بین رفته باشد. همچنین عمل ماله‌کشی نباید موجب زدودن شیره بتن گردد.

در زمان بتن‌ریزی هر یک از قطعات پیش‌ساخته باید نوع قطعه، تاریخ ساخت و شماره سری آن در طرفی حک شود که قابل‌رؤیت باشد. آمار تولید روزانه که نشان‌دهنده مشخصات مذکور است باید به‌طور مرتب در دفتر کارگاه نگهداری شود.

شکل (۲- ۲): جام حمل بتن و دستگاه ویبره

محافظت و عمل آوردن بتن

برای تولید قطعات پیش‌ساخته به‌صورت انبوه و در زمان محدود، عمل‌آوری بتن باید ابتدا با استفاده از بخارآب و سپس نگهداری در استخرهای آب انجام شود تا با افزایش حجم و سرعت تولید، احداث شبکه فرعی منطبق با برنامه زمان‌بندی پیش‌بینی‌شده در طرح صورت گیرد. مراحل کار به شرح زیر است.

الف) عمل آوردن قطعات نیم‌لوله پیش‌ساخته بتنی به‌وسیله بخار آب

اصول و روش عمومی عمل آوردن قطعات نیم‌لوله پیش‌ساخته بتنی به‌وسیله بخار آب (شکل ۲-۳) شامل چهار مرحله است.

مرحله (۱)، گیرایی عادی بتن: پس از ریختن بتن و متراکم نمودن سطح آزاد آن و قبل از فرستادن بخار آب به داخل محفظه یا تونل بخار، مدتی باید صبر نمود تا گیرش عادی بتن شروع شود. زمان این مرحله (t_1) حدود ۲ ساعت می‌باشد. درصورتی‌که این زمان رعایت شود و سپس عمل آوردن با بخار آب شروع گردد، راندمان عمل مؤثرتر بوده و نهایتاً بتن دارای مشخصات و کیفیت بالاتری خواهد بود.

مرحله (۲)، ازدیاد درجه حرارت: در این مرحله با فرستادن تدریجی بخار آب به داخل محفظه، درجه حرارت قطعه بتنی با سرعت تدریجی حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ساعت اضافه می‌شود تا درجه حرارت محفظه بخار به ۸۰ درجه سانتی‌گراد برسد. طول مدت این مرحله (t_2) بستگی به درجه حرارت محیط و ماکزیمم درجه حرارت محفظه بخار دارد.

مرحله (۳)، ثابت نگه‌داشتن درجه حرارت محفظه: در این مرحله قطعه بتنی پیش‌ساخته در درجه حرارت ثابت (حداکثر ۸۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت t_3 ساعت قرار داده می‌شود. طول این مدت بستگی به حداکثر درجه حرارت محفظه، مقدار سیمان و مقاومت موردنظر در پایان دوره بخار دادن دارد.

مرحله (۴)، کاهش درجه حرارت: در این مرحله با قطع بخار آب و یا کاهش مقدار آن، درجه حرارت محفظه بخار با سرعت حدود ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد در ساعت کاهش داده می‌شود تا به درجه حرارتی برسد که بتوان در آن درجه قطعه را به خارج از محفظه منتقل نمود. این درجه حرارت نباید بیش از ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد از درجه حرارت محیط بیشتر باشد. طول مدت این مرحله (t_4) بستگی به حداکثر درجه حرارت داخل محفظه و درجه حرارت محیط دارد.

در مواردی که محفظه بخار ازنظر عایق‌بندی مناسب باشد در مرحله سوم شیر ورود بخار به داخل محفظه بسته می‌شود و لذا در این مرحله درجه حرارت محفظه کاملاً ثابت نبوده بلکه یک کاهش تدریجی بسیار جزئی خواهد داشت. پس از باز کردن قالب و خارج کردن نیم‌لوله نباید هرگونه ترک، شکاف، لب‌پریدگی و خلل و فرجی در نیم‌لوله پدید آید.

طول مدت توصیه‌شده برای مراحل مختلف عمل آوردن بتن برای تیپ‌های مختلف نیم‌لوله و در شرایط محیطی با درجه حرارت ۵ و ۳۰ سانتی‌گراد، در جدول (۲-۷) درج گردیده است.

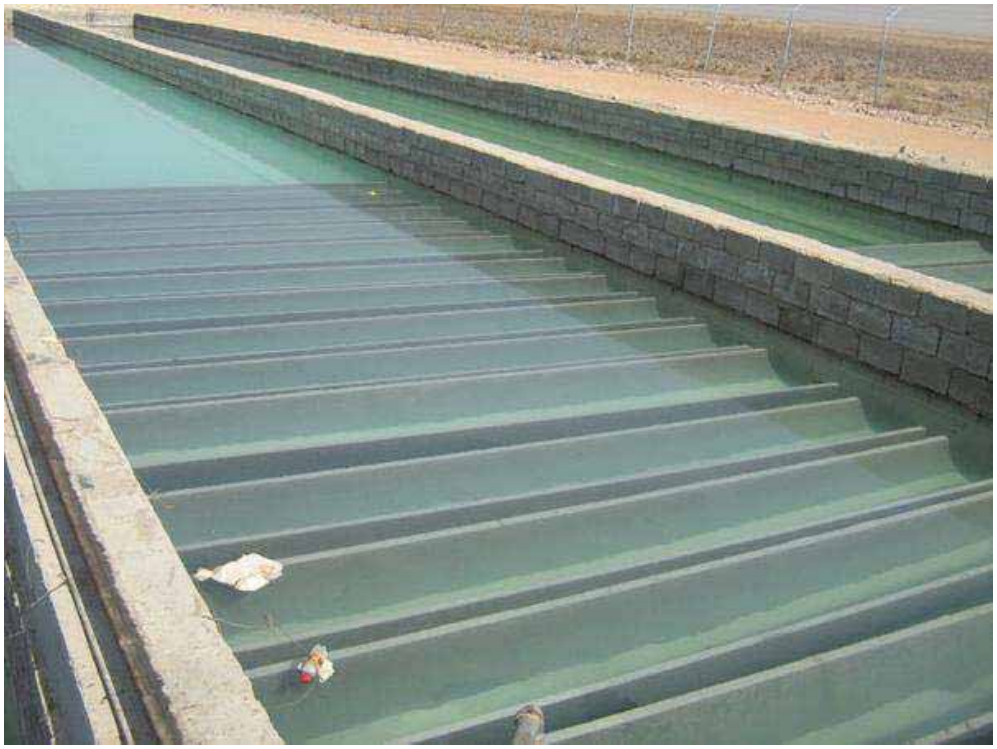
جدول (۲-۷): طول مدت توصیه‌شده برای مراحل مختلف عمل آوردن اولیه بتن برحسب ساعت

مرحله عمل آوردن	درجه حرارت محیط= پنج درجه سانتی‌گراد		درجه حرارت محیط= سی درجه سانتی‌گراد	
	نیم‌لوله‌های تیپ ۷۰ تا ۲۰۰	نیم‌لوله‌های تیپ ۲۳۰ تا ۱۰۰۰	نیم‌لوله‌های تیپ ۷۰ تا ۲۰۰	نیم‌لوله‌های تیپ ۲۳۰ تا ۱۰۰۰
مرحله اول (t_1)	۲	۲	۲	۲
مرحله دوم (t_2)	۳	۳	۲	۲
مرحله سوم (t_3)	۴	۲/۵	۴	۲/۵
مرحله چهارم (t_4)	۲	۲	۱	۱

ب) عمل آوردن در استخر آب

پس از گیرش اولیه بتن، قالب توسط جرثقیل سقفی و بدون اعمال هرگونه ضربه جدا می شود. قطعات تولید شده به مدت لازم در محوطه کارگاه باقی می‌مانند تا حرارت آن‌ها معادل حرارت محیط گردد. سپس با احتیاط و دقت بسیار آن‌ها را به‌موازات یکدیگر داخل استخرهای آب قرار می‌دهند (شکل ۲-۴). طول مدت توقف قطعات در استخر آب، "چهار روز" می‌باشد. در انتها قطعات از استخر خارج شده و در مجاورت استخر و محل دپوی قطعات چیده می شوند. در طول مدت "۱۰-۷ روز" اول دپو نمودن قطعات، باید به طول مداوم روی تمام سطوح آن‌ها آبپاشی گردد. آبی که جهت پر کردن استخرها و آبپاشی قطعات، مصرف می‌شود باید طبق مشخصات آب مصرفی جهت تهیه بتن باشد و علاوه بر آن هیچ‌گونه اثری بر سطح ظاهری و نمای قطعه تولیدی نداشته باشد.

شکل (۲-۳): عمل‌آوری کانالت‌ها به‌وسیله بخار آب



شکل (۲- ۴): عمل آوردن کانالت‌ها در استخر آب

نمونه‌گیری و آزمایش بتن

در هر روز که بتن‌ریزی انجام می‌شـــود جهت انجام آزمایش فشـــاری باید به ازای هر ۲۵ مترمکعب بتن مصـرفی و کسـری از آن، از هر طبقه بتن، حداقل ۶ نمونه مکعبی یا اسـتوانه‌ای طبق مشـــخصـــات، تهیه گردد. ۳ نمونه در ســـن ۷ روز و ۳ نمونه دیگر در ســـن ۲۸ روز مورد آزمایش قرار می‌گیرد. آزمایش نمونه‌ها در سن ۷ روز تنها برای پیش‌بینی مقاومت بتن در سن ۲۸ روز می‌باشـــد. میزان مقاومت یک طبقه بتن وقتی قابل‌قبول اســـت که دو شـــرط زیر توأماً برقرار باشد.

الف- متوسـط مقاومت‌های به‌دسـت‌آمده از مجموعه نمونه‌های اخذشـده در سـه نوبت متوالی، از همان طبقه بتن، مساوی و یا بیشتر از مقاومت مشخصه آن طبقه بتن باشد.

ب- متوسـط مقاومت فشـاری ۳ نمونه‌ای که در هر نوبت از یک محموله بتن اخذشـده است بیش از ۳۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع از مقاومت مشخصه آن محموله کمتر نباشد.

هرگاه نتایج آزمایش با این م شخ صات توافق ندا شته با شد، کلیه قطعات پیش ساخته با آن نوع بتن، در روزی که نمونه‌گیری انجام‌شده، قابل‌قبول نخواهد بود.

۲-۳ میلگرد

۲-۳-۱ انواع میلگردها

انواع میلگردها و مشخصات مکانیکی و محل مصرف آن‌ها به شرح مندرج در جدول شماره (۲-۸) ارائه‌شده است.

جدول (۲-۸): مشخصات انواع میلگردها

علامت	نوع	محل مصرف	حداقل مقاومت حد جاری شدن kg/cm^2	حداقل مقاومت حد گسیختگی kg/cm^2	حداقل ازدیاد طول نسبی در حالت گسیختگی
AI	میلگرد نرم نوع صاف	خاموت پایه‌ها	۲۲۰۰	۳۴۰۰	۲۲
AIII	میلگرد سخت آجدار با سختی اصلاح‌شده	در زین‌ها و میلگردهای طولی اضلاع پایه‌ها	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۱۲
AIV	مفتول و میلگرد سرد کشیده شده سخت نوع صاف	نیم‌لوله‌ها	۵۰۰۰	۵۵۰۰	۱۰

میلگرد نوع AI فقط با قطر ۶ میلی‌متر به‌عنوان خاموت در پایه‌ها به کار می‌رود. میلگرد نوع AIII با قطر ۱۰،۸،۶ و ۱۲ میلی‌متر به‌عنوان آرماتورهای طولی پایه‌ها و در آرماتوربندی زین موردا ستفاده قرار می‌گیرد. میلگرد نوع AIII با قطر ۱۶ میلی‌متر و بدون آج جهت اتصال زین به پایه به‌صورت داول[1]، در داخل سوراخ‌هایی قرار می‌گیرد که به همین منظور در قسمت بالای پایه‌ها و زیر تکیه‌گاه زین‌ها کار گذاشته‌شده است. مشخصات میلگردهای نوع AI و AIII باید منطبق با یکی از استانداردهای DIN -488 یا B.S-4449 باشد. همچنین مشخصات میلگردهای نوع AIV باید منطبق با یکی از استانداردهای DIN -488, 4482 -.B.S و یا ASTM –A82 باشد.

میلگردهای مورداستفاده باید قبل از مصرف کاملاً صاف و بدون خم‌شدگی باشند. میلگردها تنها در صورتی به شکل کلاف قابل تحویل به کارگاه هستند که در کارگاه وسیله مکانیکی

---

[1]- *DOWELL EAR*

منا سبی برای باز کردن و صاف کردن آن‌ها وجود دا شته و قطر کلاف‌ها هم کمتر از ۲۰۰ برابر قطر میلگردها نباشد. باز کردن خم میلگردهایی که به‌طور اتفاقی خم‌شده‌اند ممنوع است. از مصرف میلگردهای زنگ‌زده و کثیف و آغشته به مواد خارجی جداً باید جلوگیری گردد. نام کارخانه سازنده و م شخ صات هر محموله‌ای که وارد کارگاه می شود باید کاملاً م شخص با شد. میلگردها را باید برحسب نوع و قطر آن‌ها از هم تفکیک و در محل کارگاه انبار نمود. باید دقت کافی به عمل آید تا میلگردهای نوع AI و AIV با یکدیگر اشتباه نشوند.

۲-۳-۲ کنترل کیفیت میلگردها

نمونه‌برداری از هر محموله و آماده کردن نمونه‌ها برای آزمایش‌های کششی، خم کردن و باز کردن خم باید به روش ASTM–A370 یا AASHTO-244 انجام شود.

کنترل مشخصات مکانیکی

حداقل تعیین شده حد ارتجاعی از روی دیاگرام نیروی کشش- تغییر شکل نسبی حاصل از آزمایش کششی به دست می‌آید و برابر با خارج‌قسمت نیروی کششی نظیر پله جاری شدن و یا نظیر تغییر شکل نسبی دائم ۰/۲ در صد نمونه به سطح مقطع ا سمی آن ا ست. تعداد نمونه‌ها برای هر ۵ تن و یا کسری از آن و برای هر یک از قطرهای مورداستفاده سه عدد می‌باشد.

درصورتی‌که نتایج هر یک از آزمایش‌ها با حد ارتجاعی تضمین‌شده توسط کارخانه تولیدکننده مساوی و یا از آن بزرگ‌تر با شد، آزمایش ر ضایت‌بخش و م صالح تحویل شده مطابق با ضمانت تولیدکننده تلقی می‌گردد. در غیر این صورت باید یک سری دیگر شامل سه نمونه را برداشته و مورد آزمایش قرار داده و برای مجموع نتایج شش آزمایش، مقادیر زیر را محاسبه کرد.

متوسط حسابی (۲-۲) $$f_m = \frac{f_1+f_2+f_3+f_4+f_5+f_6}{6}$$

خطای کوادراتیک متوسط (۲-۳) $$d = \frac{\sqrt{(f_m-f_i)^2}}{\sum f_i} \qquad (i = 1,\dots,6)$$

مقدار مشخصه تجربی (۲-۴) $$\mathrm{f_m}(1-2\mathrm{d})$$

در صورتی‌که مقدار م شخصه تجربی از حد ارتجاعی حداقل تضمین شده تجاوز کند، م صالح تحویل‌شده مطابق با ضمانت تولیدکننده می‌باشد. در غیر این صورت باید مصالح، مردود

شناخته شوند و از استفاده آن‌ها جلوگیری گردد، مگر این‌که با موافقت کارفرما و تأیید دستگاه نظارت تمهید خاصی جهت استفاده از آن به عمل آید.

کنترل مشخصات خم‌پذیری

میلگردهای نرم (نوع AI) باید به میزان ۱۸۰ درجه دور فلکه‌ای که قطر آن ۲ برابر قطر میلگرد آزمایش شونده است، در دمای محیطی ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرارگرفته و خم شوند. در پایان آزمایش هیچ‌گونه ترک یا شکستگی و یا شکافی نباید در نمونه آزمایش خم کردن و راست کردن می‌باشد. میلگردها باید به ترتیب:

الف- روی فلکه‌ای به قطر ۵ برابر قطر میلگرد مورد آزمایش به زاویه ۴۵ درجه خم شوند.

ب- سپس به مدت نیم ساعت در آب جوش قرار گیرند.

ج- آنگاه به‌اندازه ۳۰ و ۲۲ درجه خمشان باز گردد.

کنترل وقتی رضایت‌بخش است که در پایان این عملیات متوالی نه میلگردها گسیخته شود و نه در آن‌ها ترک‌خوردگی و بریدگی و یا سایر معایب نظیر آن‌ها مشاهده گردد. تعداد نمونه‌ها در این آزمایش برای هر ۵ تن از هر قطری سه عدد است، اگر آزمایش روی هر سه نمونه مساعد نباشد یک‌سری شامل ۳ نمونه دیگر مورد آزمایش قرار می‌گیرد و اگر نتایج مساعد باشد محموله پذیرفته می‌شود و الا مردود شناخته می‌گردد.

۲-۳-۳ شبکه‌های جوش شده

آرماتوربندی نیم‌لوله‌ها توسط شبکه‌های جوش شده پیش‌ساخته[۱] انجام می‌گیرد، شبکه‌های جوش شده از یک‌سری مفتول‌های طولی و عرضی سردکشیده شده (نوع AIV) ساخته می‌شوند که به‌صورت عمود نسبت به یکدیگر قرارگرفته و تشکیل چشمه‌های مربع یا مربع مستطیل می‌دهند. میلگردهای طولی و عرضی در محل تقاطع با یکدیگر توسط جوش نقطه‌ای به روش مقاومت الکتریکی، با مکانیسم ذوب و فشار، به هم متصل می‌گردند. شبکه جوش شده باید توسط دستگاه‌های اتوماتیک و یا دستگاه‌های مناسب دیگر تولید شوند که بتوانند شبکه‌ای با مشخصات، فواصل و امتدادهای مندرج را تولید کنند (شکل ۲-۵).

---

۱ -FABRIC WIRE MESH

کلیه مفتول‌هایی که برای تولید شبکه‌های جوش شده به کار می‌روند و خود شبکه‌های جوش شده باید مطابق مشخصات و استاندارد ASTM-A185 بوده و قبل از استفاده مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد. تعداد، قطر، اندازه، شکل و فواصل کلیه میلگردهای شبکه جوش شده برای هر تیپ کانال باید کاملاً مطابق مشخصات نشان داده شده در نقشه‌های اجرایی باشد.

کلیه خم‌کاری‌ها و شکل دادن شبکه‌های جوش شده باید با ا ستفاده از الگوی مورد تأیید دستگاه نظارت به روش سرد و توسط کارگران ماهر و مجرب، به کمک دستگاه نورد و با سرعت تدریجی و یکنواخت انجام گیرد. شکل نهایی شبکه پس از خم باید مطابق مشخصات نقشه‌های اجرایی بوده و پس از قرار گرفتن در قالب، دقیقاً در محل پیش‌بینی‌شده قرار گیرد.

شکل (۲- ۵) شبکه میلگرد جوش شده (مش)

کنترل کیفیت شبکه‌های جوش شده

آزمایش‌های کنترل فیزیکی و مکانیکی باید طبق اســـتاندارد ASTM –A185 بر روی شـــبکه‌های جوش داده شـــده انجام شـــود. آزمایش‌های ردیف ۱ و ۲ بر روی هر ۵ تن از هر نوع میلگرد و با کسری از آن انجام می‌گردد که در تهیه شبکه‌های جوش داده شده به کار می‌رود و

آزمایش‌های ردیف‌های ۳ تا ۶ بر روی هر ۱۰۰۰ عدد شـــبکه که برای نیم‌لوله‌ها با یک تیپ مشخص تهیه‌شده، انجام می‌گیرد.

۱- *آزمایش مقاومت کششی:* نتیجه به‌دست‌آمده از این آزمایش نباید کمتر از مقاومت‌های مشخصه میلگرد مورداستفاده (نوع AIV) باشد. درصورتی‌که نتیجه حاصله از یک نمونه کمتر از مقاومت موردنظر باشد باید ۲ نمونه دیگر از همان شبکه گرفته شود و تحت آزمایش کششی قرار گیرد، نتایج به‌دســت‌آمده وقتی موردقبول اســت که متوســط نتایج ســه نمونه، از مقاومت مشخصه میلگرد مصرفی (جدول ۳-۷) کمتر نبوده و علاوه بر آن مقاومت هیچ‌یک از نمونه‌ها، کمتر از ۸۰ درصد مقاومت مشخصه نیز نباشد. جهت انجام آزمایش مقاومت کششی، نمونه با طول کافی و به نحوی انتخاب می شود که یک گره در وسط طول آن قرار داشته باشد. میلگرد عمود بر نمونه‌ها در هر طرف، به فاصله حدود ۲۵ میلی‌متر از محل گره باید قطع شود.

۲- *آزمایش خم کردن:* این آزمایش باید با خم کردن نمونه مورد آزمایش به‌صــورت ســرد در حول یک فلکه با قطر معادل خودش، برای میلگردهای با قطر کمتر از ۸ میلی‌متر و برای قطرهای بزرگ‌تر حول فلکه‌ای با قطر معادل ۲ برابر قطر میلگردی که مورد آزمایش قرارگرفته اســـت، به میزان ۱۸۰ درجه انجام گیرد. نتیجه هر دو نمونه اخیر باید مقبولیت موردنظر را دارا باشد.

۳- *مقاومت برشـــی جوش:* این آزمایش برای کنترل مقاومت جوش در محل گره میلگردهای طولی و عرضی انجام می‌شود، برای انجام این آزمایش یکی از میلگردهای عرضی را در نقطه‌ای از طول شبکه انتخاب نموده و آرماتورهای طولی شبکه را در طرفین محل تقاطع با آن به فاصــله مناســبی قطع می‌نمایند. ســپس ۴ عدد از میلگردهای طولی را به نحوی انتخاب می‌کنند که نمایانگر کلیه میلگردهای قرارگرفته شده در تمام عرض باشند. محل قطع میلگرد عرضــی به فاصــله حدود ۲۵ میلی‌متر از هر طرف محل گره میلگرد طولی نمونه باید باشــد. ۴ نمونه انتخابی بر طبق روش مندرج در بند ۱۰ اســتاندارد ASTM-A185 تحت آزمایش قرار می‌گیرد. متوســـط نتایج به‌دســـت‌آمده نباید دارای مقاومتی کمتر از مقاومت معادل ۲۴۰۰ کیلوگرم بر ســانتی‌متر مربع در ســطح مقطع میلگرد طولی شــبکه باشــد. درصــورتی‌که نتیجه آزمایش از مقدار مذکور کمتر گردد. آزمایش مذکور بر روی نمونه‌هایی باید انجام شـــود که دربرگیرنده کلیه گره‌های موجود در آن شــبکه اســت. نتیجه آزمایش وقتی قابل‌قبول اســت که متوسط نتایج کلیه آزمایش‌ها معادل مقاومت فوق‌الذکر باشد.

۴- *ابعاد شبکه:* حدود رواداری ابعاد شبکه‌های جوش داده شده نسبت به ابعاد مندرج در نقشه برابر است با:

الف- طول آرماتورهای طولی نباید بیش از ۲۵ ± میلی‌متر با اندازه‌های مشخص شده در نقشه تفاوت داشته باشد.

ب- طول آرماتورهای عرضی نباید بیش از ۱۳ ± میلی‌متر با اندازه‌های مشخص شده در نقشه تفاوت داشته باشد.

ج- فاصله مرکز تا مرکز ۲ میلگرد مجاور نباید بیش از ۷ ± میلی‌متر نسبت به اندازه‌های مندرج در نقشه تفاوت داشته باشد. هیچ‌یک از آرماتورهای طولی و عرضی در هریک از دو انتهای طولی خود نباید بیش از ۱۰ میلی‌متر از محل آخرین گره، لبه آزاد داشته باشد. آن تعداد از شبکه‌های ساخته‌شده که ابعاد آن‌ها بیش از مقادیر مذکور با ابعاد مندرج در نقشه‌ها اختلاف دا شته با شد قابل‌ا ستفاده نخواهد بود. چنانچه بیش از ۲۵ در صد از تعداد کل شبکه‌های یک محموله غیرقابل‌قبول باشند، در این‌صورت کل تعداد شبکه‌های موجود در آن محموله مردود خواهند شد.

۵- *وزن شبکه:* وزن میلگردهای مصرفی نسبت به وزن تئوریک آن نباید بیش از ۶ درصد کاهش داشته باشد. اضافه‌وزن میلگردها نسبت به وزن تئوریک نمی‌تواند باعث غیرقابل‌قبول بودن آن باشد.

۶- *قطر میلگرد:* قطر میلگردهای کوچک‌تر از ۶ میلی‌متر حداکثر ۰/۰۷ میلی‌متر و قطر میلگردهای بزرگ‌تر از ۶ و کوچک‌تر از ۱۰ میلی‌متر حداکثر ۰/۱ میلی‌متر نسبت به قطر اسمی آن‌ها می‌تواند تفاوت داشته باشد.

۷- *تعداد جوش‌های پاره شده:* اتصالات جوشی باید کاملاً در موقع ساخت، حمل‌ونقل، خم نمودن و جاگذاری مقاوم بوده و پاره نشود ولی به‌هرحال شکسته شدن جوش‌ها بتنهایی نمی‌تواند عامل غیرقابل‌قبول بودن شبکه‌ها باشد مگر آنکه تعداد جوش‌های پاره و کنده شده در یک شبکه جوش شده نسبت به تعداد کل گره‌های جوش شده موجود در آن شبکه بیش از ۱ در صد با شد. همچنین بیش از ۰/۵ در صد تعداد مجاز مذکور نباید بر روی هر یک از میلگردها قرار گیرند.

میلگردهای زین و پایه

کلیه میلگردهایی که جهت آرماتوربندی زین و پایه مورد مصرف قرار می‌گیرند باید از جهت تعداد، قطر، اندازه، شکل و فواصل میلگردها مطابق مشخصات بوده و قبل از استفاده مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرند. کلیه میلگردهای مصرفی در زین‌های پیش‌ساخته و پایه‌ها، از نوع AIII و خاموت دور آن‌ها باید همگی از نوع AI باشند. آرماتور زین و پایه‌ها باید قبل از مصرف به صورت قفسه جوش شده ساخته شوند سپس داخل قالب‌ها قرار گیرند. اتصال میلگردها در کلیه محل‌های تقاطع آن‌ها با یکدیگر، طبق تأیید دستگاه نظارت باید به‌وسیله جوش مقاومت الکتریکی و یا قوس الکتریکی انجام گیرد. همچنین لازم است آزمایش‌های مقاومت کششی و کنترل خم‌کاری بر روی کلیه میلگردهای مورد مصرف در زین و پایه همانند کانالت انجام پذیرد (شکل ۲-۶).

شکل (۲- ۶): میلگردهای قرار داده‌شده در قالب زین

۲-۴ قالب‌ها

قالب‌ها باید ازهرجهت مطابق اشکال، ابعاد، زوایا و سایر مشخصات اجزای پیش‌ساخته مندرج در نقشه‌های تصویب شده و مورد تأیید دستگاه نظارت باشد. قالب‌ها باید از ورقه‌های فولادی به ضخامت ۳ تا ۴ میلی‌متر ساخته شود و با تقویت‌کننده‌های مختلف، به نحوی مستحکم گردد که تحت‌فشار بتن تازه ریخته شده و زیر تنش‌های ناشی از فشار بتن در موقع مرتعش کردن قطعه، هیچ‌گونه تغییر شکل پیچشی و انحرافی در آن‌ها به وجود نیاید. قالب‌ها باید قادر به تحمل ضربه‌های عادی در مراحل مختلف تولید، حمل‌ونقل و خارج کردن قطعات از قالب باشد. قالب هر قطعه باید به نحو مشخص و قابل‌رؤیت، دارای شماره تیپ و شماره سری به‌منظور اجتناب از اشتباهات محتمل باشد. قسمت‌های مختلف قالب‌ها باید به‌وسیله گیره به یکدیگر متصل شود. استفاده از پیچ و مهره و یا مهره‌های پره‌دار که با دست محکم می شوند (پیچ و مهره‌های خروسکی) مجاز نمی‌باشد. باید دقت شود که قسمت‌های مختلف قالب‌ها به نحوی جذب و جفت شود تا از تراوش شیره سیمان و آب به بیرون از قالب جلوگیری به عمل آید. قالب نیم‌لوله‌ها باید به طریقی ساخته شود که کلیه سطوح آن (بالأخص سطوح داخلی و آن قسمت از سطوح خارجی که در محل تکیه‌گاه‌ها قرار داشته و بر روی زین قرار می‌گیرد) کاملاً صاف و عاری از هرگونه ناهمواری و انحراف نسبت به منحنی تئوریک باشد. این شرط باید در مورد سطوح داخلی زین‌ها نیز مؤکداً لحاظ گردد.

قبل از ریختن بتن در هر قالب، سطوح داخلی قالب باید با روغن یا رنگ تجارتی که مورد تأیید دستگاه نظارت است و مانع چسبیدن بتن به سطوح داخلی قالب گردد، آغشته شود. در هنگام بتن‌ریزی در قالب‌ها، سطوح آن‌ها باید عاری از هرگونه زائده از بتن و یا سایر مواد خارجی باشد. قالب‌های قطعات پیش‌ساخته بایستی طوری تعبیه شوند که خطای ابعاد قطعات ساخته‌شده، در هر مورد، از مقادیر مجاز تجاوز ننماید (شکل ۲-۷).

شکل (۲- ۷): قالب استفاده‌شده در کانالت

۲-۶ واشرهای آب‌بندی و تکیه‌گاهی نیم‌لوله‌ها

کانال‌های نیم‌لوله بتنی به‌صورت قطعاتی جداگانه به طول ۵ متر (۴,۹۹ متر) ساخته می‌شود سپس به‌وسیله زین پیش‌ساخته بر روی پایه‌ها قرارگرفته و تشکیل کانال هوایی را می‌دهند. هر قطعه نیم‌لوله در دو انتهای خود به‌وسیله واشرهایی که علاوه بر نقش تکیه‌گاه، وظیفه آب‌بندی را نیز به عهده‌دارند، بر روی زین قرار می‌گیرد. (شکل ۲-۸).

شکل (۲- ۸): واشرهای آب‌بندی و تکیه‌گاهی نیم‌لوله‌ها

واشـــرهای مذکور فضـــای بین منحنی داخلی زین و منحنی خارجی انتهای نیم‌لوله‌ها را پر می‌نماید. بین انتهای دو قطعه نیم‌لوله که در دو دهانه مجاور قرارگرفته‌اند و بر روی زین مشترک قرار دارند، درزی ایجاد می‌گردد که مقدار آن برای نیم‌لوله‌های ۵ متری به‌طور متوسط یک ســانتی‌متر (حداقل ۰/۵ و حداکثر ۱/۵ ســانتی‌متر) می‌باشــد. درز و واشــرهای آب‌بندی و تکیه‌گاهی نیم‌لوله‌ها باید شرایط کلی زیر را دارا باشد.

الف- آب‌بندی در محل زین را به‌طور کامل تأمین نماید؛

ب- ازنظر هیدرولیکی تأثیر نامطلوبی در جریان یکنواخت داخل کانال ایجاد ننماید؛

ج- دارای دوام زیاد بوده و در طول زمان خراب نشود؛
د- از انتقال تنش بین دو قطعه مجاور جلوگیری به عمل آورد؛
هـ - پهنای درز را در حد مقادیر فوق‌الذکر در وسط عرض زین تأمین نماید؛

واشر آب‌بندی باید بتواند فضای پیش‌بینی‌شده بین منحنی خارجی نیم‌لوله و منحنی داخلی زین مربوطه را کاملاً پر نماید و ضمن تحمل نیروهای ناشی از وزن کانالت و آب درون کانال (در حالت پر)، آب‌بندی و شـــرایط کلی دیگری را که ذکر شـــد، تأمین نماید. قطر واشـــرها برای تیپ‌های مختلف نیم‌لوله در حالت فشـــردگی (پس از قرارگیری کانالت)، باید به‌صـــورت جدول (۲-۹) باشد.

واشر آب‌بندی باید امکان نصب آسان و ساده و تعمیرات سریع نیم‌لوله‌ها را داشته باشد و پیاده کردن و تعمیرات هر قطعه از نیم‌لوله‌های نصب‌شده را بدون ایجاد اشکال و تأثیر نامناسب بر ســـایر قطعات فراهم آورد. همچنین بتواند انحرافات جزئی در نیم‌لوله، زین و پایه را جبران نموده و تغییر امتداد افقی دو قطعه نسبت به یکدیگر را تا حداکثر ۱ درجه تأمین نماید.

جدول (۲-۹): فاصله بین سطح خارجی نیم‌لوله و سطح داخلی زین (میلی‌متر)

تیپ نیم‌لوله	در پایین	در لبه‌ها
۷۰ تا ۱۸۰	۷	۷
۲۰۰ تا ۲۸۰	۸	۸
۳۱۵ تا ۳۵۰	۹	۹
۴۰۰ تا ۶۰۰	۱۰	۱۰
۷۰۰ تا ۱۰۰۰	۱۳	۱۰

واشرهای آب‌بندی نباید مستهلک شده و با گذشت زمان و با توجه به شرایط محلی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خود را در اثر فشار، آب، حرارت، نور، گردوخاک و هوا از دست بدهد. واشرها باید عاری از مواد سمی معدنی باشد و نباید بر روی ویژگی‌های کلی آب اثر بگذارد. هر واشر در تمام طول خود باید یکنواخت و عاری از حباب‌های هوا و سوراخ‌های قابل‌رؤیت باشد.

۲-۶-۱ انواع واشرها

پیمانکار می‌تواند با توجه به خواص کلی که واشرها باید داشته باشند، بر اساس نوع مواد و مصالح موجود با رعایت شرایط فنی و اقتصادی، یکی از مصالح زیر را جهت آب‌بندی و تکیه‌گاه نیم‌لوله‌ها، انتخاب کند و پس از انجام آزمایش‌های کنترلی و تأیید دستگاه نظارت نسبت به مصرف آن اقدام نماید.

- لوله لاستیکی
- طناب لاستیکی (مقطع دایره‌ای توپر)
- طناب کنفی قیراندود
- طناب آزبستی قیراندود
- نواری از انواع مواد پلاستیکی غیر روان

به دلیل دسترسی بیشتر و سهولت اجرا معمولاً از لوله لاستیکی با قطرهای ۱۴،۱۲،۱۰ و ۱۶ میلی‌متر استفاده می‌شود. به‌عنوان نمونه در یکی از پروژه‌های شبکه فرعی برای کانالت تیپ ۴۵۰ از لوله لاستیکی به‌اصطلاح ۱۶*۳ استفاده شده (۳ میلی‌متر قطر داخلی و ۱۶ میلی‌متر قطر بیرونی لوله) و آب‌بندی کانالت‌ها توسط این واشر به‌خوبی تأمین‌شده است.

پس از نصب واشرهای لاستیکی باید درز بین دو نیم‌لوله و فضای خالی بین منحنی خارجی نیم‌لوله و منحنی داخلی زین که در حدفاصل بین محل استقرار واشر و انتهای نیم‌لوله قرار می‌گیرد، با استفاده از بتونه مخصوص (همانند ماستیک) و متناسب با شرایط محلی (بر طبق استاندارد ASTM –D1850 یا ASTM –D1190) اندود گردد تا از نشست آب کاملاً جلوگیری کند و یکنواختی هیدرولیکی را نیز تأمین نماید.

مشخصات واشرهای لاستیکی

در صورت استفاده از واشرهای لاستیکی جهت آب‌بندی و تکیه‌گاه نیم‌لوله، باید جنس آن‌ها دارای مشخصات و ویژگی‌های جدول زیر باشد.

جدول (۲- ۱۰): مشخصات واشر لاستیکی

نوع مشخصات	نام استاندارد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران)	حدود مجاز پذیرش	تغییرات مجاز در مقاومت به کهنگی و فرسودگی
درجه سختی	روش اندازه‌گیری سختی لاستیک ولگانیزه (استاندارد شماره ۶۵۴)	۵۰IRHD	$^{+8}_{-0}$ درجه بین‌المللی (IRHD)
مقاومت کششی	اندازه‌گیری استحکام کششی لاستیک‌های ولگانیزه (استاندارد شماره ۷۶۴)	$\geq ۱۲۵ kg/cm^2$	± 25درصد مقاومت اولیه
ازدیاد طول در نقطه پارگی	اندازه‌گیری استحکام کششی لاستیک‌های ولگانیزه (استاندارد شماره ۷۶۴)	$\geq 350\%$	$^{+10}_{-25}$ درجه بین‌المللی
مقاومت به فشردگی	ویژگی‌ها و روش آزمون واشرهای لاستیکی برای آب‌بندی لوله‌های آب (استاندارد شماره ۱۹۸۸)	$t=23^oC, \leq 10\%$ $t=70^oC, \leq 20\%$	
ازدیاد حجم	روش‌های نمونه‌برداری و آزمون لوله‌های لاستیکی (استاندارد شماره ۱۶۵۰)	با غوطه‌وری در آب ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶۸ ساعت باید $\geq ۸٪$	
مقاومت به کهنگی و فرسودگی	مطابق استانداردهای ۶۵۴ و ۷۶۴	مطابق ستون آخر همین جدول	

نمونه‌برداری و آزمایش

پیمانکار باید قبل از تهیه واشرهای موردنیاز، نوع و مشخصات آن را به تأیید دستگاه نظارت برساند. جهت تأیید واشرهای مصرفی لازم است با توجه به جنس آن‌ها، آزمایش‌های مندرج در جدول (۲-۱۰) انجام گیرد. دستگاه نظارت می‌تواند جهت تأیید مشخصات واشر مبادرت به آزمایش عملی در کارگاه نماید. در این صورت پیمانکار باید طبق نظر دستگاه نظارت با استفاده از واشرهای آب‌بندی چند عدد نیم‌لوله را بر روی زین سوار نموده و با مسدود نمودن دو انتهای نیم‌لوله‌های طرفین، آن‌ها را کاملاً پر از آب نماید. د ستگاه نظارت، در صورتی‌که وا شر آب‌بندی

فضای مابین سطح داخلی زین و سطح خارجی تکیه‌گاه نیم‌لوله را پر نموده باشد و هیچ‌گونه نشتی در محل درزها پس از ۲۴ ساعت مشاهده ننماید، می‌تواند نوع واشر را ازنظر آب‌بندی مورد تأیید قرار دهد.

تعداد واشرهای مورد آزمایش برای ۲۵۰ عدد واشر و کسری از آن که جهت یک تیپ معین نیم‌لوله مصرف می‌شود باید حداقل یک عدد باشد. چنانچه نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام شده بر روی نمونه یک دسته ۲۵۰ عددی پذیرفته نشود، از آن دسته باید دو نمونه دیگر به‌طور تصادفی انتخاب شده و مجدداً تحت آزمایش قرار گیرند. اگر نتایج آزمایش‌های مجدد نیز منفی باشد واشرهای آن دسته با مشخصات موردنیاز تطبیق نداشته و باید مردود شده و به‌هیچ‌وجه از آن‌ها استفاده نشود. واشرهایی که نوع، جنس و مشخصات آن‌ها مورد تأیید دستگاه نظارت قرارگرفته است باید در دسته‌های جداگانه‌ای که بر روی هر یک از آن‌ها مشخصات کامل شامل قطر، طول، نام سازنده، تاریخ تولید، علامت تجارتی، علامت اختصاری ماده لاستیکی ذکرشده، به کارگاه حمل شود. بسته‌بندی واشرها باید به نحوی باشد که در موقع حمل هیچ‌گونه آسیب و تغییر شکلی به واشرها وارد نیاید. واشرها پس از ورود به کارگاه باید در محل مناسب با تأیید دستگاه نظارت، نگهداری شود و به‌هرحال اگر هرگونه تردیدی در شرایط نگهداری واشرها وجود داشته باشد آن‌ها باید دوباره مورد آزمون قرار گیرند.

۲-۷ مواد آب‌بندکننده درز

هدف از آب‌بندی درزها، جلوگیری از انتقال تنش از یک نیم‌لوله به نیم‌لوله مجاور (در اثر انبساط ناشی از تغییر درجه حرارت)، ایجاد یکنواختی هیدرولیکی در محل درز، جلوگیری از نشت آب ناشی از نقص ساخت، نصب و فرسودگی واشر (به دلیل گذشت زمان) و ممانعت از رویش گیاهان در محل درزها می‌باشد. تجارب گذشته نشان داده است که از میان انواع مواد آب‌بند، مواد پلیمری (ماستیک) جهت درز بندی کانالت‌ها مناسب‌تر می‌باشند. این مواد عموماً بر پایه رزین، قیر و لاستیک بوده که توسط کارخانه‌های مختلف ساخته و آماده مصرف می‌شوند. ماستیک در برابر حملات شیمیایی و عوامل جوی مقاوم بوده، چسبندگی خوب داشته و در صورت سفت شدن با حمام آب گرم ۶۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد به کارپذیری مناسب می‌رسد و به‌وسیله کاردک و یا دست درون درز قرار می‌گیرد. ماستیک ها بسته به نوع اجرا به دو نوع ماستیک های

سرد اجرا و ماستیک های گرم اجرا تقسیم می‌شود که تفاوت آن‌ها مربوط به درجه حرارت اجرای مواد در زمان اعمال می‌باشد و برای آب‌بندی کانالت‌ها توصیه می‌شود که از ماستیک سرد اجرا استفاده گردد. شرایطی که جهت استفاده از مواد آب‌بند و پر کردن آن‌ها لازم است مورد توجه قرار گیرد به این شرح است.

- تمیز نمودن داخل درزها و خالی نمودن آن‌ها؛
- کاربرد مواد مناسب آب‌بند مطابق شرایط آب و هوایی محل کاربرد؛
- انجام عملیات آب‌بندی در فصل مناسب و در ساعاتی که درجه حرارت بین ۱۰ تا حداکثر ۴۰ درجه سانتی‌گراد باشد؛
- شستشو و خشک نمودن محل درز به‌منظور تضمین چسبندگی؛
- پرکردن قسمت عمده درز توسط پرکننده‌های ارزان‌قیمت و از نوع قابل‌انعطاف از قبیل پلاستوفوم، (توصیه می‌شود مقطعی از درز که توسط مواد آب‌بند پر می‌شود به نحوی باشد که عمق درز از عرض آن کمتر باشد. قابل‌توجه آنکه حداکثر عرض درز در کانالت‌ها ۱,۵ سانتیمتر می‌باشد)؛
- انجام عملیات روی سطوح شیب‌دار به‌طور ممتد و از پایین به بالا؛
- اطمینان از یکنواختی مواد پرکننده در محل درزها و عدم ایجاد فضای خالی و حباب هوا؛
- بسترسازی برای اجرای مواد آب‌بند با استفاده از مواد آستری توصیه‌شده توسط کارخانه سازنده؛
- رعایت مسائل ایمنی و آیین‌نامه‌های بهداشتی-ایمنی و جلوگیری از تماس با پوست و چشم؛
- رعایت مسائل حمل‌ونقل، نگهداری در محل خشک طبق دستورالعمل شرکت سازنده.

۲-۸ اسناد کنترل کیفی

در جدول (۲-۱۱) اسناد و مدارک کنترل کیفی ساخت کانالت و متعلقات آن به‌صورت خلاصه آمده است. مطابق این جدول لازم است مدارک موردنیاز با حضور دستگاه نظارت تهیه، تنظیم و تأییدشده و به همراه قطعات وارده به منطقه طرح ضمیمه شوند.

جدول (۲- ۱۱): اسناد و مدارک کنترل کیفی مصالح ساخت کانالت و متعلقات

ردیف	شرح ردیف	معیار کنترل
۱	مدارک مربوط به تائید آزمایشگاه	
۲	اسناد و مدارک کنترل کیفی مواد و مصالح مصرفی در تولید کانالت و متعلقات	
۲-۱	بررسی و تطبیق نتایج آزمایش سیمان	طبق مشخصات فنی به ازای هر ۲۵۰ تن سیمان تحویلی از هر کارخانه (بند ۲-۱-۱)
۲-۲	بررسی و تطبیق نوع سیمان با نتایج آزمایش‌های آب‌وخاک	طبق مشخصات فنی به ازای هر نوع آب مصرفی (جدول ۲-۱)
۲-۳	بررسی و تطبیق نتایج آزمایش‌های مصالح سنگی (شن و ماسه)	طبق مشخصات فنی به ازای هر نوع معدن مورداستفاده (جداول ۲-۲ و ۲-۳)
۲-۴	بررسی و تطبیق نتایج آزمایش آب	طبق مشخصات فنی به ازای هر نوع آب مصرفی (جدول ۲-۴)
۲-۵	بررسی و تطبیق نتایج آزمایش‌های مواد مضاف مصرفی	طبق مشخصات فنی به ازای هر نوع مواد مضاف مصرفی (بند ۲-۱-۴)
۲-۶	بررسی و تطبیق طرح اختلاط بتن مصرفی با طرح اختلاط بتن تأییدشده	طبق مشخصات فنی به ازای هر نوع آب، سیمان و مصالح مصرفی (بند ۲-۱-۶)
۲-۷	بررسی و تطبیق نتایج آزمایش‌های مقاومت ۷ روزه و ۲۸ روزه بتن	طبق مشخصات فنی به ازای هر ۲۵ مترمکعب بتن مصرفی جهت تولید کانالت و متعلقات (جدول ۲-۵)
۲-۸	بررسی و تطبیق نتایج آزمایش‌های میلگرد	طبق مشخصات فنی به ازای هر پنج تن میلگرد مصرفی برای هر نوع میلگرد در کانالت و متعلقات (جدول ۲-۸)
۲-۹	بررسی و تطبیق نتایج آزمایش‌های شبکه‌های جوش شده (مش)	مقاومت کششی و خم‌پذیری به ازای هر پنج تن میلگرد مصرفی در کانالت و متعلقات طبق مشخصات فنی (بند ۲-۲-۳)
۲-۱۰	بررسی و تطبیق نتایج آزمایش‌های شبکه‌های جوش شده (مش)	مقاومت برشی جوش، ابعاد شبکه، وزن شبکه، قطر میلگرد به ازای هر ۱۰۰۰ عدد شبکه طبق مشخصات فنی (بند ۲-۲-۳)

فصل سوم

ساخت و کنترل کیفیت قطعات پیش‌ساخته

۴-۱ نیم‌لوله‌های بتن مسلح

۴-۱-۱ روش ساخت

کانال‌های نیم‌لوله بتن مسلح دارای مقطع نیم‌دایره و یا نیم‌بیضی می‌باشند که به سه حالت بتن مسلح، پیش تنیده و یا سانتریفیوژ و در طول‌های ۵ متر (از نوع بتن مسلح) و ۷ متری (از نوع پیش تنیده) تولید می‌شوند. کانال‌های پیش‌ساخته از تیپ T70 تا تیپ ۱۰۰۰ T و در ۲۱ تیپ ارائه شده‌اند که اعداد سمت راست "T " بیانگر حجم آب عبوری در آن تیپ در واحد زمان بر حسب لیتر و سرعت جریانی برابر یک متر بر ثانیه می‌باشد. در مقطع نیم بیضی قطر کوتاه به‌صورت افقی و قطر بلند در امتداد قائم می‌باشد. نسبت قطر کوتاه (2b) به قطر بلندتر (2a) از ۰/۴ تا ۰/۹ برای کانال‌های تیپ ۷۰ تا ۶۰۰ متغیر می‌باشد و از تیپ ۷۰۰ به بالا نسبت مذکور برابر ۱ شده و بنابراین مقطع داخلی کانال تبدیل به نیم‌دایره می‌شود. قالب نیم‌لوله‌ها از نوع فلزی بوده و ضخامت پوسته کلیه تیپ‌ها در لبه‌های کانال ۵ سانتی‌متر و ضخامت آن‌ها در کف برای تیپ‌های ۷۰ تا ۴۵۰ برابر ۶ سانتی‌متر و برای تیپ‌های ۵۲۰ تا ۱۰۰۰ از ۶/۵ تا ۸ سانتی‌متر متغیر می‌باشد.

طول اسمی نیم‌لوله‌ها ۵ متر و طول مفید آن‌ها ۴/۹۹ متر می‌باشد تا بتوان بین دو نیم‌لوله مجاور که بر روی پی پایه قرار می‌گیرند ۱ سانتی‌متر درز انبساط در نظر گرفت؛ بنابراین فاصله مرکز تا مرکز دو پایه مجاور ۵ متر خواهد بود. حداقل درز انبساط ۰,۵ سانتی‌متر و حداکثر مقدار آن برابر ۱,۵ سانتی‌متر می‌باشد. برای این‌که در موقع ساخت، قطعات نیم‌لوله به راحتی از قالب آن جدا شود، دیواره‌های کانال در لبه‌ها مقداری نسبت به ابعاد اسمی (قطر کوتاه) بازتر شده‌اند.

این مقادیر (که با پارامتر n بر روی نقشه‌ها نشان داده شده است) برای کانال‌های تیپ ۷۰ تا ۲۸۰ برابر ۵ میلی‌متر از هر طرف، برای تیپ‌های ۳۱۵ تا ۶۰۰ برابر ۷ میلی‌متر از هر طرف و برای تیپ‌های ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر ۱۰ میلی‌متر از هر طرف می‌باشد.

مشخصات کلی ۳ تیپ رایج کانال نیم‌لوله بتن مسلح (تیپ‌های ۲۳۰،۳۱۵ و ۴۵۰) به همراه متعلقات آن‌ها شامل مقاطع عرضی تیپ، ابعاد هندسی، نوع بتن، میلگرد مصرفی و مقادیر پوشش بتن بر روی میلگردها و برخی از جزئیات قالب‌بندی و آرماتوربندی در بخش پیوست نشان داده شده است. به‌منظور کنترل ابعاد مقطع تیپ‌های پیش‌بینی‌شده در هر پروژه و سهولت اجرا باید شابلون مقطع کانال با مقیاس $\frac{1}{1}$ توسط پیمانکار تهیه و قطعات تولید شده توسط آن‌ها کنترل گردد. ضخامت پوسته کانال به هیچ‌وجه نبایستی کمتر از مقادیر مشخص‌شده در نقشه‌ها باشد. کلیه سطوح جداره‌های نیم‌لوله‌ها بالاخص جدار داخلی آن باید کاملاً صاف بوده و فاقد هرگونه زبری و ناصافی باشد. ضریب زبری عامل بسیار مهمی در تولید نیم‌لوله‌ها است و در آزمایش مربوط به تعیین زبری که توسط فرمول مانینگ تعیین می‌شود، نباید از ۰/۰۱۲ تجاوز نماید.

به‌طور خلاصه تولید نیم‌لوله‌ها شامل عملیات تهیه قالب‌های فلزی، تهیه شبکه‌های جوش شده و خم نمودن آن‌ها، روغن‌کاری سطوح داخلی قالب در تماس با بتن، نصب شبکه‌های خم شده بر روی قالب زیرین، نصب قالب رویی، تهیه بتن، ریختن بتن داخل قالب و مرتعش نمودن آن، صافکاری و پوشش سطح آزاد بتن، عمل آوردن سریع بتن جهت تسریع در گیرش اولیه نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته، باز کردن قالب، غوطه‌ور نمودن نیم‌لوله‌ها در استخر آب، خارج نمودن از استخر و انبار نمودن آن‌ها در محل دپوی مربوطه، آب‌پاشی مداوم و انجام آزمایش‌های کنترل کیفیت قبل از خروج از کارگاه جهت نصب می‌باشد که متوالیاً باید انجام گیرد.

در ابتدا سطوح قالب کانالت روغنکاری می‌شود (شکل ۳-۱) و شبکه میلگرد پیش‌ساخته که توسط دستگاه نورد (شکل ۳-۲) خم شده، بر روی قالب قرار داده می‌شود و جهت رعایتا مقدار پوشش موردنیاز بتن بر روی میلگردها به‌وسیله فاصله انداز[1] در محل خود تنظیم و تثبیت می‌گردد به‌نحوی‌که در اثر بتن‌ریزی و مرتعش نمودن آن به هیچ‌وجه تکان نخورد. سپس قالب بیرونی بر روی شبکه میلگرد بسته شده و با کمک ریل به سمت محل بتن‌ریزی هدایت می‌شود. (شکل ۳-۳).

1- SPACER

شکل (۳-۱): روغنکاری قالب بیرونی کانالت

شکل (۳-۲): دستگاه نورد شبکه میلگرد پیش جوش

شکل (۳-۳): آرایش فاصله انداز ها بر روی شبکه قبل از بستن قالب بیرونی

بتن ساخته‌شده توسط دستگاه بچینگ به درون جام حمل بتن ریخته شده و جهت بتن‌ریزی به سمت قالب هدایت می‌گردد. سرعت بتن‌ریزی در داخل قالب‌ها باید یکنواخت و تدریجی و در لایه‌های افقی به نحوی انجام گیرد که حباب‌های هوا به راحتی از بتن خارج شوند. بتن ریخته شده در داخل قالب‌ها باید به‌طور پیوسته انجام شود و با مرتعش نمودن به‌وسیله میز ویبره، متراکم گردد. عمل ویبراسیون از ابتدا تا انتهای بتن‌ریزی ادامه داشته سپس قطعه جهت عمل‌آوری با بخار آب به محل موردنظر هدایت می‌گردد (شکل ۳-۴). پس از طی فرایند عمل‌آوری با بخار آب قالب به آرامی و بدون زدن ضربه و یا وارد آوردن فشار (تا به بتن تازه ریخته شده صدمه وارد نشود) باز شده و کانالت تولید شده توسط جرثقیل حمل و درون استخر قرار می‌گیرد (شکل ۳-۵). بتنی که به این ترتیب از قالب جدا می‌شود باید کاملاً متراکم، بدون نقص و مطابق مشخصات فنی و ابعاد اسمی موردنظر باشد.

بر روی کلیه قطعات پیش‌ساخته باید شماره تیپ، تاریخ تولید، همچنین شماره ردیف قطعه تولید شده حک شود به‌طوری که به راحتی قابل‌رؤیت باشد و نتوان آن را پاک نمود یا از بین برد. شایان ذکر است که هر کارخانه به طور متوسط قادر است در یک شیفت کاری ۱۵۰ متر کانالت را تولید نماید.

شکل (۳-۴): عمل‌آوری بتن با بخار آب

شکل (۳-۵): باز کردن قالب کانالت و هدایت آن به سمت استخر با کمک ریل

۴-۱-۲ نگهداری قطعات پیش‌ساخته

نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته پس از خروج از استخر آب و سایر قطعات بعد از جدا شدن از قالب در مکان مناسبی که جهت دپو در محوطه کارگاه پیش‌بینی‌شده، نگهداری می‌شوند و حداقل در

طول هفت روز اول با توجه به شرایط محیطی، به نحو مناسبی آبپاشی می‌گردند. محل دپوی قطعات باید کاملاً صاف، مسطح، متراکم و فاقد هرگونه عوارض یا آلودگی باشد و وسعت آن برای نگهداری کلیه قطعات تولید شده، کافی باشد. درصد سولفات موجود در بستر خاکی محل دپوی قطعات با توجه به نوع سیمان مصرفی، نباید از مقادیر مندرج در جدول (۲-۱) تجاوز نماید. بعلاوه محل نگهداری و انبار نمودن قطعات نباید آبگیر باشد و به‌هیچ‌وجه آب‌های جاری اطراف و یا آب باران نباید در اطراف قطعات پیش‌ساخته جمع گردد. قطعات مختلف هر کدام باید به‌طور جداگانه و به ترتیب شماره تولید، نگهداری شوند به‌نحوی‌که در هر زمان امکان دسترسی به هر نوع قطعه تولید شده موجود در کارگاه میسر باشد و بارگیری و حمل قطعات بتواند به سهولت و به ترتیب زمان ساخت آن‌ها انجام شود.

هنگام دپوی نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته، باید هر کدام بر روی ۲ بالشتک چوبی یا بتنی مناسب قرار گیرد. محل قرار گرفتن بالشتک‌های مذکور در مورد نیم‌لوله‌های ۵ متری باید به فاصله ۸۰ سانتی‌متر از دو سر نیم‌لوله باشد. انبار نمودن تا ۵ نیم‌لوله، برای تیپ‌های کوچک‌تر از ۳۱۵ و تا ۳ نیم‌لوله، برای تیپ‌های بزرگتر، به روی هم مجاز است مشروط بر این‌که کلیه بالشتک‌های هر سمت نیم‌لوله، کاملاً در یک امتداد قائم قرارگرفته و نیم‌لوله‌ها با یکدیگر هیچ‌گونه نقطه تماسی نداشته باشند. در این حالت سطح زیرین بالشتک‌های نیم‌لوله‌های ردیف دوم به بالا باید قوسی شکل بوده و دقیقاً با منحنی داخلی همان تیپ نیم‌لوله در کف منطبق باشد.

بلند نمودن یا بارگیری نیم‌لوله‌ها در کلیه مراحل ساخت، نگهداری، حمل و نصب باید توسط جرثقیل با ظرفیت مناسب و با تأیید دستگاه نظارت انجام گیرد. جهت بلند نمودن نیم‌لوله‌ها باید از قاب‌های فلزی مناسب که به‌صورت افقی در بالای نیم‌لوله قرار می‌گیرد (به اصطلاح شاهین) استفاده شود. در هر سمت شاهین دو قلاب وجود دارد که هریک از کمربندهای نگهدارنده نیم‌لوله از آن‌ها آویزان می‌گردد. فاصله قرار گرفتن کمربندهای مذکور باید از دو سر نیم‌لوله در کلیه مراحل عملیات ۸۰ سانتی‌متر باشد تا در موقع قرار گرفتن کمربندها به دور سطح خارجی نیم‌لوله و بلند نمودن نیم‌لوله هیچگونه نیروی افقی که تمایل به کاهش عرض دهانه کانال دارد، به نیم‌لوله وارد نشود. (شکل ۳-۶).

شکل (۳-۶): بارگیری کانالت و عدم رعایت فاصله کمربندها از لبه

۳-۱-۴ بارگیری و حمل

کلیه قطعات باید در پایان دوره عمل آوردن و پس از تأیید توسط دستگاه نظارت، مطابق نوبت تولید، جهت نصب به محل احداث کانال‌های آبیاری پیش‌ساخته منتقل شوند.

بارگیری نیم‌لوله‌ها توسط جرثقیل باید با سرعت بسیار آهسته و یکنواخت انجام گردد. کفشک‌ها، پایه و زین‌های پیش‌ساخته باید قبلاً طبق مشخصات نقشه‌های اجرایی به محل نصب، حمل و در طول مسیر ریسه شوند اما نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته باید وقتی به محل نصب حمل گردند که حفر پی، نصب کفشک‌ها، پایه‌ها و زین کاملاً انجام‌شده و واشرهای آب‌بندی طبق مشخصات تهیه شده باشند و بدین لحاظ بتوان مستقیماً نیم‌لوله را در محل خود قرار داده و از باراندازی و بارگیری مجدد آن جلوگیری کرد. درصورتی‌که در موقع حمل نیم‌لوله به محل نصب شرایط مذکور فراهم نباشد و پیمانکار مجبور به ریسه نمودن نیم‌لوله در مجاور طول مسیر کانال گردد، باید نیم‌لوله‌ها توسط بالشتک‌های چوبی یا بتنی طبق مشخصات ذکر شده در بند قبل روی زمین قرار داده شوند.

کامیون یا تریلرهایی که جهت حمل نیم‌لوله‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند باید مجهز به بالشتک‌های چوبی یا لاستیکی و وسایل نگهدارنده مناسب بوده بطوری که فواصل بالشتک‌ها از دو سر نیم‌لوله ۸۰ سانتی‌متر باشد. نیم‌لوله‌ها و وسایل نگهدارنده آن‌ها در موقع حمل باید به‌طور کاملاً محکم در جای خود تثبیت گردند و به‌هیچ‌وجه نباید در اثر تکان‌های وارده و یا وجود دست‌انداز در مسیر از جای خود تکان بخورند. حمل کلیه قطعات با سرعت آهسته و یکنواخت و با پیش‌بینی‌های لازم باید انجام گیرد تا هیچ‌گونه آسیبی به آن‌ها وارد نشود. (شکل ۳-۷).

شکل (۳-۷): بارگیری و حمل کانالت به‌وسیله شاهین

۴-۱-۴ کنترل کیفیت

علاوه بر آزمایشاتی که بر روی مصالح بکار برده شده در تولید نیم‌لوله‌ها انجام می‌شود (که در فصل دوم به آن‌ها اشاره شد)، آزمایش‌های زیر نیز بر روی قطعات ساخته‌شده جهت کنترل کیفی آن‌ها انجام می‌گردد.

آزمایش خمش طولی

از هر توده ۲۵۰ عددی نیم‌لوله پیش‌ساخته که ازنظر تیپ، مشخصات و شرایط تولید با هم مشابه باشند، توسط دستگاه نظارت یک قطعه انتخاب شده و به شرح زیر مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

نیم‌لوله انتخابی به همراه ۲ نیم‌لوله دیگر بر روی چهارعدد پایه به نحوی قرار می‌گیرند که تشکیل یک کانال هوایی سه دهانه را داده و قطعه تحت آزمایش در دهانه وسط قرارگرفته باشد. نیم‌لوله‌ها به‌وسیله واشر آب‌بند، بر روی پایه‌ها تکیه داده شده و به این وسیله باید آب‌بندی گردند. سپس به دو سر نیم‌لوله وسطی، در دو نقطه به فاصله $\frac{1}{3}$ طول آن، دو نیروی متمرکز جداگانه وارد می‌گردد. نیروی مذکور به نحوی تعیین می‌شود که در زمان آزمایش مجموع گشتاور خمشی ایجادشده در وسط طول نیم‌لوله میانی ۱/۷ برابر گشتاور خمشی در بحرانی‌ترین موقع بهره‌برداری از آن باشد. بتدریج همه کانالت‌ها پر از آب شده و نمونه تحت آزمایش در همین حالت به مدت سه ساعت نگه داشته می‌شود (شکل ۳-۸). در پایان آزمایش هیچ‌گونه درز، ترک، شکستگی، خیز محسوس و یا هرگونه نشتی نباید مشاهده گردد.

چنانچه نتیجه آزمایش مورد قبول واقع نشود و نیم‌لوله تحت آزمایش دارای کیفیت خواسته شده نباشد، باید نیم‌لوله‌های موجود در آن توده را به گروه‌های ۱۰ عددی تقسیم نموده، سپس آزمایش مذکور بر روی یک نمونه انتخابی از هر گروه انجام شود. هنگامی در این آزمایش مورد تأیید واقع می‌گردد که نتیجه آزمایش مثبت بوده و مورد قبول دستگاه نظارت واقع شود در غیر این صورت آن گروه مردود اعلام گردیده و نباید مورد مصرف قرار گیرد. چنانچه بیش از ۲۵ درصد از نمونه‌های انتخابی از گروه‌های ده عددی غیرقابل‌قبول باشند تمام آن توده مردود بوده و نباید مورداستفاده قرار گیرند. مقادیر نیروهای متمرکز که جهت انجام این آزمایش باید بکار برده می‌شود برای هر تیپ در جدول (۳-۱) درج گردیده است. در آزمایش خمش طولی، جهت این‌که تدریجاً گشتاور خمشی به مقدار حداکثر خود برسد می‌توان ابتدا نیروهای متمرکز را اعمال نموده سپس به‌طور آهسته داخل کانال را پر از آب کرد.

جدول (۳-۱): مقادیر نیروهای متمرکز عمودی جهت انجام آزمایش خمش طولی نیم‌لوله‌های ۵ متری

تیپ کانال	نیرو (کیلوگرم)	تیپ کانال	نیرو (کیلوگرم)	تیپ کانال	نیرو (کیلوگرم)
۷۰	۲۴۵	۲۰۰	۵۰۰	۴۵۰	۹۱۸

تیپ کانال	نیرو (کیلوگرم)	تیپ کانال	نیرو (کیلوگرم)	تیپ کانال	نیرو (کیلوگرم)
۸۰	۲۶۶	۲۳۰	۵۵۷	۵۲۰	۱۰۴۵
۱۰۰	۳۰۸	۲۵۰	۵۸۹	۶۰۰	۱۱۹۲
۱۲۰	۳۴۸	۲۸۰	۶۳۹	۷۰۰	۱۳۵۵
۱۳۵	۳۸۶	۳۱۵	۶۹۷	۸۰۰	۱۵۱۷
۱۵۰	۴۱۵	۳۵۰	۷۵۷	۹۰۰	۱۷۱۶
۱۸۰	۴۶۷	۴۰۰	۸۳۸	۱۰۰۰	۱۸۷۴

شکل (۳-۸): آزمایش خمش طولی

آزمایش خمش عرضی

از هر توده ۵۰۰ عددی نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته که ازنظر تیپ، مشخصات و شرایط تولید با هم مشابه باشند توسط دستگاه نظارت یک قطعه انتخاب شده و به شرح زیر مورد آزمایش قرار می‌گیرد. با نظر دستگاه نظارت، قطعه‌ای به درازای یک متر از طول نیم‌لوله و از قسمت میانی

آن، به قسمی بریده می‌شود که مقاطع دو سر آن کاملاً بر محور نیم‌لوله عمود باشد. سپس آن را روی بستر مسطح قرار داده به‌نحوی‌که کل کف تخت آن بر روی بستر مذکور قرار گیرد و دو نیروی افقی مساوی و مختلف‌الجهت، عمود بر محور طولی نیم‌لوله و در جهتی که تمایل به باز کردن عرض بالای نیم‌لوله (افزایش قطر کوتاه) داشته باشد در تمام طول لبه‌های قطعه تحت آزمایش وارد گردد. (شکل ۳-۹). مقدار نیروهای مذکور به نحوی تعیین می‌شود که تنش کششی ناشی از خمش در هنگام آزمایش، در کف مقطع، ۱/۷ برابر تنش کششی ناشی از خمش در بحرانی‌ترین موقع بهره‌برداری (هنگامی که نیم‌لوله پر از آب است) باشد. نمونه مورد آزمایش به مدت سه ساعت تحت نیروهای مذکور قرار داده می‌شود، در پایان زمان مذکور هیچ‌گونه درز، ترک، شکاف یا شکستگی نباید در نمونه ایجاد شود. چنانچه نتیجه آزمایش فوق‌الذکر مورد قبول واقع نگردد و نمونه تحت اثر بار آزمایش صدمه ببیند، باید نیم‌لوله‌های موجود در آن توده را به گروه‌های ۲۰ عددی تقسیم نموده سپس آزمایش مذکور بر روی نمونه انتخابی از هر گروه انجام شود. هر گروه هنگامی در آزمایش خمش عرضی مورد تأیید قرار می‌گیرد که نتیجه آزمایش بر روی نمونه انتخابی آن گروه مورد قبول دستگاه نظارت واقع شود. در غیر این صورت آن گروه مردود اعلام گردیده و نباید مورد مصرف قرار گیرد و درصورتی‌که بیش از ۲۵ درصد از نمونه‌های انتخابی از گروه‌های ۲۰ عددی غیرقابل‌قبول باشند تمام آن توده مردود خواهد بود و نباید از آن‌ها استفاده شود. مقادیر نیروهای افقی که جهت آزمایش خمش عرضی باید بر لبه‌های نیم‌لوله وارد شوند برای هر تیپ نیم‌لوله به شرح مندرج در جدول (۳-۲) می‌باشد.

آزمایش‌های خمش طولی و خمش عرضی باید در پایان دوره نگهداری و قبل از خروج قطعات از کارگاه انجام گیرد و سن نیم‌لوله در زمان آزمایش نبایستی از ۲۸ روز کمتر باشد مگر این که با تأیید دستگاه نظارت (باتوجه به روش عمل آوردن قطعات با بخار آب)، سن نیم‌لوله که مقاومت آن به حد مقاومت مشخصه (۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) می‌رسد، به‌طور دقیق معین شده باشد. در این صورت می‌توان آزمایش‌های مذکور رادر این سن انجام داد.

جدول (۳-۲): مقادیر نیروهای افقی جهت انجام آزمایش خمش عرضی (برحسب کیلوگرم)

تیپ کانال	نیرو (کیلوگرم)	تیپ کانال	نیرو (کیلوگرم)	تیپ کانال	نیرو (کیلوگرم)
۷۰	۳۰	۲۰۰	۶۸	۴۵۰	۷۰
۸۰	۳۴	۲۳۰	۷۶	۵۲۰	۵۹

۱۰۰	۴۲	۲۵۰	۷۳	۶۰۰	۵۲
۱۲۰	۵۰	۲۸۰	۷۵	۷۰۰	۳۹
۱۳۵	۵۶	۳۱۵	۷۷	۸۰۰	۴۷
۱۵۰	۶۲	۳۵۰	۷۸	۹۰۰	۵۸
۱۸۰	۶۸	۴۰۰	۷۷	۱۰۰۰	۶۵

شکل (۳-۹): آزمایش خمش عرضی و کنترل نمونه

آزمایش زبری جدار

سطوح داخلی نیم‌لوله‌های تازه تولید شده که از کارگاه تولیدی جهت نصب خارج می‌گردد باید صاف، نرم و بدون عیب و به میزان معقولی عاری از فرورفتگی‌های ناشی از حباب‌های هوا باشد، به‌نحوی‌که در آزمایش‌های کنترل کیفیت، ضریب زبری مربوط به فرمول مانینگ از ۰/۰۱۲ تجاوز ننماید. آزمایش زبری جدار ماهانه بر روی گروه مشتمل بر ۱۲ عدد نیم‌لوله از هر تیپ صورت می‌گیرد که به‌طور اتفاقی توسط دستگاه نظارت انتخاب و با شیب معین، به‌منظور عبور

جریان یکنواخت آب در یک امتداد قرار داده می‌شود. مراحل انجام آزمایش زبری جدار به شرح ذیل می‌باشد:

الف: برقراری جریان یکنواخت

در تعیین دبی طراحی، عمق آب در جریان‌های یکنواخت برابر عمق نرمال در نظر گرفته می‌شود. در این شرایط شیب کف کانال و شیب سطح آب و شیب خط انرژی با هم موازی و مساوی می‌باشند. در شرایط بهره‌برداری و به‌منظور تأمین هد کافی، بخصوص در کانال‌های اصلی معمولاً تراز آب توسط مأمورین توزیع آب در حد عمق نرمال نگهداری می‌شود تا مشکلی برای آبگیری کانال‌های تغذیه شونده بوجود نیاید. در این وضعیت نمی‌توان از شیب کف برای این کانال‌ها استفاده کرد، بلکه لازم است تا در عملیات صحرایی و همزمان با اندازه‌گیری سرعت، شیب سطح آب را به‌وسیله عملیات نقشه‌برداری محاسبه نمود و آن را در فرمول مانینگ قرار داد. در عملیات صحرایی برای اطمینان از ایجاد جریان یکنواخت، باید محلی برای اندازه‌گیری جریان در نظر گرفته شود که در فاصله زیادی از محل آبگیری قرار داشته و مسیر آن مستقیم بوده و قبل و بعد از آن قوس نباشد. در مسیر جریان نباید هیچ‌گونه دریچه، آبگیر، سیفون و موارد مشابهی وجود داشته باشد تا بر روند جریان تأثیر نگذاشته و در آن جریان یکنواخت بر قرار شود.

ب: اندازه‌گیری شیب کانال و شیب سطح آب

شیب کانال با استفاده از دوربین نقشه‌برداری " نیوو" تعیین می‌شود. برای این منظور فاصله‌ای در حدود ۶۰ متر بالای محل اندازه‌گیری مشخصات جریان، در نظر گرفته شده و در بازه‌های پنج متری رقوم کف کانال تعیین می‌گردد، سپس توسط آن شیب کف به دست می‌آید. برای اندازه‌گیری شیب سطح آب و بررسی ایجاد جریان یکنواخت، در مکان‌هایی که رقوم کف آن‌ها با استفاده از دوربین نقشه‌برداری نیوو تعیین شده، اقدام به اندازه‌گیری عمق آب می‌نمایند (شکل ۳-۱۰). آنگاه با داشتن عمق آب و رقوم کف کانال، به ترتیب رقوم سطح آب و شیب سطح آب تعیین می‌گردد.

شکل (۳-۱۰): تعیین شیب کف توسط دوربین نیوو

ج: اندازه‌گیری عمق جریان

برای اندازه‌گیری عمق جریان می‌توان از پوینت گیج[۱] استفاده نمود که قابلیت جابجایی در عرض سطح آب و اندازه‌گیری اعماق مختلف آب در مقطع عرضی را داشته باشد (شکل ۳-۱۱).

۱- Point Gauge

شکل (۳-۱۱): اندازه‌گیری عمق جریان با استفاده از پوینت گیج

د: اندازه‌گیری سرعت جریان

برای اندازه‌گیری سرعت جریان در مجاری روباز، وسایل و روش‌های مختلفی وجود دارد. یکی از وسایلی که مقدار سرعت آب را با دقت قابل قبولی اندازه‌گیری می‌کند، دستگاه پروانه آبی یا مولینه می‌باشد (شکل ۳-۱۲). با تقسیم سطح مقطع جریان و تعیین سرعت در هر یک از مقاطع، سرعت متوسط جریان به دست آمده و در نهایت ضریب زبری n از رابطه (۳-۱) تعیین می‌شود.

$$n = R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \Big/ V \qquad (۳-۱)$$

معادله ضریب زبری مانینگ به عوامل مختلفی نظیر زبری جدار کانال، نامنظمی سطح مقطع جریان، وضعیت مسیر، رسوب گذاری و فرسایش در کانال، عمق و شدت جریان در کانال، اندازه و شکل سطح مقطع جریان، علف‌های هرز و موانع موجود در مسیرجریان بستگی دارد.

شکل (۳-۱۲): اندازه‌گیری سرعت جریان با استفاده از مولینه

در حالاتی که مقطع نیم‌لوله کاملاً پر از آب بوده و یا ارتفاع آزاد بالای سطح آب پنج سانتی‌متر باشد و ضریب زبری به‌دست‌آمده از آزمایش‌ها بر اساس فرمول مانینگ از ۰/۰۱۲ تجاوز نماید، کلیه نیم‌لوله‌های تیپ تحت آزمایش قرارگرفته که در آن ماه تولید شده‌اند، غیرقابل‌قبول می‌باشند. در این حالت با تأیید دستگاه نظارت می‌توان کلیه نیم‌لوله‌های تولید شده در آن ماه را به توده‌های ۲۰۰ عددی تقسیم و مجدداً آزمایش مذکور را بر روی آن‌ها انجام داد. هر توده هنگامی ازنظر زبری جدار مورد تأیید قرار می‌گیرد که ضریب زبری به‌دست‌آمده از آزمایش به طریق فوق در حد مجاز باشد. در غیر این صورت تمام نیم‌لوله‌های موجود در آن توده مردود بوده و قابل‌استفاده نمی‌باشند. چنانچه بیش از ۲۵ درصد از نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش روی توده‌های ۲۰۰ عددی غیرقابل‌قبول باشند، تمام تولیدات آن ماه مردود خواهند بود.

۴-۱-۵ رواداری ساخت

نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته باید کاملاً مطابق مشخصات و اندازه‌های نقشه‌های اجرایی ساخته شود و دقت کافی به عمل آید تا ابعاد و اندازه‌های نهایی قطعات تولیده شده تفاوتی با مقادیر مندرج در نقشه‌ها نداشته باشد. به‌هرحال حداکثر اختلاف بین ابعاد و اندازه‌های قطعات تولید شده با مقادیر اسمی (مندرج در نقشه‌ها) نباید از مقادیر زیر تجاوز نماید.

- طول نیم‌لوله ۵+ میلی‌متر
- دهانه نیم‌لوله $\frac{1}{200}$ اندازه اسمی
- ضخامت پوسته ۰/۰۵ + مقادیر اسمی
- انحراف افقی نسبت به امتداد محور ۵+ میلی‌متر

همچنین میلگردهای به کار رفته در شبکه جوش شده نباید بیش از هفت میلی‌متر از محل واقعی خود طبق نقشه جابجا شوند و پوشش بتن بر روی میلگردهای عرضی در لبه کانال نباید از ۲۰ میلی‌متر و در کف کانال از ۳۰ میلی‌متر کمتر باشد. حداکثر انحراف مجاز در سطوح داخلی و خارجی نیم‌لوله در ۱۰ سانتی‌متر انتهایی آن‌ها که در مجاورت درز روی پایه قرار می‌گیرند،۲ میلی‌متر است. پایین‌ترین خط زیر نیم‌لوله‌ها در طول آن، پس از نصب بر روی پایه، نباید در هیچ نقطه‌ای دارای خیز بیش از پنج میلی‌متر باشد.

۲-۴ زین

زین‌ها (بالشتک‌ها) به‌عنوان تکیه‌گاه نیم‌لوله‌های پیش‌ساخته عمل نموده و علاوه بر آن وظیفه تأمین درز انبساط بین نیم‌لوله‌های دو دهانه مجاور و آب‌بند آن‌ها در محل پایه را نیز به عهده دارند. منحنی داخلی زین‌ها به نحوی طراحی شده است که فاصله‌ای بین سطح خارجی تکیه‌گاه نیم‌لوله و سطح داخلی زین ایجاد شود تا محل جاگذاری واشرهای آب‌بندی تأمین گردد. از موارد مهمی که در ساخت زین‌های تکیه‌گاهی باید رعایت شود، صاف بودن سطح داخلی زین می‌باشد، زیرا در غیر این‌صورت آب‌بندی نیم‌لوله‌ها تأمین نخواهد شد؛ بنابراین لازم است پیمانکار در زمان تولید قطعات دقت کافی را به عمل آورد بطوری که منحنی داخلی زین، با رعایت فاصله مورد لزوم تا زیر سطح خارجی تکیه‌گاه نیم‌لوله، کاملاً از منحنی خارجی نیم‌لوله تبعیت نماید و سطح به وجود آمده کاملاً صاف و بدون هیچ‌گونه زبری، خلل و فرج، برآمدگی و یا تورفتگی باشد. در صورت وجود هر گونه حفره حتماً باید نسبت به ترمیم سطح قبل از نصب اقدام شود. تولید زین‌های پیش‌ساخته شامل عملیات تهیه قالب فلزی، تهیه میلگرد، بریدن، خم کردن و جوش دادن آن‌ها، نصب قفسه میلگرد در داخل قالب، تهیه و نصب لوله‌های لازم جهت اتصال زین به پایه، تهیه بتن، ریختن بتن داخل قالب و مرتعش نمودن آن، صافکاری سطح آزاد بتن، عمل آوردن زین بتنی به‌وسیله بخار آب (در صورت ضرورت باز کردن سریع قالب)، باز کردن قالب، آبپاشی به‌طور مداوم در طول مدت حداقل ده روز و انبار نمودن آن‌ها در محل دپوی مربوطه می‌باشد که باید بترتیب انجام شود.

میلگردهای مصرفی باید طبق مشخصات مندرج در نقشه‌های اجرایی بریده شده و خم شوند. سپس با جوشکاری به روش مقاومت الکتریکی یا قوس الکتریکی (با تأیید کارخانه تولیدکننده میلگرد) به‌صورت قفسه در آیند. قفسه‌های میلگرد پس از آن‌که مطابق مشخصات نقشه‌های اجرایی تهیه گردید، داخل قالب فلزی زین قرار داده شود و به‌وسیله فاصله انداز ها، با رعایت مقادیر پوشش موردنیاز بتن بر روی میلگرد (پوشش بتن بر روی میلگردهای خاموت در لبه‌های قوس داخلی ۲۰ میلی‌متر، در کف قوس داخلی ۳۰ میلی‌متر و در سایر قسمت‌ها ۲۰ میلی‌متر می‌باشد)، در محل خود تنظیم و تثبیت گردد به‌نحوی‌که در اثر بتن‌ریزی و مرتعش نمودن آن به‌هیچ‌وجه از جای خود تکان نخورد.

روش ساخت و بتن‌ریزی زین‌ها معمولاً به طریق افقی (بتن‌ریزی از طریق یکی از سطوح جانبی زین) انجام‌شده و در نهایت پس از ویبره نمودن بتن، سطح موردنظر ماله کشی می‌شود. زمانی که قالب قطعات باز می‌گردد باید بتن جهت بلند کردن و جابجایی مقاومت کافی داشته باشد (شکل ۳-۱۴) و در موقع باز کردن قالب هیچ‌گونه صدمه‌ای نباید به قطعه بتنی وارد شود.

شکل (۳-۱۴): قالب ساخت و بتن‌ریزی زین‌ها

آزمایش خمشی طولی نیم‌لوله‌ها که جهت تأیید کیفیت آن‌ها انجام می‌شود عاملی برای کنترل و تأیید کیفیت زین‌هایی است که در آن آزمایش مورداستفاده قرار می‌گیرند؛ بنابراین در انجام آزمایش مذکور با روشی که در مورد انتخاب نمونه آزمایشی نیم‌لوله ذکر شد، با تأیید دستگاه نظارت، بایستی زین‌های مورداستفاده در آزمایش انتخاب و مورد کنترل قرار گیرند. شرایط رد یا مقبولیت زین‌ها نیز مطابق نیم‌لوله در آزمایش مذکور می‌باشد. به‌هرحال چنانچه در موقع نصب قطعات و یا شروع بهره‌برداری از شبکه، نواقصی در قطعات زین به واسطه عدم رعایت مشخصات فنی، ابعاد هندسی و یا تأمین آب‌بندی مشاهده شود، پیمانکار باید نسبت به تعویض آن‌ها با قطعات مناسب اقدام نماید.

مقدار انحراف مجاز در ابعاد هندسی زین‌های پیش‌ساخته (به جز سطح داخلی زین که هیچ‌گونه انحرافی از مقادیر مشخص‌شده نباید داشته باشد) حداکثر برابر پنج درصد مقادیر اسمی بوده و نباید از پنج میلی‌متر تجاوز نماید. مقدار انحراف مجاز در فاصله میلگردها نیز پنج درصد مقادیر اسمی است.

۳-۴ پایه‌های بتن مسلح

پایه بتن مسلح جهت تأمین ارتفاع موردنیاز کانال نیم‌لوله مطابق خط پروژه و انتقال نیروهای ناشی از آب، نیم‌لوله و زین به پی مورداستفاده قرار می‌گیرد. پایهٔ نیم‌لوله‌های تیپ ۷۰ تا ۱۵۰، برای ارتفاع ۲۵ تا ۱۵۰ سانتی‌متر و پایهٔ نیم‌لوله‌های تیپ ۱۸۰ تا ۱۰۰۰، برای ارتفاع ۲۵ تا ۲۰۰ سانتی‌متر طراحی شده است. تغییرات ارتفاع پایه‌ها برابر ۲۵ سانتی‌متر می‌باشد. جهت تحمل نیروهای وارده و انتقال آن‌ها به پی در حد تنش مجاز خاک، ستون‌های هرپایه، در صفحه پایه، شیب‌دار در نظر گرفته می‌شود. مقدار شیب جانبی برای کلیه ارتفاعات در هر گروه ثابت می‌باشد. به این ترتیب با مشخص بودن عرض بالای پایه و شیب جانبی، عرض قاعده پایه در هر ارتفاعی تعیین می‌گردد.

پایه‌های با ارتفاع ۲۵ و ۵۰ سانتی‌متر به شکل U (بدون تیر در بالا) و پایه‌های بلندتر به‌صورت قاب بسته می‌باشد. عملیات تولید پایه‌های پیش‌ساخته شامل تهیه قالب فلزی، تهیه میلگرد، بریدن، خم کردن و جوش دادن آن‌ها، نصب قفسه‌های میلگرد در داخل قالب و جوش دادن نقاط تقاطع آن‌ها، تهیه و نصب لوله‌های لازم جهت اتصال پایه به زین، تهیه بتن، ریختن بتن داخل قالب و مرتعش نمودن آن، صافکاری سطح آزاد بتن، عمل آوردن پایه بتنی به‌وسیله بخار آب (در صورت ضرورت بازکردن سریع قالب برای استفاده بیشتر از آن)، باز کردن قالب، آبپاشی مداوم به مدت حداقل ده روز و انبار نمودن آن‌ها در محل دپوی مربوطه می‌باشد.

میلگردهای طولی اضلاع پایه‌ها از نوع AIII و خاموت آن‌ها از نوع AI است. میلگردهای مصرفی در هر یک از اضلاع پایه‌ها پس از آن‌که مطابق مشخصات نقشه‌های اجرایی بریده و خم شد، به‌وسیله فاصله انداز، با رعایت مقدار پوشش بتن بر روی میلگرد (پوشش بتن بر روی میلگردهای خاموت در تمام سطوح ۲۰ میلی‌متر است)، در محل خود تنظیم و تثبیت می‌گردند. سپس محل‌های تلاقی میلگردها در همه گوشه‌ها (۶ گره در هر یک از دو گوشه پایه‌های U

شکل و هشت گره در هر یک از چهار گوشه پایه‌های قابی شکل) باید به‌وسیله جوش به هم متصل شوند. پایه‌های پیش‌ساخته در موقع تولید به‌صورت افقی (خوابیده) بتن‌ریزی و ساخته می‌شوند و در کلیه سطوح آن به استثنای سطح بالایی که بتن‌ریزی از آن‌جا انجام می‌گردد، باید از قالب فلزی استفاده شود. قالب‌ها باید دارای استحکام و قدرت کافی جهت تحمل فشار بتن در موقع ریختن و مرتعش نمودن باشند. هنگام باز کردن قالب نباید هیچ‌گونه صدمه‌ای به قطعه بتنی وارد آید و باید بتن مقاومت کافی را جهت جابجایی کسب کرده باشد. حداکثر انحراف مجاز در ابعاد و آرماتوربندی پایه‌ها ۵ میلی‌متر نسبت به ابعاد اسمی است.

جهت اتصال زین به پایه، باید سوراخ و یا لوله‌هایی با قطر داخلی ۱۸ میلی‌متر، طبق اندازه‌های مندرج در نقشه‌ها، در قسمت بالای ستون‌ها پیش‌بینی گردد. این لوله‌ها باید دقیقاً در امتداد لوله‌هایی که در زیر زین همان تیپ کانال پیش‌بینی‌شده، قرار گیرد (شکل ۳-۱۵).

شکل (۳-۱۵): قالب و آرماتورگذاری پایه با ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر

۴-۴ کفشک‌های بتنی

کفشک‌ها وظیفه تأمین گیرداری پایه‌ها در قاعده و نیز انتقال نیروهای وارده از نیم‌لوله، زین و پایه را (در حد تنش مجاز خاک) به زمین بر عهده دارند. پی هر پایه از ترکیب تعدادی کفشک بتنی پیش‌ساخته تشکیل می‌گردد. تعداد و مشخصات کفشک‌های مورداستفاده بستگی به تیپ نیم‌لوله، ارتفاع پایه، عرض قاعده پایه و مقاومت مجاز خاک داشته و کلاً در سه دسته میانی، کناری و پیوسته تولید می‌شوند. عرض کفشک‌های طراحی شده برای پایهٔ کانال‌های نیم‌لوله پنج متری برابر ۶۰، ۷۰، یا ۸۰ سانتی‌متر می‌باشد. برای هر یک از عرض‌های مذکور دو نوع کفشک داخلی و دو نوع کفشک کناری در نظر گرفته شده است و اندازه کفشک‌های داخلی در جهت طول پی برابر ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر و اندازه کفشک‌های کناری در جهت طول پی ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد؛ بنابراین برای هر یک از عرض‌های مذکور چهار نوع کفشک وجود دارد. ترکیب بهینه کفشک‌ها برای پی کلیه پایه‌ها جهت مقاومت‌های مجاز ۱ و ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع قبلاً محاسبه و در بخش پیوست نشان شده است. چنانچه مقاومت مجاز خاک کمتر از ۰/۵ کیلوگرم برسانتی‌متر مربع باشد، دستگاه نظارت برای فونداسیون طرح خاصی باتوجه به مبانی طراحی و مشخصات خاک محل، تهیه و جهت اجرا به پیمانکار ابلاغ می‌نماید. در این حالت ممکن است از کفشک‌های یکپارچه (پیوسته) استفاده گردد (شکل ۳-۱۶). کفشک‌های داخلی با MK 1 و یا MK 2 و کفشک‌های کناری با EKN نشان داده می‌شوند که در آن‌ها K نشان‌دهنده عرض کفشک برحسب دسی‌متر و N طول کفشک برحسب دسی‌متر است؛ بنابراین علامت M62 نشان‌دهنده یک کفشک داخلی به عرض شش دسی‌متر (۶۰ سانتی‌متر) و طول دو دسی‌متر (۲۰ سانتی‌متر) می‌باشد. (منظور از طول، بعدی از کفشک می‌باشد که درجهت طول پی قرار می‌گیرد) و علامت E73 نشان‌دهنده یک کفشک کناری است که عرض آن هفت دسی‌متر (۷۰ سانتی‌متر) و طول آن سه دسی‌متر (۳۰ سانتی‌متر) می‌باشد. نمونه‌هایی از کفشک‌های میانی و نحوه چیدمان آن‌ها جهت حمل در شکل (۳-۱۷) نشان داده شده است.

نوع بتن مصرفی در کفشک‌ها B-250 بوده و مقاومت ۲۸ روزه آن بر روی نمونه‌های مکعبی به ابعاد ۲۰ سانتی‌متر نباید از ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع کمتر باشد. کفشک‌ها غیرمسلح بوده و باید توسط قالب‌های فلزی ساخته شوند. قالب‌ها باید دارای استحکام و قدرت کافی جهت تحمل فشار بتن در موقع ریختن و مرتعش نمودن آن باشند. هنگام باز کردن قالب نباید هیچ‌گونه

صدمه‌ای به قطعه بتنی وارد آید و بتن مقاومت کافی جهت جابجایی را کسب کرده باشد. مقدار انحراف مجاز در ابعاد کفشک‌های پی ۵ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

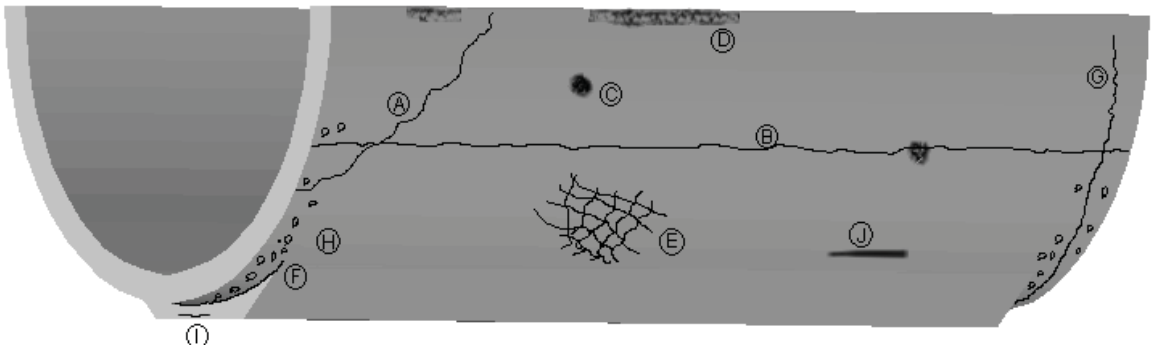
شکل (۳-۱۶): کفشک پیوسته

شکل (۳-۱۷): چیدمان کفشک‌های میانی جهت حمل با لیفتراک

۴-۵ کنترل کیفی کانالت و متعلقات

علی رغم همه تمهیدات، تجهیزات و تاسیساتی که در مراحل تولید، عمل‌آوری، نگهداری و حمل‌ونقل پیش بینی می‌گردد، در قطعات تولیدی نقایص و عیوبی مشاهده می‌گردد که در کوتاه مدت یا دراز مدت در مدیریت بهره‌برداری شبکه تأثیر نامطلوب می‌گذارد. با توجه به این که ظهور عیوب و ترک در کانالت‌ها اغلب در مرحله ساخت رخ می‌دهد می‌توان با دقت در انتخاب مصالح مناسب، ساخت بتن و اجرای بتن‌ریزی، انتخاب قالب صحیح و ساخته‌شده مطابق طراحی و با قرارگیری شبکه میلگرد در محل مناسب خود و مراقبت صحیح از آن، رعایت دقیق زمان بندی جهت عمل‌آوری بتن و دقت در حفظ دمای نگهداری مطابق ضوابط، عمل‌آوری صحیح و به‌موقع در استخر و مراقبت در حمل و انبار آن کلیه عیوب تأثیر گذار بر کانالت‌های پیش‌ساخته را بر طرف ساخت.

مهم‌ترین عیوب مشاهده شده در نمونه‌های بررسی شده از کارخانه‌های کانالت سازی به‌صورت خلاصه در شکل (۳-۱۸) نمایش داده شده است. در جدول (۳-۳) می‌توان نام، محل، عامل ایجاد عیوب و راه حل برطرف نمودن و قابلیت ترمیم هر کدام از آن‌ها را مشاهده نمود. لازم به ذکر است جهت پذیرش کانالت و متعلقات معیوب به‌طور کلی باید به انجام عملیات آب‌بندی با واشر، اثرات هیدرولیکی، پایداری و عمر مفید عضو توجه ویژه کرد.



شکل (۳-۱۸): عیوب متداول در کانال‌های پیش‌ساخته بتنی

جدول (۳-۳): عیوب متداول در کانالت، موقعیت، عامل ایجاد و راه حل

نوع عیب	علامت	معمول‌ترین موقعیت	عامل ایجاد	علاج و راه حل	غیرقابل قبول	قابل ترمیم
ترک قطری و شکستگی	A	گوشه‌ها	ضربه و عدم تطابق زین و کانالت	حمل مناسب، ساخت دقیق کانالت و زین مطابق نقشه		* (۱)
نشست خمیری	B	روی میلگردها	آب انداختگی زیاد بتن	کاهش تعرق بتن و موانع ایجاد رسوب	*	
حفره در سطح بتن	C	در سرتاسر جداره کانالت	سرعت زیاد بتن‌ریزی و ویبره نامناسب	چند لایه کردن بتن‌ریزی و ویبره مطابق ضوابط		*(۲)
کرمو شدن بتن	D	لبه‌های بیرونی کانالت	فرسودگی واشر قالب	تعویض واشر		*(۱)
ترک‌های موزائیکی	E	رویه بتن کانالت	آب زیاد بتن + پرسیمان بودن مخلوط	کاهش رطوبت		*(۲)
جمع شدگی خمیری	F	محل نشیمن گاه	بتن‌ریزی اضافه، عمل‌آوری ناصحیح	عمل‌آوری توسط بخار آب مطابق ضوابط		* (۲)
جمع شدگی خمیری	G	تکیه گاه کانالت	عمل‌آوری ناصحیح	عمل‌آوری توسط بخار آب مطابق ضوابط	*	
حفره در سطح بتن	H	تکیه گاه کانالت	گرفتگی لوله خروج هوا	باز کردن لوله، کاهش سرعت بتن‌ریزی		* (۲)
عدم تطابق اندازه‌ها	I	ضخامت، عرض و طول کانالت	قالب ناصحیح	تعویض قالب	*	
خوردگی آرماتورها	J	روی آرماتورها	کمبود پوشش	تنظیم فاصله اندازها		*(۲)

(۱) ترمیم عیب فقط در محدوده عمق آزاد کانالت قابل قبول می‌باشد.

(۲) ترمیم عیب به‌صورت پراکنده و محدود قابل قبول می‌باشد.

در جدول (۳-۴) اسناد و مدارک کنترل کیفی ساخت کانالت و متعلقات به‌صورت خلاصه آمده است. این اسناد و آزمایش‌های مربوط به مصالح باید با حضور دستگاه نظارت تهیه، تنظیم و تأیید شده و همراه با سایر کنترل‌های انجام‌شده (مطابق جدول ۳-۵) در اختیار دستگاه نظارت قرار گیرد.

جدول (۳-۴): اسناد و مدارک کنترل کیفی ساخت کانالت

ردیف	شرح ردیف	معیار کنترل
۱	بررسی و تطبیق نتایج آزمایشات خمشی طولی	طبق مشخصات فنی به ازای هر ۲۵۰ عدد تولید کانالت
۲	بررسی و تطبیق نتایج آزمایشات خمشی عرضی	طبق مشخصات فنی به ازای هر ۵۰۰ عدد تولید کانالت
۳	بررسی و تطبیق نتایج آزمایشات زبری جدار	طبق مشخصات فنی (بند ۴-۱-۳)
۴	رعایت مشخصات فنی در بارگیری و حمل قطعات	طبق مشخصات فنی (بند ۳-۱-۳)

جدول (۳-۵): خلاصه مراحل بررسی و کنترل کانالت و متعلقات

ردیف	شرح ردیف
۱	کنترل وضعیت ظاهری نیم‌لوله‌ها و متعلقات وارده به کارگاه (مسیرهای اجرایی)
۲	بررسی ترک‌های احتمالی طولی و عرضی در نیم‌لوله
۳	بررسی رعایت ابعاد نیم‌لوله با مشخصات فنی، با اعمال رواداری مربوطه
۴	بررسی بیرون زدگی میلگردها و یا شبکه‌های جوش شده در قطعات
۵	بررسی سایر عیوب احتمالی نیم‌لوله‌ها
۶	بررسی عیوب احتمالی در زین‌ها، پایه‌ها و کفشک‌ها
۷	رعایت ابعاد زین‌ها، پایه‌ها و کفشک‌ها با اندازه اسمی مندرج در نقشه‌ها
۸	بررسی و تطبیق نوع و تیپ نیم‌لوله‌ها و متعلقات وارده با نیازهای کاری
۹	کنترل وضعیت نگهداری و حمل قطعات پیش‌ساخته
۱۰	بررسی و مناسب بودن وضعیت ریسه کانالت‌ها و متعلقات در مسیرهای اجرایی
۱۱	رعایت مشخصات فنی در نگهداری قطعات

فصل چهارم

طراحی

۵-۱ مقدمه

اهداف نهایی یک شبکه آبیاری و زهکشی شامل انحراف آب و آبگیری به مقدار مناسب از منبع تأمین آب، انتقال آب و آب‌رسانی به محدوده شبکه آبیاری، توزیع آب تحویل داده‌شده به شبکه بین مزارع و نهایتاً تأمین به‌موقع و بهنگام آب موردنیاز گیاهان، حفاظت شبکه در مقابل خطرات ناشی از رواناب سطحی خارج شبکه، جمع‌آوری و خارج ساختن رواناب سطحی و مازاد آب آبیاری و زه‌آب های عمقی از محدوده توسعه ریشه و هدایت و تخلیه به اراضی خارج از محدوده شبکه با حداقل تلفات آب و زمین و با صرف حداقل هزینه سرمایه‌گذاری می‌باشد. در طراحی اجزاء مختلف شبکه آبیاری و زهکشی مانند پلان شبکه آبیاری و زهکشی، مسیر کانال‌ها و زهکش‌ها، هیدرولیک کانال‌ها، زهکش‌ها و سازه‌های وابسته به شبکه، تعاریف و ضوابط مشخصی جهت طراحی مدنظر قرار می‌گیرد. این ضوابط متکی به اصول فنی و اقتصادی و اجرایی منتج از مطالعات مصوب مرحله اول و دوم بوده که با توجه به خصوصیات منطقه و پروژه انتخاب می‌شود.

۵-۲ قطعه‌بندی و آرایش شبکه

۵-۲-۱ واحد عمرانی

اراضی شبکه آبیاری و زهکشی سطحی باهدف سهولت برنامه‌ریزی منابع آب اراضی کشاورزی، زمان‌بندی احداث شبکه و مدیریت بهره‌برداری مطابق شرایط توپوگرافی و موقعیت کانال‌های اصلی، فرعی، رودخانه‌ها، زهکش‌های اصلی و طبیعی به قسمت‌های مستقلی بنام "واحد عمرانی" تفکیک شده است که هرکدام از این نواحی مشتمل بر چندین واحد مزرعه است. معمولاً مساحت واحد عمرانی بین ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ هکتار انتخاب می‌شود.

۵-۲-۲ واحد زراعی یا بلوک آبیاری

به مجموعه چند واحد مزرعه که تحت پوشش یک کانال درجه ۲ قرار دارند و وسعت آن‌ها حدود ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ هکتار است، "واحد زارعی" گفته می‌شود. معمولاً در هر واحد زراعی الگوی کشت و تناوب زراعی به‌طور کامل اجرا می‌شود.

۵-۲-۳ واحد مزرعه

محدوده‌ای از اراضی تحت شبکه آبیاری به وسعت ۶۰ تا ۲۰۰ هکتار که توسط یک آبگیر مستقل (آبگیر مزرعه) از انهار مشروب می‌گردند را " مزرعه" می‌نامند. مزرعه خود به چند قطعه بنام "قطعه زراعی" تقسیم می‌گردد.

۵-۲-۴ قطعه زراعی[1]

قطعه زراعی، محدوده تحت پوشش یک نهر درجه ۴ به وسعت ۵ تا ۱۲ هکتار می‌باشد که کوچک‌ترین بخش شبکه آبیاری را تشکیل می‌دهد. نتایج تحقیقات مرادی و همکاران [۲۶] نشان می‌دهد سطح تحت پوشش کانال‌های درجه ۳ و ۴ بر چگونگی اجرا و بهره‌برداری از کانال اثری تعیین‌کننده داشته و قطعاتی با سطح ۵ تا ۷ هکتار کمترین مشکلات و بهترین بازدهی را داشته‌اند.

1- Field Block

۵-۲-۵ قطعه آبیاری

قطعه آبیاری کوچک‌ترین واحد آبیاری را تشکیل می‌دهد که شامل کرت، نوار و ... بوده و حدود ۱ تا ۱,۵ هکتار می‌باشد.

۵-۳ اجزاء شبکه آبیاری و زهکشی

شبکه آبیاری و زهکشی که تحت عناوین شبکه‌های اصلی و فرعی آبیاری و زهکشی معرفی شده شامل مجموعه‌ای از ساختمان‌های انحراف آب، تأسیسات آبگیری، تلمبه‌خانه، حوضچه رسوب‌گیر، خطوط انتقال آب، کانال‌ها، زهکش‌ها، خطوط لوله، تأسیسات و سازه‌های وابسته می‌باشد که وظیفه انتقال و توزیع آب از منابع آبی به مزارع و سپس قطعات زراعی داخل مزارع و نهایتاً پای گیاه را بر عهده دارند.

۵-۳-۱ کانال‌های اصلی و درجه ۱

کانال‌هایی که آب را به کانال‌های درجه‌دو و یا کانال‌های درجه‌یک انشعابی دیگر انتقال می‌دهند، کانال‌های درجه‌یک نامیده می‌شود. در بعضی موارد ممکن است آبگیری مستقیم برای مزارع از کانال‌های درجه‌یک نیز انجام شود. درصورتی‌که کانال درجه‌یک وظیفه انتقال آب به چند کانال درجه‌یک دیگر را برعهده داشته باشد برحسب مورد ممکن است به نام کانال اصلی نام‌گذاری شود. علامت مشخصه این کانال‌ها "M.C." می‌باشد.

۵-۳-۲ کانال‌های درجه ۲

کانال‌های درجه ۲ از کانال‌های درجه ۱ منشعب شده و آب موردنیاز اراضی یک محدوده زراعی را تأمین می‌کند که مساحت تحت پوشش آن معمولاً از حدود هزار هکتار بیشتر نمی‌باشد. این کانال‌ها در مسیر خود دارای آبگیرهایی هستند که تغذیه‌کننده شبکه فرعی (کانال‌های درجه ۳ و ۴) بوده و آب موردنیاز واحدهای مزرعه به مساحت ۶۰ تا ۲۰۰ هکتار را تأمین می‌کنند.

۵-۳-۳ کانال‌های درجه ۳[1]

به مجموع کانال‌های درجه ۳ و ۴ که از شبکه اصلی آبگیری کرده و آب را در داخل مزارع پخش می‌نمایند شبکه آبیاری مزارع گفته می‌شود. کانال درجه ۳ در ابتدا از آبگیر درجه ۳ شروع شده و آب تحویل‌شده به مزرعه را بین کانال‌های درجه ۴ و یا کانال‌های فرعی منشعب از کانال های درجه ۳ توزیع می‌نماید. آبگیرهای مزارع در طراحی‌ها به‌طور معمول به فاصله ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر و به‌صورت یک‌طرفه یا دوطرفه بسته به توپوگرافی و عوارض موجود ساخته می‌شوند. دبی این کانال‌ها به‌طور معمول مضربی گرد شده از مساحت مزارع تحت پوشش آن می‌باشد.

کانال‌های درجه ۳ معمولاً با مخفف " TC " نمایش داده می‌شوند. در نام‌گذاری شبکه کانال های درجه ۳، به انتهای نام کانال‌های درجه‌یک یا درجه‌دو مرتبط با اراضی، شماره آبگیر، حروف " TC" و سپس شماره کانال درجه ۳ اضافه می‌شود. مثلاً کانال LC2-TC1 معرف کانال درجه ۳ متصل به آبگیر شماره 2 از کانال LC می‌باشد.

۵-۳-۴ کانال‌های درجه ۴ یا نهرچه آبیاری[2]

کانال‌های درجه ۴، آب را از کانال‌های درجه ۳ تحویل گرفته و آب آبیاری را در سطح قطعه آبیاری توزیع می‌نماید. این نوع کانال معمولاً خاکی بوده و همه ساله ضمن آماده‌سازی زمین بازسازی می‌گردد. دبی این کانال‌های به‌طور معمول بین ۳۰ تا ۶۰ لیتر در ثانیه می‌باشد. کانال های درجه ۴ با شماره قطعات زراعی مربوطه معرفی می‌گردند و معمولاً با مخفف " QC" نمایش داده می‌شوند.

1- Tertiary Canal
2- Quartiary Canal

۵-۴ سازه‌های هیدرولیکی متداول شبکه فرعی آبیاری

مجموعه سازه‌هایی است که برای انتقال جریان، کنترل و تنظیم سطح آب، آبگیری و حفاظت شبکه به کار می‌رود، سازه‌های هیدرولیکی شبکه نامیده می‌شود. در طراحی شبکه آبیاری و زهکشی برای سهولت بهره‌برداری و ایمنی بیشتر شبکه و دقت نسبی در توزیع آب، سازه‌هایی منظور شده‌است که شامل آبگیر مزارع در تیپ‌های مختلف، پل ماشین‌رو، سیفون، حوضچه‌های زاویه‌ای، مقسم، کالورت، دراپ و غیره می‌باشند که در این بخش معرفی شوند.

۵-۴-۱ سازه اتصال کانال درجه ۳ به آبگیر شبکه اصلی[1]

جهت اتصال کانال‌های درجه ۳ به آبگیر کانال‌های درجه‌دو موجود در شبکه اصلی از این سازه استفاده می‌شود.

۵-۴-۲ حوضچه‌های تقسیم[2] و آبگیر مزارع[3]

در طراحی شبکه آبیاری از تیپ‌های مختلف مقسم بسته به‌موقعیت و شرایط قرارگیری مسیر کانال و قطعات آبیاری، موقعیت جاده سرویس و یک‌طرفه یا دوطرفه بودن آبگیری از کانال، استفاده می‌شود. مقسم می‌تواند دبی موجود را به نسبت معین تقسیم کند و ممکن است جهت آبگیری قطعات زراعی هم استفاده شود. آبگیرهای مزارع آب را از مقسم‌ها دریافت کرده و فقط جهت تحویل آب به قطعات زراعی استفاده می‌شود. جهت تنظیم، انحراف آب در این سازه‌ها می‌توان از دریچه‌های کشویی ساده برای قطعات آبیاری و یا از دریچه‌های کشویی فرمانی جهت کنترل و دقت بیشتر در تنظیم مقدار جریان عبوری استفاده کرد.

۵-۴-۳ سیفون معکوس[4]

سازه سیفون برای کانال‌های پیش‌ساخته معمولاً به‌صورت دو چاهک قائم با مقطع مربع یا دایره و یک لوله افقی است که چاهک‌ها را به هم وصل می‌کند. برای اجتناب از ایجاد جریان

1- Offtake
2- Division Box
3- Turnout
4- Inverted *Siphon*

متلاطم در ورودی سیفون، رقوم ارتفاعی لوله طوری در نظر گرفته می‌شود که حداقل به اندازه ۱,۵ برابر ارتفاع نظیر سرعت در لوله و حداقل ۱۵ سانتی‌متر مستغرق باشد. لازم به ذکر است که حداقل قطر لوله در سیفون‌ها (در طول مسیر) با توجه به افت آن‌ها و مسائل بهره‌برداری ۰,۶ متر پیشنهاد شده و برای تخلیه راحت‌تر مجرای لوله حداقل شیب افقی آن برابر ۰,۰۰۵ در نظر گرفته می‌شود. برای آبگیری قطعات زراعی می‌توان از لوله سیفون با قطر ۵۰ سانتی‌متر استفاده کرد.

۵-۴-۴ زیر گذر[1]

از این سازه در محل عبور کانال‌های آبیاری درجه ۳ و جاده دسترسی آن‌ها از روی نهرها و یا زهکش‌های درجه ۳ استفاده می‌شود تا امر بهره‌برداری و سهولت رفت‌وآمد در طرح را میسر سازد. در طراحی این سازه سعی می‌شود امتداد زیرگذر عمود بر مسیر کانال انتخاب شود تا طول سازه کوتاه‌تر و اجرای آن راحت‌تر شود.

۵-۴-۵ سازه سرریز[2] انتهایی

در انتهای کانال درجه ۳ به‌منظور حفاظت کانال و تخلیه آب‌های اضافی داخل کانال، سازه انتهایی پیش‌بینی می‌شود. در کانال‌های پیش‌ساخته این سازه معمولاً عبارت از یک شاخه کانال است که قدر پایین‌تر از شاخه‌های دیگر قرار دارد و از دو طرف آن به‌عنوان سرریز استفاده می‌شود. رقوم بالایی این شاخه به‌عنوان رقوم تاج سرریز به‌اندازه نصف تا دو سوم عمق آزاد کانال پایین‌تر قرار می‌گیرد. این کانالت در داخل حوضچه‌ای به 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.

این سازه شامل سرریز جانبی (برای تخلیه آب مازاد ناشی از بهره‌برداری نادرست و یا دلایل دیگر)، دریچه کشویی ساده (به‌منظور تخلیه آب مازاد و رسوبات داخل کانال) و معمولاً آبگیر مزرعه می‌باشد. دریچه این سازه معمولاً پایین تراز کف کانال تعبیه می‌گردد تا تخلیه رسوبات به سهولت انجام شود. طراحی هیدرولیکی سرریزهای جانبی با جریان آزاد انجام می‌شود و به‌منظور محاسبه طول سرریز از رابطه کلی سرریزها استفاده می‌گردد.

1- Culvert
2- Spillway

$$Q = CLH^{(\frac{3}{2})} \qquad (۱-۴)$$

که در آن:

C = ضریب سرریز که بسته به نوع سرریز و جریان آن انتخاب می‌گردد. مقدار این ضریب از ۱/۴ تا ۱/۶ متغیر می‌باشد و به‌طور متوسط ۱/۵ در نظر گرفته می‌شود.

H = ارتفاع تیغه آب روی سرریز (m) که حداقل ۵ سانتیمتر و حداکثر ۱۵ سانتیمتر می‌باشد.

L = طول سرریز (m)

Q = دبی سرریز (m3/s)

با توجه به این‌که کانال‌های درجه ۳ تا انتها با یک مقطع و دبی طراحی شده‌اند، این احتمال وجود دارد که کل دبی کانال در اثر عدم بهره‌برداری مناسب به انتهای کانال منتقل و سرریز گردد. لذا دبی طراحی سرریز انتهایی معادل دبی کانال درجه ۳ منظور می‌شود.

۵-۴-۶ حوضچه‌های زاویه‌ای[1]

در کانال‌های پیش‌ساخته به‌جای اجرای قوس‌های افقی در محل تغییر مسیر، معمولاً از حوضچه‌های زاویه‌ای استفاده می‌شود. این حوضچه‌ها به‌صورت استوانه یا شش‌ضلعی ساخته‌شده که زاویه انحراف آن برابر با زاویه تغییر مسیر کانال بوده و شاخه‌های کانال در دو طرف آن مستقر می‌شوند. با توجه به پیش‌ساخته بودن کانالت‌ها، چرخش زاویه‌ای کانالت‌ها نسبت به هم محدود و در حد یک درجه پیشنهاد شده است. معمولاً برای تغییر زاویه دو امتداد کانالت نسبت به یکدیگر در مواقعی که زاویه بیش از ۱۲ درجه باشد، از این حوضچه استفاده می‌شود و برای زوایای کمتر از ۱۲ درجه بین دو امتداد کانالت، از زین‌های زاویه‌ای استفاده می‌گردد.

۵-۴-۷ آب‌بند[2]

این سازه به‌منظور تأمین سطح آب لازم جهت آبگیری در داخل کانال‌ها احداث می‌گردد و طراحی آن به نحوی انجام می‌شود که حین عبور جریان‌های مختلف (بخصوص دبی حداقل

1-Angular basin
2- Check

کانال) آب را در سطح موردنیاز نگه دارد. این کار در کانالت‌ها معمولاً توسط دریچه احداث شده در مسیر صورت می‌پذیرد.

۵-۴-۸ آبشار[1]

در مسیرهای پرشیب که عبور کانال با شیب طبیعی زمین منجر به افزایش سرعت آب از حد مجاز و یا افزایش حجم عملیات خاکی می‌شود، از ابنیه آبشار جهت کاهش شیب کانال و زهکش استفاده می‌گردد.

1-*Drop*

۵-۵ طراحی سیمای شبکه آبیاری

پلان شبکه آبیاری و زهکشی با لحاظ داشتن عواملی به شرح زیر طرح می‌گردد و بر اساس مبانی و اصول فنی و با رعایت مشخصات خاص پروژه، طرح‌ریزی شبکه آبیاری صورت می‌گیرد.

۵-۵-۱ جانمایی شبکه آبیاری

در جانمایی و طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی که در مناطق مختلف، مطالعه، طراحی و اجرا می‌شوند، علاوه بر موارد مرتبط با فیزیوگرافی و عوامل طبیعی، باید ساختار سنتی بهره‌برداری از منابع آب‌وخاک در مناطق تحت پوشش کشت آبی و یا دیم، ارتباط جاده‌های دسترسی به کانال‌های درجه ۳، روستاها و جاده‌های دسترسی، به حداقل رساندن هزینه‌های اجرایی و بهره‌برداری، حدود مالکیت‌ها، حریم سازه‌ها و محدوده طرح‌های جامع و هادی روستاها، مورد توجه قرار گیرند. همچنین توجه به مسائل اجتماعی، نظام بهره‌برداری از آب و زمین، نحوه مشارکت کشاورزان در بهره‌برداری و نگهداری شبکه، یکپارچه‌سازی اراضی و حتی‌الامکان حفظ جهت‌های آبیاری موجود، توجه به رقوم تحویل آب در آبگیر مزارع، میزان جابجایی خاک در تسطیح قطعات زراعی و بافت خاک ضروری است.

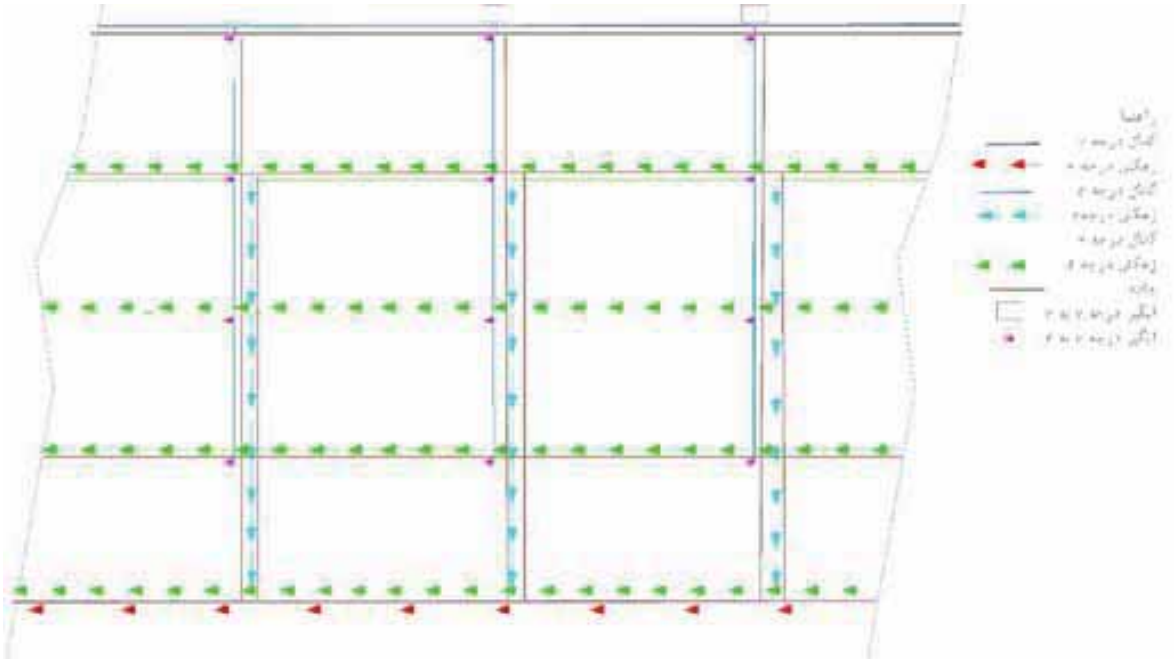
به‌طورکلی در طرح سیمای یک شبکه آبیاری و زهکشی، کانال‌ها در خط‌الرأس‌ها و یا در حد بالای قطعات و زهکش‌ها در خط‌القعرها و یا منتهی‌الیه قطعات مستقر می‌شوند و سعی بر این است که آب در بلندترین نقطه هر قطعه تحویل اراضی گردد و هزینه تسطیح اراضی به حداقل ممکن کاهش یابد. همچنین جهت منظم شدن شکل هندسی قطعات زراعی، غالباً کانال و زهکش درجه ۳ به موازات هم و عمود بر شبکه اصلی و انهار درجه ۴ تعیین می‌گردد. معمولاً با توجه به استفاده از قطعاتی با سطح ۵ تا ۱۰ هکتار، فاصله میان آبگیرها بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر و طول نهر درجه ۴ بین ۳۵۰ تا ۵۰۰ متر انتخاب می‌شود. نهر درجه ۴ به‌صورت خاکی و به شکل V ساخته‌شده و با عمق حداکثر ۰,۵ متر در طول قطعات زراعی و در بلندترین قطعه رقوم تسطیح، متناسب با شیب آن طراحی و اجرا شده و دبی آن ۳۰ تا ۶۰ لیتر در نظر گرفته می‌شود. در شکل (۴-۱) نمونه‌ای از پلان شبکه فرعی نشان داده شده است.

شکل (۴-۱): پلان شبکه فرعی

۵-۵-۲ جاده‌های سرویس، مشخصات و جانمایی آن در شبکه

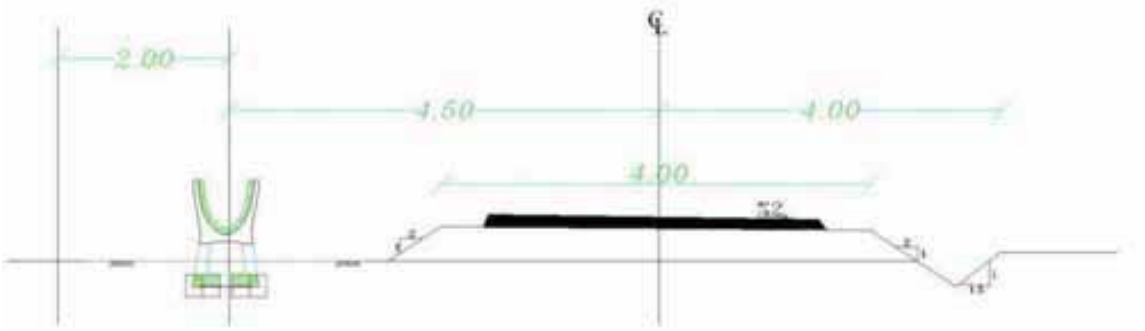
جاده‌های بین مزارع، جاده‌های سرویس و دسترسی در شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی به‌منظور سهولت در امر بهره‌برداری و نگهداری انهار و سازه‌های آبی و امکان دستیابی ماشین‌آلات کشاورزی از مزرعه به جاده‌های ارتباطی، همچنین حمل‌ونقل مردم و محصولات طراحی و اجرا می‌شوند.

جاده سرویس کانالت معمولاً به‌جز در مواقعی که کانال به شکل دوطرفه قطعات را آبیاری می‌کند، سمت مزرعه قرار نمی‌گیرد[۱۰]. این امر به دلیل مزایایی است که در مسائل بهره‌برداری، اتلاف اراضی، افت هیدرولیکی، احجام خاکریزی جاده، تعداد سازه‌ها، مشکلات اجتماعی و دسترسی به مزرعه نسبت به حالت دیگر وجود دارد. جاده‌های سرویس کانال‌های درجه ۳ در مجاورت آن‌ها احداث شده و توصیه می‌شود که دست کم در فواصل دو کیلومتر از دو طرف به جاده‌های مجاور کانال‌های درجه ۲ متصل شوند و شبکه‌های دو کیلومتر در دو کیلومتر به‌صورت حلقه پیوسته ایجاد نمایند. در شکل (۴-۲) به‌صورت خلاصه نحوه استقرار کانال‌ها، زهکش‌ها و جاده سرویس آن‌ها نشان داده شده است.



شکل (۴-۲): نحوه استقرار کانال‌ها، زهکش‌ها و جاده سرویس آن‌ها

در شکل (۴-۳) مشخصات و حریم جاده سرویس و کانالت نشان داده شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که حریم ۱,۵ تا ۲,۵ متر با توجه به تیپ کانال، وضعیت جاده و دیگر مسائل بهترین فاصله برای کانالت از جاده سرویس آن می‌باشد. همچنین عرض جاده سرویس[۱] کانال‌های درجه ۳ معادل ۴ متر پیشنهاد می‌شود که باید ۳/۵ متر آن به ضخامت ۰/۱۵ متر شن‌ریزی گردد. سطح این جاده نسبت به صفحات تسطیح قطعات زراعی مجاور باید طوری در نظر گرفته شود که حداقل دو لایه خاکریزی به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر لحاظ شده و سطح رویه جاده حداقل ۳۰ سانتی‌متر بالاتر از حداکثر رقوم صفحات تسطیح مجاور باشد.



شکل(۴-۳): حریم کانالت و جاده سرویس آن

جاده بین مزارع امکان دسترسی به دو قطعه زراعی مجاور را فراهم می‌کند و معمولاً به‌صورت یک‌درمیان ساخته می‌شود. عرض تمام شده این جاده ۳ متر و بدون شن‌ریزی بوده و با ارتفاع حداقل ۳۰ سانتی‌متر نسبت به زمین تسطیح شده بلندترین قطعه مجاور آن احداث می‌گردد. تراکم جاده‌های سرویس بین مزارع معادل ۸۵ درصد به روش پراکتور استاندارد و جاده‌های سرویس کانالت ۹۰ درصد و شن‌ریزی این جاده ۹۵ درصد به روش پروکتور استاندارد در نظر گرفته می‌شود.

۱-Service *Road*

۵-۶ ضوابط طراحی شبکه فرعی آبیاری

۵-۶-۱ تعیین ظرفیت مجاری درجه ۳

ظرفیت مجاری و آبگیرها به‌گونه‌ای محاسبه و برآورد می‌گردد که در دوره حداکثر مصرف برای الگوی کشت بتواند نیاز آبی اراضی تحت پوشش خود را تأمین نماید. بعلاوه از انعطاف‌پذیری مناسبی در بهره‌برداری برخوردار شود تا در زمان بهره‌برداری در صورت تغییر الگوی بهره‌برداری دچار مشکل نشود. ظرفیت طراحی برای یک کانال آبیاری به موارد زیر بستگی دارد:

- مقدار سطحی که باید آبیاری شود (وسعت اراضی)؛
- نوع محصولاتی که باید کشت گردد؛
- تناوب یا سیستم تقاضا برای دهانه آبگیر مزرعه؛
- تلفات آب به‌واسطه تبخیر و نفوذ؛
- راندمان مورد انتظار در توزیع آب برای محصولات کشاورزی.

ظرفیت طراحی کانال درجه ۳ وابسته به هیدرومدول آبیاری یا دبی ویژه می‌باشد و عبارت از مقدار آبی است که برای آبیاری یک هکتار (تک‌کشتی یا چند کشتی) در زمان معین موردنیاز است. هیدرومدول آبیاری در شرایط چند کشتی از فرمول زیر قابل‌محاسبه است:

$$q_d = \frac{(\sum_{i=1}^{n} A_i \times ET_{Ci}) \times 100}{D \times 864E \sum_{i=1}^{n} A_i} \qquad (۲-۴)$$

A_i= مساحت زیر کشت i ام (هکتار)

ET_{Ci} = نیاز آبیاری گیاه i ام (میلی‌متر در دوره موردنظر)

E = راندمان آبیاری (اعشاری)

D= دوره آبیاری (روز)

q_d =مدول آبیاری الگوی کشت (لیتر در ثانیه در هکتار)

به دلیل تغییرات الگوی کشت و تراکم زراعی توسط زارعین و یا عدم آشنایی آن‌ها با شیوه‌های صحیح آبیاری، احتمال کشت تک محصولی در تعدادی از مزارع، پایین بودن راندمان و ساعات آبیاری در شبانه روز در مقایسه با مقادیر پیش‌بینی‌شده و عوامل متعدد دیگر، در اکثر مواقع هیدرومدول پیش‌بینی‌شده کمتر از هیدرومدول واقعی می‌شود، بنابراین برای تصحیح آن از ضریبی با نام ضریب انعطاف پذیری استفاده می‌گردد که معمولاً برای اراضی ۲۰۰ هکتار و

کمتر (یک مزرعه) معادل ۱,۵ در نظر گرفته می‌شود. در نهایت ظرفیت کانال آبیاری از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$Q = q \times A \times I_{fc} \qquad (۳-۴)$$

Q =دبی کانال (لیتر بر ثانیه)

q=دبی ویژه (لیتر بر ثانیه بر هکتار)

A= سطح زیر پوشش (هکتار)

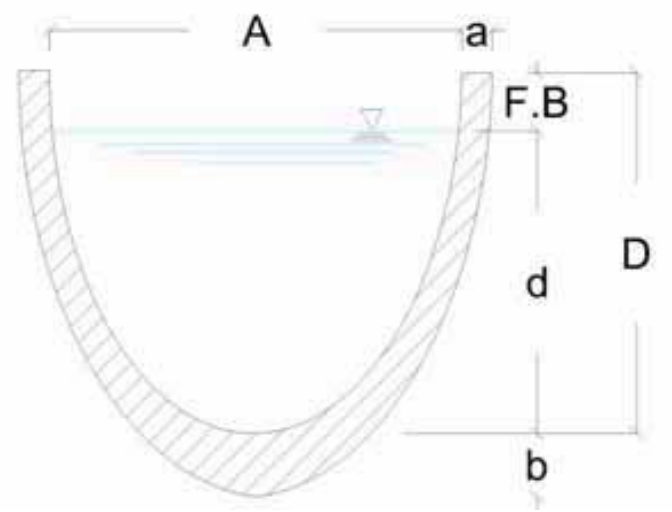
I_{fc}=ضریب انعطاف پذیری

۵-۶-۲ ضوابط طراحی کانال‌های بتنی پیش‌ساخته

شناخت پارامترها و عوامل مؤثر در طراحی کانال‌های بتنی پیش‌ساخته و بررسی‌های لازم در مورد اجزاء متشکله شبکه کانال‌ها امری است ضروری که می‌تواند راهنمای تعیین ضوابط و به کاربری مبانی موردنیاز در طراحی آن‌ها باشد. در ادامه انواع عوامل مؤثر در طراحی کانالت‌ها شرح داده می‌شود.

تیپ بندی و مشخصات کانالت‌ها

ازآنجا که در تولید این کانال‌ها باید از قالب‌های فلزی پیش‌ساخته استفاده شود امکان تولید مقاطعی با اندازه‌های مختلف وجود ندارد و بایستی اندازه مقاطع تیپ بندی شوند (شکل ۴-۴). نیم‌لوله‌های بتنی با مقطع نیم بیضی و نیم‌دایره در تیپ‌های $T70$ تا $T1000$ وجود داشته و در مجموع به ۲۱ تیپ تقسیم می‌شوند (جدول ۴-۱)؛ اما در کارخانه‌های تولیدی مقاطع نیم بیضی جهت اجتناب از تهیه قالب‌های متنوع و افزایش هزینه‌های تولید و دیگر مشکلات مربوطه، عموماً برخی از آن‌ها (در کارخانه‌های تولیدی استان خوزستان تیپ‌های ۲۳۰، ۳۱۵، ۴۵۰ و ۶۰۰) تولید می‌شود و لازم است طراح شبکه فرعی آبیاری در مراحل تهیه پلان طرح و طراحی شبکه، نوع و تیپ کانالت و متعلقات تولیدی منطقه را مدنظر قرار دهد.



شکل (۴-۴): مقطع تیپ کانالت

جدول (۴-۱): ابعاد تیپ‌های مختلف کانال‌های آبیاری با مقطع نیم بیضی

تیپ کانال	ابعاد به سانتی‌متر					تیپ کانال	ابعاد به سانتی‌متر				
	A	*a*	*D*	*b*	*d*		*A*	*a*	*D*	*b*	*d*
۷۰	۲۷/۷	۴/۰	۳۳/۴	۴/۵	۲۶/۴	۳۱۵	۶۹/۰	۴/۰	۵۹/۳	۴/۵	۵۲/۳
۸۰	۶/۲۹	۴/۰	۳۵/۷	۴/۵	۲۸/۷	۳۵۰	۷۴/۶	۴/۵	۶۰/۹	۵/۰	۵۳/۹
۱۰۰	۳۲/۹	۴/۰	۳۹/۹	۴/۰	۳۲/۹	۴۰۰	۸۲/۸	۴/۵	۶۲/۶	۵	۵۵/۶
۱۲۰	۳۶/۰	۴/۰	۴۳/۷	۴/۰	۳۶/۷	۴۵۰	۹۲/۲	۴/۵	۶۳/۱	۵/۵	۵۶/۱
۱۳۵	۳۸/۱	۴/۰	۴۶/۴	۴/۰	۳۹/۴	۵۲۰	۱۰۵/۶	۴/۵	۶۳/۵	۶/۰	۵۶/۵
۱۵۰	۴۰/۰	۴/۰	۴۸/۱	۴/۰	۴۱/۹	۶۰۰	۱۱۸/۷	۵/۰	۶۵/۲	۶/۵	۵۸/۲
۱۸۰	۴۵/۴	۴/۰	۵۱/۶	۴/۰	۴۲/۶	۷۰۰	۱۳۵/۶	۵/۰	۶۹/۸	۸/۵	۶۲/۸
۲۰۰	۴۹/۴	۴/۰	۵۲/۶	۴/۰	۴۵/۶	۸۰۰	۱۴۴/۷	۵/۰	۷۴/۴	۸/۵	۶۷/۴
۲۳۰	۵۳/۵	۴/۰	۵۵/۸	۴/۰	۴۸/۸	۹۰۰	۱۵۳/۴	۵/۰	۷۸/۷	۹/۰	۷۱/۷
۲۵۰	۵۸/۰	۴/۰	۵۵/۹	۴/۵	۴۸/۹	۱۰۰۰	۱۶۱/۶	۵/۰	۸۲/۸	۱۰/۰	۷۵/۸
۲۸۰	۶۳/۰	۴/۰	۵۷/۵	۴/۵	۵۰/۵	–	–	–	–		

۵-۶-۳ طراحی هیدرولیکی کانالت‌ها

برای تعیین مشخصات هیدرولیکی مقطع کانال‌های آبیاری متناسب با دبی جریان عبوری و تعیین میزان افت انرژی در کانال‌ها، روابط تجربی متعددی بکار برده می‌شود. در کشورهای مختلف برحسب تجربیات فنی و عرف متداول معمولاً یکی از فرمول‌های مهم شناخته شده را مورداستفاده قرار می‌دهند. مهم‌ترین آن‌ها معمولاً فرمول مانینگ، بازن و فرمول گانگیه - کوتر می‌باشد که بر اساس رابطه شزی بوده و تنها در نحوه تعیین ضریب شزی با همدیگر تفاوت دارند. با توجه به قدمت کاربرد فرمول مانینگ در طرح‌های آبیاری کشور، سهولت کاربرد محاسباتی و دقت قابل قبولی که این فرمول به دست می‌دهد، معمولاً طراحی هیدرولیکی کانالت‌ها با استفاده از فرمول مانینگ انجام می‌گیرد که اجزاء آن به شرح زیر است:

$$Q = \frac{A}{n}.R.^{2/3} S^{1/2} \qquad (۴-۴)$$

Q = ظرفیت طراحی کانالت برحسب مترمکعب در ثانیه؛

n = ضریب زبری جدار (ضریب مانینگ) که برابر ۰/۰۱۳ منظور می‌شود؛

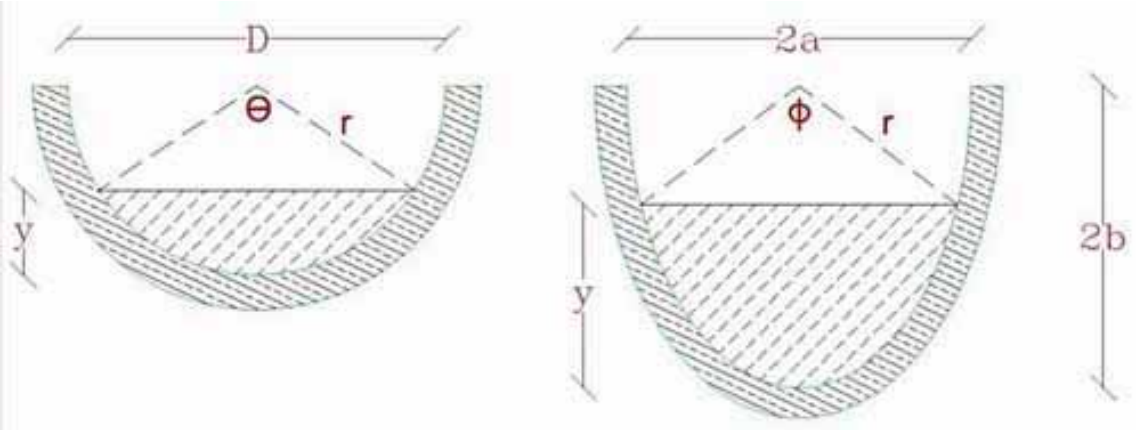
R = شعاع هیدرولیکی کانالت که حاصل نسبت سطح مقطع آب (A) در کانال به محیط خیس شده (P) برحسب متر می‌باشد؛

S = شیب طولی کف کانالت بوده و مقدار آن بین ۰,۰۰۰۱ و ۰,۰۰۲۵ توصیه می‌شود؛

A = سطح مقطع آب برحسب مترمربع می‌باشد که در کانال‌های پیش‌ساخته بتنی با مقطع نیم‌دایره از رابطه (۴-۵) و در مقطع نیم بیضی از رابطه (۴-۶) به دست می‌آید. پارامترهای لازم در این روابط در شکل (۴-۵) نشان داده‌شده است.

$$A = {}^{1}/_{2}\ \left({}^{D}/_{2}\right)^{2}(\theta - \mathrm{Sin}\theta) \qquad (۴-۵)$$

$$A = ab[\sin^{-1}\sqrt{\frac{y}{b}\left(2-\frac{y}{b}\right)} - (1-\frac{y}{b})\sqrt{\frac{y}{b}\left(2-\frac{y}{b}\right)} \qquad (۴-۶)$$



شکل (۴-۵): پارامترهای استفاده‌شده در محاسبه سطح مقطع کانال‌های با مقطع نیم‌دایره و نیم بیضی

محیط خیس شده در دایره از رابطه (۴-۷) و در نیم بیضی از رابطه (۴-۸) محاسبه می‌گردد.

$$P = {}^{D}/_{2} * \theta \qquad (۴-۷)$$

$$P = b\left(2 - \frac{a^2}{b^2}\right)\sin\emptyset + \frac{a^2}{b}L_n\left[\tan(45 + \frac{\emptyset}{2})\right] \qquad (۴-۸)$$

در روابط فوق مقدار θ و $\emptyset$ زاویه مرکزی متناسب با وضعیت جریان (برحسب رادیان) بوده و به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\theta = 2\mathrm{Cos}^{-1}(1 + {}^{2y}/_{D}) \qquad (۴-۹)$$

$$\emptyset = \cos^{-1}(\frac{b-y}{b})\ ) \qquad (۴-۱۰)$$

سرعت متوسط آب در کانالت برحسب متر در ثانیه بوده و با V نمایش داده می‌شود و از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$V = {}^{Q}/_{A} \qquad (۴-۱۱)$$

ضریب زبری جدار

ضریب زبری جدار(n) که در حقیقت نشانگر مقاومت کانال در مقابل عبور جریان است، در رابطه مانینگ اهمیت زیادی دارد. به‌طور کلی زبری سطح، موانع و پیچ‌وخم مسیر، میزان مواد معلق، رسوب‌گذاری، فرسایش و مشخصات مقطع جریان بیشترین تأثیر را روی ضریب زبری دارند. در شرایطی که پیش‌بینی شود نگهداری کانال‌ها در آینده پایین‌تر از حد استاندارد باشد، باید با انتخاب n بیشتر از مقدار متعارف آن ضریب اطمینان لازم در نظر گرفته شود.

ضریب زبری جدار برای کانال‌های نیم‌لوله بتنی پیش‌ساخته اگر به روش سانتریفوژ ساخته شوند حدود ۰/۰۱۴ تا ۰/۰۱۵ و در صورت اجرای این کانال‌ها به روش میز ویبره ۰/۰۱۳ تا ۰/۰۱۴ در نظر گرفته می‌شود.

سرعت‌های مجاز آب در کانالت‌ها

حداقل سرعت مجاز آب در کانالت‌ها باید ازنظر رسوب‌گذاری به‌طور مداوم مدنظر قرار گیرد. بدین منظور تناسب سرعت آب در کانال‌ها در حالت‌های مختلف با عمق مربوطه بر اساس فرمول کندی کنترل می‌شود. فرمول کندی به‌صورت $V = CY^{0.64}$ می‌باشد که در آن V سرعت غیر رسوب‌گذار و غیر فرساینده برحسب متر در ثانیه و Y عمق آب برحسب متر و C نیز ضریب وابسته به قطر ذرات معلق داخل آب می‌باشد که مقدار آن برای آب حاوی سیلت بسیار ریز ۰/۶۴ و برای آب بدون مواد معلق ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود. در صورت کم بودن بار رسوب جریان در کانال، رسوب‌گذاری در سرعت ۰,۶ تا ۰,۹ متر بر ثانیه صورت نگرفته و در سرعت‌های بیشتر از ۰,۷۵ متر بر ثانیه گیاهان آبزی در کانال رشد نمی‌کنند. در طراحی کانالت باید توجه کرد که حداقل سرعت مجاز در اراضی با شیب کم نباید از ۰/۳ متر بر ثانیه کمتر باشد.

حداکثر سرعت جریان در مسیرهای با شیب تند باید طوری انتخاب گردد که از ۰/۸ سرعت بحرانی (و حداکثر ۲,۵ متر بر ثانیه) تجاوز ننماید. سرعت بحرانی، سرعتی است که در آن انرژی حداقل بوده و با کوچک‌ترین خللی در شرایط جریان، وضعیت از حالت آرام و یکنواخت به حالت متلاطم و غیریکنواخت تبدیل می‌شود که از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$V_c = \sqrt{g y_c} \qquad (۱۲-۴)$$

در نشریه شماره ۵۴-ن استاندارد صنعت آب[۱۳]، جداول مربوط به پارامترهای مختلف هیدرولیکی کانال در شرایط جریان بحرانی و مقادیر دبی و سرعت برای عمق‌های مختلف در شیب‌های متفاوت ارائه شده است؛ بنابراین وقتی دبی معینی در کانالت‌های با اقطار مختلف مدنظر باشد می‌توان با توجه به شیب مسیر کانال، عمق موردنظر و سرعت متناظر با آن دبی را به دست آورد. سپس سرعت جریان را با سرعت بحرانی آن قطر که در جداول بحرانی آمده، مقایسه نمود.

ارتفاع آزاد کانالت‌ها

ارتفاع آزاد در کانال آبیاری به‌منظور پیش‌بینی افزایش ارتفاع آب به دلیل ورود جریان‌های کنترل نشده به کانال، تجمع رسوبات، اثرات باد و ایجاد موج و افزایش ضریب زبری در مراحل اجرا و بهره‌برداری از کانال در نظر گرفته می‌شود. حداکثر عمق جریان در کانال نیم‌دایره از رابطه (۴-۱۳) و در کانال‌های نیم بیضی از رابطه (۴-۱۴) به دست می‌آید.

$$Y_{max} \leq {}^{D}/_{2} - {}^{D}/_{15} \qquad (۱۳-۴)$$

$$Y_{max} \leq B - {}^{B}/_{10} \qquad (۱۴-۴)$$

که D قطر لوله نیم‌دایره و B عمق مقطع نیم بیضی است. بعلاوه حداقل مقدار ارتفاع آزاد در کانالت نباید کمتر از ۵ سانتی‌متر منظور گردد.

افت انرژی

به‌طورکلی دو نوع افت اصطکاکی و موضعی در طول مسیر کانالت‌ها وجود دارد. افت اصطکاکی در اثر زبری جداره و افت موضعی به سبب عبور جریان از سازه‌های مسیر نظیر حوضچه زاویه‌ای، مقسم، آب‌بند، آبگذر، آب‌رو، دراپ و ... حاصل می‌شود. میزان افت اصطکاکی از فرمول جریان و با ضرب طول مسیر در شیب کف حاصل می‌شود. افت موضعی در کانالت‌ها نیز معمولاً به دو صورت بررسی می‌گردد.

مقسم‌ها:

افت بار هیدرولیکی ناشی از مقسم‌ها و حوضچه زاویه‌ای و مشابه آن برای سازه‌های ساده، حدود ۱,۵ برابر ارتفاع نظیر سرعت ($\frac{1.5V^2}{2g}$) و افت عبور جریان از دراپ معادل اختلاف سطح در طرفین آن پیشنهاد می‌گردد.

سیفون‌های معکوس:

افت انرژی سیفون معکوس معادل مجموع افت‌های ورودی و خروجی و افت ناشی ازجداره لوله می‌باشد. ضریب افت ورودی و خروجی سیفون معکوس جمعاً ۱,۷۸ فرض می‌شود و افت بار کل سیفون با در نظر گرفتن ۱۰ درصد اضافی برای اطمینان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$H_l = 1.1(0.78h_{vp} + S_f * L + h_{vp}) \qquad (۱۵-۴)$$

H_l : افت بار کل در سیفون کانال‌های پیش‌ساخته (متر)

L: طول مجرا (متر)

S_f : شیب افت انرژی که با استفاده از رابطه مانینگ محاسبه می‌شود.

h_{vp} : ارتفاع نظیر سرعت در مجرای سیفون (متر)

با توجه به شرایط بهره‌برداری توصیه می‌شود افت سیفون معکوس حداقل ۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

تراز موردنیاز آب بر روی قطعات

به‌منظور فراهم آوردن امکان آبیاری مزارع، کانال‌های شبکه باید دارای مشخصاتی باشند که آب را از منبع تأمین آب گرفته و در سطح ارتفاعی لازم تحویل مزارع بدهند. با در نظر گرفتن حدود ۰,۱۵ متر افت بار هیدرولیکی آبگیرهای درجه ۴ و ۰,۱۵ متر اختلاف ارتفاع لازم جهت کارکرد مناسب سیفون‌های آبیاری و نیز عمق آب ۰,۱ متر در سطح زمین در حین آبیاری، می‌توان گفت که بلندترین نقطه یک قطعه زراعی پس از تسطیح باید حداقل ۰,۴ متر پایین‌تر از رقوم سطح آب کانال درجه ۳ در محل آبگیری قطعه زراعی باشد. در صورت عدم کفایت رقوم سطح آب موردنیاز توسط سازه آبگیر و تنظیم سطح آب در کانال درجه ۲ در شرایط خاص می‌توان این مقدار را تا ۰,۲ متر نیز کاهش داد.

۵-۷ حریم‌ها

حریم عبارت است از نواری در طول جاده، کانال، زهکش، خط لوله و غیره که برای احداث، بهره‌برداری و نگهداری از آن‌ها ضروری بوده و استملاک می‌شود. جهت طراحی و ترسیم محور قرارگیری کانالت لازم است که حریم‌های محور مسیر شناسایی و تعیین شده و عوارض موجود در طرح مدنظر قرار گیرد. عموماً حریم عوارضی که در طراحی شبکه فرعی آبیاری لازم است لحاظ شود، شامل موارد زیر می‌باشد.

الف) هیئت‌وزیران در جلسه مورخه ۱۳۷۹/۸/۱۱ آئین‌نامه مربوط به بستر و حریم رودخانه‌ها، انهار، مسیل‌ها، مرداب‌ها، برکه‌های طبیعی، شبکه آب‌رسانی و شبکه آبیاری و زهکشی را تصویب نمود که خلاصه آن به این شرح است:

۱) حریم انهار طبیعی، رودخانه‌ها و مسیل‌ها (اعم از اینکه آب دائم یافصلی داشته باشند) و مرداب‌ها و برکه‌های طبیعی برای عملیات لایروبی و بهره‌برداری، از یک تا بیست متر و برای حفاظت کیفی رودخانه‌ها، انهار طبیعی و برکه‌ها تا یک‌صد و پنجاه متر (تراز افقی) از منتهی‌الیه بستر خواهد بود که بسته به مورد و نوع مصرف و وضع رودخانه، نهر طبیعی و برکه، به‌وسیله وزارت نیرو یا شرکت‌های آب منطقه‌ای تعیین می‌گردد.

۲) حریم کانال‌ها و زهکش‌ها که بر اساس ظرفیت آن‌ها و از منتهی‌الیه دیواره تعیین می‌شود به شرح زیر می‌باشد.

- آبدهی (دبی) بیش از ۱۵ مترمکعب در ثانیه- میزان حریم از هر طرف ۱۲ تا ۱۵ متر؛
- آبدهی (دبی) از ۱۰ تا ۱۵ مترمکعب در ثانیه- میزان حریم از هر طرف ۸ تا ۱۲ متر؛
- آبدهی (دبی) از ۵ تا ۱۰ مترمکعب در ثانیه- میزان حریم از هر طرف ۶ تا ۸ متر؛
- آبدهی (دبی) از ۲ تا ۵ مترمکعب در ثانیه- میزان حریم از هر طرف ۴ تا ۶ متر؛
- آبدهی (دبی) از یک‌صد و پنجاه لیتر تا ۲ مترمکعب در ثانیه- میزان حریم از هر طرف ۱ تا ۲ متر؛
- آبدهی (دبی) کمتر از یک‌صد و پنجاه لیتر در ثانیه- میزان حریم از هر طرف ۱ متر؛

تبصره ۱- کانال، انهار، شبکه‌های آبیاری و زهکشی و انهار طبیعی و احداثی واقع در داخل مزارع و باغ‌ها تا مساحت یک‌صد هکتار که برای آبیاری همان مزارع و باغ‌ها مورداستفاده است، دارای حریم نیستند.

تبصره ۲- در مواردی که در طراحی کانال و تأسیسات تبعی راه سرویس، گل‌انداز، زهکش و غیره در یک طرف و یا طرفین آن منظور شده باشد، حریم مرتبط به فاصله "۲" متر از منتهی‌الیه تأسیسات مذکور برای حفاظت آن‌ها در نظر گرفته می‌شود، ولی درهرحال فاصله‌ای که تأسیسات تبعی مذکور به انضمام دو متر حریم مقرر در فوق در آن قرار دارد نباید از میزان مقرر در این ماده کمتر باشد.

۳) حریم خطوط لوله آب‌رسانی

- حریم لوله آب‌رسانی تا قطر پانصد میلی‌متر کلاً ۶ متر (۳ متر از هر طرف نسبت به محور لوله)؛
- حریم لوله از پانصد تا هشت‌صد میلی‌متر کلاً ۸ متر (۴ متر از هر طرف نسبت به محور لوله)؛
- حریم لوله از هشت‌صد تا یک هزار و دویست میلی‌متر کلاً ۱۰ متر (۵ متر از هر طرف نسبت به محور لوله)؛
- حریم لوله از یک هزار و دویست میلی‌متر به بالا کلاً ۱۲ متر (۶ متر از هر طرف نسبت به محور لوله)؛

توضیح: درصورتی‌که لوله‌های آب‌رسانی به‌موازات و در حریم یکدیگر نصب گردند، حد خارجی حریم به اعتبار قطر آخرین لوله منظور می‌شود.

۴) حریم خطوط هوایی انتقال و توزیع نیروی برق در رابطه با احداث شبکه آبیاری و زهکشی مطابق مصوبه هیئت‌وزیران مورخ ۱۳۹۴/۱/۳۰ به شکل زیر می‌باشد.

- حریم خطوط هوایی فشار ضعیف (نیروی برق کمتر از یک کیلوولت) به‌صورت زمینی و حداکثر آن (۱,۳) متر می‌باشد.
- حریم خطوط هوایی فشار متوسط برای نیروی برق ردیف ولتاژ ۱ تا ۲۰ کیلو ولت به‌صورت زمینی و حداکثر ۲/۱ متر و ردیف ولتاژ ۳۳ کیلو ولت حداکثر ۳/۵ متر می‌باشد.
- حریم خطوط هوایی فشار قوی برای نیروی برق با توجه به ولتاژ و بر اساس ضوابط فنی ابلاغی وزارت نیرو تغییر می‌کند. در این حریم هرگونه عملیات ساختمانی و اقداماتی نظیر ایجاد تأسیسات صنعتی، مسکونی، مخازن سوخت، انبارداری و تأسیسات دامداری، باغ یا درختکاری ممنوع بوده و راه‌سازی و احداث شبکه آبیاری مشروط بر این‌که مانعی برای دسترسی به خطوط برق نباشد و سبب ایجاد خسارت به تأسیسات خطوط برق نگردد، بلامانع

است. علاوه بر آن ایجاد شبکه آبیاری و راه‌سازی در اطراف پایه‌های خطوط نباید در فاصله‌ای کمتر از "۳ متر" از پی پایه‌ها انجام گیرد. کلیه عملیات مذکور نیز باید با رعایت اصول حفاظتی به‌منظور جلوگیری از بروز خطرات جانی و ورود خسارات مالی باشد و قبلاً از شرکت‌های برق وزارت نیرو، استعلام و اجازه کتبی کسب گردد.

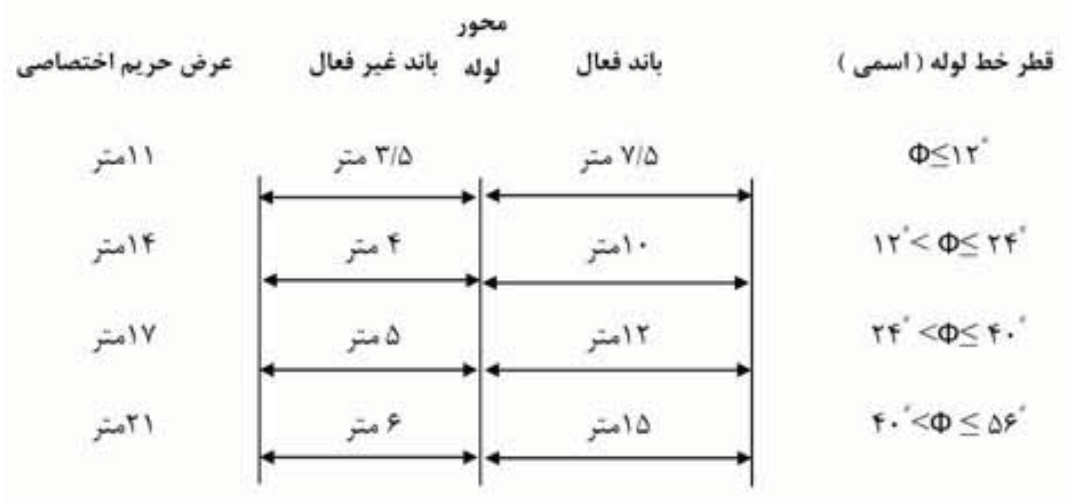
ب) حریم لازم در شبکه فرعی آبیاری با کانال پیش‌ساخته بتنی به‌صورت محور تا محور به شرح زیر است:

- حریم کانالت از زهکش‌های درجه ۳ ۱۲ متر
- حریم کانالت از انهار درجه ۴ ۲ متر
- حریم کانالت از مرز قطعات زراعی ۲ متر
- حریم کانالت از جاده سرویس آن ۱/۵ تا ۲/۵ متر
- حریم کانالت از لبه زهکش‌های طبیعی ۵ متر

ج) حریم خطوط لوله گاز ایران مطابق مصوبه مورخ ۱۳۹۳/۱۰/۳۰ امور حقوقی شرکت گاز ایران به‌صورت خلاصه و به‌قرار زیر می‌باشد:

حریم اختصاصی خط لوله گاز (شکل ۴-۶) جهت عملیات اجرا، بهره‌برداری و تعمیرات مورداستفاده قرار می‌گیرد. هر گونه دخل و تصرف توسط اشخاص حقیقی و حقوقی در حریم اختصاصی خطوط انتقال گاز بدون اجازه کتبی و قبلی ممنوع بوده و اقداماتی نظیر شن‌ریزی، احداث ابنیه فنی از قبیل پل، دال بتونی، آب رو و... به هر طول (در امتداد یا در تقاطع با لوله) مستلزم کسب مجوز از شرکت می‌باشد.

در خارج از حریم اختصاصی خطوط انتقال گاز، فعالیت‌های کشاورزی، باغبانی، درختکاری، پرورش دام و طیور و آبزیان به‌شرط عدم احداث هیچ‌گونه ابنیه و تأسیسات و یا صرفاً با احداث مواردی مجاز می‌باشد که می‌توان کانالت و ابنیه وابسته را جزو آن‌ها به شمار آورد.



شکل (۴-۶): حریم اختصاصی خطوط لوله گاز ایران

در شکل (۴-۶) مقصود از باند فعال، جاده سرویس خط لوله و مقصود از باند غیرفعال محدوده‌ای است که در زمان اجرا و بهره‌برداری به‌عنوان محل ریختن خاک حاصل از حفاری محل و عملیات مشابه مورداستفاده قرار می‌گیرد. در توضیحات این مصوبه، حداقل فاصله چاه آب از منتهی‌الیه حریم اختصاصی به میزان ۵ متر و برای استخرها و مخازن آب زیرزمینی (و به‌صورت تفسیری زهکش درجه ۳) به‌اندازه عرض باند فعال در نظر گرفته شده است که باید رعایت شود.

د) حریم لازم به‌منظور تأمین ایمنی عبور و مرور، انجام عملیات راهداری، بهسازی و تعریض راه‌ها و جاده‌ها مطابق مصوبه شماره ۳۴۶۹۶/۶۴ مورخ ۱۳۸۰/۱۱/۱۵ به شرح زیر است:

- آزادراه‌های ۱۲۰ و ۷۶ متری به ترتیب ۶۰ متر و ۳۸ متر از محور راه به طرفین؛
- راه‌های درجه‌یک با حریم ۴۵ متر (۲۲,۵ متر از محور راه به طرفین)
- راه‌های درجه‌دو با حریم ۳۵ متر (۱۷,۵ متر از محور راه به طرفین)
- راه‌های درجه سه با حریم ۲۵ متر (۱۲,۵ متر از محور راه به طرفین)
- راه‌های درجه چهار با حریم ۱۵ متر (۷,۵ متر از محور راه به طرفین)

طبق موازین راه‌ها و راه‌آهن بعد از حریم راه‌ها نواری به عرض ۱۵ متر برای راه‌های فرعی ۲۵ متر برای راه‌های اصلی و ۳۰ متر برای بزرگ‌راه‌ها و آزادراه‌ها، از ابتدای محدوده یک‌صد متری بلافاصله بعد از حریم قانونی راه، دارای کاربری تأسیسات زیربنایی نظیر خطوط لوله آب، انتقال برق، لوله فاضلاب، گاز، نفت، مخابرات و غیره خواهد بود.

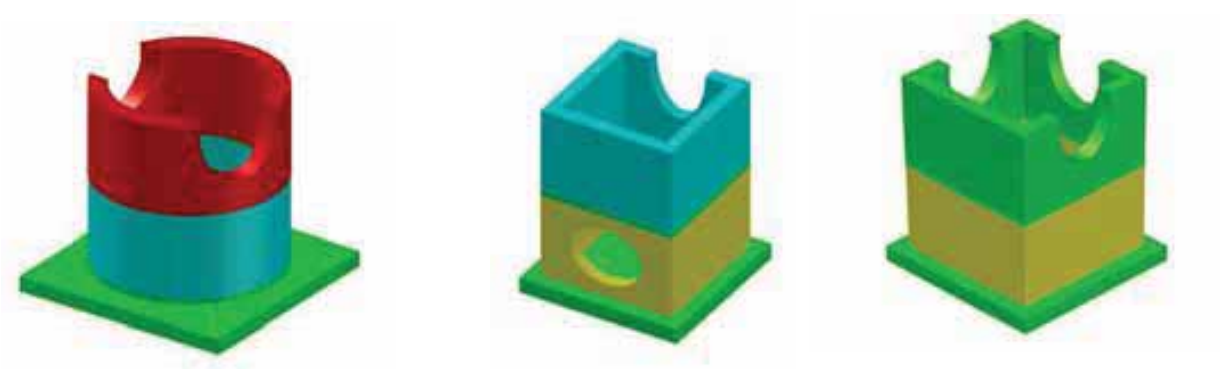
۵-۸ طراحی سازه‌های آبی متداول در شبکه فرعی

سازه آبی به قسمتی از کانال گفته می‌شود که به‌منظور عبور از موقعیت خاص و ایجاد امکاناتی برای انشعاب یا اتصال، حفاظت و ایمن‌سازی و یا تسهیل در بهره‌برداری و نگهداری باید به شکل ویژه‌ای ساخته شود که با شکل کانال متفاوت است. سازه‌های آبی طراحی‌شده باید بتوانند عوامل مهم افزایش کیفیت کار، کاهش هزینه‌های اجرایی، افزایش سرعت در اجرای کار و بهره‌برداری آسان‌تر را فراهم کنند. برای این کار لازم است به کاهش تنوع سازه و یکنواخت کردن و ساده کردن آن‌ها، کاهش ابعاد و پرهیز از طراحی محافظه‌کارانه و استفاده از فناوری‌های جدید با رویکرد بهره‌برداری ساده‌تر و کاهش هزینه‌های نگهداری شبکه‌های فرعی آبیاری توجه کرد.

۵-۸-۱ تعیین نوع و شکل سازه

سازه آبی در شبکه فرعی آبیاری به‌طورمعمول با بتن مسلح ساخته می‌شود و می‌تواند به‌صورت درجا و یا پیش‌ساخته باشد. از مزایای پیش‌ساخته کردن طرح، سرعت زیاد و نظارت دقیق‌تر بر اجرای سازه‌ها در کلیه مراحل اجرایی می‌باشد. در سازه‌های پیش‌ساخته با توجه به تجمیع کار در یک محل خاص نسبت به سازه‌هایی که در یک دشت وسیع پراکنده‌اند، اجرا از سرعت بیشتری برخوردار بوده، عملیات اجرایی وابسته به شرایط آب و هوایی نبوده و کنترل‌های مهندسی و نظارتی دقیق‌تری صورت می‌گیرد. بعلاوه با تیپ شدن ابنیه، احتمال خطا نسبت به حالتی که سازه‌ها از تنوع شکلی بیشتری برخوردار می‌باشند، کمتر خواهد بود.

بررسی‌های فنی نگارنده [۷]نشان داده است که سازه‌های پیش‌ساخته شبکه فرعی را می‌توان به شکل‌های دو قطعه‌ای و یا یکپارچه طراحی کرد که هرکدام مزایا و معایب خاص خود را دارد. بعلاوه ساخت ابنیه به‌صورت مقاطع جعبه‌ای و لوله‌ای ساده‌ترین شکل ساخت بوده که به دلیل قابلیت ساخت انبوه با هزینه ساخت کمتر، پیشنهاد می‌شوند (شکل ۴-۷).



شکل (۴-۷): سازه‌های لوله‌ای، سیفون و مقسم طراحی‌شده جهت شبکه فرعی آبیاری

در سازه‌های دو قطعه‌ای، اجزا مستقل از هم بوده و آزادی عمل بیشتر جهت استفاده، سرعت ساخت بالا به دلیل مستقل بودن از طرح و سادگی حمل و نصب از مزایای آن‌ها می‌باشد، ولی ازنظر سازه‌ای محدودیت‌هایی در حداقل ارتفاع لازم دارد.

ساخت سازه‌ها به‌صورت یکپارچه نیز محدودیت‌هایی دارد که از آن جمله نیاز به ساخت مطابق درخواست و حمل و نصب مشکل آن می‌باشد، اما به دلیل سادگی در قالب‌بندی و بتن‌ریزی، سرعت ساخت بالاتری نسبت به سازه دو قطعه‌ای داشته، محدودیت ارتفاعی آن کمتر است و مشکل آب‌بندی نخواهد داشت.

۲-۸-۵ تعیین ابعاد و اندازه سازه

به‌طورکلی در طراحی شکل، ابعاد و اندازه سازه‌ها موارد ذیل باید موردتوجه قرار گیرد:

- حداقل فضای لازم جهت ورود کارگر به درون سازه و رسوب‌زدایی کف؛
- فضای لازم جهت قرارگیری کانالت با توجه به ابعاد عمق و عرض آن؛
- فضای لازم جهت نصب و مونتاژ دریچه و تعمیر آن؛
- انتخاب کوچک‌ترین بعد جهت کاهش هزینه بتن‌ریزی، میلگرد لازم و تولید قالب پیش‌ساخته؛
- طراحی سازه جهت پوشش انواع ابنیه فنی لازم در کانالت‌ها؛
- انتخاب ابعاد تیپ جهت کاهش و محدود نمودن تعداد قالب‌ها؛
- طراحی مقاطع جهت پاسخگویی سازه به بارهای وارده؛
- وجود حداقل ارتفاع خاکریزی روی لوله سیفون (۶۰ سانتی‌متر)؛

- وجود حداقل ارتفاع سازه جهت تجمیع رسوب (۲۰ سانتی‌متر) و سقوط دام (۸۰ سانتی‌متر)؛
- حداقل ارتفاع لازم برای سازه‌ها با توجه به هد آب؛
- تأمین حداقل اختلاف رقوم بین سازه تا سطح جاده (۳۰ سانتی‌متر)؛
- قرارگیری سازه در عمق حداقل ۴۰ سانتیمتری از سطح زمین.

تجارب گذشته و داده‌های موجود در برخی از نشریات[۴۳]نشان داده است که برای کانالت‌های تولیدی رایج (شامل تیپ‌های ۲۳۰، ۳۱۵،۴۵۰، ۶۰۰) و با توجه به ارتفاع سازه، توصیه می‌شود از حداقل طول و عرض داخلی ۱,۲۰ متر برای ساخت ابنیه استفاده شود. بعلاوه در هر بعدی که کانالت قرار می‌گیرد باید ابعاد زین آن به همراه حداقل ۱۵ سانتی‌متر از هر طرف برای نصب دریچه در نظر گرفته شود.

در سازه‌های دو قطعه‌ای ارتفاع قطعه پایین با توجه به قرارگیری سیفون حداقل ۱,۲ متر و ارتفاع قطعه بالایی با توجه به ابعاد زین هر کانالت، هد موردنیاز، موقعیت مقسم و دیگر عوامل به دست می‌آید. برای سازه‌های یکپارچه و یا دو قطعه‌ای، با توجه به هد آب و توپوگرافی زمین عموماً از سازه‌ای با ارتفاع ۱,۵ تا ۲,۵ متر برای ابنیه کانالت استفاده می‌شود.

۵-۸-۳ طراحی سازه

اکثر سازه‌های استفاده‌شده در شبکه فرعی شبیه به هم می‌باشند و از ابنیه فنی کوچک به شمار می‌روند. برای طراحی سازه‌ای یک مقسم می‌توان از روش تنش مجاز[۱]استفاده کرد و با توجه به فرضیات طراحی زیر، ضخامت و میزان میلگرد موردنیاز را تعیین نمود.

فرضیات طراحی:

پارامترهای موردنیاز جهت طراحی سازه شامل ارتفاع خاک پشت دیوارها (H)، ضرایب فشار محرک (Ka) و فنریت خاک (Ks)، وزن مخصوص خاک مرطوب ($\gamma_{wet} = 1900\ ^{kg}/_{m^3}$)، بتن ($\gamma_{con} = 2500\ ^{kg}/_{m^3}$)، آب ($\gamma_w = 1000\ ^{kg}/_{m^3}$) و میزان ارتفاع سربار (معادل با

۱-Working stress

ارتفاع ۰,۹ متر خاک) با اعمال وزن مخصوص مرتبط ($\gamma_{sur} = 1800\ ^{kg}/_{m^3}$) و مشخصات هیدرولیکی کانال و سازه می‌باشد.

تعیین ضخامت کف و دیوارهای حوضچه:

ضخامت کف و دیوارهای حوضچه (t) با توجه به حداکثر ارتفاع خاک پشت دیوارهای آن (H) از جدول (۴-۲) انتخاب می‌گردد.

جدول (۴-۲): ضخامت کف و دیوارهای حوضچه

H(m)	t(cm)
H<1.5	15
1.5≤H≤1.7	20
1.7≤H≤2.5	25

بارگذاری سازه:

بارگذاری سازه به سه صورت 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.

ج) سازه پر از آب و اطراف آن پر از خاک باشد.

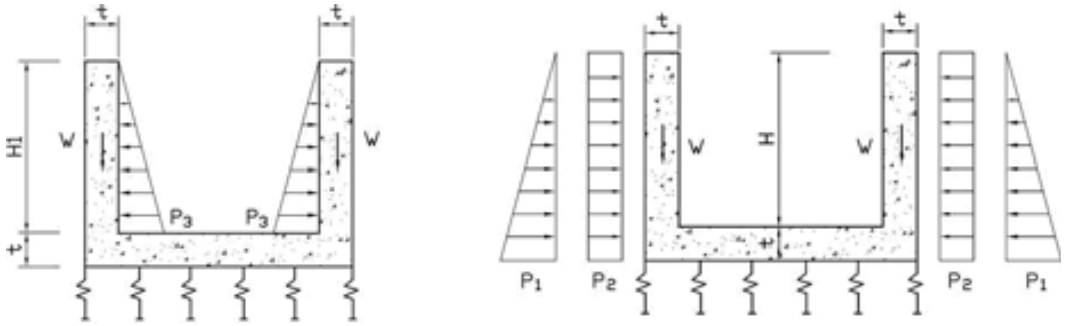
در حالتی که سازه خالی از آب و اطراف سازه پر از خاک باشد، نیروهای جانبی ناشی از فشار محرک خاک، سربار و بار قائم ناشی از وزن دیوارها مطابق شکل (۴-۸) و روابط (۴-۱۶) تا (۴-۱۸) به دست می‌آید و در حالتی که سازه پر از آب باشد، فشار هیدرواستاتیک آب داخل سازه از رابطه (۴-۱۹) تعیین می‌شود.

$$w = \gamma_{con}.H.t \qquad (۴-۱۶)$$

$$P_1 = K_a.\gamma_{wet}.H \qquad (۴-۱۷)$$

$$P_2 = K_a.\gamma_{sur}.a \qquad (۴-۱۸)$$

$$P_3 = \gamma_w.H1 \qquad (۴-۱۹)$$



بارگذاری در حالت ب　　بارگذاری در حالت الف

شکل (۴-۸) : الف) بارهای ناشی از فشار جانبی خاک، سربار و وزن دیوارها و ب) بارهای ناشی از فشار هیدروستاتیک آب و وزن دیوارها

توضیح ۱: برای بارگذاری سازه پر از آب، از نیروی مقاوم جانبی خاک در جهت سادگی و اطمینان صرف‌نظر شده است.

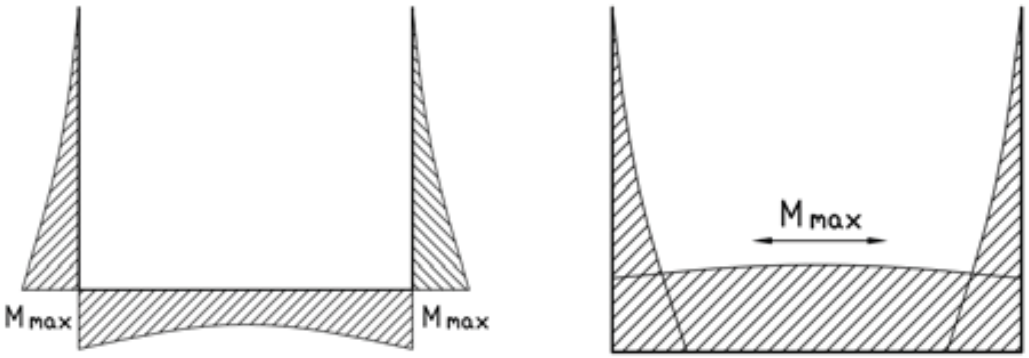
توضیح ۲: وزن کف سازه و آب داخل آن به دلیل خنثی شدن با عکس‌العمل خاک مدنظر قرار نخواهد گرفت.

تحلیل سازه و لنگر خمشی:

بستری که سازه روی آن قرار می‌گیرد به‌صورت انعطاف‌پذیر مدل شده و فنرهای فرضی در محل تماس با خاک در نظر گرفته می‌شود. ضریب سختی فنر از حاصل‌ضرب سطح باربری هر فنر در ضریب فنریت خاک (Ks) به دست می‌آید. ضریب فنریت خاک با توجه به جنس خاک از جدول (۴-۳) قابل‌استخراج است. پس از تحلیل سازه نمودار لنگر خمشی مطابق شکل (۴-۹) ترسیم و میزان لنگر خمشی حداکثر (M_{max}) تعیین می‌گردد. برای تحلیل سازه می‌توان از نرم‌افزار (SAP2000) استفاده کرد و سازه را بر اساس رفتار دال دوطرفه تحلیل نمود.

جدول (۴-۳): تعیین ضریب فنریت خاک با توجه به جنس خاک

نوع خـــاک		Ks(t/m3)
LOOSE SAND	(ماسه غیر متراکم)	480-1600
MEDIUM DENSE SAND	(ماسه نیمه متراکم)	960-8000
DENSE SAND	(ماسه متراکم)	6400-12800
CLAYEY MEDIUM DENSE SAND	(ماسه نیمه متراکم رس دار)	3200-8000
SILTY MEDIUM DENSE SAND	(ماسه نیمه متراکم لای دار)	2400-4800
CLAYEY SOIL :	(خاک رسی)	
$q_a \leq 2$ Kg/Cm^2		1200-2400
$2 < q_a \leq 4$ Kg/Cm^2		2400-4800
$q_a > 4$ Kg/Cm^2		>4800
q_a ظرفیت مجاز باربری خاک		



لنگر خمشی در حالت الف　　لنگر خمشی در حالت ب

شکل (۴-۹) : نمودار لنگر خمشی تحت بارهای وارده

طراحی میلگرد:

در این مرحله میلگردهای موردنیاز به شرح زیر تعیین می‌گردند:

الف) : میلگردهای خمشی

سطح مقطع میلگردهای خمشی بر اساس بیشترین لنگر خمشی و حداقل میلگرد خمشی تعیین و عدد بزرگ‌تر ملاک طراحی قرار خواهد گرفت:

$$A_{Sreq}=\frac{M_{max}}{f_s.\left(\frac{7}{8}\right).d_e} \quad (۲۰-۴)$$

$$A_{Smin}=\frac{14}{f_y}.b.d_e \quad (۲۱-۴)$$

که در آن:

M_{max}: بیشترین لنگر خمش برحسب کیلوگرم نیرو در سانتی‌متر

f_s : تنش مجاز فولاد برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

f_y : تنش تسلیم فولاد برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

b: عرض مقطع برحسب سانتی‌متر

d_e: عمق مؤثر مقطع بتن برحسب سانتی‌متر

ب) تعیین میلگردهای حرارتی

میلگردهای حرارتی (A_{St}) برای کنترل عرض ترک و بر اساس ضوابط زیر تعیین می‌شوند:

- در میلگرد گذاری یک‌لایه،۰,۴ درصد سطح مقطع بتن
- در میلگرد گذاری دولایه، ۰,۲ درصد سطح مقطع بتن

جهت طراحی سازه لازم است نکات زیر موردتوجه قرار گیرند:

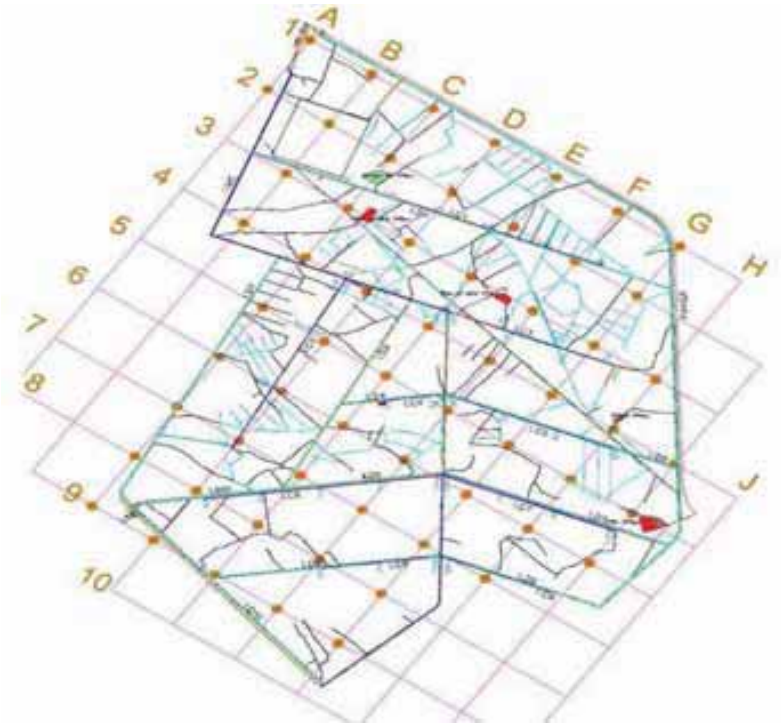
- برای بتن باضخامت ۲۰ سانتی‌متر از یک لایه میلگرد و برای ضخامت‌های بیشتر از دولایه میلگرد استفاده می‌شود.
- در طراحی سازه‌ای ابنیه و حوضچه‌های کوچک شبکه‌های آبیاری و زهکشی از بتن رده C25 استفاده می‌شود.
- چنانچه بتن در معرض سولفات‌ها قرار گیرد، از سیمان تیپ II یا V استفاده می‌شود.
- کلیه میلگردهای مصرفی در بتن به‌استثنای خاموت ها از نوع آجدار پیچیده گروه AII یا معادل آن و برای خاموت ها می‌توان از میلگرد ساده استفاده نمود.
- حداقل قطر میلگردهای حرارتی ۱۲ میلی‌متر و حداکثر فاصله آن‌ها ۲۵ سانتی‌متر یا ۱,۵ برابر ضخامت قطع بتنی (هرکدام کمتر باشد) در نظر گرفته می‌شود.
- ضخامت پوشش بتن از سطح بتن تا میلگرد برای میلگردهای با قطر کمتر از ۱۶ میلی‌متر و یا ضخامت بتن کمتر از ۲۲,۵ سانتی‌متر برابر ۵ سانتی‌متر و برای ضخامت بتن بیشتر برابر ۷,۵ سانتی‌متر منظور می‌شود.

پس از طراحی لازم است این ابنیه در برابر واژگونی و لغزش هم بررسی شوند. حداقل ضریب اطمینان برای ترکیبات بارگذاری که در آن‌ها نیروی جانبی وجود ندارد برابر ۱٫۵ و برای حالتی که نیروی زلزله وجود دارد ۱٫۱۵ در نظر گرفته می‌شود.

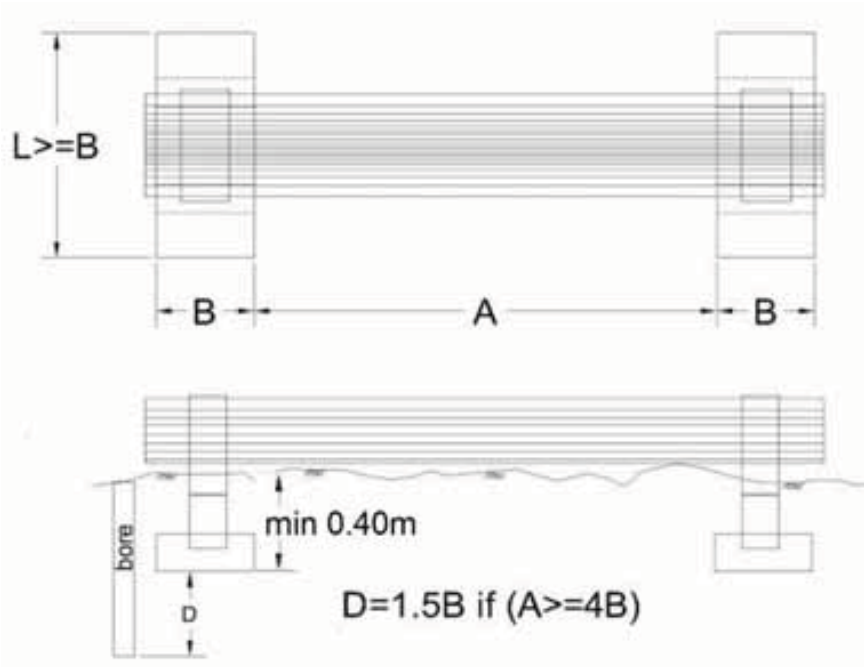
۵-۸-۴ ضوابط فنی تعیین ظرفیت باربری زمین و طراحی کفشک‌ها

انجام مطالعات ژئوتکنیک در طراحی بهینه و ساخت پروژه‌های آبیاری و زهکشی ضروری است و باید طرح مطالعات ژئوتکنیک در هر منطقه برای مشخص نمودن ظرفیت باربری زمین و نهایتاً تعیین تیپ کفشک‌های مورداستفاده در طرح، صورت گیرد. با توجه به این‌که سامانه‌های آبیاری و زهکشی معمولاً دارای گستره زیادی بوده و جانمایی اجزای طرح در مراحل مختلف مطالعات مشخص و دقیق می‌گردد، لازم است جهت تعیین ظرفیت باربری زمین، برنامه مطالعات ژئوتکنیک بر اساس دقت جانمایی اجزای طرح در همان مرحله تنظیم شود.

در مواردی که جانمایی اولیه طرح مشخص نباشد و یا به دلایلی اطلاعات ژئوتکنیک در سراسر محدوده موردنیاز باشد، استفاده از آرایش شبکه‌ای چاهک‌ها و گمانه‌ها با فواصل یک تا دو کیلومتری راه‌حل مناسبی خواهد بود (شکل ۴-۱۰). به‌منظور شناسایی مناسب‌تر در سطح، می‌توان بر تعداد چال‌ها و چاهک‌ها افزود و یا آن‌ها را در محل‌هایی با حساسیت بیشتر حفاری نمود. در مطالعات تکمیلی فواصل گمانه‌ها تا حداکثر ۵۰۰ متر و در مسیر نهایی کانالت انجام می‌گیرد.



شکل (۴-۱۰): جانمایی چاهک‌های گمانه‌زنی با شبکه یک کیلومتری



شکل (۴-۱۱): عمق حفاری لازم برای پی‌های منفرد کانالت

پس از تعیین محل گمانه‌ها لازم است عمق موردنیاز برای حفاری تعیین شود. اصولاً عمق موردنیاز برای حفاری ژئوتکنیکی وابسته به ابعاد سازه‌ها، کانال‌ها و شرایط ژئوتکنیکی محل می‌باشد. درصورتی‌که شرایط ژئوتکنیکی نشان دهد که نشست پی قابل‌توجه نیست عمق موردنیاز برای حفاری معادل ۱,۵ برابر عرض پی و یا عمق تا بستر سنگی خواهد بود (شکل ۴-۱۱). برای کانالت‌ها، حداقل عمق حفاری جهت تعیین پارامترهای مقاومتی خاک مسیر با فرض استفاده از بزرگ‌ترین عرض کفشک (۸۰ سانتی‌متر) برابر ۱۶۰ سانتی‌متر محاسبه شده است.[۸]

باید توجه داشت که در شرایط خاص ژئوتکنیکی و خاک‌های مسئله‌دار عمق حفاری می‌تواند از موارد فوق بسیار متفاوت بوده و لازم است به کمک مهندس ژئوتکنیک و پس از بررسی‌های جامع تعیین گردد.

جهت نمونه‌برداری، از چاهک کن‌های دستی و یا اوگر دستی استفاده می‌شود و برای تخمین ظرفیت باربری در خاک ماسه‌ای و ماسه‌ای رسی استفاده از آزمایش صحرایی نفوذ استاندارد پیشنهاد می‌گردد. مهم‌ترین دلایل استفاده از این آزمایش در شبکه‌های فرعی آبیاری، سهولت انجام با توجه به پراکندگی طرح، هزینه کم، رایج بودن آزمایش در آزمایشگاه‌های خاک، بی‌نیازی به دستگاه‌های پیچیده و ارتباط گسترده پارامترهای ژئوتکنیکی با مقاومت نفوذ N است.

روش محاسبه ترکیب بهینه کفشک‌ها:

جداول ترکیبات بهینه کفشک‌ها که در بخش پیوست آمده برای دو نوع مقاومت مجاز خاک ۱ و ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، قابل‌استفاده است. در این جداول بر اساس تیپ کانالت، ارتفاع پایه و ظرفیت باربری مجاز خاک، تعداد و نوع کفشک‌های موردنیاز تعیین می‌گردد. در جداول مذکور ترکیب بهینه کفشک‌ها برای کلیه پایه‌های موجود کانالت و ۲۱ تیپ کانال نیم‌لوله موجود ارائه‌شده است.

درصورتی‌که مقاومت مجاز خاک بیش از ۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع پیش‌بینی شود می‌توان از مقادیر آمده در جداول برای مقاومت ۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع استفاده کرد و چنانچه مقاومت مجاز خاک از ۰/۵ بیشتر و از ۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع کمتر باشد، از جدول ترکیبات کفشک‌ها که برای مقاومت ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تهیه‌شده استفاده می‌گردد.

اگر مقاومت مجاز خاک کمتر از ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد یا در کارخانه‌های تولیدی منطقه، کفشک محاسبه‌شده در جداول فوق‌الذکر، تولید نشود و یا اگر با نتایج

آزمایشگاهی ظرفیت باربری واقعی خاک اندازه‌گیری شده باشد و استفاده یا تولید کفشک‌های خاصی متناسب با آن ظرفیت باربری مدنظر باشد، دستگاه نظارت برای شالوده طرح خاصی با توجه به مبانی طراحی و مشخصات خاک محل به شرح زیر محاسبه نموده و جهت اجرا به پیمانکار ابلاغ می‌نماید.

بارهایی که در طراحی نیم‌لوله و سایر قطعات پیش‌ساخته جهت انجام محاسبات تعداد و تیپ کفشک‌ها در نظر گرفته می‌شوند عبارت‌اند از:

۱) بار مرده: شامل وزن قطعات بتنی که برابر ۲۵۰۰ کیلوگرم در هر مترمکعب بتن منظور می‌شود.
۲) وزن آب: که مقدار آن ۱۰۰۰ کیلوگرم در هر مترمکعب در نظر گرفته می‌شود و فرض بر آن است که نیم‌لوله کاملاً پر از آب می‌باشد، لذا وزن آب موجود در هر کانالت برابر حاصل‌ضرب سطح آن در طول کانالت در وزن واحد حجم آب است. به‌عنوان نمونه کانالت تیپ ۳۱۵ که دارای سطح ۰,۳۱۵ مترمربع و طول ۵ متر است، ۱۵۷۵ کیلوگرم آب را انتقال می‌دهد.
۳) بار زلزله: نیروی افقی ناشی از اثر زلزله معادل ۰/۱ بار مرده قطعات، در هر دو جهت طولی و عرضی و ۰/۱ وزن آب، فقط در جهت عرض نیم‌لوله منظور می‌گردد.
۴) بار باد: نیروی باد معادل ۷۵ کیلوگرم در متر هر مربع در نظر گرفته می‌شود. این نیرو دارای دو مؤلفه افقی عرضی و افقی طولی و یک مؤلفه عمودی می‌باشد. مقادیر مؤلفه‌های مذکور بستگی به شکل هندسی و ابعاد نیم‌لوله دارد. لازم به ذکر است که مؤلفه عمودی بار وارده از طرف باد با توجه به شکل مقطع کانالت، در جهت کاهش تنش وارده بر زمین می‌باشد.

شالوده مورداستفاده در شبکه‌های آبیاری با کانالت از نوع شالوده تکی منفرد می‌باشد و ظرفیت باربری آن علاوه بر بار محوری وارده ناشی از مجموع وزن کانالت و آب موجود در آن و قطعات وابسته، تحت تأثیر لنگر خمشی ناشی از بارهای جانبی فوق (زلزله و باد) هم قرار دارد. در طراحی، توزیع تنش زیر پی خطی فرض شده و مقدار آن از روابط مقاومت مصالح به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$q_{max} = \frac{Q}{A} + \frac{MC}{I} = \frac{Q}{A} + \frac{0.1Qd}{\frac{L}{6B}(B^3 - X^3)} \qquad (۲۲-۴)$$

Q = بار قائم کل شامل مجموع وزن کانالت، آب، زین، پایه و کفشک

M = لنگر وارده بر شالوده

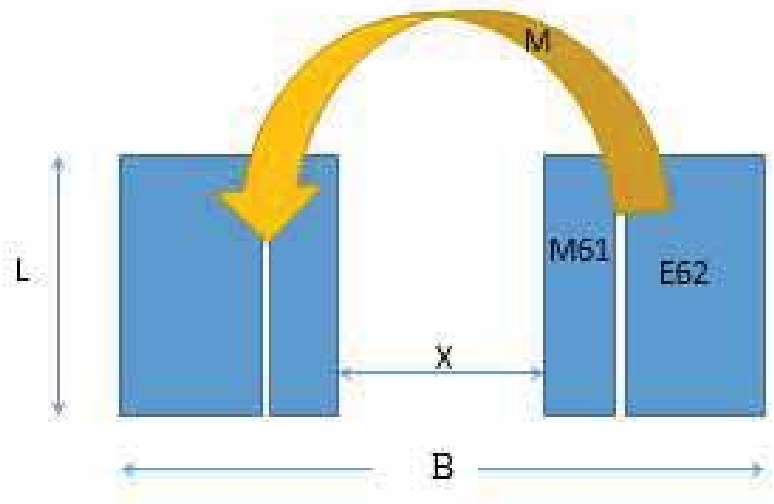
q = تنش وارده بر زمین

I = ممان اینرسی کفشک‌های مورداستفاده

A = مساحت کفشک‌ها

d= فاصله مرکز جرم کانالت پر از آب و متعلقات از روی بتن مگر

با توجه به رابطه (۴-۲۲) و شکل (۴-۱۲) بیشترین تنش وارده(q_{max}) بر زمین محاسبه‌شده و این تنش با ظرفیت باربری مجاز زمین مقایسه می‌شود. در صورت عدم کفایت، لازم است تعداد و ابعاد کفشک‌ها تغییر کند تا تنش وارده بر زمین از ظرفیت باربری آن کمتر گردد.



شکل (۴-۱۲): مقادیر مورداستفاده جهت تعین تتنش وارده بر زمین

توضیح: جدول ترکیب بهینه کفشک‌ها که قبلاً در نقشه‌های ضمیمه‌شده به نشریه مبانی اصول طراحی کانال‌های پیش‌ساخته بتنی آمده، متأسفانه دارای اشکالات اساسی بوده و تاکنون اصلاح نشده است. بررسی نگارنده نشان داده است که علاوه بر عدم تناسب ظرفیت باربری زمین با کفشک‌های مورداستفاده در این جداول، بعضاً تعداد کفشک‌های پیشنهادشده بیشتر از عرض پایه کانالت بوده است. لذا مقادیر جداول بهینه کفشک‌ها جهت سهولت دسترسی عوامل فنی برای تیپ‌های رایج ۲۳۰،۳۱۵ و ۴۵۰، توسط نگارنده اصلاح شده و در صورت استفاده از سایر

کانالت‌ها لازم است با استفاده از رابطه (۴-۲۲) محاسبات مجدد صورت گیرد و ابعاد و تعداد کفشک‌ها اصلاح شود. در جداول ذکرشده و در برخی از موارد استفاده از کفشک یکپارچه پیشنهاد شده است و گاهی لازم است علاوه بر آن با اعمال روش‌های مختلف، نسبت به افزایش ظرفیت باربری زمین نیز اقدام گردد.

فصل پنجم

اجرا و نصب قطعات پیش‌ساخته

۶-۱ کلیات

قطعات پیش‌ساخته نیم‌لوله و متعلقات آن با پایان مراحل ساخت و عمل‌آوری جهت نصب به محل تعیین‌شده در پروژه حمل می‌شوند. رئوس مراحل مختلف اجرای شبکه انهار آبیاری هوایی از نوع بتن پیش‌ساخته شامل: باراندازی قطعات پیش‌ساخته در امتداد مسیر، پی‌کنی، ریختن بتن مگر، نصب کفشک‌ها، نصب پایه‌ها در داخل شیار کفشک‌ها و عملیات بنایی آن، نصب زین بر روی پایه به‌وسیله میلگرد داول، قرار دادن نیم‌لوله بر روی زین‌ها، درزگیری کانال با مواد آب‌بند و آب اندازی کانال‌ها می‌باشد. عملیات نصب در تمام طول شبکه باید بر اساس امتداد، طول، اندازه، تیپ، ارتفاع، شیب و سایر اطلاعات مندرج در نقشه‌ها و با تأیید دستگاه نظارت انجام گیرد. قبل از تشریح مراحل اجرا و نصب قطعات پیش‌ساخته لازم است نکات زیر موردتوجه قرار گیرد:

۱. پیمانکار باید در طول مسیر انهار شبکه، نقاط مبنای ارتفاعی را جهت کنترل دقیق رقوم زیر پی، روی پایه و کف کانال به تعداد و دقت کافی نصب نماید.
۲. جاده سرویس مربوط به کانالت بهتر است به‌صورت کامل احداث گردد، سپس اقدام به اجرای کانالت شود. چرا که با اجرای مسیر ممکن است در اثر عبور غلتک (برای متراکم کردن بدنه جاده سرویس) ترک‌هایی در بندکشی کفشک‌ها یا جابجایی در متعلقات آن ایجاد گردد و یا این‌که جهت شیب زنی جاده، تیغه گریدر به کانالت و متعلقات آن آسیب رساند درحالی‌که با اجرای کامل جاده سرویس، امکان تردد در روی جاده سرویس جهت حمل کانالت و متعلقات آن و انجام عملیات اجرایی (به‌ویژه در فصول بارندگی) به سهولت امکان‌پذیر خواهد بود. در حالت دیگر می‌توان جاده سرویس را حداقل تا اتمام خاکریزی انجام داد و به جهت نداشتن نگرانی هنگام تحویل موقت از بابت تمیز بودن مسیر، اجرای شن‌ریزی لایه رویه را

به بعد محول کرد مشروط بر این‌که کوبیدن لایه شن‌ریزی با دقت انجام گردد و از ویبره سبک هنگام متراکم کردن استفاده شود تا مشکلی در متعلقات کانالت ایجاد نگردد.

۳. در مواردی که در مسیر احداث کانالت و جاده سرویس آن، گودی نامناسبی وجود داشته یا زمین لجنی و یا آبرفتی باشد، لازم است تا رسیدن به بستر مناسب حفاری شود و بسته به شرایط از مصالح مناسب (خاک کوبیده، شفته‌آهک، شفته سیمانی و یا مخلوط خاک و سیمان) پر و متراکم شود.

نکته مهمی که معمولاً در اکثر پروژه‌ها به وجود می‌آید اجرای پی‌کنی بر روی نهرهای زراعی سنتی است. با توجه به این‌که معمولاً عملیات نصب کانالت پس از تسطیح اراضی انجام می‌شود محل نهر پنهان‌شده و اگر پی‌کنی در آن محل انجام شود و کانالت نصب گردد، قطعاً محل دچار نشست خواهد شد. لذا باید قبل از تسطیح، محل نهرها نقشه‌برداری شود و اگر به هر دلیل محل آن نامعلوم گردد با دریافت تصاویر هوایی از نرم‌افزارهایی چون گوگل ارث[1] و انطباق محل نهر با محل پی‌کنی، نسبت به تثبیت بستر اقدام شود.

۴. جهت شروع عملیات طراحی و اجرا لازم است دستور کار مناسب تهیه و در اختیار پیمانکار قرار گیرد. درخواست عملیات اجرایی باید مرحله‌به‌مرحله مورد تأیید دستگاه نظارت قرارگرفته تا عملیات اجرای کانالت به‌خوبی کنترل گردد. (فرم شماره ۵-۱)

۶-۲ تسهیل گری اجتماعی

قبل از شروع فعالیت اجرایی باید فرهنگ‌سازی، بسترسازی، آزادسازی زمین جهت انجام فعالیت‌های زیربنایی و رفع معارضت و حل مشکلات اجتماعی توسط پیمانکار انجام شود. این مجموعه فعالیت باید با به‌کارگیری فرد یا افرادی که توان مذاکره با مردم بومی منطقه و دستگاه‌های اجرایی محلی را داشته باشند و بتوانند با کمترین تنش اجتماعی زمین را برای انجام فعالیت‌های زیر بنایی هموار سازند، صورت می‌پذیرد.

۱-Google earth

۶-۳ مسیر عملیات اجرایی

اجرای شبکه آبیاری و زهکشی در هر منطقه ممکن است با تمام یا بخشی از موانع فیزیکی به شرح ذیل برخورد نماید و یا به‌صورت موقت در بهره‌برداری از آن اختلال ایجاد کند و یا در طول بهره‌برداری محدودیت‌هایی را ایجاد نماید. طبعاً راهکار ارائه‌شده با توجه به هر یک از این موارد در شرایط خاص منطقه‌ای، جغرافیایی و اجتماعی آن متفاوت بوده و لازم است به‌صورت موردی و مستقل موردتوجه قرار گیرد. مهم‌ترین موانع فیزیکی به‌قرار زیر می‌باشد:

- اراضی زراعی متعلق به کشاورزان یا نهادهای عمومی و دولتی؛
- باغات متعلق به کشاورزان و باغداران؛
- مستحدثات شخصی، عمومی و تأسیسات صنعتی؛
- تقاطع انهار سنتی و عبور حریم از آن‌ها؛
- راه‌های فرعی و روستایی؛
- خطوط انتقال آب، گاز، برق، فیبر نوری و نفت؛
- اماکن خاص مانند قبرستان و بقاء متبرکه؛
- محدوده‌ها و اماکن باستانی و میراث فرهنگی؛

برخی از این عرصه‌ها باید به نحو قانونی به مالکیت سازمان اجرایی درآید و بعضی دیگر باید هنگام اجرا با ایجاد تمهیداتی توسط واحد مطالعات اجتماعی حل‌وفصل گردد و برخی دیگر در زمان طراحی مدنظر گیرد. همچنین لازم است مشاور در زمان طراحی، مسائل و مشکلات مهم ازجمله تقاطع با راه‌های دسترسی روستایی، خطوط نفت و گاز و... را بررسی نموده و جنبه‌های مختلف مالی، حقوقی و اداری را در برنامه زمان‌بندی و نحوه اجرا ملحوظ نماید و در ابتدای پروژه هماهنگی‌های لازم را با سازمان‌های ذیربط به عمل آورد. پیمانکار نیز باید قبل از شروع فعالیت و تصرف زمین با هماهنگی مشاور نسبت به نهایی کردن شرایط و موانع موجود در طول مسیر اقدام نموده و مشخصات مربوط به موانع را صورت‌جلسه نماید.

۴-۶ تحویل نقاط اصلی نقشه‌برداری

یکی از مهم‌ترین اقدامات در شروع عملیات اجرایی، تعیین و تحویل نقاط اصلی نقشه‌برداری است. این نقاط مبنای رقومی و مختصاتی تمامی نقشه‌های اجرایی خواهد بود. بهترین و مطلوب‌ترین حالت، وجود نقاط رقومی مرتبط با شبکه سراسری سازمان نقشه‌برداری کشور است و پیمانکار جهت سهولت انجام و کنترل عملیات اجرایی موظف به حفظ و توسعه شبکه نقاط نقشه‌برداری شده در سرتاسر محدوده شبکه آبیاری می‌باشد. علاوه بر نقاط نشانه و مبدأ اصلی، احداث و گسترش نشانه‌های فرعی نقشه‌برداری در طول مسیرها و به‌ویژه در محل قوس‌ها، ابنیه و تقاطع‌ها ضروری است. نشانه‌های فرعی نقشه‌برداری باید به‌گونه‌ای تعیین و ساخته شوند که علاوه بر سهولت در عملیات نقشه‌برداری، توسط ساکنین محلی تخریب نگردند و تا زمان تحویل موقت در مختصات آن‌ها تغییری حاصل نشود و کمال مراقبت برای حفظ و نگهداری آن‌ها معمول گردد. توصیه می‌شود در فواصل ۲۰۰ متری در مجاورت محور کانالت نقاط ایستگاهی نقشه‌برداری ایجاد گردد و حتی‌المقدور از توجیه دوربین نقشه‌برداری (توتال) به روش تقاطع خودداری شود.

اولین مرحله شروع عملیات اجرایی، عملیات نقشه‌برداری جهت تهیه نقشه‌های فاز ۲ می‌باشد که در آن باید کد ارتفاعی زمین طبیعی در محدوده مسیر کانالت به فواصل حداکثر ۵۰ متر برداشت شود تا بر اساس آن واحد مطالعات و طراحی بتواند نسبت به تهیه پروفیل طولی مسیر اقدام نماید. برای این امر می‌توان از رقوم توپوگرافی منطقه نیز استفاده کرد.

در پلان و پروفیل مسیر با کد زمین طبیعی می‌توان وضعیت کانالت نسبت به زمین طبیعی را مشاهده کرد. نکته مهمی که در اینجا وجود دارد قرار داشتن کف کانالت درون زمین در مکان‌هایی است که کانالت به‌عنوان انتقال‌دهنده مورداستفاده قرار می‌گیرد. با کمک این نقشه به‌راحتی می‌توان به این موضوع نیز پی برد که آیا هنگام پی‌کنی کانالت درون زمین قرار می‌گیرد؟ و علاوه بر پی‌کنی محل نصب، لزومی به حفاری طول مسیر می‌باشد؟. لازم به ذکر است که اگر پس از پی‌کنی و هنگام نصب این موضوع مشخص شود به‌راحتی شروع کار، نمی‌توان آن محل‌ها را حفاری کرد.

۶-۵ بوته کنی و ریشه بری

کلیه درختان، درختچه‌ها و بوته‌های واقع در مسیر کانالت تا فاصله حداقل دو متری از اکس مسیر کانالت بایستی حذف و ریشه‌کن گردند و لازم است تمامی آن‌ها توسط دستگاه نظارت و پیمانکار صورت‌جلسه شوند. در مواردی که تراکم رشد بوته‌ها در مسیر زیاد بوده و احتمال آن باشد که پس از خاکبرداری و پی‌کنی بوته‌ها مجدداً رشد کنند، ضروری است آب‌آهک غلیظ یا محلول علف‌کش که با الزامات محیط‌زیست سازگار باشد در بستر و حفره محل ریشه‌کنی پخش شود تا از آسیب به شبکه آبیاری جلوگیری شود. (فرم شماره ۵-۲).

۶-۶ برداشت ارتفاعی و تسطیح مسیر

ابتدا باید مسیر کانال با حضور دستگاه نظارت بررسی شود و پس از رفع هرگونه مشکل، مسیر دقیق و نهایی محور در اختیار دفتر فنی پیمانکار قرار گیرد تا با لحاظ تمامی جوانب کار، جدول مختصات دقیق پی‌کنی محل کانالت و سازه‌ها تهیه گردد. این جدول مختصاتی جهت تعیین رقوم ارتفاعی زمین در فواصل ۵ متری در اختیار واحد نقشه‌برداری پیمانکار قرار می‌گیرد. برداشت مسیر به فواصل ۵ متری باید توسط نمایندگان پیمانکار و دستگاه نظارت مقیم صورت‌جلسه شود تا ملاک اقدامات بعدی قرار گیرد. برای این کار در باند کانالت به عرض حداقل ۴ متر توسط گریدر رگلاژ شده، مختصات اعلام‌شده توسط دوربین نقشه‌برداری "توتال استیشن" پیاده می‌شود و نقاط موردنظر میخ‌کوبی (پیکتاژ) می‌گردد (شکل ۵-۱). سپس کد زمین دکوپاژ شده توسط دوربین "نیوو" برداشت می‌شود و جهت تهیه نقشه و جداول کارگاهی نصب، در اختیار دفتر فنی پیمانکار قرار می‌گیرد و در ادامه نقشه کارگاهی نیز با تصویب دستگاه نظارت برای اجرا ابلاغ می‌گردد.

شکل (۵-۱): رگلاژ مسیر و پیکتاژ آن

۶-۷ پی‌کنی و نصب کفشک‌ها

پیمانکار باید طبق مشخصات جداول و نقشه‌های اجرایی نسبت به پی‌کنی، ریختن بتن مگر و نصب اقدام نماید. عمق پی‌کنی که با توجه به نوع و جنس خاک محل و عمق یخبندان در نقشه و جداول کارگاهی مشخص‌شده هیچ‌گاه نباید از ۴۰ سانتی‌متر کمتر باشد. در تعیین عمق پی‌کنی باید توجه داشت که تغییرات ارتفاعی پایه‌ها برابر ۲۵ سانتی‌متر است و لذا باید فاصله روی بتن مگر تا زیر زین پس از کسر ضخامت کفشک، مضربی از ۲۵ باشد. ابعاد پی‌کنی به کمک شابلون گچ‌ریزی مشخص می‌شود تا با استفاده از بیل مکانیکی برای رسیدن به عمق موردنظر حفاری گردد (شکل ۵-۲).

شکل (۵-۲): گچ‌ریزی جهت پی‌کنی محل نصب کفشک‌ها

نقشه‌بردار به کمک دوربین نیوو، عملیات پی‌کنی بیل مکانیکی را تا رسیدن به تراز ابلاغ‌شده چک می‌نماید (شکل ۵-۳). در نهایت کف پی توسط کارگر و به کمک بیل دستی رگلاژ می‌شود. ابعاد پی‌کنی در هر سمت ۱۰ سانتی‌متر از ابعاد خارجی شالوده پایه که از ترکیب کفشک‌ها ایجاد می‌شود، بزرگ‌تر انتخاب می‌گردد (مجموعاً ۲۰ سانتی‌متر در هر جهت). چنانچه پیمانکار در حین اجرای عملیات پی‌کنی، بیش از مقدار موردنیاز پی‌کنی نموده باشد، باید با تأیید دستگاه نظارت، حجم اضافه خاکبرداری شده را با خاک مناسب به‌خوبی کوبیده و متراکم (با تراکم حداقل ۸۵ درصد) کند و یا با بتن ضعیف و یا مصالح سنگی پر نماید. لذا باید در حفاری دقت کامل به عمل آید. شیب دیواره باید توسط دستگاه نظارت مشخص‌شده و ترجیحاً دیواره‌های پی، عمودی در نظر گرفته می‌شود. درصورتی‌که شرایط خاک محل به نحوی باشد که امکان اجرای پی‌کنی به‌صورت عمودی نباشد با ابلاغ دستگاه نظارت می‌توان دیواره‌های پی را شیب‌دار اجرا کرد. در این صورت ابعاد پی در هر جهت بیش از ۱۰ سانتی‌متر نباید از ابعاد بیرونی شالوده بزرگ‌تر باشد.

نقشه‌بردار حد ارتفاعی موردنیاز بتن مگر را با قرار دادن حداقل ۲ میلگرد با قطر ۱۰ میلی‌متر در دو طرف قطر محل پی‌کنی، مشخص می‌نماید. همان‌گونه که گفته شد باید از قبل به پلان و پروفیل مسیر توجه شود که اگر کف کانالت درون زمین قرارگرفته، علاوه بر محل نصب پایه‌ها، محل قرارگیری کانالت هم به‌اندازه کافی حفاری گردد تا نصب کانالت دچار مشکل نشود.

شکل (۵-۳): پی‌کنی محل با بیل مکانیکی

پس از تکمیل پی‌کنی و تسطیح و تنظیم کف آن، باید بتن مگر با عیار ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در هر مترمکعب بتن که توسط دستگاه میکسر یا خلاطه ساخته‌شده، به محل بتن‌ریزی حمل گردد و تا رسیدن به رقوم ریخته شده و با ماله کاملاً صاف شود (شکل ۵-۴). صاف و تراز بودن سطح روی بتن مگر موجب می‌گردد تا در نصب کفشک‌ها و رقوم نصب قطعات مشکل ایجاد نشود. کد روی بتن مگر معمولاً با علامت‌گذاری بر روی میلگردهایی که توسط نقشه‌بردار کوبیده شده، مشخص می‌شود. با توجه به این‌که در ابعاد قطعات و تراز کف خطا وجود دارد سعی می‌شود ارتفاع بتن‌ریزی حدوداً ۱ سانتی‌متر کمتر انتخاب شود. باید قبل از ریختن بتن مگر، کف گود مقداری آبپاشی گردد تا آب بتن توسط خاک جذب نشود. علاوه بر آن پس از بتن‌ریزی نیز عمل‌آوری و آب‌پاشی صورت گیرد. همچنین باید دقت کرد در مناطق گرمسیر با یک‌بار

ماله‌کشی، بتن مگر هنگام خشک شدن به دلیل جمع شدگی خمیری ترک می‌خورد. از این‌رو باید ۱۵ دقیقه بعد از ماله‌کشی اول، مجدداً سطح کار ماله‌کشی شود به‌نحوی‌که جهت حرکت ماله، خلاف جهت حرکت ماله قبلی باشد. این کار باعث می‌شود تا بتن ترک نخورد. حداقل ضخامت بتن مگر ۵ سانتی‌متر بوده و ضخامت آن هیچ‌گاه نباید از ۱۵ سانتی‌متر تجاوز نماید.

پس از آن‌که بتن مگر کف پی، مقاومت کافی به دست آورد باید کفشک‌ها بر طبق ترکیب پیش‌بینی‌شده در نقشه‌ها، روی آن قرار داده شود (شکل ۵-۵). کفشک‌های هر پایه باید به‌طور دقیق در محل خود و به‌موازات هم نصب گردند، به‌نحوی‌که محور طولی مجموعه کفشک‌های هر پایه کاملاً عمود بر محور مسیر کانال بوده و فاصله آن تا محور مجموعه کفشک پایه‌های مجاور دقیقاً برابر ۵ متر باشد. همچنین مرکز تقارن مجموعه کفشک‌های هر پایه باید منطبق بر محور مسیر باشد. برای این کار نقشه‌بردار در فواصل بین دو پی‌کنی میخ نشانه و آکس محور طولی را قرار داده تا کارگران بتوانند هنگام نصب با بندکشی بین آن‌ها، کفشک‌ها را تنظیم نمایند. آنگاه نصب کفشک‌ها با توجه به‌اندازه عرض قاعده پایه از طرفین شروع‌شده و به‌طور قرینه به سمت وسط ادامه یابد و در صورت وجود یک کفشک میانی مطابق نیاز، آن کفشک در وسط قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که مجموعه کفشک‌های واقع در مسیرهای قوسی باید منطبق با خط منصف زاویه منفرجه محور دو دهانه مجاور باشد.

شکل (۵-۴): ریختن بتن مگر در محل پی‌کنی

شکل (۵- ۵): نصب کفشک

۶-۸ نصب پایه

پس از آن‌که کفشک‌ها به‌طور دقیق در محل‌های پیش‌بینی‌شده قرار گرفتند، پایه پیش‌ساخته باید در داخل شیاری که در کفشک ایجادشده، قرار داده شود. سپس فضای باقی‌مانده بین پایه و کفشک با ملات ماسه و سیمان (۱ قسمت سیمان به ۳ قسمت ماسه) کاملاً پر گردد و با ماله بندکشی متراکم شود (شکل ۵-۶).

شکل (۵-۶): نصب پایه درون کفشک

نوع سیمان مصرفی با توجه به درصد سولفات آب‌وخاک محل و بر اساس جدول (۲-۱) مشخص می‌شود. برای این‌که بتوان کد روی پایه را به‌دقت تنظیم و به‌درستی تراز کرد، لازم است ملات (فیلر) مورداستفاده تا حدودی به‌اصطلاح خشکه باشد. برای جلوگیری از فاسدشدن ملات، باید حداقل ۳ روز متوالی با آب‌پاشی بر روی ملات ها نسبت به عمل‌آوری آن اقدام گردد.

تنظیم و رگلاژ محل استقرار و رقوم دقیق پایه (ازنظر مسطحاتی و ارتفاعی) باید در داخل همین شیار و با توجه به فضای اضافی موجود در اطراف و زیر پایه انجام شود. حداکثر تنظیم ارتفاعی پایه که به‌وسیله پخش ملات در کف شیار انجام می‌گردد، ۲ سانتی‌متر می‌باشد و بیشتر از آن در این محل مجاز نخواهد بود. کنترل رقوم ارتفاعی فقط باید با دوربین نیوو انجام گیرد.

پس از نصب، سطوح جانبی پایه‌ها باید شاقول و سطح فوقانی آن کاملاً تراز باشد و محور طولی آن باید عمود بر امتداد مسیر کانال بوده و محور عرضی آن منطبق با محور مسیر باشد. این کار با استفاده از دوربین توتال استیشن کنترل می‌شود (شکل ۵-۷). فاصله مرکز تا مرکز هر دو پایه مجاور باید برابر طول دهانه اسمی نیم‌لوله‌ها (۵ متر) باشد.

پس از این‌که ملات ماسه و سیمان که گیرداری پایه به کفشک را تأمین می‌نماید، کاملاً سخت شد باید فضای باقی‌مانده داخل پی تا روی کفشک با خاک مناسب و در لایه‌های افقی که به‌طور یکنواخت و هم‌زمان در تمام سطح پی پخش شده، طبق تأیید دستگاه نظارت پر شود. پر کردن پی به‌هیچ‌وجه نباید موجب صدمه به پایه کفشک و یا جابجایی آن‌ها شود.

شکل (۵-۷): کنترل محور طولی و عرضی مسیر به کمک دوربین توتال استیشن

۶-۹ نصب زین

پس از تکمیل عملیات نصب هر پایه، باید ابتدا میلگردهای اتصال زین به پایه (میلگرد داول) که از نوع سخت با قطر ۱۶ میلی‌متر و بدون آج می‌باشند، به طول ۱۲ سانتی‌متر بریده شود و در داخل سوراخ‌هایی که بالای پایه‌ها تعبیه شده، قرار گیرند. سپس با دقت فراوان و به‌آرامی زین بر روی پایه قرار داده شود، به‌نحوی‌که انتهای دیگر میلگردهای فوق‌الذکر در داخل سوراخ‌هایی که به همین منظور در زیر زین‌ها تعبیه‌شده قرار گیرد. پس از نصب، زین باید در تمام سطوح تکیه‌گاه‌های بتنی آن بر روی پایه بنشیند، هیچ‌گونه فاصله و شکافی در محل اتکا زین بر روی پایه وجود نداشته باشد و تحت اثر نیروهای افقی نباید از جای خود تکان بخورد. لازم به ذکر است که استفاده از میلگرد آجدار با قطر ۱۴ میلی‌متر مجاز نمی‌باشد (شکل ۵-۸).

شکل (۵-۸): میلگرد اتصال زین به پایه

در صورت لزوم جهت رگلاژ و تنظیم شاقولی زین برای تأمین رقوم دقیق کف کانالت می‌توان لایه‌ای از ملات ماسه و سیمان (به نسبت ۱ به ۳) در بین سطوح تکیه‌گاهی زین و پایه استفاده کرد. ضخامت این لایه نباید از ۰/۵ سانتی‌متر کمتر و از ۲ سانتی‌متر بیشتر باشد.

۶-۱۰ نصب نیم‌لوله

نیم‌لوله‌های بتنی در دو سر خود به‌وسیله واشرهای آب‌بندی که نقش تکیه‌گاه را نیز به عهده دارند بر روی زین‌ها می‌نشینند. بر روی هر زین ۲ عدد واشر جهت اتکا نیم‌لوله‌های ۲ دهانه وجود دارد و طول هر واشر باید برابر محیط نیم‌بیضی داخلی زین و با لحاظ طول اضافی (حدوداً ۲۰ سانتی‌متر) بوده تا کارگر بتواند هنگام نصب آن را با دو دست بگیرد (شکل ۵-۹). فاصله مرکز هر یک از این واشرها از لبه زین باید برابر $\frac{1}{4}$ پهنای زین باشد.

قبل از نصب باید توجه شود که محل قرارگیری واشر بر روی نیم‌لوله و یا زین، دارای حفره و یا لب‌پریدگی نبوده و در صورت مشاهده با روش‌های مناسب‌ترمیم شود. برای این کار معمولاً از ترکیب ماسه نرمه، سیمان و چسب بتن استفاده می‌شود.

جهت نصب کانالت‌ها باید از یک قاب فلزی (شاهین) که توسط جرثقیل ۵ تن حمل می‌شود استفاده گردد که شرایط آن در فصل سوم توضیح داده شده است. کانالت حمل شده به کمک دو کارگر و با رعایت موارد ایمنی در محل خود نصب می‌شود (شکل ۵-۱۰). لبه‌های دو سر کانالت مجاور پس از نصب باید دقیقاً هم‌سطح و منحنی آن‌ها در امتداد یکدیگر باشد. برای نصب بهتر می‌توان زین را با مواد بهداشتی کف‌ساز یا گریس (که با مواد ساخت واشر واکنش ندهد) آغشته کرد تا از پیچ‌خوردگی واشر هنگام نصب جلوگیری گردد. طول اتکا هر نیم‌لوله بر روی زین‌های دو طرف آن باید برابر و نحوه قرار گرفتن نیم‌لوله‌های دو دهانه مجاور نسبت به محور زین قرینه باشد و عرض درز انبساط موجود بین آن‌ها برابر ۱ سانتی‌متر (برای نیم‌لوله‌های ۵ متری) در نظر گرفته شود. حداکثر تغییرات مجاز عرض درزهای انبساط $\pm$ ۰/۵ سانتی‌متر است.

پس از نصب نیم‌لوله‌ها، رقوم کف آن باید طبق رقوم ذکرشده در نقشه‌های اجرایی بوده و آب‌بندی کامل در محل درز روی پایه‌ها وجود داشته باشد، در غیر این صورت باید پیمانکار نیم‌لوله را از روی زین پیاده نماید و با تأیید دستگاه نظارت، نسبت به تعویض واشرهای آب‌بندی و یا اصلاحات لازم جهت جبران اختلاف رقوم اجرایی نسبت به نقشه، مبادرت نماید.

جهت نصب نیم‌لوله‌ها در مسیرهای دارای قوس ملایم، باید طبق دستور دستگاه نظارت، واشرهای آب‌بندی به‌طور مورب ولی کاملاً قرینه نسبت به محور زین قرار گیرد به‌نحوی‌که انتهای دو نیم‌لوله مجاور در محل هر درز، نسبت به محور زین کاملاً قرینه باشد. همچنین واشر آب‌بند باید در تمام طول، در فاصله کافی از لبه نیم‌لوله و زین قرار گیرد و فضای موجود بین سطح

داخلی زین و سطح خارجی تکیه‌گاه نیم‌لوله را به‌خوبی پر نماید، به صورتی که در هیچ نقطه‌ای از طول آن، شکاف و یا روزنه‌ای که باعث نشت آب شود، وجود نداشته باشد.

شکل (۵- ۹): نصب نیم‌لوله بر روی زین

درز بین دو نیم‌لوله نیز در محل هر پایه تا لبه سطوح داخلی نیم‌لوله‌های مجاور توسط مواد درزبند مناسب (معمولاً ماستیک) کاملاً پر می‌شود به‌نحوی‌که مانع انتقال تنش از یک نیم‌لوله به نیم‌لوله دیگر شده و از ایجاد تلاطم هیدرولیکی در محل درز و نشت آب ناشی از نقص ساخت، نصب و یا فرسودگی واشر به دلیل گذشت زمان جلوگیری نماید (شکل ۵-۱۰).

شکل (۵-۱۰): استفاده از ماستیک برای پر کردن محل اتصال کانالت‌ها

۶-۱۱ خطای مجاز ساخت و نصب قطعات

پیمانکار باید کمال دقت را در اجرای عملیات و نصب قطعات پیش‌ساخته جهت تطبیق کامل با نقشه‌های اجرایی به عمل آورد و به‌هیچ‌وجه خطای اجرای عملیات نباید از خطای مجازی که در جدول (۵-۱) مشخص‌شده، تجاوز نماید.

جدول (۵- ۱): جدول خطای مجاز در عملیات نصب قطعات پیش‌ساخته

شرح	خطای مجاز
انحراف افقی کانالت	± ۵ میلی‌متر
ضخامت پوسته کانالت	٪۵ مقادیر اسمی
دهانه کانالت	٪۰,۵ مقادیر اسمی
طول کانالت	± ۵ میلی‌متر
فاصله مرکز هر واشر جهت قرارگیری بر روی زین	۰,۲۵ عرض نشیمن زین
عرض درز انبساط بین دو کانالت	۱۰ میلی‌متر با رواداری ± ۵
اختلاف رقوم کف کانال پس از نصب قطعات نسبت به رقوم خط پروژه	± ۵ میلی‌متر
اختلاف محور کانالت نسبت به محور میخ‌کوبی شده	± ۱۰ میلی‌متر
اختلاف سطح کف دو کانالت در محل درز مشترک	۲ میلی‌متر
انحراف پایه نسبت به امتداد شاقولی	٪۰,۵ × ارتفاع پایه
فاصله استقرار ترکیب کفشک‌ها از کفشک‌های مجاور	طول کانالت + ۱۰ میلی‌متر
استقرار کفشک‌ها در پی و نصب پایه‌ها در شیار کفشک‌ها ازنظر ارتفاعی	۵- میلی‌متر

۶-۱۲ تأیید کیفیت شبکه تکمیل‌شده

پس از نصب نیم‌لوله‌ها بر روی پایه‌ها و پایان یافتن عملیات، کانال‌های پیش‌ساخته هوایی، مورد بررسی دستگاه نظارت قرار خواهد گرفت. در پایان عملیات نصب، باید دستگاه نظارت بررسی و تأیید نماید که کلیه قطعات نصب‌شده کاملاً سالم بوده و آب‌بندی کانال در طول نیم‌لوله‌ها و در محل درزها به بهترین وجه انجام‌شده است و رقوم تمام‌شده کف کانال و شیب آن منطبق با نقشه‌های اجرایی است، در غیر این صورت باید پیمانکار نسبت به پیاده نمودن قطعات و تعویض و تعمیر و انجام اصلاحات لازم اقدام نماید. سپس با بستن دو سر محور، نیم‌لوله‌ها با آب پر شود

تا خصوصیات هیدرولیکی و آب‌بندی آن‌ها مورد آزمایش قرار گیرد. نیم‌لوله‌ها در حین آزمایش مذکور باید هیچ‌گونه نشتی نداشته و خصوصیات جریان آب در آن‌ها مطابق با مشخصات باشد. آزمایش‌های کنترل کیفیت نهایی نیم‌لوله‌های نصب‌شده بنا بر نظر دستگاه نظارت ممکن است در شاخه‌های مجزا و یا در تمام شبکه به‌صورت همزمان انجام گیرد. خلاصه مراحل اجرای کانالت و متعلقات به همراه ماشین‌آلات، مصالح و نیروی انسانی لازم در جدول (۵-۲) و لیست گزینه‌های لازم جهت کنترل دستگاه نظارت در اجرا و نصب کانالت و متعلقات در جدول (۵-۳) نشان داده شده است.

جدول (۵- ۲): خلاصه مراحل عملیات مربوط به نصب با ماشین‌آلات، مصالح و نیروی انسانی موردنیاز

ردیف	خلاصه مراحل	ماشین‌آلات	مصالح	نیروی انسانی
۱	تمیز کردن و تسطیح مسیر، انجام کارهای نقشه‌برداری لازم، پیاده کردن محل پایه‌ها، پی‌کنی محل پایه‌ها، رگلاژ و ریختن بتن لاغر کف پی	گریدر، بولدوزر، بیل مکانیکی، میکسر	میخ چوبی، بیل، کلنگ، بتن، دوربین نقشه‌برداری، گچ	اکیپ نقشه‌بردار (۲ نفر) بنا و کارگر جهت رگلاژ و بتن‌ریزی (۳ نفر)
۲	بارگیری و حمل متعلقات نیم‌لوله و ریسه کردن آن‌ها در کنار مسیر	لیفتراک، کامیون ۷ تن، جرثقیل ۳ تن	-	کارگر (۲ نفر)
۳	بارگیری و حمل کانال‌های پیش‌ساخته و ریسه کردن آن‌ها در کنار مسیر	جرثقیل ۵ تن و تریلی کفی ۱۰ تن		کارگر (۲ نفر)
۴	نصب کفشک، پایه، ملات ریزی و نصب زین	تراکتور و جرثقیل ۳ تن برای زین و پایه‌های بلند	ماسه، سیمان و آب ریسمان و تراز، میلگرد	اکیپ نقشه‌بردار (۲نفر)، استادکار بنا و دو نفر کارگر ماهر
۵	نصب نیم‌لوله و واشر آب‌بندی	جرثقیل ۵ تن	واشر آب‌بندی	۲ نفر کارگر
۶	آب‌بندی داخل کانال و کنترل کیفیت آب‌بندی اتصالات	تانکر آب	ماستیک و آب	۲ نفر
۷	تمیزکاری مسیر و تسطیح خاک‌های اضافی	گریدر		کارگر

جدول (۵-۳): لیست مراحل کنترل نصب کانالت و متعلقات

ردی ف	نوع فعالیت	قابل قبول	غیر قابل قب ول	شرح ردیف
۱	تهیه نقشه			تهیه و ارائه نقشه کارگاهی و جدول رقومی نصب کانالت و متعلقات
۲	پیاده کردن مسیرها			تسطیح اولیه مسیر جهت حذف عوارض و ناهمواری‌های سطحی و ایجاد بستر مناسب کار
				بررسی و تطبیق مسیرهای پیاده شده و محل‌های حفاری با نقشه‌های کارگاهی
				بررسی و کنترل محل سازه‌ها به‌ویژه سازه‌های آبگیر مزارع
				رعایت فاصله بین سازه‌ها با مضربی از طول هر نیم‌لوله و پرهیز از برش آن‌ها
				کنترل جانمایی محور کانالت توسط دوربین توتال استیشن با استقرار بر روی ایستگاه اصلی
۳	پی‌کنی و اجرای بتن مگر			رعایت مشخصات فنی در محل پی‌کنی پایه‌ها شامل ابعاد و عمق پی‌کنی
				بررسی وجود ریشه گیاهان و انجام اقدامات لازم
				انجام تدابیر لازم جهت لجنی بودن، نامرغوب بودن خاک و وجود خاک دستی
				رعایت رقوم و مشخصات فنی در اجرای بتن مگر مانند حداقل و حداکثر ضخامت
				هموار بودن و تراز بودن سطح بتن مگر
				وجود و صحت میخ رفرنس
۴	نصب کفشک‌ها			سالم بودن کفشک‌های مورداستفاده در نصب
				بررسی ابعاد و به‌ویژه ضخامت کفشک‌ها
				رعایت رقوم، فاصله و مشخصات فنی
				تناسب کفشک‌ها با مقاومت زمین
				کنترل ترکیب بهینه و چیدمان کفشک‌ها در نصب
۵	نصب پایه‌ها			سالم بودن پایه‌های مورداستفاده
				بررسی کیفیت ملات ماسه سیمان مورداستفاده
				وجود بندکشی بین پایه و کفشک و کفایت ضخامت آن
				بررسی رقوم نصب پایه
				تنظیم فاصله و کنترل محور مسیر ازنظر افست و لاین
۶	نصب زین‌ها			سالم بودن زین‌های مورداستفاده در نصب

ردی ف	نوع فعالیت	قابل قبول	غیر قابل قبول	شرح ردیف
				بررسی طول، قطر و نوع میلگرد داول اتصال پایه و زین
				رعایت رقوم، فاصله و مشخصات فنی در نصب زین‌ها
				بررسی وجود حفره در محل نشیمنگاه کانالت و در صورت وجود پر کردن و سپس صیقلی نمودن آن با مواد مناسب
۷	نصب نیم‌لوله‌ها			توجه به حمل کانالت و متعلقات و رعایت موارد ایمنی
				سالم بودن نیم‌لوله‌های نصب‌شده در مسیر
				پر کردن هرگونه حفره در محل نشیمنگاه
				بررسی جنس، قطر، طول و سالم بودن واشرهای لاستیکی مورداستفاده
				استفاده از مواد کف زا قبل از نصب کانالت جهت جلوگیری از پیچ‌خوردگی واشر
				رعایت رقوم و مشخصات فنی در نصب نیم‌لوله‌ها
				بررسی فاصله دو کانالت (درز) از یکدیگر
				قرارگیری صحیح کانالت در محل موردنظر نسبت به اکس زین
				قرارگیری صحیح کانالت و عدم فشرده شدن واشر از یک طرف و آزاد بودن از طرف دیگر
۸	آب اندازی			پر کردن درز با ماستیک
				جدا نمودن اضافه طول واشرلاستیکی
				برگرداندن خاک‌های حاصل از پی‌کنی به‌صورت گرده ماهی
				بستن دو طرف مسیر و آب اندازی آن
				کنترل کیفی مسیرهای اجرا شده

۶-۱۳ تمیز کردن مسیر و پخش و تسطیح خاک‌های اضافی

پس از اینکه عملیات نصب و آب‌بندی کانالت به اتمام رسید نهرهای انحرافی مربوط به انتقال آب مزارع و هدایت پایاب مزارع گریدر زنی، تسطیح و به حالت اولیه برگردانیده می‌شود. خاک‌های حاصل از پی‌کنی مجدداً به‌صورت گرده در همان محل برگردانده شده و جاده ارتباطی مجاور

مسیر کانالت نیز که در اثر رفت‌وآمد مکرر ماشین‌آلات ناهموار شده مجدداً گریدر زنی، تسطیح و آماده تحویل می‌گردند.

فرم (۵-۱): درخواست مجوز نقشه‌برداری و اجرای کانالت

نام پروژه:	**شماره قرارداد:**
نام کارفرما:	**تاریخ قرارداد:**
نام دستگاه نظارت:	**نام پیمانکار:**

دفتر نظارت و کنترل کیفی

احتراماً خواهشمند است در خصوص کنترل و بازرسی انجام عملیات نصب کانالت طبق نقشه اجرایی شماره ..... اعلام نظر فرمائید.

نام بلوک: ..... محل اجرا: ..... محدوده کار: از کیلومتر ..... تا .....

- زمان شروع و مدت تخمینی اجرا:
- توضیحات:.....

مسئول عملیات **رئیس کارگاه**

نظریه دستگاه نظارت:

اولویت‌بندی	ردیف	شرح کار	واحد مسئول	درخواست عملیات	واحد نظارت
۲	۱	تهیه و تائید مختصات نهایی مسیر	دفتر فنی		
۵	۲	تهیه و تائید دفترچه محاسبات مسیر	دفتر فنی		
۱	۳	پیاده‌سازی مسیر به فواصل ۵۰ متری	نقشه‌برداری		
۳	۴	پیاده‌سازی مسیر به فواصل ۵ متری	نقشه‌برداری		
۴	۵	برداشت رقوم ارتفاعی مسیر به فواصل ۵ متری	نقشه‌برداری		
۷	۶	کنترل رقوم مگر	نقشه‌برداری		
۸	۷	پیاده کردن محور مسیر	نقشه‌برداری		
۹	۸	کنترل محور مسیر (افست و لاین)	نقشه‌برداری		
۱۱	۹	کنترل رقوم روی پایه	نقشه‌برداری		
۶	۱۰	ابعاد پی‌کنی محل شالوده و کیفیت بستر	اجرایی		
۱۰	۱۱	نصب کفشک و پایه	اجرایی		
۱۲	۱۲	نصب زین و کانالت	اجرایی		

توضیحات:

.....

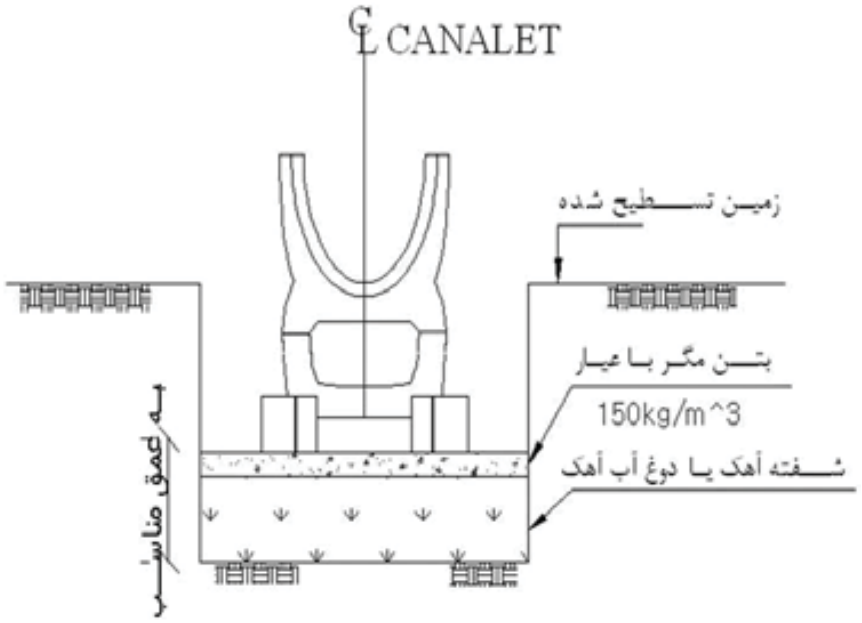
کارشناس دستگاه نظارت سرپرست دستگاه نظارت

فرم (۵-۲): دستور کار محل پی‌کنی ریشه‌های گیاهان

کارفرما:	**دستور کار**	**شماره :** .....
مشاور:		**تاریخ :** .....
پیمانکار:		**پیوست:**.....

پروژه شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی ..

در محل‌هایی که ریشه گیاهان وجود دارد نسبت به ریشه‌کنی ریشه‌های ضخیم اقدام و محل آن با شفته‌آهک با عیار ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب آهک با خاک محل پر شود و در محل‌هایی که ریشه ضعیف وجود دارد از دوغ آب‌آهک به نسبت ۱۰۰۰ کیلوگرم آهک شکفته در ۲۲۰۰ لیتر آب استفاده گردد.



دستگاه نظارت:	پیمانکار :

فصل ششم

نمونه کارطراحی و تهیه جداول کارگاهی کانالت

۷-۱ طرح مسئله و مشخصات آن

منطقه‌ای جهت طراحی و اجرای شبکه فرعی آبیاری (کانال درجه ۳) مدنظر است که در آن شبکه اصلی طراحی و اجرا شده ولی نقشه‌های طراحی و همچون ساخت آن در دسترس نیست. کانال درجه دو "K15 " نام داشته و برای تنظیم و توزیع مقدار جریان آب در کانال درجه ۳ منشعب شده از آن، جهت آبیاری یک واحد مزرعه، از مدول نیرپیک" XX2-150 " استفاده‌شده است. با توجه به تغییرات طرح، مجموع مساحت ناخالص قطعات زمین‌های زراعی تحت پوشش دریچه هیدرومکانیکال فوق به ۵۲,۰۷ هکتار کاهش یافته است. کانال درجه ۳ که قرار است با استفاده از کانالت طراحی گردد "K15-3-TC1 " نام داشته و به همراه قطعات آبخور آن در شکل (۶-۱) نشان داده شده است. مزرعه موردنظر مطابق طرح جدید قطعه‌بندی شده و طراحی تسطیح اولیه آن انجام‌گرفته که مشخصات هر یک از قطعات در جدول (۶-۱) ارائه گردیده است. مشخصات فیزیکی کانال درجه دو توسط نقشه‌بردار برداشت‌شده و در جدول (۶-۲) نشان داده شده است. مطلوب است طراحی هیدرولیکی مسیر با استفاده از کانالت، تهیه پلان و پروفیل طرح و جداول و نقشه‌های کارگاهی آن.

شکل (۶-۱): طرح و جانمایی شبکه اصلی و فرعی آبیاری و زهکشی

جدول (۶-۱): مشخصات تسطیح قطعات زراعی تحت پوشش کانال K۱۵-۳-TC۱

مشخصات تسطیح مزرعه								
ردیف	نام قطعه	مساحت (هکتار)	حجم در هکتار	ارتفاع سطح آب	بلندترین ارتفاع	پایین‌ترین ارتفاع	شیب کانال درجه ۴	شیب آبیاری
۱	F1	۱۰,۵۵	۳۰۶	۲۳,۳۷	۲۲,۵۷	۲۲,۲۷	۰,۰۰۰۳۳	۰,۰۰۰۶
۲	F2	۹,۹۷	۲۵۴	۲۳,۲۴	۲۲,۵۰	۲۲,۲۰	۰,۰۰۰۳۳	۰,۰۰۰۶
۳	F3	۹,۹۸	۲۷۳	۲۳,۰۴	۲۲,۴۳	۲۲,۱۳	۰,۰۰۰۳۳	۰,۰۰۰۶
۴	F4	۱۰,۴۰	۶۵۲	۲۲,۹۳	۲۲,۲۸	۲۱,۹۷	۰,۰۰۰۳۳	۰,۰۰۰۶
۵	F5	۸,۷۰	۶۵۸	۲۲,۷۹	۲۲,۱۲	۲۱,۸۵	۰,۰۰۰۳۳	۰,۰۰۰۶
جمع کل		۴۹,۶۳	۴۲۳					

جدول (۶-۲): مشخصات آبگیری از کانال تغذیه‌کننده شبکه فرعی

مشخصات آبگیری از کانال تغذیه‌کننده شبکه فرعی								
نام کانال تغذیه‌کننده	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	کیلومتر آبگیری	تیپ دریچه	رقوم محل آبگیری کانال تغذیه‌کننده			
					اوجی نیرپیک	تاج سرریز نوک	دستک کانال	داغاب کانال	قوم کف
K15	۳۴۹۱۸۳۵	۲۷۵۲۵۶	۱+۰۲۶	XX2-150	۲۳,۲۳	۲۳,۴۶	۲۳,۹۳	۲۳,۴۵	۲۳,۰۷

۷-۱-۱ تعیین نیاز آبی قطعات تحت پوشش کانال

در مرحله اول باید با استفاده از مبانی طراحی شبکه فرعی، هیدرومدول آبیاری تعیین گردد. نتایج مطالعات فاز ۲ نشان داده است که هیدرومدول آبیاری برابر ۲ لیتر بر ثانیه بر هکتار در نظر گرفته شده است. با توجه به مساحت قطعات تحت پوشش این دریچه، بده جریان موردنیاز برابر است با:

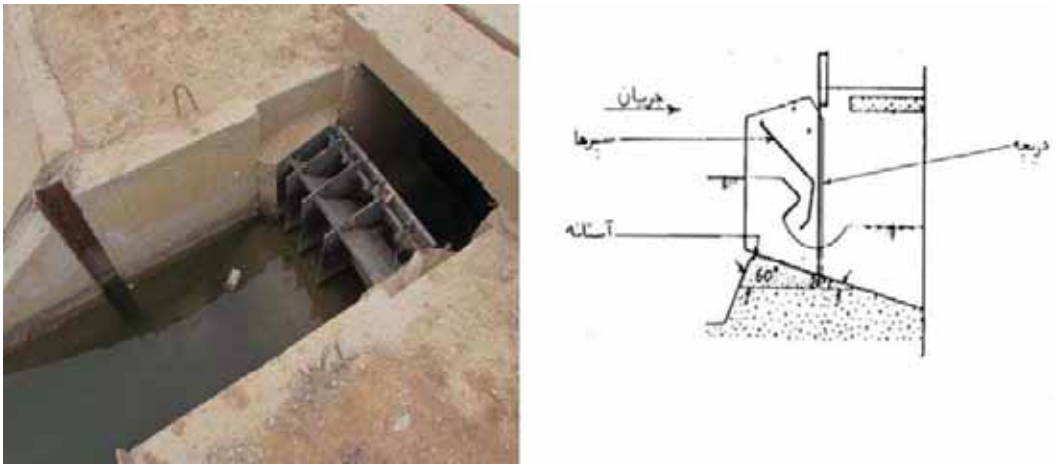
$$Q=2\times49.63=99.26\ lit/s$$

از آنجا که سازه نیرپیک برای دبی ۱۵۰ لیتر بر ثانیه طراحی‌شده و طرح تغییر کرده، لازم است تعداد دریچه‌هایی از مدول نیرپیک "XX2 150" که باید مورداستفاده قرار گیرند، تعیین شوند. مدول نیرپیک "XX2" جزو مدول های دوسپره می‌باشد که در آن ظرفیت عبوری دبی به ازای هر دسی‌متر عرض دریچه برابر ۲۰ لیتر بر ثانیه بوده که گام‌های تنظیم بده جریان در آن ۱۰ لیتر بر ثانیه‌ای است. مطابق مفروضات طراحی و ساخت نیرپیک، هر دریچه فقط می‌تواند به‌صورت کاملاً باز یا بسته عمل نماید لذا برای تعیین دبی محور، باید از نزدیک‌ترین تیپ استاندارد به دبی موردنیاز طراحی استفاده گردد. نزدیک‌ترین مدول نیرپیک به دبی موردنیاز مدول XX2-120 می‌باشد و مطابق جدول (۶-۳) لازم است یکی از دریچه‌های ۳۰ لیتری بسته و ترجیحاً جوش داده شود تا فقط ۱۲۰ لیتر موردنیاز عبور داده شود.

جدول (۶-۳): ظرفیت مدول استاندارد نیرپیک از تیپ XX

بده اسمی L/s	تعداد دریچه					ℓ Cm
	10 L/s	20 L/s	30 L/s	60 L/s	90 L/s	
30	1	1				16
60	1	1	1			32
90	1	1	2			48
120	1	1	1	1		63
150	1	1	2	1		79
180	1	1	1	2		94
210	1	1	1	1	1	109
240	1	1	1	3		125
300	1	1	1	1	2	155
360	1	1	1	2	2	186
420	1	1	1	3	2	217
480	1	1	1	1	4	247

در شکل (۶-۲) نمای نیمرخ یک مدول دوسپری نیرپیک نشان داده شده است. در کلیه سری‌های استاندارد، دریچه‌ها در یک ردیف و پهلو به پهلوی یکدیگر قرارگرفته‌اند و هر دریچه توسط چفت مخصوص به خود باز یا بسته می‌شود و در صورت خاتمه آبگیری، کلیه دریچه‌ها توسط اهرم مشترکی قفل می‌گردند. لازم به ذکر است معمولاً جهت انعطاف بیشتر انهار درجه ۳ در دوران بهره‌برداری، ظرفیت کانالت‌ها در کل مسیر ثابت در نظر گرفته می‌شود.



شکل (۶-۲) مشخصات و تصویر یک مدول نیرپیک دوسپره

۷-۱-۲ تعیین تراز سطح آب کانال درجه ۳ در ابتدای مسیر

تغییرات دبی عبوری از آبگیر نیرپیک در محدوده خاصی از نوسانات سطح آب کانال تغذیه‌کننده، نزدیک به دبی طراحی و در حدود ۵ تا ۱۰ درصد می‌باشد. با توجه به این‌که سطح آب داخل کانال اصلی توسط سرریز نوک اردکی کنترل می‌گردد جهت عبور دبی اسمی در مدول دو نقابه XX2 مقدار ۲۸ سانتی‌متر آب روی آستانه سرریز وجود خواهد داشت. این مدول حداقل افت هیدرولیکی معادل ۱۱ سانتی‌متر ایجاد می‌کند. (برای اطلاع بیشتر رجوع شود به[۲۴])

اگر آبگیر خروجی شبکه اصلی برای اتصال به شبکه فرعی به شکل سیفون باشد و قطر لوله سیفون برابر ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود، مطابق رابطه دارسی وایسباخ برای دبی ۱۲۰ لیتر بر ثانیه افت ایجادشده برابر ۵ سانتی‌متر و افت کل درمجموع حدوداً ۱۶ سانتی‌متر خواهد بود. لذا رقوم سطح آب در کانال درجه ۳ برابر رقوم آستانه یا اوجی نیرپیک مدول XX2بعلاوه ۲۸ سانتی‌متر و با کسر افت نیرپیک و سیفون (در صورت وجود) می‌باشد. رقوم سطح آب کانال درجه ۳ را می‌توان با استفاده از رقوم سرریز نوک اردکی و تیغه آب روی آن و با کسر افت نیرپیک مطابق توضیحات قبلی کنترل کرد. استفاده از رقوم داغاب، رقوم حداکثر و حداقل تراز سطح آب در شبکه اصلی نیز می‌تواند دید مناسبی را برای انتخاب تراز سطح آب کانال درجه ۳ در اختیار ما قرار دهد. (جدول ۶-۴).

جدول (۶-۴): محاسبه تراز سطح آب در کانال درجه ۳

با استفاده از رقوم کارگذاری نیرپیک	داغاب	سرریز نوک اردکی
۲۳,۳۵	۲۳,۲۹	۲۳,۳۵

۷-۱-۳ تعیین مشخصات هیدرولیکی کانال

جهت طراحی هیدرولیکی کانالت‌ها از فرمول مانینگ استفاده می‌گردد و با نوشتن یک برنامه در محیط نرم‌افزار صفحه گسترده اکسل[۱]، این مشخصات قابل‌محاسبه است. در نشریه شماره ۵۴-ن استاندارد صنعت آب نیز جداول مربوط به پارامترهای مختلف هیدرولیکی کانال در شرایط

۱- EXCEL

جریان بحرانی و همچنین مقادیر دبی و سرعت برای عمق‌های مختلف درشیب‌های مختلف ارائه‌شده است. بدین ترتیب در کانال‌های با هر قطر، وقتی دبی معینی موردنظر باشد می‌توان با توجه به شیب مسیر کانال، عمق موردنظر و سرعت متناظر آن را به دست آورد. سپس این سرعت را با سرعت بحرانی که در جدول مقادیر بحرانی مربوط به این قطر آمده مقایسه کرد. همواره سرعت موردنظر باید از ۸۰ درصد سرعت بحرانی کمتر باشد.

با تعیین دبی موردنظر در مرحله قبل باید نسبت به انتخاب شیبی اقدام نمود که بهینه‌ترین تیپ کانالت را جهت کاهش هزینه‌ها مورداستفاده قرار داده و از طرفی هد لازم را هم روی قطعه تأمین کند. جهت انتخاب شیب مناسب کانالت، نیاز است یک برنامه محاسباتی ساده درنرم افزار صفحه گسترده نوشته شود که بتواند هد آب روی هر قطعه زراعی را محاسبه و با حداقل مقایسه نماید. برای این امر به شکل زیر عمل می‌شود:

۱) تمامی ابنیه فنی و سازه‌های کانالت از قبیل مقسم، حوضچه زاویه‌ای، سیفون‌ها بر روی جانمایی اولیه مسیر در پلان طرح مشخص و ترسیم می‌گردد.

۲) افت مسیر و هرکدام از سازه‌ها به شکل زیر مشخص‌شده و رقوم تراز آب بر روی هر قطعه تعیین می‌گردد. در فرض اولیه می‌توان برای محاسبه افت سرعت ۰,۶ متر بر ثانیه را انتخاب نمود. افت طولی برابر حاصل‌ضرب شیب در طول مسیر و افت در هر سازه به شکل زیر محاسبه می‌شود.

الف) سیفون: افت بار کل در سیفون کانال‌های پیش‌ساخته برای لوله بتن مسلح با قطر ۶۰۰ میلی‌متر و طول ۷,۵ متر برابر ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته‌شده است.

ب) مقسم‌ها و حوضچه زاویه‌ای: افت بار هیدرولیکی در این سازه‌ها حدود ۱,۵ برابر ارتفاع نظیر سرعت $(\frac{1.5V^2}{2g})$ و حدود ۲ سانتی‌متر محاسبه گردیده است.

۳) رقوم تراز آب بر روی هر قطعه با رقوم تسطیح اولیه آن مقایسه شده و درصورتی‌که هد آب (به‌اصطلاح کماند) پاسخگوی حداقل هد لازم بر روی قطعه زراعی (۴۰ سانتی‌متر) نباشد باید نسبت به تغییر شیب اقدام گردد. درصورتی‌که این شیب ۰,۰۰۰۵ در نظر گرفته شود، نتایج محاسبات مطابق جدول (۶-۵) خواهد بود.

۴) با از انتخاب حداقل شیب (که بتواند هد لازم روی مزارع را تأمین کند) می‌توان تیپ و مشخصات هیدرولیکی کانالت موردنیاز را با استفاده از رابطه مانینگ به دست آورد (جدول ۶-۶).

جدول (۶-۵): محاسبه حداقل شیب موردنیاز

نام قطعه	فاصله	کد تراز آب قبل از سازه	افت	کد تراز آب بعد از سازه	کد تراز تسطیح	هد آب روی مزرعه
K15-3-F01	۵	۲۳,۳۵	۰,۰۲	۲۳,۳۳	۲۲,۵۷	۰,۷۷
K15-3-F02	۲۰۳	۲۳,۲۳	۰,۰۲	۲۳,۲۱	۲۲,۵۰	۰,۷۲
K15-3-F03	۲۰۰	۲۳,۱۱	۰,۰۵	۲۳,۰۶	۲۲,۴۴	۰,۶۶
K15-3-F04	۱۹۵	۲۲,۹۶	۰,۰۲	۲۲,۹۴	۲۲,۳۴	۰,۶۱
K15-3-F05	۲۰۵	۲۲,۸۴	۰,۰۵	۲۲,۷۹	۲۲,۲۸	۰,۵۵

جدول (۶-۶): مشخصات هیدرولیکی کانالت

Canalet Type	Q (LPS)	S (m/m)	Depth (cm)	Velocity (mps)	V_C (mps)	n	F.B (cm)
۳۱۵	۱۲۰	۰,۰۰۰۵	۰,۴۵	۰,۵۵	۱,۳۳	۰,۰۱۳	۱۵

پس از این مرحله می‌توان از سرعت محاسبه‌شده، مقدار واقعی افت‌ها را به کمک روابط اشاره‌شده در بند (۴-۶-۴) محاسبه نمود. در مرحله نهایی پلان و پروفیل طولی مسیر ترسیم می‌گردد.

۲-۷ تهیه پلان و پروفیل مسیر با نرم‌افزار

در شبکه فرعی، پروفیل طولی عبارت است از نمایش تصویر ابتدا تا انتهای مسیر بر روی صفحه قائم که در آن تراز آب، وضعیت ارتفاعی کف کانالت و خط زمین طبیعی (فاصله افقی بین نقاط پیکتاژ مسیر به اختلاف ارتفاع آن‌ها) نشان داده می‌شود.

برای ترسیم پروفیل جهت نمایش پستی‌وبلندی زمین در طول مسیر کانالت و جاده سرویس بهتر است باندی ۱۰ متری تعریف گردد و کد ارتفاعی رقوم زمین طبیعی در محدوده طول مسیر و به فواصل حداکثر ۵۰ متری توسط نقشه‌بردار برداشت‌شده و به نرم‌افزار معرفی شود. از آنجا که معمولاً برای تسطیح مزارع از شبکه ۳۰ در ۳۰ استفاده می‌گردد. استفاده از این نقاط با تمرکز بر عوارض مسیر جهت طراحی پلان و پروفیل بلامانع می‌باشد. در نقشه‌های پلان و پروفیل کانال بتنی پیش‌ساخته باید نکات زیر مورد توجه قرارگرفته و لحاظ شود:

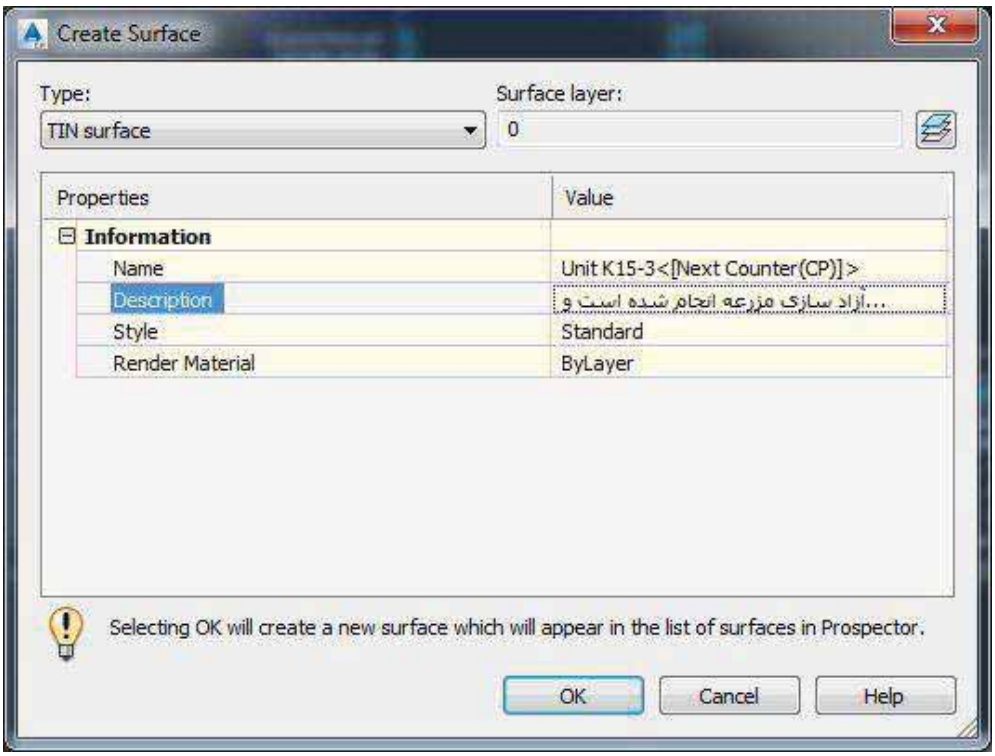
۱. رقوم سطح آب در کانال درجه ۲ در محل آبگیری کانالت و مختصات مسیر کانالت
۲. خط پروژه کانالت، پروفیل سطح آب، محل آبگیر و پروفیل زمین طبیعی
۳. تعیین و ترسیم محل و پلان ابنیه شبکه فرعی و درج نام و مشخصات آن‌ها در پروفیل
۴. کدهای تسطیح هر قطعه
۵. جدول مشخصات طراحی هندسی و هیدرولیکی کانالت شامل تیپ کانالت، شیب طولی، ضریب زبری، عمق جریان، سرعت جریان، دبی
۶. سطح اراضی تحت پوشش

در نقشه‌ها غالباً مقیاس نمایش پروفیل طولی به‌طور افقی ۱/۲۰۰۰ و به‌طور عمود ۱/۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود. برای این ترسیم از نرم‌افزار اتوکد سیویل تری دی[1] استفاده می‌شود که جزو کامل‌ترین نرم‌افزارهای موجود در بازار می‌باشد. مراحل ترسیم پلان و پروفیل مسیر در این نرم‌افزار به شرح زیر است.

۱- AUTOCAD CIVIL 3D

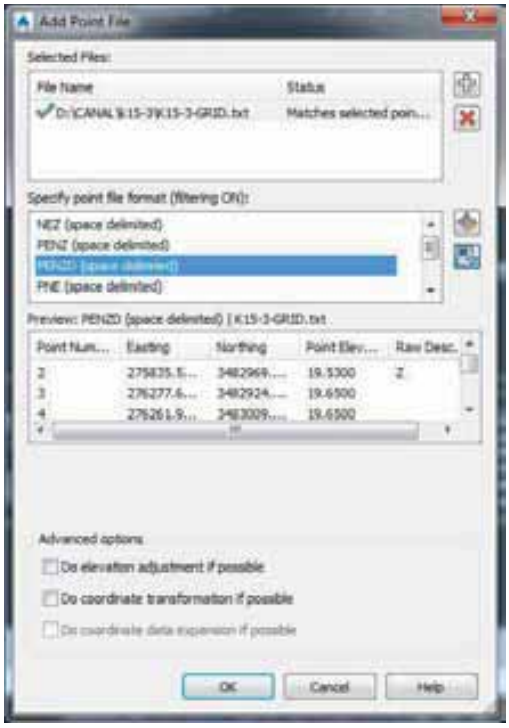
۷-۲-۱ ایجاد سطح

برای ایجاد سطح از منوی Surfaces، گزینه Create Surfaces را انتخاب کنید و برای سطح خود نامی برگزیده و سایر تنظیمات را مشابه شکل (۶-۳) انجام دهید.



شکل (۶-۳): ایجاد سطح

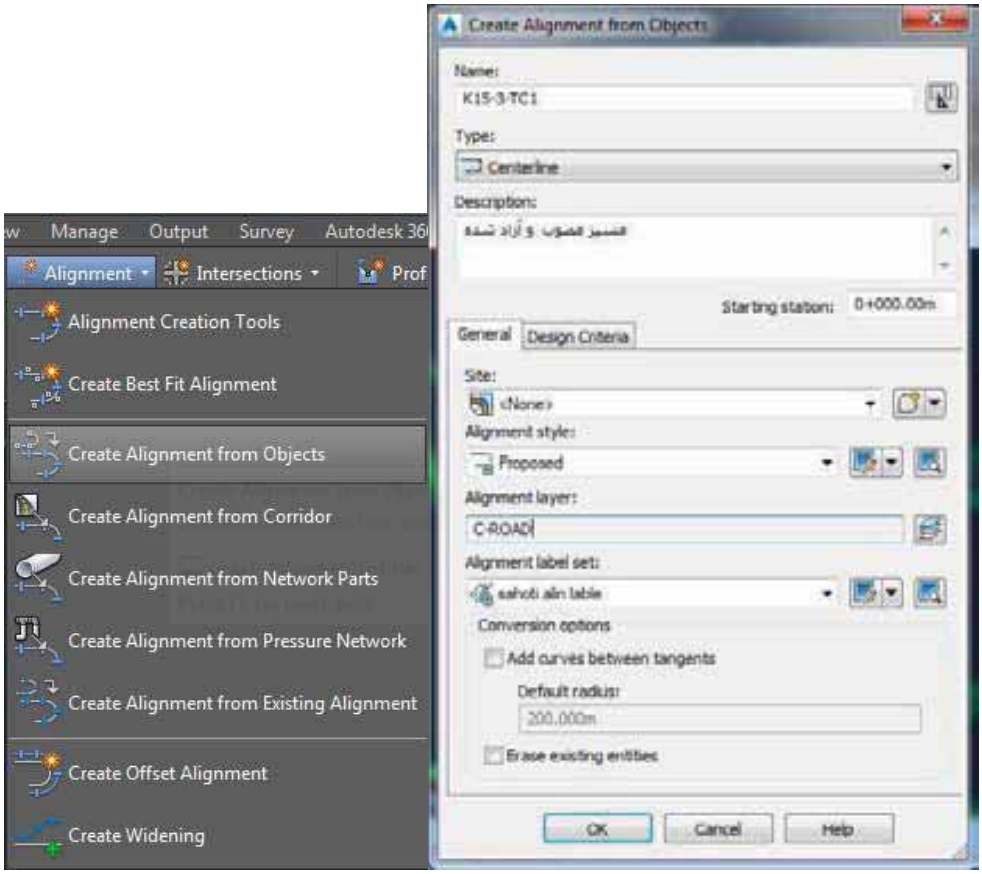
از منوی General گزینه Toolspace را انتخاب نمایید. این پنجره در سمت چپ محیط Drawing ظاهر می‌شود. درصورتی‌که در قسمت Prospector بر روی علامت مثبت کنار گزینه Surface کلیک کنید، نام سطحی که ساخته‌اید به نمایش درمی‌آید. در کنار Surfaces علامت مثبتی قرار دارد که با کلیک بر آن تنظیمات مربوط به Surface، قابل‌اجرا می‌باشد. بر روی گزینه Point File راست کلیک کرده و گزینه Add را انتخاب کنید. سپس در پنجره محاوره بازشده، مسیر فایل و فرمت داده‌هایی را که نقشه‌برداری شده و در اختیاردارید وارد نموده و در ادامه کار بر روی OK کلیک کنید (شکل ۶-۴).



شکل (۶-۴): فراخوانی نقاط

۷-۲-۲ معرفی مسیر

پس از تهیه طرح شبکه فرعی آبیاری، مسیرهایی که به‌عنوان محور کانال آبیاری در نظر گرفته می‌شوند در نرم‌افزار Civil 3D به نام Alignment شناخته می‌شوند. برای معرفی مسیر از منوی Alignment گزینه Create Alignment from Objects را انتخاب و مسیر کانالت را روی طرح شبکه انتخاب کنید و پنجره بازشده را مطابق شکل (۶-۵) تنظیم نمایید.

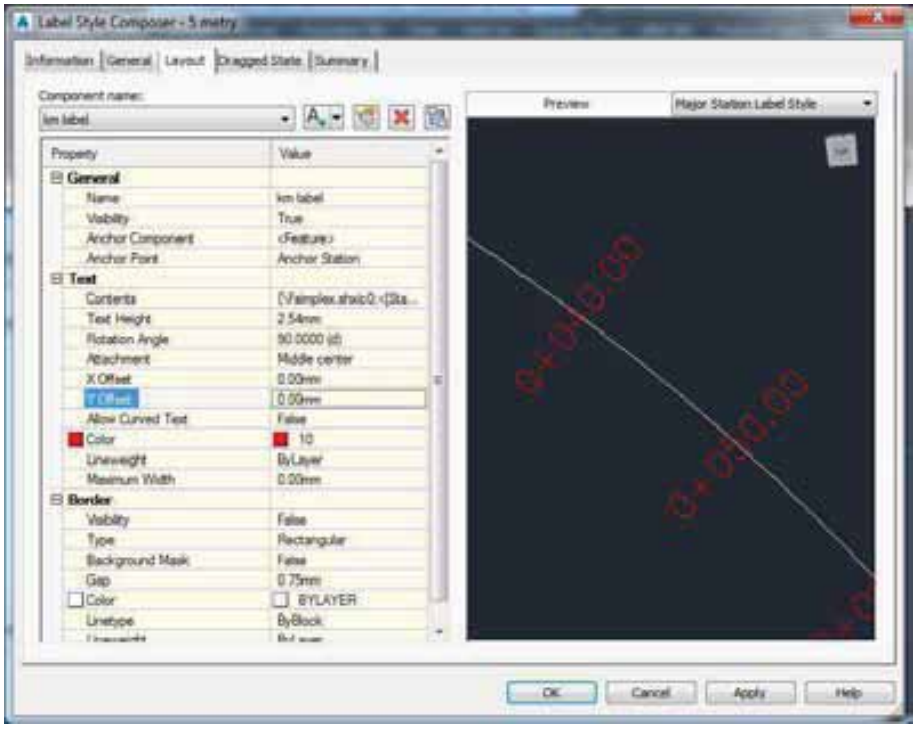


شکل (۶-۵): معرفی و ترسیم مسیر

با تعیین نام محور کانال و شرح کوچکی از آن، لازم است نسبت به تنظیم برچسب کیلومتر گذاری مسیر اقدام گردد. برای این منظور گزینه Create new را از قسمت Alignment Lable set انتخاب کنید تا پنجره محاوره‌ای شکل (۶-۶) باز شود.

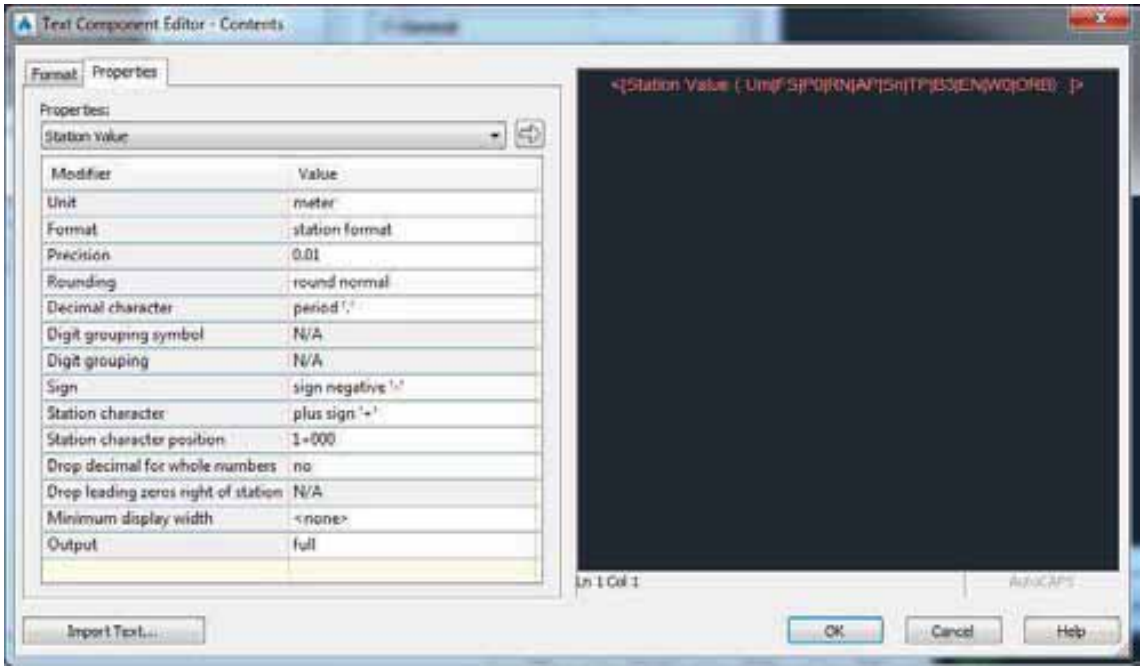
در پنجره ظاهرشده در سربرگ Information نام برچسب را تعیین کنید. در سربرگ Lables و در قسمت Type گزینه Major Station را انتخاب کرده و سپس از قسمت Major Station Lable Style گزینه Create new را برگزینید. از سربرگ Layout و قسمتComponent name با کلیک بر روی علامت A یک جزء متنی برگزیده و سایر تنظیمات را مشابه شکل (۶-۷) انجام دهید.

شکل (۶-۶): برچسب‌گذاری مسیر



شکل (۶-۷): تنظیمات نحوه نمایش برچسب کیلومتر گذاری

در قسمت Text بر روی گزینهContent کلیک کنید تا پنجره محاوره‌ای شکل (۶-۸) بازگردد. در قسمت Properties گزینه Station Value را انتخاب و آن را به‌عنوان جزء متنی اضافه نمایید.

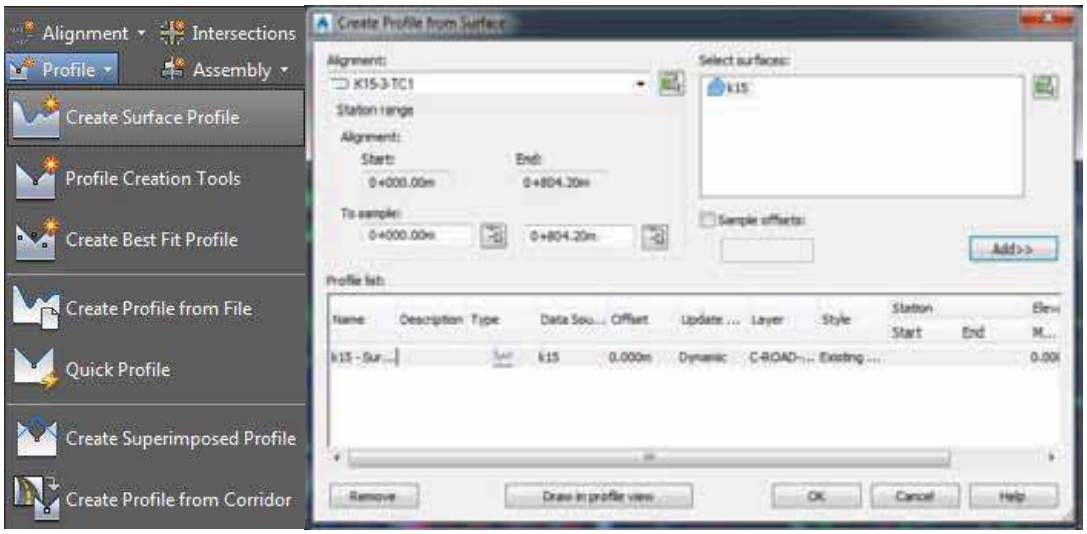


شکل (۶-۸): تنظیمات نمایش نوع برچسب

با تکمیل پنجره‌های فوق و کلیک بر روی OK به پنجره محاوره‌ای Alignment Lable set برگردید و در قسمت Incerment فاصله میخ‌کوبی‌ها (کیلومتر گذاری‌ها) را ۵۰ متری وارد کنید. سپس در این پنجره بر روی OK کلیک نموده تا به پنجره Create Alignment from Objects بازگشته و آن را نیز تأیید نمایید.

۷-۲-۴ ترسیم پروفیل طولی

از منوی Profile در منو بار، گزینه Create Profile from Surface را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه در پنجره محاوره‌ای بازشده، از قسمت Alignment نام مسیر انتخاب‌شده جهت ترسیم پروفیل طولی را انتخاب نمایید. سپس در قسمت Select Surface سطح توپوگرافی ایجادشده را انتخاب کنید تا داده‌های پروفیل طولی از آن نمونه‌برداری شود. در قسمت Station range اگر بخواهید پروفیل کیلومتراژ خاصی از مسیر را تهیه کنید می‌توانید ابتدا و انتهای محدوده موردنظر را در بخش To sample وارد نموده و پس از انجام دادن این تنظیمات، بر روی Add کلیک نمایید. بعد از اضافه کردن سطح موردنظر و مسیر، این مقادیر در قسمت Profile List اضافه می‌گردد (شکل ۶-۹).



شکل (۶-۹): انتخاب سطح و مسیر برای پروفیل طولی

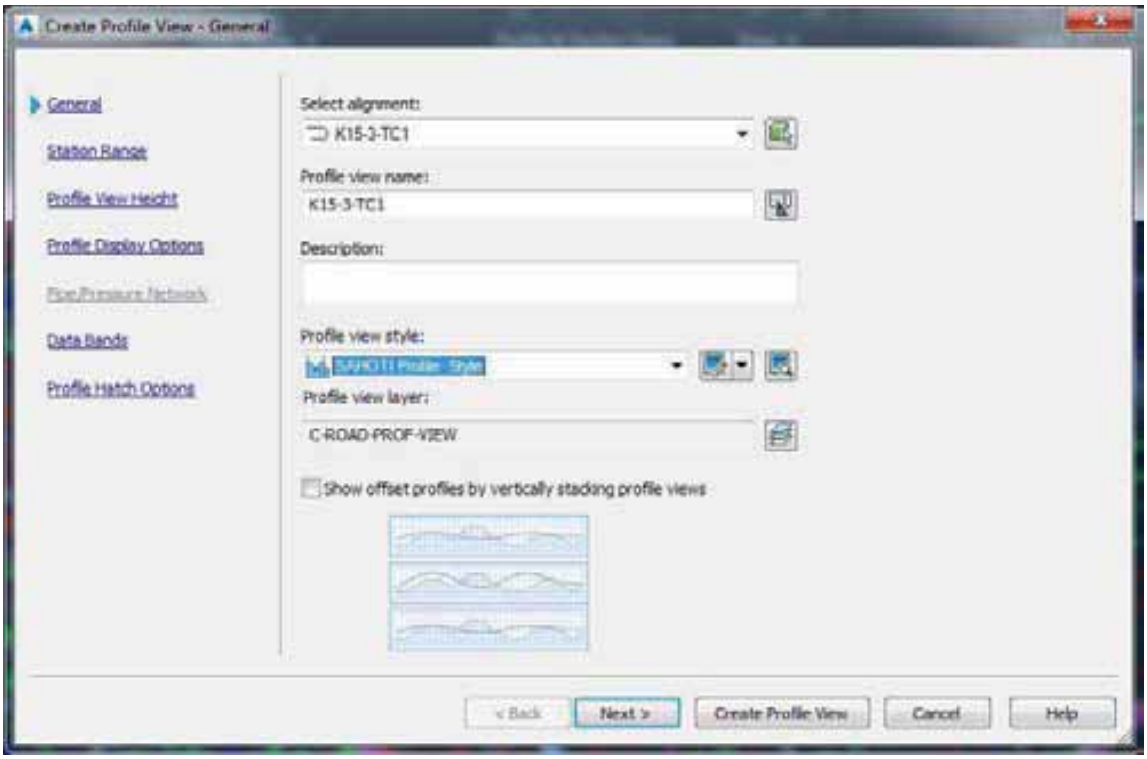
برای نمایش پروفیل طولی، گزینه Draw in Profile View را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه پنجره محاوره‌ای باز می‌شود که شامل تنظیمات مربوط به نحوه نمایش پروفیل طولی می‌باشد.

تنظیمات مربوط به بخش *General*

Select alignment: در این قسمت نام مسیر موردنظر را انتخاب کنید. (شکل ۶-۱۰).

Profile view name: در این قسمت عنوان پروفیل ترسیم‌شده را وارد نمایید.

Description: اگر توضیحاتی برای ترسیم پروفیل لازم باشد در این قسمت وارد شود.

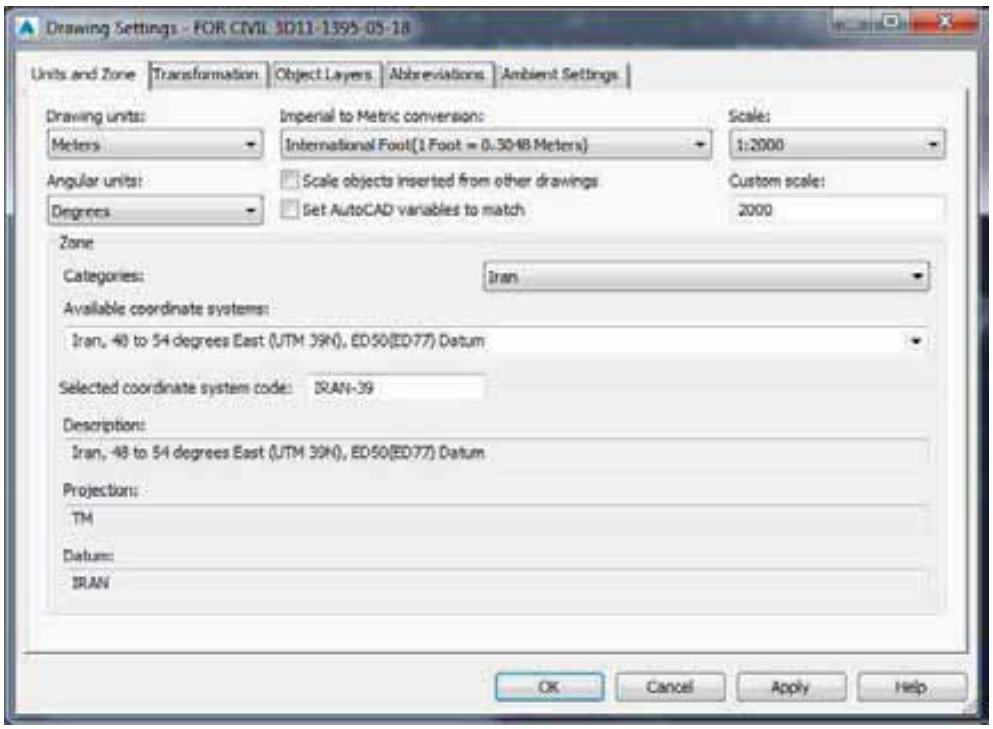


شکل (۶- ۱۰): تنظیمات مربوط به سبک نمایش پروفیل طولی

Profile view style: چگونگی نمایش مشخصات پروفیل در این قسمت قابل تنظیم می‌باشد. اگر بخواهید style جدیدی را تعریف کنید از قسمت Profile View Styleبر روی Create New کلیک نمایید. در سربرگ information و در قسمت Name نام style جدید را وارد کنید.

مقیاس ارتفاعی و مسطحاتی در پروفیل طولی متفاوت بوده و در سربرگ Graph می‌توان این نسبت را با توجه به استاندارد موردنظر، تنظیم نمود. برای تنظیم مقیاس پروفیل طولی در منوی کناری سربرگ Setting را فعال کرده و با کلیک راست بر روی اسم پروژه، گزینه Edit Drawing Setting را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه پنجره محاوره‌ای Drawing

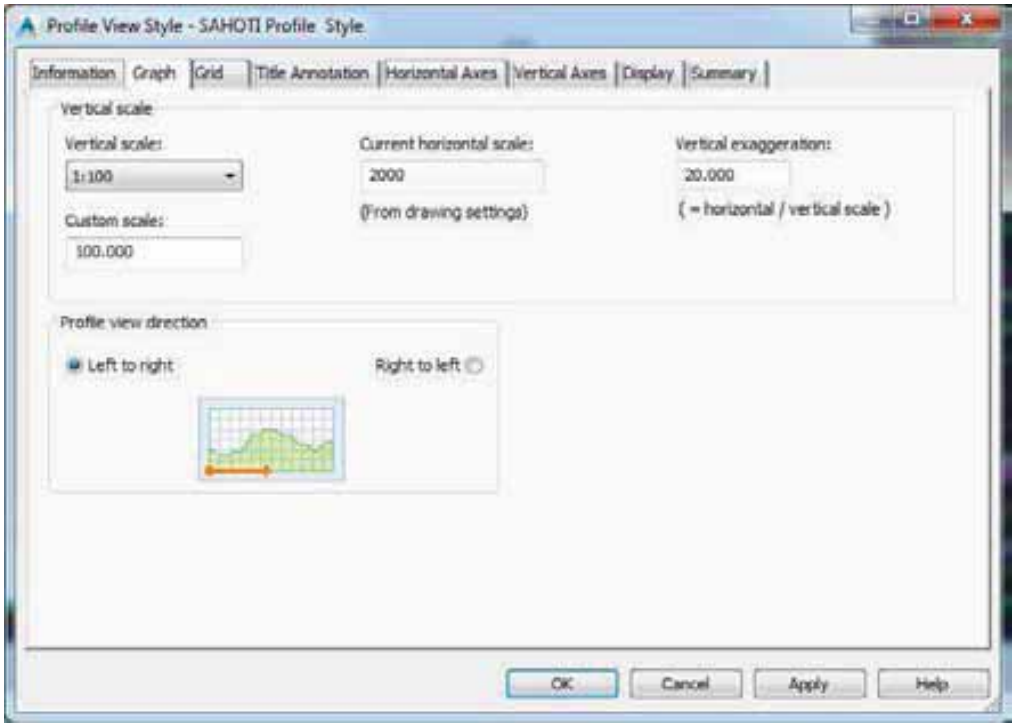
Setting باز می‌گردد. در سربرگ Units and Zone مقیاس ترسیمی را همانند شکل (۶-۱۱) تغییر دهید.



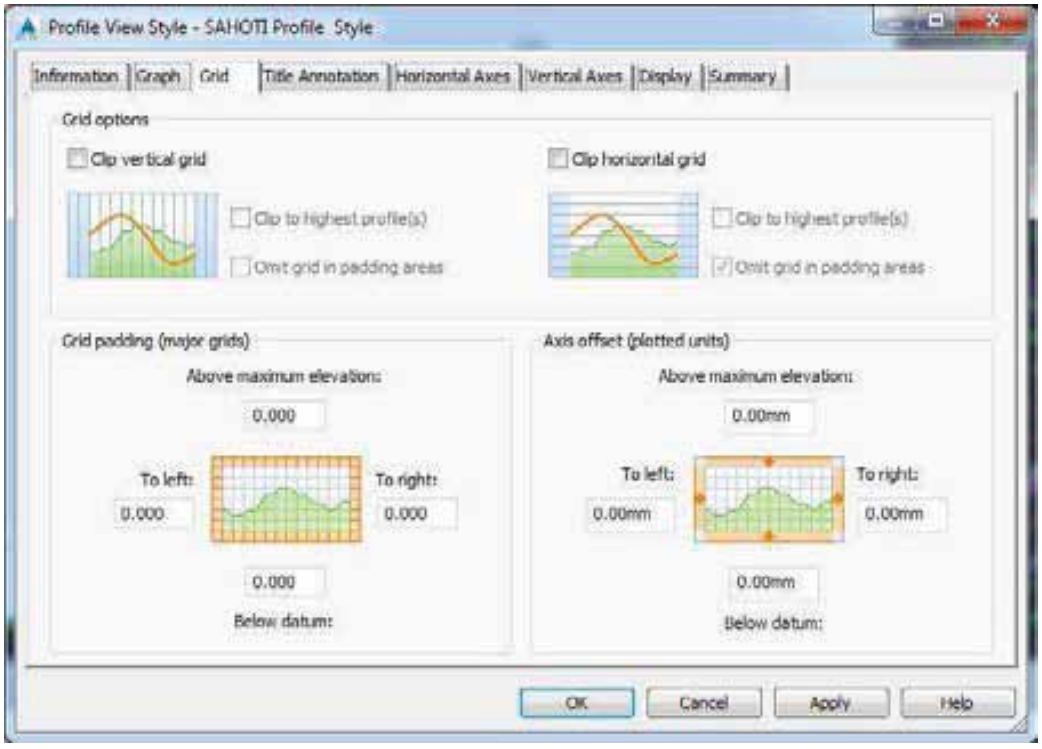
شکل (۶-۱۱): تنظیم مقیاس پروفیل طولی

برای تنظیم مقیاس ارتفاعی از پنجره Profile view style در سربرگ Graph و از قسمت Vertical Scale مقیاس عمودی ۱:۱۰۰ انتخاب‌شده و مقیاس افقی ۱:۲۰۰۰ تنظیم می‌گردد. تنظیمات مربوط به جهت ترسیم پروفیل از قسمت profile view direction و به‌صورت چپ به راست و یا بالعکس انجام می‌گیرد (شکل ۶-۱۲).

در سربرگ Grid، نحوه نمایش Grid مربوط به پروفیل را می‌توان تنظیم نمود که به دو صورت گرافیکی در شکل (۶-۱۳) نشان داده‌شده است.

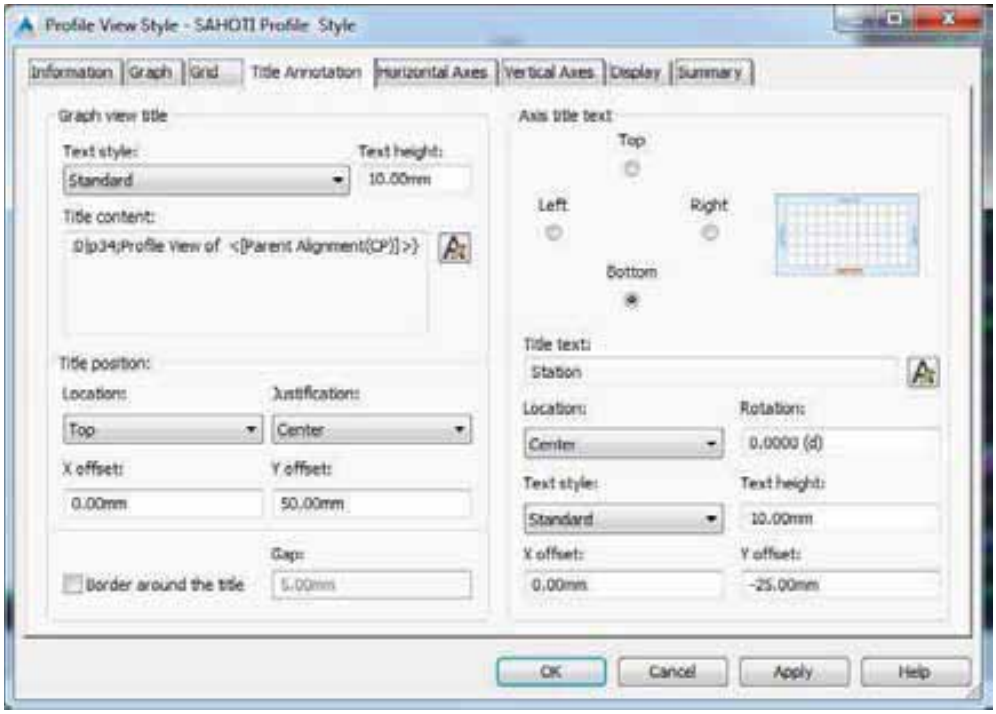


شکل (۶-۱۲): تنظیمات مقیاس پروفیل طولی در سربرگ Graph



شکل (۶-۱۳): تنظیمات پروفیل طولی در سربرگ Grid

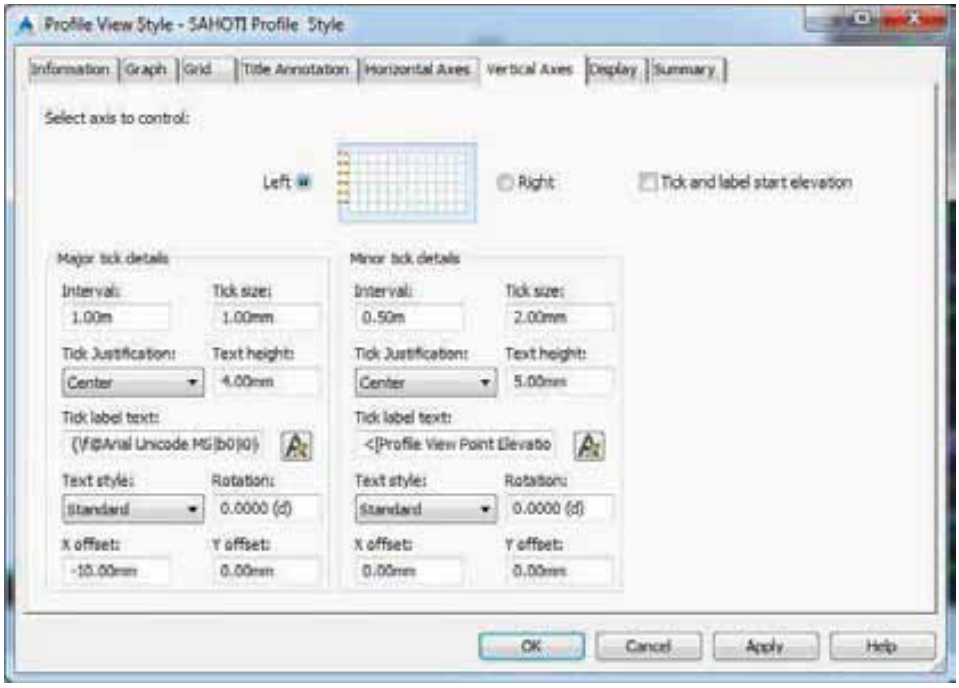
در سربرگ Title annotations می‌توان نحوه قرارگیری عنوان پروفیل را تنظیم نمود و در سربرگ Horizontal axes پارامترهای مربوط به فاصله بین label گذاری افقی بر روی پروفیل، نحوه نمایش و اندازه نوشته‌های مربوط به آن قابل تنظیم است (شکل ۶-۱۴).



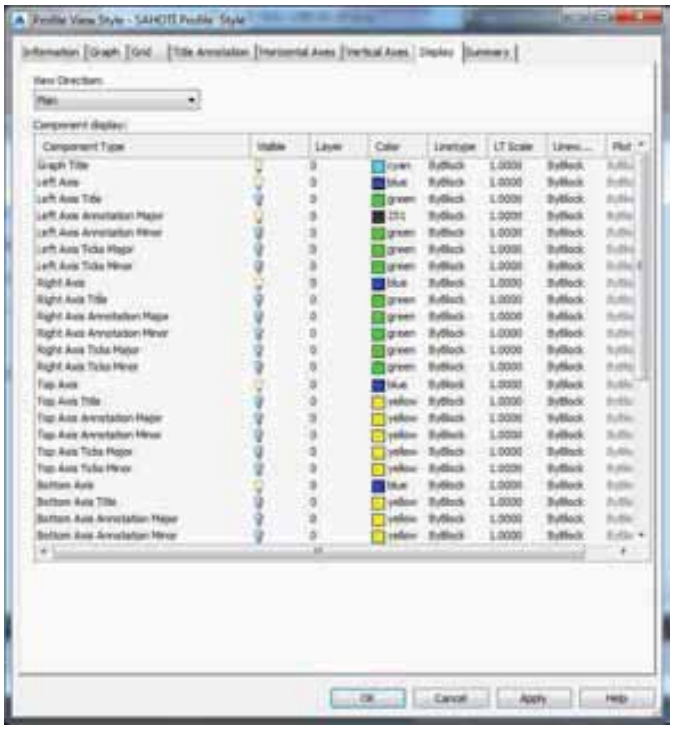
شکل (۶-۱۴): تنظیمات پروفیل طولی در سربرگ Title annotations

تنظیمات مربوط به فاصله بین برچسب‌گذاری ارتفاعی بر روی پروفیل در سربرگ Vertical axes انجام می‌گیرد. فاصله‌های اصلی و یا فرعی و نحوه نمایش Text مربوط به آن‌ها و میزان فاصله از محورها و نحوه نمایش علامت‌های اصلی و فرعی را همانند پنجره محاوره‌ای شکل (۶-۱۵) تغییر دهید.

در سربرگ Display لایه‌های جزئیات مربوط به نمایش Profile مشاهده می‌شود. در این برگه لایه‌های Graph Title,left Axis,Left Axis Annotion Major,Right Axis, Top Axis, Bottom Axis, Grid Horizental Major,Grid Horizental Minor, و Grid Vertical Major را روشن کنید و بقیه را خاموش نمایید. در نهایت با کلیک بر روی Ok به پنجره محاوره‌ای profile view style برگردید (شکل ۶-۱۶).

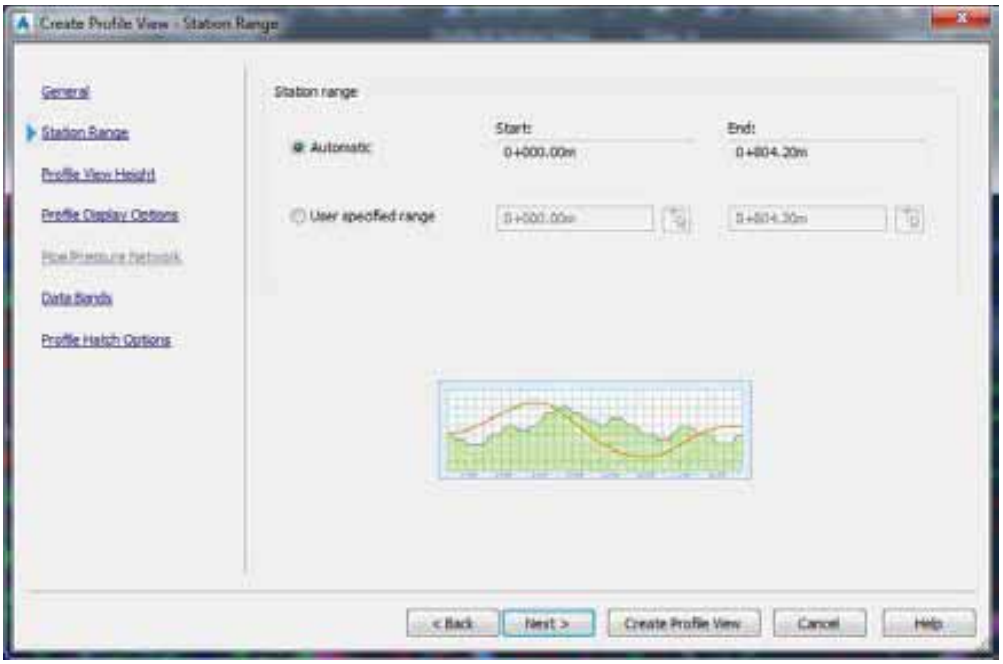


شکل (۶-۱۵): تنظیمات پروفیل طولی در سربرگ Vertical axes



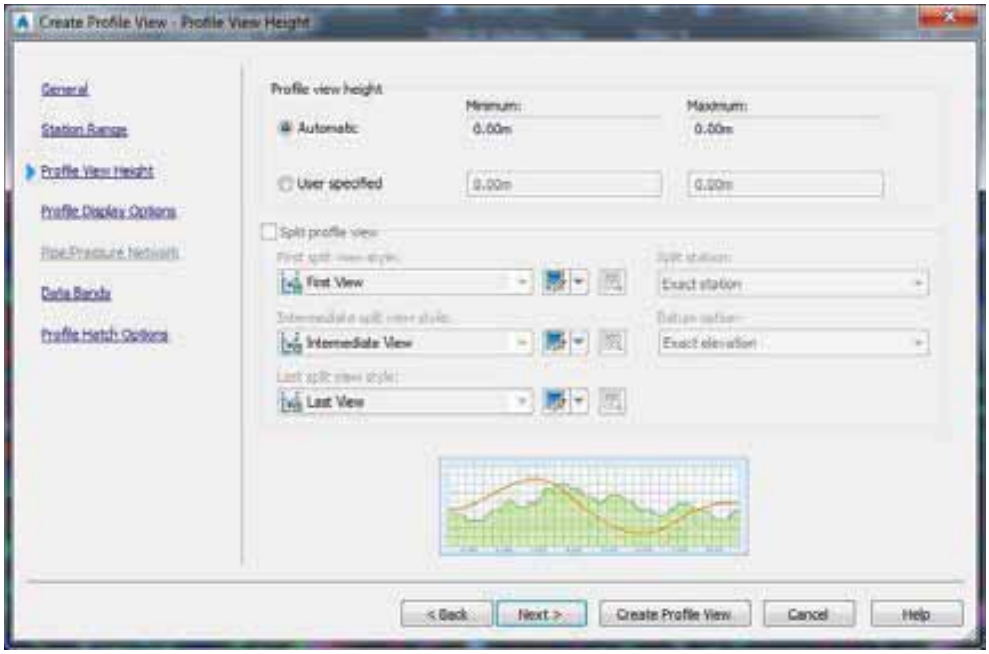
شکل (۶-۱۶): تنظیمات پروفیل طولی در سربرگDisplay

با انتخاب Next وارد بخش Station range شوید. در صورت نیاز در این بخش تنظیمات مربوط به قسمت خاصی از مسیر را با انتخاب گزینه User specified range انجام داده و یا به‌صورت خودکار تمام مسیر را بررسی کنید (شکل ۶-۱۷).



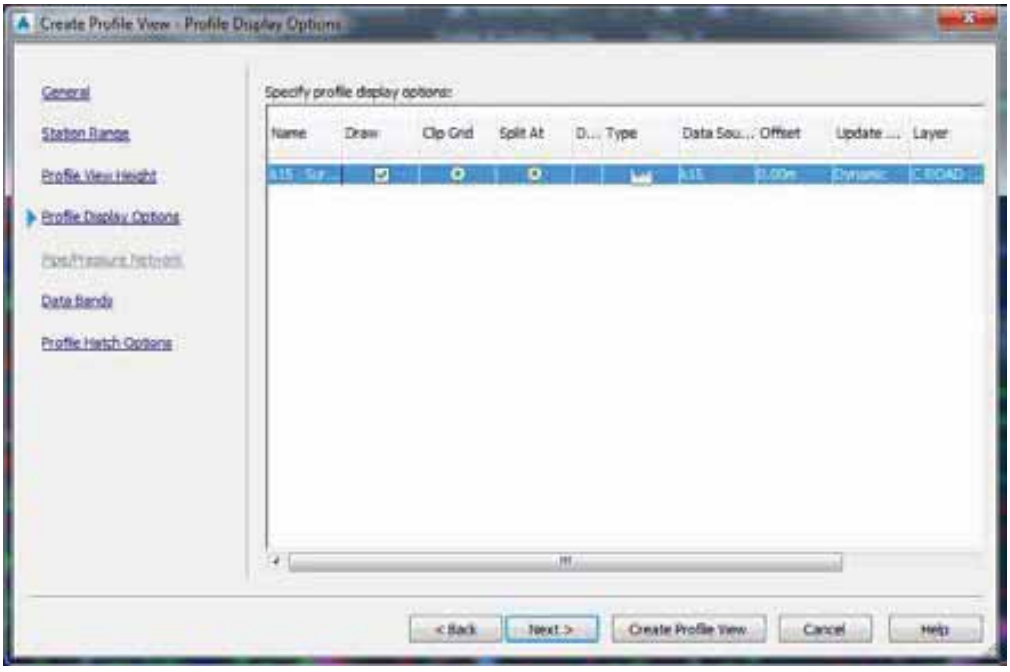
شکل (۶-۱۷): تنظیمات مربوط به بخش Station range

در بخش Profile view hight نرم افزار به‌صورت خودکار پروفیل را در محدوده ارتفاعی سطح (Surface) ترسیم می‌کند. اگر بخواهید این محدوده را تغییر دهید گزینه User specified را فعال نمایید، پروفیل به‌صورت قطعه‌بندی شده به نمایش درمی‌آید و قابل‌نمایش در محدوده خاصی از ارتفاع می‌باشد که کاربر به آن می‌دهد. اگر تغییرات ارتفاعی در منطقه خیلی زیاد باشد امکان ترسیم پروفیل طولی یکپارچه وجود نداشته و لذا از گزینه Split Profile view استفاده می‌گردد (شکل ۶-۱۸).



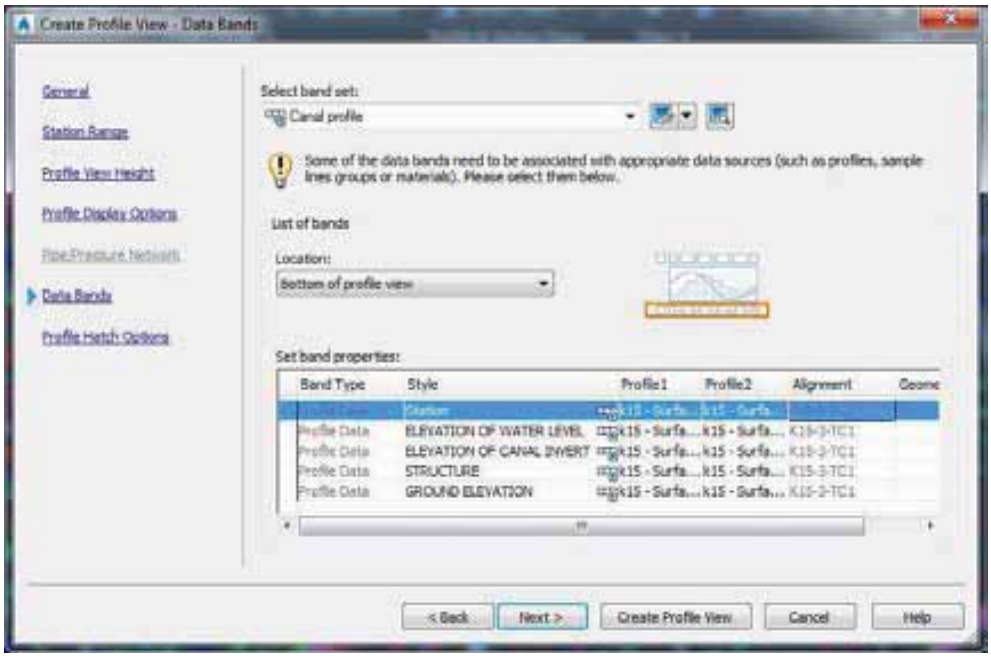
شکل (۶-۱۸): تنظیمات مربوط به بخش Profile view hight

با انتخاب Next وارد بخش تنظیم گزینه‌های نمایش پروفیل شده (شکل ۶-۱۹) و با عبور از این مرحله وارد بخش Data Bands شوید.

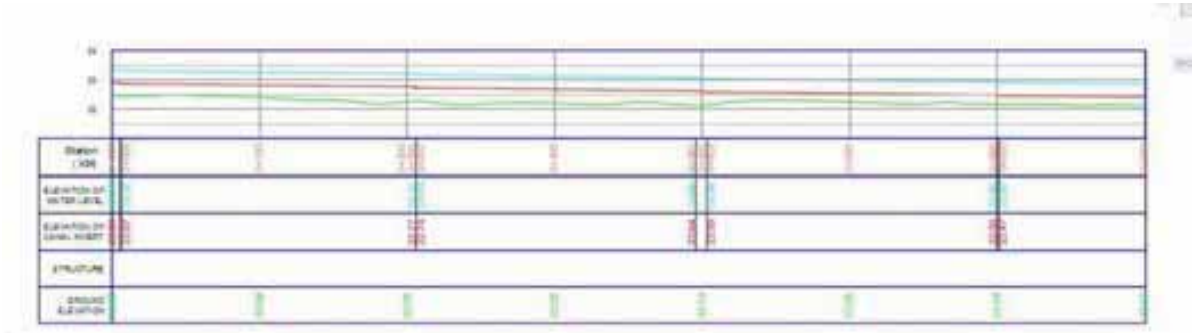


شکل (۶-۱۹): تنظیمات مربوط به بخش Profile Display Option

این قسمت برای تنظیمات مربوط به محل قرارگیری Label (بالا و یا پایین پروفیل) و نوع label بر روی پروفیل است. در قسمت Set Band Properties لازم است بر چسب کیلومتر گذاری ایستگاه‌های سازه‌ها و فواصل طولی، رقوم سطح آب و کف کانالت، مشخصات سازه‌ها و رقوم زمین طبیعی مشخص گردد (شکل ۶-۲۰). در نهایت برای نمایش پروفیل بر روی Create profile view کلیک کرده و با انتخاب نقطه‌ای در محیط drawing پروفیل موردنظر را مشاهده کنید (شکل ۶-۲۱).



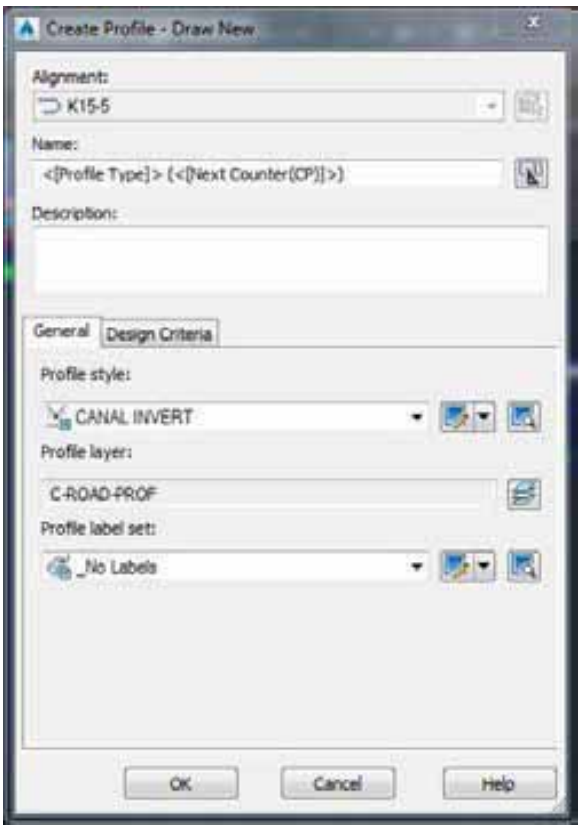
شکل (۶-۲۰): تنظیمات مربوط به بخش Data Bands



شکل (۶-۲۱): پروفیل طولی ترسیم‌شده

ترسیم خط پروژه در نرم‌افزار

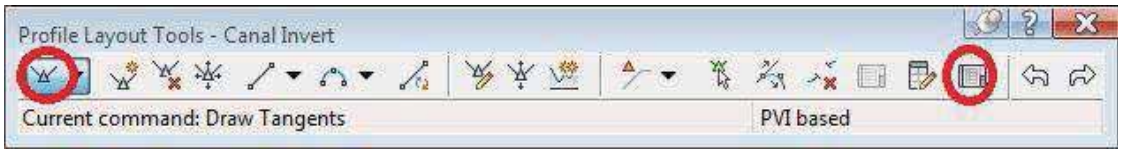
بعد از تهیه نیمرخ طولی، با توجه به مشخصات فنی و طراحی هیدرولیکی صورت گرفته، خط تراز سطح آب و قرارگیری کف کانالت که به آن خط پروژه می‌گویند ترسیم می‌گردد. برای این کار باید از منوی Profile گزینه Profile Creation Tools را انتخاب کرده سپس بر روی پروفیل ترسیم‌شده کلیک نمایید (شکل ۶-۲۲).



شکل (۶-۲۲): ترسیم خط پروژه

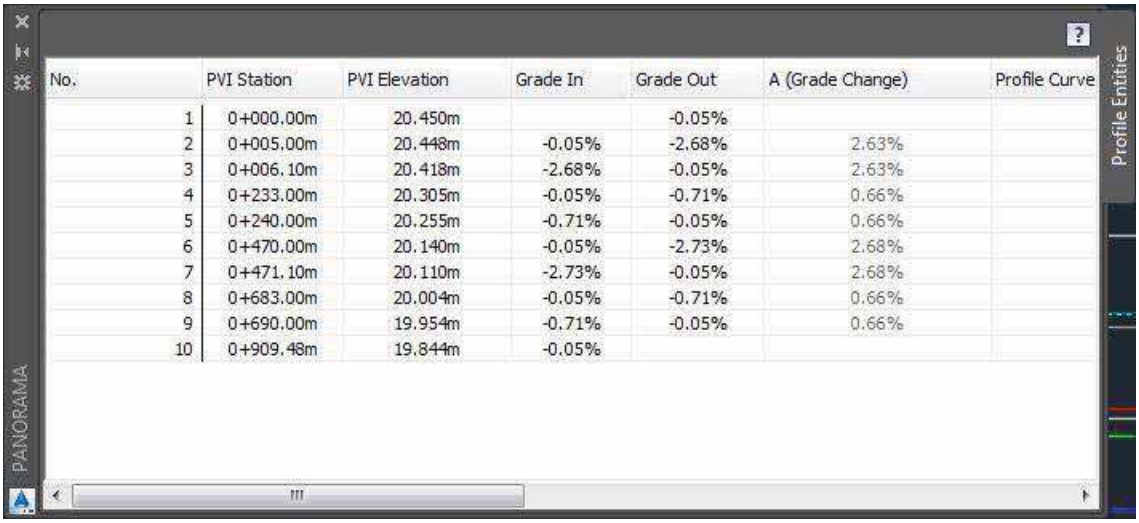
در پنجره بازشده و در قسمت Name و Description، نام و توضیحات مربوط به خط پروژه وارد می‌گردد. در قسمت Profile style نحوه نمایش اجزای خط پروژه بر روی پروفیل تنظیم می‌شود. با ویرایش آن، نام خط پروژه را Canal Invert و رنگ آن را قرمز انتخاب کنید. با کلیک بر روی Ok، پنجره محاوره‌ای Profile Layout Tools که مربوط به ترسیم خط پروژه بر روی پروفیل طولی می‌باشد باز می‌شود. از این پنجره با گزینه Draw Tangents خط

پروژه را به‌صورت کلی ترسیم و برای تدقیق آن گزینه Profile Grid Viewرا برگزینید (شکل ۶-۲۳).



شکل (۶-۲۳): تعیین نوع و پارامترهای هندسی

با مشاهده شکل (۶-۲۴)، کیلومترهای سازه‌ها، رقوم قرارگیری کانالت و افت‌های مربوطه وارد می‌شود. به همین ترتیب خط تراز آب نیز تعریف می‌شود.



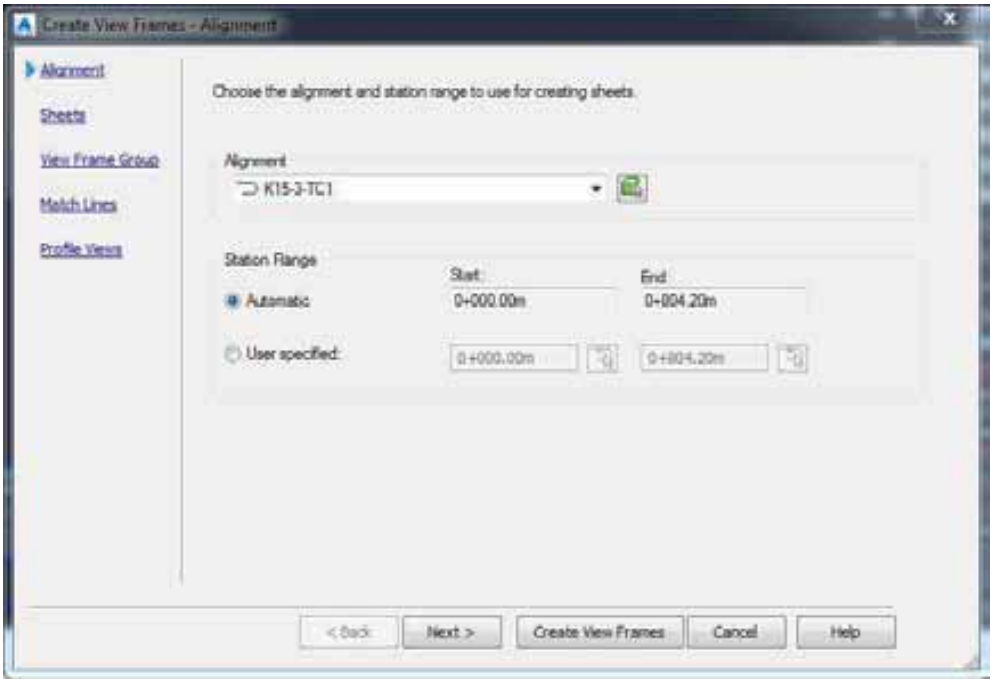
No.	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)	Profile Curve
1	0+000.00m	20.450m		-0.05%		
2	0+005.00m	20.448m	-0.05%	-2.68%	2.63%	
3	0+006.10m	20.418m	-2.68%	-0.05%	2.63%	
4	0+233.00m	20.305m	-0.05%	-0.71%	0.66%	
5	0+240.00m	20.255m	-0.71%	-0.05%	0.66%	
6	0+470.00m	20.140m	-0.05%	-2.73%	2.68%	
7	0+471.10m	20.110m	-2.73%	-0.05%	2.68%	
8	0+683.00m	20.004m	-0.05%	-0.71%	0.66%	
9	0+690.00m	19.954m	-0.71%	-0.05%	0.66%	
10	0+909.48m	19.844m	-0.05%			

شکل (۶-۲۴): مشاهده جزئیات خط پروژه

در انتها برای اختصاص مقادیر هر باند به خط پروژه مرتبط، بر روی پروفیل کلیک کرده و با ویرایش قسمت باند مطابق تصویر (۶-۳۳) تغییرات را انجام دهید. پس از آن می‌توان پروفیل تکمیل‌شده را مشاهده نمایید.

شیت بندی پلان و پروفیل

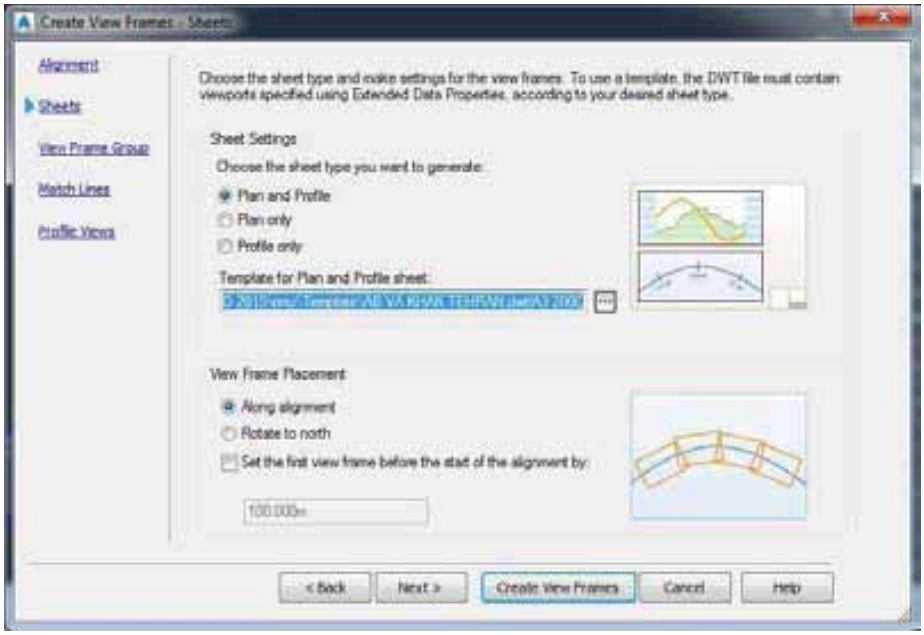
پس از ایجاد کلیه اطلاعات پروژه شامل پلان و پروفیل و قبل از خروجی نهایی نقشه ترسیمی، لازم است شیت بندی پلان و پروفیل انجام گردد. از منوی OUTPUT گزینه Create view Frame را انتخاب کنید تا پنجره محاوره‌ای شکل زیر باز شود (شکل ۶-۲۵).



شکل (۶-۲۵): قسمت Alignment در شیت بندی پلان و پروفیل

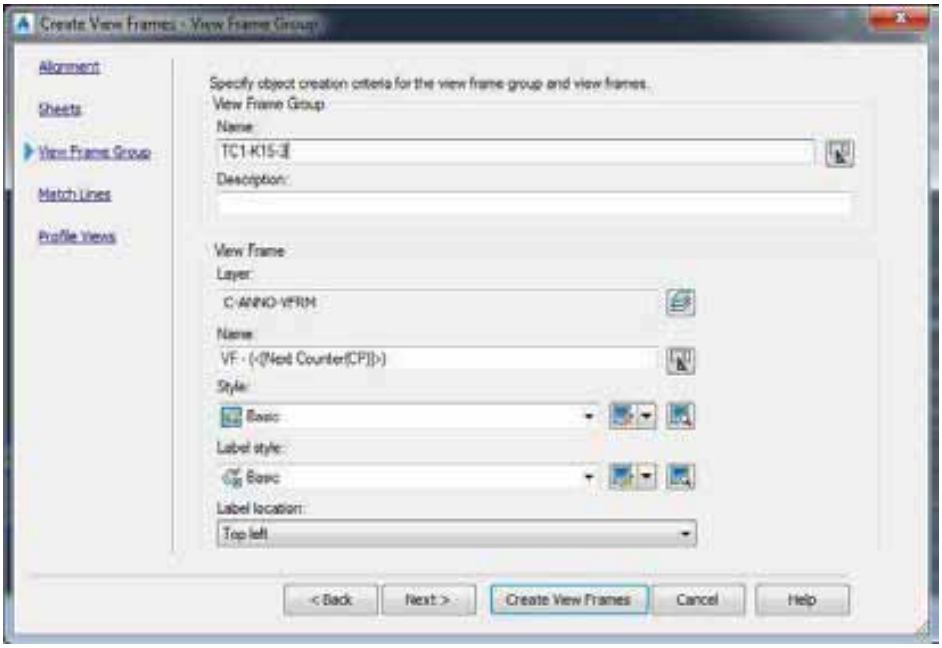
در قسمت Alignment نام مسیری را که می‌خواهید برای آن شیت ترسیم کنید انتخاب نمایید. با انتخاب Next وارد قسمت تنظیم شیت و نحوه قرارگیری آن‌ها در کنار هم می‌شوید.

در قسمت Sheet Setting گزینه Plan and Profile را انتخاب و برای تعیین اندازه شیت، با توجه به مقیاس پلان و پروفیل و جدول مربوطه باید از یک templateآماده و ویرایش شده استفاده و آن را انتخاب کنید. در این template باید جهت شمال را تعیین نموده و جدول عنوان نقشه را مطابق پروژه خود تعریف کنید. همچنین لازم است مقیاس محدوده پلان و پروفیل را مطابق نیاز تعریف نمایید.

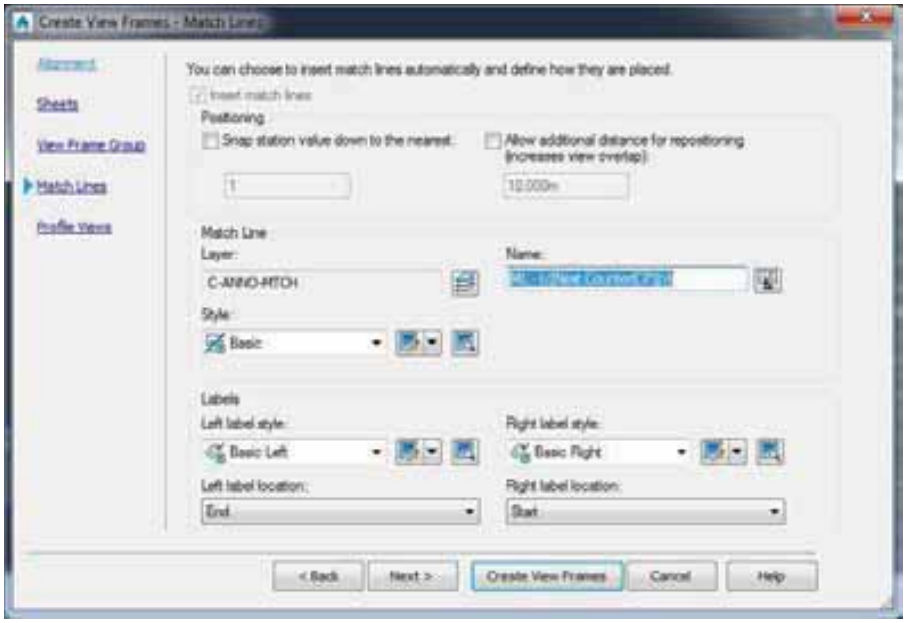


شکل (۶-۲۶): قسمت Sheets در شیت بندی پلان و پروفیل

در قسمت view frame placement دکمه رادیویی Along alignment را انتخاب کنید تا شیت ها در امتداد مسیر بچرخند. با انتخاب Nextتنظیمات را همانند شکل‌های (۶-۲۷) و (۶-۲۸) انجام دهید تا به قسمت Profile View بروید.

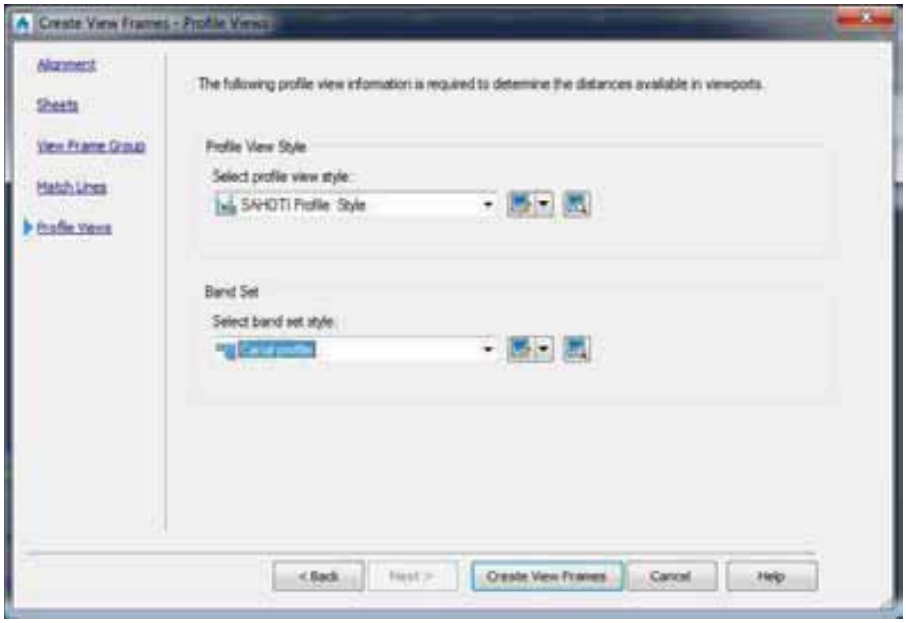


شکل (۶-۲۷): قسمتView Frame در شیت بندی پلان و پروفیل

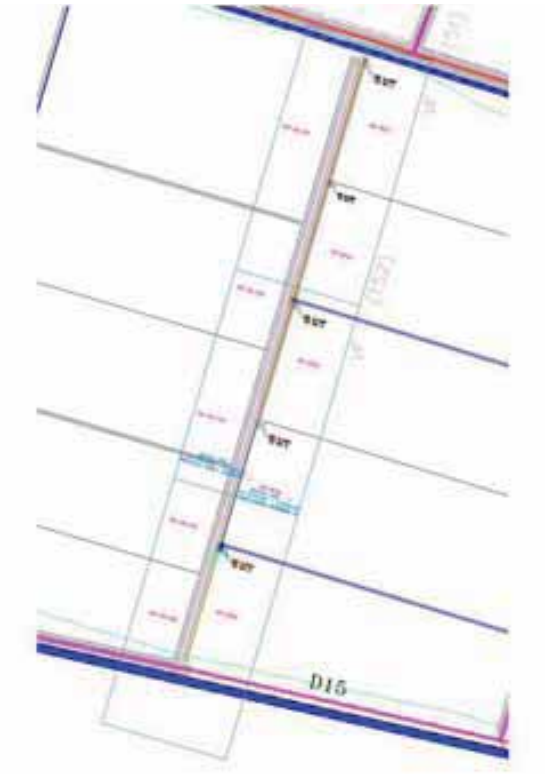


شکل (۶-۲۸) قسمت Match lines در شیت بندی پلان و پروفیل

در قسمت Profile View Style، نحوه نمایش پروفیل طولی را با استفاده از تنظیمات انجام‌شده در مراحل قبل تعیین نمایید و در قسمت Band set نامی را که برای نوارهای اطلاعاتی زیر پروفیل طولی تعیین نموده‌اید، انتخاب نمایید (شکل ۶-۲۹). در پایان بر روی Create View Frame کلیک نمایید تا Frame در طول مسیر ساخته شود (شکل ۶-۳۰).

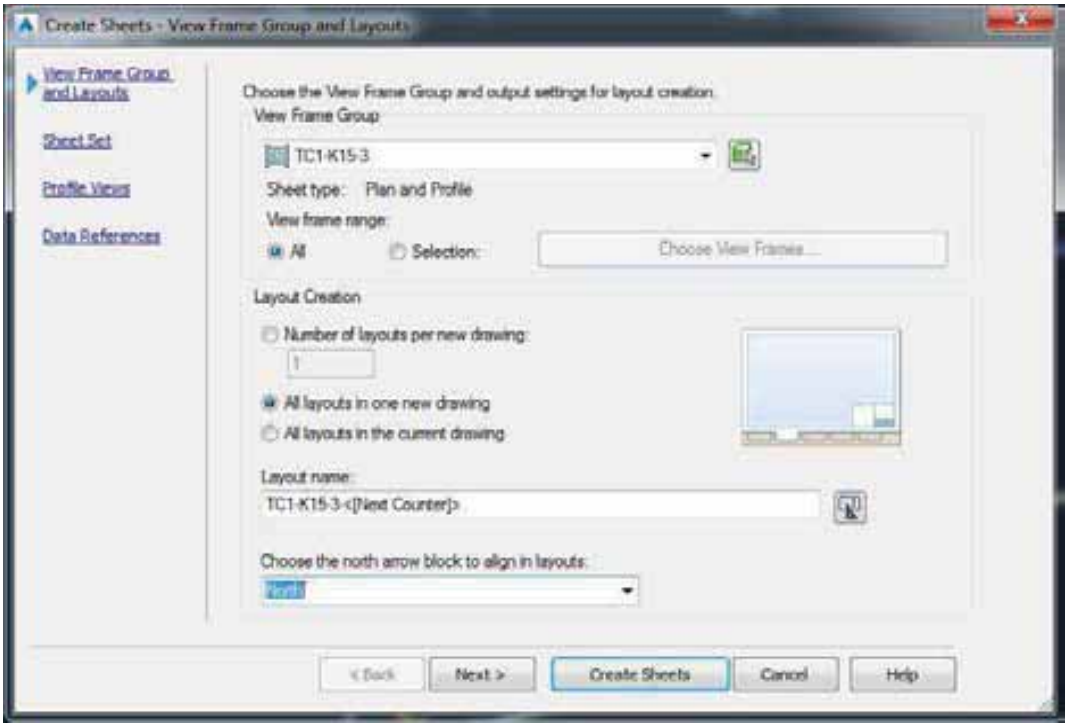


شکل (۶-۲۹): قسمت Profile Views در شیت بندی پلان و پروفیل

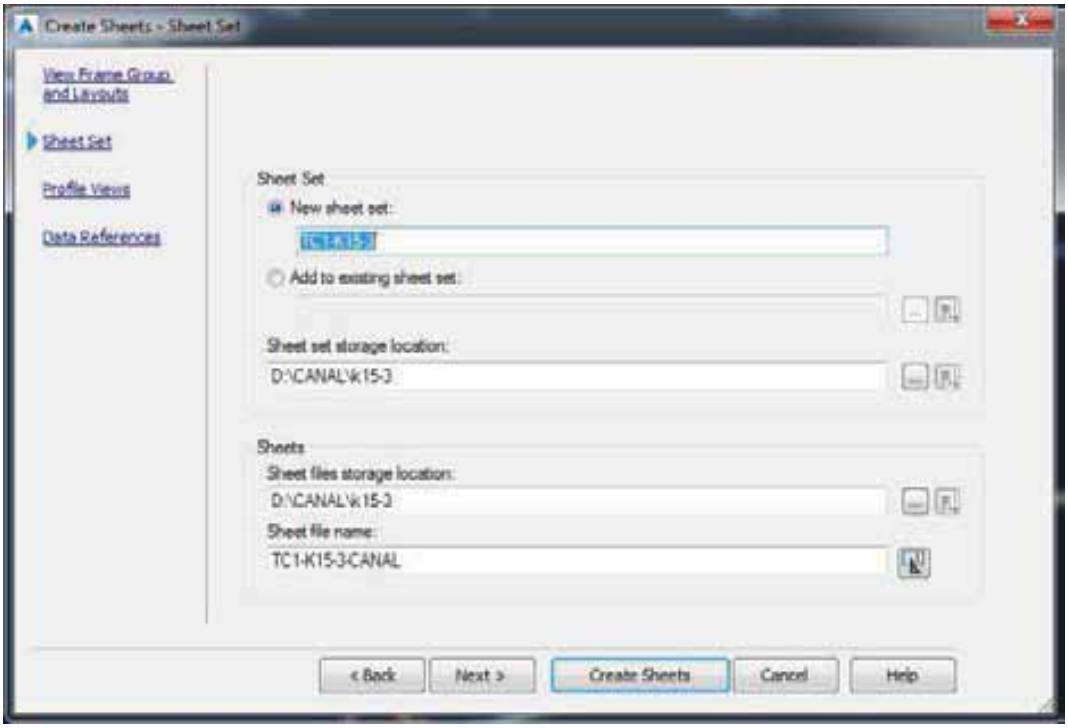


شکل (۶-۳۰): Frameهای ساخته‌شده در طول مسیر

برای تهیه شیت از منو Outputگزینه Create sheets را انتخاب کنید. در قسمت View Frame Group باید مشخص نمایید که برای کدام View Frame ها باید شیت تعیین شود (شکل ۶-۳۱). در قسمت layout Craetion می‌توانید محل قرارگیری شیت ها را تنظیم نمایید. دکمه رادیویی Current Drawing… All layout را انتخاب کنید تا کلیه شیت ها در Drawingجاری قرار گیرد. در پایین این پنجره علامت شمال جغرافیایی را انتخاب نمایید و بر روی Next کلیک کنید. در پنجره Sheet set محل ذخیره شیت ها را تعیین کرده و سایر تنظیمات را مطابق تصویر (۶-۳۲) انجام دهید و در نهایت بر روی یک نقطه از محیط Drawing کلیک نمایید.

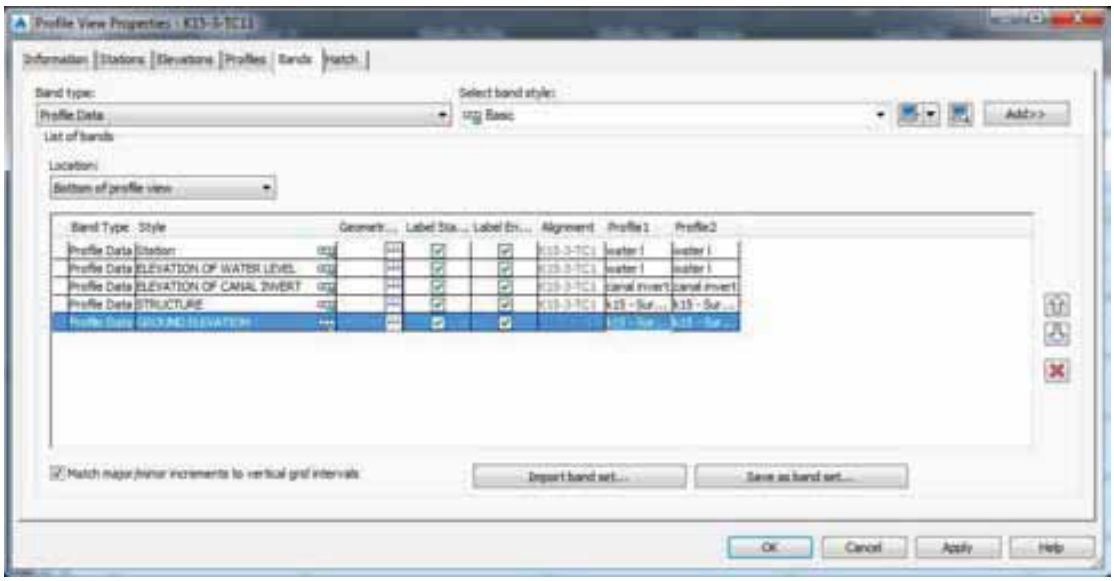


شکل (۶-۳۱): تعیین View Frame برای ساخت شیت های و محل قرارگیری شیت ها



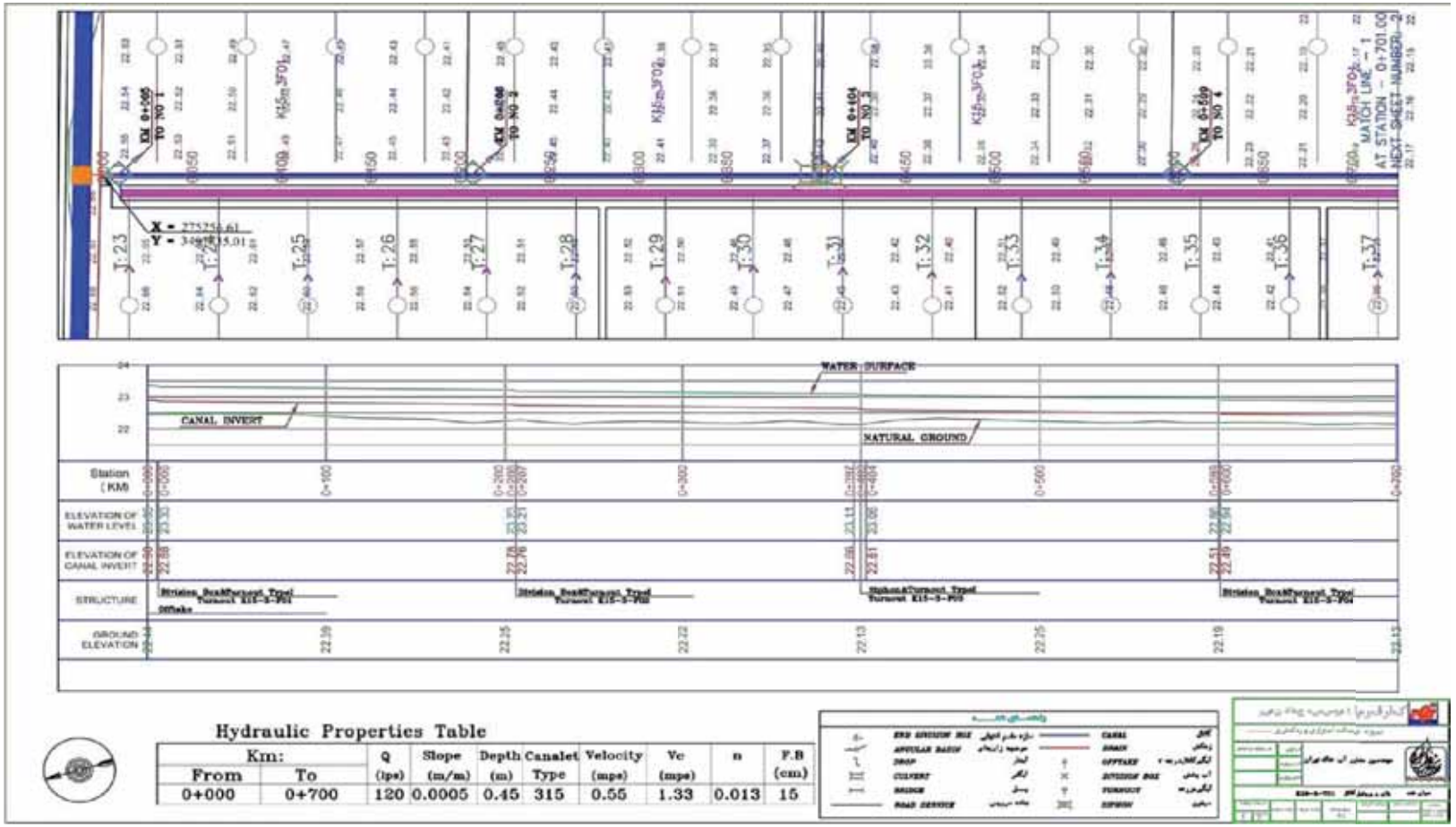
شکل (۶-۳۲): محل ذخیره فایل شیت های مسیر

در شیت ساخته‌شده برای اختصاص مجدد مقادیر هر باند به خط پروژه مرتبط، بر روی پروفیل کلیک کرده و از منوی ظاهرشده گزینه Profile view properties را انتخاب کنید تا پنجره محاوره‌ای شکل (۶-۳۳) نشان داده شود. از این پنجره پروفیل‌های ترسیم شده را به باند مربوطه اختصاص دهید. در نهایت برای ویرایش و اصلاح هر یک از پلان و پروفیل‌ها می‌توانید بر روی Layout واقع در گوشه سمت چپ نرم‌افزار اتوکد کلیک راست نموده و گزینه Export Layout to Model را انتخاب نمایید و سپس در محیط اتوکد تغییرات لازم را انجام دهید.



شکل (۶-۳۳): اختصاص پروفیل‌های ترسیمی به باند مربوطه

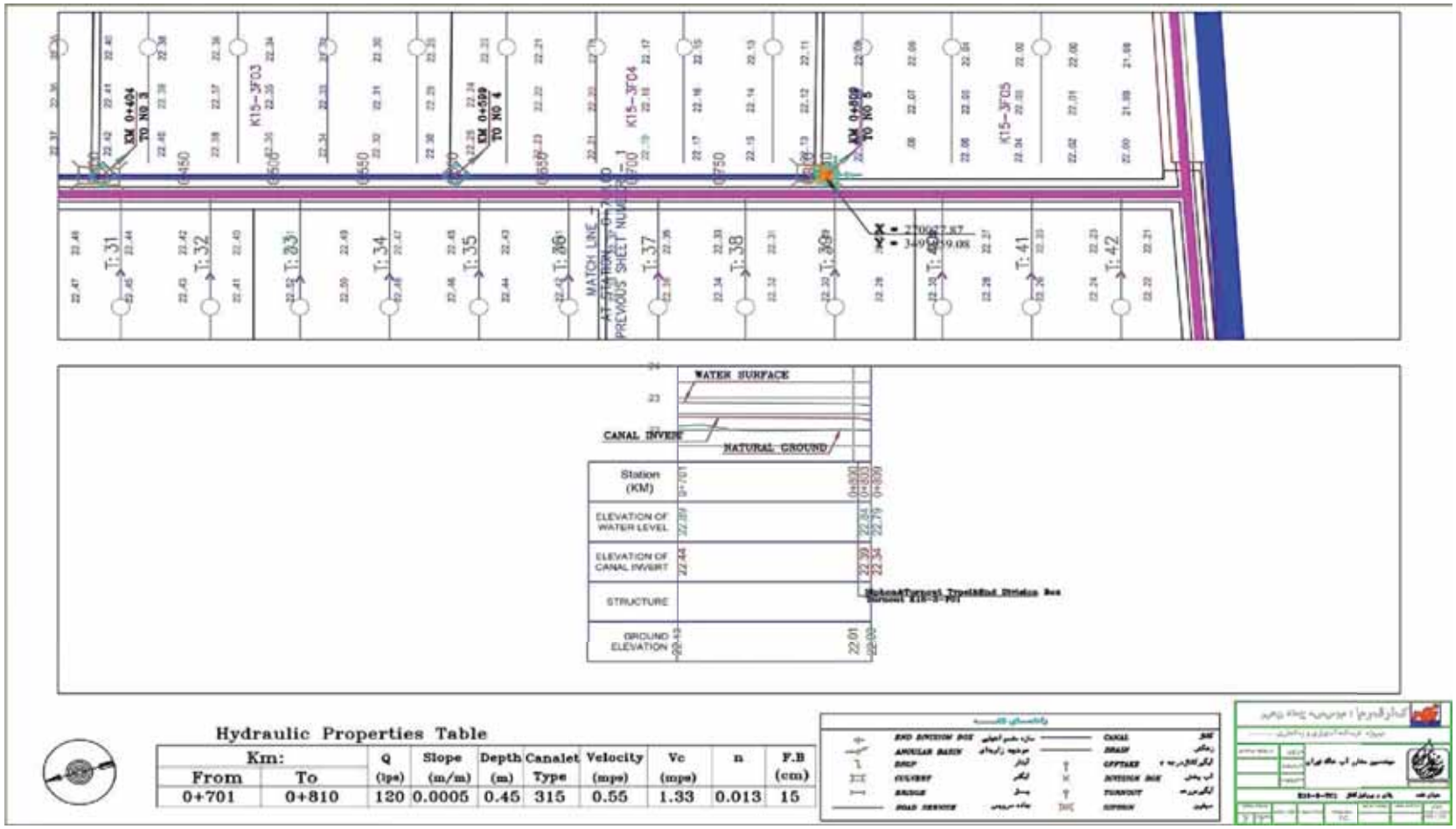
در شکل‌های (۶-۳۴) و (۶-۳۵) می‌توان پلان و پروفیل ترسیم‌شده محور کانالت K15-3-TC1 را مشاهده نمود.



Hydraulic Properties Table

Km:		Q	Slope	Depth	Canalet	Velocity	Vc	n	F.B
From	To	(lps)	(m/m)	(m)	Type	(mps)	(mps)		(cm)
0+000	0+700	120	0.0005	0.45	315	0.55	1.33	0.013	15

شکل (۶- ۳۴): پلان و پروفیل ترسیم‌شده با نرم‌افزار Civil 3d



Hydraulic Properties Table

Km:		Q	Slope	Depth	Canalet	Velocity	Vc	n	F.B
From	To	(lps)	(m/m)	(m)	Type	(mps)	(mps)		(cm)
0+701	0+810	120	0.0005	0.45	315	0.55	1.33	0.013	15

شکل (۶- ۳۵): پلان و پروفیل ترسیم‌شده با نرم‌افزار Cicil 3d

۳-۷ تهیه جداول کارگاهی نصب کانالت و متعلقات

پس از تهیه پلان و پروفیل مسیر کانالت و ابلاغ آن به پیمانکار باید جانمایی دقیق سازه‌ها و محل نشیمنگاه هر کانالت در طول مسیر تعیین گردد. برای این کار باید همه سازه‌ها در پلان طرح ترسیم شوند و در فاصله‌ای قرار گیرند که نیاز به هیچ‌گونه برشی در کانالت وجود نداشته باشد. به‌عبارت‌دیگر محل سازه به صورتی تنظیم می‌شود که فاصله دو سازه مضربی از طول یک کانالت باشد. طول هر کانالت ۴۹۹ سانتی‌متر بوده و بین دو کانالت فضای یک سانتی‌متر پیش‌بینی‌شده است که توسط مواد درزگیر پر می‌شود. لذا فاصله اکس تا اکس محل‌های نصب دقیقاً ۵ متر می‌باشد.

ابتدا مختصات مسطحاتی نقاط مسیر به روش دکارتی در فواصل ۵ متری محاسبه می‌شود. سپس مختصات نقاط پیمایش و نقاط اصلی مسیر به دستگاه توتال استیشن[۱] وارد می‌گردد تا محل‌های مذکور توسط واحد نقشه‌برداری میخ‌کوبی (پیکتاژ) شده و رقوم زمین طبیعی در آن نقاط برداشت شود.

برای این کار دوربین توتال استیشن را دریکی از ایستگاه‌های معلوم پیمایش مستقر و به ایستگاه معلوم دیگری توجیه نموده و با ورود به برنامه پیاده کردن دستگاه، تک‌تک نقاط مسیر از فایل فراخوانی شده و با جابجایی منشور، نقاط روی زمین پیاده می‌شود. زمین طبیعی برداشت‌شده وارد محیط محاسباتی می‌شود تا در آنجا متعلقات مورداستفاده و رقوم نصب آن‌ها تعیین گردد.

جهت محاسبه و ایجاد جدول مختصات محل قرارگیری کانالت و متعلقات آن در تهیه نقشه‌های کارگاهی و اجرای خط، لازم است ابعاد دقیق و پلان تمامی سازه‌ها ازجمله انواع مقسم‌ها، حوضچه زاویه‌ای و سیفون‌ها ترسیم‌شده و بر روی نقشه مسیر کانالت قرار داده شود. نکات لازم جهت تهیه نقشه و جانمایی کانالت به‌صورت زیر است:

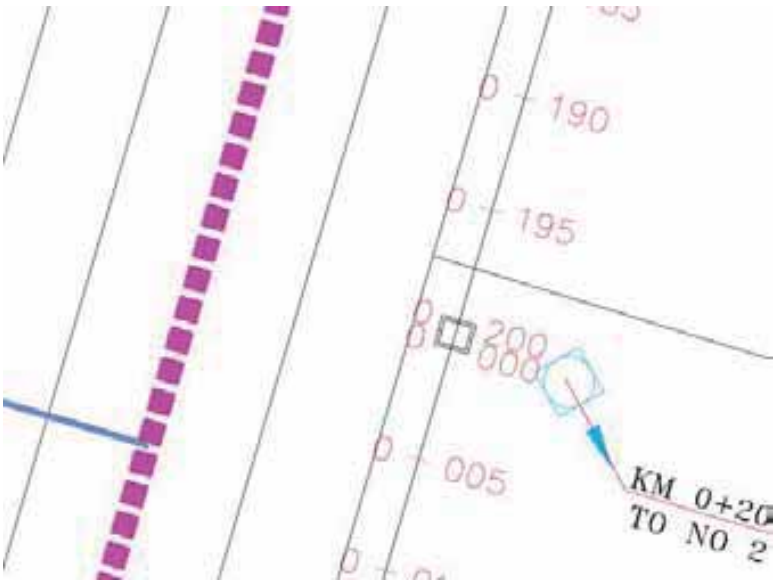
۱) محل قرارگیری سیفون‌ها با توجه به طرح، بر روی جاده‌های بین مزارع و سایر جاده‌های متقاطع با مسیر تعیین و ترسیم‌شده و تلاش شود سیفون عمود بر جاده عبور نماید.

---

[۱] -TOTAL STATION

۲) محل سازه‌ها به‌گونه‌ای تعیین شود که هیچ‌گونه برشی در کانالت به وجود نیاید و طول هر قطعه از مسیر مضربی از ۵ باشد.
۳) جهت حذف برش کانالت در محل سیفون‌ها می‌توان از افزایش طول لوله سیفون کمک گرفت.
۴) حداقل ضخامت ابنیه ۱۵ سانتی‌متر بوده و لازم است نشیمنگاه کانالت به میزان ۱۰ سانتی‌متر بر روی آن قرار گیرد.
۵) حریم کانالت از جاده سرویس، قطعات مجاور، تیرها و دکل‌های برق، خطوط لوله آب‌رسان، گاز و نفت، جاده‌های روستایی و فرعی و غیره در نظر گرفته‌شده و حفظ گردد.

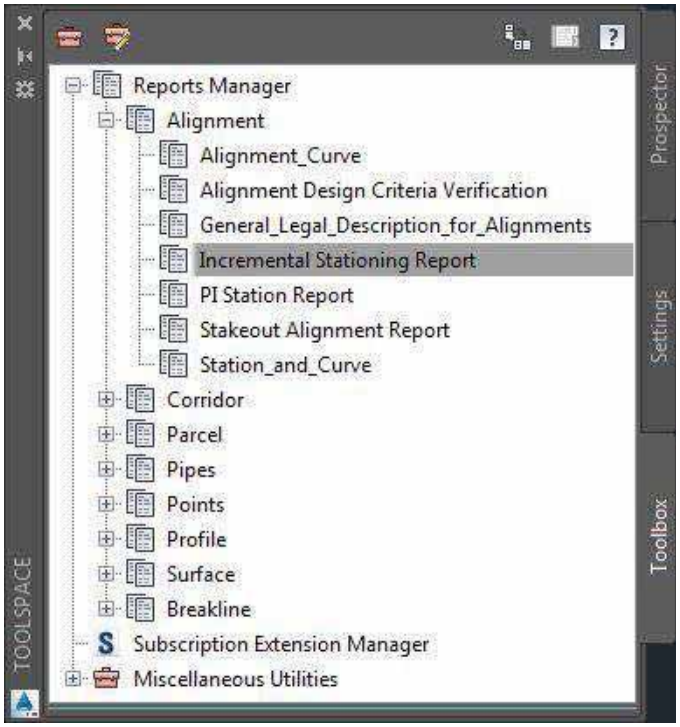
پس از انجام و رعایت توضیحات فوق، بین هر دو سازه باید یک Alignment با فواصل برچسب‌گذاری ۵ متری تعریف و ترسیم شود و محل سازه‌ها با استفاده از آن و با توجه به مرز قطعات زراعی و محل جاده‌ها تدقیق و تعریف گردد. لذا تعدادی مسیر ایجاد می‌شود که نقطه ابتدای آن‌ها از سازه قبلی خواهد بود. (شکل ۶-۳۶).



شکل (۶-۳۶): مسیرهای ترسیم‌شده با فواصل ۵ متری و قرار دادن سازه در محل مناسب

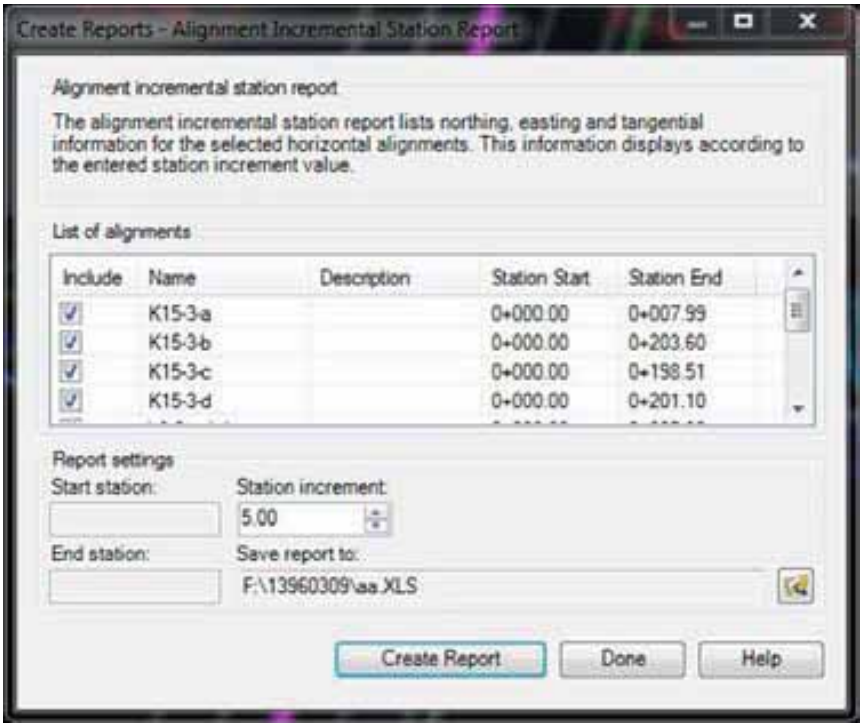
برای گزارش‌گیری از خط پروژه جهت میخ‌کوبی مسیر، از منوی Home گزینه Palettes سپس Tollbox را انتخاب کنید. با انتخاب این گزینه پنجره محاوره‌ای شکل (۶-۳۷) باز می‌شود.

در این پنجره و در قسمت Reports Manager اجزای مختلفی از ترسیم‌ها وجود دارد که جهت مدیریت و گرفتن گزارش از قسمت‌های مختلف هر پروژه مورداستفاده قرار می‌گیرد. از میان این اجزا، گزینه Alignment را انتخاب و باز کنید. برای استخراج مختصات دکارتی پلان بر روی گزینه Incermental Stationing Report کلیک راست نموده و گزینه Execute را اجرا کنید تا پنجره محاوره‌ای شکل (۶-۳۸) مشاهده شود.



شکل (۶-۳۷): فعال نمودن Toolbox و خروجی گرفتن از مسیر

در قسمت List of Alignment مسیرهای موردنظر را انتخاب کرده و در قسمت Report Setting کیلومتراژ شروع و انتهای محدوده‌ای از پلان را وارد کنید که خروجی آن را لازم دارید. در قسمت Station increment فواصل پیکتاژ یا میخ‌کوبی را ۵ متر وارد کرده و پس از تعیین نوع فایل و محل ذخیره آن در قسمت Save Report to، گزینه Create Report را کلیک کنید تا خروجی مطابق جدول (۶-۷) مشاهده شود.



شکل (۶-۳۸): پارامترهای خروجی گرفتن از مسیر

جدول (۶-۷): نمونه خروجی مختصات دکارتی پروفیل مسیر

Alignment Name: K15-3-a

Station Range: Start: 0+000.00, End: 0+007.99

Station Increment: 5.00

Station	Northing	Easting	Tangential Direction
0+000.00	3,491,835.0126m	275,256.6084m	S16° 25' 30"W
0+005.00	3,491,830.2166m	275,255.1946m	S16° 25' 30"W
0+007.99	3,491,827.3532m	275,254.3505m	S16° 25' 30"W

Alignment Name: K15-3-b

Station Range: Start: 0+000.00, End: 0+20.00

Station	Northing	Easting	Tangential Direction
0+000.00	3,491,829.1616m	275,254.8836m	S16° 25' 31"W
0+005.00	3,491,824.3656m	275,253.4698m	S16° 25' 31"W
0+010.00	3,491,819.5697m	275,252.0559m	S16° 25' 31"W
0+015.00	3,491,814.7737m	275,250.6421m	S16° 25' 31"W
0+020.00	3,491,809.9778m	275,249.2283m	S16° 25' 31"W

از این مقادیر جهت تهیه نقشه کارگاهی و پیاده کردن مسیر استفاده نمایید. نحوه انجام محاسبات در جدول کارگاهی به شکل زیر است.

۱. بر اساس مختصات واردشده، کیلومتر محل قرارگیری هر کانالت و سازه محاسبه می‌شود.
۲. نام و محل سازه‌ها تعیین شده و افت تراز آب در محل سازه‌ها به‌صورت اختلاف تراز در کف کانالت تعیین و وارد جدول می‌گردد.
۳. ارتفاع پایه موردنیاز در کانالت با توجه به رقوم کف کانال، تعیین می‌شود. نکته مهمی که در تهیه جدول کارگاهی وجود دارد، تعیین عمق پی‌کنی است. عمق پی‌کنی با توجه به نوع و جنس خاک محل و عمق یخبندان در طرح مشخص‌شده و یا توسط دستگاه نظارت تعیین می‌گردد. عمق پی‌کنی (با در نظر گرفتن ضخامت بتن مگر) هیچ‌گاه نباید از ۴۰ سانتی‌متر کمتر باشد. در تعیین عمق پی‌کنی باید توجه داشت که تغییرات ارتفاعی پایه‌ها برابر ۲۵ سانتی‌متر بوده و لذا باید فاصله روی بتن مگر تا زیر زین پس از کسر ضخامت کفشک مضربی از ۲۵ باشد. برای انجام این محاسبات باید از روابط زیر استفاده شود.

$$\text{ELH=INVERT OF CANAL-(}t_{\text{CANALET}} + t_{\text{WATERTIGHT GASKET}} + t_{\text{SADDLE}} + h_{\text{PIER}} + \text{MORTAR} + t_{\text{FOOTING}} + \text{LEAN CONCRATE)} \quad (۱-۶)$$

$$\text{NATURAL GROUND-ELH} \geq 40\text{cm} \quad (۲-۶)$$

در رابطه (۶-۱) تمام پارامترهای لازم جهت تعیین رقوم حفاری (به‌جز ارتفاع پایه لازم) مشخص می‌باشد. با جایگذاری مقدار رقوم H از رابطه (۶-۱) در رابطه (۶-۲) حداقل ارتفاع پایه لازم محاسبه می‌شود. به‌عنوان نمونه در کانالت تیپ ۲۳۰ مقدار H بر اساس ابعاد استاندارد برابر $\text{INV-}(6+1+14+h_{\text{PIER}}+1+12+10)$ می‌باشد. با جایگزینی آن در رابطه (۶-۲) جهت تعیین ارتفاع پایه لازم، رابطه (۶-۳) به دست می‌آید. بخش سمت راست رابطه (۶-۳) را H' نام‌گذاری می‌کنیم.

$$h_{\text{PIER}} \geq \text{INVERT OF CANAL-NATURAL GROUND-4cm=}H' \quad (۳-۶)$$

اگر $H' \leq 25cm$ از پایه ۲۵ سانتی‌متر استفاده می‌شود و اگر $H' \leq 50cm$ بود از پایه ۵۰ سانتی‌متر استفاده می‌گردد. این مقادیر برای ارتفاع‌های بزرگ‌تر و برای تیپ‌های دیگر نیز به همین روش محاسبه می‌شود.

باید دانست که ضخامت متعلقات بر اساس استاندارد می‌باشد و گاهی ممکن است با ابعاد ساخته‌شده اختلاف داشته باشد. در این صورت باید نسبت به اصلاح ابعاد یا رابطه اقدام شود. ارتفاع پایه، رقوم حفاری، بتن مگر، پایه و زین به‌صورتی تعیین می‌گردد که بعد از نصب متعلقات کانالت، رقوم کف کانال دقیقاً برابر مقدار مشخص‌شده در نقشه باشد. تعداد کفشک‌های لازم با توجه به ارتفاع پایه و نوع زمین تعیین‌شده و در نهایت جدول محاسباتی کارگاهی در اختیار دستگاه نظارت قرار می‌گیرد تا پس از تأیید به واحد اجرا ابلاغ گردد.

برای نمونه بخشی از جدول کارگاهی نصب کانالت و متعلقات محور K15-3-TC1 در جدول (۶-۸) نمایش داده‌شده است.

جدول (۶-۸): مختصات و رقوم نصب کانالت و متعلقات

ROW	X	Y	km	STRUCTURE	Input		Pier HIGHT	Elevation				FOOTING BLOOKS
					Invert	N.G		Excavation	Lean Concret	Pier	Saddle	
1	275,256.6	3,491,835.0	0+000.0	k15-Turnout	22.900	22.470						
2	**275,255.2**	**3,491,830.2**	**0+005.0**	**D.B&TO.L**	**22.898**	**22.470**						
3	**275,254.9**	**3,491,829.2**	**0+006.2**	**D.B&TO.L**	**22.868**	**22.500**						
4	275,253.5	3,491,824.4	0+011.2		22.865	22.530	0.500	21.956	22.056	22.686	22.796	2E62+2M61
5	275,252.1	3,491,819.6	0+016.2		22.863	22.500	0.500	21.954	22.054	22.684	22.794	2E62+2M61
6	275,250.6	3,491,814.8	0+021.2		22.860	22.470	0.500	21.951	22.051	22.681	22.791	2E62+2M61
7	275,249.2	3,491,810.0	0+026.2		22.858	22.677	0.500	21.949	22.049	22.679	22.789	2E62+2M61
8	275,247.8	3,491,805.2	0+031.2		22.855	22.672	0.500	21.946	22.046	22.676	22.786	2E62+2M61
9	275,246.4	3,491,800.4	0+036.2		22.853	22.640	0.500	21.944	22.044	22.674	22.784	2E62+2M61
10	275,245.0	3,491,795.6	0+041.2		22.850	22.609	0.500	21.941	22.041	22.671	22.781	2E62+2M61
11	275,243.6	3,491,790.8	0+046.2		22.848	22.550	0.500	21.939	22.039	22.669	22.779	2E62+2M61

12	*275,242.2*	*3,491,786.0*	*0+051.2*		*22.845*	*22.517*	*0.500*	*21.936*	*22.036*	*22.666*	*22.776*	*2E62+2M61*
13	*275,240.7*	*3,491,781.2*	*0+056.2*		*22.843*	*22.498*	*0.500*	*21.934*	*22.034*	*22.664*	*22.774*	*2E62+2M61*

فصل هفتم

متره و برآورد

۸-۱ مقدمه

برآورد احجام و هزینه‌های اجرایی عملیات در شبکه‌های آبیاری و زهکشی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های نظام‌یافته و کاربردی برای تأمین منابع مالی پروژه و پرداخت هزینه‌های اجرا می‌باشد. این بخش در اسناد قرارداد به‌عنوان فهرست‌بها و مقادیر کار شناخته‌شده و کاربرد دارد. بررسی‌های آماری در پروژه‌های انجام‌شده و در حال انجام نشان می‌دهد که آن‌ها اغلب دچار کمبود منابع مالی و تغییر در مبلغ اولیه پیمان شده‌اند و مشکلات زیادی را بر طرح تحمیل نموده‌اند. به‌عنوان نمونه مشاهده‌شده است که در شبکه فرعی مبلغ پیمان به‌صورت هکتاری محاسبه و سایر مقادیر و احجام بر اساس آن و به‌صورت تقریبی به‌دست‌آمده‌اند و در برآورد ریالی طرح تفضیلی از آن‌ها استفاده‌شده است. لذا باید از صحت برآورد هزینه اجرای عملیات اطمینان حاصل گردد. "واحد برآورد هزینه" مهندسین مشاور، باید پس از تکمیل مرحله فاز شناسایی طرح و تصویب آن توسط کارفرما، طبق شرح قرارداد خدمات مهندسی، در دو مرحله، برآورد احجام و مقادیر کار و هزینه انجام پروژه را در گزارش منظور و به کارفرما اعلام نماید:

مرحله اول: پس از تکمیل مطالعات (برای اطلاع کارفرما از برآورد هزینه اجرای کار)؛
مرحله دوم: پس از تکمیل طرح تفضیلی و تهیه نقشه‌های اجرایی (برای تکمیل اسناد مناقصه و تأمین مالی مراحل اجرا).

جهت برآورد هزینه‌های اجرایی پروژه‌ها نکات زیر باید موردتوجه قرار گیرد:

- بررسی نقشه‌های اجرایی، مشخصات عمومی و خصوصی و شرایط خصوصی پروژه؛

- بازدید از محل اجرای کار؛
- اخذ اطلاعات موردنیاز از کارفرما؛
- قیمت‌های جدید (ستاره‌دار)؛
- هزینه‌های مربوط به تعهدات کارفرما، تجهیز و برچیدن کارگاه و هزینه‌های مستمر کارگاه در زمان تاخیرات مجاز.

برای برآورد هزینه‌های اجرایی طرح‌های عمرانی از قیمت‌هایی که توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی در قالب فهرست‌بها، به‌صورت سالانه تهیه و به دستگاه‌های اجرایی ابلاغ می‌شود، استفاده می‌شود. جهت محاسبه مقادیر هر ردیف از فهرست‌بها، اقلام کار توسط کارشناسان صاحب‌نظر تجزیه‌شده و در پایان هرسال بهای مصالح، دستمزد نیروی انسانی و کرایه ماشین‌آلات از مراجع ذیربط استعلام و در ردیف‌های تجزیه بها منظور می‌گردد. آنگاه قیمت واحد هر ردیف از فهرست‌بها برای سال موردنظر محاسبه و پس از تصویب شورای عالی فنی که مرجع تصویب قیمت‌های پایه است، برای به‌کارگیری به دستگاه‌های اجرایی ابلاغ می‌شود.

برای نمونه تجزیه بهای ردیف‌های اصلی مرتبط با نصب و اجرای کانالت تیپ ۲۳۰ و متعلقات آن بر اساس فهرست‌بهای واحد پایه رشته آبیاری و زهکشی سال ۱۳۹۵ در جداول (۷-۱) نشان داده‌شده است. در این جداول، به تفکیک نیروی انسانی لازم برای نصب هر متر طول کانالت و متعلقات آن، مقدار مصالح، ابزار و ماشین‌آلات لازم برای نصب مشخص‌شده است.

نیروی انسانی موردنیاز عملیات اجرا و نصب کانالت و متعلقات آن با توجه به روش اجرای عملیات، بازده و میزان کارایی افراد و متناسب با مقادیر عملیات تعیین می‌شود. نتایج بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که هر اکیپ اجرایی دارای ماشین‌آلات و ابزار و نیروهای لازم مطابق آنالیز، قادر است به‌طور متوسط در هر روز کاری مسیری به طول ۷۵ متر کانالت و متعلقات را به‌صورت همزمان و حداکثر ۳۵۰ متر کانالت را به‌تنهایی نصب نماید. برنامه زمان‌بندی اجرا و نصب ۱۰۰۰ متر طول کانالت و متعلقات در نمودار گانت (۷-۱) نشان داده‌شده است. از این ابزار می‌توان جهت نمایش انواع فعالیت‌های لازم در نصب و اجرای کانالت، زمان‌بندی هرکدام و وابستگی و تقدم و تأخر آن‌ها استفاده نمود.

جدول (۷-۱): تجزیه بهای اقلام کار یک متر طول کانالت ۲۳۰

تجزیه بهای نصب هر متر طول کانال نیم‌لوله نیم بیضی بتنی پیش‌ساخته تیپ ۲۳۰ و پایه با ارتفاع تا ۱ متر، در زمین با مقاومت مجاز ۱ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و بیش‌تر.

ردیف	نیروی انسانی	واحد	مقدار	بهای واحد (ریال)	بهای کل (ریال)
۱	نقشه‌بردار با سابقه بیش از ۱۰ سال	نفر ساعت	۰,۰۱۳۹	۱۴۰،۵۲۳,۸	۱،۹۵۳
۲	کمک نقشه‌بردار (ترازیاب)	نفر- ساعت	۰,۰۸۳۳	۷۰،۷۳۰,۶	۵،۸۹۲
۳	کارگر ساده	نفر- ساعت	۱,۵۱۰۰	۴۴،۸۱۲,۹	۶۷،۶۶۷
۴	بنای سفت کار درجه‌دو	نفر - ساعت	۰,۰۰۳۰	۵۳،۲۸۸,۰	۱۶۰
۵	بنای بتن کار	نفر ساعت	۰,۰۵۵۶	۶۱،۰۷۳,۸	۳،۳۹۶
۶	کمک بنای بتن کار	نفر - ساعت	۰,۰۵۵۶	۴۶،۳۶۰,۳	۲،۵۷۸
۷	مباشر عملیات خاکی باسابقه بیش از ۱۰ سال	نفر- ساعت	۰,۳۲۰۰	۱۲۷،۹۹۲,۰	۴۰،۹۵۷
		درصد وزنی: ۴۴,۷۶٪		جمع	۱۲۲،۶۰۳

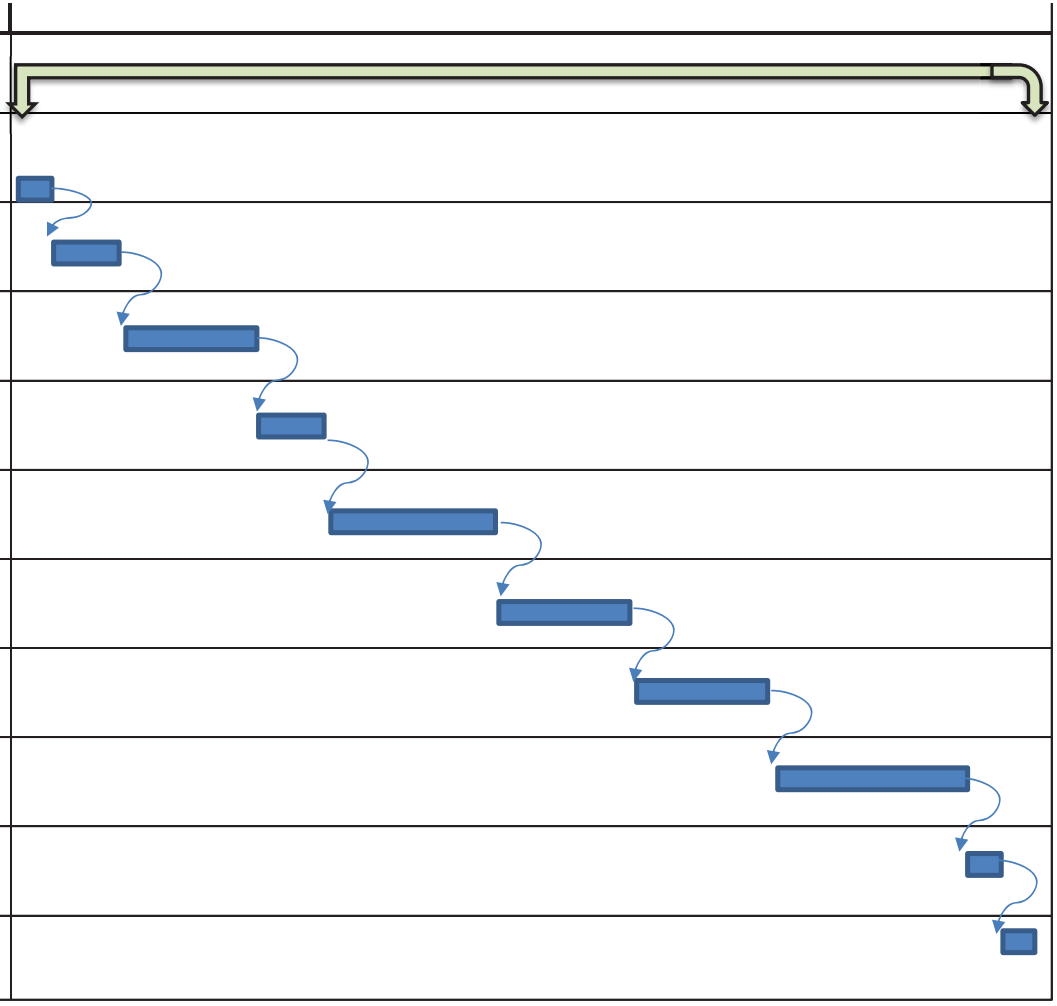
ردیف	ماشین‌آلات	واحد	مقدار	بهای واحد (ریال)	بهای کل (ریال)
۱	جرثقیل کفی ۳ تن با کامیون ۷ تن با راننده	دستگاه-ساعت	۰,۲۰۰۰	۲۲۸،۰۱۸,۵	۴۵،۶۰۴
۲	جرثقیل کفی ۵ تن با کامیون ۱۰ تن با راننده	دستگاه ساعت	۰,۱۴۲۹	۲۵۵،۸۵۵,۲	۳۶،۵۶۲
۳	گریدر به قدرت حدود ۲۲۰ اسب بخار با راننده	دستگاه-ساعت	۰,۰۲۹۰	۵۰۶،۴۴۵,۵	۱۴،۶۸۷
۴	بیل	عدد	۰,۰۰۰۹	۱۰۰،۰۶۷,۷	۹۰
		درصد وزنی: ۳۵,۳۹٪		جمع	۹۶،۹۴۲

ردیف	مصالح	واحد	مقدار	بهای واحد (ریال)	بهای کل (ریال)
۱	گچ فله	تن	۰,۰۰۰۲	۴۵۶،۱۱۱,۹	۹۱
۲	ملات ماسه سیمان ۱:۴	مترمکعب	۰,۰۳۳۵	۹۴۲،۳۴۰,۸	۳۱،۵۶۸
۳	میلگرد ساده نمره ۱۶	کیلوگرم	۰,۲۰۰۰	۲۱،۶۴۹,۶	۴،۳۳۰
۴	واشر لاستیکی	کیلوگرم	۰,۱۵۲۰	۲۸،۳۰۰,۶	۴،۳۰۲
		درصد وزنی: ۱۴,۷۱٪		جمع مصالح:	۴۰،۲۹۱

ردیف	حمل مصالح	واحد	مقدار	بهای واحد (ریال)	بهای کل (ریال)
۱	حمل گچ فله	تن	۰,۰۰۰۲	۱۰۸،۹۵۹,۴	۲۲
۲	حمل مصالح فلزی مورد مصرف در سازه	کیلوگرم	۰,۲۰۰۰	۱۴۱,۸	۲۸
۳	حمل نیم‌لوله بتنی	متر طول	۱,۰۰۰۰	۱۴،۰۱۵,۲	۱۴،۰۱۵
		درصد وزنی: ۵,۱۴٪		جمع حمل مصالح:	۱۴،۰۶۵
				بهای واحد کار:	۲۷۳،۹۰۲

نمودار (۷-۱): زمان‌بندی اجرا و نصب کانالت و متعلقات برای ۱۰۰۰ متر طول

		وزنی	(روز)
۱	**نصب و اجرای کانالت و متعلقات**	**۱۰۰**	**۱۵**
۱.۱	نقشه برداری و پیاده سازی مسیر	۳.۸۵	۰.۵
۱.۲	پی کنی مسیر با بیل مکانیکی و کنترل رقوم حفاری توسط نقشه بردار	۷.۷۱	۱
۱.۳	رگلاژ پی ، زدن میخ مگرو ریختن بتن مگر	۱۵.۴۲	۲
۱.۴	ریسه کفشک ها در پی و تنظیم اولیه آنها	۳.۶۰	۱
۱.۵	زدن میخ پایه توسط نقشه بردار،نصب پایه و بند کشی آن	۸.۹۹	۲.۵
۱.۶	نصب زین	۷.۲۰	۲
۱.۷	فیکس زین با توتال استیشن	۷.۲۰	۲
۱.۸	نصب کانالت و خواندن کف آن با ترازیاب	۳۳.۳۳	۳
۱.۹	آب اندازی داخل کانال و کنترل کیفیت آب بندی اتصالات	۶.۳۵	۰.۵
۱.۱۰	تمیزکاری مسیر و پخش و تسطیح خاک های اضافی	۶.۳۵	۰.۵



۸-۲ آیتم‌های مورداستفاده در شبکه فرعی آبیاری (با استفاده از کانالت)

در دستورالعمل کاربرد فهرست‌بهای آبیاری و زهکشی، نحوه برآورد هزینه اجرای کار شرح داده‌شده است ولی با توجه اهمیت موضوع در طرح‌های عمرانی و جهت سهولت در امر دسترسی به ردیف‌های لازم، در این بخش از مطالب تهیه‌شده در فهرست‌بها که اقلام مربوط به تهیه، نصب و اجرای کانالت را زیر پوشش خود قرار می‌دهد استفاده‌شده است.

در فهرست‌بهای آبیاری و زهکشی سال ۱۳۹۵ هزینه‌های مربوط به ساخت کانالت و متعلقات در فصل ۷ و ۱۰ و هزینه اجرا و نصب در فصل ۱۱ پیش‌بینی‌شده است. نکات حائز اهمیت در مورد متره و برآورد کانالت به شرح ذیل می‌باشد:

۱) در بهای واحد تهیه و جاگذاری شبکه مش در نیم‌لوله‌ها، هزینه تهیه میلگرد با مقاومت بالای ۵۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به همراه نورد سرد، پس کشیدن، جوش دادن میلگردها و خم کردن مش و هزینه تهیه و جاگذاری فاصله نگهدارها منظور شده است.

۲) بهای ردیف‌های مربوط به قسمت نصب نیم‌لوله‌های بتنی بر اساس ۹ تیپ مشخص بوده و مقاومت مجاز زمین نیز برای یک کیلوگرم و بیشتر تنظیم‌شده است. اگر مقاومت زمین بین ۰٫۵ تا ۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد به حمل و نصب زین، پایه و کفشک اضافی، پی‌کنی و بتن لاغر (به عیار ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن) و ملات مصرفی اضافی، اضافه بها تعلق می‌گیرد.

۳) در واحد بهای عملیات نصب نیم‌لوله، کارهای مربوط به نقشه‌برداری و تسطیح مسیر و پیاده کردن محل پایه‌ها، پی‌کنی در هر نوع زمین تا عمق ۵۰ سانتی‌متر، ریختن خاک حاصل به کنار پی، رگلاژ کف پی، تهیه و حمل و اجرای بتن لاغر به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر، تهیه و مصرف ملات موردنیاز، ریختن خاک به داخل پی، حمل خاک‌های اضافی بعلاوه هزینه تهیه و ساخت، حمل و کارگذاری میله مهاری بین زین و پایه، نوار آب‌بندی و آب اندازی به‌منظور آزمایش و کنترل کیفیت آب‌بندی اتصالات منظور شده است.

۴) هزینه بارگیری و حمل و باراندازی نیم‌لوله‌های با مقطع نیم بیضی و متعلقات مربوطه از محل تحویل تا فاصله ۳۰ کیلومتر منظور شده است.

۵) مقصود از طول کار، طول کل مسیر نیم‌لوله‌های کارگذاری شده با کسر طول ابنیه فنی هیدرولیکی می‌باشد.

۶) تهیه مصالح، ساخت و اجرای بتن و قالب‌بندی کفشک و پایه با عیارهای مختلف در یک آیتم (۱۰۰۷۰۳) پیش‌بینی‌شده است.

۷) در آیتم تهیه بتن و ساخت کانالت (۱۰۱۰۰۱)، هزینه اقداماتی از قبیل ویبره، عمل‌آوری کانالت با بخار آب، قرار دادن آن در استخر آب و حمل به محل دپو در کارگاه منظور شده است. علاوه بر آن ۱۵۰۰ لیتر آب برای هر مترمکعب بتن کانالت و هزینه حمل آب موردنیاز جهت ساخت و عمل‌آوری تا یک کیلومتر در بهای واحد آن ردیف منظور شده است.

۸) جهت محاسبه‌صورت‌وضعیت‌های موقت، برای هر یک از مراحل نصب کانالت و متعلقات آن جدولی تنظیم‌شده که در آن درصد قابل پرداخت برای هر یک از مراحل نصب آمده است (جدول ۷-۲).

جدول (۷-۲): نحوه پرداخت برای مراحل مختلف نصب کانالت و متعلقات آن

ردیف	شرح مراحل مختلف عملیات نصب	درصد قابل پرداخت برای تیپ‌های مختلف		
		T-70, T-100, T-150	T-230, T-315, T-450	T-600, T-800, T-1000
۱	تمیز کردن و تسطیح مسیر، انجام کارهای نقشه‌برداری لازم و پیاده کردن محل پایه‌ها، رگلاژ و ریختن بتن لاغر در کف پی	۲۰	۱۷	۱۶
۲	بارگیری و حمل متعلقات نیم‌لوله نیم بیضی به فاصله تا ۳۰ کیلومتر و ریسه کردن آن‌ها در کنار مسیر	۱۵	۱۴	۱۳
۳	بارگیری و حمل کانال‌های پیش‌ساخته به فاصله تا ۳۰ کیلومتر و ریسه کردن آن‌ها در کنار مسیر	۱۷	۲۳	۳۲
۴	نصب کفشک‌ها، پایه‌های نیم‌لوله، ملات ریزی و نصب زین	۲۰	۱۷	۱۵
۵	نصب نیم‌لوله و واشر آب‌بندی	۲۰	۲۱	۱۷
۶	آب اندازی داخل کانال و کنترل کیفیت آب‌بندی اتصالات	۴	۴	۳
۷	تمیزکاری مسیر و پخش و تسطیح خاک‌های اضافی	۴	۴	۳
	جمع کل	**۱۰۰**	**۱۰۰**	**۱۰۰**

برای نمونه کلیه آیتم‌های مورداستفاده بر اساس فهرست‌بهای پایه آبیاری و زهکشی سال ۱۳۹۵ در یک پروژه نمونه ۱ متری با کانالت تیپ ۲۳۰ با فرض استفاده از پایه ۵۰ سانتی‌متر برای زمینی با مقاومت مجاز خاک یک کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع در جدول (۷-۴) آمده است. فواصل حمل مصالح استفاده‌شده مربوط به کانالت و متعلقات آن در این محاسبات، در جدول (۷-۳) نشان داده‌شده است.

جدول (۷-۳): فواصل حمل مصالح در پروژه نمونه

نوع مصالح	شن و ماسه	سیمان	کانالت	بتن با تراک	آب	مش میلگرد (AI)	میلگرد (AII,AIII)
فاصله حمل (کیلومتر)	۴۲،۳	۱۶۳	۱۴۶	۱	۱	۷۰۲	۱۵۵

جدول (۷-۴): خلاصه مالی محاسبات کانالت تیپ ۲۳۰

ردیف	ردیف فهرست‌بها	شرح	واحد	مقدار	بهای واحد (ریال)	مبلغ کل (ریال)
۱	۰۳۱۳۰۳	حمل با فاصله حمل بیش از ۵۰۰ متر تا ۱۰ کیلومتر برای هر کیلومتر اضافه بر ۵۰۰ متر اول	مترمکعب کیلومتر	۱۱۴٫۸۷	۳٬۳۲۶	۳۸۲٬۰۵۸
۲	۰۳۱۳۰۴	حمل خاک در راه‌های ساخته نشده، با فاصله حمل بیش از ۱۰ کیلومتر تا ۳۰ کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه بر ۱۰ کیلومتر	مترمکعب کیلومتر	۲۸۳٫۶۴	۳۹۳۰	۱٬۱۱۴٬۷۰۵
۳	۰۳۱۳۰۴b	کسر بها بابت راه آسفالت به آیتم ۳۱۳۰۴	مترمکعب کیلومتر	۲۸۳٫۶۴	-۹۰۳٫۹	-۲۵۶٬۳۸۲
۴	۰۳۱۳۰۵	حمل خاک در راه‌های ساخته نشده، با فاصله حمل بیش از ۳۰ تا ۷۵ کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه بر ۳۰ کیلومتر	مترمکعب کیلومتر	۱۸۱٫۲۰	۳۵۴۰	۶۴۱٬۴۴۸
۵	۰۳۱۳۰۵b	کسر بها بابت راه آسفالت	مترمکعب کیلومتر	۱۸۱٫۲۰	-۸۱۴٫۲	-۱۴۷٬۵۳۳
۶	۰۳۱۳۰۶	حمل خاک در راه‌های ساخته نشده، با فاصله حمل بیش از ۷۵ کیلومتر، برای هر کیلومتر اضافه بر ۷۵ کیلومتر	مترمکعب کیلومتر	۷٫۲۴	۲۷۶۰	۱۹٬۹۸۲
۷	b۰۳۱۳۰۶	کسر بها بابت راه آسفالت	مترمکعب کیلومتر	۷٫۲۴	-۶۳۴٫۸	-۴٬۵۹۶
۸	۰۳۱۳۱۰	حمل آب با فاصله حمل بیش از یک کیلومتر	مترمکعب کیلومتر	۱۳٫۱۹	۴۶۰۰	۶۰٬۶۷۴
۹	۰۶۰۶۰۱	تهیه وسایل و قالب‌بندی هر نوع نیم‌لوله بتنی پیش‌ساخته	مترمربع	۴۱۳٫۹۱	۶۸۳۰۰	۲۸٬۲۷۰٬۰۵۳
۱۰	۰۷۰۱۰۱	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد ساده به‌قطر تا ۱۰ میلی‌متر برای بتن مسلح...	کیلوگرم	۷۵٫۷۸	۲۳۵۰۰	۱٬۷۸۰٬۸۳۰
۱۱	۰۷۰۲۰۴	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میلگرد آجدار از نوع AIII به‌قطر تا ۱۰ میلی‌متر ...	کیلوگرم	۶۱٫۸۴	۲۲۵۰۰	۱٬۳۹۱٬۴۰۰
۱۲	۰۷۰۷۰۱	تهیه و جاگذاری شبکه میل‌گرد پیش‌جوش (مش)، برای استفاده در کانالت...	کیلوگرم	۳۶۷٫۲۰	۳۰۱۰۰	۱۱٬۰۵۲٬۷۲۰

ردیف	ردیف فهرست‌بها	شرح	واحد	مقدار	بهای واحد (ریال)	مبلغ کل (ریال)
۱۳	۰۹۰۶۰۲	اضافه بها برای مصرف سیمان نوع ۵ در بتن به‌جای سیمان نوع ۱.	کیلوگرم	۴۵۶۲,۸۱	۱۹	۸۶،۶۹۳
۱۴	۹۰۶۰۳	اضافه بها برای مصرف سیمان اضافی نسبت به‌عیار درج شده در ردیف‌های بتن‌ریزی.....	کیلوگرم	۲۹,۳۰	۱۱۶۰	۳۳،۹۸۸
۱۵	۱۰۰۷۰۳	تهیه مصالح و اجرای کفشک، پایه و زین کانالت با عیار ۴۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب.	مترمکعب	۳,۰۱۶	۲۵۷۱۰۰۰	۷،۷۵۴،۱۳۶
۱۶	۱۰۱۰۰۱	تهیه بتن و ساخت انواع کانالت، به عیار ۴۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب.	مترمکعب	۷,۷۳۴۰	۱۷۵۷۰۰۰	۱۳،۵۸۸،۶۳۸
۱۷	۱۱۰۱۰۴	نصب کانالت تیپ ۲۳۰-*T* و پایه با ارتفاع تا ۱ متر، در زمین با مقاومت مجاز ۱ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و بیش‌تر.	مترطول	۱۰۰	۲۷۵۵۰۰	۲۷،۵۵۰،۰۰۰
۱۸	۱۵۰۱۰۱	حمل فولاد، سیمان پاکتی برای مسافت مازاد بر ۳۰ کیلومتر، تا ۷۵ کیلومتر.	تن کیلومتر	۲۴۱,۵۰	۱۰۴۰	۲۵۱،۱۶۰
۱۹	۱۵۰۱۰۲	حمل فولاد، سیمان پاکتی برای مسافت مازاد بر ۷۵ کیلومتر، تا ۱۵۰ کیلومتر.	تن کیلومتر	۴۰۲,۵۰	۷۰۰	۲۸۱،۷۵۰
۲۰	۱۵۰۱۰۳	حمل فولاد، سیمان پاکتی برای مسافت مازاد بر ۱۵۰ کیلومتر، تا ۳۰۰ کیلومتر.	تن کیلومتر	۱۲۲,۴۶	۴۴۰	۵۳،۸۸۲
۲۱	۱۵۰۱۰۴	حمل فولاد، سیمان برای مسافت مازاد بر ۳۰۰ کیلومتر، تا ۴۵۰ کیلومتر.	تن کیلومتر	۵۷,۸۳	۳۶۵	۲۱،۱۰۸
۲۲	۱۵۰۱۰۵	حمل فولاد، سیمان پاکتی برای مسافت مازاد بر ۴۵۰ کیلومتر، تا ۷۵۰ کیلومتر.	تن کیلومتر	۹۷,۱۶	۳۱۰	۳۰،۱۲۰
۲۳	۱۵۰۱۰۶	حمل فولاد، سیمان پاکتی برای مسافت مازاد بر ۷۵۰ کیلومتر	تن کیلومتر	۰,۳۸۶۰	۲۶۰	۱۰۰
۲۴	۱۵۰۴۰۲	حمل کانالت برای تیپ‌های *T-230, T-315* و *T-450*، برای مسافت مازاد بر ۳۰ کیلومتر.	مترطول کیلومتر	۱۳۳۰۰	۲۲۰	۲،۹۲۶،۰۰۰
۲۵	۱۵۰۵۰۱	حمل متعلقات کانالت برای مسافت مازاد بر ۳۰ کیلومتر.	تن کیلومتر	۱۰۰۰,۱۶	۱۱۳۰	۱،۱۳۰،۱۸۱

ردیف	ردیف فهرست‌بها	شرح	واحد	مقدار	بهای واحد (ریال)	مبلغ کل (ریال)
مبلغ تهیه و حمل و نصب یک متر کانالت ۲۳۰						**۹۸۰۵۷۴**

جدول (۷-۵): مقادیر لازم برای محاسبات متره

شرح	واحد	تیپ کانالت			تیپ زین			ارتفاع پایه تیپ ۲۳۰(سانتی‌متر)					ارتفاع پایه تیپ ۳۱۵(سانتی‌متر)					ارتفاع پایه تیپ ۴۵۰(سانتی‌متر)					نوع کفشک		
		۲۳۰	۳۱۵	۴۵۰	۲۳۰	۳۱۵	۴۵۰	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۲۵	M61	M62	E62
بتن	m^3	۰,۳۸۶۷	۰,۴۲۹۷	۰,۴۹۶۵	۰,۰۲۹۳	۰,۰۴۰۰	۰,۰۵۹۵	۰,۰۱۹۴	۰,۰۳۲۵	۰,۰۵۳۶	۰,۰۶۵۸	۰,۰۷۸۰	۰,۰۲۵۲	۰,۰۳۹۱	۰,۰۶۵۸	۰,۰۷۹۰	۰,۰۹۲۲	۰,۰۳۴۰	۰,۰۵۱۶	۰,۰۸۹۰	۰,۱۰۴۲	۰,۱۱۹۴	۰,۰۱۰۴	۰,۰۲۰۸	۰,۰۲۳۷
ملات نصب پایه	m^3																						۰,۰۰۱۱	۰,۰۰۲۱	۰,۰۰۱۹
میلگرد ساده	kg	۱۸,۳۶۰	۲۰,۴۲۰	۲۴,۱۳۰	۲,۱۰۹	۲,۲۸۳	۲,۸۲۵	۰,۹۳۰	۱,۶۸۰	۲,۸۰۰	۳,۴۵۰	۴,۰۱۰	۱,۳۳۰	۲,۰۴۰	۳,۴۷۰	۴,۲۹۰	۴,۸۰۰	۱,۶۷۰	۲,۲۲۰	۳,۸۹۰	۴,۵۵۰	۵,۰۰۰			
میلگرد آجدار AIII	kg				۱,۲۳۲	۲,۰۵۴	۳,۷۷۶	۱,۳۳۰	۱,۸۶۰	۲,۹۱۰	۳,۴۲۰	۳,۹۵۰	۱,۴۵۰	۱,۹۴۰	۳,۱۳۰	۳,۶۲۰	۴,۱۳۰	۲,۶۳۰	۳,۵۳۰	۵,۳۲۰	۶,۲۰۰	۷,۰۹۰			
قالب	m^2	۲۰,۶۹	۲۳,۰۵	۲۸,۰۵	۱,۲۲۱	۱,۵۳۶	۱,۹۶۸	۰,۱۹۸	۰,۴۰۰	۰,۶۳۱	۱,۰۰۴	۱,۲۱۳	۰,۲۴۲	۰,۴۷۵	۰,۷۴۰	۱,۰۰۴	۱,۳۶۲	۰,۳۰۶	۰,۵۹۸	۰,۹۲۲	۱,۲۷۷	۱,۷۶۸	۰,۲۹۲	۰,۴۸۶	۰,۴۸۶
وزن قطعه	kg	۹۶۷	۱۰۷۴	۱۲۴۱	۷۳	۶۳	۱۴۹	۴۹	۸۱	۱۳۴	۱۶۵	۱۹۵	۶۳	۹۸	۱۶۵	۱۹۸	۲۳۱	۸۵	۱۲۹	۲۲۲	۲۶۰	۲۹۸	۲۶	۵۲	۵۹
سیمان بتن ۴۵۰	kg	۱۷۴,۰۲	۱۹۳,۳۷	۲۲۳,۴۳	۱۳,۱۹	۱۸,۰۰	۲۶,۷۸																		
سیمان بتن ۳۵۰	kg							۷	۱۰,۵	۱۷,۵	۲۴,۵	۲۸	۸,۸۲	۱۳,۶۹	۲۳,۰۲	۲۷,۶۵	۳۲,۲۷	۸۵	۱۲۹	۲۲۲	۲۶۰	۲۹۸			
سیمان بتن ۳۰۰	kg																						۳,۱۲	۶,۲۴	۷,۱۱
سیمان ملات ۳۶۰	kg																						۰,۴۰	۰,۷۶	۰,۶۸

با توجه به پراکندگی و صعوبت محاسبات مقادیر و احجام مورداستفاده در مبحث کانالت، برای نمونه خلاصه مقادیر موردنیاز برای سه تیپ از کانالت‌های رایج (تیپ ۲۳۰، ۳۱۵ و ۴۵۰) تولیدی کارخانه‌ها و استفاده‌شده در پروژه‌های عمرانی دشت خوزستان در جدول (۷-۵) نشان داده‌شده است. با استفاده از این جداول می‌توان به‌سادگی احجام موردنیاز برای هر متر و در نهایت برای کل طول مسیر کانالت موردنظر را به دست آورد.

در جدول (۷-۶) قیمت تمام‌شده تهیه، حمل، نصب و اجرای هر متر کانالت از سه تیپ مختلف و رایج و متعلقات آن با شرایط کلی مشابه (فاصله حمل یکسان، پایه ۵۰ سانتیمتری) بر اساس فهرست‌بهای پایه آبیاری و زهکشی سال ۱۳۹۵ با اعمال ضریب بالاسری ۱,۳ و ضریب منطقه‌ای ۱,۰۳ برای شهر اهواز نشان داده‌شده است و قیمت روز آن بر اساس آنالیز انجام‌شده و جهت مقایسه قرار داده‌شده است.

جدول (۷-۶): قیمت تهیه، حمل، نصب و اجرای هر متر کانالت بر اساس فهرست‌بهای پایه ۱۳۹۵ و قیمت روز

ردیف	شرح	مبلغ پایه بر اساس فهرست‌بها ۱۳۹۵(ریال)	با اعمال ضریب بالاسری ۱,۳ و منطقه‌ای ۱,۰۳	هزینه تهیه و اجرا بر اساس قیمت روز (ریال)
۱	کانالت تیپ ۲۳۰	۹۸۰۵۷۴	۱۳۱۲۹۸۸	۲۵۷۶۰۶۵
۲	کانالت تیپ ۳۱۵	۱۰۴۹۸۶۲	۱۴۰۵۷۶۵	۲۹۶۲۳۴۱
۳	کانالت تیپ ۴۵۰	۱۲۷۸۵۶۴	۱۷۱۱۹۹۷	۳۶۳۱۹۲۴

همچنین از آنجا که مطابق تجارب قبلی و طرح‌های انجام‌شده، به‌طور متوسط در هر هکتار بین ۱۳ تا ۱۵ متر کانالت جهت آبیاری قطعات استفاده می‌شود می‌توان هزینه تهیه، اجرا و نصب کانالت را برحسب هکتار برای گزارش مرحله اول به دست آورد.

با توجه به اینکه اجرای مسیر کانالت معمولاً در اختیار پیمانکاران جزء قرار می‌گیرد، برای استفاده و آشنایی بیشتر عوامل فنی پیمانکار نمونه‌ای از قرارداد تیپ اجرا و نصب کانالت در پیوست (۱) قرار داده‌شده است.

پیوست (۱): نمونه قرارداد اجرا و نصب کانالت

این قرارداد در تاریخ ..... فی‌مابین شرکت.... به نمایندگی ..... به‌عنوان کارفرما ازیک‌طرف و آقای ..... به شماره شناسنامه.. صادره از شهرستان ...و شماره کد ملی..... و شماره تلفن ..... به آدرس ..... به‌عنوان پیمانکار از طرف دیگر منعقد گردیده و طرفین متعهد و ملزم به رعایت مفاد آن می‌باشند.

ماده ۱: شرح مختصر موضوع قرارداد

عملیات دستمزدی اجرای نصب کانالت با هر تیپ و پایه‌ها با هر ارتفاع

این قرارداد بخشی از قرارداد پروژه ..... با موضوع پیمان شماره ...مورخ .... است و منظور از کارفرمای اصلی ..... و دستگاه نظارت .... می‌باشد.

ماده ۲: اسناد و مدارک قرارداد

۱- قرارداد حاضر

۲- شرایط خصوصی قرارداد که در صورت وجود جزء لاینفک این قرارداد می‌باشد.

۳- نقشه‌های اجرای پلان و پروفیل طولی

۴- مشخصات فنی مربوط به کانالت

۵- صورت‌جلسه و اسناد دیگری که در طول اجرای قرارداد به امضاء نمایندگان طرفین رسیده باشد.

۶- کلیه اسناد تکمیلی که حین اجرای کار در چارچوب قرارداد به‌منظور اجرای قرارداد به پیمانکار ابلاغ می‌شود.

تبصره ۱: در صورت وجود دوگانگی بین اسناد و مدارک قرارداد اولویت به ترتیب با قرارداد حاضر، شرایط خصوصی، نقشه‌ها و سایر مدارک قرارداد می‌باشد.

تبصره ۲: در خصوص موارد پیش‌بینی‌نشده، شرایط عمومی پیمان ملاک عمل خواهد بود.

ماده ۳: شرح قیمت‌ها و برآورد مقادیر کار

بر اساس جدول زیر مبلغ قرارداد ..... ریال می‌باشد که بسته به تغییر مقادیر تا ۲۵ درصد قابل‌افزایش و یا کاهش می‌باشد.

متراژ قرارداد.... مترطول اجرای نصب کانالت به هر تیپ و پایه با هر ارتفاع از قرار هر مترطول ... ریال می‌باشد و با توجه به پیشرفت فیزیکی انجام فعالیت و تنظیم صورت‌جلسه به شرح ذیل قابل پرداخت است.

درصد پرداخت بر اساس پیشرفت فیزیکی

ردیف	شرح عملیات	واحد	طول	درصد انجام
۱	عملیات رگلاژ پی و بتن‌ریزی مگر و تنظیم کد ارتفاعی	m		٪۱۰
۲	عملیات نصب کفشک به هر تیپ و تنظیم ارتفاعی و تثبیت آن	m		٪۱۷
۳	عملیات نصب پایه به هر ارتفاع و تنظیم کد ارتفاعی	m		٪۱۷
۴	عملیات نصب زین به هر تیپ و تنظیم کد ارتفاعی	m		٪۱۶
۵	عملیات نصب نیم‌لوله بتنی (کانالت) به هر تیپ و نصب نوار آب‌بند	m		٪۲۵
۶	عملیات آب اندازی و آزمایش آب‌بندی و تحویل	m		٪۱۵

قیمت‌های این قرارداد شامل تعدیل نمی‌شود و در طول مدت اجرا ثابت است.

تبصره: درصورتی‌که در حین قرارداد کارهایی پیش آید که برای آن در شرح ردیف‌های این ماده قیمتی نباشد لیکن با شرح ردیف‌های این ماده تناسب داشته باشد، کارفرما می‌تواند طی صورت‌جلسه ای با توافق پیمانکار برای این قسمت از کار قیمت جدید تعریف نماید و در قالب ۲۵ درصد افزایش مبلغ قرارداد به‌عنوان یک ردیف جدید به قرارداد حاضر الحاق نماید و پیمانکار موظف به اجرای آن است. (توضیح این که تصویب قیمت ردیف جدید همانند قرارداد حاضر منوط به طی مراحل قانونی تصویب آن می‌باشد)

ماده ۴: مدت قرارداد

تاریخ شروع قرارداد از زمان .... و به مدت ... روز می‌باشد و هر گونه تغییر در آن منوط به درخواست پیمانکار و تصویب کارفرما می‌باشد.

ماده ۵: وظایف و تعهدات پیمانکار

۵-۱: پیمانکار یا نماینده تام الاختیار معرفی شده از طرف وی می‌بایست در تمام مدت اجرای عملیات موضوع قرارداد در محل حضور داشته باشد و عدم حضور وی منوط به هماهنگی با کارفرما یا نماینده وی می‌باشد.

تبصره: درصورتیکه در حین کار کارفرما عدم صلاحیت هر یک از کارگران یا کارکنان را تشخیص دهد پیمانکار موظف است فرد واجد شرایطی را جایگزین کند

۵-۲: پیمانکار موظف به رعایت ساعات کاری کارفرما می‌باشد و اجرای عملیات در خارج از ساعات مقرر با هماهنگی قبلی و قبول تبعات حاصله از جانب پیمانکار و تائید کارفرما امکان پذیر است.

۵-۳: پیمانکار اذعان دارد که به کلیه جوانب قرارداد و موقعیت جوی و طبیعی محل قرارداد و شرایط معمول و جاری کارگاهها آگاهی کامل دارد و موظف است کلیه مقررات و قوانین جاری کارفرما و آیین‌نامه‌های داخلی را رؤیت و رعایت نماید. وی همچنین موظف به رعایت اخلاق حسنه و شئون اسلامی می‌باشد، بدون اینکه هیچگونه حقوقی را درخواست نماید و در صورت مشاهده تخلف، کارفرما حق دارد نسبت به فسخ قرارداد اقدام نماید.

۵-۴: صـــرف حضـــور و نظارت مسئولین قسمت و مهندسین کارگاه کارفـرما، به تنهایی رافـع مسئولیت کارهای پیمانکار نمی‌باشد و به‌هرحال پیمانکار مسئول اجرای صحیح کارها تا تحویل قطعی موضوع قرارداد می‌باشد و نمی‌تواند بدون موافقت کارفرما، قرارداد را به دیگری واگذار نماید.

۵-۵: پیمانکار متعهد به پرداخت حقوق و مزایا، تهیه مسکن، غذا و سرویس ایاب و ذهاب کارکنان و کارگران خود می‌باشد. همچنین تهیه ماشین‌آلات و تأمین سوخت آن‌ها و تأمین وسایل کار و حفاظت فردی و موارد ایمنی نفرات پیمانکار به عهده وی می‌باشد. (مگر آنکه در شرایط خصوصی قرارداد به‌صورت دیگری توافق شود)

۵-۶: پیمانکار مسئولیت حوادث کارگری، دعاوی حقوقی و کیفری و امور و دعاوی مربوطه به اداره کار و سازمان تأمین اجتماعی نفرات تحت امر خود را دارد و از این نظر هیچگونه مسئولیتی متوجه کارفرما نخواهد بود.

۵-۷: پیمانکار مسئولیت پرداخت مالیات تکلیفی حقوق و دستمزد کارکنان خود را دارا می‌باشد و بعد از پرداخت ماهانه یک رونوشت از آن را تحویل کارفرما می‌نماید.

۵-۸: پیمانکار مکلف است لیست بیمه کارکنان خود را تهیه و پس از تائید کارفرما به سازمان تأمین اجتماعی تحویل و وجه بیمه آن را پرداخت نماید.

۵-۹: پیمانکار موظف است به‌عنوان ضمانت انجام تعهدات، تضمین معتبر و مورد قبول کارفرما را به مبلغ ۵ درصد مبلغ اولیه قرارداد به کارفرما تسلیم نماید که پس از تحویل موقت موضوع قرارداد، تضمین مزبور به پیمانکار برگشت داده می‌شود.

۵-۱۰: درصورتی‌که بر طبق قرارداد فی مابین، کارفرما بعضی از خدمات را درحین کار به پیمانکار ارائه نماید، پیمانکار موظف به پرداخت هزینه‌های آن به اضافه ۱۵ درصد بالاسری می‌باشد. (مگر آنکه درشرایط خصوصی قرارداد به‌صورت دیگری توافق شود)

۵-۱۱: پیمانکار موظف به ارائه برنامه زمانبندی و اخذ تأییدیه کارفرما بوده و به جهت جلوگیری از وقفه در کارها و قبل از شروع هر بخش از کار باید لوازم و مصالحی را که طبق قرارداد تأمین آن بعهده کارفرما می‌باشد، کتباً درخواست نماید.

۵-۱۲: هرگاه پیمانکار به دلیل سهل انگاری یا عدم مهارت کافی، موجبات تحمیل خسارت یا هزینه‌های مازاد را به کارفرما فراهم آورد، هزینه‌های پیش گفته به اضافه ۱۵ درصد بالاسری طبق نظر کارفرما به حساب بدهی پیمانکار منظور و از مطالبات وی کسر می‌گردد.

تبصره: جریمه خسارت‌های ناشی از تأخیر غیر مجاز (قصور پیمانکار) مطابق ماده ۵۰ شرایط عمومی پیمان لحاظ می‌گردد.

۵-۱۳: چنانچه کیفیت کار انجام‌شده توسط پیمانکار طبق مشخصات فنی یا مورد تائیدکارفرما نباشد، کارفرما می‌تواند متناسب با نقصان ایجادشده پیمانکار را جریمه نماید.

۵-۱۴: پیمانکار می‌بایست در تمام مدت اجرای قرارداد کلیه لوازم و امکاناتی را که طبق شرایط خصوصی قرارداد تأمین آن‌ها بعهده وی گذاشته‌شده است در محل اجرای قرارداد حاضر داشته باشد و حق خروج آن را بدون جلب نظر کارفرما ندارد.

۵-۱۵: اقامتگاه پیمانکار به آدرس مندرج در این قرارداد بوده و هر گونه مکاتبه، ابلاغیه یا مراسلاتی به این نشان ارسال گردد در حکم ابلاغ می‌باشد و مادام که پیمانکار تغییر آدرس خود را کتباً اعلام ننموده باشد، ابلاغ‌ها به آدرس مذکور قانونی تلقی شده و ادعای عدم وصول از پیمانکار پذیرفته نخواهد بود.

ماده ۶: اختیارات و تعهدات کارفرما

۶-۱: کارفرما می‌تواند وفق بند ۵-۱۰ قرارداد در حد مقدورات و صلاحدید خدماتی به پیمانکار ارائه نماید.

۶-۲: کارفرما می‌تواند در صورت عدم اجرای مفاد قرارداد توسط پیمانکار و تأخیر در انجام عملیات بیش از مقداری که در شرایط خصوصی درج می‌گردد، اجرای آن قسمت از قرارداد را رأساً به پایان رسانده و هزینه آن به اضافه ۱۵ در صد بالاسری را از پیمانکار کسر نماید.

۶-۳: کارفرما شرایط لازم را برای اجرای مفاد قرارداد در ساعت کاری محل اجرای قرارداد فراهم می‌نماید و خارج از زمان مذکور مطابق بند ۵-۲ عمل خواهد شد.

۶-۴: کارفرما می‌تواند به‌منظور تقویت بنیه مالی پیمانکار حداکثر تا ۸ درصد مبلغ اولیه قرارداد را به‌عنوان پیش پرداخت در مقابل دریافت اسناد معتبر و تضمین‌های مورد قبول به پیمانکار پرداخت نماید. مبلغ مذکور به تناسب پیشرفت کار از صورت‌وضعیت‌های پیمانکار کسر می‌گردد که میزان آن، چگونگی پرداخت و نحوه استهلاک آن در شرایط خصوصی قرارداد مشخص می‌گردد.

۶-۵: پرداخت خسارت ناشی از عدم انجام تعهدات کارفرما صرفاً بر اساس برنامه زمانبندی مصوب عملیات اجرایی و تأمین منابع بوده و در هر شرایط تا سقف ۵ درصد مبلغ اولیه قرارداد امکان پذیر خواهد بود.

۶-۶: کارفرما می‌تواند با اعلام قبلی، قرارداد را برای یک بار و حداکثر ۳ ماه معلق نماید و تعلیق مجدد آن با موافقت پیمانکار امکان پذیر خواهد بود.

ماده ۷: دوره تضمین

حسن انجام آن قسمت از عملیات موضوع قرارداد که تحویل موقت می‌گردد برای مدت ۱۲ ماه از سوی پیمانکار تضمین می‌گردد و در این مدت چنانچه عیب و نقصی در کار مشاهده گردید پیمانکار موظف به اصلاح آن است در غیر اینصورت طبق بند ۲ ماده ۶ عمل خواهد شد.

ماده ۸: پرداخت صورت‌وضعیت‌ها و کسورات

در پایان هر ماه پیمانکار صورت‌وضعیت کارهای انجام‌شده را ارائه می‌نماید. صورت‌وضعیت ارسالی پس از بررسی و تائید کارفرما و اعمال کسورات زیر، ظرف مدت ۳۰ روز از تاریخ تأیید قابل پرداخت خواهد بود.

کسورات صورت‌وضعیت‌های تأیید شده به شرح زیر می‌باشد:

الف: ۱۰ درصد حسن انجام کار

ب: مالیات قانونی

پ: ۵ درصد سپرده بیمه

ج: جرائم و خسارات

د: اقساط پیش پرداخت (طبق شرایط خصوصی قرارداد)

ه: هزینه خدمات ارائه شده به پیمانکار و علی الحساب دریافتی

تبصره ۱: پس از تصویب صورت‌وضعیت قطعی، درصورتی‌که پیمانکار بدهکار نباشد کارفرما ۵ درصد از حسن انجام کار فوق را آزاد نموده و ۵ درصد باقی مانده پس از پایان مدت تضمین به پیمانکار پرداخت می‌شود (در قراردادهایی که مربوط به پروژه‌های غیر عمرانی است، آزاد سازی سپرده حسن انجام کار منوط به ارائه مفاصا حساب از سازمان تأمین اجتماعی می‌باشد).

تبصره ۲: آزاد سازی سپرده بیمه و آخرین پرداخت و تسویه حساب نهایی با پیمانکار منوط به ارائه لیست بیمه پرداخت شده کارکنان تحت پوشش پیمانکار و ارائه مفاصا حساب از سوی تأمین اجتماعی می‌باشد.

ماده ۹: خاتمه قرارداد

موارد خاتمه قرارداد به شرح زیر می‌باشد:

۱- در صورت فسخ یا خاتمه پیمان بین کارفرما و کارفرمای اصلی

۲- توافق طرفین قرارداد

۳- تعلیق قرارداد بیش از یک بار بدون موافقت پیمانکار

۴- در صورت تصمیم کارفرما که در آن صورت ۱۰ روز زودتر به پیمانکار ابلاغ می‌گردد.

تبصره: در این صورت چنانچه در شرایط خصوصی قرارداد ذکر شده باشد خسارت‌های پیش‌بینی‌شده در آن به پیمانکار پرداخت می‌گردد.

پس از اعلام خاتمه قرارداد از سوی کارفرما، پیمانکار صورت‌وضعیت کارهای انجام‌شده را تا تاریخ خاتمه قرارداد تهیه و ارسال می‌نماید. در صورت ارائه صورت‌وضعیت توسط پیمانکار، کارفرما خود رأساً اقدام نموده و در این مورد پیمانکار حق هیچگونه اعتراضی نخواهد داشت. سپس کلیه تضمین های پیمانکار مطابق مفاد این قرارداد به وی مسترد می‌گردد.

ماده ۱۰: فسخ قرارداد

موارد فسخ قرارداد به شرح زیر می‌باشد:

۱- عدم انجام تعهد پیمانکار به مفاد قرارداد

۲- عدم حضور پیمانکار یا نماینده معرفی شده بدون هماهنگی با کارفرما

۳- واگذاری قرارداد به دیگری

۴- تأخیر غیر مجاز بیش از ۲۵ درصد مدت اولیه قرارداد

عدم رضایت کارفرما از کیفیت کار

پس از اعلام فسخ قرارداد از سوی کارفرما، پیمانکار صورت‌وضعیت کارهای انجام‌شده را تا تاریخ فسخ قرارداد تهیه و ارسال می‌نماید. در صورت عدم ارائه صورت‌وضعیت توسط پیمانکار، کارفرما خود رأساً اقدام نموده و در این مورد پیمانکار حق هیچ‌گونه اعتراضی نخواهد داشت. سپس تضمین حسن انجام کار و ضمانت انجام تعهدات پیمانکار توسط کارفرما ضبط می‌گردد. در صورتیکه پیمانکار بدهکار باشد و مطالبات و تضمین‌های وی کافی نباشد موضوع از طریق مراجع قانونی پیگری خواهد شد.

ماده ۱۱: حل اختلاف

در صورت بروز اختلاف ابتدا موضوع از طریق مذاکرات فی مابین حل و فصل گردیده و در غیر این صورت هیئتی متشکل از نمایندگان پیمانکار و کارفرما به موضوع رسیدگی می‌کنند.

تبصره: طرفین قرارداد تا حل اختلاف و صدور رأی نهایی توسط مذکور (هیئت داوری)، نسبت به انجام کلیه تعهداتی که به موجب این قرارداد به عهده آن‌ها قرارگرفته ملزم خواهند بود.

ماده ۱۲: مبادله قرارداد

این قرارداد در ۵ صفحه و ۱۲ ماده و تعداد ۱ برگ شرایط خصوصی و در ۳ نسخه منعقد گردیده و طرفین با آگاهی کامل و در کمال صحت عقل، پس از ایجاب و قبول، ذیل آن را امضاء نمودند که مفاد آن طبق ماده ۱۰ قانون مدنی برای طرفین لازم الاجرا بوده و هر نسخه اعتبار واحد دارد.

<<شرایط خصوصی قرارداد عملیات اجرائی>>

این شرایط خصوصی در توضیح و تکمیل بندهایی از قرارداد است که تعیین تکلیف برخی از موارد یا کلیه آن به شرایط خصوصی موکول شده و هیچ گاه نمی‌تواند قرارداد حاضر را نقص کند و به شرح زیر می‌باشد:

۱- حراست اموال پیمانکار به عهده پیمانکار می‌باشد.

۲- عملیات کانال کنی و پی‌کنی به عهده کارفرما می‌باشد.

۳- تأمین جرثقیل جهت نصب کانالت به عهده کارفرما می‌باشد.

۴- تهیه مصالح موردنیاز از جمله سیمان، میلگرد، مصالح سنگی و آب بعهده کارفرما می‌باشد.

۵- کارهای مربوط به رگلاژ کف پی، اجرای بتن لاغر (مگر) به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر، تهیه و مصرف ملات موردنیاز، ریختن خاک به داخل پی، نصب کفشک، پایه، کارگذاری میله مهاری بین زین و پایه با هر ارتفاع و نوار آب‌بندی، نیم‌لوله به هرتیپ و سایر هزینه‌های پیش بینی نشده می‌باشد و آب اندازی به‌منظور آزمایش و کنترل کیفیت آب‌بندی اتصالات به عهده پیمانکار می‌باشد.

۶- خرید کلیه لوازم و ابزار موردنیاز اجرا از جمله بیل دستی، کلنگ، فرغون، تراز، خلاصه و... به عهده پیمانکار می‌باشد

۷- ایاب و ذهاب کلیه نیروها به عهده پیمانکار می‌باشد.

۸- محل اسکان نیروها به عهده پیمانکار می‌باشد.

۹- بیمه کارکنان پیمانکار به عهده پیمانکار می‌باشد.

۱۰- تأمین غذای (نهار) پیمانکار به عهده پیمانکار می‌باشد.

۱۱- تأمین ماشین‌آلات مرتبط به موضوع قرارداد و نیروی انسانی موردنیاز به عهده پیمانکار می‌باشد.

۱۲- هیچگونه پیش پرداختی به این قرارداد تعلق نمی‌گیرد.

۱۳- اگر بنا به دلیل شرایط جوی از قبیل بارندگی و گرد و غبار امکان کار وجود نداشته باشد، این امر ادعایی برای پیمانکار ایجاد نخواهد کرد. چنانچه پیمانکار یا عوامل وی بدون اجازه کتبی کارفرما به تأسیسات، جاده‌ها و مزارع صدمه‌ای وارد نمایند خسارت وارد شده محاسبه شده و از مطالبات پیمانکار کسر خواهد گردید.

۱۴- پیمانکار موظف است مبلغ ۵ درصد کل قرارداد را بعنوان تضمین موضوع قرارداد در قالب ضمانتنامه بانکی، چک تضمینی و یا سفته به کارفرما واگذار نماید. بدیهی است پس از انجام موضوع قرارداد، تضمین به پیمانکار عودت می‌گردد.

فصل هشتم

اقدامات پس از اجرا و تحویل محور

۹-۱ آب اندازی کانالت‌ها

فرآیند توزیع جریان در شبکه فرعی با برقراری جریان آب (آب اندازی) در کانالت‌ها و ایجاد گردش آب بین کانال‌های درجه چهار متقاضی آب در هر مزرعه میسر خواهد شد. هدف از انجام عملیات آب اندازی، جاری نمودن آب به مجاری شبکه جهت شناسایی نواقص و ایرادات احتمالی موجود در تأسیسات و تجهیزات شبکه و به‌منظور آغاز عملیات بهره‌برداری (توزیع و تحویل آب) می‌باشد. انجام این عملیات در شناسایی آن دسته از عیوب و نواقص نظیر آب‌بند بودن اجزای شبکه مفید است که در صورت وجود جریان آب در مجاری آن نمایان شده ولی در صورت عدم وجود جریان در شبکه قابل‌تشخیص نیستند. اجرای عملیات آب اندازی مستلزم انجام اقداماتی به‌صورت زیر است.

۹-۱-۱ اقدامات پیش از آب اندازی

اقدامات این بخش از عملیات آب اندازی که قبل از ورود جریان آب به مجاری شبکه انجام می‌شود بیشتر ماهیت اطلاع‌رسانی، کنترلی و آماده‌سازی دارد. در قالب این بخش از عملیات آب اندازی، اطلاع‌رسانی به آب‌بران از طریق پخش آگهی و اطلاع به دهیاران و شوراهای اسلامی روستاها باید توسط نمایندگان تشکل‌های آب‌بران انجام شود. در ادامه لازم است نسبت به بررسی و کنترل اجزا و تجهیزات شبکه به‌منظور تشخیص هرگونه نقص فیزیکی که بدون وجود جریان آب در مجاری شبکه نیز قابل‌تشخیص است اقدام شود. در این راستا همه کانالت‌ها و سازه‌های موجود در مسیر آن‌ها مورد بازرسی قرار می‌گیرند. کنترل وضعیت استقرار کانالت‌ها و عدم وجود مانع در مسیر آن‌ها، بررسی مجاری تخلیه کننده آب خروجی از سازه‌های مقسم انتهایی کانالت‌ها

همچنین کنترل مسیر زهکش‌ها به لحاظ فراهم بودن امکان عبور جریان آب از آن‌ها نیز یکی از اساسی‌ترین اقداماتی است که باید در این مرحله انجام شود. پس از کنترل موارد یادشده، در پایان این قسمت از عملیات، تنظیمات مقدماتی که باید بر روی تأسیسات شبکه اعمال گردد شامل موارد زیر است:

-باز کردن دریچه تخلیه در سازه مقسم انتهایی؛

-باز کردن دریچه‌های سازه‌های مقسم در جهت جریان کانالت؛

-بستن دریچه‌های سازه‌های مقسم در جهت کانال‌های درجه چهار.

تعداد نیروی انسانی موردنیاز جهت انجام عملیات آب اندازی برای هر محور کانالت دو نفر است. یک نفر از افراد (متصدی بهره‌برداری شبکه اصلی به‌منظور قطع و وصل جریان) در محل آبگیر ابتدای کانالت مستقرشده و فرد دیگر (نماینده هر مزرعه) با جاری شدن جریان به کانالت همراه جریان مسیر کانالت را طی نموده و فرآیند پیشروی جریان را به سمت انتهای کانالت کنترل می‌نماید.

۹-۱-۲ اقدامات حین آب اندازی

با باز شدن آبگیر ابتدای کانالت‌ها و برقراری جریان به داخل آن‌ها، آب ورودی با شستشوی مسیر کانالت‌ها از دریچه تخلیه سازه‌های مقسم انتهایی خارج می‌گردد. پس از اطمینان از شستشوی مسیر کانالت، دریچه تخلیه سازه مقسم انتهایی بسته خواهد شد. در هر کانالت انبارش آب پس از بسته شدن دریچه تخلیه سازه مقسم انتهایی آغاز می‌گردد. بدین منظور از آخرین مقسم موجود در مسیر کانالت پس از پر شدن بخشی از کانالت که در پایین‌دست آن قرار دارد، دریچه‌های سازه مقسم که در مسیر جریان قرار دارند، بسته شده و انبارش آب در بازه‌های بالادست مقسم آغاز خواهد شد. در نهایت جریان ورودی به کانالت پس از پر شدن اولین بازه قطع می‌گردد. در زمان انجام این بخش از عملیات آب اندازی، انجام موارد زیر ضروری می‌باشد:

- بررسی و کنترل جریان ورودی به کانالت و جریان خروجی از آن؛
- بررسی و کنترل وضعیت عملکرد کلیه اجزا و تأسیسات شبکه آبیاری.

لازم به ذکر است در حین اجرای این بخش از عملیات آب اندازی چنانچه نقصی در عملکرد اجزا و تأسیسات شبکه مشاهده گردد، عملیات آب اندازی متوقف خواهد شد.

۹-۱-۳ اقدامات پس از آب اندازی

در قالب این بخش از عملیات آب اندازی لازم است فعالیت‌هایی برای ارزیابی نحوه عملکرد اجزا و تأسیسات شبکه آبیاری شامل کانالت‌ها و سازه‌های مقسم و شناسایی نقایص موجود در آن‌ها انجام گردد. به این منظور لازم است در محدوده آب اندازی شده موارد زیر به‌دقت مورد بازرسی قرار گیرد:

-وجود نشت جریان در محل اتصال دو کانالت مجاور هم؛

- وجود نشت جریان در محل اتصال کانالت به سازه‌های موجود در مسیر آن‌ها؛

- نشت آب از دریچه سازه‌های مقسم؛

-عملکرد زهکش هرز آبرو متصل به سازه مقسم انتهایی در تخلیه جریان.

در زمان انجام این بخش از عملیات آب اندازی، لازم است محل‌های بروز نشت شناسایی شده علامت‌گذاری گردد. در پایان این بخش از عملیات آب اندازی تهیه گزارش آب اندازی شامل مستندات، فهرست خرابی‌ها و نواقص و برآورد احجام آن‌ها الزامی است. پس از انجام عملیات آب اندازی و پر شدن اجزای شبکه فرعی از آب، اگر تصمیم به بهره‌برداری از شبکه و تأسیسات آن باشد، عملیات بهره‌برداری با باز شدن آبگیر کانالت و تنظیم سازه‌های مقسم موجود در مسیر آن‌ها انجام خواهد شد و در غیر این صورت نسبت به تخلیه آب از شبکه اقدام می‌گردد.

۹-۲ تهیه نقشه‌های چون ساخت

در مطالعات مرحله دوم نقشه‌های اجرایی بر اساس اطلاعات و پیمایش‌های صحرایی و نقشه‌های توپوگرافی توسط مشاور طرح تهیه می‌شود. برای تطبیق دقیق اقدامات اجرایی با شرایط توپوگرافی، خاک محل و مصالح در دسترس و نیز تغییرات احتمالی در برخی از اجزا طرح ضرورت دارد که در اجرای کانال‌ها و سازه‌های وابسته، هریک از نقشه‌های اجرایی موضوع پیمان به‌دقت موردبررسی پیمانکار قرار گیرد و بر اساس آن و بسته به نوع سازه و جزئیات آن نقشه‌های کارگاهی توسط دفتر فنی پیمانکار تهیه شود. این نقشه‌ها می‌تواند نحوه اجرا و احجام کارهای موضوع پیمان را دستخوش تغییرات کند و لذا باید قبل از اجرا به تأیید دستگاه نظارت رسیده و پس از ابلاغ به پیمانکار به اجرا درآید.

نقشه‌های چون ساخت مانند نقشه‌های کارگاهی تأییدشده است با این تفاوت که تمامی تغییرات اعمال‌شده در حین اجرا شامل پی‌کنی، بسترسازی، میلگرد گذاری و کلیه تغییراتی که در طرح پیش‌بینی‌شده ولیکن در زمان اجرا برحسب ضرورت‌های فیزیکی و اجرایی غیرقابل‌اجتناب بوده را در بر می‌گیرد. برای مستندسازی کار نهایی اجراشده، نقشه‌های چون ساخت، با جمع‌بندی نقشه‌های کارگاهی تجدیدنظر شده و صورت مجالس کارگاهی، تهیه می‌شود و ملاک تهیه صورت‌وضعیت قطعی پیمانکار قرار می‌گیرد.

این نقشه‌ها با مقیاس مناسب، ابعاد و اندازه مشخص برای هر سازه به‌طور مجزا تهیه شده و ملاک متره نهایی قرار خواهد گرفت. ضروری است این نقشه‌ها به‌صورت طبقه‌بندی‌شده، تنظیم و در قطع مناسب (A4 یا A3) ارائه گردد تا با استفاده از آن دسترسی به نقشه کانال‌ها و ابنیه مربوطه به‌راحتی امکان‌پذیر گردد. در جدول (۸-۱) چک‌لیست آلبوم نقشه‌های چون ساخت شبکه ثقلی با استفاده از کانالت ارائه شده است. نقشه‌های چون ساخت مطابق این چک‌لیست باید به‌صورت تدریجی توسط پیمانکار تهیه‌شده و با تأیید دستگاه نظارت به تعداد نسخ مندرج در شرایط خصوصی پیمان (حداقل ۳ نسخه) منتشر و به همراه لوح فشرده در اختیار پیمانکار، دستگاه نظارت و کارفرما قرار گیرد.

توصیه می‌شود یک نسخه از این نقشه‌ها به انضمام گزارش‌های مطالعاتی و گزارش ساخت از طریق کارفرما در اختیار سازمان مسئول بهره‌برداری از شبکه قرار گیرد تا در صورت بروز اشکال در بهره‌برداری و یا تخریب احتمالی، علل بروز مشکل ریشه‌یابی و مرمت و بازسازی آن با استفاده از نقشه‌های چون ساخت انجام پذیرد.

جدول (۸-۱): چک‌لیست آلبوم نقشه‌های همچون ساخت شبکه ثقلی

۱- **روجلدی ☐** : آرم و نام کارفرما - نام حوزه - عنوان طرح - شماره و تاریخ پیمان - جدول نوع عملیات - نام آلبوم - نام پیمانکار - نام مشاور
۲- **فهرست نقشه‌ها ☐** : ردیف- عنوان نقشه - نام مسیر - شماره نقشه
۳- **موقعیت طرح در ایران و استان و موقعیت پروژه در حوزه ☐**
۴- **پلان کلی طرح ☐**
۵- **پلان کلی و موقعیت تجهیز کارگاه و تأسیسات☐**
۶- **پلان جانمایی قطعات تحت پوشش ☐**
۷- **پلان واحد زراعی (بلوک) ☐:** قطعه‌بندی مزارع – موقعیت و نام کانال درجه ۲ - موقعیت و نام کانال درجه ۳ - موقعیت و نام زهکش درجه ۲ - موقعیت و نام زهکش درجه ۳
۸- **نقشه پلان مزرعه تحت آبخور کانال درجه ۳ ☐** موقعیت کانال به‌صورت جهت‌دار - نام کانال - نام قطعات - مساحت قطعات - جهت شیب آبیاری - شیب کانال درجه ۴ - موقعیت و نام کانال درجه ۲ که کانال درجه ۳ از آن آبگیری می‌نماید - موقعیت Qc و Qd در نقشه
۹- **نقشه سازه‌های آبیاری ☐** : سازه ابتدایی - آبگیر - حوضچه زاویه - سیفون معکوس - آبگیر انتهایی - آرماتوربندی سازه‌ها - مقاطع و جزئیات - لیستوفر - دریچه
۱۰- **نقشه پی‌کنی سازه‌ها ☐** : سازه ابتدایی - آبگیر - حوضچه زاویه - سیفون معکوس - آبگیر انتهایی
۱۱- **پلان و پروفیل کانال آبیاری کانالت ☐** موقعیت قطعات زراعی - نام قطعه - بالاترین رقوم تسطیح- خط پروژه - پروفیل سطح آب - رقوم زمین طبیعی- جدول مشخصات رقوم سطح آب در کانال درجه ۲ در محل آبگیری کانال درجه ۳
۱۲- **نقشه‌های هرز آبرو و کلیه ابنیه‌ی مربوط به شبکه آبیاری ☐** نقشه سازه تخلیه هرز آبرو به زهکش - نقشه جزئیات سازه تخلیه هرز آبرو- آرماتوربندی سازه‌ها
۱۳- **نقشه مقاطع عرضی کانالت و جاده سرویس ☐**-مقطع عرضی Qc و Qd
۱۴- **نقشه کانالت و متعلقات آن به همراه جاده سرویس مربوطه ☐**
۱۵- **نقشه آبگیرهای مزرعه به همراه تمامی کدهای ارتفاعی** (درصورتی‌که آبگیرها تیپ باشند نقشه تیپ‌های آبگیر ارائه و تمامی کدها بر اساس مزرعه در جدول نشان داده شود) ☐
۱۶- **نقشه پلان مزرعه که در آن موارد زیر نمایش داده‌شده باشد ☐** زهکش درجه ۳ - قطعاتی که به زهکش درجه ۳ تخلیه می‌شوند - موقعیت و نام کانال درجه ۳ - موقعیت و نام کانال درجه ۲ - نام و موقعیت زهکش درجه ۲ - نام و موقعیت زهکش درجه ۳
۱۷- **نقشه‌های سازه‌های زهکش شامل سازه ۳ به ۲، چاهک بازدید، آب‌رو و ... ☐** نقشه سازه‌ها و جزئیات - نقشه آرماتوربندی سازه‌ها - نقشه پی‌کنی سازه‌ها

۹-۳ تحویل موقت و تضمین کار

عملیات تحویل موقت زمانی آغاز می‌گردد که طرح برای بهره‌برداری آماده باشد. جزئیات روند انجام مرحله تحویل موقت در ماده ۳۹ شرایط عمومی پیمان تشریح گردیده که روند کلی آن شامل موارد زیر است:

- اعلام خاتمه کارهای اصلی و فراهم شدن امکان بهره‌برداری؛
- تشکیل کارگروه تحویل موقت؛
- ارائه گزارش و معرفی مشخصات کارهای اجراشده توسط مشاور و کارفرما؛
- بازرسی از کارهای موضوع تحویل موقت؛
- تهیه فهرست نواقص کارهای انجام‌شده و تعیین مهلت رفع نقص؛
- تکمیل کارها و رفع نواقص؛
- تأیید رفع نواقص توسط دستگاه نظارت؛
- تهیه و ابلاغ صورت‌جلسه تحویل موقت به پیمانکار؛
- تحویل مجموعه کارها به دستگاه بهره‌برداری.

در انتهای دوره ساخت و پس از انجام مراحل تحویل موقت، دوره تضمین آغاز شده و در پایان این دوره تحویل قطعی انجام می‌شود. بررسی عملکرد و کنترل سامانه اجراشده جهت تعیین نواقص احتمالی ساخت و رفع نواقص، تهیه صورت‌وضعیت قطعی از نقشه‌های چون ساخت و جمع‌آوری کلیه اطلاعات و تهیه گزارش ساخت و درنهایت تحویل قطعی سامانه به تشکیلات بهره‌بردار از عمده فعالیت‌های دوره تضمین می‌باشد. این دوره در سامانه‌های آبیاری و زهکشی شامل حداقل یک‌فصل آبیاری و معمولاً یک سال پیش‌بینی می‌شود.

در دوره تضمین، بهره‌برداری و نگهداری از سامانه به عهده کارفرما بوده و لازم است چند ماه قبل از آن کمیته راه‌اندازی و بهره‌برداری تشکیل شود. وظیفه اصلی این کمیته برنامه‌ریزی و ارتباط مؤثر نهاد بهره‌برداری و تشکل‌های آب‌بران با مدیریت ساخت می‌باشد. این کمیته در مقاطع زمانی تهیه لیست نواقص برای تحویل موقت و دوره تضمین حضور فعال داشته و در جهت سهولت عملیات بهره‌برداری و نگهداری از سامانه برنامه‌ریزی می‌نماید. توصیه می‌شود افراد این کمیته با توجه به ساختار تشکیلات کارفرمایی از حوزه‌های طراحی، ساخت و بهره‌برداری انتخاب شوند.

در دوره تضمین بر اساس ماده ۴۲ شرایط عمومی پیمان مسئولیت‌های کارفرما و پیمانکار مشخص بوده و طبق آن عمل می‌شود. این دوره حساسیت ویژه ازنظر تأیید کارهای اجراشده داشته و سرآغازی بر دوران بهره‌برداری طرح می‌باشد و طی آن باید در ابتدا نواقص احتمالی ساخت تعیین و سپس رفع نواقص انجام گیرد. رفع نواقص ناشی از قصور پیمانکار به عهده او بوده و مرجع تشخیص این نواقص کارگروه تحویل موقت و تحویل قطعی می‌باشد. یادآور می‌شود کلیه هزینه‌های حفاظت، نگهداری و بهره‌برداری کارهای تحویل موقت شده در دوره تضمین بر عهده کارفرما است.

۹-۴ تحویل قطعی

تحویل قطعی در پایان دوره تضمین و پس از رفع کلیه نواقص ناشی از اجرا و با تشخیص دستگاه نظارت انجام می‌گیرد. تحویل قطعی زمانی انجام می‌شود که طرح آماده بهره‌برداری بوده و یا قسمت‌هایی از آن به تشخیص کارفرما و مشاور قابل بهره‌برداری باشد. معمولاً روند انجام تحویل قطعی پروژه به شرح زیر می‌باشد:

۱) درخواست پیمانکار مبنی بر تحویل قطعی در خاتمه دوره تضمین؛
۲) مشاهده و بازدید عمومی کارها و حصول اطمینان از رفع نواقص توسط دستگاه نظارت و نمایندگان پیمانکار؛
۳) تهیه گزارش ویژه به‌منظور ارائه به کارگروه تحویل قطعی توسط دستگاه نظارت و تقاضای تحویل قطعی؛
۴) انجام آزمایش‌های موردنیاز برای تحویل قطعی قسمت‌های مختلف سازه‌ها، دریچه‌ها و...؛
۵) ارائه سوابق مربوط به روند رفع نواقص دوره تضمین؛
۶) دریافت نظرات دستگاه بهره‌بردار ازنظر نواقص سامانه و ارائه به کارگروه تحویل قطعی؛
۷) تأیید کارها توسط کارگروه تحویل قطعی؛
۸) انجام تحویل قطعی بر اساس شرایط عمومی پیمان (مواد ۴۰ تا ۴۲ شرایط عمومی پیمان).

۹-۵ تهیه گزارش ساخت

هدف از مستندسازی طرح شبکه‌های آبیاری و زهکشی بررسی سیر تکوین و تحقق طرح از ابتدای پیدایش تا مرحله بهره‌برداری است. ازآنجاکه سیر تکوین شامل مراحل برنامه‌ریزی، امکان‌سنجی، طراحی، اجرا، راه‌اندازی و تحویل می‌باشد ضرورت دارد که برای هر یک از این مراحل گزارش مستندسازی تهیه تا در مراحل بعدی طرح یا برای سایر طرح‌ها قابل‌استفاده باشد. از این مستندات می‌توان به همراه اطلاعات و مدارک، دستورالعمل‌ها و ضوابط و مبانی، آیین‌نامه‌ها و روش‌ها و تاریخچه پیدایش طرح، به‌عنوان آرشیو فنی طرح استفاده کرد و در مرحله بعدی هر طرح با استفاده از این اطلاعات از انجام دوباره‌کاری اجتناب نمود.

گزارش ساخت شامل سه مرحله می‌باشد که از فرایند برگزاری مناقصه و انتخاب پیمانکار آغازشده و تمامی وقایع دوره اجرا را در بر می‌گیرد و با دوره تضمین و تحویل قطعی خاتمه می‌یابد.

۹-۵-۱ گزارش دوره شروع عملیات

محتویات گزارش دوره شروع عملیات، مشخصات کار و مشخصات پیمان است. مشخصات کار شامل شرح کار و اجزای اصلی آن، مقادیر و هزینه‌های کار، مشخصات فنی، شرایط عمومی و خصوصی و استانداردها و دستورالعمل‌ها می‌باشد. مشخصات پیمان شامل مبلغ و مدت اولیه پیمان، نام و مشخصات کلی کارفرما، دستگاه نظارت و پیمانکار و زمان شروع کار است.

۹-۵-۲ گزارش دوره اجرا

گزارش اطلاعات و مستندات دوره ساخت شامل دو بخش اجرایی و نظارتی است. اهم گزارش ساخت اجرایی عبارت است از:

- عوامل اجرایی شامل مشخصات دست‌اندرکاران و مسئولین اجرا در سازمان‌های کارفرما، نظارت و پیمانکار، تولیدکنندگان و سازندگان مصالح و ماشین‌آلات، مشخصات ماشین‌آلات ساختمانی و حمل‌ونقل وغیره؛
- برنامه زمان‌بندی و مالی در طول دوره اجرا و تغییرات مربوطه و علل آن؛
- روش‌های اجرای اجزای مختلف طرح و تغییرات مربوطه و علل آن؛

- فهرست مستندات ساخت شامل عملکرد با عکس و فیلم، گزارش‌های روزانه، هفتگی، ماهانه و دوره‌ای به همراه بررسی و تحلیل تغییرات و تأخیرهای عملیات اجرایی و راهکارهای جبران آن، صورت مجالس‌ها، دستورکارها و صورت‌وضعیت‌ها؛
- رویدادهای خاص و مهم دوره اجرا و خلاصه آن‌ها.

کنترل و نظارت از بخش‌های مهم و تأثیرگذار مدیریت در دوره اجرا بوده که توسط عوامل نظارت شامل کارفرما و دستگاه نظارت اعمال می‌شود. گزارش پایش و نظارت منظرهای مختلفی را به شرح ذیل شامل می‌شود:

- کنترل کیفی که طی آن مواردی از قبیل کنترل روش اجرا و تغییرات آن، کنترل برنامه زمان‌بندی و منابع موردنیاز آن، کیفیت و کمیت مصالح و تجهیزات، ماشین‌آلات و نیروی انسانی، تطابق طرح‌ها و نقشه‌ها با واقعیت‌های فنی و اجرایی و ... موردبررسی قرار می‌گیرد؛
- کنترل کمی شامل کنترل تغییر مقادیر کار نسبت به مقادیر مندرج در اسناد پیمان، تغییرات هزینه‌های اجرایی و موضوع پیمان، تعریف و ابلاغ کارهای جدید، تغییرات نقشه‌ها و اجزای کار که باید با بررسی علل و تحلیل آن‌ها ارائه شود؛
- کنترل مالی ازجمله کنترل تغییر هزینه‌های اجرایی نسبت به مبالغ اولیه پیمان، تأخیرهای مجاز و غیرمجاز عملیات اجرایی، توقف‌های اجباری و تأمین مالی به‌موقع عملیات و... که باید همراه با دلایل تغییرات حاصله و تحلیل آن‌ها در گزارش ساخت آورده شود؛
- کنترل‌های حقوقی و قراردادی شامل بررسی استملاک اراضی، رفع معارض، مباحث قراردادی پیمانکاران اصلی و جزء و ...؛
- کنترل تدارکات و پشتیبانی طرح شامل تدارکات نیروی انسانی، ماشین‌آلات، مصالح و تجهیزات، تدارک مالی و برنامه‌ریزی تدارکات موردنظر؛
- کنترل‌های فنی و فناوری‌ها شامل رعایت استانداردها و مبانی فنی و اجرایی، اقدامات آموزشی عوامل اجرا و ارتقای روش‌های اجرا، ارتقا مشخصات فنی، ابتکارات و خلاقیت‌های پیشبرد طرح، ارتباط با مراجع ذیربط داخلی و خارجی؛
- کنترل‌های ایمنی شامل روش‌های کنترل ایمنی، نحوه برقراری بیمه‌ها، بررسی حوادث اتفاق افتاده، توجه به حفاظت میراث فرهنگی و مسائل زیست‌محیطی طرح.

۹-۵-۳ گزارش خاتمه عملیات

این گزارش که شامل مشخصات طرح اجراشده می‌باشد، پس از خاتمه عملیات اجرایی هر بخش از کار و ضمن توجه به گزارش‌های ساخت در دوره‌های شروع عملیات و اجرا تهیه می‌شود. در این گزارش مشخصات طرح اجراشده با طرح پیش‌بینی‌شده در اسناد مقایسه می‌گردد و به تجزیه‌وتحلیل تغییرات و علل آن پرداخته می‌شود، نقاط ضعف و قوت طرح و عملیات اجرایی تشریح می‌شود و عملکرد اجزا و عوامل مختلف طرح مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این گزارش پس از تحویل موقت طرح تهیه و به همراه نقشه‌های چون ساخت ارائه می‌شود.

در جداول (۸-۲) تا (۸-۱۶) نمونه‌هایی از گزارش‌های مستندسازی در دوره شروع عملیات ساخت، دوره اجرا و دوره خاتمه عملیات در رابطه با شبکه فرعی آبیاری با کانال پیش‌ساخته بتنی نشان داده‌شده است.

جدول (۸-۲): مشخصات عمومی پیمان

الف) سازمان اجرای پروژه			
نام حوزه:		نام پروژه:	
موضوع پیمان:		نوع پیمان:	
کارفرما:		مدیریت طرح (عامل چهارم):	
مشاور کارفرما:		مشاور مطالعات مرحله دوم:	
مشاور مرحله سوم:		پیمانکار:	
ب) اطلاعات پیمان			
مدت اولیه پیمان (ماه):	مبلغ اولیه پیمان (ریال)	تعدیل (دارد ندارد)	مبلغ تجهیز
مدت تمدید پیمان (ماه)	ضریب پیمان	فهرست‌های بهاء پایه	
ج) احجام و مقادیر پیمان (بخش کانالت)			
کانال پیش‌ساخته بتنی (متر/ هکتار)	ابنیه فنی (تعداد)	دریچه فلزی (تعداد)	

جدول (۸-۳): استانداردهای مورداستفاده در هر یک از مراحل و بخش‌های مختلف طراحی کانالت

نوع فعالیت	آیا وجود دارد؟	شماره (کد) استانداردهای مربوطه مورداستفاده	مرحله طراحی		مرحله ساخت و اجرا		مرحله کنترل و بهره‌برداری		توضیحات
			مورداستفاده	کد استاندارد	مورداستفاده	کد استاندارد	مورداستفاده	کد استاندارد	
ژئوتکنیک									
جاده‌های دسترسی									
عملیات خاکی									
عملیات بتنی									
آبیاری									
ابنیه									
تأسیسات مکانیکی									
تأسیسات برقی									
تجهیزات صنعتی									
ماشین‌آلات									
بهداشت و ایمنی									
محیط‌زیست									

جدول (۸-۴): مشخصات اجرایی و احجام سامانه آبیاری با سیستم کانالت

ردیف	نام بلوک	نام واحد زراعی	طول کانال در پیمان (ha)	اراضی تحت پوشش (ha)	طول اجراشده	اراضی تحت پوشش پس از اجرا (ha)	تاریخ شروع عملیات	تاریخ پایان عملیات	مدت اجرا (روز)	پیمانکاران جزء	تیپ کانالت (متر)				توضیحات
											230	315	450	600	
۱															
۲															
جمع کل															

جدول (۸-۵): مشخصات مدارک و نقشه‌های کانالت‌ها در پیمان

ردیف	نام بلوک	نام واحد زراعی	شماره نقشه پیوست پیمان/تصوی ب‌شده	نقشه چون ساخت		پرتکرارترین مشکل اجرایی و تعداد آن‌ها در پروژه		مستندات مؤید وقوع مشکلات			تصاویر			
				تاریخ تصویب	شماره نقشه	عنوان مشکل	تکرار (روز)	نام (نوع) سند	شماره	تاریخ	کیفیت عملیات اجرایی	مشکلات حین اجرا	نوع معارضته‌ا	نوع و ابعاد فعالیت تسهیلگری
۱														
۲														

جدول (۸-۶): مشخصات اجرایی دریچه‌های استفاده‌شده در طرح

ردیف	نام آبگیر (درجه ۳)	تعداد در پیمان (n)		اراضی تحت پوشش در پیمان (ha)	اراضی تحت پوشش پس از اجرا (ha)	نام پیمانکاران جزء	تعداد اجراشده: از نوع فرمانی				تعداد اجراشده: از نوع کشویی				وزن کل دریچه‌های فلکه‌ای (kg)	وزن کل دریچه‌های کشویی (kg)
		فرمانی	کشویی				تیپ ۱	تیپ ۲	تیپ ۳	تعداد کل	تیپ ۱	تیپ ۲	تیپ ۳	تعداد کل		
۱																
۲																
جمع کل																

جدول (۸-۷): مشخصات مدارک و نقشه‌های دریچه‌های فلزی در پیمان

ردیف	نوع دریچه فلزی	شماره نقشه پیوست پیمان	تاریخ تصویب نقشه کارگاهی	شماره نقشه کارگاهی	تاریخ تصویب نقشه چون ساخت (زیپلت)	شماره نقشه چون ساخت (زیپلت)	پرتکرارترین مشکلات اجرایی و تعداد روز وقوع آن‌ها در پیمان	شماره و تاریخ مستندات مؤید وقوع مشکلات	تصویر برتر معرف کیفیت عملیات اجرایی	تصویر برتر مؤید مشکلات حین اجرا
۱	کشویی									
۲	فرمانی									

جدول (۸-۸): مشخصات و احجام سازه‌های اجراشده در پیمان

ردیف	نوع سازه*	تعداد در پیمان (n)	تعداد اجراشده (n)	پیمانکاران جزء	نوع اجرا (تعداد)			توضیحات (علت تغییر تعداد سازه‌ها و ...)
					پیش‌ساخته	بتن درجا	مصالح بنایی	
۱								
۲								
جمع کل								

جدول (۸- ۹): مشخصات مدارک و نقشه‌های سازه‌ها در پیمان

ردیف	نوع سازه * (ابنیه فنی)	شماره نقشه پیوست پیمان	تاریخ تصویب نقشه کارگاهی	شماره نقشه کارگاهی	تاریخ تصویب نقشه چون ساخت	شماره نقشه چون ساخت (ازبیلت)	پرتکرارترین مشکلات اجرایی و تعداد روز وقوع آن‌ها در پیمان	شماره و تاریخ مستندات مؤید وقوع مشکلات	تصویر برتر معرف کیفیت عملیات اجرایی	تصویر برتر مؤید مشکلات حین اجرا
۱										
۲										

*انواع سازه در شبکه فرعی شامل مقسم، آبگیر، چک، دراپ، پل، کالورت، سیفون، سازه اتصال هرزآبرو به زهکش درجه ۳، سرریز انتهایی کانال‌ها، قطعات پیش‌ساخته بتنی و... می‌باشد.

جدول (۸-۱۰): شناسنامه پیمانکاران جزء در عملیات اجرایی کانالت، احداث سازه‌های (ابنیه فنی) پیمان و عملیات ساخت و اجرای دریچه‌های فلزی

تعداد	نوع عملیات	نام پیمانکار	تخصص	بومی/ غیربومی	مدت‌زمان قرارداد	مدت‌زمان نهایی انجام تعهدات	حجم کل آیتم اصلی اجراشده (واحد)	متوسط توان اجرایی ماهانه پیمانکار	حداکثر توان اجرایی ماهانه	متوسط تعداد شاغلین بومی در ماه	متوسط تعداد شاغلین غیربومی در ماه	نشانی	شماره‌های تماس
۱	کانالت												
۲	ابنیه												
۳	دریچه												

جدول (۸- ۱۱): تجربیات و توصیه‌های (فنی-مدیریتی-اجتماعی) برای پروژه‌های آتی

اظهارنظر پیمانکار در خصوص تجربیات کسب‌شده و توصیه‌های فنی: .....اظهارنظر مشاور در خصوص تجربیات کسب‌شده و توصیه‌های فنی: .....

ردیف		عنوان تجربه	شرح تجربه	ارائه‌دهنده تجربه (پیمانکار/مشاور/مدیر طرح)	مستندات تصویری (نام فایل شماره ردیف و جدول از سند تاریخ مصور اجرای پیمان)	شماره و تاریخ مستندات/ سوابق اعلام تجربه
۱	کانالت و متعلقات	طراحی و نقشه‌ها				
۲		تسهیلگری				
۳		حفاری و بتن مگر				
۴		تأمین کانالت و متعلقات				
۵		کارگذاری کفشک و پایه				
۶		کارگذاری زین، واشر و نصب کانالت				

۷		درزبندی (ماستیک)				
۸		آب‌بندی				
۹	دریچه	طراحی و نقشه‌ها				
۱۰		میزان آب‌بندی دریچه‌ها				
۱۱	ابنیه فنی	طراحی و نقشه‌ها				
۱۲		آرماتوربندی				
۱۳		قالب‌بندی				
۱۴		بتن‌ریزی				
۱۵		لوله‌گذاری				
۱۶		بنایی با سنگ				

جدول (۸-۱۲): اقدامات و آزمایش‌های کنترل کیفیت پس از اجرا

موضوع آزمایش/ اقدامات کنترلی	روش کنترل کیفیت پس از اجرا	استانداردها/ الزامات حاکم	شماره استاندارد/ الزام	حداقل الزام بازرسی	رواداری	تجهیزات مورداستفاده در آزمایش	تعداد آزمایش‌های صورت گرفته	تعداد آزمایش‌های منجر به صدور دستور جریمه	تعداد اقدام اصلاحی صادرشده	مستندات/ سوابق اقدامات اصلاحی
کانالت	آزمایش آب‌بندی									
	آزمایش ضریب زبری									
ابنیه فنی	مقاومت فشاری بتن ابنیه درجا									
	کنترل مشخصات ظاهری بتن (ترک، یکنواختی سطح و ...)									
	کنترل آب‌بندی ابنیه فنی									
دریچه‌ها	آب‌بندی									
	کنترل نهایی رنگ‌آمیزی									

موضوع آزمایش/ اقدامات کنترلی	روش کنترل کیفیت پس از اجرا	استانداردها/ الزامات حاکم	شماره استاندارد/ الزام	حداقل الزام بازرسی	رواداری	تجهیزات مورداستفاده در آزمایش	تعداد آزمایش‌های صورت گرفته	تعداد آزمایش‌های منجر به صدور دستور جریمه	تعداد اقدام اصلاحی صادرشده	مستندات/ سوابق اقدامات اصلاحی
جاده‌های دسترسی	آزمایش تراکم لایه رویه									
	کنترل مشخصات مقطع نهایی جاده‌های دسترسی (شیب، رقوم کف و ...)									

جدول (۸-۱۳): تضمین کیفیت کانال پیش‌ساخته بتنی (کانالت)

موضوع	ممیزی‌های تضمین کیفیت (پیش و حین اجرا)	استانداردها/ الزامات حاکم	شماره استاندارد/ الزام	معیار پذیرش	حداقل الزام بازرسی	تعداد بازرسی‌های صورت گرفته	تعداد اقدام اصلاحی صادرشده	مستندات/ سوابق اقدامات اصلاحی
کانال پیش‌ساخته بتنی (کانالت)	کنترل مسیر و رقوم پروژه							
	گواهی کنترل کیفیت تولید کانالت و متعلقات							
	نوع ماشین‌آلات فعال							
	تجهیزات اجرا (قالب، ابزار کار و ...)							
	آزمایش مشخصات واشر آب‌بندی							

موضوع	ممیزی‌های تضمین کیفیت (پیش و حین اجرا)	استانداردها/ الزامات حاکم	شماره استاندارد/ الزام	معیار پذیرش	حداقل الزام بازرسی	تعداد بازرسی‌های صورت گرفته	تعداد اقدام اصلاحی صادرشده	مستندات/ سوابق اقدامات اصلاحی
ابنیه فنی	نقشه‌های اجرایی مصوب							
	کنترل مختصات ابنیه نسبت به رقوم پروژه							
	کنترل دانه‌بندی شن و ماسه مورداستفاده							
	کنترل نوع سیمان مورداستفاده							
	کنترل مشخصات آرماتور (سایز، زنگ‌زدگی...)							
	رعایت طرح اختلاط							
	اسلامپ بتن							
	شرایط محیطی							
	عمل‌آوری بتن							
	دستورالعمل مواد افزودنی							
	تجهیزات اجرا (قالب، ابزار کار و ...)							
	نوع ماشین‌آلات (بچینگ، تراک میکسر و ...)							
	مقاومت فشاری بتن ابنیه پیش‌ساخته							
	تطبیق لیستوفر آرماتوربندی و بیس پلیت و فریم‌ها							
دریچه‌ها	نقشه‌های اجرایی مصوب							
	مشخصات و نوع آهن‌آلات و قطعات							
	مشخصات فنی رنگ (نوع رنگ)							
	کیفیت تجهیزات ساخت (ابزار برش، خمش و ...)							
	رعایت رواداری (ابعاد و اندازه‌ها)							

موضوع	ممیزی‌های تضمین کیفیت (پیش و حین اجرا)	استانداردها/ الزامات حاکم	شماره استاندارد/ الزام	معیار پذیرش	حداقل الزام بازرسی	تعداد بازرسی‌های صورت گرفته	تعداد اقدام اصلاحی صادرشده	مستندات/ سوابق اقدامات اصلاحی
	سندبلاست بخش‌های فلزی							
	کیفیت اجرای رنگ‌آمیزی (ضخامت و تعداد دست رنگ)							
	مشخصات فنی اجزاء دریچه (پیچ‌ها، واشر و ...)							
	مشخصات فنی لاستیک آب‌بندی							
	نصب اجزاء مختلف دریچه (پیچ‌ها، واشر و ...)							

جدول (۸-۱۴): فرآیند تحویل موقت و رفع نواقص پیمان

ردیف	نام بلوک (ناحیه)	نام واحد زراعی	اراضی تحت پوشش در پیمان (ha)	اراضی تحت پوشش پس از اجرا (ha)	تاریخ درخواست تحویل موقت توسط پیمانکار	تاریخ ارسال نامه تأیید قابلیت بهره‌برداری توسط مشاور به کارفرما	تاریخ ابلاغ لیست نواقص توسط مشا	تاریخ آخرین اعلام رفع نواقص توسط پیمانکار (قبل از تشکیل کارگروه)	تاریخ دعوت‌نامه کارفرما جهت تشکیل کمسیون تحویل موقت	تاریخ تشکیل کارگروه تحویل موقت	مهلت تعیین‌شده رفع نواقص توسط کمسیون تحویل (روز)	تاریخ اعلام رفع نواقص توسط پیمانکار به مشاور	تاریخ اعلام رفع نواقص توسط مشاور به کارفرما	تاریخ صورت‌جلسه تحویل موقت	تاریخ شروع دوره تضمین
۱															
۲															
جمع کل															

جدول (۸-۱۵): مستندات و مدارک و نقشه‌های ارائه‌شده برای تحویل موقت عملیات پیمان

ردیف	نام بلوک (ناحیه)	نام واحد زراعی	تاریخ و شماره صورت‌جلسه تحویل موقت *	تاریخ صورت‌جلسه توافقنامه تحویل به بهره‌بردار *	تاریخ صورت‌جلسه توافق بهره‌بردار با اسناد یکپارچه‌سازی *	تاریخ تحویل فهرست اسامی بهره‌برداران با ذکر مساحت خالص بهره‌برداری	شماره نقشه چون ساخت (ازبیلت)	تاریخ ارائه دستورالعمل بهره‌برداری *	تاریخ ارائه فرم تک پلاکی بهره‌برداران
۱									
۲									

جدول (۸-۱۶): تجربیات و توصیه‌های (فنی- مدیریتی- اجتماعی) از انجام فرآیند تحویل موقت و رفع نقص، برای پروژه‌های آتی

اظهارنظر پیمانکار، در خصوص تجربیات، نقاط قوت یا مشکلات فرآیند تحویل موقت و رفع نقص در این پیمان:
اظهارنظر مشاور، در خصوص تجربیات کسب‌شده و توصیه‌های فنی فرآیند تحویل موقت و رفع نقص در این پیمان:

اظهارنظر مدیریت طرح، در خصوص تجربیات کسب‌شده و توصیه‌های فنی فرآیند تحویل موقت و رفع نقص در این پیمان:				
ردیف	عنوان تجربه	شرح تجربه	مستندات تصویری (شماره تصویر از آلبوم تصاویر برگزیده)	مستندات / سوابق تأییدکننده
۱	نقشه‌های کارگاهی			
۲	نقشه‌های چون ساخت (ازبیلت)			
۳	فهرست نواقص			
۴	عملیات رفع نقص			
۵	مکاتبات			
۶	رفع معارضت‌ها			

فصل نهم

بهره‌برداری و نگهداری

۱۰-۱ بهره‌برداری

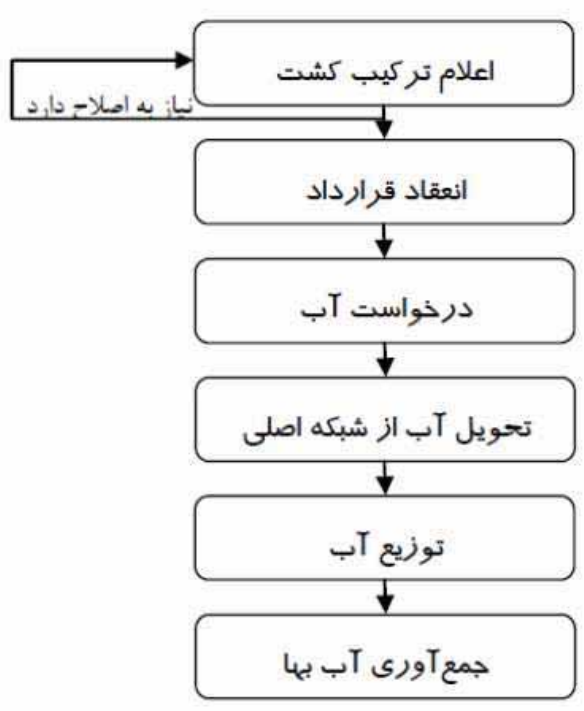
۱۰-۱-۱ مقدمه

فعالیت‌های مستمری که به‌منظور تحویل گرفتن آب از شبکه اصلی و توزیع عادلانه و بهینه آن در سطح شبکه فرعی، تحویل آب به آب‌بران، دفع زهاب و رواناب و تحویل آن به زهکش‌های اصلی و جمع‌آوری آب‌بها انجام می‌گردد، بهره‌برداری شبکه فرعی نامیده می‌شود که از مهم‌ترین خدمات ارائه‌شده توسط متصدیان طرح تحویل آب آبیاری به کشاورزان است. هدف اصلی از خدمات بهره‌برداری، توزیع به‌موقع و مناسب آب آبیاری به‌منظور تأمین آب موردنیاز گیاهان زیر کشت در یک شبکه آبیاری می‌باشد که تحقق این هدف نیازمند برنامه‌ریزی عملیاتی جهت نزدیک کردن مقدار آب موجود در هر زمان به مقدار تقاضا است.

در یک دوره زراعی فعالیت بهره‌برداری از یک شبکه فرعی مشتمل بر مجموعه عملیات زیر بوده که فرایند انجام آن‌ها در شکل (۹-۱) نشان داده‌شده است.

۱) جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سطح و نوع کشت (ترکیب کشت) و مدیریت آن؛
۲) انعقاد قرارداد سالانه آبیاری نمایندگان آب‌بران با مدیریت شبکه اصلی و سپس زارعین؛
۳) تهیه برنامه آبیاری مطابق حجم آب تخصیص ماهانه به تشکل و اعلام آن به آب‌بران؛
۴) درخواست آب از مدیریت شبکه اصلی مطابق برنامه آبیاری؛
۵) تحویل آب از مدیریت شبکه اصلی در نقاط تحویل و در موعد مقرر؛

۶) توزیع آب در شبکه فرعی مطابق برنامه آبیاری و تحویل آن به آب‌بران؛
۷) جمع‌آوری آب‌بها و حق‌الزحمه فعالیت‌های بهره‌برداری از آب‌بران.



شکل (۹-۱): فرایند فعالیت بهره‌برداری در شبکه فرعی

۱۰-۱-۲ جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سطح و نوع کشت (ترکیب کشت) و مدیریت آن

در ابتدای سال زراعی و پس از انتخاب نوع محصول از طرف زارعین، باید نماینده آب‌بران با مراجعه به تک‌تک زارعین محدوده تحت پوشش خود (با توجه به نقشه‌های کاداستر)، نسبت به جمع‌آوری اطلاعات ترکیب کشت شامل مقدار سطح و نوع کشت اراضی آبخور از هر یک از آبگیرها اقدام نماید. ملاک صحت و پذیرش ترکیب کشت (در شرایط عادی) جهت اعلام به مدیر شبکه اصلی، مطابقت آن با الگوی کشت پیشنهادی طرح می‌باشد.

به‌منظور جلوگیری از هرگونه مغایرت احتمالی لازم است مدیر بهره‌برداری شبکه فرعی (تشکل آب‌بران) قبل از شروع فصل زراعی و انتخاب محصول، موارد زیر را به اطلاع کلیه زارعین واقع در محدوده مسئولیت خویش برساند:

۱) میزان و نوع محصولات مجاز کشت و سطح کشت مجاز به تک‌تک زارعین؛

۲) تقویم آبیاری محصولات معرفی‌شده؛
۳) اطلاع در خصوص عدم قرارداد با محصولات غیر الگوی کشت پیشنهادی.

پس از جمع‌آوری اطلاعات کشت و مطابقت با الگوی کشت پیشنهادی طرح (پیوست شماره ۱)، آمار گردآوری شده به‌صورت کتبی به مدیریت شبکه اصلی اعلام می‌گردد و در صورت لزوم ترکیب کشت توسط مدیریت شبکه اصلی اصلاح شده و به مدیریت شبکه فرعی، سپس توسط وی به آب‌بران اعلام می‌شود. (پیوست شماره ۲).

۱۰-۱-۳ انعقاد قرارداد سالانه آبیاری با مدیریت شبکه اصلی و آب‌بران

پس از مشخص شدن ترکیب کشت محصولات، لازم است مدیریت شبکه فرعی به نمایندگی از طرف آب‌بران حوزه مسئولیت خود، نسبت به انعقاد قرارداد با مدیر شبکه اصلی اقدام نمایند. این قرارداد مبنای عمل مدیریت شبکه اصلی و نمایندگان آب‌بران در فعالیت‌های مربوط به بهره‌برداری از شبکه در طول یک سال زراعی خواهد بود. (پیوست شماره ۳).

مدیریت شبکه فرعی پس از انعقاد قرارداد سالانه آبیاری با مدیریت شبکه اصلی باید نسبت به عقد قرارداد با تک‌تک زارعین تحت مسئولیت خود اقدام نماید. به‌منظور عقد قرارداد آبیاری در شبکه فرعی، بررسی مواردی نظیر دارا بودن تسویه‌حساب سنوات گذشته و انجام سایر شرایط مالی ابلاغ‌شده از طرف سازمان آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی و مدیریت بهره‌برداری و نگهداری شبکه اصلی آبیاری به‌عنوان پیش‌شرط انعقاد قرارداد ضروری می‌باشد. پس از بررسی موارد فوق و تعیین سهم آب هر یک از آب‌بران بر اساس ترکیب کشت انتخابی و محاسبه میزان آب‌بهای هر یک از آن‌ها، قرارداد آبیاری بین مدیریت شبکه فرعی و آب‌بران منعقد خواهد شد (پیوست شماره ۴).

۱۰-۱-۴ تهیه برنامه آبیاری

تأمین به‌اندازه و به‌موقع آب موردنیاز محصولات کشت شده جهت بهره‌برداری از مزارع نیازمند تدارک برنامه است. تهیه برنامه آبیاری شبکه فرعی آبیاری باید متناسب با برنامه آبیاری در نظر گرفته شده برای شبکه اصلی باشد لذا پس از انعقاد قرارداد آبیاری تشکل آب‌بران و

تشکیلات بهره‌بردار شبکه اصلی، باید با هماهنگی لازم بر اساس الگوی کشتی که مورد تأیید قرارگرفته است نسبت به تهیه برنامه آبیاری اقدام شود.

برنامه آبیاری در شبکه اصلی، میزان دبی در هر محور شبکه اصلی و مدت‌زمان بازگشایی آبگیرهای مزارع را طی ماه‌های مختلف نشان می‌دهد. فرض بر این است که در کانال‌های شبکه اصلی همواره آب متناسب با نیاز وجود دارد و گردش آبیاری در آبگیرهای مزارع پیاده می‌شود. برای این حالت بر اساس هیدرومدول الگوی کشت و با توجه به سطوح تحت پوشش کانال‌های اصلی و درجه ۱ و درجه ۲، میزان دبی جریان یافته در هر کانال اصلی طی ماه‌های مختلف محاسبه‌شده و تعداد مزارع قابل آبیاری هم‌زمان در کانال اصلی در هر دوره، تعداد دفعات آبیاری هر مزرعه و حداکثر مدت‌زمان بازگشایی دریچه متناسب با آن محاسبه می‌گردد.

برنامه آبیاری در شبکه فرعی (کانالت‌های درجه ۳ مزارع) توسط نماینده آب‌بران تهیه می‌شود و باید متناسب با برنامه آبیاری شبکه اصلی و با رعایت دور آبیاری و تعداد نوبت آبیاری برای محصولات مختلف تنظیم گردد. اطلاعات موردنیاز برای تهیه برنامه آبیاری شامل الگوی کشت و سطوح اراضی تحت پوشش آن، آب موردنیاز خالص و ناخالص محصولات الگوی کشت، دور آبیاری، عمق خالص و ناخالص آبیاری و مدت‌زمان موردنیاز هر نوبت آبیاری بر اساس نوع سیستم آبیاری مزارع می‌باشد. برنامه آبیاری کانال‌های درجه ۳ به روش تحویل آب در شبکه بستگی دارد و باید طوری برنامه‌ریزی شود که:

- در ماه موردنظر نیاز کلیه مزارع تحت پوشش در هر کانال درجه ۲ برآورد گردد.
- حداقل جریان ورودی به آبگیرهای درجه ۳ به میزانی باشد که دبی موردنیاز یک آبگیر درجه ۴ را تأمین کند.
- تا حد ممکن برنامه تحویل ماهیانه آب به آبگیرهای درجه ۳ با جریان ثابت برنامه‌ریزی گردد و فقط در ماه‌های کم‌مصرف به‌صورت گردشی انجام شود تا تلفات ناشی از قطع و وصل جریان به حداقل مقدار ممکن کاهش یابد.

۱۰-۱-۵ درخواست آب شبکه اصلی

میزان آب درخواستی از شبکه اصلی باید در هر نوبت با توجه به اعلام نیاز زارعین و در قالب مقادیر مندرج در قرارداد سالانه به‌صورت کتبی اعلام گردد. درخواست حجم و زمان آب موردنیاز

از شبکه اصلی وظیفه نماینده زارعین می‌باشد. (در ابتدای سال زراعی، برنامه توزیع آب توسط مدیریت شبکه اصلی به نمایندگان زارعین ابلاغ می‌شود.)

روش کار به‌این‌ترتیب است که زارعین متقاضی، بایستی زمان نیاز آبی مزارع خود را پیش‌بینی و چند روز قبل (حداقل ۴ تا ۵ روز) به نماینده خود اطلاع دهند. نمایندگان نیاز زارعین را جمع‌آوری و دو تا سه روز مانده به زمان پیش‌بینی‌شده از طرف زارعین، حجم آب موردنیاز را با توجه به قرارداد سالانه آبیاری به مدیریت شبکه اصلی اعلام و درخواست می‌نمایند.

با توجه به این‌که آگاهی از میزان نیاز آبی محصولات و تعداد نوبت آن‌ها می‌تواند راهنمای خوبی برای کشاورزان شبکه در روند اعلام نیاز آبی باشد، لازم است تقویم آبیاری و برنامه آبیاری سالانه در اختیار کشاورزان قرار گیرد. در این صورت کشاورزان شبکه با اطلاع از میزان آب قابل تأمین در هر نوبت، مقادیر موردنیاز خود را برآورده و اعلام می‌نمایند. به‌این‌ترتیب فرصت کافی جهت بررسی تقاضاها و تنظیم و تأمین به‌موقع نیازها از سوی مدیریت شبکه اصلی فراهم بوده و آب موردنیاز مزارع در زمان مناسب تأمین و جهت توزیع بین مزارع، تحویل نماینده آب‌بران می‌گردد.

۱۰-۱-۶ تحویل آب از مدیریت شبکه اصلی در نقاط تحویل

نمایندگان تشکل‌های آب‌بران باید حجم آب تخصیصی به تشکل را در هر نوبت آبیاری و در تاریخ مشخص، مطابق درخواست تأییدشده از متصدیان بهره‌برداری شبکه اصلی دریافت نمایند. ازآنجاکه تحویل آب از مدیریت شبکه اصلی در نقاط تحویل بر اساس مقادیر تحویلی به شبکه فرعی می‌باشد، لازم است در هر نوبت آبیاری نماینده تشکل آب‌بران با توجه به حجم تحویلی (مدت‌زمان و میزان دبی آبگیری)، نسبت به امضای صورت‌جلسه حجم آب تحویل‌شده اقدام نماید. (پیوست شماره ۵) در صورت‌جلسه مذکور باید حجم آب قابل تحویل، دبی آب، تاریخ شروع و خاتمه تحویل آب ذکر گردد.

۱۰-۱-۷ توزیع آب در شبکه فرعی و تحویل آب به آب‌بران

پس از انتقال و هدایت آب در مجاری شبکه اصلی، آب تخصیصی به شبکه فرعی در نقاط تحویل به نمایندگان تشکل آب‌بران تحویل داده می‌شود و توزیع آب در محدوده شبکه فرعی نیز

مطابق برنامه از قبل تنظیم‌شده (برنامه آبیاری) توسط نمایندگان تشکل آب‌بران انجام می‌گردد. لازم است نمایندگان تشکل‌های آب‌بران برنامه مذکور را قبلاً به اطلاع آب‌بران رسانده تا بدین ترتیب آب‌بران در زمان مقرر جهت انجام عملیات آبیاری مزارع خود آمادگی لازم داشته باشند. فرآیند توزیع جریان در شبکه فرعی با برقراری جریان آب در کانال‌های درجه سه (کانالت‌ها) و ایجاد گردش آب بین کانال‌های درجه چهار متقاضی آب در هر مزرعه میسر خواهد شد.

کنترل و تنظیم جریان در کانال‌های درجه ۳

نمایندگان تشکل‌های آب‌بران با توجه به برنامه آبیاری و با استفاده از سازه‌های مقسم تعبیه‌شده در مسیر کانالت‌ها پس از تحویل آب از مدیریت شبکه اصلی و هدایت آن در طول کانالت‌ها، نسبت به تحویل آن به آب‌بران اقدام می‌نمایند. جریان تحویلی به ابتدای کانالت توسط سازه‌های اندازه‌گیری جریان تنظیم و تعیین می‌شود و در طول مسیر کانالت، جریان عبوری در محل سازه‌های مقسم بین کانال‌های درجه چهار با دبی مشخص تقسیم می‌گردد. جهت تنظیم و کنترل دبی در سازه‌های مقسم از دریچه‌های فرمانی و جهت آبگیری قطعات زراعی از دریچه‌های ساده و یا فرمانی استفاده می‌شود. درصورتی‌که اختلاف رقوم آبگیرهای واقع در یک مقسم تا ۲۰ درصد باشد (که باعث اختلاف دبی ۱۰ درصدی می‌شود) نیازی به تنظیم دبی نبوده و می‌تواند دریچه کاملاً باز باشد. در این حالت از دریچه‌های کشویی ساده استفاده می‌شود. ولی اگر اختلاف رقوم آبگیرها بیش از ۲۰ درصد باشد لازم است دبی توسط دریچه فرمانی کنترل‌شده و دریچه‌ها باید برای تقسیم مساوی دبی کالیبره گردند. تنظیم دریچه‌ها بر اساس میزان دبی جریان یافته در کانالت بوده و به نحوی انجام می‌گیرد که میزان دبی آبگیری قطعات زراعی در حد یک دستابه باشد و تراز آب در حوضچه مقسم در جهت جریان در حالت نرمال قرار گیرد. مقدار لازم بازشدگی دریچه‌های آبگیری قطعات با توجه به عرض سرریز و بده عبوری از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$H = \left(\frac{Q}{1.7*L}\right)^{2/3} \qquad (۱-۹)$$

H= میزان بازشدگی دریچه

L=عرض سرریز بتنی (عرض دریچه)

Q= دبی آبگیر قطعه زراعی

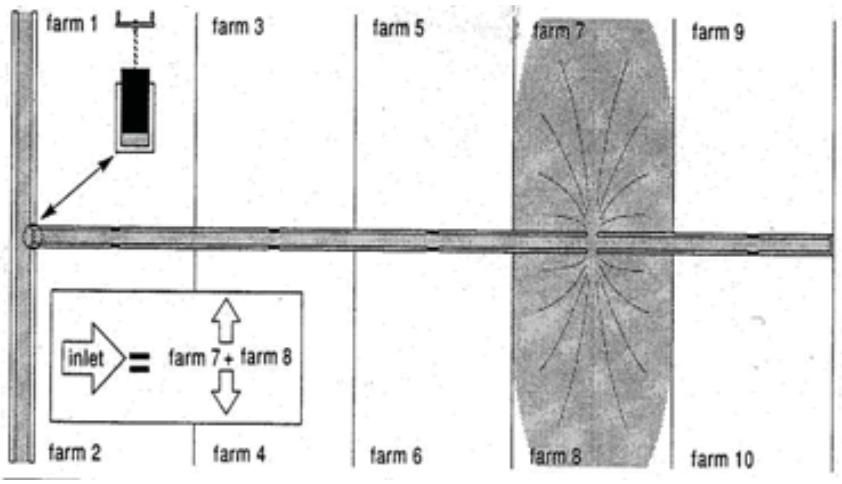
در انتهای کانالت سازه مقسم به همراه سرریز تخلیه اضطراری احداث می‌شود. بر روی سرریز این سازه یک دریچه کشویی فرمانی جهت تخلیه آب مازاد و رسوبات به هرز آبرو در نظر گرفته‌شده و ظرفیت تخلیه این سرریزها معادل ۴۰ درصد ظرفیت کانالت در نظر گرفته می‌شود. جریان عبوری از سرریز و دریچه توسط یک مجرای لوله‌ای به زهکش تخلیه می‌گردد.

گردش آب بین کانال‌های درجه ۴

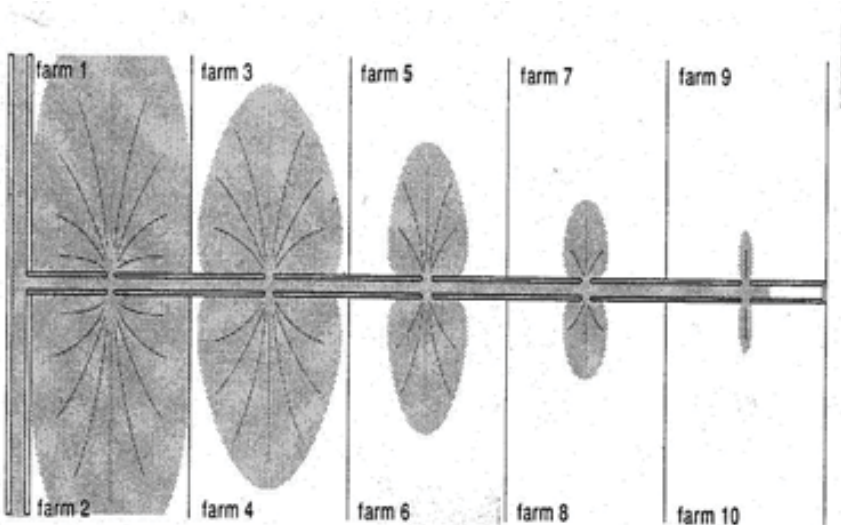
آب تحویلی به مزرعه باید توسط کانال درجه ۳ بین کانال‌های درجه ۴ تحت پوشش توزیع شود تا جهت آبیاری محصولات در اختیار زارعین قرار گیرد. تحویل آب به کانال‌های درجه ۴ همواره مطابق برنامه آبیاری در کل شبانه‌روز و به‌صورت چرخشی انجام‌شده و با اتمام آبیاری محصولات هر قطعه، آب موردنظر به اولین قطعه بعد از قطعات در حال آبیاری اختصاص می‌یابد (شکل ۹-۲). به همین ترتیب این روند تا اتمام آبیاری آخرین قطعه متقاضی آب ادامه می‌یابد. اگر قرار باشد که تقسیم جریان با تحویل هم‌زمان آب به همه دریچه‌ها انجام شود و هر مزرعه سهم یکسانی از دبی جریان یافته در کانال دریافت کند در این صورت حداکثر جریان تحویلی هر کشاورز کم بوده و کشاورزانی که به منبع آبیاری نزدیک هستند آب زیادی دریافت کرده و کشاورزانی که در انتهای کانال قرار دارند آب کافی دریافت نخواهند کرد. (شکل ۹-۳).

تعداد کانال درجه ۴ در هر مزرعه که می‌توانند به‌طور هم‌زمان آب دریافت کنند به دبی کانال درجه ۳ بستگی داشته و باید طوری انتخاب شوند که دبی هر یک از کانال‌های درجه ۴ در حد یک دستابه (مطابق FAO[۴۲] مقداری بین ۳۰ تا ۶۰ لیتر بر ثانیه) تنظیم گردد. با تعیین این دبی، تنها عامل متغیر در تحویل آب، مدت جریان می‌باشد. مدت جریان در این کانال‌ها در هر دور آبیاری به عمق موردنظر برای آبیاری محصولات تحت کشت بستگی دارد و با توجه به بافت خاک، شیب زمین و روش آبیاری و با استفاده از ابعاد قطعه آبیاری (طول کانال درجه ۴ و طول فاروها) قابل‌تعیین است.

با مشخص بودن دبی جریان آب تحویلی به کانال‌های درجه چهار و مدت‌زمان تحویل آب، حجم جریان آب تحویلی به آن‌ها تعیین می‌گردد. این حجم در صورت‌جلسه تحویل آب به آب‌بران درج گردیده و توسط نماینده تشکل و آب بر دریافت‌کننده آب امضا می‌شود. در پیوست شماره ۶ نمونه صورت‌جلسه تحویل آب به آب‌بران ارائه‌شده است.



شکل (۹-۲): تحویل دوره‌ای به یک گروه از مجموعه با جریان یکسان و زمان واحد



شکل (۹-۳): تقسیم مساوی جریانی بین تمام مجموعه

لازم به ذکر است که تشکل‌های آب‌بران باید در خصوص نحوه کاربرد صحیح آب در قطعات زراعی تحت پوشش کانال درجه چهار، اطلاعات لازم را در اختیار آب‌بران قرار دهند تا در طی آبیاری، حصول راندمان‌های موردنظر طرح میسر گردد. این اطلاعات با توجه به روش‌های آبیاری به کار گرفته‌شده در قطعات زراعی تحت پوشش کانال‌های درجه چهار، مشتمل بر دبی ورودی به نوارها، کرت‌ها و فاروها و نیز مدت‌زمان تحویل جریان به آن‌ها می‌باشد.

۱۰-۱-۸ جمع‌آوری آب‌بها و حق‌الزحمه بهره‌برداری

ملاک محاسبه بهای آب زراعی مصرفی، قانون تثبیت آب‌بهای زراعی می‌باشد. بر اساس قانون تثبیت آب‌های زراعی و آیین‌نامه مربوطه، در شبکه‌های مدرن ۳ درصد بهای محصول تولیدشده در مزرعه به‌عنوان آب‌بها محاسبه‌شده و برای دریافت از مشترکین از طریق شرکت‌های آب منطقه‌ای به شرکت‌های بهره‌برداری ابلاغ می‌گردد. آب‌بها توسط تشکل‌های آب‌بران از آب‌بران تحت پوشش جمع‌آوری‌شده و به حساب‌های اعلام‌شده توسط مدیریت تشکیلات بهره‌بردار شبکه اصلی واریز خواهد شد.

۱۰-۲ نگهداری

نگهداری از شبکه شامل فعالیت‌های رایج و مستمری است که به‌منظور حفاظت از شبکه و جلوگیری از بروز خسارت به آن و ایجاد زمینه مناسب بهره‌برداری لازم و ضروری است. هدف اصلی از این عملیات مراقبت از سیستم، رفع موانع مسیر جریان آب، حفظ حریم‌ها و بررسی و شناخت‌های تعمیراتی می‌باشد که باید هماهنگ با عملیات بهره‌برداری و در چهارچوب آن توسط تشکیلات بهره‌برداری انجام گیرد. شبکه آبیاری در روند بهره‌برداری نیازمند نگهداری و تعمیرات بوده که باید با شناسایی به‌موقع، نسبت به برنامه‌ریزی و اجرا عملیات نگهداری اقدامات لازم صورت گیرد. اقدامات لازم در دو بخش بازرسی و نگهداری به تفکیک در این بخش ارائه گردیده است و فهرست کنترل عملیات نگهداری کانالت، ابنیه و جاده‌های سرویس شبکه فرعی آبیاری در پیوست ۷ نشان داده‌شده است.

۱۰-۲-۱ بازرسی

اجزای شبکه فرعی آبیاری شامل کانالت و سازه‌ها و جاده سرویس کانالت‌ها می‌باشد. نحوه بازرسی و شناسایی اقدامات لازم در نگهداری باید به شرح ذیل انجام شود:

بازرسی کانالت و ابنیه فنی مربوطه

کانالت‌ها به‌عنوان مجرای انتقال و آب‌رسانی قطعات زراعی و مقسم‌های جریان به‌عنوان ابنیه کنترل و انحراف آب موردنیاز قطعات زراعی نقش تعیین‌کننده‌ای در عملیات کشاورزی و آبیاری

به‌موقع دارند. حفظ و نگهداری کانالت‌ها ازآن‌جهت حائز اهمیت است که علاوه بر عبور جریان پیش‌بینی‌شده، کمترین تلفات نشت را داشته باشند. برای انجام به‌موقع اقدامات نگهداری در کانالت‌ها، انجام بازرسی و تهیه چک‌لیست نواقص و ایرادات به شرح ذیل ضروری می‌باشد:

۱) انجام بازدیدهای دوره‌ای ماهانه به‌خصوص قبل از شروع فصل زراعی از مسیر کانالت‌ها و باکس‌های مقسم جریان؛
۲) تهیه لیست کلیه موارد حائز اهمیت در عملکرد مناسب کانالت و ابنیه فنی مربوطه که رئوس کلی آن‌ها به شرح ذیل است:
- بازدید مستمر از کانالت‌ها و حفاظت از حریم آن‌ها جهت مصون داشتن از خطرات احتمالی؛
- بازدید و بررسی مستمر از آب‌بندی کانالت‌ها (وضعیت واشرهای آب‌بند در محل اتصال کانالت‌ها)؛
- بررسی وضعیت درزهای انبساط کانالت و لزوم تشخیص تعمیرات جهت آب‌بندی؛
- کنترل فضای آزاد کانالت‌ها و بررسی بده موجود در آن‌ها به‌منظور جلوگیری از سرریز شدن آب از لبه کانالت؛
- بررسی وضعیت کشت زارعین در حریم کانالت جهت پیشگیری از آسیب؛
- بازدید از سازه‌های تنظیم سطح آب در شبکه و آبگیرها، کنترل رقوم و اطمینان از نحوه کارکرد مناسب آن‌ها؛
- بازدید از وضعیت ظاهری کانالت‌ها، متعلقات، ابنیه هیدرولیکی و عملکرد سازه‌ای آن‌ها؛
- بررسی وجود سوراخ حفاری‌شده توسط موش‌های صحرایی در زیر کفشک‌ها و لزوم‌ترمیم آن‌ها جهت جلوگیری از نشست کانالت‌ها؛
- بررسی میزان رسوب‌گذاری در کانالت‌ها، حوضچه‌های مقسم و رسوب‌گذاری لوله آبگیر زیر جاده‌های سرویس؛
- بازدید از دریچه‌ها و بررسی وجود، صحت کارکرد و سلامت آن‌ها و ارائه راهکار جهت جلوگیری از سرقت آن‌ها؛

- بررسی وضعیت دریچه‌ها به لحاظ رنگ‌آمیزی و زنگ‌زدگی، روانی و باز و بسته کردن، وضعیت واشرهای آب‌بند دریچه‌ها و وضعیت دریچه‌های سرقت شده و یا غیر قابل‌استفاده؛
- وضعیت آبگیری کانال درجه ۴ از کانالت‌ها، میزان فرسایش احتمالی و تخریب محل تخلیه جریان به نهر درجه ۴؛
- بررسی خاکریزی اطراف سازه‌ها به‌منظور نیازهای تعمیراتی و ترمیم مجدد آن‌ها؛

۳) تهیه جدول لیست نواقص بر اساس موقعیت، محل و میزان اهمیت رفع آن در آب اندازی.

- در این جدول طی بازدید انجام‌شده بر اساس رئوس کلی پیش‌بینی‌شده بند (۲) لازم است وضعیت کانالت و سازه‌های مقسم ارزیابی‌شده و در صورت وجود نواقص، اهمیت رفع آن جهت امکان آب اندازی مشخص گردد.

بازرسی جاده‌های سرویس و دسترسی

جاده‌های سرویس کانالت‌ها و جاده‌های دسترسی قطعات زراعی به‌منظور تردد ماشین‌آلات کشاورزی و ماشین‌آلات بهره‌برداری و نگهداری و برای دسترسی به دریچه‌ها، کانالت‌ها و سایر تأسیسات شبکه فرعی احداث‌شده‌اند. قبل از شروع فصل زراعی لازم است بازدیدهای دوره‌ای از مسیر جاده‌های سرویس و دسترسی انجام گیرد و چک‌لیست نواقص و ایرادات احتمالی به‌منظور برنامه‌ریزی برای رفع آن‌ها تهیه گردد. رئوس کلی مشخصات ارزیابی جاده‌ها در بازدیدهای دوره‌ای به شرح زیر می‌باشد:

- بررسی وضعیت شن‌ریزی و کوپال جاده‌های سرویس کانالت‌ها و میزان تخریب یا فرسایش و ضرورت بازسازی و اصلاح آن‌ها؛
- وضعیت تخریب و فرسایش خاکریز جاده سرویس و دسترسی مزارع و ضرورت بازسازی و اصلاح آن؛
- بررسی وضعیت جاده‌ها و امکان سرویس‌دهی و عبور و مرور ماشین‌آلات در زمان بارندگی و یا آبیاری مزارع؛
- وضعیت جاده سرویس کانالت‌ها در محل عبور لوله آبگیر مزارع و شناسایی نقاط موردنیاز جهت اصلاح و بازسازی؛
- بازدید شانه‌های خاکی، شیب شیروانی و زهکش جانبی به لحاظ فرسایش و نشست؛

- بررسی و مقایسه سطوح جاده به نسبت سطح لبه بتنی سازه‌های مجاور آن؛
- کنترل جویچه های جانبی جاده‌ها و در صورت لزوم اصلاح مقطع آن‌ها؛
- بررسی وضعیت شیب جانبی جاده‌ها (شیب جانبی جاده‌ها ۲٪ و به سمت مخالف کانال می‌باشد).

۲-۲-۱۰ عملیات نگهداری و تعمیرات شبکه آبیاری

بر اساس نتایج بازرسی دوره‌ای از بخش‌های مختلف و تنظیم چک‌لیست نواقص، برنامه‌ریزی عملیات نگهداری و تعمیرات انجام می‌گیرد. شناسایی نیازهای تعمیراتی در شبکه اصلی بر عهده شرکت آب منطقه‌ای و در شبکه فرعی آبیاری بر عهده آب‌بران است و ضرورت دارد اولویت‌بندی لازم در این خصوص انجام گیرد. این اولویت‌بندی باید بر اساس میزان تأثیر نواقص شناسایی‌شده در عملیات بهره‌برداری انجام شود و برنامه‌ریزی رفع نواقص و شروع عملیات تعمیرات متناسب با آن تهیه گردد.

نگهداری و ترمیم خرابی‌ها در دو سال اول پس از ساخت از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و باید علاوه بر بازدیدهای مکرر و انجام اقدامات لازم، باید از مشارکت زارعین در تقبل بخشی از عملیات نگهداری استفاده شود تا ضمن کاهش هزینه نگهداری، حفظ و حراست بیشتری از شبکه توسط خود زارعین صورت پذیرد.

نگهداری و تعمیرات کانالت و ابنیه فنی وابسته به آن

عملیات و اقدامات نگهداری که به‌منظور جلوگیری از تخریب و حفظ شرایط بهره‌برداری مناسب از شبکه کانالت‌های آبیاری باید صورت گیرد شامل موارد زیر است:
- لایروبی و رسوب‌زدایی کانالت‌ها (توسط کارگر و با ادوات دستی یا به‌وسیله جت آب) و رفع موانع مسیر جریان آب؛
- علف کنی و رسوب برداری در ابنیه فنی، سیفون‌ها و دیگر مجاری عبور آب و رفع موانع مسیر جریان؛
- جلوگیری از رویش علف و ورود رسوب به شبکه؛
- انجام عملیات‌ترمیم ترک‌ها و آسیب‌های وارده به ابنیه فنی کانالت؛
- انجام عملیات‌ترمیم و یا تعویض کانالت‌های معیوب و شکسته.

- انجام عملیات آب‌بندی کانالت‌ها در محل تکیه‌گاه‌ها و تعویض واشر آب‌بند در صورت لزوم (درصورتی‌که میزان نشت لاستیک آب‌بندی به ازای هر متر طول بیش از ۰,۵ لیتر بر ثانیه باشد)؛
- تعمیر واشرهای آب‌بندی، رنگ‌آمیزی و حفاظت دریچه‌های فلزی ابنیه حداقل هر دو سال یک‌بار؛
- روغن‌کاری قسمت متحرک دریچه‌ها قبل از شروع فصل زراعی یا در فواصل بین دوره‌های آبیاری.

در تعمیر و نگهداری از کانال‌های درجه ۳ توصیه می‌گردد که واحد بهره‌برداری از شبکه تدابیری اتخاذ کند تا حتی‌الامکان بخشی از عملیات نگهداری کانال‌های درجه ۳ (شامل‌ترمیم کانالت‌های درجه ۳ و لایروبی کانال از گل‌ولای، خاشاک و علف‌های هرز) توسط زارعین بهره‌بردار صورت گیرد. در این صورت بخش اعظمی از کادر و نفرات بهره‌بردار کم شده و هزینه نگهداری به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. به‌عنوان نمونه در خارج از فصل آبیاری که اکثر زارعین بیکار هستند می‌توان این امر را به آنان (باراهنمایی واحد نگهداری) سپرد و دریافت آب در شروع فصل آبیاری را منوط به تأیید عملیات لایروبی و مرمت کانال‌های درجه ۳ از طریق مدیریت واحد بهره‌برداری نمود. این امر سبب خواهد شد که زارعین در حفظ و حراست از کانال و جلوگیری از وارد شدن صدمه به آن مراقبت بیشتری انجام دهند.

نگهداری از انهار درجه ۴ بلافاصله بعد از اتمام ساختمان نهر بر عهده زارعین قطعه زراعی مربوطه است. عملیات نگهداری آن شامل لایروبی مسیر، پاک کردن نهر از علف هرز و تعمیر خاک‌ریزهای جانبی بوده که توسط کارگر و یا تراکتور قابل انجام است. شایان‌ذکر است تعمیر خاک‌ریزهای جانبی مسیر نهر درجه ۴ بخصوص جهت جلوگیری از خروج جریان آب در مسیر نهر، دارای اهمیت بالا بوده و در افزایش راندمان و جلوگیری از تلفات آب مؤثر است.

نگهداری از جاده سرویس و دسترسی کانالت

جاده‌های سرویس و دسترسی جهت تردد ماشین‌آلات بهره‌برداری و نگهداری و امکان دسترسی به دریچه‌ها و سایر تأسیسات شبکه در مجاورت کانال‌ها و زهکش‌ها احداث می‌شوند. عملیات نگهداری از جاده‌های سرویس و دسترسی عبارت است از:

- تسطیح و رگلاژ جاده؛

- جلوگیری از تردد وسایل سنگین متفرقه و وسایل دارای ملحقات (مانند دیسک و خیش) با تنظیم نامناسب؛
- علف کنی، لایروبی، حفظ و نگهداری جویچه های جانبی (وی دیچ ها)؛
- اصلاح و ترمیم قسمت‌های معیوب مسیر (به‌ویژه در محل عبور لوله آبگیر مزارع) و بررسی لزوم شن‌ریزی و کوپال جاده‌های سرویس.

تسطیح و رگلاژ جاده توسط گریدر امکان‌پذیر بوده و باید طوری انجام شود که اولاً شیب جانبی جاده‌ها حفظ گردد و ثانیاً مصالح پراکنده به اطراف (شن‌ریزی روی جاده‌ها) مجدداً به سطح جاده‌ها منتقل شود. حفظ و نگهداری جویچه های جانبی که در مجاورت جاده سرویس کانال‌ها جهت جمع‌آوری رواناب‌های ناشی از بارندگی احداث می‌گردد از مواردی است که باید به‌طور مداوم موردتوجه قرار گیرد و در صورت فرسایش یا تخریب و یا مسدود شدن، مرمت و بازسازی شود و یا این‌که مجدداً احداث گردد. حفر مجدد یا ترمیم جویچه ها توسط نهرکن و یا تیغه گریدر قابل انجام است.

۱۰-۳ ایمنی و حفاظت

عملکرد صحیح اجزای شبکه فرعی و تجهیز و نوسازی اراضی مستلزم آشنایی کامل بهره‌برداران با آن‌ها، شناخت وظایف هر یک از این اجزا و رعایت اصول ایمنی و حفاظت جهت بهره‌برداری صحیح از آن‌ها می‌باشد. تنظیم چک‌لیست‌های کنترلی برای این منظور حائز اهمیت بوده و ارزیابی عملکرد اجزا شبکه فرعی و تجهیز و نوسازی اراضی بر اساس آن امکان‌پذیر می‌باشد. این چک‌لیست‌ها می‌تواند با چک‌لیست‌های بازرسی که به‌منظور شناسایی نواقص و نیازهای عملیات تعمیرات و نگهداری تهیه می‌گردد به‌صورت یکجا و در بازدیدهای دوره‌ای منظم، تهیه و تنظیم شود.

۱۰-۳-۱ ایمنی

رعایت اصول ایمنی در زمان بهره‌برداری از شبکه فرعی آبیاری و زهکشی حائز اهمیت است. به‌عنوان نمونه حوضچه‌های مقسم آبیاری، سیفون‌ها و آبگیرها حداقل دارای عمق ۱,۵ متر می‌باشند و لذا خطر غرق‌شدگی برای افراد و احشام وجود دارد؛ بنابراین رعایت اصول ایمنی در

زمان باز و بسته کردن دریچه‌های آبیاری و یا کنترل و بازرسی کانالت‌ها و حوضچه‌ها، قبل از آب اندازی و مطمئن شدن از نبود افراد و احشام در مسیر کانالت و حوضچه‌ها ضرورت دارد. بعلاوه رعایت اصول ایمنی در تردد از جاده‌های سرویس کانالت‌ها و جاده‌های بین مزارع نیز به‌منظور جلوگیری از خسارت ناشی از برخورد با تأسیسات باید موردتوجه قرار گیرد.

۱۰-۳-۲ حفاظت از اجزای شبکه

حفاظت از اجزای شبکه با بهره‌برداری اصولی از آن تحقق می‌یابد لذا ضرورت دارد بهره‌برداران با شناخت کافی از اجزای شبکه و اصول در نظر گرفته‌شده در طراحی و اجرا و متناسب با آن نسبت به بهره‌برداری اقدام نمایند. اهم موارد در نظر گرفته‌شده در طراحی اجزا شبکه که باید توسط بهره‌برداران در نظر گرفته شود به شرح زیر است:

۱) رعایت حداکثر دبی ورودی به کانالت‌ها ضرورت دارد. هرگونه افزایش دبی باعث سرریز از کانالت و فرسایش بستر خاکی پایه کانالت و تخریب آن خواهد شد؛
۲) میزان دبی نهرهای درجه ۴ حداکثر ۶۰ لیتر بر ثانیه بوده و متناسب با آن حوضچه مقسم و دریچه‌های آبگیری طراحی می‌شوند. تنظیم دریچه‌ها در سازه مقسم جریان باید متناسب با این میزان جریان انجام گیرد و در صورت افزایش جریان بیش از آن، فرسایش و تخریب در محل اتصال آبگیر با نهر درجه ۴ ایجاد می‌شود؛
۳) در سیستم آبیاری قطعات نواری و شیاری با انتهای بسته، رعایت اصول آبیاری مانند مدت‌زمان آبیاری، دبی آبیاری و زمان قطع جریان به‌منظور جلوگیری از تجمع رواناب در انتهای قطعات زراعی ضرورت دارد. در صورت عدم رعایت این اصول و تجمع بیش‌ازاندازه آب در انتهای قطعات زراعی، خاکریز جاده یا مزرعه و برم زهکش‌ها تخریب‌شده و همچنین باعث پر شدن زهکش‌ها و نیاز به لایروبی آن‌ها می‌شود.

۱۰-۳-۳ حفاظت از محیط‌زیست

خاک و آب دو عنصر مهم از اجزای محیط‌زیست می‌باشند. شبکه فرعی و تجهیز و نوسازی اراضی در ارتباط نزدیک با این دو عنصر هستند و عملکرد درست شبکه آبیاری و زهکشی و تجهیز و نوسازی اراضی در صورت بهره‌وری صحیح از منابع آب‌وخاک امکان‌پذیر می‌باشد. برخی

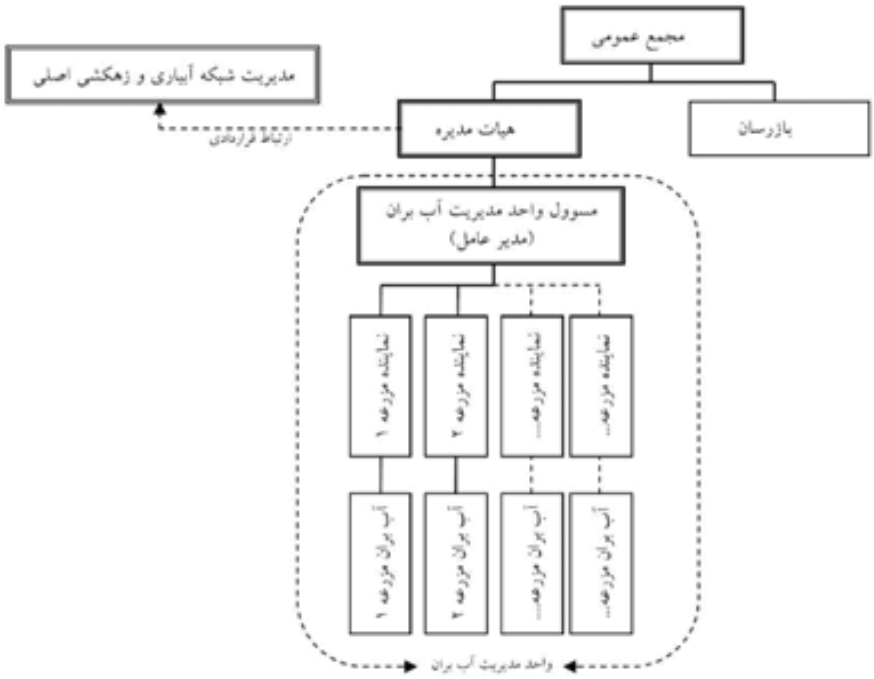
از مهم‌ترین نکاتی که به‌منظور حفظ منابع آب‌وخاک و محیط‌زیست در بهره‌برداری از شبکه فرعی موردتوجه قرار می‌گیرد به شرح زیر است:

- رعایت اصول آبیاری اراضی متناسب با نیاز گیاهان و دوری از آبیاری‌های بیش‌ازاندازه.
- رعایت اصول توزیع آب در کانالت‌ها و انهار درجه ۴ به‌نحوی‌که از هدر رفت منابع آب در این بخش جلوگیری شود. در صورت بستن دریچه آبیاری هر قطعه زراعی، قبلاً دریچه آبیاری قطعه زراعی دیگر که طبق برنامه آبیاری نوبت آن است باید بازشده باشد و یا در صورت عدم آبیاری قطعات زراعی، دریچه نیرپیک شبکه اصلی با هماهنگ میراب شبکه اصلی بسته شود تا از هدر رفت آب از سازه تخلیه اضطراری جلوگیری شود.
- جلوگیری از آبیاری با دبی‌های زیاد در قطعات زراعی به‌منظور ممانعت از فرسایش خاک
- تلاش برای افزایش راندمان کاربرد آب در قطعات زراعی با استخدام کشاورزان ماهر

۴-۱۰ نیروی انسانی و ساختار تشکیلاتی لازم تشکل‌های بهره‌برداری

انجام فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری در شبکه فرعی آبیاری و زهکشی شامل انعقاد قرارداد، تحویل آب از شبکه اصلی، توزیع آب در شبکه فرعی و تحویل آن به آب‌بران، جمع‌آوری آب‌بها و انجام فعالیت‌های نگهداری، مستلزم به‌کارگیری نیروی انسانی است. انجام این فعالیت‌ها در شبکه فرعی آبیاری بر عهده تشکل‌های آب‌بران[۱] می‌باشد. این امر جهت فراهم آوردن شرایط لازم برای بهره‌وری بهتر از منابع آب و جلب مشارکت بهره‌برداران در امر بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی صورت می‌پذیرد. در شکل (۹-۴) ساختار تشکیلاتی پیشنهادی برای تشکل‌های آب‌بران در شبکه فرعی آبیاری و زهکشی را نشان داده‌شده است.

۱-Water User Association



شکل (۹- ۴): ساختار تشکیلاتی تشکل‌های آب‌بران

۱۰-۵ ماشین‌آلات و تجهیزات موردنیاز

مدیریت بهره‌برداری و نگهداری از شبکه فرعی آبیاری جهت انجام فعالیت‌های خود نیازمند استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات متناسب با نوع و حجم آن عملیات می‌باشد که به سه دسته لوازم و تجهیزات موردنیاز برای فعالیت‌های ستادی، بهره‌برداری و نگهداری تقسیم می‌شود.

ماشین‌آلات و تجهیزات در فعالیت‌های ستادی و بهره‌برداری به‌طور روزمره مورداستفاده قرارگرفته و توسط تشکل آب‌بران تهیه می‌شوند، اما برای فعالیت‌های تعمیر و نگهداری به‌صورت موردی استفاده می‌گردند. توصیه می‌شود ماشین‌آلات و تجهیزات لازم برای فعالیت‌های بهره‌برداری در قالب انعقاد قرارداد با تشکیلات بهره‌برداری از شبکه اصلی و یا پیمانکاران و دارندگان ماشین‌آلات تخصصی محلی تأمین شوند. پرداخت موردی هزینه‌ها موجب کاهش هزینه تعمیرات جزئی و کلی ازیک‌طرف و کاهش حجم پیکره نیروی انسانی موردنیاز می‌گردد.

علاوه بر موارد فوق لازم است تعدادی کانالت، زین، کفشک و پایه، لوله بتن مسلح و دریچه متناسب با حجم شبکه و فراوانی استفاده به همراه دیگر لوازم‌یدکی موردنیاز، در اختیار واحد

بهره‌برداری و نگهداری از شبکه فرعی قرار گیرد تا در موارد لازم نسبت به جایگزینی قطعات معیوب و غیرقابل تعمیر اقدام گردد.

جدول (۹-۱): تجهیزات و ماشین‌آلات موردنیاز برای انجام فعالیت‌های ستادی، نگهداری و بهره‌برداری

ردیف	فعالیت	نوع ماشین‌آلات و تجهیزات	توضیحات
۱	ستادی	لوازم اداری	میز و صندلی، تجهیزات دفتری، رایانه و چاپگر، تلفن و...
۲		دوربین عکاسی و فیلم‌برداری	تهیه مستندات فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری
۳	بهره‌برداری	موتورسیکلت و وانت‌بار	تردد متصدیان بهره‌برداری و تعمیرات شبکه
۴		قفل و زنجیر	جلوگیری از بهره‌برداری غیرمجاز از دریچه‌ها
۵		تجهیزات روشنایی دستی	انجام عملیات بهره‌برداری شبانه
۶	نگهداری و تعمیراتی	تراکتور مجهز به تیغه	تعمیرات شبکه و تسطیح و رگلاژ جاده‌های سرویس
۷		موتوربرق سیار	تأمین برق جهت عملیات جوشکاری، نگهداری و تعمیرات
۸		پمپ آب بنزینی یا دیزلی	تخلیه آب‌های اضافی حین انجام عملیات نگهداری
۹		خودرو مجهز به جرثقیل سه تنی	جابجایی و نصب قطعات کانالت
۱۰		دستگاه موتور جوش سیار و فرز	تعمیرات و جوشکاری ادوات و تأسیسات فلزی
۱۱		بیل و کلنگ	انجام عملیات لایروبی
۱۲		دستگاه بتن ساز متحرک	انجام عملیات بتنی
۱۳		تانکر آب ۵۰۰ لیتری	تأمین آب جهت انجام عملیات بتنی

۱۰-۶ هزینه‌ها و درآمدهای بهره‌برداری و نگهداری

بهره‌برداری و نگهداری صحیح و اصولی از شبکه فرعی آبیاری و زهکشی در گرو تأمین به‌موقع هزینه‌های آن خواهد بود. برای این کار لازم است با محاسبه حجم کار، هزینه انجام آن برآورد گردد تا با توجه به‌ضرورت انجام کار و امکان تأمین هزینه، فعالیت‌ها نسبت به هم اولویت‌بندی، برنامه‌ریزی و بودجه‌بندی گردند. هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری شامل هزینه خرید تجهیزات، لوازم و مصالح موردنیاز، نیروی انسانی، ماشین‌آلات لازم برای انجام عملیات بهره‌برداری و نگهداری و حق‌الزحمه قراردادهای برون‌سپاری فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری است. این هزینه‌ها متناسب با حجم آب تحویلی و یا سطح زیر کشت از آب‌بران دریافت می‌شود. بدین معنی که با تقسیم آن به نسبت میزان سطح مالکیتی زارعین، قدرالسهم به‌دست‌آمده از تک‌تک آنان گردآوری می‌شود. درآمد تشکل‌های فرعی آب‌بران نیز از محل حق‌الزحمه‌ای تأمین خواهد شد که آب‌بران

برای انجام فعالیت‌های مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه فرعی آبیاری در قرارداد منعقده با تشکل آب‌بران متعهد به پرداخت آن شده‌اند.

۱۰-۷ تهیه مستندات

مستندسازی باهدف ثبت مدارک، اطلاعات، وقایع و تجربیات حاصل از انجام فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری و به‌منظور افزایش کارایی تشکل‌های آب‌بران در مدیریت شبکه فرعی آبیاری و زهکشی و بهبود عملکرد شبکه تحت مدیریت آن‌ها انجام‌شده و می‌تواند دریکی از قالب‌های صوتی، تصویری، نرم‌افزاری و مکتوب صورت گیرد. جهت فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری شبکه فرعی آبیاری لازم است مستندسازی در بخش‌های زیر انجام گیرد:

۱۰-۷-۱ مستندات شناسنامه‌ای

منظور از مستندات شناسنامه‌ای کلیه اطلاعات مربوط به مشخصات فیزیکی و هیدرولیکی اجزای شبکه فرعی و داده‌های کمی و کیفی مربوط به منابع آب‌وخاک شبکه، اقلیم و نظایر آن می‌باشد. در تهیه مستندات شناسنامه‌ای شبکه فرعی، جمع‌آوری مستنداتی از موارد زیر باید مدنظر قرار گیرد.

- مشخصات فیزیکی و هیدرولیکی اجزا و تأسیسات شبکه فرعی و نقشه‌های چون ساخت آن‌ها؛
- منابع آب شبکه و میزان تأمین آب موردنیاز شبکه از آن منابع؛
- مستحدثات واقع در محدوده شبکه (خطوط انتقال نیرو، خطوط لوله نفت، شبکه مخابرات و ...)؛
- الگوی کشت و نیاز آبی محصولات آن الگو؛
- راندمان‌های آبیاری پیش‌بینی‌شده برای شبکه؛
- مشخصات اقلیمی در محدوده شبکه (مقادیر بارندگی، دما، تبخیر و...)؛
- ویژگی‌های اجتماعی و قومی، ساختار اجتماعی، سیاسی و مالی و محلی، سازمان‌ها و نهادهای موجود در سطح منطقه، ویژگی‌های فردی و اقتصادی آب‌بران؛
- دستورالعمل‌های بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات و تجهیزات شبکه.

۱۰-۷-۲ مستندات بهره‌برداری

مستنداتی که باید در ارتباط با عملیات بهره‌برداری جمع‌آوری گردند شامل مواردی به شرح زیر است:

- اطلاع‌ی‌ههای صادرشده به‌منظور تعیین ترکیب کشت و انعقاد قرارداد آبیاری با آب‌بران؛
- کار برگ های جمع‌آوری اطلاعات و آمار کشت؛
- برنامه توزیع آب در شبکه فرعی و صورت‌جلسات تحویل آب به آب‌بران؛
- نیروی انسانی و تجهیزات مورداستفاده جهت انجام عملیات بهره‌برداری؛
- عملیات آب اندازی (زمان و مدت انجام عملیات آب اندازی، نیروی انسانی مورداستفاده و...)
- مشکلات و کاستی‌های عملیات بهره‌برداری شامل توزیع آب بین کانال‌های درجه چهار داخل مزارع، تحویل آب از شبکه اصلی در محل تحویل آب، اولویت‌بندی توزیع آب در شرایط عادی و کمبود، مغایرت‌های وضع موجود بهره‌برداری با دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری و دلایل به وجود آمدن مغایرت‌ها.

۱۰-۷-۳ مستندات نگهداری و تعمیرات

مستنداتی که باید حین انجام عملیات نگهداری و تعمیرات جمع‌آوری گردد شامل مواردی به شرح زیر است:

- برنامه انجام عملیات نگهداری؛
- فهرست‌های کنترلی مورداستفاده برای انجام عملیات بازرسی؛
- مقادیر، هزینه‌ها و چگونگی تهیه و تأمین مواد، مصالح و ماشین‌آلات موردنیاز برای انجام عملیات؛
- نوع، حجم و هزینه فعالیت‌های برون‌سپاری شده؛
- نحوه تأمین نیروی انسانی موردنیاز برای انجام عملیات نگهداری و تعمیرات و هزینه‌های مرتبط.

۱۰-۷-۴ مستندات مالی

امور مالی یکی از مهم‌ترین مواردی است که باید در زمان بهره‌برداری و نگهداری شبکه فرعی آبیاری و زهکشی مستندات آن تهیه گردد. در تهیه مستندات مالی باید مواردی به شرح زیر موردتوجه قرار گیرد:

- صورتحساب هزینه‌های انجام‌شده توسط تشکل آب‌بران جهت بهره‌برداری و نگهداری شبکه؛
- صورتحساب حق‌الزحمه دریافت شده از آب‌بران به‌منظور انجام فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری؛
- صورتحساب آب‌بها (پیش‌بینی‌شده و دریافتی)؛
- قراردادهای سالانه آبیاری تشکل آب‌بران با تشکیلات بهره‌برداری و نگهداری شبکه اصلی و آب‌بران؛
- قرارداد برون‌سپاری خدمات بهره‌برداری و نگهداری و اجاره ماشین‌آلات و تجهیزات؛
- قراردادهای استخدام و به‌کارگیری نیروی انسانی.

۱۰-۷-۵ مستندات تشکیلاتی

مستنداتی که باید از تشکل‌های آب‌بران در شبکه فرعی آبیاری جمع‌آوری گردد، شامل مواردی به شرح زیر است:

- نمودار سازمانی و ساختار تشکیلاتی تشکل آب‌بران؛
- اساس‌نامه و مشخصات اعضای تشکل آب‌بران؛
- نام و مشخصات نمایندگان آب‌بران و وظایف محوله به آن‌ها.

۱۰-۷-۶ مستندات اداری - دفتری

مستنداتی که باید حین انجام امور اداری و دفتری در شبکه فرعی آبیاری و زهکشی توسط تشکل‌های آب‌بران جمع‌آوری گردد به شرح زیر است:

- سوابق مکاتبات انجام‌شده توسط تشکل آب‌بران با اعضای تشکل، سایر تشکل‌ها و سازمان‌های ذیربط؛
- صورت‌جلسه جلسات برگزارشده توسط تشکل‌های آب‌بران؛
- فهرست اموال منقول و غیرمنقول تشکل آب‌بران.

۱۰-۷-۷ مستندات حقوقی

مستنداتی که باید از انجام این بخش از فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری جمع‌آوری گردد شامل مواردی به شرح زیر است:

- شرح اختلافات و تخلفات در شبکه فرعی و اقدامات انجام‌شده جهت رسیدگی به آن‌ها؛
- اقدامات انجام‌شده جهت جلوگیری از تکرار تخلفات و بروز اختلافات.

۱۰-۷-۸ مستندات آموزشی

ثبت چگونگی انتقال دانش فنی به اعضای تشکل‌های آب‌بران از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی ازجمله مواردی است که باید در فرآیند تهیه مستندات موردتوجه قرار گیرد. این بخش از فرآیند تهیه مستندات با ثبت موارد زیر همراه است:

- فهرست و زمان برگزاری دوره‌ها و یا بازدیدهای آموزشی انجام‌شده و نتایج به‌دست‌آمده؛
- فهرست اسامی دانش‌آموختگان دوره‌های مختلف آموزشی؛
- اسناد و مدارک فنی استفاده‌شده جهت آموزش اعضای تشکل‌ها؛
- قوانین و آیین‌نامه‌های مورداستفاده در عملیات بهره‌برداری و نگهداری.

۱۰-۷-۹ مستندات ایمنی و حفاظتی

مستنداتی که باید از موارد ایمنی و حفاظتی با شروع بهره‌برداری از شبکه فرعی جمع‌آوری و ثبت گردد شامل مواردی به شرح زیر است:

- حوادث در شبکه فرعی با بررسی علل وقوع و نحوه برخورد با آن‌ها؛
- فهرست تجهیزات ایمنی موردنیاز برای انجام عملیات نگهداری و تعمیرات؛
- فعالیت‌های انجام‌شده برای کاهش آثار منفی زیست‌محیطی شبکه (در صورت وجود).

۱۰-۷-۱۰ گزارش‌های موردی و دوره‌ای بهره‌برداری و نگهداری

تشکل‌های آب‌بران برحسب مورد موظف به تهیه گزارش‌های موردی و دوره‌ای از فعالیت‌های خود می‌باشند. بخشی از این گزارش‌ها که به‌صورت موردی تهیه می‌گردد جهت انعکاس مسائلی نظیر خسارت خشک‌سالی، مالی و جانی بوده و بخشی دیگر که به‌صورت دوره‌ای (ماهانه یا سالانه) تهیه می‌شود دربردارنده مطالبی از نحوه برنامه‌ریزی و انجام فعالیت‌های بهره‌برداری و نگهداری

انجام‌شده در شبکه، موانع و مشکلات موجود در انجام آن فعالیت‌ها و گزارش‌های تحلیلی از عملکرد مالی شامل هزینه‌ها و درآمدها و آب‌بهای وصولی است. این گزارش‌ها جهت ارائه به اعضای هیئت‌مدیره و مجمع عمومی تشکل‌های آب‌بران و یا سازمان‌های ذیصلاح در امر بهره‌برداری و نگهداری شبکه فرعی نظیر سازمان جهاد کشاورزی تهیه می‌گردد.

پیوست شماره ۱- کار برگ اعلام آمار کشت

شبکه فرعی آبیاری و زهکشی واحد عمرانی ... .

تشکل آب‌بران ... .

کار برگ اعلام آمار کشت سال زراعی ... .

ردیف	نام و نام خانوادگی	شماره پرونده	موقعیت زمین		سطح کشت (هکتار)				
			نام مزرعه	نام کانال درجه چهار	محصول ۱	محصول ۲	محصول ۳	محصول...	جمع
۱									
۲									
۳									
۴									
۵									
جمع									

پیوست شماره ۲- کار برگ اعلام آمار کشت اصلاح‌شده به تشکل آب‌بران

واحد بهره‌برداری و نگهداری ... .
آمار کشت اصلاح‌شده تشکل آب‌بران ... .

نام مزرعه	میزان کشت (هکتار)					
	وضعیت	محصول ۱	محصول ۲	محصول ۳	محصول...	جمع
	اعلام‌شده					
	موافقت شده					
	اعلام‌شده					
	موافقت شده					
جمع	اعلام‌شده					
	موافقت شده					
تاریخ شروع آبیاری						
تاریخ آخرین آبیاری						

پیوست شماره ۳- قرارداد سالانه مدیریت شبکه اصلی آبیاری با تشکل آب بران

بسمه تعالی

تشکل آبیران _____ وجعلنا من الماء کل شی حی شماره : _____

شبکه آبیاری و زهکشی _____ تفاهمنامه آبیاری سال زراعی ۱۳۰۰ تاریخ : _____

حسب اختیارات حاصله از قرارداد شماره _____ مورخ _____ فیمابین سازمان آب و برق خوزستان و نماینده تشکل آبیران _____ مستقر در _____ ،این تفاهم نامه بین تشکل آبیران مذکور به نمایندگی آقای _____ فرزند _____ به شماره شناسنامه _____ به آدرس _____ که در این قرارداد تشکل نامیده می شود از یک طرف و آقای _____ فرزند _____ به شماره شناسنامه _____ به آدرس و تلفن : _____ بعنوان مصرف کننده منعقد می گردد.

۱- موضوع قرارداد : تخصیص و توزیع آب برای آبیاری _____ هکتار زمین کشاورزی واقع در شبکه آبیاری رامشیر ساحل راست ناحیه عمرانی ۱ آبخور کانال _____ دریچه _____ برای کشتهای زیر :

نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	تاریخ کشت	تاریخ برداشت
الف :	.....	.....	.....
ب :	.....	.....	.....
ج :	.....	.....	.....
د :	.....	.....	.....

۲- مدت قرارداد از تاریخ ..... لغایت .....

۳- مقدار آب تحویلی با توجه به سطوح کشت ارائه شده و بر اساس جداول نیاز آبی طرح به شرح زیر می باشد.

نام محصول	سطح کشت (هکتار)	حجم آب مورد نیاز (متر مکعب)												
		مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سال
نیاز آبی محصول ۱														
نیاز آبی محصول ۲														
نیاز آبی محصول ...														
جمع														
درصد تعدیل (با توجه به پیش‌بینی‌های حجم منابع آب قابل دسترس)														
آب قابل تحویل از شبکه														

تذکر :

- احجام مذکور در ابتدای آبگیرهای درجه ۳ به مصرف‌کننده تحویل می‌گردد.
- در برآورد احجام فوق تلفات توزیع و کاربرد نیز لحاظ شده است.
- احجام فوق با توجه به محدودیت‌های اعلام شده از سوی مدیریت شبکه آبیاری رامشیر ساحل راست ناحیه عمرانی ۱ در تأمین آب و رعایت الگوی کشت طرح شبکه برآورد شده است.

۴- در هر نوبت آبیاری، آب به مصرف کننده بنا به درخواست او بصورت حجمی و یا روشهای مورد توافق پس از موافقت مدیریت شبکه تحویل خواهد شد.

۵- پس از درخواست آب از سوی مصرف‌کننده، اقدامات لازم جهت دریافت آب از مدیریت شبکه، اطلاع دهی و تحویل آب به مصرف‌کننده جزء وظایف تشکل آب‌بران می باشد.

۶- در صورتی که تقاضا برای آب زیاد باشد آب بصورت نوبت بندی توزیع خواهد شد. قبول این موضوع و رعایت عدالت در نوبت بندی از تعهدات طرفین است.

۷- آب بهاء : مبلغ و روش پرداخت آب بهاء از مصرف کننده مطابق توافقات تشکل آب‌بران و مدیریت شبکه خواهد بود.

- مصرف‌کننده آب بهاء را به تشکل‌آب‌بران پرداخت خواهد نمود.
- مصرف‌کننده موظف است آب را صرفا در اراضی مورد قرارداد و با مساحت تعیین شده به مصرف برساند و درصورت تخلف از این امر ضمن قطع آب، به مدیریت شبکه معرفی خواهدشد. تحویل مجدد آب به وی منوط به ارائه معرفی نامه از مدیریت شبکه خواهد بود.

۸- مصرف کننده باید در هر نوبت آبیاری تقاضای خود را در چهارچوب تقویم ماهانه مندرج در قرارداد به فاصله زمانی مناسب (۲ الی ۵ روز زودتر) به تشکل آبیاری اعلام نمایند تا فرصت کافی جهت بررسی تقاضا و تنظیم و تأمین به موقع آب وجود داشته باشد.

۹- مصرف کننده مجاز به انتقال سهمیه آب ماهانه خود به ماه بعد نمی باشد.

۱۰- تحویل مقادیر آب مندرج در جدول منوط به وجود منابع آب مطابق پیش بینی ها و موافقت مدیریت شبکه آبیاری رامشیر ساحل راست ناحیه عمرانی ۱ خواهد بود، در غیر این صورت، از سهمیه آب تحویلی متناسباً کاسته خواهد شد.

۱۱- مصرف‌کننده موظف است کلیه موارد مربوط به حفظ و نگهداری شبکه را مراعات نموده و درصورت بروز خسارت ناشی از سهل‌انگاری، ملزم به جبران خسارات وارده می‌باشد.

۱۲- درصورتی که مصرف‌کننده از موارد مندرج در این قرارداد عدول کند، تشکل آب‌بران ضمن معرفی نامبرده به مراجع ذیصلاح در سال زراعی آینده نیز موقع عقد قرارداد تضمین کافی از مصرف‌کننده درخواست خواهد نمود.

۱۳- هرگونه عقد قرارداد جدید منوط به تسویه حساب مطالبات گذشته بوده و با درنظر گرفتن امکانات و محدودیتهای موجود میسر خواهد بود.

۱۴- درصورت بروز هرگونه اختلاف بین تشکل و مصرف‌کنندگان برحسب مورد، موضوع در یک کمیسیون سه نفره مرکب از نماینده مصرف‌کنندگان و نماینده تشکل و نماینده سازمان آب و برق خوزستان مورد بررسی قرار گرفته و پیشنهادات لازم جهت حل مسأله ارائه می‌گردد.

مسئول تشکل آب‌بران	مصرف‌کننده آب
(نام و امضاء)	(نام و امضاء)

پیوست شماره ۴- قرارداد سالانه آبیاری تشکل آب‌بران با آب‌بران

تاریخ: .....

شماره: .....

پیوست: .....

‹‹قرارداد آبیاری››

این قرارداد بین آقای ..... مالک قطعه ..... فرزند با شماره شناسنامه ..... به نشانی و تلفن ..... که در این قرارداد مصرف کننده نامیده می شود از یک طرف و آقای ..... فرزند..... با شماره شناسنامه ..... به نشانی و تلفن ..... که در این قرارداد تشکل آب بران نامیده می شود تنظیم و مبادله می گردد.

ماده ۱) تحویل آب برای آبیاری ..... هکتار زمین کشاورزی واقع در محدوده اراضی تحت پوشش تشکل آب بران ..... در مزرعه ..... برای کشت/ کشت هایی به شرح زیر می‌باشد:

	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	تاریخ کشت	تاریخ برداشت
الف:	.....	.....	.....	.....
ب:	.....	.....	.....	.....
ج:	.....	.....	.....	.....
د:	.....	.....	.....	.....
ه:	.....	.....	.....	.....

ماده ۲) مدت قرارداد از تاریخ ..... لغایت ..... به مدت ..... روز می باشد.

ماده ۳) مقدار آب تحویلی با توجه به سطوح کشت ارایه شده توسط آب بر و بر اساس نیاز آبی محصولات پیش بینی شده برای شبکه به شرح زیر می باشد:

نام محصول	حجم آب تحویلی (مترمکعب)														
	سطح کشت (هکتار)	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سال
محصول ۱														
محصول ۲														
محصول ۳														
محصول ۴														
محصول ۵														
محصول ...														
جمع														
درصد تعدیل با توجه به حجم آب اختصاصی به تشکل آب بران														
آب قابل تحویل به آب بر														

تذکر:

- احجام مذکور مطابق برنامه آبیاری تنظیم شده توسط تشکل آب بران برای توزیع آب در سطح شبکه فرعی، با اطلاع قبلی دراختیار آب بران قرار خواهد گرفت. برنامه توزیع آب در سطح شبکه فرعی باید پس از تنظیم در اختیار آب بران شبکه قرار گیرد.
- در برآورد احجام فوق تلفات توزیع و کاربرد نیز لحاظ شده است.
- آب بر موظف است که احجام مذکور را صرفا در اراضی خود به مصرف رسانده و در صورت تخلف از این امر طبق مقررات و قوانین حاکم با وی رفتار خواهد شد.

-تحویل مقادیر آب مندرج در جدول فوق منوط به وجود منابع آب مطابق پیش بینی های انجام شده خواهد بود و چنانچه کاهش پیش‌بینی نشده‌ای درمیزان آب تخصیصی به شبکه در اثر عواملی نظیر خشکسالی حاصل شود، مقادیر جدول فوق نیز متناسباً کاهش خواهد یافت.

ماده ۴) آب بها به صورت حجمی و براساس رقم ابلاغ شده توسط شرکت بهره بردار شبکه اصلی به تشکل آب بران برای هر مترمکعب از آب توزیع شده ..... ریال است که به صورت ..... از مصرف کننده دریافت خواهد شد.

ماده ۵) مصرف کننده موظف است کلیه موارد مربوط به حفظ و نگهداری اجزا و تاسیسات شبکه را مراعات نموده و در صورت بروز خسارت ناشی از سهل انگاری، ملزم به جبران خسارات وارده می باشد.

ماده ۶) در صورتی که آب بر از موارد مندرج در این قرارداد عدول نماید، تشکل آب بران ضمن معرفی نامبرده به مراجع ذیصلاح، در سال زراعی آینده نیز حین عقد قرارداد، تضمین کافی از وی درخواست خواهد کرد.

ماده۷) مصرف کننده موظف است جهت انجام فعالیت های بهره برداری و نگهداری شبکه فرعی به ازای هر مترمکعب از آب مصرفی مبلغ ..... ریال را به عنوان حق الزحمه به تشکل آب بران به صورت ..... پرداخت نماید.

ماده ۸) هرگونه عقد قرارداد جدید منوط به تسویه حساب مطالبات گذشته است.

ماده ۹) در صورت بروز هرگونه اختلاف بین تشکل آب بران و آب بران برحسب مورد، موضوع در یک کمیسیون سه نفره مرکب از مصرف کننده و نماینده تشکل آب بران و نماینده جهاد کشاورزی منطقه مورد بررسی قرار گرفته و پیشنهادهای لازم جهت حل مساله ارایه می گردد.

ماده ۱۰) این قرارداد در ۱۰ ماده و به تعداد ۳ نسخه و به امضای طرفین قرارداد رسیده و کلیه نسخ آن ارزش واحد دارند.

نماینده تشکل آب بران	آب بر.....
نام و امضا	نام و امضا

پیوست شماره ۵-کار برگ صورت‌جلسه تحویل آب به تشکل آب‌بران

صورت‌جلسه تحویل آب نوبت‌های آبیاری به تشکل‌های آب‌بران

بدین‌وسیله این‌جانب ..... نماینده تشکل آب‌بران ..... اعلام و تأیید می‌نمایم که آب سهمیه اراضی خود را در ابتدای آبگیر مزرعه در نوبت‌های مطابق جدول زیر از نماینده شرکت بهره‌بردار شبکه اصلی آبیاری و زهکشی..... آقای ..... تحویل گرفته و توزیع آن به عهده این‌جانب می‌باشد. در صورت بروز هرگونه خسارت احتمالی ناشی از عدم توزیع مناسب آب پاسخگو خواهم بود و هیچ‌گونه اعتراضی به شرکت بهره‌بردار نخواهم داشت. ضمناً همکاری خود را با شرکت بهره‌بردار درزمینهٔ شناسایی افراد متجاوز به تأسیسات شبکه و ناقضین مقررات اعلام می‌نمایم

نوبت	آبگیر مزرعه	تاریخ شروع آبیاری	ساعت شروع آبیاری	تاریخ خاتمه آبیاری	ساعت خاتمه آبیاری	مدت‌زمان تحویل آب (ساعت)	حجم آب تحویلی (مترمکعب)	امضا نماینده تشکل آب‌بران

پیوست شماره ۶ کار برگ صورت‌جلسه تحویل آب به آب‌بران

صورت‌جلسه تحویل آب نوبت‌های آبیاری به آب‌بران

بدین‌وسیله این‌جانب ..... فرزند ..... اعلام و تأیید می‌نمایم که آب سهمیه اراضی خود را در نوبت‌هایی مطابق جدول زیر از نماینده تشکل آب‌بران ..... آقای ..... تحویل گرفته و مصرف آن به عهده این‌جانب می‌باشد. در صورت بروز هرگونه خسارت احتمالی ناشی از عدم مصرف مناسب آب پاسخگو خواهم بود و هیچ‌گونه اعتراضی به تشکل آب‌بران ..... نخواهم داشت. ضمناً همکاری خود را با تشکل آب‌بران ..... درزمینهٔ شناسایی افراد متجاوز به تأسیسات شبکه و ناقضین مقررات اعلام می‌نمایم.

نوبت	آبگیر مزرعه	حجم آب تحویلی (مترمکعب)	تاریخ شروع آبیاری	ساعت شروع آبیاری	تاریخ خاتمه آبیاری	ساعت خاتمه آبیاری	مدت‌زمان آبیاری (ساعت)	امضا آب بر

پیوست شماره ۷- فهرست‌های کنترلی

فهرست کنترل عملیات نگهداری کانالت‌های شبکه فرعی آبیاری و زهکشی

نام بازدیدکننده: تاریخ بازدید: نوع بازدید: روزانه ☐ هفتگی ☐ ماهانه ☐

سمت: ساعت شروع: ساعت پایان: سالانه ☐ موردی ☐ اضطراری ☐

ردیف	نام کانالت	کیلومتر		وجود نشت	شکستگی بدنه کانالت	جابجایی زین، پایه و کفشک	نیازمند لایروبی	نیازمند علف کنی	توضیحات
		از	تا						
۱									
۲									
۳									
۴									
۵									

فهرست کنترل عملیات نگهداری سازه‌های مقسم شبکه فرعی آبیاری و زهکشی

نام	تاریخ بازدید:	روزانه ☐ هفتگی ☐ ماهانه ☐	
بازدیدکننده:		نوع بازدید	
سمت:	ساعت شروع:	ساعت پایان:	سالانه ☐ موردی ☐ اضطراری ☐

ردیف	مشخصات سازه		وضعیت بدنه سازه			نیازمند لایروبی و علف کنی	وضعیت دریچه‌های سازه					توضیحات
	نام کانالت	شماره از مقسم	سالم	نیازمند تعمیر	پوشش خاکی اطراف بدنه		سالم	زنگ‌زدگی	نیازمند تعمیر	نیازمند آب‌بندی	سرقت شده	
۱												
۲												
۳												
۴												
۵												

فهرست کنترل عملیات نگهداری جاده‌های سرویس شبکه فرعی آبیاری و زهکشی

نام بازدیدکننده: تاریخ بازدید: روزانه ☐ هفتگی ☐ ماهانه ☐

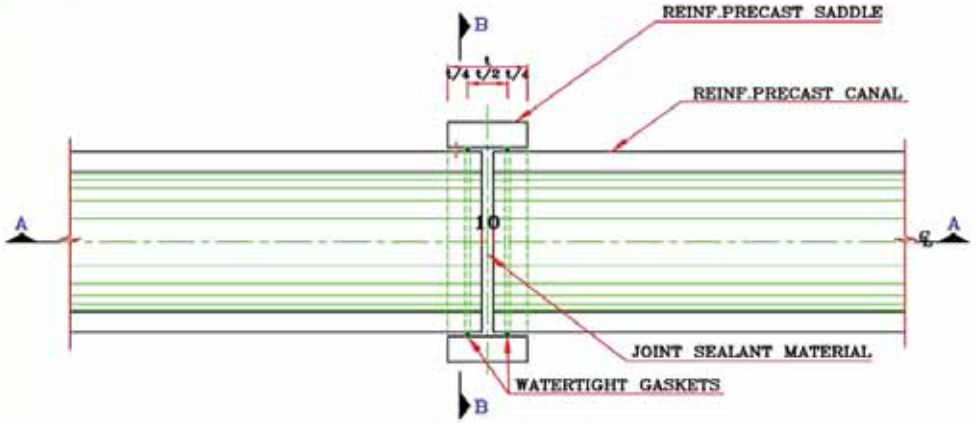
نوع بازدید سالانه ☐ موردی ☐ اضطراری ☐

سمت: ساعت شروع: ساعت پایان:

ردیف	نام جاده سرویس	کیلومتر		نیاز به تسطیح و رگلاژ	نیاز به شن‌ریزی	نیاز به ترمیم شانه خاکی		نیاز به ترمیم و بازسازی ابنیه	نیاز به آزادسازی مسیر	توضیحات
		از	تا			راست	چپ			
۱										
۲										
۳										
۴										
۵										

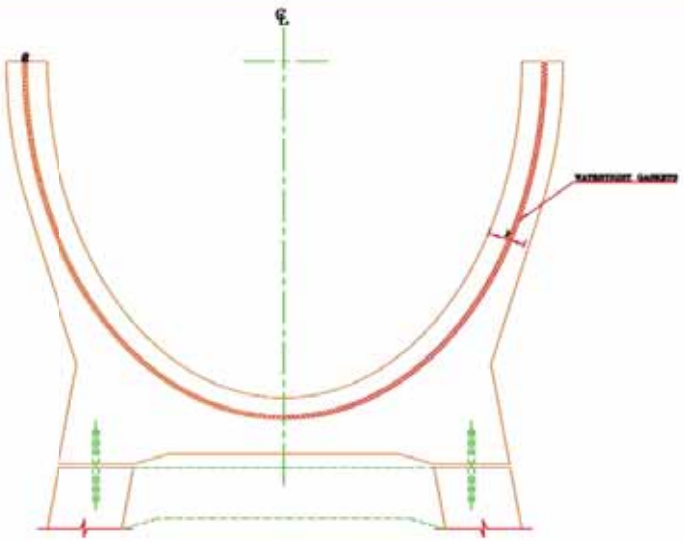
پیوست

نقشه‌های کانالت و متعلقات آن



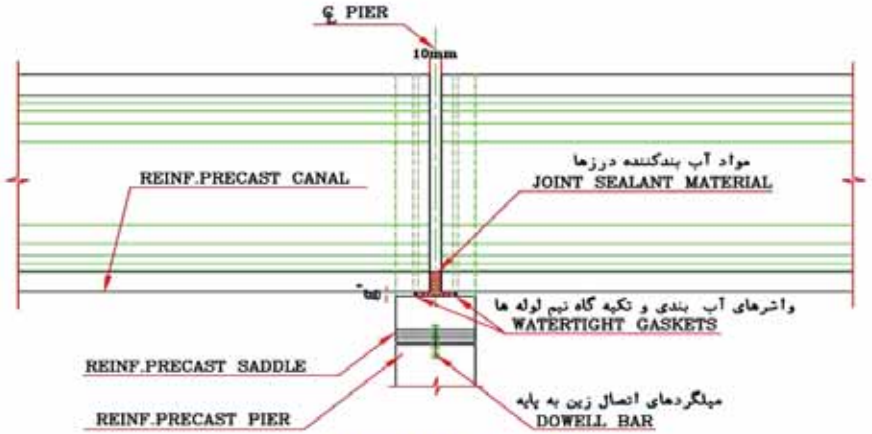
CANAL PLAN

N.T.S.



SECTION B–B

N.T.S.



SECTION A–A

N.T.S.

TYPE OF CANAL	t mm.	t' mm.
70–160	7	7
200–280	8	8
315–350	9	9
400–600	10	10
700–1000	13	10

توضیحات :

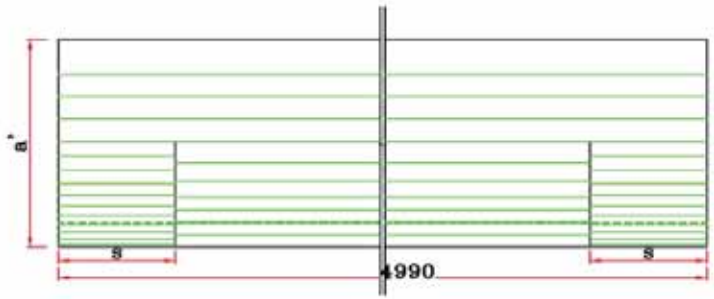
-کلیه اندزه ها بر حسب سانتیمتر می باشد.

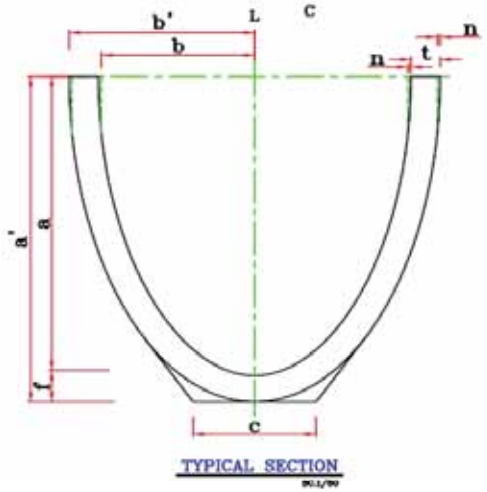
- برای ملاحظه مشخصات واشر تکیه گاهها و مواد آب بند کننده درزها به دفترچه مشخصات فنی مراجعه شود.

عنوان نقشه:

نصب کانال های بتنی پیش ساخته و سازی و متعلقات آنها

جزییات نصب کانال بر روی زین





TYPICAL SECTION

TYPE	a mm.	a' mm.	b mm.	b' mm.	c mm.	f mm.	t mm.	n mm.	r mm.	s mm.
70	333.8	393.8	133.5	183.5	150	60	50	5	10	200
80	356.8	416.8	142.7	192.7	150	60	50	5	10	200
100	398.9	458.9	159.5	209.5	150	60	50	5	10	200
120	437.0	497.0	174.8	224.8	150	60	50	5	10	200
135	463.5	523.5	185.4	235.4	190	60	50	5	10	200
150	488.6	548.6	195.4	245.4	190	60	50	5	10	200
180	516.2	576.2	221.9	271.9	190	60	50	5	10	200
200	526.2	586.2	242.0	292.0	190	60	50	5	10	200
230	558.6	618.2	262.3	312.3	210	60	50	5	10	200
250	558.6	618.6	284.8	334.8	210	60	50	5	10	200
280	574.5	634.5	310.2	360.2	210	60	50	5	10	200
315	593.2	653.2	338.1	388.1	210	60	50	7	10	200
350	609.4	669.4	365.6	415.6	230	60	50	7	11	200
400	625.9	685.9	406.8	456.8	230	60	50	7	11	200
450	630.7	690.7	454.1	504.1	230	60	50	7	11	200
520	635.4	700.4	521.0	571.0	230	65	50	7	11	200
600	651.5	721.5	586.3	636.3	240	70	50	7	11	200
700	667.5	737.5	667.5	717.5	240	70	50	10	12	200
800	713.6	783.6	713.6	763.6	270	70	50	10	12	200
900	756.9	836.9	756.9	806.9	270	80	50	10	12	200
1000	797.8	877.8	797.8	847.8	270	80	50	10	12	200

توضیحات :

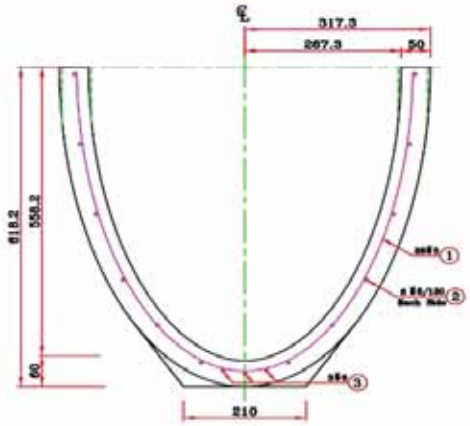
۱- بتن مصرفی ازنوع B-400 باحدود ۴۵۰ کیلوگرم سیمان درمتر مکب بتن و مقاومت ۲۸روزه ۴۰۰کیلوگرم بر سانتیمترمربع ، برروی نمونه‌های مکعبی استاندارد میباشد.

۲- میلگرد مصرفی ازنوع AIV (سردکشیده شده) باحداقل حد ارتجاعی ۵۰۰۰ کیلوگرم برسانتیمتر مربع میباشد.

۳- ضخامت بتن پوششی ، ازسطح داخلی کانال تا روی میلگردهای عرضی ، درقسمت کف کانال بایستی ۳۰ سانتیمتر ودر قسمت لبه‌ها ۲۰میلیمتر باشد.

۴- اندازه گذاری ابعاد برحسب میلیمتر میباشد.

عنوان نقشه :
مشخصات هندسی برش کانال ،اطلاعات فنی
جزئیات وجدول آهن بندی



CANAL SECTION

BAR SCHEDULE					
BAR FIGURE					
POS.	DIA. (MM)	NO.	LENGTH (M)	TOTAL LENGTH (kg)	TOTAL WEIGHT
1	5	28	1.37	38.36	5.91
2	5	12	4.95	59.40	9.15
3	6	3	4.95	14.85	3.30
				GRAND TOTAL	18.36

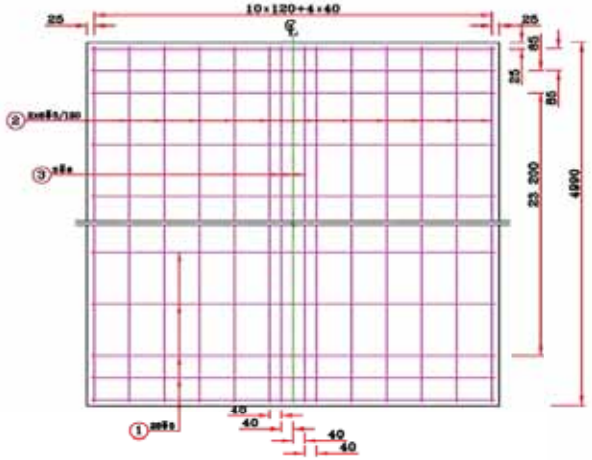
COORDINATES				REMARKS
INT.SEMI X	ELLIPTIC Y	EXT.SEMI X'	ELLIPTIC Y'	
b=262.3	0.0	b'=312.3	0.0	S=200mm. r=10mm.
261.0	55.6	310.7	61.8	
257.0	111.6	306.0	123.6	
250.2	167.5	297.9	185.5	
240.4	223.3	286.2	247.3	
227.2	279.1	270.5	309.1	
209.8	334.9	249.8	370.9	
187.3	390.7	223.0	432.7	
157.4	446.6	187.4	494.6	
114.3	502.4	136.1	556.4	
0.0	a=558.2	0.0	a'=618.2	

TECHNICAL INFORMATION

CONCRETE AREA OF CANAL 0.0779M²

CONCRETE VOLUME PER PIECE OF CANAL 0.3897M³

WEIGHT PER PIECE OF CANAL 947kg.

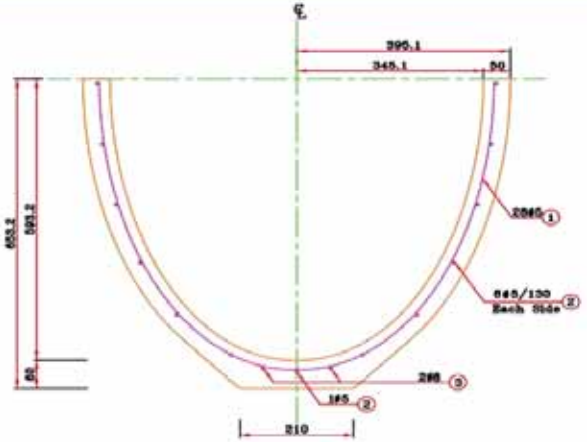


FABRIC MESH PLAN

عنوان نقشه:

مشخصات هندسی برش کانال ،اطلاعات فنی

جزئیات وجدول آهن بندی - تیپ ۲۳۰



CANAL SECTION

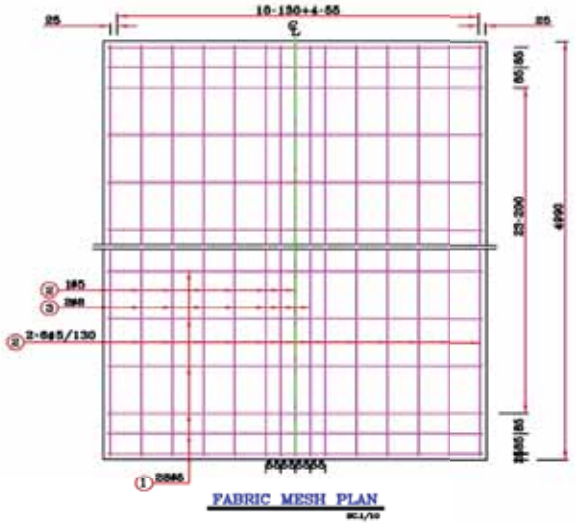
BAR SCHEDULE					
BAR FIGURE					
POS.	DIA. (MM)	NO.	LENGTH (M)	TOTAL LENGTH (M)	TOTAL WEIGHT (kg)
1	5	28	1.53	42.84	6.60
2	5	13	4.95	64.35	9.91
3	8	2	4.95	9.90	3.91
				GRAND TOTAL	20.42

COORDINATES				REMARKS
INT.SEMI X	ELLIPTIC Y	EXT.SEMI X'	ELLIPTIC Y'	
b=338.1	0.0	b'=388.1	0.0	
336.4	59.3	386.2	65.3	
331.3	118.6	380.3	130.6	
322.5	178.0	370.2	196.0	
309.9	237.3	355.7	261.3	
292.8	296.6	336.1	326.6	
270.5	355.9	310.5	391.9	
241.5	415.2	277.2	457.3	
202.9	474.7	232.9	522.6	
147.4	533.9	169.2	587.9	
0.0	a=593.2	0.0	a'=653.2	

a=200mm.
r=10mm.

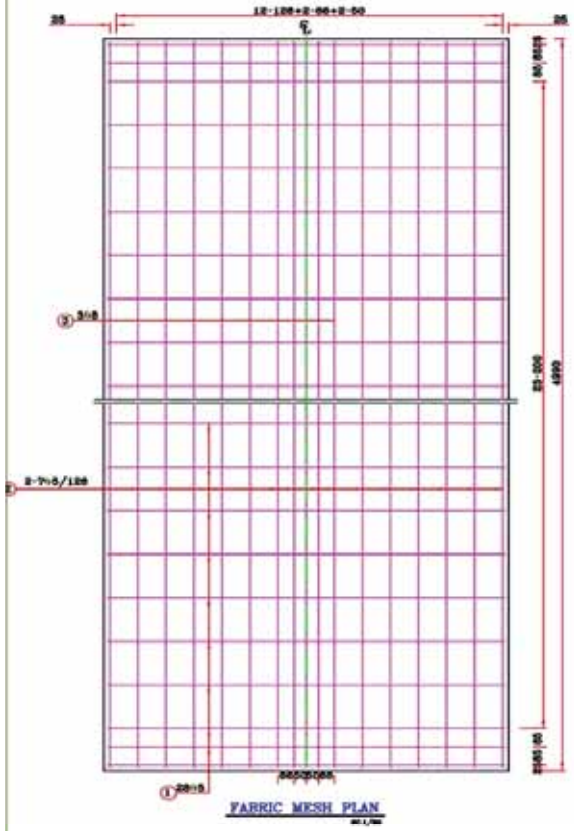
TECHNICAL INFORMATION

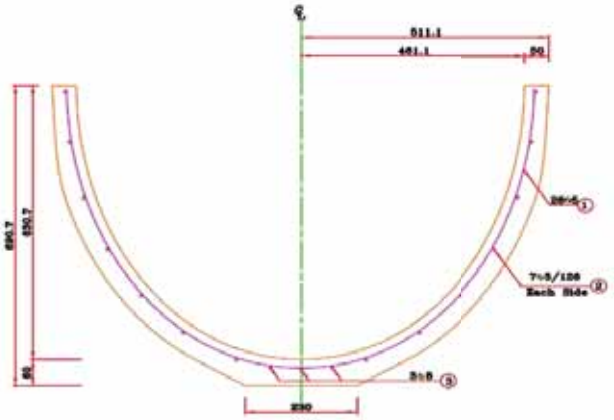
CONCRETE AREA OF CANAL 0.0864m²
CONCRETE VOLUME PER PIECE OF CANAL 0.4297m³
WEIGHT PER PIECE OF CANAL 1074kg.



FABRIC MESH PLAN

عنوان نقشه:
مشخصات هندسی برش کانال ،اطلاعات فنی
جزئیات وجدول آهن بندی - تیپ ۳۱۵





COORDINATES				REMARKS
INT.SEMI X	ELLIPTIC Y	EXT.SEMI X'	ELLIPTIC Y'	
b=454.1	0.0	b'=504.1	0.0	S=200mm. r=11mm.
451.8	63.1	501.8	69.1	
444.9	126.1	493.9	138.1	
433.2	189.2	480.8	207.2	
416.2	252.3	462.0	276.3	
393.3	315.4	436.6	345.4	
363.3	378.4	403.3	414.4	
324.3	441.5	360.0	483.5	
272.5	504.6	302.5	552.6	
197.9	567.6	219.7	621.6	
0.0	a=630.7	0.0	a'=690.7	

TECHNICAL INFORMATION

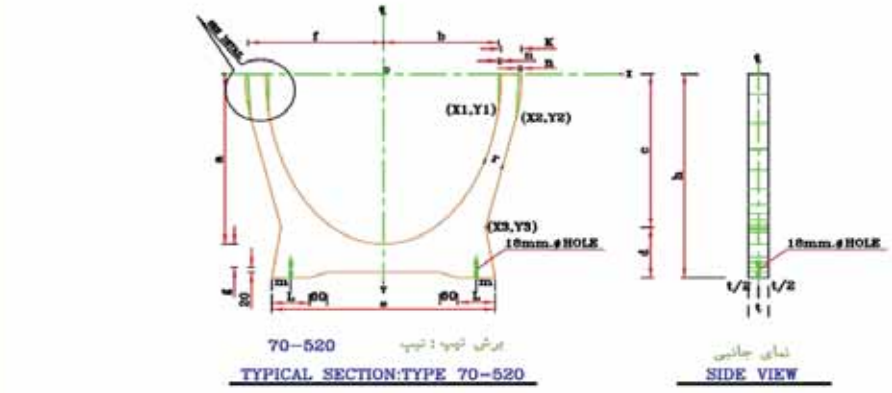
CONCRETE AREA OF CANAL	0.080 m^2
CONCRETE VOLUME PER PIECE OF CANAL	0.4995 m^3
WEIGHT PER PIECE OF CANAL	1241kg.

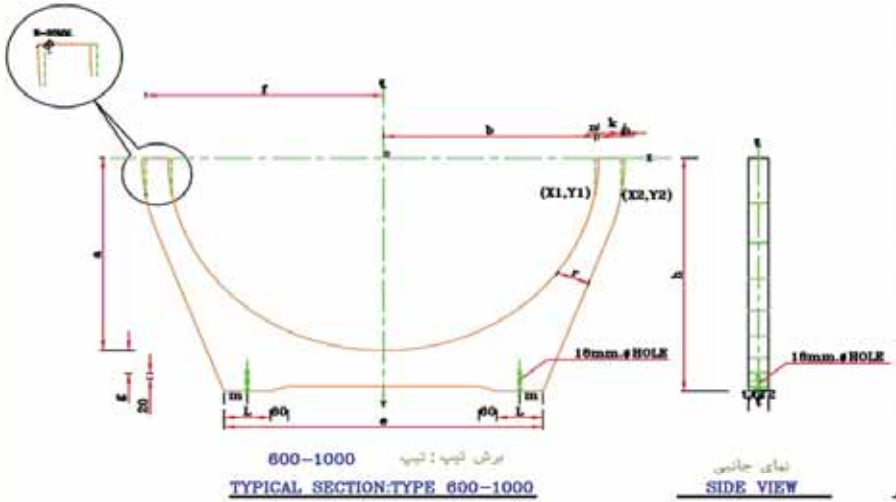
BAR SCHEDULE

BAR FIGURE

POS.	DIA. (mm)	NO.	LENGTH (M)	TOTAL LENGTH (M)	TOTAL WEIGHT (kg)
1	5	28	1.76	49.28	7.59
2	5	14	4.95	69.30	10.67
3	5	3	4.95	14.85	5.67
				GRAND TOTAL	24.13

سوای شده:
مشخصات هندسی پرش کانال ،اطلاعات فنی
جزئیات وجدول آهن بندی - آب ۴۵۰





جدول اندازه ها

DIMENSIONS TABLE

TYPE	a mm.	b mm.	c mm.	d mm.	e mm.	f mm.	g mm.	h mm.	k mm.	L mm.	m mm.	n mm.	t mm.	r mm.
70	400.8	190.5	380.7	140.1	450	250.5	60	500.8	60	100	50	7	140	1393.3
80	423.8	199.7	381.4	142.4	450	259.7	60	523.8	60	100	50	7	140	1409.1
100	465.9	216.5	419.3	145.6	450	276.5	60	565.9	60	100	50	7	140	1446.6
120	504.0	231.8	453.6	153.4	520	291.8	60	604.0	60	100	50	7	160	1722.5
135	530.5	242.4	477.5	153.0	520	302.4	60	630.5	60	100	50	7	160	1742.5
150	555.6	252.4	500.0	155.6	520	312.4	60	655.6	60	100	50	7	160	1762.7
180	583.2	278.9	524.9	163.3	620	338.9	90	693.2	60	130	65	7	160	2432.8
200	594.2	300.0	534.8	162.4	620	360.0	90	704.2	60	130	65	7	160	2101.2
230	626.2	320.3	563.9	172.3	620	380.3	90	736.2	60	130	65	7	160	2010.5
250	626.6	342.5	563.9	172.7	770	412.5	90	736.6	70	130	65	7	160	1948.1
280	642.5	368.2	578.3	171.2	770	438.2	90	752.5	70	130	65	7	160	1760.4
315	662.2	397.1	596.0	175.2	770	467.1	90	772.2	70	130	65	9	160	1615.0
350	678.4	424.6	610.6	177.8	840	504.6	90	788.4	80	140	70	9	160	1619.7
400	695.9	466.8	626.3	179.6	840	546.8	90	805.9	80	140	70	9	160	1440.3
450	700.7	514.1	630.6	213.1	1000	604.1	120	840.7	90	150	75	9	160	1490.2
520	710.4	581.0	639.4	211.0	1000	671.0	120	850.4	90	150	75	9	160	1239.2
600	731.5	646.3	-	-	1100	736.3	140	891.5	90	160	80	9	200	2226.2
700	747.5	730.5	-	-	1100	820.5	140	907.5	90	160	80	12	200	1657.4
800	793.6	776.6	-	-	1250	866.6	140	953.6	90	170	85	12	200	2002.8
900	846.9	819.9	-	-	1250	909.9	140	1006.9	90	170	85	12	200	1921.6
1000	867.8	860.8	-	-	1350	950.8	150	1057.8	90	180	90	12	200	2166.4

توضیحات :

۱- بتن مصرفی از نوع B400 با حدود ۴۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن و مقاومت ۲۸ روزه ۴۰۰ کیلوگرم به سانتیمتر مربع بر روی نمونه‌های مکعبی استاندارد می‌باشد.

۲- میلگرد مصرفی از نوع AIII (سخت آجدار) با حداقل حد ارتجاعی ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.

۳- ضخامت بتن پوشش روی خاموتها در کف قوس داخلی زین ۳۰ میلیمتر و در سایر قسمتها ۲۰ میلیمتر می‌باشد.

۴-اندازه گذاری ابعاد بر حسب میلیمتر می‌باشد.

عنوان نقشه:

نقشه تیپ زین جدول اندازه ها و توضیحات

DIMENSIONS TABLE جدول اندازه ها

CANAL TYPE	a Cm.	d Cm.	e Cm.	f Cm.	g Cm.	h=25 Cm.	h=25 Cm.	h=50 Cm.	h=50 Cm.	h=75 Cm.	h=75 Cm.	h=100 Cm.	h=100 Cm.	h=125 Cm.	h=125 Cm.	h=150 Cm.	h=150 Cm.	h=175 Cm.	h=175 Cm.	h=200 Cm.	h=200 Cm.
70,80,100	40	14	12	4	4	53	10	61	10	69	10	77	10	85	10	93	10	–	–	–	–
120,135,150	52	15	12	4	4	60	10	68	10	76	10	84	10	92	10	100	10	–	–	–	–
180,200,250	66	15	12	4	4	70	13	78	13	86	13	94	13	102	13	110	13	118	13	126	13
250,280,315	77	15	12	4	4	83	13	89	13	95	13	101	13	107	13	113	13	119	14	125	14
350,400	84	15	15	5	5	90	14	96	14	102	14	108	14	114	14	120	14	126	14	132	14
450,520	100	15	15	6	5	106	15	112	15	118	15	124	15	130	15	136	15	142	15	148	15
600,700	110	20	21	7	6	117.5	16	125	16	132.5	16	140	16	147.5	16	155	16	162.5	17	170	17
800,900	125	22	24	8	8	132.5	17	140	17	147.5	17	155	17	162.5	18	170	18	177.5	18	185	18
1000	135	22	24	8	8	142.5	18	150	18	157.5	18	165	18	172.5	18	180	18	187.5	20	195	20

توضیحات :

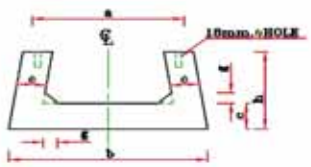
۱- بتن مصرفی از نوع B-300 با حدود ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب‌بتن ومقاومت ۲۵ روزه ۳۰۰ کیلوگرم به سانتیمترمربع‌بر روی نمونه‌های مکعبی استاندارد تعیین می‌گردد.

۲- میلگرد طولی از نوع AIII (سخت آجدار) با حداقل حد ارتجاعی ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.

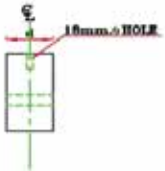
۳-میلگرد مصرفی جهت خاموتها از نوع AII (ساده) با حداقل مقاومت حد ارتجاعی ۲۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد.

۴-میزان پوشش روی خاموتها در همه جا ۴ سانتیمتر می باشد.

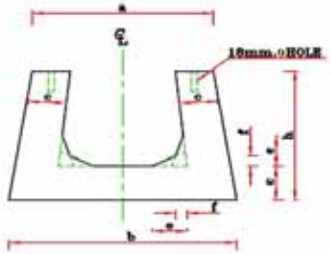
۵-کلیه اندازه ها بر حسب سانتیمتر می باشد.



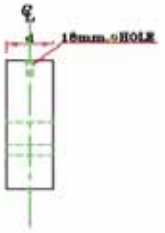
h.25 برش تیپ : ارتفاع
TYPICAL SECTION h.25



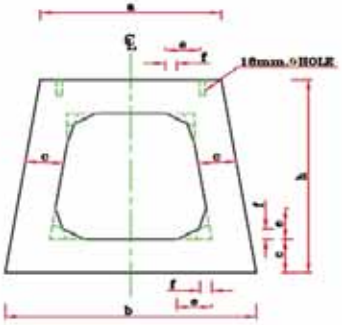
نمای جانبی
SIDE VIEW



h.50 برش تیپ : ارتفاع
TYPICAL SECTION h.50



نمای جانبی
SIDE VIEW

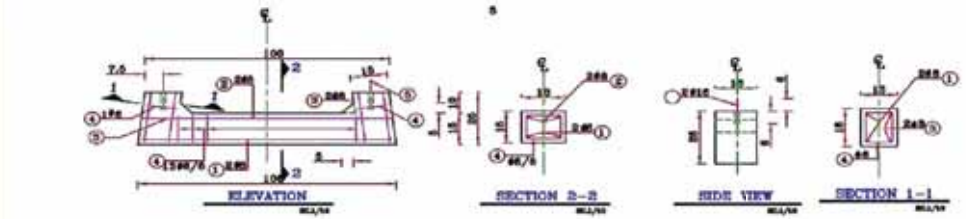


h.75–h.200 برش تیپ : ارتفاع
TYPICAL SECTION h.75–h.200

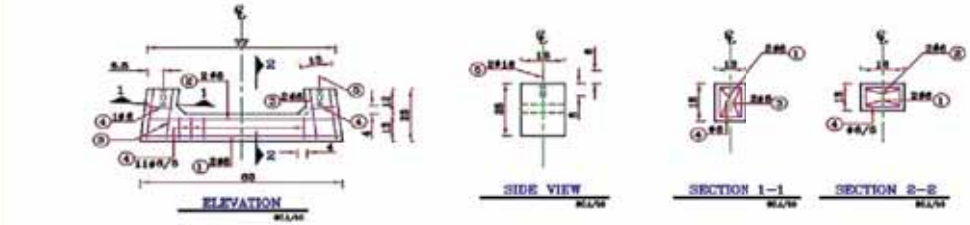
نمای جانبی
SIDE VIEW

عنوان نقشه :

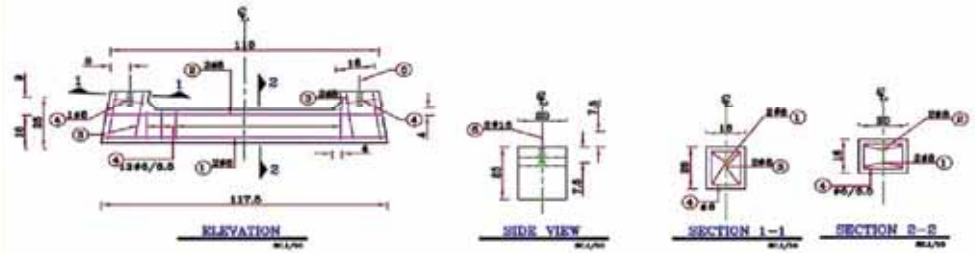
نقشه تیپ پایه جدول اندازه ها و توضیحات



BAR SCHEDULE						
POS.	DIA. (MM)	NO.	LENGTH (M)	TOTAL LENGTH (M)	AIII BARS WEIGHT (kg)	AI BARS WEIGHT (kg)
1	8	2	1.44	2.88	1.14	–
2	8	2	0.99	1.98	0.78	–
3	8	4	0.21	0.84	0.33	–
4	6	15	0.50	7.50	–	1.67
5	16	2	0.12	0.24	0.38	–
TECHNICAL INFORMATION				TOTAL WEIGHT	2.63	1.67



BAR SCHEDULE						
POS.	DIA. (MM)	NO.	LENGTH (M)	TOTAL LENGTH (M)	AIII BARS WEIGHT (kg)	AI BARS WEIGHT (kg)
1	6	2	1.21	2.42	0.54	–
2	6	2	0.76	1.52	0.34	–
3	6	4	0.21	0.84	0.19	–
4	6	13	0.46	5.98	–	1.33
5	16	2	0.12	0.24	0.38	–
TECHNICAL INFORMATION				TOTAL WEIGHT	1.45	1.33



BAR SCHEDULE						
POS.	DIA. (MM)	NO.	LENGTH (M)	TOTAL LENGTH (M)	AIII BARS WEIGHT (kg)	AI BARS WEIGHT (kg)
1	8	2	1.56	3.12	1.23	–
2	8	2	1.09	2.18	0.86	–
3	8	4	0.21	0.84	0.33	–
4	6	15	0.56	8.40	–	1.86
5	16	2	0.15	0.30	0.47	–
TECHNICAL INFORMATION				TOTAL WEIGHT	2.89	1.86

میلگرد شده:
جزئیات و جدول آهن‌بندی پایه به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر
نمونه ۲۲۰-۳۱۵-۴۵

OPTIMUM FOOTING BLOCKS COMBINATION

ALLOWABLE SOIL PRESSURE=1kg./cm²

CANAL TYPE	PIER HEIGHT							
	h=25cm.	h=50cm.	h=75cm.	h=100cm.	h=125cm.	h=150cm.	h=175cm.	h=200cm.
70	2E62+1M61	2E62+3M61	2E63+1M61	2E63+3M61	2E63+2M62	2E63+2M62+3M61	–	–
80	2E62+1M61	2E62+3M61	2E63+1M61	2E63+3M61	2E63+2M62+1M61	2E63+2M62+3M61	–	–
100	2E63	2E62+2M62	2E63+2M62	2E63+2M62+1M61	2E63+3M62	2E63+2M62+3M61	–	–
120	2E62+2M61	2E62+2M62	2E63+3M61	2E63+2M62	2E63+2M62+2M61	2E63+2M62+3M61	–	–
135	2E62+2M61	2E62+2M62	2E63+3M61	2E63+2M62	2E63+2M62+3M61	2E63+2M62+3M61	–	–
150	2E62+2M61	2E63+1M61	2E63+3M61	2E63+2M62+1M61	2E63+2M62+3M61	2E63+4M62	–	–
180	2E62+1M61	2E62+2M62+1M61	2E62+3M62	2E63+2M62+1M61	2E63+2M62+2M61	2E63+2M62+3M61	2E63+4M62+1M61	2E63+5M62
200	2E62+1M61	2E62+2M61	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+3M61	2E63+2M62+1M61	2E63+2M62+3M61	2E63+4M62+1M61	2E63+4M62+1M61
230	2E63+2M61	2E62+2M61	2E62+3M61	2E62+3M61	2E62+3M61	2E62+3M61	2E62+3M61	2E62+3M61
250	2E62+1M61	2E62+2M61	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+2M61	2E62+4M62	2E62+4M62+1M61	2E63+2M62+3M61	2E63+4M62
280	2E62+2M61	2E62+2M61	2E62+2M62	2E62+2M62+2M61	2E62+4M62	2E62+4M62+1M61	2E63+2M62+3M61	2E63+4M62
315	2E63+3M61	2E62+3M61	2E62+2M62	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+2M61
350	2E62+2M61	2E62+3M61	2E62+2M62	2E62+2M62	2E62+2M62+3M61	2E62+2M62+3M61	2E62+4M62+1M61	2E62+4M62+3M61
400	2E62+3M61	2E62+3M61	2E62+2M62	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+2M61	2E62+2M62+3M61	2E62+4M62	2E62+4M62+3M61
450	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+3M61	2E62+2M62+3M61	2E62+2M62+3M61	2E62+2M62+3M61	2E62+4M62+1M61	2E62+4M62+1M61
520	2E62+2M62	2E62+2M62	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+2M61	2E62+2M62+2M61	2E62+2M62+3M61	2E62+4M62	2E62+4M62+1M61
600	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+1M61	2E62+2M62+2M61	2E62+2M62+3M61	2E62+4M62	2E62+4M62	2E62+4M62+1M61	2E62+4M62+2M61
700	2E62+2M62+2M61	2E62+2M62+2M61	2E62+2M62+3M61	2E62+4M62	2E62+4M62+1M61	2E62+4M62+1M61	2E62+4M62+2M61	2E62+4M62+3M62
800	2E62+2M62+3M61	2E62+2M62+3M61	2E62+4M62	2E62+4M62+1M61	2E62+4M62+2M61	2E62+4M62+3M61	2E62+6M62	2E62+6M62+1M61
900	2E62+4M62+1M61	2E62+4M62+1M61	2E62+4M62+2M61	2E62+4M62+3M61	2E62+6M62	2E62+6M62+1M61	2E62+6M62+2M61	2E62+6M62+3M61
1000	2E62+4M62+2M61	2E62+4M62+2M61	2E62+4M62+3M61	2E62+6M62	2E62+6M62+1M61	2E62+6M62+2M61	2E62+6M62+3M61	2E62+6M62

توضیحات :

۱- بتن مصرفی در کفشکها از نوع B-250 با حداقل ۳۰۰ کیلوگرم و سیمان در مترمکعب بتن و مقاومت ۲۸ روزه ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع،برروی نمونه های مکعبی استاندارد،می باشد.

۲- بتن مگرمصرفی بایستی از نوع B-100 با حداقل ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن باشد.

۳- پس از نصب پایه ها،فضای باقیمانده در داخل شیار کفشک بایستی،به طور یکنواخت با ملات ماسه و سیمان نوع یک (به نسبت وزنی ۱ به ۳) کاملا" پرشود.

۴- عمق پی کنی کفشکها بایستی بر اساس شرایط محلی،با تایید دستگاه نظارت تعیین شود.

۵- کلیه اندازه ها برحسب سانتیمتر می باشد.

۶- مشخصات کفشک بهینه در جدول فوق برای تیپ های ۲۳۰ ، ۳۱۵ و ۴۵۰ توسط نگارنده محاسبه و اصلاح گردیده است و در صورت استفاده از سایر تیپ ها لازم است مقادیر کفشک های بهینه مجددا محاسبه و اصلاح گردند.

عنوان نقشه:

ترکیب بهینه کفشکها و توضیحات

با تنش مجاز خاک 1kg./cm

OPTIMUM FOOTING BLOCKS COMBINATION

ALLOWABLE SOIL PRESSURE=0.5kg./cm²

CANAL TYPE	PIER HEIGHT							
	h=25cm.	h=50cm.	h=75cm.	h=100cm.	h=125cm.	h=150cm.	h=175cm.	h=200cm.
70	2E62+3M61	2E63	2E63+3M61	2E63+2M62+1M61	2E73+2M72+1M71	2E73+2M72+3M71	–	–
80	2E62+3M61	2E63+1M61	2E63+3M61	2E73+2M72+1M71	2E73+3M72	2E73+2M72+3M71	–	–
100	2E63	2E63+2M61	2E73+3M71	2E73+2M72+1M71	2E63+3M62	2E63+2M62+3M61	–	–
120	2E62+2M62	2E63+3M61	2E63+2M62+1M61	2E73+3M72	2E63+2M62+2M61	2E73+2M72+3M71	–	–
135	2E63+2M61	2E63+3M61	2E73+2M72+1M71	2E73+3M72	2E63+2M62+3M61	2E63+4M62	–	–
150	2E63+2M61	2E63+2M62	2E73+2M72+1M71	2E63+2M62+1M61	2E63+2M62+3M61	2E63+4M62	–	–
180	2E63+3M61	2E63+2M62+1M61	2E63+3M62	2E73+2M72+2M71	2E73+2M72+3M71	2E73+4M72	2E63+4M62+1M61	2E63+5M62
200	2E63+2M62	2E63+2M62+1M61	2E73+2M72	2E73+2M72+2M71	2E73+2M72+3M71	2E73+4M72+1M71	2E63+4M62+1M61	2E63+5M62
230	2E73+3M71	2E73+2M72+1M71	2E73+2M72+1M71	2E63+2M62+1M61	2E63+2M62+1M61	2E63+2M62+1M61	2E63+2M62+3M61	2E63+2M62+3M61
250	2E63+2M62+1M61	2E63+3M62	2E73+2M72+1M71	2E73+2M72+3M71	2E73+4M72	2E73+4M72+1M71	2E63+4M62	2E63+4M62+1M61
280	2E63+2M62+1M61	2E73+2M72+1M71	2E73+2M72+2M71	2E73+2M72+3M71	2E73+4M72	2E73+4M72+1M71	2E63+4M62	2E63+5M62
315	2E63+2M62+1M61	2E63+2M62+1M61	2E63+4M62	2E63+4M62+1M61	2E63+4M62+1M61	2E63+4M62+3M61	EN BLOC FOOT	EN BLOC FOOT
350	2E63+2M62+3M61	2E73+2M72+2M71	2E73+2M72+3M71	2E73+4M72	2E63+2M62+3M61	2E63+4M62	2E63+5M62	2E63+4M62+3M61
400	2E73+2M72+1M71	2E73+2M72+3M71	2E73+4M72	2E63+2M62+3M61	2E63+4M62	2E63+4M62+1M61	2E63+5M62	2E63+4M62+3M61
450	2E63+4M62+1M61	2E63+4M62+3M61	EN BLOC FOOT	EN BLOC FOOT	EN BLOC FOOT	EN BLOC FOOT	EN BLOC FOOT	EN BLOC FOOT
520	2E73+4M72	2E73+4M72+1M71	2E63+2M62+3M61	2E73+5M72	2E63+4M62+2M61	2E63+4M62+3M61	2E63+6M62	2E63+6M62
600	2E63+4M62	2E73+5M72	2E63+4M62+1M61	2E73+6M72	2E63+4M62+3M61	2E63+6M62+1M61	2E63+7M62	2E63+6M62+3M61
700	2E63+4M62+1M61	2E63+5M62	2E63+4M62+3M61	2E63+6M62	2E63+6M62	2E63+6M62+1M61	2E63+7M62	2E63+6M62+3M61
800	2E63+4M62+3M61	2E63+6M62	2E63+6M62	2E63+6M62+1M61	2E63+7M62	2E63+6M62+3M61	2E63+6M62+3M61	2E63+6M62
900	2E63+4M62+3M61	2E63+6M62	2E63+6M62	2E63+6M62+1M61	2E63+7M62	2E63+6M62+3M61	2E63+6M62+3M61	2E63+6M62
1000	2E63+6M62	2E63+6M62+1M61	2E63+6M62+1M61	2E63+7M62	2E63+6M62+3M61	2E63+6M62	2E63+6M62	2E63+6M62+1M61

توضیحات :

۱- بتن معرفی در کفشکها از نوع B-250 با حداقل ۳۰۰ کیلوگرم و سیمان در مترمکعب بتن و مقاومت ۲۸ روزه ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع،برروی نمونه های مکعبی استاندارد،می باشد.

۲- بتن مگرمعرفی بایستی از نوع B-100 با حداقل ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن باشد.

۳- پس از نصب پایه ها،فضای باقیمانده در داخل شیار کفشک بایستی،به طور یکنواخت با ملات ماسه و سیمان نوع یک (به نسبت وزنی ۱ به ۳) کاملا" پرشود.

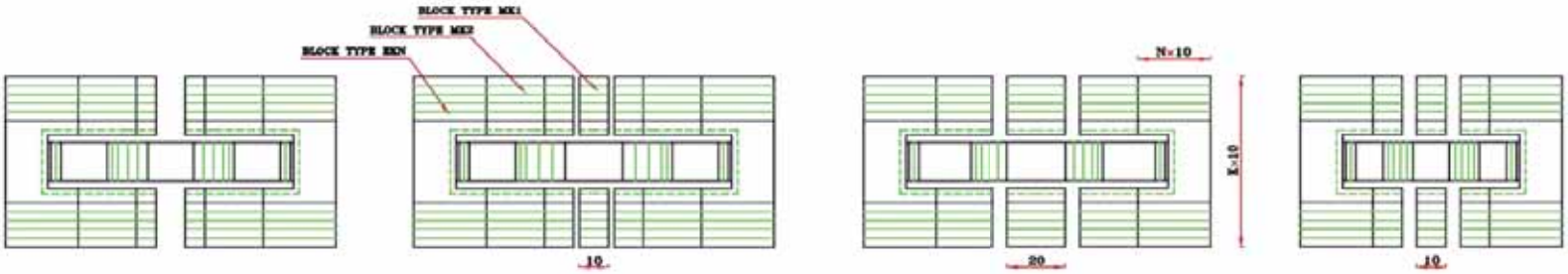
۴- عمق بی کنی کفشکها بایستی بر اساس شرایط محلی،با تایید دستگاه نظارت تعیین شود.

۵- کلیه اندازه ها برحسب سانتیمتر می باشد.

۶- مشخصات کفشک بهینه در جدول فوق برای تیپ های ۲۳۰ ، ۳۱۵ و ۴۵۰ توسط نگارنده محاسبه و اصلاح گردیده است و در صورت استفاده از سایر تیپ ها لازم است مقادیر کفشک های بهینه مجددا محاسبه و اصلاح گردند.

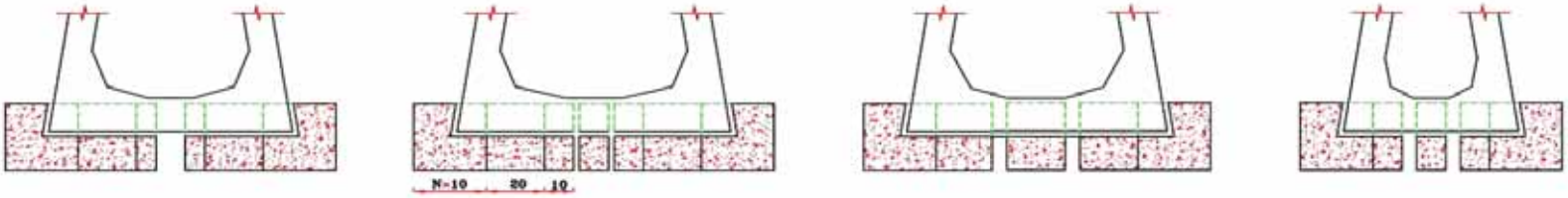
۷- عبارت EN BLOC FOOT به معنای استفاده از کفشک یکپارچه بوده و در اکثر موارد لازم است علاوه بر آن نسبت به افزایش ظرفیت باربری خاک با روش های دیگر هم اقدام شود.

عنوان نقشه :
ترکیب بهینه کفشکها و توضیحات
با تنش مجاز خاک 0.5kg./cm



PLAN | PLAN | PLAN | PLAN

N=2, OR 3

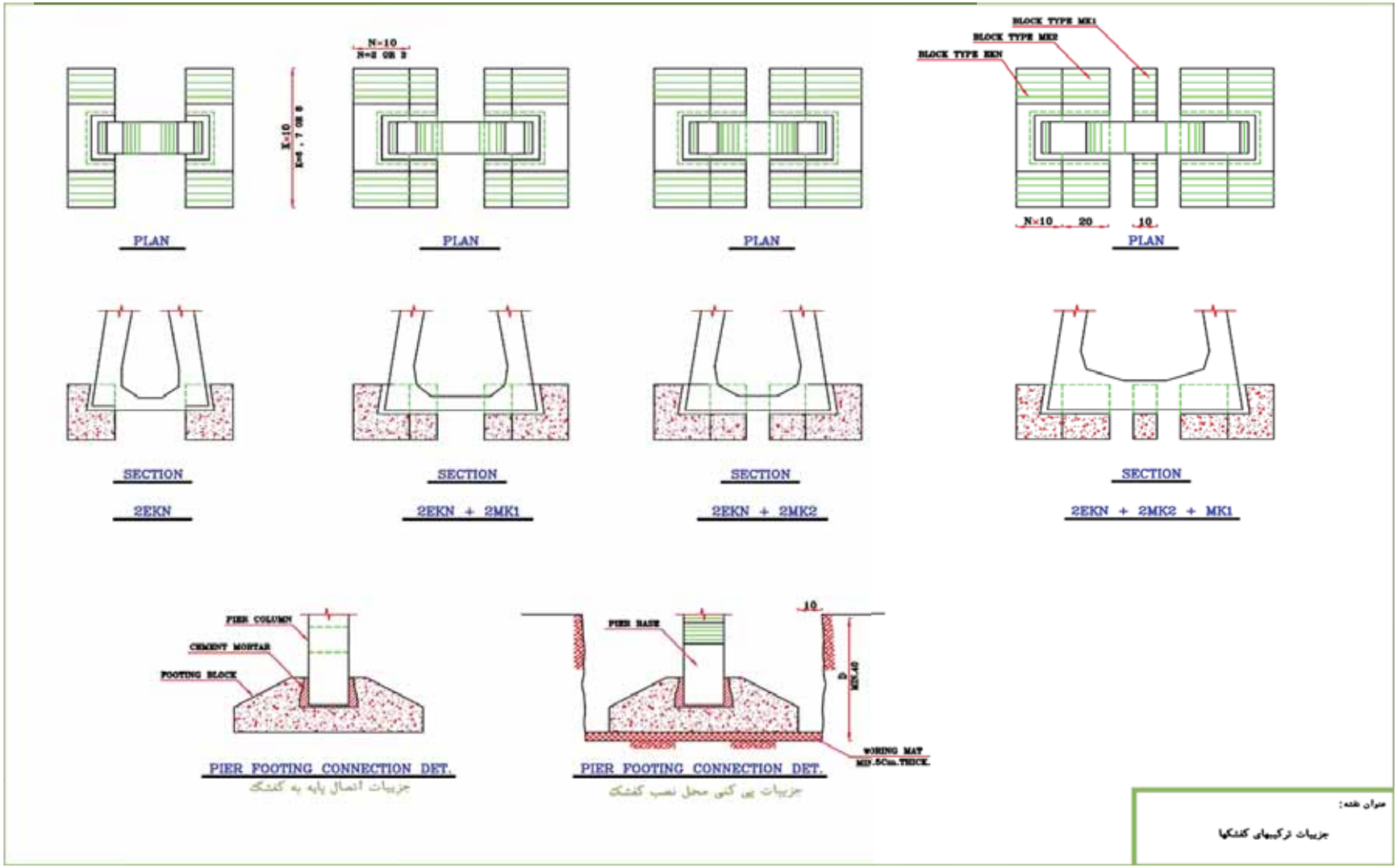


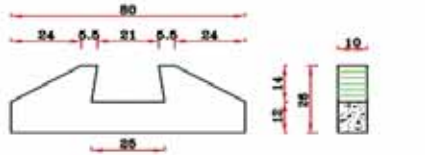
SECTION | SECTION | SECTION | SECTION

2EKN + 2MK2 + 2MK1 | 2EKN + 2MK2 + 3MK1 | 2EKN + 3MK2

عنوان طرح:

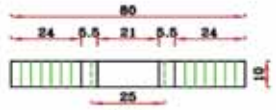
جزییات ترکیبهای کفشکها


N=10
N=2 OR 3
K=10
L=d+.7 OR 8
PLAN
PLAN
PLAN
BLOCK TYPE MK1
BLOCK TYPE MK2
BLOCK TYPE EKN
N=10
20
10
PLAN
SECTION
2EKN
SECTION
2EKN + 2MK1
SECTION
2EKN + 2MK2
SECTION
2EKN + 2MK2 + MK1
PIER COLUMN
CEMENT MORTAR
FOOTING BLOCK
PIER FOOTING CONNECTION DET.
جزییات اتصال پایه به کفشک
PIER BASE
10
D
MIN.40
WORING MAT
MIN.5Cm.THICK
PIER FOOTING CONNECTION DET.
جزییات پی کنی محل نصب کفشک
عنوان نقشه:
جزییات ترکیبهای کفشکها



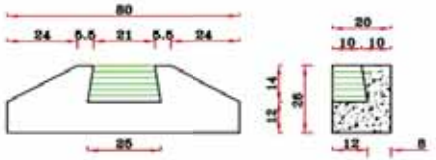
ELEVATION

CROSS SECTION



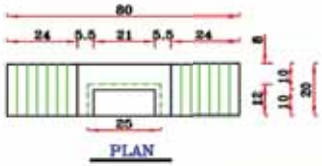
PLAN

MIDDLE BLOCK TYPE M71



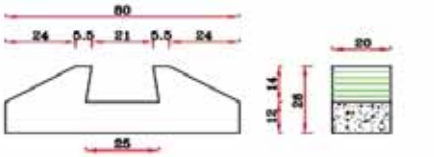
ELEVATION

CROSS SECTION



PLAN

END BLOCK TYPE E82

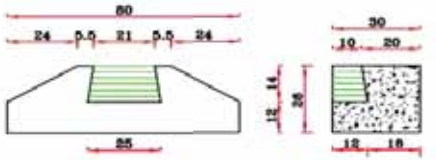


ELEVATION

CROSS SECTION

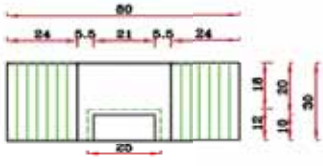
PLAN

MIDDLE BLOCK TYPE M82



ELEVATION

CROSS SECTION

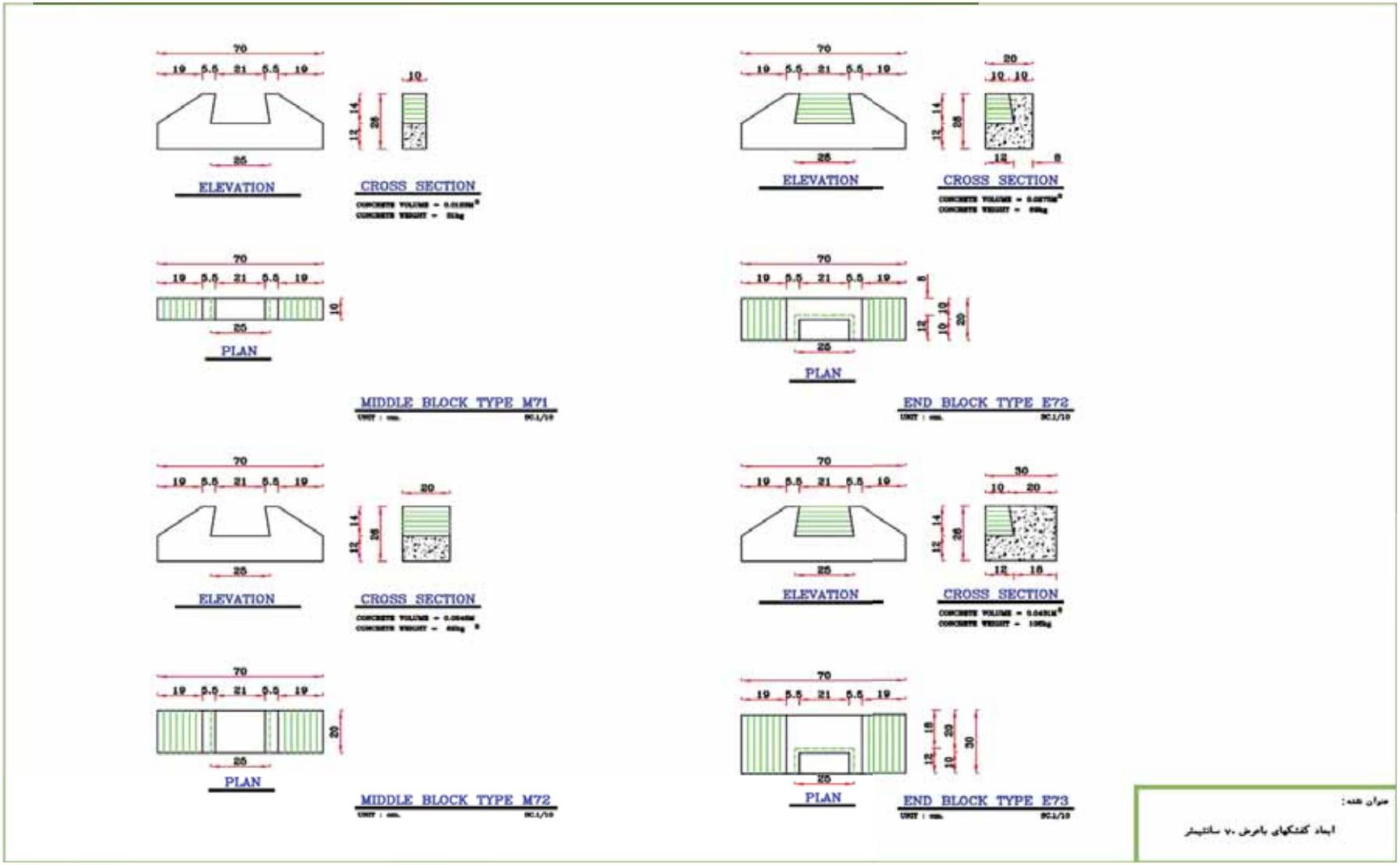


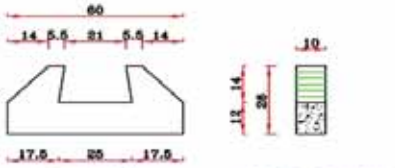
PLAN

END BLOCK TYPE E83

میلان نقشه :

ابعاد کفشکهای باعرض ۰.۲۵سانتیمتر

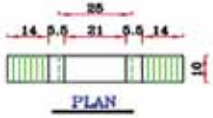

70
19 5.5 21 5.5 19
25
ELEVATION
10
14
26
12
CROSS SECTION
PLAN
MIDDLE BLOCK TYPE M71
END BLOCK TYPE E72
20
MIDDLE BLOCK TYPE M72
30
END BLOCK TYPE E73
عنوان نقشه:
ابعاد کفشکهای بامرض ۷۰ سانتیمتر



ELEVATION

CROSS SECTION

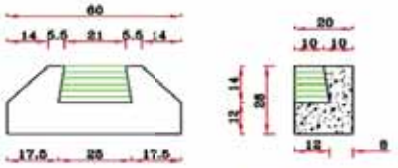
CONCRETE VOLUME = 0.0154m³
CONCRETE WEIGHT = 38kg



PLAN

MIDDLE BLOCK TYPE M61

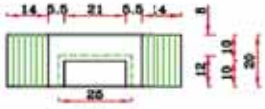
UNIT : mm. SC.1/10



ELEVATION

CROSS SECTION

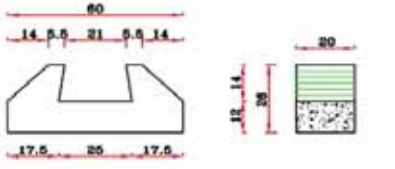
CONCRETE VOLUME = 0.0227m³
CONCRETE WEIGHT = 56kg



PLAN

END BLOCK TYPE E62

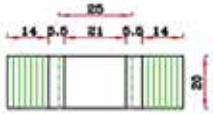
UNIT : mm. SC.1/10



ELEVATION

CROSS SECTION

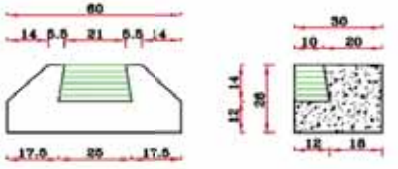
CONCRETE VOLUME = 0.0200m³
CONCRETE WEIGHT = 50kg



PLAN

MIDDLE BLOCK TYPE M62

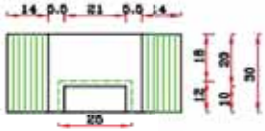
UNIT : mm. SC.1/10



ELEVATION

CROSS SECTION

CONCRETE VOLUME = 0.0271m³
CONCRETE WEIGHT = 68kg



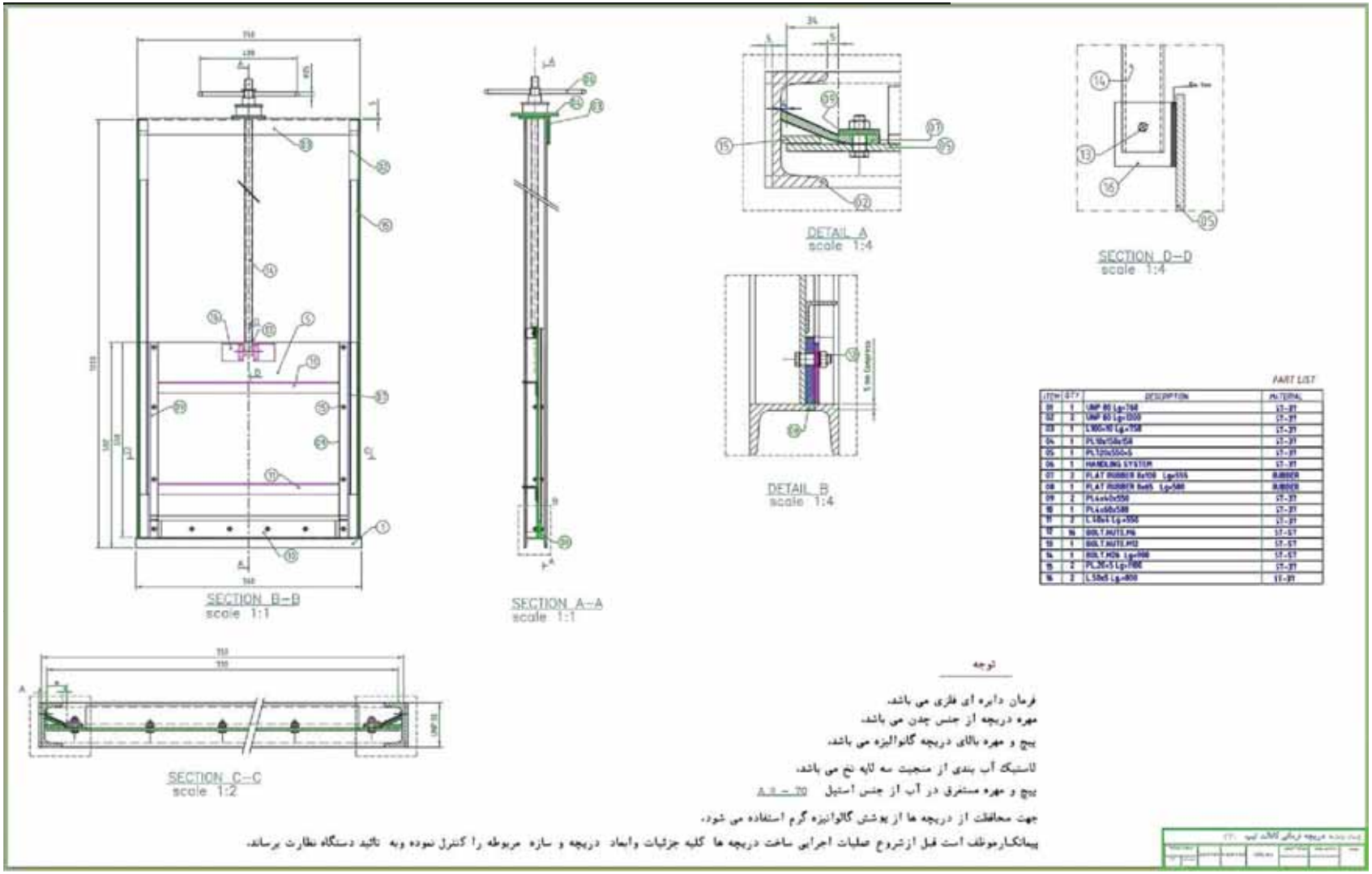
PLAN

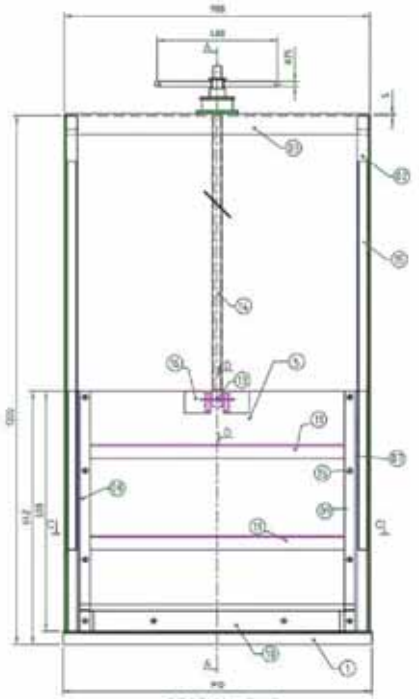
END BLOCK TYPE E63

UNIT : mm. SC.1/10

عنوان نقشه :

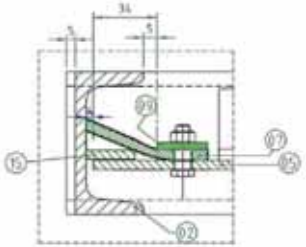
ابعاد کفشکهای باعرض ۶۰ سانتیمتر


SECTION B–B
scale 1:1
SECTION A–A
scale 1:1
DETAIL A
scale 1:4
SECTION D–D
scale 1:4
DETAIL B
scale 1:4
SECTION C–C
scale 1:2
PART LIST
توجه
فرمان دایره ای فلزی می باشد.
مهره دریچه از جنس چدن می باشد.
پیچ و مهره بالای دریچه گالوالیزه می باشد.
لاستیک آب بندی از منجنیت سه لایه نخ می باشد.
پیچ و مهره مستغرق در آب از جنس استیل A.I.S.I 316
جهت محافظت از دریچه ها از پوشش گالوانیزه گرم استفاده می شود.
پیمانکارموظف است قبل ازشروع عملیات اجرایی ساخت دریچه ها کلیه جزئیات وابعاد دریچه و سازه مربوطه را کنترل نموده وبه تائید دستگاه نظارت برساند.

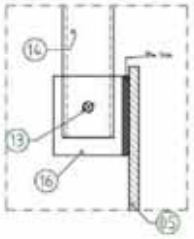


SECTION B-B
scale 1:1

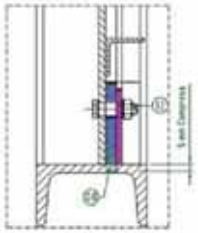
SECTION A-A
scale 1:1



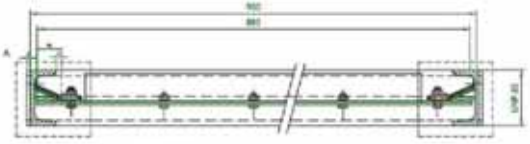
DETAIL A
scale 1:4



SECTION D-D
scale 1:4



DETAIL B
scale 1:4



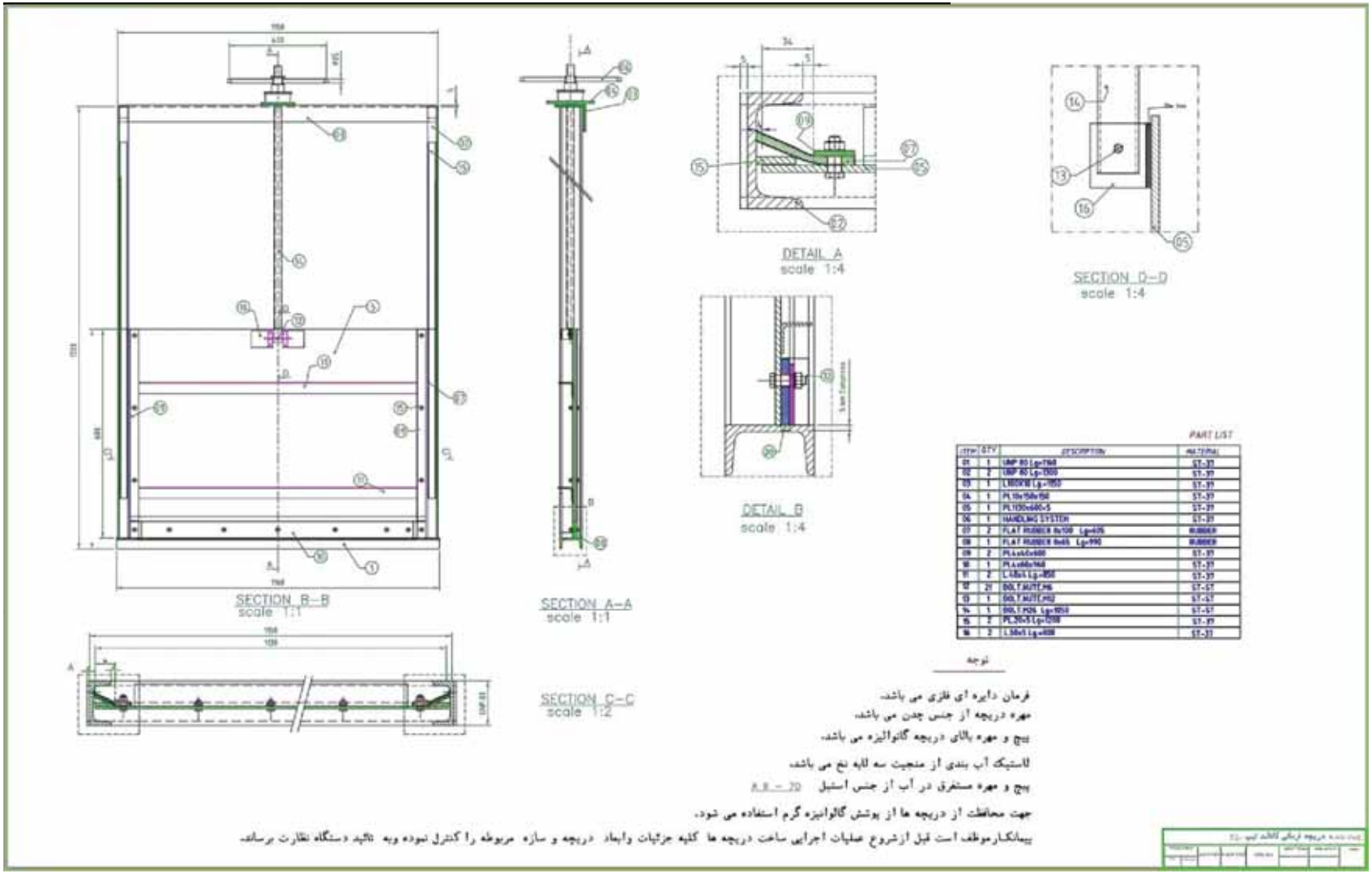
SECTION C-C
scale 1:2

PART LIST

ITEM	QTY	DESCRIPTION	MATERIAL
01	1	UNP 80 Lg=970	ST-37
02	2	UNP 80 Lg=1500	ST-37
03	1	L100×80 Lg=980	ST-37
04	1	PL 10×150×150	ST-37
05	1	PL 800×500×5	ST-37
06	1	HANDLING SYSTEM	ST-37
07	2	FLAT RUBBER 8×100 Lg=695	RUBBER
08	1	FLAT RUBBER 8×65 Lg=340	RUBBER
09	2	PL 4×40×600	ST-37
10	1	PL 4×40×750	ST-37
11	2	L40×4 Lg=458	ST-37
12	16	BOLT,NUT,WA	ST-67
13	1	BOLT,NUT,M12	ST-67
14	1	BOLT,P26 Lg=960	ST-37
15	2	PL 25×5 Lg=708	ST-37
16	2	L50×5 Lg=600	ST-37

توجه

فرمان دایره ای فلزی می باشد.
مهره دریچه از جنس چدن می باشد.
پیچ و مهره بالای دریچه گالوالیزه می باشد.
لاستیک آب بندی از منجنت سه لایه نخ می باشد.
پیچ و مهره مستغرق در آب از جنس استیل A.S - 70
جهت محافظت از دریچه ها از پوشش گالوانیزه گرم استفاده می شود.
پیمانکارموظف است قبل ازشروع عملیات اجرایی ساخت دریچه ها کلیه جزئیات وابعاد دریچه و سازه مربوطه را کنترل نموده وبه تائید دستگاه نظارت برساند.


SECTION B-B
scale 1:1
SECTION A-A
scale 1:1
DETAIL A
scale 1:4
SECTION D-D
scale 1:4
DETAIL B
scale 1:4
SECTION C-C
scale 1:2
PART LIST
توجه
فرمان دایره ای فلزی می باشد.
مهره دریچه از جنس چدن می باشد.
پیچ و مهره بالای دریچه گالوانیزه می باشد.
لاستیک آب بندی از منجنیت سه لایه نخ می باشد.
پیچ و مهره مستغرق در آب از جنس استیل
جهت محافظت از دریچه ها از پوشش گالوانیزه گرم استفاده می شود.
پیمانکارموظف است قبل ازشروع عملیات اجرایی ساخت دریچه ها کلیه جزئیات وابعاد دریچه و سازه مربوطه را کنترل نموده وبه تائید دستگاه نظارت برساند.

منابع

۱. اسلامیان، س. گوهری، ع. و زارعیان، م.، ۱۳۸۶. *بررسی مزایا و مشکلات استفاده از کانال‌های پیش‌ساخته در احداث شبکه‌های آبیاری درجه ۳ و ۴ در اصفهان*. مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی. کرج، ۱-۳ آبان ماه ۱۳۸۶، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۲. امامی، ح. آفری، ع.،۱۳۸۹. *کاربرد Civil 3D در پروژه‌های مسیر و راهسازی*. تبریز: انتشارات فروزش.

۳. امور نظام فنی و اجرایی.، ۱۳۹۵. *ضوابط طراحی و نقشه همسان سازه‌های کانال آبیاری و زهکشی*. ضابطه شماره ۱۰۷. جلد دوم. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه کشور.

۴. انصاری، ز.،۱۳۸۶. *بررسی گزینه‌های موجود جهت آب‌بندی درزهای انقباضی در کانالهای بتنی*. مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی. کرج، ۱-۳ آبان ماه ۱۳۸۶، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۵. بی‌نام.،۱۳۶۷. *مبانی و اصول طراحی کانال‌های نیم‌لوله پیش‌ساخته با مقطع نیم بیضی و متعلقات*. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان گسترش کشاورزی.

۶. بیرامی. م.، ۱۳۹۲. *سازه‌های انتقال آب*. چاپ یازدهم. اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷. خواجه ساهوتی، م. خواجه ساهوتی، غ. وحیدی، س. و علایی شینی، ش.،۱۳۹۵. *طرح و ساخت سازه‌های لوله‌ای و دریچه ابداعی کانالت در شبکه فرعی آبیاری*. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی. کرج، ۶-۸ مهرماه ۱۳۹۵، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۸. خواجه ساهوتی، م. طیبی، ح. خلف شوشتری، م. و چرخابی، ع.، ۱۳۹۳، *روش ارزیابی و تعیین تیپ و تعداد کفشک در کانالت‌ها با استفاده از ظرفیت باربری خاک*. مجموعه مقالات اولین همایش بررسی ابعاد فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی طرح ۵۵۰ هزار هکتاری، ۲۶-۲۷ آبان ماه ۱۳۹۴، اهواز.

۹. خواجه ساهوتی، م. وحیدی، س. خواجه ساهوتی، غ. و خواجه ساهوتی، م.،۱۳۹۳. *علل ایجاد عیوب در کانالت‌های پیش‌ساخته و روش‌های پیشگیری از آن*، مجموعه مقالات پنجمین

کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی. کرج، ۳۰-۳۱ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۰. خواجه ساهوتی، م.قره محمدلو، ح. و خواجه ساهوتی، غ.، ۱۳۹۲. *بررسی وضعیت قرارگیری جاده سرویس کانالت در شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی*. مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران،۶-۸ اسفندماه ۱۳۹۲، اهواز.

۱۱. خواجه ساهوتی، م. خواجه ساهوتی، غ و طیبی، ح.، ۱۳۹۳. *ساده‌سازی ابنیه فنی کانالت در شبکه‌های فرعی آبیاری*. مجموعه مقالات اولین همایش بررسی ابعاد فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی طرح ۵۵۰ هزار هکتاری، شهرک نفت، ۲۶-۲۷ آبان ماه ۱۳۹۴، اهواز.

۱۲. دانایی فخر، ح. تشکری بهشتی، ه.، ۱۳۹۰. *چشم‌انداز توسعه شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی در کشور*. تهران: انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. کد ۱۴۳.

۱۳. دفتر استانداردها و طرح‌های آب و آبفا.، ۱۳۶۸. *جداول هیدرولیکی محاسبه پارامترهای جریان در مقاطع نیم‌دایره و نیم بیضی*. نشریه ۵۴-ن استاندارد صنعت آب.

۱۴. دفتر امور فنی و تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله.، ۱۳۸۴. *ضوابط طراحی هیدرولیکی سیفون‌ها و آبگذر زیر جاده*. نشریه شماره ۳۲۱. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه کشور.

۱۵. دفتر امور فنی و تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله.، ۱۳۸۵. *دستورالعمل ساخت و اجرای بتن در کارگاه*. نشریه شماره ۳۲۷. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.

۱۶. دفتر امور فنی و تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله.، ۱۳۸۴. *ضوابط عمومی طراحی سازه‌های آبی بتنی*. نشریه شماره ۳۱۲. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.

۱۷. دفتر امور فنی و تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله.، ۱۳۸۵. *مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی خشکه زراعی*، جلد چهارم، سازه‌های آبی و جاده‌های دسترسی. نشریه شماره ۴-۳۴۶. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.

۱۸. دفتر امور فنی و تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله.، ۱۳۸۵. *مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی خشکه زراعی، جلد اول، کلیات، تعاریف و مفاهیم پایه*. نشریه شماره ۱-۳۴۶. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.

۱۹. دفتر امور فنی و تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله.، ۱۳۸۸. *مبانی و ضوابط طراحی، تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری، جلد چهارم، سازه‌های آبی و جاده‌های دسترسی*. نشریه شماره ۴-۴۷۱. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.

۲۰. دفتر امور فنی و تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله.، ۱۳۸۳. *آیین‌نامه بتن ایران (آبا)*. نشریه شماره ۱۲۰. ویرایش هفتم. تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.

۲۱. دفتر امور فنی و تدوین معیارها.، ۱۳۷۶. *معیارهای هیدرولیکی طراحی کانال‌های آبیاری و زهکش‌های روباز*. نشریه شماره ۱۶۶. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.
۲۲. دفتر امور فنی و تدوین معیارها.، ۱۳۷۹. *مستندسازی طرح‌های آب*. نشریه شماره ۲۰۸. تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
۲۳. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.، ۱۳۷۱. *ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، نقشه‌های تیپ سازه‌های فنی*. نشریه شماره ۱۰۷. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.
۲۴. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.، ۱۳۷۱. *ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اندازه‌گیرهای جریان*. نشریه شماره ۱۰۶. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.
۲۵. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.،۱۳۷۳. *ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، مشخصات فنی عمومی*. نشریه شماره ۱۰۸. چاپ دوم. تهران: سازمان برنامه‌وبودجه.
۲۶. دفتر فنی تدوین ضوابط و معیارهای فنی.،۱۳۸۳. ضوابط عمومی طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی. نشریه شماره ۲۸۱. تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
۲۷. رستمی، م.،۱۳۹۳. *بررسی عملکرد کانالت در شبکه‌های آبیاری تحت پوشش و ارائه راهکارهایی جهت کاهش مشکلات ساخت و بهره‌برداری در شبکه‌های جدیدالاحداث*. وزارت جهاد کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
۲۸. زرشناس، م. صابر پور، م.،۱۳۹۳، *بررسی عیوب قطعات پیش‌ساخته بتنی با مقطع نیم بیضی (کانالت) و امکان رفع نقص و مصرف آن در شبکه فرعی آبیاری*، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی. کرج، ۳۰-۳۱ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۲۹. شرکت مدیریت تولید انتقال و توزیع نیروی برق ایران.،۱۳۹۰. *پیش‌نویس قانون حریم خطوط توزیع برق ایران*. قابل‌دسترس در: <http://tavanir.org.ir/dm/de/pages/harim.php> { دسترسی در فروردین‌ماه ۱۳۹۵ }
۳۰. علی زاده، م.فتحی، م. و اقبالی، م.،۱۳۹۳. *تجربیات و نکات خاص تولید و اجرای کانالت‌های بتنی پیش‌ساخته و مقایسه آن با کانال‌های درجا در شبکه آبیاری میان آب شوشتر*. مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی. کرج، ۳۰-۳۱ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۳، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۳۱. فروزان، م. ماهرانی، م.،۱۳۷۷. *مقایسه استفاده از کانال‌های پیش‌ساخته و درجا در شبکه آبیاری و زهکشی تجن*، مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران،۱۷. فروردین‌ماه ۱۳۷۷. تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
۳۲. فلاح رستگار.، ع. دانایی فخر.، ح. و فلاح رستگار، ن.،۱۳۹۲. *مشکلات اجرای شبکه‌های فرعی آبیاری و زهکشی در کشور*. مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران،۶-۸ اسفندماه ۱۳۹۲، اهواز.
۳۳. کیاسالاری، ا. کلاگر، ب.،۱۳۸۴. *سازه‌های انتقال آب*. تهران: موسسه فرهنگی هنری دیباگران.
۳۴. گروه کار توسعه و مدیریت سامانه‌های آبیاری.،۱۳۹۰. *ساخت کانال‌های آبیاری محدودیت‌ها و راهکارها*. کد ۱۴۵. تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
۳۵. مدیریت پژوهش و فن‌آوری شرکت ملی گاز ایران.،۱۳۹۳. *مقررات حریم خط لوله گاز ایران*. نشریه شماره IGS-C-SF-015(4). قابل‌دسترس در:< http://igs.nigc.ir > { دسترسی در فروردین‌ماه ۱۳۹۵ }
۳۶. مرادی، س. وژدان، ع. و پورثانی، ا.،۱۳۸۶. *ارزیابی سطح بهینه قطعه زراعی از جنبه‌های فنی و اقتصادی و عملیات اجرایی، مطالعه موردی دشت چمچال کرمانشاه*. مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی. کرج، ۱-۳ آبان ماه ۱۳۸۶، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۳۷. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور.،۱۳۸۸. *معیارها و ضوابط فنی عملیات اکتشافی ژئوتکنیک سامانه‌های آبیاری و زهکشی*. نشریه شماره ۴۹۳. تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
۳۸. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور.،۱۳۹۵. *فهرست‌بهای واحد پایه رشته آبیاری و زهکشی سال ۱۳۹۵*. تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
۳۹. مهندسین مشاور آب خاک تهران.،۱۳۹۴. *دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری*. پروژه طرح و ساخت شبکه فرعی آبیاری و زهکشی تجهیز و نوسازی و زهکش‌های زیرزمینی اراضی جنوب کرخه نور، واحد عمرانی دژ.
۴۰. مهندسین مشاور آسراب.،۱۳۹۲. *دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری*. پروژه طرح و ساخت شبکه فرعی آبیاری و زهکشی تجهیز و نوسازی و زهکش‌های زیرزمینی اراضی ساحل راست رامشیر، ناحیه عمرانی یک.
۴۱. مهندسین مشاور آشناب.،۱۳۹۵. *چک‌لیست‌های مستندسازی*. مصوبات کارگروه مستندسازی.
42. *FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITEDNATION.1996,.IRRIGATION SCEME OPERATION AND*

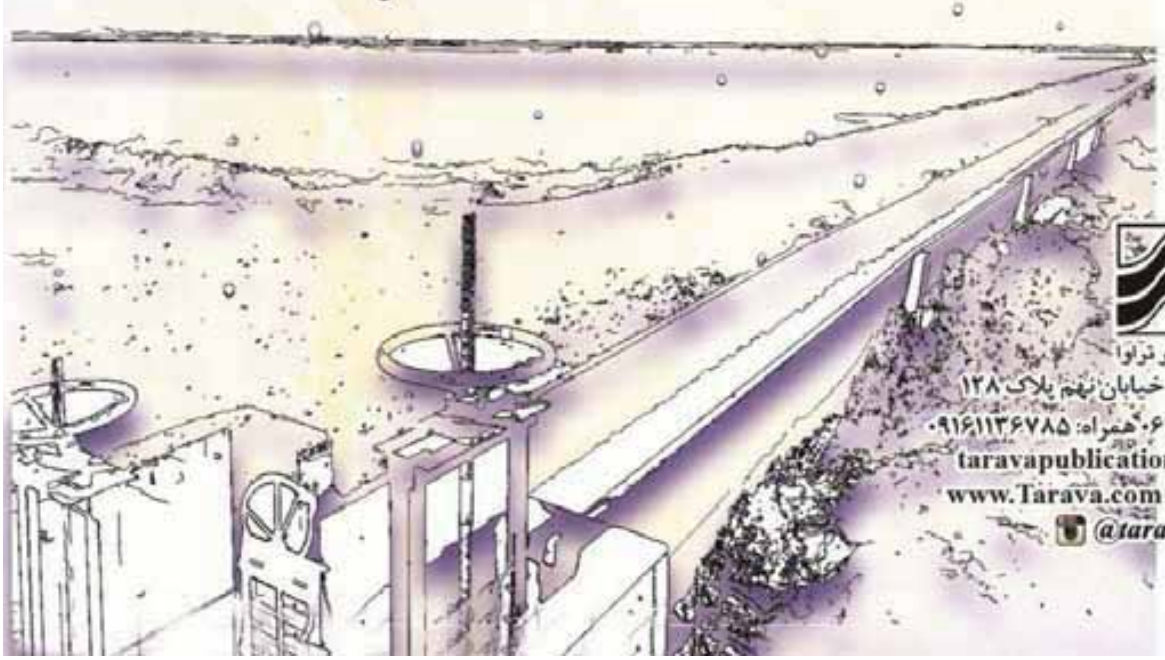
MAINTAENANCE. IRRIGATION WATER MAANAGEMENT,Training Manual No.10.

43. *UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR BUREAU OF RECLAMATION.1978,. DESIGHN OF SMALL CANAL STRUCTURES.*

موضوعاتی که در این کتاب بررسی می شود:

- مواد و مصالح ساخت کانالت و متعلقات و کنترل کیفی آنها
- مراحل و شیوه تولید کانالت و متعلقات در کارخانه و چگونگی نظارت برآن
- طراحی شبکه فرعی آبیاری به همراه نمونه کامل کار
- طراحی و محاسبه ابنیه فنی شبکه فرعی آبیاری و متعلقات کانالت
- آموزش ترسیم پلان و پروفیل مسیر با استفاده از نرم افزار Autocad Civil 3D
- تهیه نقشه ها و جداول کارگاهی کانالت
- نصب و اجرای قطعات پیش ساخته و روش کنترل کار
- اقدامات پس از اجرا و تحویل محور
- زمانبندی، متره و برآورد انجام کار کانال پیش ساخته بتنی
- مستند سازی طرح های شبکه فرعی آبیاری
- بهره برداری و نگهداری از شبکه فرعی آبیاری

ISBN 978-600-347-254-9



نشر ترآوا
اهواز: کیانپارس خیابان نهم پلاک ۱۲۸
تلفن: ۳۳۹۰۳۷۱۴-۰۶۱ همراه: ۰۹۱۶۱۱۳۶۷۸۵
taravapublication@yahoo.com
فروشگاه اینترنتی www.Tarava.com
@taravapub