

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی کشاورزی

گروه آب و خاک

ارزیابی عملکرد فنی و هیدرولیکی کانال‌های آبیاری استان سمنان و آرایه راهکارهای بهبود
عملکرد آنها

دانشجو: جواد مکاری ساعی

اساتید راهنما:

دکتر خلیل اژدری

دکتر صمد امامقلی‌زاده

استاد مشاور:

دکتر غلامحسین کریمی

مهندس مهدی رحیمیان

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۱۳۹۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

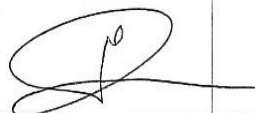
دانشکده مهندسی کشاورزی

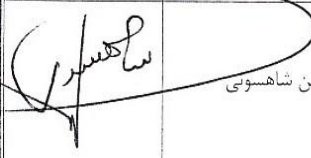
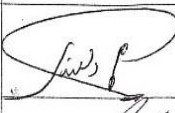
گروه آب و خاک

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای جواد مکاری ساعی

تحت عنوان: "ارزیابی عملکرد فنی و هیدرولیکی کانال‌های آبیاری استان سمنان و ارایه راهکارهای بهبود عملکرد آنها"

در تاریخ ۱۳۹۲/۱۱/۲۷ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه خوب.... مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	دکتر غلامحسین کریمی		دکتر خلیل اژدری
	مهندس مهدی رحیمیان		دکتر صمد امامقلی زاده

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	دکتر شاهین شاهسووی		دکتر مهدی دلفندی
			دکتر زهرا گنجی نوروژی

تقدیم بہ خانوادہ ی عزیزم ،
کہ وجودشان سبّی مہربانی پایان الہی است۔

شکر و قدردانی:

در این قسمت بر خود وظیفه می دانم در مصداق این کلام زیبا «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق» از زحمات بی دریغ آقایان دکتر خلیل اژدری و دکتر صمد امامقلی زاده که مسئولیت راهنمایی این پایان نامه را با وجود مشکلات عدیده با سعه صدر پذیرفتند خالصانه تشکر نمایم.

همچنین بدین وسیله از اساتید مشاور پایان نامه، جناب دکتر غلامحسین کریمی و آقای مهندس مهدی رحیمیان که نهایت همکاری را در این مقوله مبذول داشته اند قدردانی مینمایم.

لازم است بخاطر مساعدت بی دریغ جناب مهندس دمنیان در امور آب استان سمنان و مهندس باقر جورابلو در شرکت بهره بردار شبکه دشت گرمسار و مهندس امین ناظری که در انجام این تحقیق یاری گر این جانب بودند کمال قدرشناسی را داشته باشم.

جواد مکاری ساعی

بهمن ۹۲

تعهد نامه

اینجانب **جواد مکاری ساعی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی - سازه های آبی. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **ارزیابی عملکرد فنی و هیدرولیکی کانال های آبیاری استان سمنان و** **ارایه راهکارهای بهبود عملکرد آنها** تحت راهنمایی **دکتر خلیل اژدری و دکتر صمد امامقلی زاده** متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا یافته های آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

تاریخ جلسه دفاع از پایان نامه ۹۲/۱۱/۲۷

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد .

چکیده:

عملکرد نامطلوب شبکه‌های آبیاری و زهکشی موجب نگرانی جدی دولت‌ها شده است. واقعیت مشهود در سطح جهانی این است که اغلب پروژه‌های آبیاری و زهکشی اجرا شده در سطح دنیا به اهداف مورد نظر نرسیده‌اند و در برخی از موارد با مشکل مواجه شده‌اند. توسعه‌ی شبکه‌های آبیاری و تجهیز و نوسازی شبکه‌های آبیاری یکی از ارکان اصلی توسعه در بخش آب و کشاورزی است و سالانه هزینه‌های زیادی از منابع ملی صرف توسعه‌ی شبکه‌های آبیاری و تأسیسات وابسته به آنها مثل سدهای انحرافی، آبگیرها و طرح‌های انتقال آب می‌شود. با اجرای پروژه‌های آبیاری و زهکشی اگر چه تا حدودی مصرف آب تحت کنترل در می‌آید و می‌توان از آب استفاده بهینه نمود اما این نکته قابل ذکر است که اگر شبکه دچار مشکل شود و معضلات رخ داده مرتفع نگردد به مرور زمان، بهره برداری از شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دچار مشکل شده و نه تنها از منابع آب و خاک حفاظت نمی‌شود بلکه باعث تخریب این منابع نیز می‌شود از این رو است که ارزیابی عملکرد فنی و هیدرولیکی کانال‌های آبیاری و زهکشی ضرورت می‌یابد.

در این تحقیق، عملکرد فنی و هیدرولیکی کانال‌های استان سمنان مورد هدف بوده که پایلوت شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت گرمسار انتخاب گردید. در این راستا ابتدا با انجام بازدید میدانی و پایش در شبکه مشکلات موجود ثبت گردید، سپس اندازه‌گیری‌های لازم صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که مشکلاتی از قبیل رسوب گذاری در کانال‌ها، رشد علف‌های هرز در برم کانال‌ها، آبندی نامناسب درزهای انقباض در بدنه کانال‌ها، ترک‌های طولی و عرضی در برخی کانال‌ها، تخریب بتن در راپ‌ها، پرشدن تنظیم‌کننده‌های نوک‌مرغابی از رسوب، عملکرد نامناسب دریچه‌های نیرپیک و غیره از اهم نارسائی‌های شبکه‌ی آبیاری گرمسار می‌باشد. راندمان انتقال شبکه یکی از معیارهای سنجش عملکرد می‌باشد که در این تحقیق مورد محاسبه قرار گرفت و در حدود ۸۹ درصد برآورد گردید که با توجه به عمر شبکه خوب ارزیابی می‌شود. برای تعیین غلظت مواد معلق در آب شبکه برای اولین بار از ترم کدورت استفاده شد و رابطه بین کدورت و غلظت مواد معلق برای این شبکه استخراج گردید. این کار در برآورد بار مواد معلق شبکه و مدیریت رسوب مفید خواهد بود. با توجه به محاسبات هیدرولیکی در مقاطع برداشت، رژیم جریان زیربحرانی بوده و از نظر طراحی مطلوب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: راندمان انتقال، رسوب، کدورت، هیدرولیک، رژیم جریان

فهرست مقالات استخراجی از پایان نامه

- «بررسی و تعیین رابطه ی بین غلظت رسوب معلق آب و میزان کدورت در شبکه ی آبیاری و زهکشی دشت گرمسار» (اولین همایش ملی چالش های منابع آب و کشاورزی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان، بهمن ۹۲)
- «ارزیابی وضعیت راندمان انتقال آب در کانال های بتنی شبکه ی آبیاری دشت گرمسار و بررسی شرایط بهبود آن » (اولین همایش ملی چالش های منابع آب و کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان، بهمن ۹۲)

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
۱-۲- اهمیت مسئله.....	۵
۱-۳- ضرورت مسئله.....	۷
۱-۴- هدف از تحقیق.....	۸
فصل دوم: کلیات و پیشینه تحقیق.....	۹
۱-۲- تئوری تحقیق.....	۱۰
۱-۱-۲- تعاریف.....	۱۰
۱-۲-۲- اندازه‌گیری دبی.....	۱۱
۱-۲-۱-۲- سرعت متوسط.....	۱۲
۱-۲-۲-۲- محاسبه دبی.....	۱۴
۱-۲-۳-۱- راندمان انتقال شبکه.....	۱۷
۱-۲-۴-۱- اندازه‌گیری کدورت.....	۱۷
۱-۲-۴-۱- رابطه‌ی بین کدورت و غلظت مواد معلق.....	۱۸
۱-۲-۵-۱- اندازه‌گیری بار معلق.....	۱۹
۱-۲-۵-۱- نمونه‌بردارهای عمقی یا تجمعی.....	۲۱
۱-۲-۵-۲- نمونه‌بردارهای نقطه‌ای.....	۲۱
۱-۲-۶-۱- روش‌های تعیین بار معلق.....	۲۱
۱-۲-۶-۱- تئوری بار معلق و معادله رأس.....	۲۱
۱-۲-۷- تئوری تورم خاک و چگونگی ترک خوردن پوشش بتنی.....	۲۸
۲-۲- پیشینه تحقیق.....	۳۰
فصل سوم: مواد و روشها.....	۳۵
۱-۳- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه.....	۳۶

۳۶	۳-۱-۱- معرفی حوضه‌ی آبرزی دشت گرمسار
۳۹	۳-۱-۲- موقعیت جغرافیایی و اقلیمی
۴۱	۳-۱-۳- راههای دستیابی
۴۴	۳-۲- تأسیسات مدرن احداث شده در منطقه‌ی مورد مطالعه
۴۴	۳-۲-۱- سد انحرافی بنکوه
۴۶	۳-۲-۲- حوضچه‌های رسوبگیر
۴۷	۳-۲-۳- دریاچه‌های تخلیه رسوب
۴۸	۳-۲-۴- کانال‌های احداث شده
۴۸	۳-۲-۴-۱- کانال گرمسار
۴۸	۳-۲-۴-۲- کانال آرادان
۴۹	۳-۲-۴-۳- انشعابات کانال گرمسار
۵۱	۳-۲-۴-۴- انشعاب‌های کانال آرادان
۵۲	۳-۲-۵- سازه‌های آبی شبکه گرمسار
۵۲	۳-۲-۶- ابنیه‌های فنی شبکه‌ی آبیاری
۵۳	۳-۳- معرفی دستگاه‌های سنجش
۵۳	۳-۳-۱- سرعت‌سنج جریان
۵۴	۳-۳-۲- کدورت سنج
۵۶	۳-۳-۳- ترازوی دیجیتال حرفه مدل TP
۵۶	۳-۴- عملیات اندازه‌گیری برای بدست آوردن راندمان انتقال شبکه
۶۱	۳-۵- عملیات بدست آوردن رابطه‌ی بین غلظت مواد معلق و کدورت
۶۵	فصل چهارم: نتایج و بحث
۶۶	۴-۱- ارزیابی راندمان انتقال شبکه‌ی آبیاری دشت گرمسار
۷۲	۴-۲- برآورد معادله‌ی بین کدورت و غلظت مواد معلق در شبکه‌ی آبیاری گرمسار
۷۶	۴-۳- تخریب بتن سازه‌ای
۸۰	۴-۴- مسئله رسوب‌گذاری در شبکه
۸۲	۴-۵- مشکلات کانال گرمسار و انشعابات آن

۸۲	 ۴-۵-۱- مشکل کانال AX
۸۷	 ۴-۵-۲- مشکل کانال BZ و BY
۸۸	 ۴-۶- مشکل کانال آرادان
۸۹	 ۴-۶-۱- مشکل نقطه‌ی Q۱ (کانال Q۱۱)
۸۹	 ۴-۶-۲- شاخه‌ی APQ۱۱
۹۱	 ۴-۶-۳- مشکل سیفون نقطه‌ی N۱
۹۱	 ۴-۶-۴- مشکلات کانال کمربندی (UCC۱)
۹۳	 ۴-۶-۱- کانال CC1
۹۶	 ۴-۶-۲- مشکلات وابسته به کانال کمربندی
۹۶	 ۴-۷- مشکلات آبگیرهای روستائی
۹۹	 ۴-۸- شبکه‌های فرعی آبیاری
۹۹	 ۴-۹- وضعیت سازه‌های آبی
۱۰۰	 ۴-۹-۱- دریچه‌های مدول نیروپیک
۱۰۰	 ۴-۹-۲- سیفون‌های شبکه
۱۰۱	 ۴-۹-۳- سرریزها
۱۰۱	 ۴-۹-۴- دراپ‌ها
۱۰۲	 ۴-۹-۵- مقسم‌ها
۱۰۳	 فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۰۴	 ۵-۱- نتیجه‌گیری
۱۰۶	 ۵-۲- پیشنهادات
۱۰۷	 پیوست‌ها و مراجع

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲- منحنی‌های هم سرعت در یک مقطع از رودخانه	۱۴
شکل ۲-۲- اندازه‌گیری به روش ریاضی	۱۶
شکل ۳-۲- رابطه‌ی بین کدورت و غلظت رسوب معلق در مخزن سد دز	۱۸
شکل ۴-۲- توزیع غلظت بر حسب مقادیر مختلف Z	۲۵
شکل ۵-۲- تنش‌های وارده بر بدنه‌ی کانال	۲۷
شکل ۱-۳- پلان حوضه و زیرحوضه‌ی طرح	۳۸
شکل ۲-۳- موقعیت جغرافیایی گرمسار و دشت مورد مطالعه	۴۰
شکل ۳-۳- پلان شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت گرمسار	۴۱
شکل ۴-۳- دریاچه‌های نیرپیک	۴۳
شکل ۵-۳- سرریز نوک مرغابی	۴۳
شکل ۶-۳- سرعت سنج "Global Water Flow Probe"	۵۳
شکل ۷-۳- دستگاه کدورت‌سنج	۵۴
شکل ۸-۳- طرح شماتیک مکانیزم کار کدورت‌سنج	۵۵
شکل ۹-۳- ترازوی دیجیتالی TP	۵۶
شکل ۱۰-۳- مقطع اندازه‌گیری جریان	۵۷
شکل ۱۱-۳- مقطع اندازه‌گیری جریان	۵۷
شکل ۱-۴- نمونه‌ی کانال انتقال پوشش‌دار شبکه‌ی گرمسار	۶۷
شکل ۲-۴- درزهای انقباض بصورت ناصحیح پر شده‌اند	۶۸
شکل ۳-۴- رشد علف‌های هرز در درز انقباض و رسوب‌گذاری در دیواره‌های کانال	۶۹
شکل ۴-۴- بالازدگی آب در کانال انتقال به علت وجود سازه کنترل‌کننده در پایین‌دست	۶۹
شکل ۵-۴- الف و ب رشد علف‌های هرز در برم‌ها کانال انتقال و ورود به داخل کانال	۷۰

- شکل ۴-۶- رشد علف‌های در درزهای انقباض در کانال انتقال ۷۱
- شکل ۴-۷- آزمون چارک-چارک داده‌های غلظت مواد معلق ۷۳
- شکل ۴-۸- آزمون چارک-چارک داده‌های کدورت ۷۳
- شکل ۴-۹- گراف پراکنش داده‌ها به روش اسپیرمن ۷۴
- شکل ۴-۱۰- منحنی‌های برازش خطی و توانی داده‌ها ۷۵
- شکل ۴-۱۱- تخریب بتن در دراپ‌ها ۷۸
- شکل ۴-۱۲- نمایش رسوب در کانال‌های شبکه‌ی گرمسار ۸۱
- شکل ۴-۱۳- آبگیر ابتدای کانال گرمسار ۸۳
- شکل ۴-۱۴- تجمع زباله در ورودی سیفون تقاطعی کانال X^3 با بلوار راه‌آهن گرمسار ۸۵
- شکل ۴-۱۵- محل تقاطع کانال X^3 با بلوار راه‌آهن و برگشت آب در ورودی سیفون ۸۵
- شکل ۴-۱۶- گرفتگی سیفون تقاطعی کانال X^3 با خط راه‌آهن و هدایت آب به زیر کالورت مجاور ۸۶
- شکل ۴-۱۷- شکستگی کانال X^3 و هدایت آب به زیر کالورت راه‌آهن ۸۶
- شکل ۴-۱۸- محل آبگیری شهرداری آرادان از کانال کاظم‌بیگی و لوله انحراف آب به سمت چپ کانال ۹۰
- شکل ۴-۱۹- جعبه تقسیم و کانال درجه ۴ بلااستفاده برای اراضی کاظم‌بیگی ۹۲
- شکل ۴-۲۰- حوضچه‌ی تقسیم آب نقطه‌ی C (دولات) و آبگیر مندولک ۹۲
- شکل ۴-۲۱- آبگیر شاخه CU جهت آبرسانی به روستاهای زیردست از نقطه‌ی دولات ۹۲
- شکل ۴-۲۲- کانال بلااستفاده C601 (روستای رشمه) ۹۴
- شکل ۴-۲۳- وضعیت حوضچه‌ی تقسیم آب در نقطه C۱ ۹۲
- شکل ۴-۲۴- وضعیت حوضچه‌ی تقسیم آب در نقطه C۱ و شکستگی دیواره‌ها ۹۵
- شکل ۴-۲۵- دریاچه‌ی آبگیر کانال درجه ۴ اراضی پاده ۹۷
- شکل ۴-۲۶- چگونگی استفاده از آبگیرهای شبکه‌ی فرعی ۹۷
- شکل ۴-۲۷- دریاچه‌های آبگیر بلااستفاده در اراضی پاده ۹۸
- شکل ۴-۲۸- کانال‌های فرعی بلااستفاده و دریاچه‌های آبگیر مربوطه ۹۸

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- مهمترین شاخه‌های آب شور ورودی به حبله‌رود.....	۳۹
جدول ۲-۳- مشخصات سد انحرافی گرمسار.....	۴۴
جدول ۳-۳- لیست دریچه‌های هی‌درو مکانیکال نصب شده در محل سد انحرافی گرمسار.....	۴۵
جدول ۴-۳- مشخصات کانال گرمسار (کانال سمت راست شبکه‌ی آبیاری).....	۴۸
جدول ۵-۳- مشخصات کانال آرادان (کانال سمت چپ).....	۴۹
جدول ۶-۳- مشخصات کانال‌های انشعابی از نقطه‌ی A.....	۵۰
جدول ۷-۳- کانال‌های انشعابی از نقطه‌ی B.....	۵۰
جدول ۸-۳- کانال‌های انشعابی از نقطه‌ی C کانال CU.....	۵۱
جدول ۹-۳- داده‌های سرعت در مقاطع اندازه‌گیری.....	۵۸
جدول ۱۰-۳- معرفی ترم‌های جداول نتایج.....	۵۹
جدول ۱۱-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۶۰
جدول ۱۲-۳- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها.....	۶۲
جدول ۱۳-۳- داده‌های مربوط به غلظت مواد معلق و کدورت.....	۶۳
جدول ۱-۴- نتایج مربوط به راندمان انتقال در شبکه‌ی گرمسار.....	۶۶
جدول ۲-۴- پارامترهای برازش.....	۷۶

فهرست پیوست‌ها

عنوان	صفحه
پیوست ۱-۱- طرح شماتیک کانال‌های شبکه‌ی آبیاری.....	۱۰۸
پیوست ۱-۳- لیست سازه‌های احداثی در شبکه‌های آبیاری گرمسار.....	۱۰۹
پیوست ۲-۳- لیست دریچه‌های هیدرومکانیک نصب شده در کانال‌های درجه‌ی ۱ و ۲.....	۱۱۱
پیوست ۲-۳- ادامه لیست دریچه‌های هیدرومکانیک نصب شده در کانال‌های درجه‌ی ۱ و ۲.....	۱۱۲
پیوست ۳-۳- مشخصات فنی سرعت‌سنج.....	۱۱۵
پیوست ۴-۳- مراحل کالیبره کردن کدورت‌سنج.....	۱۱۵
پیوست ۵-۳- مشخصات فنی کدورت‌سنج.....	۱۱۶
پیوست ۶-۳- داده‌های سرعت در مقاطع اندازه‌گیری.....	۱۱۷
پیوست ۷-۳- داده‌های سرعت در مقاطع اندازه‌گیری.....	۱۱۸
پیوست ۸-۳- داده‌های سرعت در مقاطع اندازه‌گیری.....	۱۱۹
پیوست ۹-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۰
پیوست ۱۰-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۱
پیوست ۱۱-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۲
پیوست ۱۲-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۳
پیوست ۱۳-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۴
پیوست ۱۴-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۵
پیوست ۱۵-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۶
پیوست ۱۶-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۷
پیوست ۱۷-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۸
پیوست ۱۸-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۲۹
پیوست ۱۹-۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان.....	۱۳۰

پیوست ۳-۲۰- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۳۱
پیوست ۳-۲۱- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۳۲
پیوست ۳-۲۲- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۳۳
پیوست ۳-۲۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۳۴
پیوست ۳-۲۴- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۳۵
پیوست ۳-۲۵- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۳۶
پیوست ۳-۲۶- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۳۷
پیوست ۳-۲۷- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۳۸
پیوست ۳-۲۸- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۳۹
پیوست ۳-۲۹- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان	۱۴۰
پیوست ۳-۳۰- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها	۱۴۱
پیوست ۳-۳۱- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها	۱۴۲
پیوست ۳-۳۲- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها	۱۴۳
پیوست ۳-۳۳- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها	۱۴۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

یکی از معمولی‌ترین راه‌های انتقال آب استفاده از کانال می‌باشد. اصولاً کلمه نهر آب و یا کانال آب، شادی بخش است. خداوند متعال نیکوکاران را به بهشت که در آن نهرهای پر آب جاری است، مژده داده است. در فقه اسلامی نهرسازی، کانال‌کشی و خلاصه تامین آب برای هر زمین از کارهای عمرانی آن زمین محسوب شده و دلیلی بر مالکیت آن زمین است. کانال‌سازی در ایران از قدیم مرسوم بوده و تاریخ آن به تاریخ کشاورزی وابسته است. مثلاً در خوزستان حتی آثار کانال‌هایی که در زمان هخامنشیان ساخته شده هنوز باقی است. در شهرهای بزرگ مانند اصفهان، سمنان و ... که شبکه‌های سنتی گسترده‌ای داشته و قرن‌هاست بدون هیچ‌گونه اشکالی مورد بهره‌برداری هستند، تأییدی بر این مدعی است. اما متأسفانه کانال‌سازی در ایران بصورت تجربی در سینه باقی مانده و شیوه‌های سنتی کانال‌کشی از نسلی به نسل دیگر منتقل و هرگز به صورت مکتوب در نیامده است تا جایی که امروزه در جهان هیچ جایی از این تجربه چندین هزار ساله ایرانی وجود ندارد. در حقیقت اوایل قرن ۱۹ بود که زمزمه محاسبه کانال بلند شد و با پیشرفت سریع علم هیدرولیک این فکر قوت گرفت که منجر به یافته‌های شزی^۱، مانینگ^۲ و کوتر^۳ گردید و سرانجام به شکل امروزی درآمد و در این راه ایران واقعاً سهمی ندارد (فرامجی، ۱۹۷۲).

لیکن واقعیت مشهود در سطح جهانی این است که غالب پروژه‌های آبیاری و زهکشی اجرا شده در دنیا به اهداف پیش‌بینی شده منجر نگردیده و در موارد بی‌شماری با شکست مواجه گردیده و نه تنها توفیقی در بهره‌وری بهینه از منابع آب و خاک نداشته، بلکه ضایعاتی که به منابع مذکور وارد نموده، سطح تولید را کاهش داده است. علل عدم موفقیت این پروژه‌ها عمدتاً در طراحی و اجرای ناصحیح، بهره‌برداری و نگهداری نامناسب و غیرکافی و یا به طور کلی مدیریت ضعیف در زمینه‌های مختلف بوده است (قاهری، ۱۳۷۵).

¹Chezy

² Manning

³ Kuter

شبکه‌های آبیاری در سراسر دنیا به منظور دریافت ، انتقال، توزیع و تحویل آب به مزارع کشاورزی و باغات میوه احداث شده اند. این شبکه‌ها از تعدادی کانال با ابعاد و ظرفیت های مختلف، سازه‌های متعدد برای تنظیم و کنترل جریان آب و بالاخره تئسیسات جنبی و واسطه‌ای نظیر جاده‌ها، زیرگذرها و.... تشکیل شده اند. شاید یکی از جنبه هایی که در مقوله ی شبکه‌های آبیاری دست کم از طرف مهندسان و کارشناسان ذیربط تا حدودی زیادی مغفول مانده است ، تئثیرات بهره‌برداری از تئسیسات شبکه‌ها بر روی بافت و کنش اجتماعات انسانی درگیر با آن بوده است. دولت‌ها و مؤسسات اعتباری به منظور کاهش فقر در مناطق روستایی ، سرمایه‌گذاری وسیعی در زمینه ی احداث و راه اندازی شبکه‌های آبیاری نموده‌اند، ولی عملکرد آنها معمولاً بسیار پایین‌تر از حد انتظار بوده است . میلیون‌ها روستایی، اعم از افراد کم زمین یا بی زمین که می بایست از این طرح ها بهره مند می شدند، منتفع نگردیدند. بهبود نقش سیستم‌های آبیاری در فقرزدایی درحال حاضر یکی از چالش های مهم و ایده نظری و عملی بشر می‌باشد (چمبرز، ۱۹۹۲).

در هر مجتمع آبیاری، شبکه‌ی کانال‌ها اهمیت فراوانی دارد و بعنوان کلید بهره‌برداری به حساب آمده و جزء مهمی از سرمایه گذاری را به خود اختصاص می دهد. از این رو طراحی صحیح شبکه کانال ها اهمیت فوق‌العاده‌ای در تعیین اقتصاد پروژه خواهد داشت . بعلاوه کارایی و طرح هر کانال، بر دوام و نتیجه کار آن نیز بستگی کامل دارد . کارایی کانال تحت تأثیر رسوب گذاری و واریز دیواره‌های کانال بوده، که از محاسبات غلط آن ناشی شده و احتیاج به نگه داری فراوان دارد و در صورتیکه طرح اولیه کانال، کاملاً مستهلک شده باشد احتیاج به بازسازی کامل دارد. رویش علف‌های هرز بطور متراکم و یا گسترده در کانال، تلفات ناشی سنگین و یا غرقابی شدن اراضی در طول ساحل کانال مسائل جدی دیگری هستند که ممکن است از طراحی غلط کانال منشا ً گرفته باشند. بنابر این طراحی مؤ ثر کانال‌ها دارای اهمیت زیادی است. کمی بارندگی و عدم توزیع یکنواخت آن در زمان و مکان، پتانسیل زراعی مختلفی به دشت های ایران داده است . بطوریکه بزرگ‌ترین عامل محدود کننده در اکثر این دشت‌ها، آب است. از طرفی دیگر همه ساله شاهد پایین رفتن هر چه بیشتر سطح سفره های آب

زیرزمینی و خشک شدن چاه‌ها برای تحصیل آب برای آبیاری هستیم. با مهار آب‌های سطحی باید آب منتقل شود (فرامجی، ۱۹۷۲).

طراحی مجراهای انتقال آب با سطح آزاد، شامل دو بخش طراحی هیدرولیکی و طرح سازه‌ای می‌باشد که باید به طور توأمان صورت گیرند. منظور از طرح هیدرولیکی مجراها، تعیین مسیر و شکل مقطع آنها می‌باشد. چگونگی شکل مقطع مجرا، خود تحت تأثیر عوامل مختلفی چون ظرفیت، سرعت بهینه جریان، پایداری و نقطه‌نظرهای بهره‌برداری و نگهداری است. مجراهای انتقال با سطح آزاد ممکن است به صورت نهر (کانال) یا کاریز (تونل با جریان سطح آزاد) طراحی شوند. انتخاب هر یک از انواع بناهای آبی انتقال، پس از دریافت اطلاعات کامل از پارامترهای مؤثر، امکان‌پذیر می‌گردد. ظرفیت یک بنای انتقال مستقیماً تابعی از نیازهای آبی در پایین دست، طول مسیر و تلفات آب در اثر تبخیر یا نشت عمیق می‌باشد. سرعت جریان از یک سو تحت تأثیر فرسایش‌پذیری مصالح بدنه‌ی بنای انتقال بوده، از سوی دیگر با شیب طولی که خود تابعی از شرایط توپوگرافی زمین می‌باشد، کنترل می‌گردد. پایداری دیواره‌های طرفین مجرا نیز به پارامترهای مقاومتی بدنه‌ی بنای انتقال مربوط می‌شود. علیرغم وجود روش‌های گوناگون برای پایداری‌سازی برخی از انواع مصالح کمتر پایدار، به علت ابعاد گسترده کارهای اجرای بناهای انتقال، بهره‌گیری از آنها مقرون به صرفه نمی‌باشد. از نظر بهره‌برداری و یا نگهداری عوامل مهمی چون رسوب گذاری در مجرا، افزایش تلفات انرژی در اثر تغییر زبری بستر جریان، سیل‌گیری، رانش زمین، جریان گل و محدودیت‌های طبیعی و یا مصنوعی باید در طراحی در نظر گرفته شوند (بیات و همکاران، ۱۳۸۶).

در آفریقا به دلیل محدودیت‌های متعدد فیزیکی و فنی، هزینه توسعه آبیاری حتی بیشتر از آسیاست. در سال ۱۹۹۲ هزینه سرمایه‌ای احداث شبکه‌های آبیاری بزرگ به طور متوسط ۸۳۰۰ دلار در هکتار بوده است اما در جنوب صحرا آفریقا با در نظر گرفتن هزینه‌های غیرمستقیم برای احداث زیربناها (از قبیل: جاده‌ها، سکونت‌گاه‌ها، شبکه برق و تأسیسات عمومی) این رقم به ۱۸۳۰۰ دلار در هکتار

می‌رسد. در امریکای لاتین هزینه های توسعه آبیاری نسبت به افریقا پایین تر، اما در مقایسه با آسیا بسیار بالاتر است و به طور متوسط حدود ۱۰ هزار دلار در هکتار است. یکی از مهم ترین چالش ها، نیاز به صرفه جویی در مصارف کشاورزی، خانگی و صنعتی است. متوسط راندمان آبیاری (برآیند راندمان شبکه آبیاری و راندمان کاربرد مزرعه) در کشورهای در حال توسعه پایین است و از ۲۵ الی ۴۰ درصد در فلیپین، تایلند، هند، پاکستان و مکزیک تا ۴۰ الی ۴۵ درصد در مالزی و مراکش می‌رسد. این ارقام به طور قابل ملاحظه ای پایین تر از راندمان ۵۰ الی ۶۰ درصدی در کشورهای تایوان و ژاپن است. در شبکه هایی که مدیریت کارآمدی دارند، نسبت آب هدر رفته به کل آب وارده به شبکه آبرسانی حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد است. پایین بودن راندمان شبکه های آبیاری و آب شهری شاید به معنی پتانسیل های چشمگیر برای صرفه جویی در آب از طریق ارتقاء راندمان شبکه ها باشد. اما پتانسیل صرفه جویی همیشه در همه مناطق یا شبکه ها بالا نیست. زیرا بخش مهمی از آبی که به عنوان هدر رفته در نظر گرفته می شود، در عمل هدر رفته نیست و در جای دیگری از حوزه آبریز دوباره مورد بهره برداری قرار می گیرد. با محاسبه میزان آب بازیافت شده در پایین دست شبکه های زهکشی و میزان تغذیه و برداشت آب از منابع آب زیرزمینی (که معمولاً در اندازه گیری راندمان مصرف نادیده گرفته می شود) میزان راندمان واقعی مصرف آب در سطح حوزه آبریز به دست می آید. برای مثال در حوزه آبریز نیل در مصر، راندمان مصرف آب در شبکه ها ۳۰ درصد است اما راندمان کل حوزه نیل به حدود ۸۰ درصد می رسد. در سطح حوزه آبریز رودخانه، هدر رفت فیزیکی آب شامل تبخیر از سطح آب و گیاه، تخلیه به دریا یا آب های داخلی و آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی در اثر املاح و سموم می باشد (رزگرات، ۲۰۰۲).

۱-۲- اهمیت مسئله

از زمان آغاز ساخت تأسیسات مهم و مدرن آبیاری در ایران بیشتر از نیم قرن می گذرد و طی این مدت از طریق احداث تعداد قابل توجهی شبکه های مدرن آبیاری و زهکشی، هزاران کیلومتر کانال در

دشت‌های مختلف این سرزمین ساخته شده است. بررسی‌های صحرایی به عمل آمده نشان داده که متأسفانه علیرغم طراحی و احداث شبکه های مذکور توسط مهندسين مشاور و پيمانكار ان مجرب، بسیاری از کانال‌ها به دلایل مختلفی دچار خسارت جزئی و یا کلی گردیده و صدمات اقتصادی زیادی را موجب شده‌اند. بر اساس نتایج بررسی‌های بعمل آمده علل خسارت ایجاد شده در کانال‌های آبیاری عموماً ناشی از عدم دقت و رعایت ضوابط علمی در طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری بوده است. موقعیت جغرافیائی، شرایط اقلیمی و زمین شناسی خاص کشور نیز موجب استقرار خاک های مشکل‌آفرین در بسیاری از مناطق ایران گردیده که عدم توجه به این امر نیز در موارد متعددی موجب ایجاد خسارت در کانال های آبیاری گردیده است. بر اساس یک طبقه بندی عمومی عوامل ایجاد خسارت در کانال‌های آبیاری ایران را می‌توان در ۵ گروه اصلی به شرح زیر تقسیم نمود:

- مسائل مرتبط با طراحی
- مسائل مرتبط با شرایط ژئوتکنیکی بستر
- مسائل مرتبط با اجرا
- مسائل مرتبط با بهره‌برداری و نگهداری
- مسائل فرهنگی – اجتماعی

استقرار ایران در مدار ۳۰ درجه‌ی نیم‌کره شمالی و در نتیجه‌ی قرار گرفتن آن در کمربند خشک کره‌ی زمین، خشکی و خشکسالی را از جمله ویژگی‌های طبیعی این کشور قرار داده و به همین علت ایرانیان به ناچار از دیرباز برای مقابله با این مشکل طبیعی تمهیداتی اندیشیده اند. از جمله ساخت سدهای مخزنی، انحرافی، تونل‌های انحراف و انتقال، کانال‌های انتقال و توزیع، سازه‌های توزیع و... همگی از جمله تمهیداتی است که ایرانیان برای استفاده بهتر و کاراتر از آب بکار گرفته اند. با شروع تحولات اقتصادی – اجتماعی در صد سال اخیر به من‌ظور پاسخگویی به نیازهای یک جام‌عه مدرن، طراحی و ساخت سیستم‌های مدرن، تضمین و توزیع آب نیز به ناچار از اواخر دهه ۲۰ مورد توجه دولت‌های وقت

قرار گرفته و سرمایه گذاری های قابل توجهی در زمینه ساخت سدهای مخزنی و انحرافی و شبکه های آبیاری و زهکشی بعمل آمد. این سرمایه گذاری ها به ویژه در دهه های ۴۰ و ۵۰ به دلیل افزایش جمعیت، بالا رفتن سطح زندگی و نیز افزایش بهای نفت رونق بیشتری گرفت و طراحی و ساخت شبکه های متعدد و گسترده آبیاری و زهکشی در ابتدا در استان خوزستان و پس از آن در استان های گیلان، اصفهان، تهران و در نهایت در هرجا که دشت حاصلخیز و منبع تضمین آب مناسب وجود داشت آغاز گردید. اکنون پس از گذشت حدود ۶۰ سال از آغاز فرایند طراحی و ساخت سیستم های مدرن آبیاری و تضمین و توزیع آب در کشور که با سرمایه هنگفت ساخته شده اند نیاز به بررسی و ارزیابی عملکرد این گونه سیستم ها روزافزون مشاهده می گردد (رحیمی، ۱۳۷۴).

۱-۳- ضرورت مسئله

ضرورت انجام ارزیابی شبکه های آبیاری و زهکشی با توجه به سرمایه گذاری های وسیعی که در این بخش صورت گرفته است بر کسی پوشیده نیست. نزدیک نیم قرن از آغاز طراحی ساخت شبکه های مدرن آبیاری و زهکشی در کشور ایران می گذرد و طی این مدت ده ها شبکه ی بزرگ و کوچک که برخی از آنها در بر گیرنده چندین هزار هکتار اراضی زراعی می باشد به مرحله اجرا در آمده است. برخی از این شبکه ها به دلیل شرایط خاص و به ویژه خاک های مسئله دار از جمله خاک های گچی، شور، متورم شونده و واگرا موجب ایجاد خسارت قابل توجهی به این شبکه ها شده است. با توجه به مقدمه بالا ضرورت ارزیابی فنی و هیدرولیکی کانال های آبیاری احداث شده در کشور مشخص می شود. با عنایت به مسئله کمبود آب بررسی کارکرد مؤثر چنین تأسیسات آبیاری بیش از پیش باید مورد توجه قرار گیرد. با توجه به هزینه های سرمایه گذاری اولیه ی سنگین احداث چنین شبکه هایی ضروری می نماید که بعد از مراحل طراحی و اجرا، ارزیابی های فنی و هیدرولیکی در طی مراحل بهره برداری توسط شرکت های متولی امر صورت پذیرد تا در صورت بروز مشکلات و نارسایی ها در عملکرد تعریف شده برای چنین ابنیه هایی در همان ابتدا چاره اندیشی شود چرا که در مراحل بعدی امکان گسترش نارسایی به کل شبکه ی آبیاری دور از انتظار نخواهد بود. از همه مهمتر این که از نتایج

حاصل می‌توان در شرکت‌های مشاور در طراحی‌های آبی‌چنین شبکه‌ها در کشور استفاده گردد . از مشکلات بارز و شایان ذکر در شبکه‌های آبیاری کشور می‌توان به مسائل ذیل اشاره کرد:

- مسئله رسوب‌گذاری و فرسایش
- رشد علف‌های هرز
- تغییر ضریب زبری
- پایین بودن راندمان انتقال
- تخریب بتن‌های لاینینگ
- عملکرد دریاچه‌های آبیگیر
- مسائل ژئوتکنیکی
- مسئله تراوش
- مسائل فرهنگی

۴-۱- هدف از تحقیق

یکی از شبکه‌های آبیاری مهم منطقه، شبکه‌ی آبیاری دشت گرمسار می‌باشد. شبکه‌ی آبیاری و زهکشی گرمسار با وسعت ۲۲۰۰۰ هکتار از رودخانه‌ی حبله‌رود با دبی متوسط سالیانه ۲۷۵ میلیون مترمکعب و متوسط ۱۲ میلیون تن رسوب در سال، تأمین می‌گردد. در تحقیق حاضر سعی گردید یک پایش کلی در شبکه‌ی آبیاری زهکشی گرمسار صورت پذیرد، تا مشکلات و نارسایی‌های موجود در شبکه شناسایی شود. در این تحقیق راندمان انتقال شبکه به صورت اندازه‌گیری دبی در بازه‌های مختلف برآورد خواهد شد. همچنین با توجه به مسئله‌ی رسوب در شبکه سعی شده است با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری غلظت رسوبات معلق، وضعیت رسوب شبکه‌ی آبیاری مشخص گردد. همچنین با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده از بازدیدهای میدانی و داده‌های صحرایی اندازه‌گیری شده در منطقه مورد مطالعه، راهکار مناسب جهت عملکرد بهتر شبکه‌ی آبیاری و زهکشی ارائه گردد.

فصل دوم

کلیات و پیشینه تحقیق

۲-۱- تئوری تحقیق

۲-۱-۱- تعاریف

تأسیسات آبیاری

مجموعه‌ی ساختمان‌های انحراف آب و آبیگری و شبکه‌ی آبیاری، تأسیسات آبیاری نامیده می‌شود.

شبکه‌ی آبیاری

شبکه‌ی آبیاری به مجموعه‌ی تأسیساتی که برای انتقال و توزیع آب و جمع‌آوری آب‌های مازاد آبیاری و رواناب‌ها احداث می‌شود، اطلاق می‌گردد.

شبکه‌ی آبیاری به شبکه‌ی اصلی و شبکه‌ی مزرعه که به ترتیب نقش انتقال و توزیع آب تا سر مزارع و توزیع آب در داخل مزارع را برعهده دارند، تفکیک می‌شود.

شبکه‌ی اصلی شامل: کانال‌های درجه‌ی ۱ و ۲ و شبکه‌ی فرعی شامل: کانال‌های درجه‌ی ۳ و ۴ مزارع (شبکه‌ی مزرعه) است.

به مجموعه‌ی کانال‌ها، مجاری و سازه‌های هیدرولیکی که به وسیله آنها آب از آبیگر اصلی تا آبیگرهای مزارع منتقل و توزیع می‌شود و در مجموع برای بهره برداری شبکه مورد نیاز است، شبکه‌ی اصلی آبیاری گفته می‌شود و معمولاً شامل کلیه یا بعضی از اجزای زیر است:

کانال‌ها و مجاری بسته (لوله‌ها و تونل‌ها)، زهکش‌های سطحی، سازه‌های هیدرولیکی، جاده‌های ارتباطی و جاده‌های سرویس برای بهره‌داری و نگهداری (نشریه مدیریت و برنامه‌ریزی شماره ۲۸۱).

کانال آبرسان^۱

به کانالی که از دهانه ی آبگیر اصلی شروع و تا محل اولین انشعاب ادامه دارد، کانال آبرسان گفته می شود.

کانال اصلی درجه ی ۱ و ۲

کانال های آبیاری شبکه ی اصلی شامل: کانال های درجه ی ۱ و ۲ است که در فصول آبیاری، معمولاً آب در آنها به طور دائم جریان دارد.

سازه های هیدرولیکی

مجموعه سازه هایی است که برای انتقال جریان، کنترل و تنظیم سطح آب، آبگیری و حفاظت شبکه به کار می رود.

شبکه ی فرعی آبیاری (کانال های درجه ی ۳ و ۴)

مجموعه کانال هایی که آب در آنها برحسب برنامه آبیاری و به طور متناوب جریان دارد و آب را داخل مزرعه توزیع می کند، شبکه ی فرعی آبیاری نامیده می شود. طرح شماتیکی از شبکه در پیوست (۱-۱) آورده شده است (نشری مدیریت و برنامه ریزی شماره ۲۸۱).

۲-۱-۲- اندازه گیری دبی

تمام اندازه گیری های آب سنجی از قبیل سطح آب، عمق و سرعت آب، برای آن است که بتوانیم مقدار دبی را تخمین بزنیم. منظور از دبی^۲ حجم آبی است که در واحد زمان از مقطعی از رودخانه (که عمود بر جهت جریان باشد) عبور کند. چنانچه سرعت متوسط آب $\bar{V}$ و سطح مقطع جریان A باشد مقدار دبی Q عبارت است از:

$$Q = A \cdot \bar{V}$$

¹ Main Feeder Canal (M.F.C)

² discharge

بنابراین جهت تخمین دبی باید هم سرعت متوسط و هم سطح مقطع اندازه‌گیری یا محاسبه شود.

۲-۱-۲-۱-۲- سرعت متوسط

برای به دست آوردن سرعت متوسط در یک آبراهه چند روش وجود دارد:

الف - روش یک نقطه‌ای:

در این روش اندازه‌گیری سرعت آب فقط در یک نقطه و در وسط جریان آب انجام می‌شود. برای این کار ابتدا یک خط قائم نسبت به سطح آب در نظر گرفته شده و روی این خط سرعت در نقطه ای که فاصله آن از سطح آب حدود ۰/۵ تا ۰/۷ عمق (d) باشد اندازه‌گیری می‌شود. معمولاً در این مورد سرعت آب در ۰/۶d (۰/۶ عمق از سطح آب) تعیین و به عنوان سرعت متوسط در نظر گرفته می‌شود. رقم ۰/۶d بر حسب تجربه به دست آمده است. این روش در مواردی به کار رفته می‌شود که عمق آب از ۷۰ سانتی‌متر کمتر است (علیزاده، ۱۳۸۰).

ب - روش دو نقطه‌ای:

روش دو نقطه‌ای در شرایطی کاربرد دارد که در آن عمق آب رودخانه زیاد و از ۷۰ سانتی‌متر بیشتر باشد. در این حالت سرعت آب در هر مرحله در دو نقطه یکی در ۰/۲ و دیگری در ۰/۸ عمق (۰/۲d و ۰/۸d) از سطح آب اندازه‌گیری و سرعت متوسط $\bar{V}$ از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{V} = \frac{1}{2}(V_{0.2d} + V_{0.8d})$$

که $V_{0.2d}$ و $V_{0.8d}$ به ترتیب سرعت آب در ۰/۲ و ۰/۸ عمق آب از سطح می‌باشد.

ج - روش سه نقطه‌ای:

در این روش سرعت آب در ۰/۱۵، ۰/۵ و ۰/۸۵ عمق از سطح آب اندازه‌گیری و میانگین ریاضی آنها

متوسط سرعت آب خواهد بود از

$$\bar{V} = \frac{V_{0.15d} + V_{0.5d} + V_{0.85d}}{3}$$

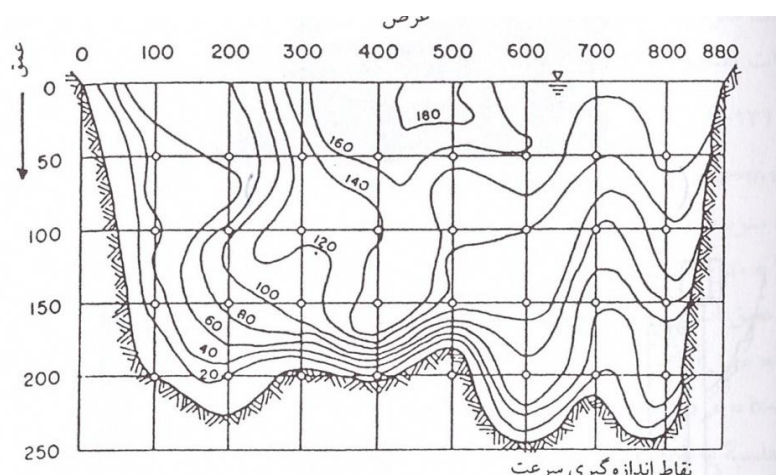
که $V_{0.15d}$ ، $V_{0.5d}$ و $V_{0.85d}$ به ترتیب سرعت آب در 0.15 ، 0.5 و 0.85 عمق از سطح می باشد.

د - روش پنج نقطه‌ای:

در این روش سرعت آب در سطح (V_s)، در نزدیکیهای کف (V_b) و همچنین در 0.2 ، 0.6 و 0.8 عمق از سطح آب ($V_{0.2d}$ ، $V_{0.6d}$ و $V_{0.8d}$) اندازه گیری و سپس سرعت متوسط ($\bar{V}$) از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\bar{V} = \frac{1}{10}(V_s + 3V_{0.2d} + 2V_{0.6d} + 3V_{0.8d} + V_b)$$

در این روش هنگامی که تغییرات سرعت نسبت به عمق یکنواخت نباشد بهتر از دیگر روش ها است . برای آن که سرعت آب در یک مقطع از رودخانه بطور دقیق تر محاسبه شود می توان مقطع رودخانه را مطابق شکل (۱-۲) شبکه بندی کرده و سرعت آب در محل هر یک از نقاط شبکه را اندازه گیری کرد . با داشتن سرعت در این نقاط، خطوط هم سرعت مطابق آنچه در رسم نقشه های توپوگرافی مرسوم است رسم می شود. سرعت متوسط در مقطع نیز همانند پیدا کردن ارتفاع متوسط یک منطقه، از روی خطوط هم سرعت محاسبه می شود.



شکل ۱-۲- منحنی‌های هم‌سرعت در یک مقطع از رودخانه

با توجه به این که رسم خطوط هم سرعت وقت گیر است برای محاسبه سرعت متوسط در یک مقطع تعدادی نقاط در سطح آب در آن مقطع انتخاب و سرعت متوسط آب در امتداد هر یک از خطوط عمودی که از این نقاط به داخل آب رسم شوند به یکی از روش‌های پنج‌گانه که در بالا اشاره شد اندازه‌گیری می‌شود. پس از آن که سرعت متوسط در امتداد هر یک از خط‌های عمودی بدست آمد با میانگین‌گیری آنها می‌توان سرعت متوسط را بدست آورد. بر طبق استاندارد تعداد این خطوط عمودی نباید از ۲۰ کمتر باشد و هر چه بیشتر باشد بهتر و نتایج دقیق‌تر است. برای این منظور نخ را در عرض رودخانه بسته و نقاط مورد اندازه‌گیری روی نخ با علامت مشخص می‌شوند سپس در محل هر علامت سرعت متوسط جریان اندازه‌گیری می‌شود و از روی آنها سرعت متوسط در مقطع به دست می‌آید (علیزاده، ۱۳۸۰).

۲-۲-۱-۲- محاسبه دبی

محاسبه دبی متوسط در یک جریان به طرق مختلف امکان‌پذیر است که ذیلاً به تشریح برخی از روش‌ها می‌پردازیم (علیزاده، ۱۳۸۰).

الف - روش ریاضی:

اگر یک مقطع را مطابق شکل ذیل به چند قسمت $b_1, b_2, \dots, b_n$ تقسیم کنیم و عمق آب در محل هر یک از تقسیمات $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ باشد با اندازه گیری سرعت متوسط در هر یک از نقاط تقسیم $V_1, V_2, \dots, V_n$ می توان مقدار دبی را که از هر یک از قطعات تقسیم شده سطح مقطع می گذرد از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$q_{i \rightarrow (i+1)} = \left[\frac{\bar{V}_i + \bar{V}_{i+1}}{2} \times \frac{d_i + d_{i+1}}{2} \right] [b_{i \rightarrow (i+1)}]$$

که $q_{i \rightarrow (i+1)}$ = دبی در قسمتی از مقطع که بین دو خط عمودی i و $i+1$ قرار گرفته است. (m^3/sec).

$\bar{V}_i$ = متوسط سرعت آب در خط عمودی i ، متر در ثانیه.

$\bar{V}_{i+1}$ = متوسط سرعت آب در خط عمودی $i+1$ ، متر در ثانیه.

d_i = عمق آب در خط عمودی i ، متر.

d_{i+1} = عمق آب در خط عمودی $i+1$ ، متر.

$[b_{i \rightarrow (i+1)}]$ = عرض سطح آب بین دو خط i و $i+1$ ، متر.

با محاسبه q_i در هر یک از اجزای سطح مقطع مقدار دبی کل (Q) عبارت خواهد بود:

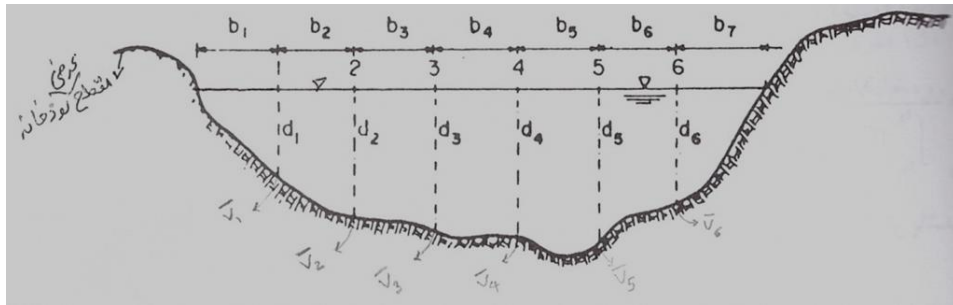
$$Q = \sum_{i=1}^n q_i$$

که n تعداد مقاطع است.

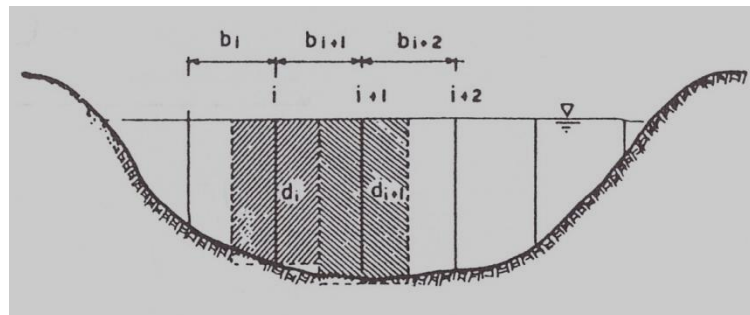
روش مشابه دیگر که برخی از هیدرولوژیست ها آن را ترجیح می دهند مطابق شکل (۲-۲) است که در

آن مقدار دبی در هر یک از مقاطع از فرمول ذیل به دست می آید:

$$q_i = d_i V_i \left(\frac{b_i}{2} + \frac{b_{i+1}}{2} \right)$$



شکل ۲-۲- اندازه گیری به روش ریاضی



شکل ۲-۲- اندازه گیری به روش ریاضی

ب - روش خطوط هم سرعت:

همانطور که قبلاً بحث شد با رسم خطوط هم سرعت می توان سرعت متوسط آب در یک مقطع را بدست آورد اگر A_i مساحت بین هر دو خط هم سرعت و V_i سرعت متوسط روی این مساحت باشد (میانگین سرعت در خط بالا و پایین آن) مقدار دبی عبارت خواهد بود از:

$$Q = \sum_{i=1}^n V_i \times A_i$$

۲-۱-۳- راندمان انتقال^۱ شبکه

راندمان انتقال در کانال‌های خاکی گاهی تا ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. در کانال‌های بتنی این راندمان تا ۹۵ درصد می‌رسد. برای محاسبه راندمان انتقال کانال از رابطه زیر استفاده می‌گردد:

$$E = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100$$

در معادله فوق، E: درصد راندمان انتقال، Q_{out} : دبی ورودی به بازه (مترمکعب بر ثانیه)، Q_{in} : دبی خروجی از بازه (مترمکعب بر ثانیه) می‌باشد (فرداد، ۱۳۷۵).

۲-۱-۴- اندازه‌گیری کدورت

کدورت یا تیرگی عبارت است از میزان یا شدت نوری که توسط ذرات جامد پراکنده می‌شود. مقدار کدورت به عوامل متعددی از قبیل غلظت رسوب، اندازه ذرات رسوب، شکل رسوب، نوع مواد معدنی تشکیل دهنده رسوب، مواد آلی درون آب و رنگ رسوب بستگی دارد. میزان کدورت در ابتدای وسط کدورت‌سنج شمعی جکسون^۲ که شامل سیلندر شیشه‌ای مدرج بلندی بود و شمع استاندارد زیر آن قرار می‌گرفت، اندازه‌گیری می‌شد. برای اندازه‌گیری کدورت، آب حاوی رسوب به درون سیلندر ریخته می‌شد تا در یک ارتفاعی قرار گیرد که دیگر نور شمع از بالا قابل رؤیت نباشد. امر وزه از این وسیله دیگر استفاده نمی‌شود و در حال حاضر از کدورت‌سنج‌هایی که اساس آنها بر اندازه‌گیری مقدار کاهش شدت نور عبور کرده از یک فاصله‌ی مشخصی استوار می‌باشد، استفاده می‌گردد. به دلیل راحتی اندازه‌گیری کدورت در مقایسه با اندازه‌گیری غلظت مواد معلق، تلاش محققین بر این بوده است که بتوان با اندازه‌گیری کدورت مقدار بار معلق رودخانه‌ها را تعیین کرد. در این صورت مقدار بار معلق را می‌توان به صورت زنده اندازه‌گیری کرد. از این رو اخیراً کاربرد وسایل اندازه‌گیری کدورت مورد توجه قرار گرفته است (شفاعی بجستان، ۱۳۹۰).

¹ Conveyance efficiency

² Jackson candle turbidimeter

۲-۱-۴-۱- رابطه‌ی بین کدورت و غلظت مواد معلق

مطالعات نشان داده است که بین کدورت و غلظت مواد معلق می‌توان رابطه‌ای با درجه‌ی برازش بالا پیدا کرد. چنین رابطه‌ای برای رودخانه‌هایی که اندازه‌ی ذرات مواد معلق تغییر چندانی ندارند به صورت خطی می‌باشد:

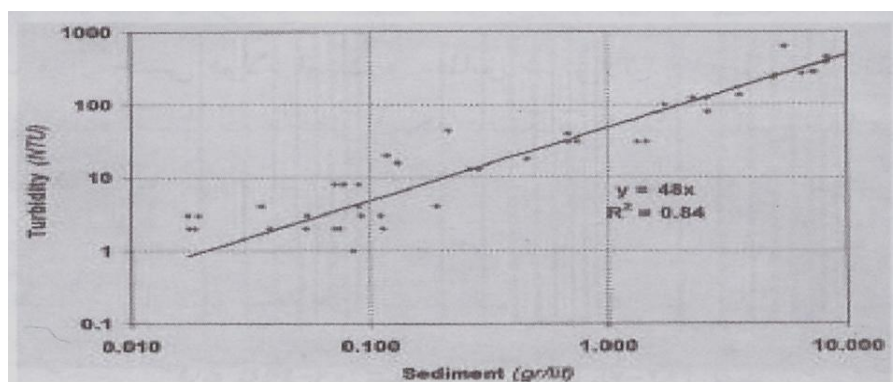
$$T = kc + b$$

که در آن c = غلظت مواد معلق، T = کدورت و k = ضریب کدورت است مقدار b نیز بستگی به مواد آلی دارد. در صورتی که اندازه‌ی ذرات مواد معلق با تغییر کدورت تغییر کند، در آن صورت رابطه به صورت غیر خطی است:

$$T = ca^n + b$$

چنین روابطی برای هر ایستگاه آب‌سنجی از رودخانه باید ایجاد گردد. ممکن است حتی برای هر ایستگاه این رابطه در فصول مختلف متفاوت باشد. هر چه مشخصات رسوب ثابت باشد ارتباط بهتری بین غلظت و کدورت برقرار می‌شود (شفاعی بجستان، ۱۳۹۰).

شکل (۲-۳) رابطه بین کدورت و غلظت رسوب معلق در مخزن سد دز را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳- رابطه‌ی بین کدورت و غلظت رسوب معلق در مخزن سد دز

۲-۱-۵- اندازه‌گیری بار معلق

بار معلق رودخانه از حاصلضرب غلظت رسوب معلق در مقدار دبی به دست می‌آید چون غلظت رسوب معلق هم نسبت به عمق و هم نسبت به عرض متفاوت است می‌توان از رابطه‌ی زیر مقدار بار معلق در هر مقطع از رودخانه را محاسبه کرد:

$$Q_s = \sum_{i=1}^n C_i Q_i$$

که در آن C_i عبارت است متوسط عمقی غلظت رسوب و i نشان دهنده شماره i بخشی از مقطع می‌باشد که در آن بخش غلظت اندازه‌گیری شده است و n تعداد زیربخش‌های هر مقطع عرضی را نشان می‌دهد. (Q_i) نیز عبارت است از مقدار دبی مربوط به هر زیربخش مقطع عرضی.

برای تقسیم مقطع عرضی به زیربخش‌ها دو روش استفاده می‌شود. یکی روش تقسیم به زیر بخش‌هایی با دبی یکسان^۱، روش EDI، و دیگری تقسیم به زیر بخش‌هایی با عرض یکسان^۲، روش EWI است. در روش EDI، تمام مقطع عرضی به حداقل ۴ و حداکثر ۹ زیربخش با دبی مساوی ولی با عرض‌های متفاوت تقسیم می‌شود. آنگاه مقدار غلظت متوسط عمقی رسوب معلق (C_i) در هر خط قائم در مرکز هر زیربخش اندازه‌گیری می‌گردد (شفاعی بجستان، ۱۳۹۰).

با توجه به یکسان بودن مقدار دبی در هر زیربخش رابطه به صورت ذیل نوشته می‌شود:

$$Q_s = Q_n \sum_{i=1}^n C_i$$

که در آن Q_n عبارت است:

$$Q_n = \frac{Q}{n}$$

در روش EDI، تعداد خصوص قائم که در آنها C_i اندازه‌گیری می‌شود کمتر از روش EWI است ولی برای استفاده از این روش ضروری است که ابتدا توزیع عرضی دبی در مقطع عرضی مشخص باشد تا بتوان به زیربخش‌هایی با دبی مساوی تقسیم کرد.

¹ Equal discharge increment (EDI) method

² Equal width increment (EWI) method.

در روش EWI لازم است تا عرض مقطع به حداقل ۱۰ و حداکثر ۲۰ زیربخش تقسیم و مقدار C_i در هر خط قائم در مرکز هر زیربخش اندازه گیری گردد. با توجه به اینکه مقدار دبی در هر زیربخش با زیربخش دیگر متفاوت است، ضروری است تا مقدار دبی هر زیربخش اندازه گیری گردد. در آن صورت مقدار دبی بار معلق از رابطه‌ی ذیل به دست خواهد آمد:

$$Q_s = \sum_{i=1}^n C_i Q_i$$

برای اندازه‌گیری غلظت رسوب معلق نمونه‌بردارهای مختلفی برای شرایط مختلف طراحی شده است که در ادامه ارائه می‌شوند. هدف این نمونه‌بردارها برداشت نمونه ای است که معرف مخلوط آب و رسوب در حال حرکت در مجاورت نمونه‌بردار باشد (شفاعی بجستان، ۱۳۹۰).

ضوابطی که برای طراحی و ساخت نمونه‌بردارهای غلظت مواد معلق باید لحاظ گردد عبارتند از:

- امکان ورود آب به نازل بصورت ایزوسینتیک باشد (در نمونه‌بردارهای ایزوسینتیک، در حین ورود آب به روزنه هیچ تغییری در سرعت و جهت آن رخ نمی‌دهد).
- نازل نمونه‌بردار باید تا حدی که ممکن است به بستر جریان نزدیک باشد.
- آشفتگی الگوی جریان بخصوص در نزدیکی نازل باید به حداقل ممکن برسد.
- دارای قابلیت سازگاری با وسایل اندازه‌گیری موجود باشد.
- تا حد ممکن ساده و نگهداری آن آسان باشد.
- لازم است تا اندازه‌ی بطری که نمونه‌ی آب و رسوب درون آن قرار می‌گیرد استاندارد در نظر گرفته شود.
- نمونه‌بردار غلظت مواد معلق دارای نازلی است که در جهت جریان قرار می‌گیرد. بخشی از جریان از طریق نازل وارد محفظه نمونه‌بردار می‌شود

۲-۱-۵-۱- نمونه بردارهای عمقی یا تجمعی

نمونه بردار عمقی به منظور جمع آوری یک نمونه از راستای عمودی جریان به صورت پیوسته و ایزوسینتیک طراحی شده است. نمونه بردار عمقی ساده، در حالیکه که به طرف بستر پایین آورده و سپس به سطح آب بر می گردد نمونه ای از آب و رسوب را جمع آوری می کند. نمونه بردار عمقی، متصدی را قادر می سازد که از نقاط یا قسمت هایی از یک قائم به طور ایزوسینتیک نمونه برداری کند. در مقاطعی که عمق جریان از ده متر کمتر باشد، از تمام عمق جریان می توان در یک جهت و در یک زمان از طریق باز کردن شیر و حرکت از سطح به کف و بالعکس نمونه برداری کرد.

۲-۱-۵-۲- نمونه بردارهای نقطه ای

نمونه بردارهای نقطه ای در مقایسه با انواع ساده نمونه بردارهای عمقی دارای قابلیت بیشتری هستند. این نمونه بردارها را میتوان به منظور جمع آوری نمونه ی رسوب معلق در هر عمقی از سطح جریان تا فاصله چند سانتی متری بستر، به کار برد.

۲-۱-۶- روش های تعیین بار معلق

۲-۱-۶-۱- تئوری بار معلق و معادله رأس^۱

طبق تعریف، به کلیه ی مواد رسوبی که وزن آنها توسط مایع حمل می شود و در نتیجه درون مایع قرار داشته و با همان سرعت جریان انتقال می یابند، مواد معلق می گویند. میزان وزن مواد معلق عبوری از یک مقطع مشخص در واحد زمان را بار معلق می نامند. واحد آن، نظیر بار بستر، مقدار وزن مواد رسوبی در واحد زمان معمولاً تن در روز می باشد (شفاعی بجستان، ۱۳۹۰).

چنانچه میزان غلظت مواد معلق یک مقطع مشخص در واحد زمان به C نشان داده شود و سرعت مایع

¹ Rouse

که از این مقطع عبور می‌کند برابر v باشد، در آن صورت بار معلق برابر خواهد بود با:

$$q_s = \int_a^d C v dy \quad (۱-۲)$$

در رابطه‌ی فوق a عمقی است که از آن عمق به بالا، مواد رسوبی به صورت معلق در حرکت هستند و d عمق جریان می‌باشد.

با توجه به مطالب فوق، برای به دست آوردن رابطه‌ای که بتواند بار معلق را پیش‌بینی کند، لازم است توزیع غلظت مواد معلق در اعماق مختلف جریان و همچنین نیمرخ سرعت معلوم باشد. از سویی مهم‌ترین نیمرخ سرعت در کانال‌های باز، توزیع لگاریتمی سرعت می‌باشد. اینشتین نشان داد که سرعت جریان در هر عمق را می‌توان مطابق رابطه‌ی (۲-۲) تعیین کرد:

$$\frac{v}{u_*} = 5.75 \log \left(\frac{30.2 y x}{D_{65}} \right) \quad (۲-۲)$$

که در آن v سرعت جریان، u_* سرعت برشی، y عمق جریان، x ضریب تصحیح رژیم جریان از بستر نرم به بستر زبر و D_{65} (قطری که ۶۵ درصد ذرات از آن کوچکترند) می‌باشد.

برای تعیین توزیع عمقی غلظت مواد معلق، رأس^۱ تئوری زیر را ارائه داده است.

رأس فرض کرد که برای جریان دو بعدی یکنواخت ماندگار، غلظت مواد معلق نسبت به عمق تغییر می‌کند و اینکه مواد رسوبی بستر در اثر عمل پخشیدگی^۲ در جهت عمودی حرکت می‌کنند، یعنی پخشیدگی فقط در عمق صورت می‌گیرد و غلظت مواد معلق در جهت جریان تغییر نمی‌کند در نتیجه هیچ‌گونه پخشیدگی در جهت طولی صورت نخواهد گرفت. با توجه به فرضیات فوق و این که تغییرات غلظت در هر عمقی نسبت به زمان ثابت است، معادله‌ی پخشیدگی به صورت زیر خواهد بود:

$$v_v \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} (\epsilon_s) \frac{\partial C}{\partial y} \quad (۳-۲)$$

^۱ Rouse

^۲ Diffusion

در اینجا V_v مؤلفه عمودی سرعت مواد معلق می باشد که بجای آن از ω یعنی سرعت سقوط ذرات استفاده می شود. ضریب پخشیدگی ε_s نیز به ضریب ادی^۱ در جریان های درهم ربط داده می شود. در نتیجه معادله ی (۳-۲) پس از انتگرال گیری به صورت زیر تغییر می کند:

$$\omega C + (\varepsilon_s) \frac{dC}{dy} = K \quad (۴-۲)$$

که K مقدار ثابت انتگرال می باشد و با توجه به این که وقتی $y=0$ مقدار $\frac{dC}{dy} = 0$ در نتیجه $K=0$ و از آنجا:

$$\omega C + (\varepsilon_s) \frac{dC}{dy} = 0 \quad (۵-۲)$$

رابطه فوق شامل دو جمله می باشد که از نظر فیزیکی هر جمله دارای مفهوم خاصی است: اولین جمله یعنی ωC نشان دهنده میزان مواد رسوبی است که در واحد سطح نهشته می شوند و دومین جمله، یعنی $(\varepsilon_s) \frac{dC}{dy}$ ، میزان مواد رسوبی است که در اثر جریان های درهم به طرف بالا از واحد سطح عبور می کند تحت شرایط جریان ماندگار دو جمله فوق به یک حالت تعادل می رسند. بطوری که نرخ خالص تبادل در هر لایه ی موازی بستر صفر می گردد.

"راس" مقدار ضریب پخشیدگی را به ضریب "ادی" در جریان های درهم مرتبط کرد:

$$(\varepsilon_s) = \beta \varepsilon \quad (۶-۲)$$

در این رابطه β ضریبی است که مقدار آن بر اساس نظر بیشتر محققان برابر واحد می باشد. البته فان راین^۲ رابطه ی زیر را برای برآورد این ضریب پیشنهاد داده است:

$$\beta = 1 + 2 \left(\frac{\omega}{u_*} \right)^2 \quad 0 < \frac{\omega}{u_*} < 1 \quad (۷-۲)$$

^۱ Eddy coefficient

^۲ Van Rine

از طرفی تنش برشی در جریان‌های درهم طبق قانون رینولدز برابر است با:

$$\tau = \rho \varepsilon \frac{dv}{dy}$$

که ρ جرم واحد حجم مایع و ε ضریب ادی می‌باشد. مقدار β ضریب تصحیح است. در نتیجه میزان تنش برشی در جریان‌های درهم بر حسب ε_s برابر است با:

$$\tau = \rho \frac{\varepsilon_s}{\beta} \frac{dv}{dy} \quad (۸-۲)$$

از سویی در یک کانال باز میزان تنش برشی در هر لایه در عمق y از بستر کانال برابر است با:

$$\tau = \tau_0 \left(1 - \frac{y}{d}\right) \quad (۹-۲)$$

که در آن τ_0 تنش برشی در بستر کانال می‌باشد و برای کانال پهن برابر است با γdS که d عبارت است از عمق جریان در کانال و S شیب کانال می‌باشد.

نسبت $\frac{d\theta}{dy}$ را می‌توان با استفاده از تئوری فان - کارمن^۱ به صورت زیر نوشت:

$$\frac{dv}{dy} = \frac{u_*}{ky} \quad (۱۰-۲)$$

که k ثابت کارمن می‌باشد که معمولاً برابر است با $۰/۴$ می‌باشد.

از ترکیب روابط (۸-۲)، (۹-۲) و (۱۰-۲) می‌توان مقدار ε_s را برحسب سایر متغیرها محاسبه کرد در این صورت:

$$\varepsilon_s = \beta k u_* \frac{y}{d} (d - y) \quad (۱۱-۲)$$

با قرار دادن مقدار ε_s در معادله دیفرانسیل پخشیدگی، رابطه‌ی (۵-۳) می‌توان نوشت:

$$\omega C + \beta k u_* \frac{y}{d} (d - y) \frac{dc}{dy} = 0 \quad (۱۲-۲)$$

^۱ Van - karman

و از آنجا:

$$\frac{dC}{C} = \frac{-\omega dy}{\beta k u_* (1-y/d)y} = -Z \frac{dy}{(1-y/d)y} \quad (۱۳-۲)$$

که در آن $Z = \frac{\omega}{\beta k u_*}$ می باشد.

با انتگرال گیری از رابطه ی (۱۳-۲):

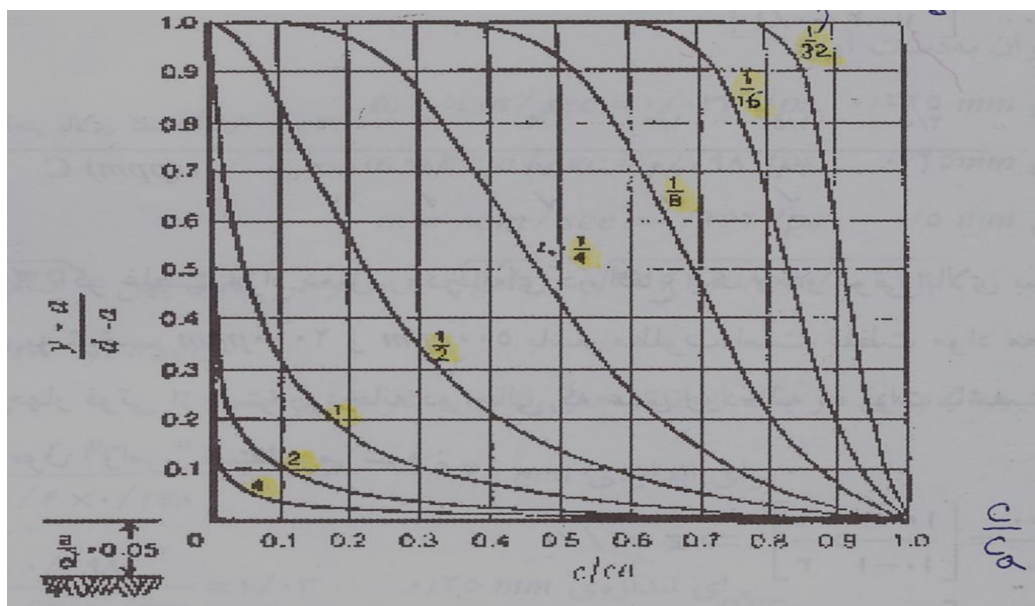
$$[LnC]_a^d = \left[Ln \left(\frac{d-y}{y} \right)^Z \right]_a^d \quad (۱۴-۲)$$

که پس از ساده کردن:

$$\frac{C}{C_a} = \left(\frac{d-y}{y} \frac{a}{d-a} \right)^Z \quad (۱۵-۲)$$

که C_a عبارت است از میزان غلظت مواد معلق در عمق a از بستر رودخانه.

معادله ی اخیر، که توزیع غلظت مواد معلق را در اعماق مختلف نشان می دهد، به معادله ی راس معروف است. شکل (۴-۲) توزیع غلظت را برحسب مقادیر مختلف Z نشان می دهد. مطابق این شکل ملاحظه می شود که هر چه مقدار Z کوچکتر شود و اندازه ذرات ریزتر شوند توزیع غلظت این ذرات در عمق کانال یکنواخت تر خواهد بود (شفاعی بجستان، ۱۳۹۰).



شکل ۴-۲- توزیع غلظت برحسب مقادیر مختلف Z

بطور کلی بروز ترک‌ها در لاینینگ کانال را می‌توان به سه پارامتر شامل نشست بستر، پدیده بالازدگی (قوس‌شدگی) یا نیروی هیدرواستاتیکی ناشی از افت سریع سطح آب کانال در پشت لاینینگ کانال منتسب نمود. در زیر این سه پدیده تشریح گردیده است.

پدیده نشست بستر

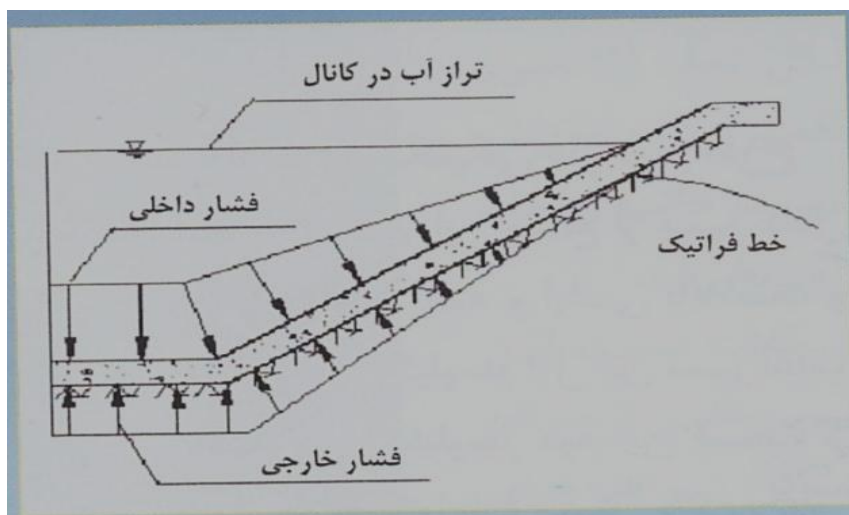
عبور مسیر کانال از لایه‌های خاکی ناپایدار که در اثر اشباع شدگی ناشی از نشت آب از بدنه کانال یا نفوذ زه‌آب‌های ناشی از آبیاری اراضی بالادست کانال یا نفوذ آب‌های سطحی ناشی از بارندگی به پشت بستر لاینینگ کانال، دچار نشست‌های متقارن یا نامتقارن شده و در هر حالت می‌تواند منجر به نشست در بدنه کانال و ایجاد ترک‌کشی گردد. وجود ترکیبات گچی و آهکی در میسر بستر کانال نیز به نوبه خود می‌تواند منجر به ایجاد نشست در بستر لاینینگ کانال گردد (بیرامی، ۱۳۸۷). بدین ترتیب که با نشت آب از بدنه و درزهای کانال پدیده انحلال خاک بستر در زیر بدنه لاینینگ کانال شکل گرفته و پدیده نشست بروز می‌نماید که اثر غائی آن بروز یا گسترش ترک‌های کششی در مقطع لاینینگ می‌باشد. این نوع ترک‌ها به موازات امتداد مسیر کانال، عمدتاً در یک سوم میانی بدنه کانال و ندرتاً در کف کانال قابل مشاهده‌اند.

پدیده قوس‌شدگی (بالازدگی)

پدیده‌ی قوس‌شدگی یا بالازدگی نیز یکی از پدیده‌های مخرب در پوشش (لاینینگ) کانال‌هاست که ناشی از تورم مصالح بستر در اثر تماس با آب می‌باشد. زمانی که در اثر تورم خاک بستر که معمولاً در خاک‌های گچ‌دار خشک (حاوی انیدرید) رخ می‌دهد، تنش‌های فشاری در خاک ایجاد شده که این تنش‌ها در جهت نیمه‌ی بینهایت محیط یعنی به سمت لاینینگ کانال شروع به افزایش می‌نمایند و به تدریج بر وزن بتن لاینینگ غلبه نموده و در قسمت پاشنه‌ی شیب مقطع دوزنقه که تنش‌های برشی ناشی از جریان آب در کانال نیز در این قسمت حداکثر می‌باشد به صورت ترک‌های سراسری در جهت امتداد کانال بروز می‌یابند (طلائی و همکاران، ۱۳۹۰).

افت سریع سطح آب داخل کانال

بر حسب تعریف نرخ کاهش عمق آب در هر نقطه از کانال را افتادگی سطح آب می گویند. این پدیده در خاک هایی که به دلیل نفوذناپذیری زیاد قابلیت زهکشی کمی دارند می تواند منجر به تخریب و آسیب های جدی به پوشش لاینینگ کانال گردد. تخریب زمانی اتفاق می افتد که نیروی هیدرواستاتیک در زیر پوشش کانال بر نیروهای وارده از سمت داخل کانال غلبه نماید. زمانی که پوشش کانال تقریباً نفوذناپذیر بوده و خاک بستر به کندی زهکشی شود در صورتی که سطح آب کانال به طور ناگهانی پایین بیاید تراز خط اشباع (خط فراتیک) پشت لاینینگ نمی تواند به این سرعت پایین بیاید و لذا نیروی خالص وارد بر پوشش کانال بر عکس می گردد. شکل (۲-۵) تنش های وارده بر بدنه کانال را نمایش می دهد. در این شرایط وزن و مقاومت پوشش قادر به تحمل فشار و همچنین لنگرهای ناشی از فشارهای هیدرواستاتیکی که باعث ایجاد نیروی کششی در مقطع بتنی کانال شده نمی باشد و در نتیجه پدیده ترک لاینینگ و تخریب های متعاقب آن رخ خواهد داد (پورشیدی، ۱۳۸۹).



شکل ۲-۵- تنش های وارده بر بدنه ی کانال

۲-۱-۷- تئوری تورم خاک و چگونگی ترک خوردن پوشش بتنی

خاک‌های تورم‌زا، خاک‌هایی هستند که در مجاورت رطوبت ازدیاد حجم یافته و به نحو قابل توجهی متورم می‌شوند. فشار ناشی از این تورم در خاک‌های مذکور می‌تواند موجب تخریب پوشش کانال‌های آبیاری و کف‌سازی‌ها گردد. پدیده تورم، واکنش فیزیکی و شیمیایی خاک و محیط بوده که مقدار آن بستگی به شدت نیروهای جاذبه و دافعه فیزیکی و شیمیایی دارد. مقدار تورم یک خاک بستگی کامل به نوع کانی‌های رسی و پیوندهای مولکولی موجود در آن دارد. در حال حاضر کانی‌های مونتموریلونیت به عنوان متورم شونده‌ترین نوع کانی‌های رسی در مقایسه با ایلیت، کائولینیت و غیره شناخته شده‌اند. مکانیزم‌های متفاوتی برای نحوه بروز تورم بیان شده که جزئیات آنها به خوبی روشن نمی‌باشد. چنین استنباط می‌شود که در یک خاک رسی کاملاً خشک، کاتیون‌ها به شدت جذب سطحی رویه‌های کلئید رس با قطب منفی می‌شوند. مازاد کاتیون‌هایی که برای خنثی کردن بار الکتریکی رس مورد نیاز است، بصورت نهشته‌های املاح در اطراف کلئیدها یافت می‌شوند. حال اگر به این رس آب برسد املاح کاتیونی در آب حل شده و نتیجتاً فعال می‌شوند و از طرفی تمایل دارند که از سطح رس دور شوند زیرا سطح رس قبلاً بوسیله کاتیون‌هایی که بار مثبت دارند اشغال گردیده است. از طرف دیگر کاتیون‌های چسبیده به سطح ذرات رس هم می‌خواهند به تبعیت از قوانین اسمزی از سطح کلئید دور شده و غلظت کاتیونی یکنواخت را در اطراف ذره رسی پدید آورند. این پدیده باعث دور گشتن ذرات رس از یکدیگر می‌شود. این امر ضمن جذب آب، حجم کلی خاک را افزایش و تورم خاک را سبب می‌شود (عسکری ف و فاخر ع، ۱۳۷۲).

نحوه ایجاد خسارت در پوشش بتنی کانال‌ها بر اثر وجود خاصیت تورم‌زایی خاک بدین صورت است که بعد از خاک‌برداری کانال و آماده کردن جداره برای اجرای پوشش، رطوبت خاک بستر و جداره کانال کاهش می‌یابد، خصوصاً اگر فاصله زمانی بین گودبرداری، خاک‌کوبی و بتن‌ریزی، زیاد باشد. پس از بتن‌ریزی بعلاوه امکان تبادل رطوبتی خاک با هوای بیرون و همچنین نزدیکی خاک به سطح آب

زیرزمینی رطوبت بستر افزایش یافته و این امر با توجه به سربار کم در محل ، باعث تورم خاک و در نتیجه بالا آمدن پوشش بتنی کانال می شود. با توجه به اینکه معمولاً قالب‌های بتنی جداره کانال به کف آن اتصال دارد ، نیروهای ناشی از تورم بر نیروهای برشی ما بین خاک و بتن غلبه کرده و این قسمت از کانال نیز بالا آمده و بتن از خاکریز جدا می‌گردد. همچنین بالا آمدن پوشش کف، فاصله‌ای را بین جدار خاکی و پوشش بوجود می‌آورد که این امر خود باعث شسته شدن خاک زیر پوشش بتن شده و تدریجاً باعث ترک خوردن بتن می‌شود. از طرف دیگر پدیده ی جدا شدن بتن از خاک ، باعث خشک‌شدن غیر یکنواخت خاکریز در دو طرف کانال شده و در نتیجه به ایجاد تور م غیریکنواخت در خاکریزی کمک کرده و منجر به تغییر شکل هایی در سطح جدار کانال می گردد. این روند در حالت عادی برای خاک هایی که ذاتاً متورم شوند می‌باشد، اتفاق می‌افتد. روشن است که درجه حرارت شدید هوا، تعبیه درزهای انقباض بصورت ناصحیح (چه از نظر شکل، چه از نظر تعداد)، همگی از جمله عواملی هستند که نقش تورمی خاک را تشدید می‌نمایند (وان^۱، ۱۹۸۵).

هر چه مقدار تراکم خاکریز بیشتر شود ، بعلت افزایش وزن واحد حجم توده خاک ، مقدار بیشتری از ذرات رس در یک حجم معین قرار می گیرند. نتیجتاً پدیده تبادل کاتیونی افزایش پیدا می کند و بالاخره قابلیت تورم خاکریز شدت می یابد. به همین ترتیب هر چه مقدار رطوبت خاک در حال کوبیدگی افزایش یابد ، وزن واحد حجم خاک متراکم پایین آمده و قابلیت تورم خاک نیز کاهش می‌یابد (بارتکوب و همکاران، ۱۳۸۴).

¹ swan

۲-۲- پیشینه تحقیق

دفتر همکاری‌های سازمان ملل متحد^۱ در سال ۱۹۷۳ جهت بهبود راندمان‌های توزیع آب در شبکه‌ها، تحقیقاتی در زمینه‌ی عملکرد آبگیرها انجام داده و بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که وجود مواد معلق در آب و ترکیب مواد، تغییرات و نوسانات سطح آب در منبع و میزان حساسیت و دقت مورد انتظار از آبگیرها، در انتخاب نوع آبگیر مؤثر است. همچنین پیشنهاد گردید در مواقعی که سطح آب از منبع تأمین آب آبگیر دستخوش نوسانات و تغییرات زیاد است باید از آبگیرهایی که نسبت به نوسانات سطح آب در با لادست حساس نبوده و حتی المقدور دبی ثابتی را تأمین می‌نماید، استفاده گردد.

در تحقیقی که در تعدادی از شبکه‌های دشت‌های خوزستان، تبریز و کرمانشاه انجام شده متوسط راندمان انتقال بین ۲۳ تا ۵۰ درصد، برآورد شده است (میرابوالقاسمی، ۱۳۷۳).

در سال ۱۹۹۷ جی بوس^۲ شاخص‌هایی را به منظور ارزیابی شبکه‌های آبیاری و زهکشی ارائه کرده است. این شاخص‌ها توزیع آب، راندمان استفاده از آب، مدیریت و پایداری سیستم را از نظر زیست‌محیطی شامل می‌شود.

احتشامی و همکاران (۱۳۷۹) با استفاده از اندازه‌گیری‌های صحرایی، بازده انتقال، توزیع و بازده شبکه‌ی آبیاری دشت قزوین را برآورد نمودند. با استناد به نتایج حاصله از آزمایش‌های انجام شده، متوسط بازده انتقال و توزیع در شرق قزوین به ترتیب ۹۰/۴۷ و ۶۰/۸۸ درصد همچنین در غرب قزوین این مقادیر معادل ۴۷/۴ و ۴۵/۴ درصد محاسبه گردید که به این ترتیب بازده شبکه در شرق قزوین برابر ۵۵/۱ درصد و در غرب آن معادل ۴۰/۴ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر تقریباً نیمی از آب

^۱ United Nation Office Of Technical Cooperation

^۲ G.Bos Marinus

استحصالی از سد زیاران قبل از رسیدن به محل مصرف آن یعنی مزارع، تلف می‌شود. نامبردگان دلایل متعدد فنی و اجتماعی را برای این مسئله ذکر کرده‌اند.

سهرابی و جوادپور (۱۳۸۴) متوسط راندمان انتقال در کانال‌های درجه‌ی ۱ تا ۴ را به ترتیب ۹۶/۷، ۹۵/۱، ۸۶/۳ و ۷۳/۸ درصد برای طول ۱۰۰۰ متر بدست آورد. وی اظهار داشت که به علت عدم کنترل، بازبینی و مرمت قسمت‌های تخریب شده سیستم، خصوصاً در کانال‌های توزیع، بهره‌وری شبکه رو به کاهش است.

فاکون^۱ در سال ۲۰۰۱، عملکرد شبکه‌ی ماکاماتا^۲ در تایلند را به کمک فرآیند ارزیابی سریع مورد بررسی قرار داد و به مدرن کردن سیستم توزیع آب و همچنین توانمند ساختن سازه‌های موجود در شبکه‌ی آبیاری به منظور اختصاص بهینه‌ی آن پرداخت.

در پی پدید آمدن ترک‌هایی در پوشش بتنی برخی از کانال‌های آبیاری استان خوزستان تحقیقات میدانی و آزمایشگاهی جهت یافتن علل وقوع و رفع آن توسط باروتکوب و همکاران (۱۳۸۴) به عمل آمد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان داد که ترک‌های طولی ناشی از پتانسیل تورم آزاد خاکریزهای ریزدانه در محدوده $\frac{1}{3}$ پایینی طول شیب قالب بتنی کانال حادث می‌گردد. این در حالی است که استانداردهای رایج محل درز طولی پایینی کانال‌ها را بطور معمول ۳۰ سانتیمتر از کف و آرایش درزهای طولی و عرضی دیگر را، بر اساس سطح هر قالب ۹ مترمربع پیشنهاد نموده‌اند.

شرکت جهاد نصر خراسان در سال ۱۳۸۴ در پژوهشی تحت عنوان «انعکاس تجربیاتی در احداث کانال‌های روباز در مناطق خشک کویری و بررسی مشکلات و ارائه راه حل‌ها»، مسقف نمودن کانال‌های آب موجود، استفاده از هر نوع کانال متروکه مسقف نظیر گالری‌های قنوات و ساخت

¹ Facon Thirry

² Makhamathao

کانال‌های مسقف و یا استفاده از شبکه‌های تحت فشار جهت انتقال آب را در مناطق خشک و کویری که آب با قیمت گزاف به دست آمده و مشکلات فراوانی نظیر نفوذ ، تبخیر، تفرق و... که باعث تلفات شدید این مایع ارزشمند شده و از طرفی عوامل جدی نظیر باد، شن روان، سیلاب و... کانال‌های انتقال آب را در این مناطق به شدت تهدید می‌نماید، انجام داد.

در سال ۲۰۰۵ شاهرخ‌نیا و جوان^۱ توسط مدل‌های هیدرولیکی نظیر HEC-RAS به ارزیابی شبکه آبیاری درودزن در استان فارس در ایران پرداختند و سیستم‌های توزیع آب در داخل شبکه و آبگیرها را مورد بررسی قرار دادند.

درباره عملکرد و مشکلات سازه‌های اندازه‌گیری نیروپیک در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، بهزادی نصب و همکاران (۱۳۸۵)، تحقیقی را روی شبکه‌های آبیاری و زهکشی دشت اوان و شمال شرق اهواز انجام دادند بر طبق نتایج این پژوهش برای عدم دقت این سازه ها عواملی به صورت زیر بیان گردید:

رسوب‌گذاری کانال در بالادست سرریزهای نوک اردکی، عدم دقت در طراحی رقوم آستانه نصب سازه، تخریب سرریز نوک اردکی، ایجاد اغتشاش در سطح آب به علت عدم رعایت فاصله آبگیری از خروجی سازه‌های بالادست در کانال، بالا آمدن سطح آب کانال پایین‌دست نسبت به سطح آب پیش‌بینی شده به علت اجرای شبکه‌های فرعی، تغییر مقدار عمق آب نسبت به عمق آب پیش بینی شده در کانال بالادست یا پایین‌دست سازه به علت رسوب‌گذاری در کانال و در نتیجه کاهش ظرفیت کانال.

توکلیان (۱۳۸۶)، با بررسی روند ایجاد ترک‌های اولیه در پوشش بتنی کانال اصلی پروژه کوثر به این نتیجه رسید که حدود ۵۰ درصد از پانل‌های ترک خورده ، در فصل تابستان بتن ریزی شده بودند. همچنین تعداد پانل‌های ترک خورده ، با افزایش ضخامت بتن لاینینگ ، کاهش چشم‌گیری داشته

¹ Shahrokhnia.M.A, Javan.M

است. نتایج حاصل از اعمال روش‌های ترمیم ترک لاینینگ نیز نشان داد که در صورت عدم استفاده از خاک‌های مسئله‌دار ($PI > 30$) اصلاحات انجام شده، پایدار خواهد بود.

در یک تحقیق سه ساله، عوامل ترک و شکست لاینینگ در یک بازه‌ی ۱۸ کیلومتری کانال انتقال آب شهید چمران توسط نجفی پور (۱۳۸۷) مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که سه عامل تورم، وجود خاک‌های نامتعارف و فشار آب زیرزمینی از بزرگترین عوامل ایجاد خسارت بر پوشش‌های بتنی ایجاد شده می‌باشند.

به منظور ارزیابی نحوه‌ی عملکرد شبکه‌ی آبیاری دشت مهاباد و همچنین چگونگی فعالیت و کارکرد سازه‌های هیدرولیکی موجود در آن، تحقیقی توسط پوریعقوب و رضائی (۱۳۸۷) صورت گرفته است. نتایج بررسی‌های آنها نشان داده است که اگرچه این شبکه در حال فعالیت می‌باشد اما تا حدود زیادی مورد تخریب واقع شده است. این تخریب‌ها یا در اثر بهره‌برداری نادرست از شبکه و یا به دلیل عدم نظارت بر شبکه فرعی و یا اتمام عمر مفید سازه‌ها بوده که عدم ترمیم و ارزیابی دوره‌ای و عدم اختصاص بودجه به منظور ارزیابی شبکه در برآورد هزینه‌های شبکه را به عنوان مهمترین عوامل نباید فراموش کرد.

در تحقیقی که توسط ملک‌پور و همکاران (۱۳۸۸) بر روی تخریب و خوردگی بتن بدنه کانال انتقال آب انتهای دره تیگران به شهر ماهان واقع در استان کرمان انجام گرفت. به منظور بررسی علل تخریب ضمن مراجعات متعدد به محل، نمونه‌های مختلفی از آب جاری در کانال، بتن اجرا شده و مصالح مصرفی در ساخت بتن اعم از آب، سیمان، مصالح دانه‌ای شن و ماسه تهیه شده و آزمایش‌های مربوطه روی آنها انجام گردیده است. تحلیل نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد عاملی که موجب تخریب بتن بدنه کانال گردیده است، مقاومت و دوام پایین آن در مقابل سرما و یخبندان می‌باشد. این مقاومت

پایین به علت مشکلات موجود در طرح اختلاط بتن مورد استفاده و روش ساخت بتن به وجود آمده است.

طلایی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی مشکلات ناشی از عدم مطالعات ژئوتکنیکی در مسیر کانال انتقال دره دائی - چشمه پر در شهرستان الیگودرز به مشکلات ناشی از لغزش شیب های طبیعی بدلیل حذف پای شیروانی در اثر حفاری مسیر ، لغزش خاکریز جاده سرویس در اثر نشت آب از بدنه کانال، هجوم واریزه ها به کانال بدلیل تأثیرگذاری عوامل اقلیمی بر روی شیب ترانشه های حفاری شده به منظور احداث کانال و همچنین به بررسی انواع ترک در بتن لاینینگ کانال و عوامل بروز آنها پرداخته است.

فصل سوم

مواد و روشها

۳-۱- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

۳-۱-۱- معرفی حوضه‌ی آبریز دشت گرمسار

دشت گرمسار یکی از حاصلخیزترین دشت‌های استان سمنان واقع در حاشیه‌ی جنوبی رشته کوه‌های البرز و با حوضه‌ی آبریزی به مساحت ۳۳۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. که بین طول‌های جغرافیایی ۱۵° ۵۲' و ۳۵° ۵۲' شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۵° ۳۵' و ۱۷° ۳۵' شمالی با ارتفاع متوسط ۸۷۵ متر از سطح دریا می‌باشد. این دشت از دیرباز از مراکز عمده‌ی کشاورزی حاشیه کویر بوده و محصولات زراعی و باغی متنوعی در آن کشت می‌شده است. آب سطحی قابل استحصال شبکه، تنها از طریق رودخانه‌ی حبله‌رود می‌باشد. حبله‌رود به نوبه خود از دو شاخه‌ی بزرگ حبله‌رود و نم‌رود تشکیل گردیده است. رودخانه‌ی نم‌رود بزرگترین شعبه‌ی تشکیل دهنده‌ی رودخانه‌ی حبله‌رود می‌باشد که ۵۶ درصد آب حبله‌رود را این رود تأمین می‌کند حبله‌رود که شاخه‌ی شرقی رودخانه بوده و پس از الحاق نم‌رود با همین نام تا دشت گرمسار ادامه می‌یابد. در بالادست آن دو شاخه اصلی به نامهای گورسفید و فیروزکوه می‌باشند. که منبع تأمین کننده آب این شاخه‌ها کوه‌های پربرف البرز می‌باشد. در حد فاصل بین سیمین دشت تا بنکوه (محل وارد شدن حبله‌رود به دشت گرمسار) کیفیت آب رودخانه به شدت افت پیدا می‌کند. علت آن را می‌توان به این صورت بیان نمود که حوضه‌ی آبریز حبله‌رود به مساحت ۳۳۰۰ کیلومتر مربع به دلیل عبور از تشکیلات نمکی از دو بخش علیا و سفلی تشکیل گردیده است. بخش علیای حوزه به مساحت حدوداً ۲۶۰۰ کیلومتر مربع دارای بارش سالیانه نسبتاً زیاد، تشکیلات زمین‌شناسی مناسب و پوشش گیاهی تقریباً مطلوب می‌باشد. آبدهی این بخش از حوضه حدود ۲۵۰ میلیون مترمکعب در سال است. که از نظر شرب و مصارف کشاورزی از کیفیت مطلوبی برخوردار است. در مقابل بخش سفلی حوضه از منطقه سیمین دشت تا بنکوه به مساحت ۶۸۰ کیلومتر مربع دارای بارندگی سالیانه ناچیز و غالباً رگباری، فاقد پوشش گیاهی م‌ و وثر و پوشیده از تشکیلات تبخیری و گنبد‌های نمکی می‌باشد. جریان حاصل از این بخش از حوضه از نظر حجمی تنها

حدود ۱۰ درصد آورد سالیانه‌ی حبله‌رود را تشکیل می‌دهد. درمقابل ۵۵ درصد کل املاح حمل شده توسط این رودخانه را ایجاد می‌نماید. شور شدن آب حبله رود که در این قسمت از حوضه انجام می‌شود به سه مکانیزم صورت می‌گیرد:

- از طریق جریان‌های شاخه‌های شور دارای جریان دائمی
- از طریق نفوذ جریان زیرزمینی شاخه‌های شور
- عبور جریان اصلی رودخانه از روی تشکیلات نمکی

با ورود جریان شاخه‌های شور از سیمین دشت به پایین دست، میزان املاح آب رودخانه به شدت افزایش می‌یابد به گونه‌ای که هدایت الکتریکی آن از ۵۰۰ میکروموس بر سانتیمتر در بخش علیا، به حدود ۱۳۰۰ تا ۴۰۰۰ در منطقه‌ی بنکوه می‌رسد.

شکل (۱-۳) پلان مسیر رودخانه از محل ورود آن به محدوده شورکننده (منطقه سیمین دشت) تا بنکوه را نشان می‌دهد. جدول (۱-۳) نیز شاخه‌های فرعی آب شور که موجب کاهش چشمگیر کیفیت آب رودخانه شده‌اند را به همراه مشخصات هر یک ارائه می‌دهد. با توجه به مشخصات فیزیوگرافی حوضه و ارقام جدول مشاهده می‌شود که قسمت اعظم شوری از طریق شاخه‌های واقع در فاصله بین محدوده سیمین دشت تا ابتدای دشت گرمسار حاصل شده که برای حل این مشکل طرح جداسازی شاخه‌های شور و انحراف آب شیرین حبله رود از سیمین دشت تا دشت گرمسار توسط یک رشته کانال به طول ۳۷ کیلومتر با ظرفیت ۱۵ مترمکعب در ثانیه و ابنیه‌های جانبی آن از چهار دهه پیش مورد توجه مهندسين قرار گرفته و نهایتاً از اواسط دهه ۱۳۷۰ به اجرا در آمد. اجرای طرح طی سال‌های ۷۲-۸۳ به هزینه ۲۲۰ میلیارد ریال به پایان رسید. شایان ذکر است این خط انتقال و ابنیه‌های جانبی آن دارای مشکلات و مسائل خاص فنی، ژئوتکنیکی و بهره‌برداری عدیده می‌باشد. که در حیطه این پایان‌نامه نبوده و فقط جهت آشنایی و معرفی و اشراف به شبکه‌ی آبیاری و زهکشی گرمسار عنوان گردید (گزارشات مطالعات مهندسين مشاور لار، ۱۳۷۴).

جدول ۳-۱- مهمترین شاخه‌های آب شور ورودی به حبله‌رود

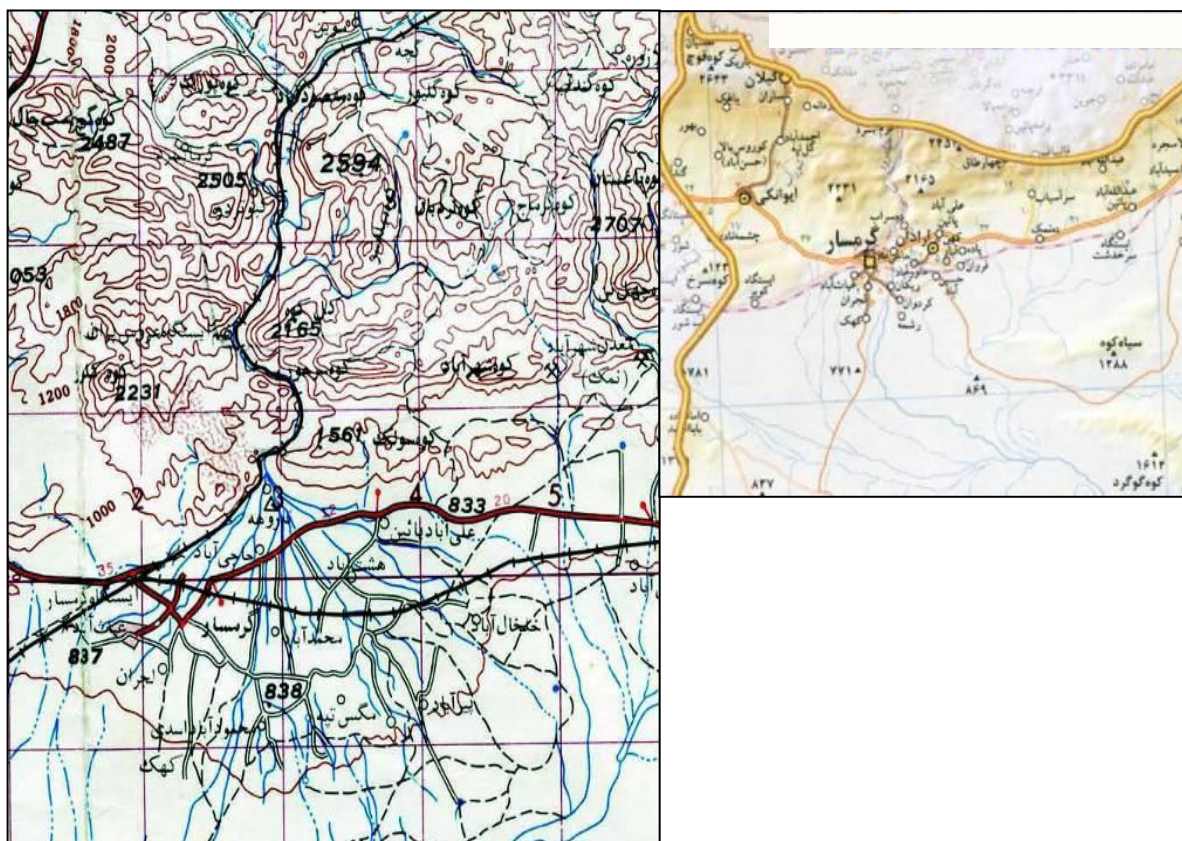
ردیف	نام شاخه	مساحت حوضه (Km ²)	غلظت املاح (g/m ³)	دبی جریان سطحی (lit/sec)	دبی جریان زیر سطحی (lit/sec)
۱	شور دره	۶۶	۱۴۰۰۰	۲۵	۶۰
۲	تنگه شور	۲	۱۳۵۰۰۰	۱	۲
۳	تلخاب	۲۶	۱۶۰۰۰	۲۰	۱۰
۴	غلاماب	۲۲۸	۱۷۰۰۰	۱۵	۳۵
۵	رشید سلطان	۸۴	۳۲۰۰۰	۱/۵	۵
۶	پل ارزاق	۱۰	۲۸۰۰۰	۳	-
۷	سر دره	۳۹	۱۵۰۰۰۰	۲	-
۸	کوه نمک	-	۱۵۰۰۰	۵	-

احداث شبکه‌ی آبیاری و زهکشی گرمسار از سال ۱۳۵۴ به تدریج شروع شده و در سال ۱۳۶۷ خاتمه یافته و بهره‌برداری کامل از آن آغاز گردیده است. شکل (۳-۳) پلان شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت گرمسار را نشان می‌دهد. بنا به دلایل مختلف از جمله تغییر اهداف طرح در زمان طراحی و بهره‌برداری، مشکلاتی برای بهره‌برداران و مسئولین مربوطه ایجاد شده است. منطقه گرمسار بدلیل وجود خاک مناسب، نزدیکی به بازار مصرف، آب و هوای نسبتاً خوب از دیرباز مورد توجه جهت احیاء قرار داشته و مطالعات آبیاری و کشاورزی در این منطقه دارای سوابق طولانی می‌باشد.

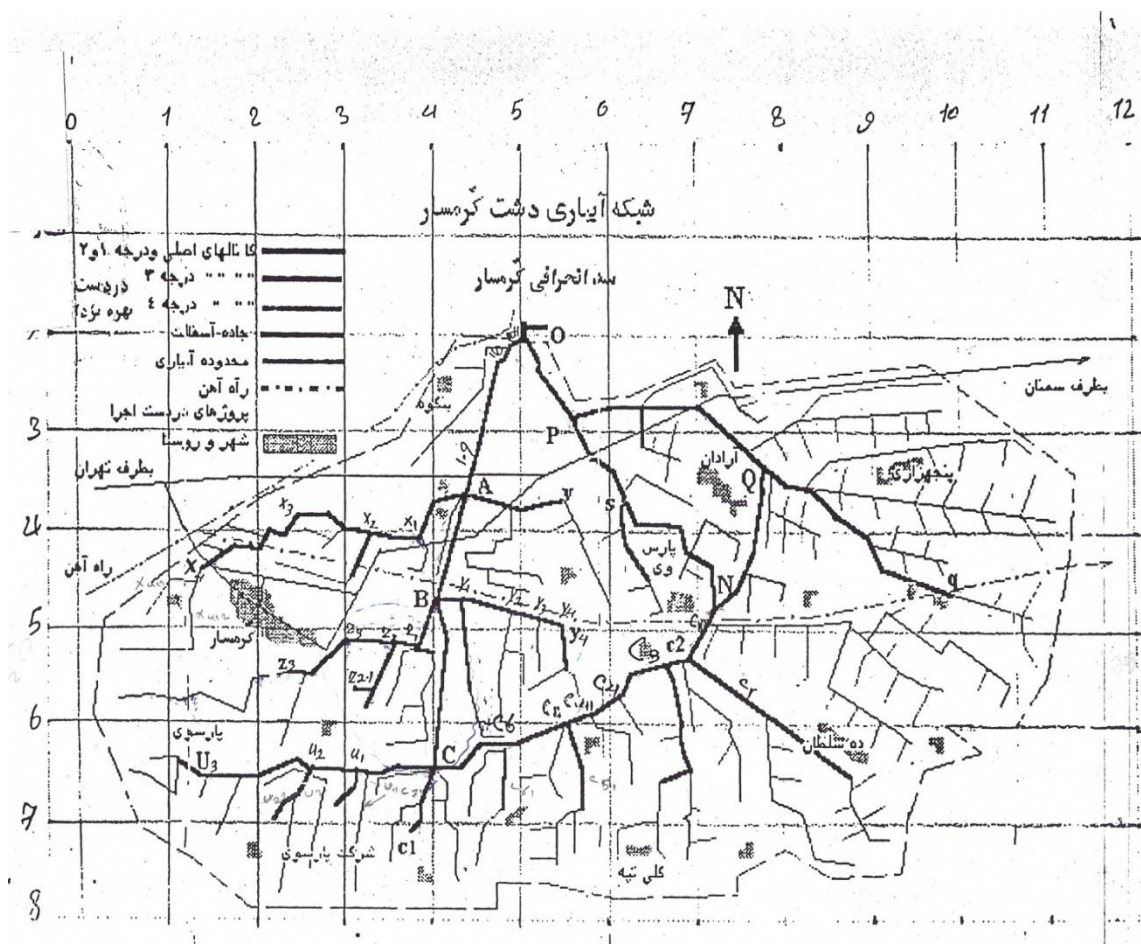
۳-۱-۲- موقعیت جغرافیایی و اقلیمی

منطقه‌ی مورد مطالعه در دامنه‌ی جنوبی رشته کوه‌های البرز و در شمال کویر مرکزی ایران و در ۱۱۰ کیلومتری جنوب شرقی تهران قرار گرفته است این محدوده بین طولهای ۱۵° ۵۲' و ۳۵° ۵۲' شرقی و عرض‌های ۵° ۳۵' و ۱۷° ۳۵' شمالی قرار داشته و شهر گرمسار مرکز اقتصادی و اداری آن محسوب می‌گردد. محدوده‌ی مورد مطالعه از شمال به کوه‌های البرز، از غرب به کوه‌های سردره و تخت رستم که دشت گرمسار را از ایوانکی جدا می‌کند، از جنوب به کویر مرکزی (کویر سیاه کوه) و از شرق به منطقه‌ی دهنمک و دشت سمنان محدود می‌گردد. ارتفاع آن از سطح دریا بین ۷۸۰-۹۸۰ متر و شیب آن از ۱/۴ درصد در ناحیه شمالی تا ۰/۵ درصد در قسمت جنوبی تغییر می‌نماید. رودخانه‌ی حبله‌رود که از ارتفاعات البرز جنوبی سرچشمه می‌گیرد در محلی بنام بنکوه وارد دشت شده و یک مخروط افکنه‌ی آبرفتی بزرگی را بوجود آورده که دشت گرمسار قسمتی از آن را تشکیل می‌دهد. این رودخانه

بصورت پنجه‌ای در مخروط افکنه جریان یافته و نهایتاً در کویر جنوبی پخش می‌گردد. دشت گرمسار دارای خصوصیات کویری بوده و میانگین درجه حرارت سالانه‌ی آن ۱۷/۸ درجه سانتیگراد است. متوسط بارندگی سالانه در گرمسار ۱۱۹ میلی‌متر می‌باشد. متوسط سالانه‌ی رطوبت نسبی در گرمسار ۴۵/۷ درصد بوده متوسط ساعات آفتابی در محدوده‌ی مورد مطالعه بطور متوسط ۸/۵ ساعت در روز می‌باشد، همچنین بطور سالانه در گرمسار ۱۵۳۹ میلی‌متر تبخیر از سطح آزاد آب وجود دارد در طبقه‌بندی اقلیمی به روش آمبروزه، منطقه مورد مطالعه جزء اقلیم خشک سرد و نزدیک به بیابانی معتدل طبقه‌بندی می‌گردد (مشاور آب ورزان، ۱۳۷۹).



شکل ۳-۲- موقعیت جغرافیایی گرمسار و دشت مورد مطالعه



شکل ۳-۳- پلان شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت گرمسار

۳-۱-۳- راههای دستیابی

جاده اصلی تهران - مشهد پس از طی حدود ۱۱۰ کیلومتر از تهران به شهر گرمسار رسیده و از سراسر شمال منطقه‌ی مورد مطالعه عبور می‌نماید. راههای فرعی متعددی ارتباط بین دشت گرمسار و جاده اصلی را برقرار می‌کند راه آهن تهران - مشهد نیز از کنار گرمسار و راه آهن تهران گرگان از شهرستان گرمسار نسبت به شمال تغییر مسیر داده و در دره‌ی بنکوه و در کنار حبله‌رود به فیروزکوه و سپس به استان مازندران وارد می‌شود. شهر گرمسار بیش از ۱۱۰ روستا و شهرک داشته که توسط جاده‌های آسفالت‌ه یا شوسه از طریق جاده اصلی قابل دسترسی می باشد. مهمترین شهرک های آن ارادان، داورآباد، کهن‌آباد، دولت‌آباد و غیاث‌آباد می‌باشد. به منظور استفاده حداکثر از منابع آب دشت گرمسار

و توسعه کشت و بالابردن سطح درآمد و رفاه اجتماعی اهالی منطقه گر مسار، احداث بند انحرافی و شبکه آبیاری و زهکشی دشت گرمسار با استفاده از آب بهنگام رودخانه حبله رود در دستور کار وزارت نیرو قرار گرفت. هدف از اجرای این طرح، تأمین آب ۱۸۰۰۰ هکتار از اراضی در سال‌های آبی متوسط، یا ۱۶۵۰۰ هکتار در سال‌های کم‌آبی و یا ۱۹۵۰۰ هکتار از اراضی در سال‌های مرطوب با توجه به ایجاد شرکت‌های سهامی زراعی و یکپارچگی کشت مکانیزه در منطقه بوده است. عملیات اجرایی بند انحرافی و شبکه‌ی اصلی در سال ۱۳۶۶ و شبکه‌ی فرعی در سال ۱۳۷۴ باتمام رسید. وزارت نیرو با هدف استفاده بهینه از منابع آب دشت گرمسار و توسعه کشت آبی، احداث شبکه‌های اصلی آبیاری را از سال ۱۳۵۴ شروع و تا سال ۱۳۶۶ ادامه داد. همچنین احداث شبکه‌های فرعی از سال ۱۳۶۴ شروع و تا سال ۱۳۷۳ ادامه یافت. بنابراین تا سال ۱۳۷۳ حدود ۱۲۰ کیلومتر کانال‌های اصلی و حدود ۲۴۲ کیلومتر کانال‌های فرعی اجرا گردید و بیش از ۲۱ کیلومتر کانال فرعی که در طرح اولیه وجود داشت ساخته نشد. این کمبود کانال‌های درجه‌ی ۴ مربوط به روستاهای کوشک خالصه، نوحصار، ساروزن، سرآسیاب، کردوان، فسکان، مندولک، لجران، نوده‌خالصه و ملک‌آباد می‌باشد.

اساس طراحی اولیه‌ی شبکه‌ی آبیاری، استفاده از آب بهنگام رودخانه‌ی حبله‌رود و آب زیرزمینی دشت گرمسار برای آبیاری حدود ۱۹۵۰۰ هکتار از اراضی در سال‌های پرآبی و یا ۱۶۵۰۰ هکتار از اراضی در سال‌های کم‌آبی بوده است. همچنین کشت یکپارچه بصورت شرکت سهامی زراعی با واحدهای مزرعه ۵۰-۱۰۰ هکتاری و قطعات ۱۰ هکتاری و با در نظر گرفتن شیب اراضی بین ۰/۲ تا ۰/۵ درصد برای آبیاری با روش شیاری با طول شیار ۱۰۰-۲۰۰ متر و بطور متوسط ۱۵۰ متر از مبانی طرح اولیه بوده است. درپچه‌های آبگیر انتخاب شده از نوع مدول‌های نیرپیک^۱ و در برخی نقاط درپچه‌های کشویی^۲ و حوضچه‌های تنظیم آب با چک نوک مرغابی^۳ می‌باشد.

^۱ Neyrpic

^۲ Sliuce gate

^۳ duck bill



شکل ۳-۴- دریچه‌های نیرپیک



شکل ۳-۵- سرریز نوک مرغابی

دبی کانال‌های درجه‌ی ۳ عموماً ۲۷۰ لیتر در ثانیه و عرض کف آنها ۶۰ سانتیمتر و ارتفاع آنها ۵۰ سانتیمتر می‌باشد همچنین دبی کانال‌های درجه‌ی ۴ حدود ۹۰ لیتر در ثانیه و عرض کف آنها ۳۰ سانتیمتر بوده و عرض باند استملاک شده برای احداث کانال‌ها از ۱۶ تا ۱۹ متر و عرض جاده سرویس ۳/۵ متر و شیب بدنه کانال‌ها ۱:۱/۵ بوده است.

در شبکه‌های آبیاری گرمسار، سیستم زهکشی منظم و مدرن احداث نگردیده بطوریکه شاخه‌های انشعابی حبله‌رود که در داخل دشت پخش شده کار زهکشی کلی منطقه را بعهده دارد ولی در قطعات کوچک زراعی و یا مزارع، شبکه‌های زهکشی متناظر با کانال‌های آبیاری وجود ندارد، این مسئله در قسمت‌های شمالی شبکه و بالای کانال کمربندی مشکلی ایجاد نکرده و بیشتر مسأله بوجود آمده در حاشیه دشت و اراضی خارج از شبکه می‌باشد. علت آن کمبود آب و استفاده بیش از حد از منابع آب زیرزمینی بوده که بطور طبیعی مسئله زهکشی را حل نموده است.

۳-۲- تأسیسات مدرن احداث شده در منطقه‌ی مورد مطالعه

۳-۲-۱- سد انحرافی بنکوه

در ابتدای مخروط افکنه‌ی دشت و بر روی تشکیلات کنگلومرایی در ساحل چپ و رسی مارنی در ساحل راست بر روی رودخانه‌ی حبله‌رود و بالای روستای بنکوه، سد انحرافی گرمسار احداث گردیده است. آبیگیری توسط دهانه‌ی آبیگیری که در سمت راست سد احداث شده انجام می‌شود. مشخصات سد انحرافی بنکوه در جدول (۳-۲) بشرح زیر است:

جدول ۳-۲- مشخصات سد انحرافی گرمسار

ردیف	مشخصه	بعد
۱	نوع سد	بتونی وزنی با سرریز اوجی
۲	طول مفید	۱۲۰ متر
۳	طول کل با پایه	۱۲۷ متر
۴	رقوم تاج	۹۸۰/۴۰ متر از سطح دریا
۵	ارتفاع تنداب	۵ متر
۶	ارتفاع آزاد	۳/۵ متر
۷	عرض رادیه	۸ متر
۸	عرض کل	۱۹/۵
۹	رقوم رادیه	۹۷۵/۴۰ متر از سطح دریا
۱۰	رقوم محل آبیگیری	۹۷۸/۷۰ متر از سطح دریا

سد انحرافی از ۸ دهنه با سرریز اوجی و ۲ دریچه‌ی شعاعی^۱ در کناره سمت راست برای تخلیه‌ی رسوب و جریان‌های سیلابی احداث شده است. همچنین در کناره‌ی سمت راست رودخانه سیستم هدایت آب به سمت دهانه‌های آبگیر ساخته شده و چهار دهانه‌ی آبگیر با اشغالگیر به ابعاد $3/8 \times 2/4$ متر نصب گردیده، که آب رودخانه را به سمت حوضچه‌های رسوبگیر هدایت می‌نماید. جدول (۳-۳) لیست دریچه‌های هیدرومکانیکال سد انحرافی و حوضچه‌های بلبین دست را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۳- لیست دریچه‌های هیدرومکانیکال نصب شده در محل سد انحرافی گرمسار

۱	دریچه قطاعی $6 \times 4/65$ متر با بالابر برقی	دو عدد
۲	فراز بند $6 \times 4/65$ در سه قطعه	یک عدد
۳	تیر بالابرنده فراز بند	یک عدد
۴	جرثقیل برای بلند کردن فراز بند	یک عدد
۵	دریچه غلتکی 3×1 متر با بالابر برقی	شش عدد
۶	فراز بندهای $4/30 \times 2$ متر در بالادست دریچه آویس	یک عدد
۷	دریچه Avio تیپ $160/400$	دو عدد
۸	دریچه غلتکی دستی $2/8 \times 1/4$ متر	دو عدد
۹	دریچه غلتکی دستی 2×2 متر	یک عدد
۱۰	دریچه غلتکی دستی $2 \times 1/5$ متر	دو عدد
۱۱	دریچه غلتکی دستی 2×1 متر	شش عدد
۱۲	دریچه غلتکی دستی $2 \times 1/5$ متر	دو عدد
۱۳	دریچه Avio تیپ $160/300$	یک عدد
۱۴	دریچه تیپ C1-3000	دو عدد
۱۵	دریچه تیپ C1-2000	یک عدد
۱۶	دریچه $XX_1 240$	دو عدد
۱۷	دریچه $XX_1 60$	یک عدد
۱۸	دریچه $XX_1 150$	یک عدد
۱۹	لیمنیگراف	چهار عدد
۲۰	دریچه شستشو	دو عدد

¹ Radial gate

۳-۲-۲- حوضچه‌های رسوبگیر

دو حوضچه‌ی رسوبگیر هر یک بطول مفید ۱۲۰ متر در جناح راست رودخانه در پایین‌دست بندانحرافی احداث شده است هر یک از حوضچه‌ها از ۳ قسمت تشکیل شده و عرض هر قسمت ۵ متر بوده که توسط دیواره بتنی از یکدیگر جدا شده اند. سطح آب در حوضچه‌ها توسط دریچه آویس تیپ ۱۶۰/۴۰۰ ثابت نگه داشته می‌شود و میزان دبی ورودی به حوضچه از پایین دست کنترل می‌گردد. ظرفیت هر حوضچه رسوبگیر ۹ مترمکعب در ثانیه می‌باشد. طول کل حوضچه‌های رسوبگیر ۱۴۰ متر می‌باشد. دو دستگاه لیمنیگراف در داخل حوضچه‌ها و یک دستگاه در بالادست حوضچه نصب شده که در بالادست مجهز به سیستم هشدار سیلاب می‌باشد. شستشوی حوضچه رسوبگیر با جریان آب و به طریق هیدرولیکی صورت می‌گیرد. آگیری از حوضچه‌های رسوبگیر توسط سه دریچه با ابعاد ۱×۲ متر انجام می‌شود. در طرح اولیه دو دریچه برای آگیری پیش بینی شده بود ولی در عمل ۳ دریچه نصب گردیده است. این دریچه‌ها دارای منحنی تغییرات دبی نسبت به میزان بازشدگی هستند و میزان آب خروجی از حوضچه‌های رسوبگیر باید از طریق مقدار بازشدگی آنها کنترل شود. برای این دریچه‌ها سطح آب ثابتی توسط دریچه‌های Avio در بالادست ایجاد می‌شود. در پایین دست حوضچه‌های رسوبگیر یک حوضچه احداث شده که کانال آرادان از سمت چپ و کانال گرمسار از سمت راست آن جدا می‌گردد. دبی کانال گرمسار توسط دریچه Avis و دریچه‌های نیرپیک پایین‌دست آن کنترل می‌گردد دریچه‌های نیرپیک به تعداد ۴ دستگاه و جمعاً به میزان ۸ مترمکعب ظرفیت دارند. تنظیم دریچه‌ی ابتدای کانال گرمسار به گونه‌ای می‌باشد که حق تقدم برداشت آب با این کانال بوده و مازاد آب به کانال آرادان منتقل می‌شود. زیرا رقوم آستانه دریچه‌های آگیر کانال گرمسار ۲۰ سانتی‌متر پایین‌تر از رقوم آستانه آگیر کانال آرادان در نظر گرفته شده است. طراحی حوضچه‌های رسوبگیر بگونه‌ای است که در حداکثر دبی می‌تواند قسمتی از رسوبات که قطر کمتر از ۰/۱ میلی‌متر را دارند ته‌نشین نماید. در شرایط حداکثر دبی، سرعت آب در حوضچه ۰/۳ متر بر ثانیه و در شرایط متوسط

۰/۲۶ متر بر ثانیه می باشد. دبی ورودی حوضچه های رسوبگیر توسط ۲ دریچه آویس تیپ ۱۶۰/۴۰۰ که هر یک با ظرفیت ۹ مترمکعب بر ثانیه کار می کنند تنظیم می گردد.

۳-۲-۳- دریچه های تخلیه رسوب

در سمت راست اوجی سد انحرافی ۲ دریچه قطاعی به ابعاد ۶×۴/۶۵ متر تعبیه شده و دارای دستگاه بالابر بوده و اهداف زیر را دنبال می نماید:

- کنترل نسبی تراز آب بالادست بر حسب تغییرات بده حبلرود و بده آب انحرافی به دهانه های آبگیر.
 - تخلیه سیلاب های متوسط ۱۰۰-۱۵۰ مترمکعب در ثانیه که می تواند در تخلیه رسوبات مؤثر باشد.
 - تخلیه رسوباتی که بلافاصله بعد از دهانه های آبگیر و جلو آنها ته نشست می گردد.
 - تخلیه بار بستر بطور پیوسته یا ناپیوسته در زمانی که دبی حبلرود بیش از نیاز می باشد.
- این دریچه ها در حال حاضر مورد بهره برداری قرار می گیرند و آستانه آنها در تراز ۹۸۰/۴۰ و تراز رادیه دریچه ای تخلیه رسوب در تراز ۹۷۶/۴۰ ثابت شده تا بتواند رسوبات را بطرف خود کشیده و تخلیه نماید. در صورتیکه گشودگی دریچه ها ۲-۲/۵ متر باشد می تواند حدود ۱۲۰ مترمکعب در ثانیه را تخلیه نماید. در صورتیکه گشودگی ۳-۲/۵ متر باشد میزان تخلیه تا ۱۵۰ مترمکعب در ثانیه افزایش می یابد. تراز پایاب دریچه ها ۹۷۴/۴۰ و عرض رادیه ۱۴ متر و طول کل سازه ۲۰/۵ متر می باشد.

۳-۲-۴- کانال‌های احداث شده

۳-۲-۴-۱- کانال گرمسار

بعد از حوضچه‌ی رسوبگیر، آب وارد یک جعبه تقسیم شده و کانال گرمسار از سمت راست آن منشعب می‌گردد. این کانال از سه قسمت A-B، GO-A و B-C تشکیل شده است. طول کلی آن ۱۲/۴۱ کیلومتر بوده و دبی آن بوسیله سه دستگاه مدول نیرویی ک C_۱-۳۰۰۰ (دو دستگاه) و C_۱-۲۰۰۰ (یک دستگاه) کنترل و اندازه گیری می‌شود. همچنین ۲ دریچه XX_۱-۲۴۰ و یک دریچه XX_۱-۶۰ آب مورد نیاز روستاهای بنکوه، سرآب رود و ده سرآب را تأمین می‌نماید. تراز آب در جعبه تقسیم با یک دریچه آویس ۱۶۰/۳۰۰ کنترل می‌شود. تنظیم دریچه آویس در حداقل آب بگونه ای است که در بالادست ۲۰ سانتیمتر از آستانه آبگیر کانال آرادان پایین تر در نظر گرفته شده است. جدول (۳-۴) مشخصات کانال گرمسار را ارائه می‌دهد.

جدول ۳-۴- مشخصات کانال گرمسار (کانال سمت راست شبکه‌ی آبیاری)

نام کانال اصلی	GO-A	A-B	B-C
طول (m)	۳۹۰۴	۳۴۵۳	۴۹۷۷
از کیلومتر	۰+۰۰۰	۳+۹۵۰	۷+۴۳۳
تا کیلومتر	۳+۹۰۴	۷+۴۰۳	۱۲+۴۱۰
دبی (CMS)	۸	۵/۷۲	۲
عرض کف (m)	۱/۵	۱/۲	۰/۶
ارتفاع (m)	۱/۵	۱/۴	۱
طول پوشش شده (m)	۳۸۵۵	۳۲۶۳	۴۷۲۳
تعداد ابنیه (عدد)	۱۵	۱۱	۱۸

۳-۲-۴-۲- کانال آرادان

از سمت چپ جعبه تقسیم انتهای حوضچه ی رسوبگیر، فلومی با مقطع مستطیلی با شیب ۰/۲۲ و بطول ۲۰۰ متر آب را به ابتدای سیفون انتقال می‌رساند. این سیفون آب را از سمت راست به سمت چپ رودخانه ی حبله‌رود منتقل نموده و به ابتدای کانال آرادان می‌رساند. طول سیفون ۲۲۵ متر و

مقطع آن ۲×۲ متر و ظرفیت کانال در حداکثر دبی ۱۲ مترمکعب در ثانیه می باشد. جدول (۳-۵) مشخصات کانال آرادان را نشان می دهد.

جدول ۳-۵- مشخصات کانال آرادان (کانال سمت چپ)

نام کانال اصلی آرادان	طول (m)	از کیلومتر	تا کیلومتر	دبی (m ³ /sec)	عرض کف (m)	ارتفاع (m)	طول پوشش شده (m)	شیب کانال در هزار	تعداد ابنیه
O-P	۳۰۰۴	۰+۶۵۹	۳+۶۶۳	۱۲	۱/۵	۲	۲۷۵۴	۱/۲۵	۱۱
P-Q ₁	۱۶۹۸	۰+۰۱۷	۱+۷۱۵	۳/۳۰۰	۰/۹	۱/۲	۱۵۸۱	۱/۳۳	۸
Q - Q ₁	۳۸۸۰	۱+۷۴۳	۵+۶۲۳	۲/۵۸	۰/۹	۱/۰۵	۳۶۰۴	۱/۴۲	-
QN	۴۲۱۳	۵+۶۵۷	۹+۸۷۰	۲	۰/۶	۱/۰۵	۳۷۴۳	۱/۰	۱۴
Q - Q ₃	۱۵۲۳	۰+۰۲۱	۱+۵۴۴	۱/۵۹	۰/۹	۰/۸۵	۱۴۷۸	۱	۶
Q ₃ - Q ₄	۱۵۱۱	۰+۰۱۶	۱+۵۲۷	۰/۸۴	۰/۶	۰/۶۵	۱۴۳۵	۱/۵	۸
Q ₃ - Q ₅	۵۶۸	۰+۰۰۹	۰+۵۷۷	۰/۵۴	۰/۶	۰/۵۵	۵۴۸	۲	۴
Q ₅ - Q ₅₁	۱۷۸۷	۰+۶۴۷	۲+۴۳۴	۰/۲۷	۰/۳	۰/۵	۲۷۴۹	۱/۵	۷
Q ₄ - Q ₄₁	۲۷۹۸	۰+۰۱۶	۲+۸۱۴	۰/۲۱	۰/۳	۰/۴۵	۲۶۳۶	۲	۸
SS-S ₅	۷۱۷	۰+۰۲۵	۰+۷۴۲	۰/۴۲	۰/۳	۰/۵۵	۵۵۷	۲	۳
S ₂ - S ₁₃	۲۳۶۹	۰+۷۵۴	۳+۱۲۳	۰/۱۵	۰/۳	۰/۴	۲۳۰۱	۲	۸
S ₅ - S ₆	۱۸۶	۰+۰۰۲	۰+۱۸۸	۰/۱۵	۱/۳	۰/۴۵	۱۸۵	۱	۱
R-N	۶۷۶۴	۴+۴۹۵	۱۱+۲۵۹	۷/۹	۱/۵	۱/۶	۶۳۷۱	۱/۲۵	۲۳
N-C ^۱	۲۱	۱۱+۲۸۵	۱۱+۳۰۶	۹/۹	۱/۵	۱/۷۵	۲۰	سیفون	۱

همانطور که در نقشه شبکه کانال های گرمسار دیده می شود شکل (۳-۳)، کانال آرادان در نقطه P به

دو شاخه اصلی PQN و PTR تقسیم شده و هر یک از این شاخه ها در طول مسیر خود به تدریج به

کانال های درجات بعدی تقسیم گردیده نهایتاً به انهار مزرعه یا کانال های درجه ی ۴ آبرسانی می نمایند.

۳-۲-۴-۳- انشعابات کانال گرمسار

انشعاب از نقطه A

از کانال گرمسار تا نقطه A کانالی منشعب نمی گردد. نقطه A اولین محل انشعاب بوده و کانال های

AV، AX و AB از آن منشعب می شود. از کانال AX آبگیرهای X_۱ تا X_۴ جدا شده و از کانال AV

آبگیر V آگیری می نماید. جدول (۳-۶) مشخصات کانال های انشعابی از نقطه A را نشان می دهد.

جدول ۳-۶- مشخصات کانال های انشعابی از نقطه ی A

نام کانال	طول (m)	از کیلومتر	تا کیلومتر	دبی (m ³ /sec)	عرض کف (m)	ارتفاع (m)	طول پوشش شده (m)	شیب کانال در هزار	تعداد ابنیه
A-V2	۸۱۱	۰+۰۴۵	۰+۸۵۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶۵	۸۰۳	۱/۵	۳
A-X2	۴۱۵۰	۰+۰۳۴	۴+۰۸۴	۱/۴۴	۰/۹	۰/۷۵	۳۹۷۷	۱/۵	۱۵
X2-X4	۳۷۳۶	۴+۲۰۴	۷+۹۴۰	۰/۸۱	۰/۶	۰/۷	۳۶۱۰	۱/۵	۱۳
X2	۱۳۲۵	۰+۰۲۶	۱+۳۵۱	۰/۳۰۰	۰/۳	۰/۵۵	۱۲۸۱	۱/۵	۷
X4	۱۱۲۵	۰+۰۰۰	۱+۱۲۵	۰/۴۸	۰/۶	۰/۶	۱۱۰۰	۱/۵	۶

انشعاب از نقطه B

کانال های BY_۱ از سمت شرق و BZ_۱ از سمت غرب از این نقطه منشعب شده و سپس از BY_۱ آبیگرهای Y_۱ تا Y_۴ و یک دریچه کشویی و از شاخه BZ_۱ آبیگرهای Z_۱ تا Z_۳ منشعب می گردد. جدول (۳-۷) انشعابات کانال از نقطه B را مشخص می نماید.

جدول ۳-۷- کانال های انشعابی از نقطه ی B

نام کانال	طول (m)	از کیلومتر	تا کیلومتر	دبی (m ³ /sec)	عرض کف (m)	ارتفاع (m)	طول پوشش شده (m)	شیب کانال در هزار	تعداد ابنیه
B-Y1	۸۲۲	۰+۰۳۲	۰+۸۵۵	۱/۴۴	۰/۶	۰/۸۵	۶۳۹	۱/۵	۳
Y1-Y2	۱۲۵۸	۰+۸۷۵	۲+۱۳۳	۰/۸۴	۰/۶	۰/۷۵	۱۲۴۲	۱	۲
Y2-Y4	۱۲۱۱	۲+۱۵۰	۳+۳۶۱	۰/۴۸	۰/۶	۰/۶	۱۰۵۹	۱/۷۵	۴
B-Z1	۱۴۷۳	۰+۰۳۹	۱+۵۱۲	۲/۵۵	۰/۶	۱/۰۵	۱۴۰۰	۱/۵	۶
Z1-Z2	۸۶۰	۱+۵۲۹	۲+۳۸۹	۲/۵۵	۰/۹	۱/۰۵	۸۶۰	۱	۲
Z2-Z3	۱۱۷۳	۲+۴۱۴	۳+۵۸۷	۱/۲	۰/۶	۰/۸۵	۱۱۶۳	۱	۳
Z1	۷۹۰	۰+۰۱۸	۰+۸۰۸	۰/۳	۰/۳	۰/۶	۲۸۹	۱	۱
Z2	۱۴۵۹	۰+۰۲۱	۱+۴۸۰	۰/۴۵	۰/۳	۰/۶	۱۴۱۱	۲	۷

انشعاب از نقطه C

در نقطه C که اصطلاحاً دولات نامیده می شود کانال گرمسار به کانال کمربندی رسیده و در نزدیکی رودخانه کردوان تقسیمات آن انجام می گیرد. از نقطه C کانال CU، U-2، C-C_۱ و C_۲-C_۳ جدا

می‌شود. از کانال Cu آبگیرهای U₁ و U₂ و یک دریاچه کشویی آبگیری نموده و از کانال U₂ آبگیرهای C₁ تا C₆ آبگیری می‌کند. جدول (۳-۸) کانال‌های انشعابی از نقطه C را ارائه می‌نماید.

جدول ۳-۸- کانال‌های انشعابی از نقطه‌ی C کانال cu

نام کانال	طول (m)	از کیلومتر	تا کیلومتر	دبی (m ³ /sec)	عرض کف (m)	ارتفاع (m)	طول پوشش شده (m)	شیب کانال در هزار	تعداد ابنیه
C-CU2	۳۹۲۷	۰+۰۲۰	۳+۹۴۷	۱/۹۸	۰/۹	۱	۳۸۷۸	۱	۶
U2-U3	۲۲۵۵	۳+۹۸۲	۶+۲۳۷	۰/۶	۰/۶	۰/۷	۲۲۲۱	۱	۶
C1-C3	۱۴۱۵	۰+۰۱۲	۱+۴۲۷	۵/۶۲	۱/۲	۱/۵۵	۱۲۴۵	۰/۸	۴
C3-C5	۳۶۹۴	۱+۴۶۶	۵+۱۶۰	۳/۵۵	۰/۹	۱/۲۵	۳۶۱۲	۰/۸	۴
C5-C6	۱۶۱۷	۵+۱۹۱	۶+۸۰۸	۲/۲۹	۰/۹	۱/۰۵	۱۶۱۶	۱	۳
C6-C	۳۱۱۰	۶+۸۳۶	۹+۹۴۴	۱/۵۷	۰/۹	۰/۹۵	۲۸۹۴	۱	۱

۳-۲-۴-۴- انشعاب‌های کانال آرادان

• انشعاب از نقطه‌ی P

کانال آرادان از خروجی تونل تا نقطه‌ی P هیچگونه انشعابی نداشته و مستقیماً نقش کانال آبرسان را به‌عهده دارد. در نقطه P دو دریاچه‌ی نیرپیک آب را به کانال PQN و سه دریاچه، آب را به کانال PTR می‌رساند. وضعیت دریاچه‌ها خوب بوده و مشکلی ندارد در این قسمت علیرغم وجود اشل روی کانال‌های انشعابی اندازه‌گیری صورت نمی‌گیرد بلکه بنا به دستور شرکت بهره برداری از سد انحرافی میزان آب را تغییر می‌دهند. دو دریاچه‌ی نیرپیک در این نقطه آب را به حوضچه‌ی تغذیه مصنوعی می‌رساند.

• نقطه Q₁

در این نقطه کانال Q₁ به سمت جنوب و کانال Q₁ به سمت شرق از کانال PQ جدا شده و به اراضی جلیل‌آباد آبرسانی می‌نماید. کانال Q₁ با جاده رفت و برگشت سمنان تقاطع داشته و سیفون می‌گردد.

• انشعاب از نقطه Q۲

از نقطه‌ی Q۲ کانال علی‌آباد بنام AQ۲ آبرسانی کرده و به روستای علی‌آباد آبرسانی می‌نماید.

• انشعاب از نقطه Q

از این نقطه کانال QN به سمت جنوب و کهن‌آباد آبرسانی کرده و شاخه فرعی دیگری به موازات آن از شاخه اصلی جدا می‌شود.

• انشعاب از نقطه Q۳

از این نقطه کانال‌های Q۴، Q۵ و D آبرسانی کرده و هر یک در مسیر خود به کانال‌های فرعی آبرسانی نموده که انتهای کانال‌ها به اراضی گروه‌های مشاعی آبرسانی می‌نماید.

۳-۲-۵- سازه‌های آبی شبکه‌ی گرمسار

در طول کانال‌های اصلی ساخته شده در دشت گرمسار انواع سازه‌های آبی مختلف احداث گردیده است. این سازه‌ها در محل تقاطع کانال‌ها با جاده‌های روستایی و شهری و راه آهن و رودخانه و سایر موانع موجود ساخته شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. لیست سازه‌های احداثی در شبکه‌ی آبیاری گرمسار در پیوست (۱-۳) ارائه شده است.

۳-۲-۶- ابنیه‌های فنی شبکه‌ی آبیاری

در طرح کانال‌های اصلی و درجه‌ی ۱ و ۲ شبکه‌ی گرمسار برای آبرسانی مزارع از مدول‌های نیرومیک استفاده گردیده است در شبکه‌های فرعی دریاچه‌های کشویی با سطح آب ثابت (C.H.O) بصورت دو دریاچه‌ای منظور شده است جدول دریاچه‌های هیدرومکانیک نصب شده در کانال‌های اصلی و درجه‌ی ۱ و ۲ شبکه‌ی گرمسار در پیوست (۲-۳) ارائه شده است.

۳-۳- معرفی دستگاه‌های سنجش

۳-۳-۱- سرعت‌سنج جریان^۱

در این مطالعه برای اندازه‌گیری سرعت جریان در کانال‌های آبیاری شبکه‌ی دشت گرمسار از دستگاه “Global Water Flow Probe” مدل PE111 استفاده گردید. دستگاه Flow Probe جهت اندازه‌گیری سرعت نقطه‌ای در مجاری روباز طراحی گردیده و از اجزاء تشکیل دهنده‌ی آن می‌توان به صفحه نمایشگر، میله تلسکوپی، پروانه و محافظ پروانه اشاره کرد. شکل (۳-۶) نمایی از این دستگاه را نشان می‌دهد. این دستگاه ساخت کشور امریکا می‌باشد و جهت:

- مطالعه‌ی جریان سیلابی
- اندازه‌گیری جریان فاضلاب
- اندازه‌گیری جریان رودخانه و مجاری
- مانیتورینگ سرعت جریان در نهر و کانال
- اندازه‌گیری جریان در مجاری روباز و لوله‌های نیم‌پر

توصیه گردیده لیکن در این تحقیق جهت اندازه‌گیری سرعت جریان در مقاطع به خدمت گرفته شد. دقت این سرعت سنج ۰/۱ متر بر ثانیه می باشد. سایر مشخصات فنی این وسیله در پیوست (۳-۳) انعکاس یافته است (کتابچه‌ی راهنمای دستگاه، ۲۰۱۲).



شکل ۳-۶- سرعت سنج “Global Water Flow Probe”

¹ Flow metre

۳-۳-۲- کدورت سنج^۱

ابزار دومی که در این پروژه مورد استفاده قرار گرفت دستگاه کدورت سنج متحرک^۲ مدل TN-100/T-100 می باشد. این دستگاه امکان می دهد که کدورت نمونه ی آب اخذ شده از شبکه در محل سنجیده شود. شکل (۷-۳) شمایی از دستگاه را نشان می دهد.



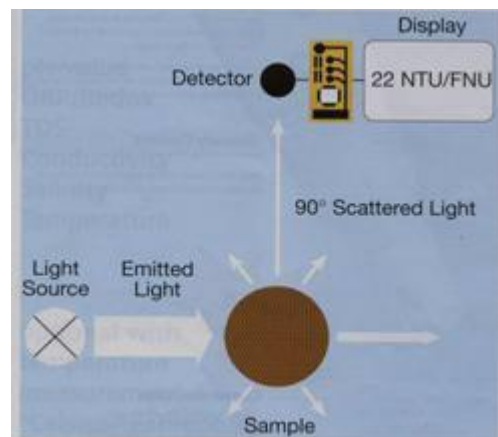
شکل ۷-۳- دستگاه کدورت سنج

واژه ی کدورت برای توضیح ظاهر مات یا شیری محیط های مایع یا جامد مانند آب یا شیشه استفاده می شود. در اصطلاحات فیزیکی، کدورت متناسب با ذرات پراکنده با اندازه های مختلف یا جذب شدن نور، می باشد که به محیط مورد بحث ظاهری مات و ابری می دهد. مکانیزم کار دستگاه بر اساس پراکنش نور می باشد. امروزه پدیده ی کدورت با استفاده از نورسنج های الکترونیک انجام می شود. یک منبع نور مصنوعی، یک شدت نور معین را از میان یک نمونه عبور می دهد. ذرات معلق نور را جذب یا پراکنده می نمایند. نور پراکنده شده سپس روی آشکارساز متمرکز می شود. نور پراکنده شده معمولاً تحت زاویه ی ۹۰ درجه اندازه گیری می شود. این روش اندازه گیری تحت عنوان ابرسنجی شناخته می شود. بنابراین یک ابرسنج یک کدورت سنج است که نور پراکنده شده تحت زاویه ی ۹۰ درجه را اندازه گیری

¹ Turbidimeter

² Portable Turbidimeter

می‌نماید. شکل (۳-۸) طرح شماتیک این مکانیزم را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۸- طرح شماتیک مکانیزم کار کدورت‌سنج

برای تهیه نتایج مشخص و قابل تکرار، کدورت‌سنج‌ها با استفاده از محلول‌های فرمازین (استانداردهای مرجع) تنظیم و کالیبره می‌کنند. برای کالیبره کردن دستگاه از محلول‌های استاندارد موجود در چهار بطری که همراه دستگاه خریداری می‌شود انجام می‌گیرد این چهار محلول با کدورت ۰/۰۲، ۰/۰۲۰، ۱۰۰ و ۸۰۰ (NTU)^۱ می‌باشد. که دستگاه برای این کدورت کالیبره می‌شود طریقه کالیبره کردن دستگاه در پیوست (۳-۴) موجود است. این دستگاه در کشور آمریکا ساخته شده و در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. NTU واحد اندازه‌گیری کدورت می‌باشد و واحد دیگر برای این کار FTU^۲ است. دامنه قرائت دستگاه بین (۰ تا ۱۰۰۰) NTU می‌باشد. سایر مشخصات دستگاه در پیوست (۳-۵) آورده شده است (کتابچه‌ی راهنمای دستگاه، ۲۰۱۲).

^۱ Nephelometric Turbidity Units

^۲ Formazin Turbidity Units

۳-۳-۳- ترازوی دیجیتال حرفه مدل TP

برای سنجش وزن مواد معلق خشک شده نیاز به ترازویی با دقت یک صدم بود که از ترازوی دیجیتال مدل TP استفاده گردید. شکل (۳-۹) نمایی از ترازو را نشان می‌دهد.

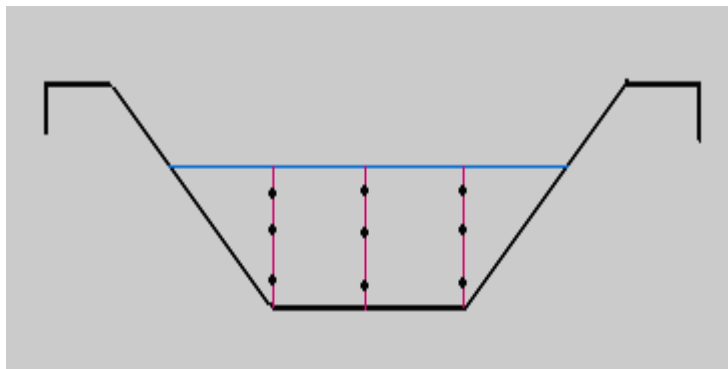


شکل ۳-۹- ترازوی دیجیتالی TP

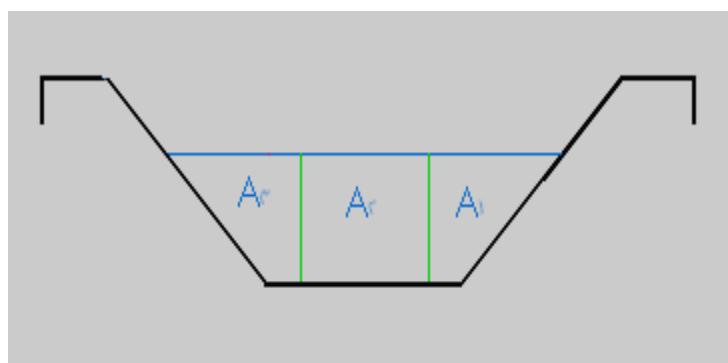
۳-۴- عملیات اندازه‌گیری برای بدست آوردن راندمان انتقال شبکه

در این تحقیق به منظور برآورد راندمان انتقال در شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت گرمسار عملیات صحرائی به صورت میدانی انجام شد. در این فرآیند از کانال‌های درجه‌ی ۱ و ۲ و ۳ استفاده گردید. برای این منظور در مرحله نخست، از کل شبکه پایش جامعی توسط اکیپ برداشت انجام و در نهایت بازه‌هایی جهت برداشت داده‌های مورد نیاز به صورت تصادفی انتخاب گردید. در مقطع ورودی و خروجی هر بازه، سرعت جریان توسط سرعت سنج Water Probe در ۹ نقطه برداشت شد. اندازه‌گیری سرعت در سه عمق ۰/۲، ۰/۶ و ۰/۸ از سطح آب (۰/۲۷، ۰/۶۷، ۰/۸۷) به عمل آمد. شکل‌های (۳-۱۰) و (۳-۱۱) مقطع برداشت و نقاط اندازه‌گیری سرعت را نشان می‌دهند. (۷ = عمق جریان در مقطع

اندازه‌گیری). در جدول (۹-۳) اندازه‌گیری سرعت در مقاطع به صورت نمونه آورده شده است . سایر اندازه‌گیری‌ها در پیوست (۶-۳) تا (۸-۳) آورده شده است.



شکل ۳-۱۰- مقطع اندازه‌گیری جریان



شکل ۳-۱۱- مقطع اندازه‌گیری جریان

جدول ۳-۹- داده‌های سرعت در مقاطع اندازه‌گیری

توضیحات	عرض سطح آب cm	LEFT			CRNTER LINE			RIGTR			Y cm	مقطع	درجه کانال	بازه	منطقه
		0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)	0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)	0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)					
GO-A	۳۱۵	۰/۷	۰/۹	۱/۰	۱/۰	۱/۱	۱/۳	۰/۸	۱/۰	۱/۲	۵۷	Up.	۱	A	گرمسار
	۳۰۰	۰/۹	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۵	۱/۰	۱/۱	۱/۳	۵۰	Down.		۵۴۰	طول بازه m
BK	۹۶	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۲۲	Up.	۳	B	گرمسار
	۸۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۱۸	Down.		۶۶۰	طول بازه m
GO-A	۳۰۵	۰/۹	۱/۰	۱/۳	۱/۱	۱/۳	۱/۴	۱/۰	۱/۲	۱/۲	۵۴	Up.	۱	C	گرمسار
	۲۹۴	۱/۰	۱/۱	۱/۴	۱/۲	۱/۳	۱/۵	۱/۱	۱/۳	۱/۳	۴۸	Down.		۱۱۸۰	طول بازه m
X2-X3-X4	۱۸۶	۰/۶	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۳۲	Up.	۲	D	گرمسار
	۱۹۲	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۳۴	Down.		۱۵۰۰	طول بازه m
A-X1	۱۶۵	۰/۸	۰/۹	۰/۸	۰/۷	۰/۸	۱/۰	۰/۶	۰/۷	۰/۹	۲۵	Up.	۲	E	گرمسار
	۱۸۰	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۵	۰/۷	۰/۶	۲۸	Down.		۱۸۵۰	طول بازه m
A-X1	۱۴۱	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۲۷	Up.	۲	F	گرمسار
	۱۵۰	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۶	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۶	۳۰	Down.		۹۵۰	طول بازه m

پس از برداشت داده ها، محاسبات هیدرولیکی برای بدست آوردن راندمان انتقال شبکه انجام گردید .
در این مرحله سایر پارامترهای هیدرولیکی مانند عدد فرود، ضریب زبری مانینگ، شعاع هیدرولیکی نیز
محاسبه گردید. تمام نتایج در جدول نمونه ی (۳-۱۱) و پیوست های (۳-۹) تا (۳-۲۹) آورده شده
است. در جدول (۳-۱۰) ترم های لازم معرفی گردیده اند.

جدول ۳-۱۰- معرفی ترم های جداول نتایج

ردیف	مشخصه	علامت
۱	عمق جریان	y
۲	عرض کف کانال	b
۳	عرض سطح آب	B
۴	محیط خیس شده	P
۵	دبی در ثلث اول مقطع جریان	Q1
۶	دبی در ثلث دوم مقطع جریان	Q2
۷	دبی در ثلث سوم مقطع جریان	Q3
۸	دبی کل	Qt
۹	سرعت متوسط در مقطع جریان	Vm
۱۰	شیب دیواره جانبی کانال	Z
۱۱	شعاع هیدرولیکی	R
۱۲	عمق معادل مستطیلی	D
۱۳	شیب طولی کانال	S
۱۴	ضریب مانینگ	N
۱۵	عدد فرود	Fr
۱۶	اختلاف دبی (ورودی - خروجی)	ΔQ
۱۷	راندمان بازه	Eff%
۱۸	اختلاف دبی در ۱۰۰ متر طولی	$\frac{\Delta Q}{100}$
۱۹	اختلاف دبی در یک متر طولی	$\frac{\Delta Q}{1}$
۲۰	مساحت سطح آزاد آب در هر بازه	S.W.A.of.R

جدول ۳-۱۱- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۱۶	۱/۲۵	۱/۴۵	۰/۳۹	۰/۶۸	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۵۴	۰/۳۵	۱/۳	۱/۴	۱/۲	۳/۰۵	۱/۵	۰/۵۴	بالادست	C	۱
۱/۱۹		۱/۴۸	۰/۴	۰/۷	۰/۴				۱	۱/۳	۱/۲					۱۱۸۰	طول بازه
									۰/۹	۱/۱	۱					۱	درجه کانال
									۱/۱	۱/۲۵	۱/۱				GO-A		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۲۷	۱/۰۷	۱/۳۵	۰/۳۵	۰/۶۵	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۴۸	۰/۲۹	۱/۴	۱/۵	۱/۳	۲/۹۴	۱/۵	۰/۴۸	پایین دست	C	۱
۱/۲۵		۱/۳۳	۰/۳	۰/۶	۰/۴				۱/۱	۱/۳	۱/۳					۱۱۸۰	طول بازه
									۱	۱/۲	۱/۱					۱	درجه کانال
									۱/۲	۱/۳۵	۱/۲				GO-A		

S.W.A.of.R	$\frac{\Delta Q}{1}$	$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					M	m	m				
۳۵۳۴/۱	۰/۰۹	۸/۶۸	۱۰۲/۴۲	۹۲/۹۵	۰/۵۸۲	۰/۰۱۹۵	۰/۰۰۲	۰/۴۱	۰/۳۶	۳/۴۵	۱/۵۰	بالادست	C	۱
				۸۹/۶۳									۱۱۸۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								M	m	m			C	۱
eff.%					۰/۶۷۲	۰/۰۱۶۸	۰/۰۰۲	۰/۳۶	۰/۳۳	۳/۲۳	۱/۵۰		۱۱۸۰	طول بازه
۹۱/۲۹														

۳-۵- عملیات بدست آوردن رابطه‌ی بین غلظت مواد معلق و کدورت

در این بخش از تحقیق نمونه برداری از آب شبکه‌ی آبیاری دشت گرمسار بعد از حوضچه‌های ترسیب انجام گردید. محل برداشت در ایستگاه آب سنجی واقع در کانال اصلی آرادان بوده و از وسط آبراهه و در ۰/۴ عمق جریان از کف انجام شد. شایان ذکر است که به طور تقریب غلظت متوسط مواد معلق در یک مقطع جریان در ۰/۴ عمق جریان از کف اتفاق می‌افتد (شفاعی بجستان و بزاز خ، ۱۳۸۷).

در این فرآیند سعی گردید نمونه برداری‌ها در ماه‌های مختلف سال آبی و بعد از وقوع بارندگی‌های احتمالی در حوضه‌ی بالادست حبله‌رود صورت پذیرد، تا دامنه‌های مختلفی از غلظت‌ها در این تحقیق بکار گرفته شود. نمونه‌گیری‌ها از اواسط مهر سال ۱۳۹۱ شروع و تا اواسط شهریور ماه سال ۱۳۹۲ ادامه یافت. نمونه‌های اخذ شده جمعاً به ۸۸ مورد رسید. در همان محل بلافاصله بعد از اخذ نمونه توسط اکیپ برداشت مشخصه‌ی کدورت توسط دستگاه کدورت سنج مدل TN-100/T-100 اندازه‌گیری گردید و بعداً در آزمایشگاه هیدرولیک دانشکده کشاورزی شاهرود غلظت نمونه‌های ۱/۵ لیتری توسط کاغذ صافی و اون اندازه‌گیری و محاسبه شدند.

در این پروسه به ازای هر نمونه آب برداشت شده از شبکه یک کدورت و یک غلظت مواد معلق بدست آمد. در جدول (۳-۱۲) نمونه‌ای از فرم برداشت مربوط به کدورت و غلظت مواد معلق نمونه‌ها آورده شده است. بقیه داده‌ها در پیوست‌های (۳-۳۰) تا (۳-۳۳) درج گردیده‌اند. در جدول (۳-۱۳) کل نتایج مربوط به کدورت و غلظت نمونه‌ها آورده شده است.

جدول ۳-۱۲- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها

شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/ lit)	کدورت (NTU)		شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/ lit)	کدورت (NTU)
۱	۱/۵	۲/۲۵	۱/۵۰	۷۶۲/۳۳		۱	۱/۵	۰/۸۵	۰/۵۶	۱۸۶/۶۷
۲	۱/۵	۱/۵	۱/۰۰	۵۷۷/۶۷		۲	۱/۵	۰/۵۰	۰/۳۳	۸۷/۷۷
۳	۱/۵	۱/۲۰	۰/۷۵	۴۴۴/۶۷		۳	۱/۵	۰/۷۵	۰/۵۰	۱۵۲/۰۰
۴	۱/۵	۰/۹۰	۰/۶۰	۳۵۹/۶۷		۴	۱/۵	۴/۲۰	۲/۷۸	۷۳۴/۶۷
۵	۱/۵	۰/۷۵	۰/۵۰	۲۶۳/۶۷		۵	۱/۵	۳/۶۰	۲/۳۸	۶۷۳/۶۷
۶	۱/۵	۰/۶۵	۰/۴۳	۲۴۷/۰۰		۶	۱/۵	۳/۲۵	۲/۱۷	۵۹۷/۶۷
۷	۱/۵	۰/۵۵	۰/۳۸	۲۱۵/۰۰		۷	۱/۵	۳/۰۰	۲/۰۰	۵۷۹/۳۳
۸	۱/۵	۰/۵۰	۰/۳۳	۱۹۱/۰۰		۸	۱/۵	۲/۸۰	۱/۸۵	۵۶۲/۰۰
۹	۱/۵	۰/۴۵	۰/۳۰	۱۶۹/۰۰		۹	۱/۵	۲/۶۰	۱/۷۲	۵۳۴/۰۰
۱۰	۱/۵	۰/۴۰	۰/۲۷	۱۵۴/۶۷		۱۰	۱/۵	۲/۲۴	۱/۶۱	۵۱۰/۰۰

جدول ۳-۱۳- داده‌های مربوط به غلظت مواد معلق و کدورت

غلظت (g/lit)	کدورت (NTU)	ردیف	غلظت (g/lit)	کدورت (NTU)	ردیف
۰/۵۶	۱۸۶/۶۷	۴۶	۱/۵۰	۷۶۲/۳۳	۱
۰/۳۳	۸۷/۷۷	۴۷	۱/۰۰	۵۷۷/۶۷	۲
۰/۵۰	۱۵۲/۰۰	۴۸	۰/۷۵	۴۴۴/۶۷	۳
۲/۷۸	۷۳۴/۶۷	۴۹	۰/۶۰	۳۵۹/۶۷	۴
۲/۳۸	۶۷۳/۶۷	۵۰	۰/۵۰	۲۶۳/۶۷	۵
۲/۱۷	۵۹۷/۶۷	۵۱	۰/۴۳	۲۷۴/۰۰	۶
۲/۰۰	۵۷۹/۳۳	۵۲	۰/۳۸	۲۱۵/۰۰	۷
۱/۸۵	۵۶۲/۰۰	۵۳	۰/۳۳	۱۹۱/۰۰	۸
۱/۷۲	۵۳۴/۰۰	۵۴	۰/۳۰	۱۶۹/۰۰	۹
۱/۶۱	۵۱۰/۰۰	۵۵	۰/۲۷	۱۵۴/۶۷	۱۰
۱/۵۲	۵۰۲/۶۷	۵۶	۰/۲۵	۱۳۳/۰۰	۱۱
۱/۴۳	۴۶۳/۰۰	۵۷	۰/۲۳	۱۳۰/۰۰	۱۲
۱/۳۵	۴۳۷/۰۰	۵۸	۰/۲۱	۱۱۱/۶۷	۱۳
۱/۲۸	۴۱۹/۶۷	۵۹	۰/۲۰	۱۰۳/۶۷	۱۴
۱/۲۲	۳۸۹/۳۳	۶۰	۰/۱۹	۱۰۸/۶۷	۱۵
۱/۱۶	۳۸۷/۶۷	۶۱	۰/۱۷	۹۰/۳۰	۱۶
۱/۱۱	۳۶۸/۰۰	۶۲	۰/۱۵	۷۶/۰۷	۱۷
۱/۰۶	۳۶۱/۰۰	۶۳	۰/۱۴	۷۶/۲۰	۱۸
۰/۶۳	۲۱۱/۰۰	۶۴	۰/۱۲	۶۹/۹۷	۱۹
۰/۴۵	۱۸۵/۳۳	۶۵	۰/۱۰	۵۳/۱۰	۲۰
۵/۰۰	۹۰۰/۰۰	۶۶	۰/۰۹	۴۷/۲۳	۲۱
۴/۱۷	۸۶۷/۶۷	۶۷	۰/۰۸	۴۶/۶۰	۲۲
۳/۵۷	۸۰۷/۳۳	۶۸	۵/۰۰	۹۰۹/۶۷	۲۳
۳/۱۳	۷۶۳/۰۰	۶۹	۱/۱۴	۳۶۷/۰۰	۲۴
۰/۳۸	۸۰/۰۰	۷۰	۲/۵۰	۶۷۳/۳۳	۲۵
۱/۱۱	۳۶۸/۰۰	۷۱	۱/۸۵	۵۵۲/۰۰	۲۶
۲/۵۰	۶۷۳/۳۳	۷۲	۱/۶۷	۵۱۱/۶۷	۲۷
۲/۳۸	۶۷۳/۶۷	۷۳	۱/۳۹	۴۵۵/۳۳	۲۸
۲/۱۷	۵۹۷/۶۷	۷۴	۱/۱۴	۳۶۷/۰۰	۲۹
۲/۰۰	۵۷۹/۳۳	۷۵	۰/۹۳	۳۱۹/۰۰	۳۰
۱/۸۵	۵۶۲/۰۰	۷۶	۰/۷۸	۲۷۷/۶۷	۳۱
۱/۸۵	۵۵۲/۰۰	۷۷	۰/۶۸	۲۳۰/۶۷	۳۲
۱/۷۲	۵۳۴/۰۰	۷۸	۰/۶۳	۲۱۱/۰۰	۳۳
۰/۲۹	۸۶/۶۳	۷۹	۰/۵۶	۱۸۶/۶۷	۳۴
۰/۲۶	۷۶/۲۰	۸۰	۰/۵۰	۱۵۲/۰۰	۳۵
۱/۵۲	۵۰۲/۶۷	۸۱	۰/۴۵	۱۸۵/۳۳	۳۶
۱/۴۳	۴۶۳/۰۰	۸۲	۰/۳۸	۸۰/۰۰	۳۷
۱/۳۹	۴۵۵/۳۳	۸۳	۰/۳۳	۸۷/۷۷	۳۸
۱/۳۵	۴۳۷/۰۰	۸۴	۰/۲۹	۸۶/۶۳	۳۹
۱/۲۸	۴۱۹/۶۷	۸۵	۰/۲۶	۷۶/۲۰	۴۰
۱/۲۲	۳۸۹/۳۳	۸۶	۱/۰۶	۳۶۱/۰۰	۴۱
۱/۱۶	۳۸۷/۶۷	۸۷	۰/۹۳	۳۱۹/۰۰	۴۲
۳/۱۳	۷۶۳/۰۰	۸۸	۰/۷۸	۲۷۷/۶۷	۴۳
			۰/۶۸	۲۳۰/۶۷	۴۴
			۵/۰۰	۹۰۰/۰۰	۴۵

فصل چہارم

نتایج و بحث

در این فصل بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده، بررسی‌های صورت گرفته و بازدیدهای میدانی، دامنه هر یک از مشکلات شبکه آبیاری و تأسیسات وابسته مشخص گردیده که در این قسمت به تفصیل شرح داده می‌شود.

۴-۱- ارزیابی راندمان انتقال شبکه‌ی آبیاری دشت گرمسار

راندمان انتقال یکی از معیارهای ارزیابی عملکرد شبکه های آبیاری می باشد با استفاده از داده های اندازه‌گیری شده و محاسبات هیدرولیکی مستند، راندمان انتقال شبکه بطور متوسط ۸۹ درصد برآورد گردید. طول کانال‌های انتقال حدوداً ۱۲۰ کیلومتر می‌باشد. جدول (۴-۱) راندمان انتقال هر یک از بازه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱- نتایج مربوط به راندمان انتقال در شبکه‌ی گرمسار

ردیف	نام بازه	درجه کانال	طول بازه (متر)	راندمان انتقال
۱	C	۱	۱۸۰۰	۹۱/۲۶
۲	A	۱	۵۵۰	۹۶/۱۳
۳	G	۱	۱۳۵۰	۹۱/۲۶
۴	K	۱	۹۵۰	۸۸/۷۳
۵	L	۱	۲۵۰۰	۸۴/۱۸
۶	N	۱	۱۵۵۰	۸۴/۱۲
۷	P	۱	۱۰۵۰	۹۳/۴۵
۸	U	۱	۱۴۰۰	۸۷/۶۵
۹	V	۲	۶۵۰	۹۱/۷۶
۱۰	Z	۲	۲۱۰۰	۸۶/۶۵
۱۱	W	۲	۱۴۰۰	۷۹/۷۶
۱۲	D	۲	۱۵۰۰	۹۲/۹۰
۱۳	E	۲	۱۸۵۰	۹۰/۳۰
۱۴	F	۲	۹۵۰	۸۳/۲۶
۱۵	H	۱	۱۵۰۰	۸۹/۵۸
۱۶	I	۲	۷۰۰	۹۰/۹۷
۱۷	M	۳	۵۰۰	۷۵/۲۴
۱۸	Q	۳	۱۴۰۰	۹۲/۲۴
۱۹	R	۳	۹۰۰	۸۹/۱۹
۲۰	S	۳	۱۵۰۰	۹۲/۶۸
۲۱	T	۳	۴۰۰	۹۶/۱۴
۲۲	B	۳	۶۶۰	۹۰/۵۰
راندمان انتقال شبکه				۸۹/۰۰

نتایج محاسبات نشان داد که مقادیر راندمان انتقال در کانال های شبکه بین ۷۵ تا ۹۶ درصد متغیر است و بطور متوسط راندمان انتقال ۸۹ درصد برآورد گردید. علت تلفات انتقال ۱۱ درصدی شبکه را در عمر بالای شبکه ، ترکهای عرضی و طولی در جداره ی کانالها، آببندی نشدن مناسب درزهای انقباض، رویش علفهای هرز در بدنه ی کانالها، رسوب گذاری به علت پایین بودن شیب در بعضی موارد و از همه مهمتر اقلیم منطقه که باعث افزایش پتانسیل تبخیر شده، می توان ارزیابی نمود. برای بهبود راندمان انتقال می توان به استفاده از مقاطع مستطیلی به جای مقطع دوزنقه ای، دال گذاری روی مجاری روباز ، لایروبی منظم، تعمیر و نگه داری دوره ای کانال ها اشاره نمود. با توجه به مشاهدات صحرایی انجام شده و با عنایت به عمر بیش از ۳۰ ساله شبکه از نظر سازه ای کانال های انتقال استحکام خود را حفظ کرده و ترک های اندکی در لاینینگ کانال مشاهده شد . شکل (۴-۱) یکی از کانال های پوشش دار شبکه گرمسار را نشان می دهد.

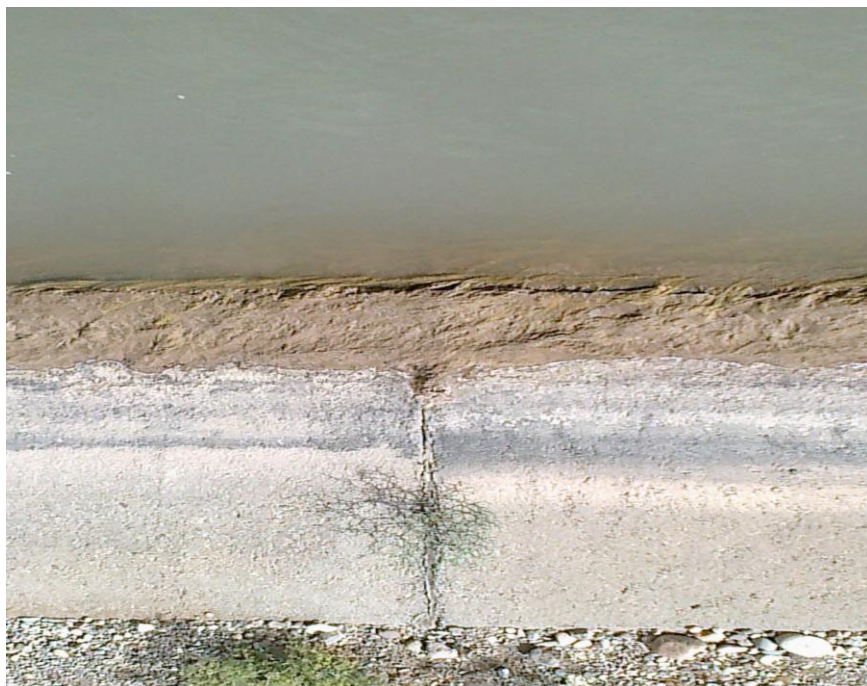


شکل ۴-۱- نمونه ی کانال انتقال پوشش دار شبکه ی گرمسار

از طرفی طبق محاسبات انجام شده نشان می دهد که ضریب زبری مانینگ افزایش یافته و از مقدار طراحی ۰/۰۱۴ فراتر رفته و بطور متوسط به عدد بیش از ۰/۰۲۱ رسیده که باعث کاهش سرعت و در نهایت باعث کاهش ظرفیت انتقال و نهایتاً کاهش راندمان انتقال شده است. افزایش زبری به علت عمر بالای شبکه، رسوب گذاری، رشد جلبک و علف های هرز، لایروبی نادرست، اصولی آببندی نشدن درزهای انقباض توسط ماده مناسب (ماستیک) و ریزش سنگریزه از برم به داخل کانال ارزیابی می شود. مواد پرکننده درزهای انقباض از سطح کانال بیرون زده که خود عاملی در افزایش ضریب زبری و نهایتاً در کاهش راندمان انتقال عمل می کند. رشد علف های هرز در درزهای انقباض باعث افزایش مقاومت جریان و افزایش تلفات نشتی و همچنین باعث تخریب بتن لاینینگ می شود که می تواند عاملی در کاهش راندمان ارزیابی گردد. واریز شدن سنگریزه ها در داخل کانال انتقال از برم ها باعث به هم خوردن هیدرولیک جریان شده و عاملی در کاهش سرعت و در نتیجه باعث افزایش رسوب گذاری می شود. در اشکال (۲-۴) الی (۶-۴) انواع معایب ساختاری کانال های شبکه دیده می شود.



شکل ۲-۴- درزهای انقباض بصورت ناصحیح پر شده اند



شکل ۳-۴- رشد علف‌های هرز در درز انقباض و رسوب‌گذاری در دیواره‌های کانال



شکل ۴-۴- بالازدگی آب در کانال انتقال به علت وجود سازه کنترل‌کننده در پایین‌دست



(الف)



(ب)

شکل ۴-۵- الف و ب رشد علف‌های هرز در برم‌ها کانال انتقال و ورود به داخل کانال



(الف)



(ب)

شکل ۴-۶- رشد علف‌های در درزهای انقباض در کانال انتقال

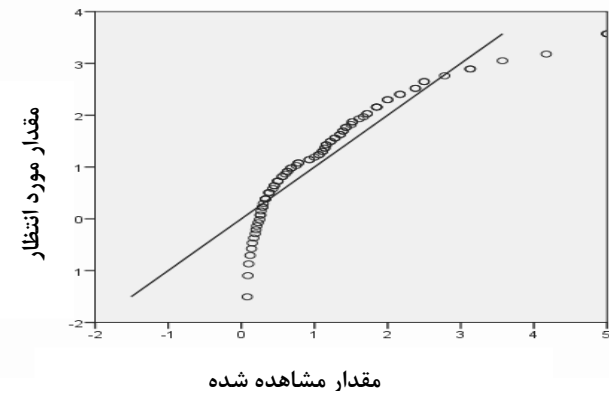
۴-۲- برآورد معادله‌ی بین کدورت و غلظت مواد معلق در شبکه‌ی آبیاری گرمسار

برای بدست آوردن رابطه‌ی بین کدورت و غلظت مواد معلق در شبکه‌ی آبیاری گرمسار از داده‌های جدول (۳-۱۳) استفاده می‌شود. این داده‌ها بصورت عملیات صحرایی و آزمایشگاهی از شبکه در طول یکسال اخذ گردید. برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون گرافیکی چارک-چارک^۱ استفاده شد. در اینجا از نرم‌افزار آماری SPSS16 برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها استفاده گردید (حبیب‌پور و صفری، ۱۳۹۱).

نتایج آزمون بصورت گراف‌های (۴-۷) و (۴-۸) نشان داد که توزیع داده‌ها نرمال نیست. شکل‌های (ب) و (د) میزان نرمال نبودن داده‌های مزبور را نشان می‌دهد.

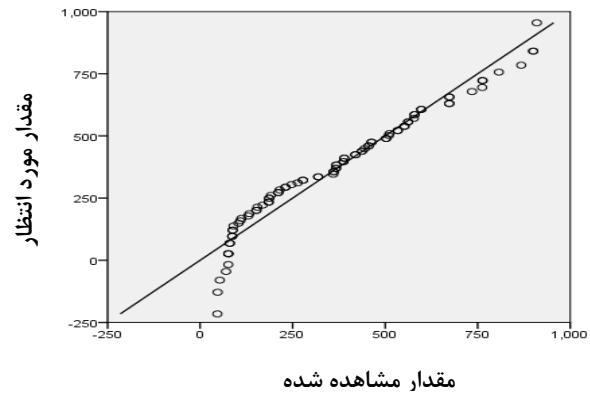
^۱ Q-Q plot

گراف Q-Q نرمال برای غلظت



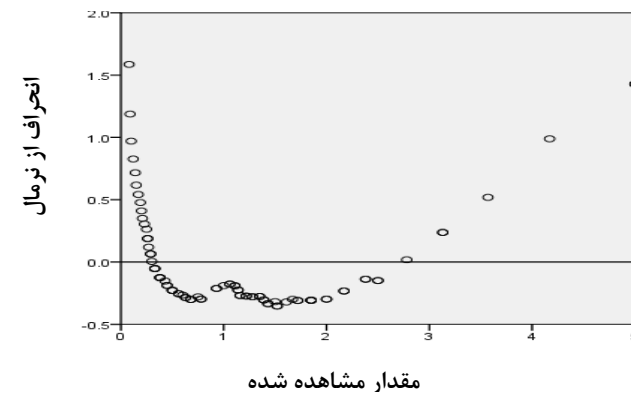
(الف)

گراف Q-Q نرمال برای کدورت



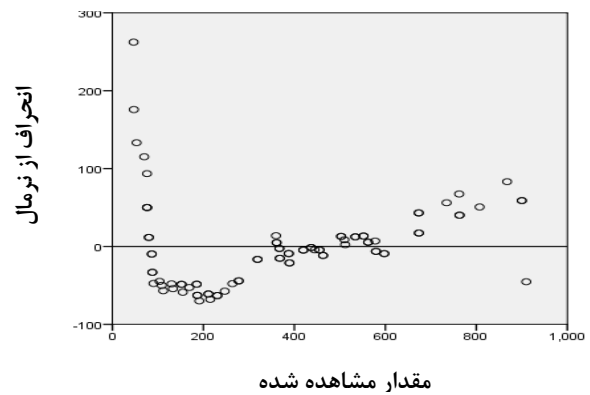
(ج)

گراف Q-Q انحراف از نرمال برای غلظت



(ب)

گراف Q-Q انحراف از نرمال برای کدورت

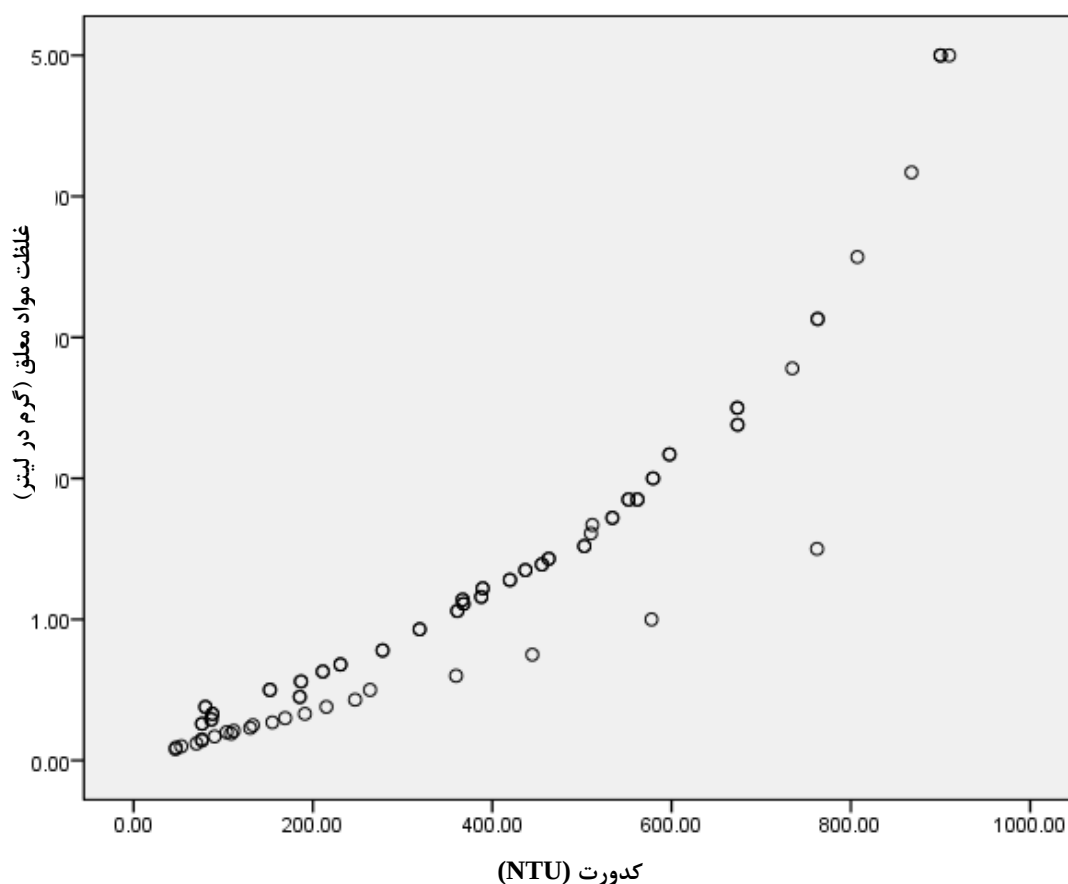


(د)

شکل ۴-۷- آزمون چارک-چارک داده‌های غلظت مواد معلق

شکل ۴-۸- آزمون چارک-چارک داده‌های کدورت

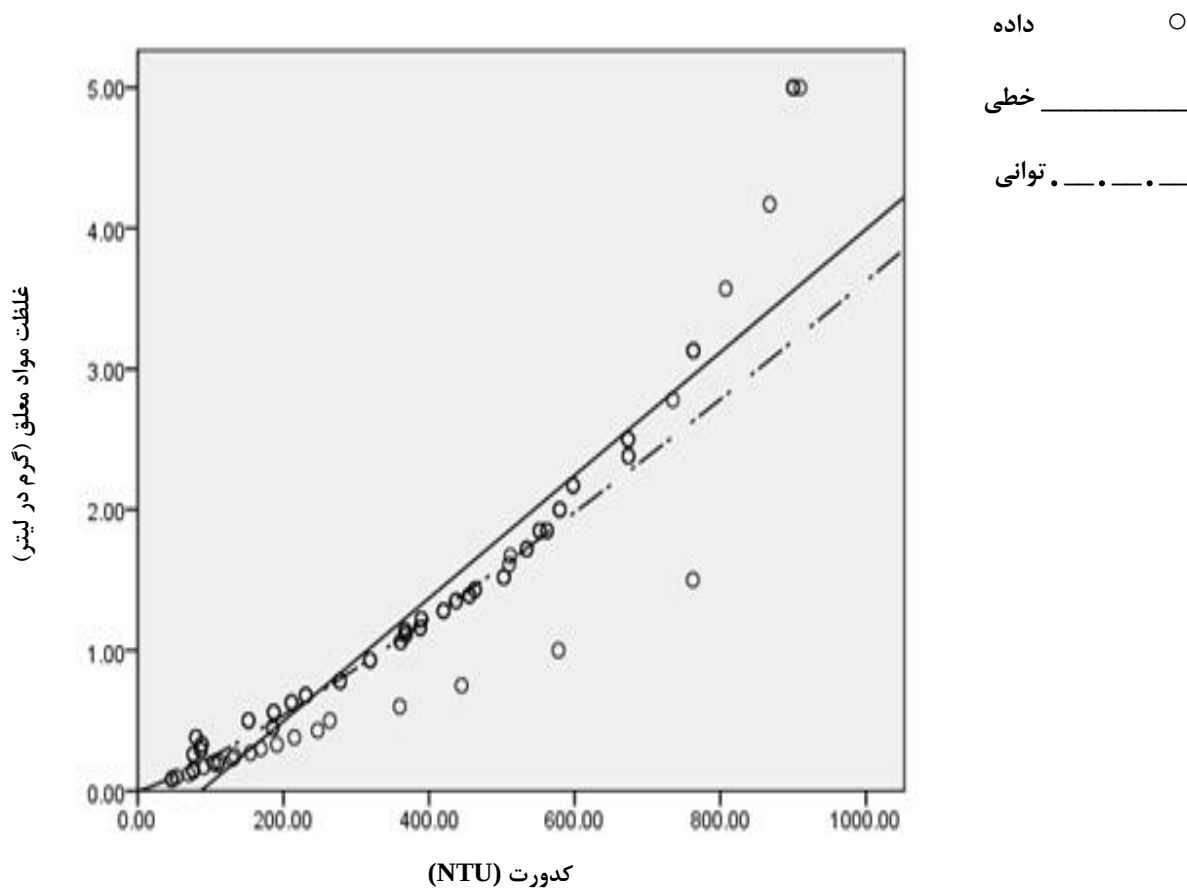
با توجه به نتایج آزمون گرافیکی چارک-چارک، برای تعیین میزان همبستگی داده ها از آزمون غیرپارامتریک ضریب همبستگی اسپیرمن^۱ استفاده شد. شکل (۴-۹) نمودی از پراکنش داده ها می باشد. در اینجا متغیر مستقل کدورت انتخاب شده است چون اندازه گیری آن به راحتی توسط دستگاه کدورت سنج قابل سنجش است. متغیر وابسته، غلظت مواد معلق در نظر گرفته می شود چون بدست آوردن آن در آزمایشگاه نسبتاً مشکل می باشد.



شکل ۴-۹- گراف پراکنش داده ها به روش اسپیرمن

¹ Spearman rank correlation coefficient

با توجه به نمودار پراکنش داده ها شکل (۹-۴) پی می بریم که رابطه بین دو متغیر کدورت و غلظت مواد معلق، بیشتر می تواند بصورت خطی^۱ و توانی^۲، به صورت شکل (۱۰-۴) باشد.



شکل ۱۰-۴- منحنی های برازش خطی و توانی داده ها

جدول (۲-۴) میزان برازش دو مدل را مقایسه می کند در این جدول سطح معنی دار آزمون F برای هر دو مدل توانی و خطی کوچکتر از ۰/۰۵ است. در چنین شرایطی، برای این که بهترین مدل را انتخاب کنیم باید مدلی را برگزینیم که مقدار آماره F در آن بیشترین مقدار را دارد.

¹ Linear
² Power

همانطور که در جدول ملاحظه می‌شود، مقدار آماره F برای مدل رگرسیونی توانی بیشتر از مدل دیگر است. بنابراین، می‌توان گفت که مدل رگرسیونی توانی برازنده ترین مدل برای پیش بینی تغییرات غلظت مواد معلق بر حسب کدورت است.

معادله برازش به صورت زیر تعیین می‌گردد:

$$Y = 0.001 X^{1/183}$$

که در آن X معرف کدورت بر حسب NTU و Y معرف غلظت مواد معلق بر حسب g/lit است.

جدول ۴-۲- پارامترهای برازش

معادله	R^2	مقدار آماره F	مقدار ثابت معادله	b_1
خطی	۰/۸۷۰	۵۷۳/۶۳۶	-۰/۳۷۸	۰/۰۰۴
توانی	۰/۹۲۶	۱۰۸۲	۰/۰۰۱	۱/۱۸۳

۴-۳- تخریب بتن سازه‌ای

تخریب‌های سازه‌ای در شبکه بیشتر در دراپ‌ها مشاهده گردید. که در شکل (۴-۱۱) نمونه‌هایی آورده شده است. علت را می‌توان در سرعت بالای موضعی جریان در این گونه سازه ها و پدیده خلاء زایی دانست. همچنین می‌توان تخریب‌های حاصله را به علت تغییرات دمایی شدید نیز عنوان نمود چرا که قسمت دیواره‌های دراپ‌ها در بیرون از بستر خاکریز کانال انتقال بوده و در زمستان دچار تخریب می‌شوند (شکل الف).



(الف)

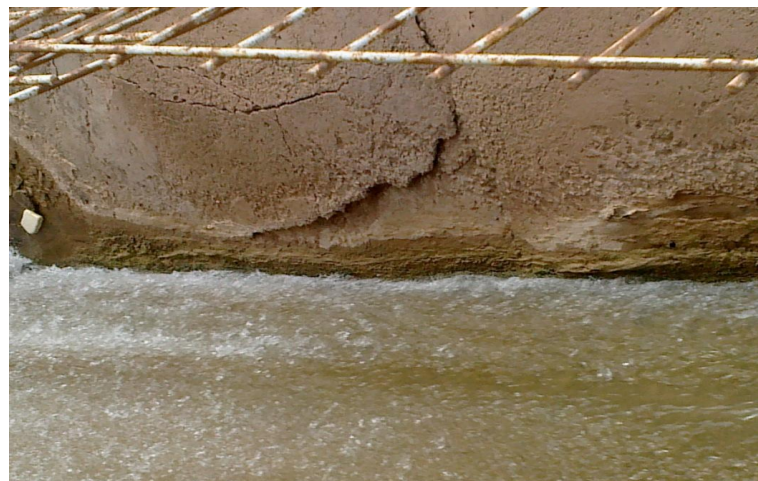


(ب)

شکل ۴-۱۱- تخریب بتن در دراپ‌ها



(د)



(ج)



(س)



(ل)

شکل ۴-۱۱- تخریب بتن در دراپ‌ها



(ق)



(ش)



(ص)

ادامه شکل ۴-۱۱- تخریب بتن در دراپ‌ها

۴-۴- مسئله رسوب‌گذاری در شبکه

مسئله رسوب در شبکه های آبیاری کشور از مشکلات رایج می باشد. که علت آن را می توان در بعد کلان ضعف در آبخیزداری حوضه ها دانست. در طراحی سازه های آبی نیز اگر مسائل فنی و هیدرولیکی مربوط به رسوب رعایت نشود تهدیدی برای عملکرد آنها خواهد بود. با این مقدمه در شبکه ی آبیاری دشت گرمسار نیز این مشکل به چشم می خورد با وجود طراحی حوضچه ی ترسیب در پایین دست بند انحرافی گرمسار، سالانه هزاران تن رسوب وارد شبکه شده و مشکلاتی در بهره برداری از شبکه ایجاد می کند. این موضوع در کانال کمربندی CCU بیشتر نمایان است چراکه این کانال در امتداد خطوط تراز احداث گردیده و با توجه به شیب کم، بیشترین ترسیب مواد معلق در این بازه اتفاق می افتد که سالانه باید لایروبی گردد. که هزینه گزافی را بر شرکت بهره بردار تحمیل می کند. از طرفی هنگام لایروی باعث تخریب لاینینگ کانال نیز می شود. شکل (۴-۱۲) نمایشی از رسوب در کانال های شبکه گرمسار می باشد.

رابطه استخراجی بین کدورت و غلظت مواد معلق در آب شبکه دشت گرمسار می تواند در موارد زیر مورد استفاده واقع شود:

- برآورد دبی بار معلق.
- برآورد میزان رسوب وارد شده به شبکه.
- مدیریت در باز و بسته کردن دریچه های شعاعی بند انحرافی.

مثلاً در شرایطی که دبی کانال اصلی (OA) ۴ مترمکعب در ثانیه و کدورت اندازه گیری شده ۳۵۸ گزارش گردد. می توان برآورد کرد که در مدت ۲۴ ساعت مقدار مواد معلق (رس و سیلت و ماسه نرم) وارد شده به شبکه ۳۶۳ تن می باشد که به صورت بالقوه توانایی ترسیب را دارد.



ز



الف



ز



ب

شکل ۴-۱۲- نمایش رسوب در کانال‌های شبکه‌ی گرمسار

۴-۵- مشکلات کانال گرمسار و انشعابات آن

با توجه به اینکه کانال گرمسار نقش آبرسانی به کانال‌های درجات پائین‌تر و آبگیرهای مختلف را دارد لذا می‌توان تقسیم‌بندی مشکلات را با انشعابات آن شروع نمود. شکل (۴-۱۳) آبگیر ابتدای کانال گرمسار را نشان می‌دهد.

۴-۵-۱- مشکل کانال AX

کانال AX از نقطه A به سمت غرب از کانال گرمسار جدا شده و بشکل تلسکوپی ادامه یافته و در امتداد خود به بازه‌هایی به اسامی X_1 ، X_2 ، X_3 ، X_4 ، X_{301} ، X_{401} ، X_{411} و X_{412} نامیده شده و تا انتهای اراضی غربی شبکه ادامه می‌یابد. ضمناً شاخه‌های X_1 و X_2 بطور عمودی در جهت جنوب از آن جدا می‌گردد. گسترش شهر گرمسار و اتصال روستاهای اطراف به آن مانند روستای لجران، کوی فرهنگیان و... مشکلات زیر را ایجاد کرده است.

• کانال‌های X_{411} و X_{412}

این کانال‌ها در داخل اراضی شهری و کوچه‌های گرمسار عبور نموده و همیشه مشکل تخلیه زباله شهری در کانال‌ها و خطرات سقوط اطفال بداخل آنها مشاهده می‌گردد، رسوبگذاری در انتهای کانال‌های X_{411} و X_{412} از دیگر مشکلات آنها بوده که باعث کاهش کشش کانال‌ها می‌گردد که همه ساله می‌بایستی لایروبی گردد ولی بلافاصله با رسوب دوباره انباشته می‌شود. تجمع فاضلاب‌های شهری در انتهای کانال‌های X_{411} و X_{412} سبب بروز مشکلاتی در بهره‌برداری از کانال‌ها می‌گردد.

• کانال X_{401}

ارضی زیردست این کانال در حال حاضر جزء شهر گرمسار شده و نیاز به آب ندارد بنابراین کانال X_{401} غیرقابل استفاده باقی مانده است.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۴-۱۳- آبگیر ابتدای کانال گرمسار

• کانال X۳

این کانال از داخل شهرک کردند عبور کرده و همیشه در معرض ریختن آشغال بداخل آن و خطر سقوط اطفال و دام‌های روستا به آن می‌باشد که باید چاره‌اندیشی گردد. همچنین تقاطع این کانال با بلوار راه آهن گرمسار بعلت کم بودن کشش سیفون تقاطعی همواره ایجاد مشکل می‌نماید، بخصوص در مواقع بارندگی آب پس زده و وارد سطح جاده می‌گردد. ادامه کانال در داخل کوچه‌های مسکونی شهر سبب بروز مشکلاتی برای اهالی شده و خطر سقوط اطفال بداخل آن وجود دارد. در مجموع معمولاً عملیات بهره‌برداری و نگهداری با مشکل مواجه بوده و اغلب مسائل اجتماعی بروز می‌نماید. عکس‌های (۴-۱۴) و (۴-۱۵) محل تقاطع کانال X۳ با بلوار راه‌آهن قبل از سیفون تقاطعی را نشان می‌دهد. کانال X۳ پس از عبور از روستاهای فروز و کرد با راه آهن تهران - مشهد تقاطع داشته ولی به علت گرفتگی سیفون تقاطعی، زارعین قبل از سیفون آب را به زیر کالورت راه آهن هدایت نموده و بطور غیر اصولی مشکل خود را حل کرده اند. عکس‌های (۴-۱۶) و (۴-۱۷) چگونگی انحراف آب را از زیر کالورت راه‌آهن نشان می‌دهد.

• کانال X۲

کانال X۲ شاخه‌ای عمودی از کانال AX بوده که به اراضی روستای لجران اربابی آبرسانی می‌کند، جهت آن شمالی جنوبی بوده و با خط راه آهن تقاطع دارد. در محل تقاطع به علت کشش کم سیفون و گرفتگی آن زارعین آب را از زیر کالورت راه آهن عبور داده و پس از آن روستای ساروزن و شاه‌بداغ آبیگیری نموده و شاخه‌ای از آن بطرف اراضی لجران اربابی که هم اکنون جزء اراضی شهری شده است ادامه مسیر می‌یابد.



شکل ۴-۱۴- تجمع زباله در ورودی سیفون تقاطعی کانال X۳ با بلوار راه آهن گرمسار



شکل ۴-۱۵- محل تقاطع کانال X۳ با بلوار راه آهن و برگشت آب در ورودی سیفون



شکل ۴-۱۶- گرفتگی سیفون تقاطعی کانال X۳ با خط راه آهن و هدایت آب به زیر کالورت مجاور



شکل ۴-۱۷- شکستگی کانال X۳ و هدایت آب به زیر کالورت راه آهن

۴-۵-۲- مشکل کانال BZ و BY

نقطه B بر روی کانال گرمسار از نقاط کنترلی و با اهمیت بوده که حوضچه تقسیمی در آن محل احداث و کانال های BZ از سمت راست و BY^۱ و BY^۲ از سمت چپ و BC بطور مستقیم ادامه می یابد، همچنین دریچه ای آب را بسمت حوضچه های تغذیه مصنوعی منتقل می نماید.

• آبگیر Z^۲

ادامه مسیر Z^۲ با جاده ناسار، سیفون تقاطعی قرار دارد که کشش آن کم بوده و نیاز به بازسازی دارد زیرا رسوبگیری و کاهش دبی همواره در این نقطه دیده می شود. همچنین پل روی دریچه در مسیر BZ (محل آبگیر Z^۲) شکسته شده و نیاز به تعمیر دارد.

• دریچه Z^۳

کنار دریچه آبگیر Z^۳ دریچه بزرگی وجود دارد که بلا استفاده مانده است، شاید هدف اولیه، آبرسانی به اراضی یکپارچه شرکت سهامی زراعی بوده باشد. در حال حاضر یک قاب دریچه برای روستای ناسار آبگیری می نماید.

اولین دریچه آبگیر از کانال BY حدود ۱۰ متر جلوتر از حوضچه تقسیم آب برای اراضی روستای کهنو آبگیری می نماید همچنین سرریز جانبی تا ۵۰۰ لیتر در ثانیه آب را به حوضچه تغذیه مصنوعی هدایت می کند. کانال انتقال آب به حوضچه تغذیه مصنوعی که بخشی از آن خاکی و بخشی بتنی می باشد جدیداً احداث گردیده ولی وضعیت حوضچه از لحاظ نشت آب مشکل دار بوده و در اطراف آن تراوش آب وجود دارد که لازم است برای جلوگیری از تخریب آن چاره اندیشی گردد زمان انتقال آب بداخل حوضچه، ماه های پربابی در فصل بهار و پائیز می باشد.

• کانال Y^۲ و سیفون بلااستفاده آن

ادامه کانال BY از زیر دو شاخه رودخانه کردوان عبور کرده و سازه سیفون در محل تقاطع احداث شده است از این شاخه کانال های MAY^۲، MAY31، GHY4 برای اراضی حسین آباد موقوفه،

محمدآباد خالصه، کردوان، محمودآباد، امامزاده علی اکبر و حسن آباد آبیگری می نمایند. در مسیر کانال BY بعد از ج دا شدن شاخه Y۱ کانال بدون وجود هیچ عارضه ای سیفون گردیده که بنظر می رسد در طرح اولیه در زمان شرکت سهامی زراعی قرار بوده که جاده ای از روی آن عبور نماید ولی امروزه وجود این سازه بی فایده بوده و می توان برای جلوگیری از مشکلات تمیزکردن و لایروبی سالانه، سیفون را تبدیل به کانال روباز نمود. در حال حاضر مشکلات سالانه برای این سیفون وجود دارد. از دیگر مشکلات مسیر Y۲ رسوبگذاری در حوضچه های تقسیم آب و گرفتگی سوراخ کنترل کننده جریان می باشد. شکستگی بتن دیواره سازه های کنترل کننده از جمله مشکلات موجود می باشد.

۴-۶- مشکلات کانال آرادان

همانطور که قبلاً بیان گردید پس از حوضچه های رسوبگیر در محل سد انحرافی کانال های گرمسار و آرادان از پایین دست حوضچه، آبیگری می نمایند بدین نحو که کانال گرمسار توسط دریچه های نیرپیک ۸ مترمکعب آب را تحویل گرفته و بقیه آب به کانال آرادان سر ازیر می شود ورودی آرادان فاقد دریچه و دارای آستانه سرریز می باشد که رقوم ارتفاعی آن ۲۰ سانتیمتر بالاتر از رقوم ارتفاعی آبیگر کانال گرمسار می باشد. بنابراین کانال گرمسار می تواند تمام ظرفیت خود را دریافت و پس از آن آرادان آبیگری نماید. از جمله اشکالات اصلی کانال آرادان تغییر دبی ورودی آن با تغییر آورد رودخانه می باشد از آنجائیکه دبی رودخانه حتی در صبح و عصر ممکن است متفاوت باشد این تغییرات به کانال آرادان انتقال می یابد. در بالادست سد انحرافی مقداری باغات در اطراف رودخانه قرار دارند که بدون نظارت و به دلخواه نیاز باغات خود را از آب رودخانه تأمین می نمایند این آبیگرها بخصوص در روزهای تعطیل از جمله علل نوسان آب در رودخانه می باشد. مشکل کانال آرادان در شاخه ی PQ بصورت زیر می باشد.

۴-۶-۱- مشکل نقطه‌ی Q۱ (کانال Q۱۱)

از نقطه‌ی Q۱ روی شاخه‌ی PQ کانال اصلی آرادان، یک شاخه کانال بنام Q۱۱ جدا شده و به سمت جنوب جریان می‌یابد. ظرفیت کانال Q۱۱ برابر ۱۲۰ لیتر در ثانیه می‌باشد که به روستاهای کاظم‌بیگی (۵۰ لیتر در ثانیه) اربابی آرادان (۵۰ لیتر در ثانیه) و شهرداری آرادان (۲۰ لیتر در ثانیه) آبرسانی می‌نماید و تا تقاطع جاده رفت و برگشت گرمسار - سمنان کانال بصورت آبرسان بوده و مشکلی ندارد. پس از جاده (صد متر پائین تر از کالورت تقاطعی) حوضچه تقسیم آب وجود دارد که آبگیر اربابی آرادان از سمت چپ آن جدا شده و سه سنگ حقایه و ۲ سنگ آب مازاد را به این اراضی منتقل می‌کند. این آبگیر از نوع مدول نیروپیک بوده و عملاً بیش از ۳۰-۴۰ لیتر در ثانیه آب از آن عبور نمی‌کند. علت آن سطح آب جلو دریچه می‌باشد که ارتفاع لازم را ایجاد نکرده و قاب‌های دریچه خالی می‌باشد و لازم است این مشکل برطرف گردد. در این نقطه یا باید کف دریچه پایین کشیده شود و یا سطح آب بالاتر برده شود، بالابردن سطح آب سبب پس زدن آب به زیر کالورت جاده آسفالت شده و خرابی ایجاد می‌نماید زیرا شیب کانال Q۱۱ در این بازه کم بوده و رسوبات ته‌نشین می‌گردد.

۴-۶-۲- شاخه‌ی APQ۱۱

در انتهای کانال Q۱۱ سیفون احداث شده زیر جاده ی روستایی، آب را به سمت چپ جاده منتقل کرده و کانال فرعی ادامه می‌یابد از این کانال شاخه درجه ۴ تقریباً بموازات Q۱۱ در خلاف جهت احداث شده که آب را به چند قطعه از اراضی کاظم‌بیگی برساند. این شاخه در حال حاضر بلااستفاده بوده و آبرسانی به این قطعات توسط انهار سنتی از نقطه P انجام می‌گیرد. آبگیر شهرداری آرادان از سمت راست حوضچه جدا شده و پس از طی ۲۰ متر آب توسط لوله‌ای از روی کانال به سمت چپ منتقل شده و بطرف محل مصرف جریان می‌یابد در صورتیکه می‌توان آبگیری را از سمت چپ انجام داد که لوله ایجاد شده حذف گردد. عکس (۴-۱۸) و (۴-۱۹) آبگیر شهرداری آرادان و کانال بلااستفاده و سازه‌های ایجاد شده را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۸- محل آبگیری شهرداری آرادان از کانال کاظم‌بیگی و لوله انحراف آب به سمت چپ کانال



شکل ۴-۱۹- جعبه تقسیم و کانال درجه ۴ بلااستفاده برای اراضی کاظم‌بیگی

۴-۶-۳- مشکل سیفون نقطه‌ی N۱

کانال Q_N در انتها با شاخه‌ای از رودخانه‌ی حبله‌رود بنام فروان برخورد کرده و سیفون می‌گردد، آبشستگی توسط رودخانه سبب شده که اطراف سیفون خالی شده و دیواره‌های آن دیده شود. ضمناً از دیواره‌ها، تراوش آب نیز به چشم می‌خورد. در این نقطه سیفون باید به سرعت مرمت و ترمیم گردیده و اطراف آن پوشش شود. اقدامات لازم به منظور تثبیت رودخانه و کنترل آبشستگی در محدوده این سیفون ضروری می‌باشد. از نقطه N پس از تحویل آب کهن آباد و وقفی آرادان بقیه آب به سمت نقطه C۲ جریان یافته و به کانال کمربندی متصل می‌گردد.

۴-۶-۴- مشکلات کانال کمربندی (UCC۱)

در طراحی اولیه شبکه‌های آبیاری گرمسار بدلیل کمبود آب در ماه‌های خشک سال و نبود منبع ذخیره آب و استفاده از جریان بهنگام رودخانه، کانال کمربندی UCC۱ را در جنوب شبکه طراحی و اجرا نمودند. زمانی که دبی رودخانه کاهش می‌یابد ابتدا اثر آن در کانال آرادان مشاهده شده و کانال‌های انتهایی شبکه بشدت دچار کمبود آب می‌گردند، برای جلوگیری از افت سطح آب در آن ناحیه کانال گرمسار به کانال کمربندی در نقطه C آبرسانی نموده و کمبود آب در این ناحیه را تقلیل می‌دهد نقطه C که اصطلاحاً "دولات" نامیده می‌شود که جریان را به کانال‌های مختلف تقسیم و تنظیم می‌نماید.



شکل ۴-۲۰- حوضچه‌ی تقسیم آب نقطه‌ی C (دولات) و آبیگر مندولک



شکل ۴-۲۱- آبیگر شاخه CU جهت آبرسانی به روستاهای زیردست از نقطه‌ی دولات

۴-۶-۱- کانال CC1

این شاخه کانال از نقطه‌ی C (دولات) آب را به سمت شرق شبکه منتقل می‌نماید نحوه آبیگری از این کانال و نقاط حساس روی آن به شرح زیر است:

• نقطه‌ی C6

از این نقطه شاخه‌ی C6 و C601 جدا می‌شود که C6 حدود ۲۰ لیتر در ثانیه آب را به روستای سعدآباد منتقل می‌نماید. در زمان کم آبی، این روستا با مشکل مواجه بوده و آب به آن نمی‌رسد. شاخه C601 قبلاً برای آبرسانی به رشمه احداث شده بود ولی بعلت کم آبی در مواقع کاهش دبی محل آبیگر آن را تغییر داده و در حال حاضر از انتهای کانال Y۱ آبیگری می‌نماید. بنابراین کانال C601 تقریباً بلااستفاده بوده و آبی دریافت نمی‌کند عکس (۴-۲۲) کانال رشمه را نشان می‌دهد. برخی از شاخه‌های فرعی کانال C601 که در طرح اولیه بوده احداث نشده است.

• نقطه‌ی C5

از این نقطه کانال‌های C5 به انهار مگس‌تپه، امامزاده قوشه، یدکی‌نورالدین آبرسانی می‌نماید شاخه C51 به شه‌سفید آبرسانی می‌کند همچنین روستاهای محمدآباد موقوفه و قشلاق تقی‌رستم از این کانال آب دریافت می‌دارند. در نقطه C5 سه دریچه نیرپیک ۳۰۰، ۴۸۰ و ۹۰ لیتری کار گذاشته شده که بیش از ظرفیت مورد نیاز می‌باشد و بلااستفاده مانده است. در مسیر کانال C5 نیز دریچه‌های قدیمی و از کار افتاده قرار دارد که نمی‌تواند نقش تنظیم و تقسیم آب را بخوبی انجام دهد.

• نقطه‌ی C1

این نقطه که در کنار ایستگاه راه آهن یاتری سفلی قرار دارد شامل جعبه تقسیم و چک نوک مرغابی است. عکس‌های (۴-۲۳) و (۴-۲۴) حوضچه تقسیم آب را در نقطه C1 نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود دیواره‌های حوضچه نیاز به تعمیر دارد.



شکل ۴-۲۲- کانال بلا استفاده C601 (روستای رشمه)

• نقطه‌ی C4

کانال C4 که از نقطه C4 کانال کمربندی جدا می‌شود در حال حاضر قابل استفاده نمی‌باشد.



شکل ۴-۲۳- وضعیت حوضچه‌ی تقسیم آب در نقطه C۱



شکل ۴-۲۴- وضعیت حوضچه‌ی تقسیم آب در نقطه C۱ و شکستگی دیواره‌ها

۴-۶-۲- مشکلات وابسته به کانال کمربندی

- به علت سوار نشدن آب به اراضی سه دانگ مندولک از طریق کانال C71 و گرفتگی اولین سیفون روی آن (حدود ۲۰۰ متر پس از آبیگری از نقطه C) کانال بلااستفاده مانده و رسوب در آن انباشته شده است.
- دریچه‌های آبیگر تعبیه شده برای کانال C71، CU، C701 در نقطه تقسیم C دارای ظرفیت بیش از نیاز بوده که برخی از روزنه‌های آن بلااستفاده مانده و برخی خراب می‌باشند که باید در مواقع استفاده جوش آن باز شده و پس از استفاده مجدداً جوش داده شود که لازم است اصلاح گردد.
- ادامه کانال C51 در نزدیک امامزاده قوشه و قشلاق تقی رستم به علت عبور ماشین آلات سنگین شکسته شده که نیاز به بازسازی دارد.
- اساسی‌ترین مشکل نقاط C1، C5، C6 کمبود آب در زمان‌های کم‌آبی می باشد. در گذشته قرار بوده که آب چاه‌های تلفیقی G23، G22، G25 به این شاخه از کانال کمربندی آبرسانی کند که امروزه به علت عدم استفاده از چاه‌ها مشکل کمبود آب وجود دارد.
- یکی از مشکلات تنظیم آب در نقاط C1-C6 مراجعه روزانه کشاورزان است که دائماً باید دستور باز و بسته کردن دریچه‌ها به میراب داده شود در حالی که روستاهای دارای نماینده، اینکار به صورت ماهانه انجام شده و مشکل کمتری از لحاظ بهره‌برداری به وجود می‌آید.

۴-۷- مشکلات آبیگرهای روستائی

در نقطه Q^۳، کانال‌های Q^۴ و Q^۵ برای آبیاری اراضی پاده و پنجهزاری و رمضانقره جدا شده و به سمت شرق ادامه مسیر می دهد. این کانال‌ها با انشعابات چپ و راست نقش آبرسانی به اراضی زیردست را بعهدہ دارد. این کانال‌ها که جزء شبکه‌های فرعی به حساب می آیند خارج از محدوده عمل شرکت بهره‌برداری و نگهداری می باشد و ظاهراً می باید توسط بهره برداران نگهداری گردند ولی متأسفانه به علت ناآگاهی بهره برداران، نداشتن تشکل و سیستم منظم بهره برداری و نگهداری، برخی از کانال‌ها بدون استفاده باقی مانده و دریچه‌های نصب شده عموماً تخریب گردیده و مورد استفاده قرار نمی گیرند بعبارت دیگر از شبکه های مدرن بطور سنتی استفاده می گردد که عملاً هزینه‌های هنگفت انجام شده به تدریج از بین رفته و شبکه در حال تخریب می‌باشد.

عکس‌های (۲۵-۴) تا (۲۸-۴) وضعیت دریاچه‌ها و کانال‌های فرعی آبیاری را که در دست بهره‌برداران روستاهای پاده، رمضانقره، و پنجهزاری می‌باشد نشان می‌دهد. لازم است در این ارتباط، تصمیم‌گیری مناسبی جهت حفظ و نگهداری تأسیسات ایجاد شده اتخاذ گردد.



شکل ۴-۲۵- دریاچه‌ی آبگیر کانال درجه ۴ اراضی پاده



شکل ۴-۲۶- چگونگی استفاده از آبگیرهای شبکه‌ی فرعی



شکل ۴-۲۷- دریچه‌های آبگیر بلااستفاده در اراضی پاده



شکل ۴-۲۸- کانال‌های فرعی بلااستفاده و دریچه‌های آبگیر مربوطه

۴-۸- شبکه‌های فرعی آبیاری

در منطقه گرمسار بیش از ۲۰۰ کیلومتر شبکه‌های فرعی احداث گردیده است. عمده‌ی این شبکه‌ها در شرق منطقه و زیر کانال آرادان و شاخه های مربوطه می باشد. در مناطق اطراف روستاهای پنجهزاری، پاده، قلعه خرابه، حسین آباد کردها و سایر قسمت ها کانال‌های فرعی احداث گردیده و در زمان شرکت سهامی زراعی، یکپارچگی اراضی انجام گرفته بود. در شرایط فعلی، این شبکه‌ها تحت مدیریت شرکت بهره‌برداری نمی‌باشد و ظاهراً تحت مدیریت بهره‌برداران از آب بوده و عملاً مدیریتی بر حفظ و نگهداری آنها اعمال نمی‌گردد. شرکت بهره‌برداری سالانه بررسی می‌کند که رسوبات جمع شده در آنها توسط بهره‌برداران لایروبی گردد. اغلب این شبکه‌ها بلااستفاده مانده و یا قسمتی از آنها استفاده شده و بخشی از کانال‌ها و دریاچه‌ها غیرقابل استفاده می‌باشد. عکس‌های (۴-۲۵) تا (۴-۲۸) وضعیت دریاچه‌های آبگیر روی کانال‌های درجه ۳ و ۴ در اراضی پاده، پنجهزاری و علی‌آباد معتمدی را نشان می‌دهد. بازدیدهای انجام شده حاکی از آن است که این دریاچه‌ها و کانال‌ها بلااستفاده مانده و کارآیی خود را از دست داده است. لازم است برای جلوگیری از اتلاف هزینه های انجام شده چاره‌اندیشی شود.

۴-۹- وضعیت سازه‌های آبی

در شبکه‌های آبیاری گرمسار آبگیرهای مدول نیرپیک، کنترل کننده ثابت نوک مرغابی (duckbill) دریاچه‌های CHO^۱، سیفون‌های عمودی، کالورت و ... احداث گردیده است. در ادامه، وضعیت هر یک از سازه‌ها تشریح می‌گردد.

¹ Constand head orifice intake

۴-۹-۱- دریاچه‌های مدول نیرپیک

این آبگیرها به تعداد ۱۸۶ عدد (طبق لیست ابنیه‌های فنی شرکت بهره‌برداری) در طول شبکه احداث شده که طبق اطلاعات مهندسین مشاور مهتاب قدس تعداد ۱۲۴ دستگاه از آنها برای شبکه‌های اصلی می‌باشد (مهتاب قدس، ۱۳۷۰).

نتایج بازدیدهای انجام شده از دریاچه های آبگیر شبکه گرمسار نشان می دهد که تقریباً اندازه کلیه دریاچه‌ها با میزان آب تحویلی همخوانی نداشته و اغلب بزرگتر از میزان آبی است که از آن عبور می‌نماید. علت آن طراحی دریاچه برای سطح معین با هیدرومدول مشخص در طرح اولیه بوده است. امروزه از همان دریاچه میزان حقابه‌ای که هیچگونه ارتباطی با هیدرومدول و سطح اراضی طراحی شده ندارد آبگیری می‌نماید. بنابراین یک یا چند نقاب دریاچه قفل شده یا جوش داده شده و با بقیه نقاب‌ها آب را تنظیم می‌نماید در برخی از نقاط، دریاچه در نظر گرفته شده کوچکتر از میزان دبی مورد نیاز می‌باشد که یا تعویض شده و یا توسط دستگاه بهره برداری دریاچه دیگری نصب شده است. همچنین در پاره‌ای موارد در نقطه‌ای از کانال، نیاز به دریاچه آبگیری بوده که در طرح اولیه وجود نداشته و بعداً دستگاه بهره‌برداری آن را احداث نموده است. در شبکه‌های فرعی اغلب دریاچه‌ها بلااستفاده مانده و تقریباً از بین رفته‌اند زیرا نگهداری آنها جزء وظیفه شرکت بهره برداری نبوده و بهره‌برداران هم به آن توجهی نداشته و به طریق سنتی از کانال های مدرن آبگیری می‌نمایند. لازم است بازبینی کلی روی دریاچه‌های آبگیر انجام شده و ظرفیت آنها با حقابه هماهنگ شود. همچنین بایستی تکلیف مسئولیت نگهداری از شبکه‌های فرعی نیز مشخص گردد.

۴-۹-۲- سیفون‌های شبکه

طبق آمار و ارقام شرکت بهره‌برداری ۱۱۴ سازه سیفون در شبکه احداث گردیده است. تیپ سیفون‌ها اغلب از نوع فرانسوی و بصورت چاهک عمودی در ورودی و خروجی آن می باشد. وجود رسوب در جریان آب شبکه و شکل سیفون‌ها، اغلب باعث گرفتگی و رسوب گذاری در آنها می‌شود. که همه ساله

مشکلاتی را برای شرکت بهره برداری ایجاد می نماید. در برخی از نقاط بخصوص سیفون های زیرجاده ای داخل شهری و روستایی توسط خود سازمان یا شرکت بهره برداری تغییر داده شده و در نقاطی که از لحاظ ارتفاعی امکان داشته به کالورت و جریان آزاد تبدیل گردیده است. در حال حاضر سیفون های تقاطعی برخی از کانال ها با جاده آسفالته و یا خط راه آهن دارای مشکلاتی بوده که لازم است مورد توجه قرار گیرد.

۴-۹-۳- سرریزها

تعداد سرریزهای بتنی ثابت که از نوع نوک مرغابی می باشد ۴۹ سازه بوده که توأم با جعبه تقسیم و آبگیرهای روستاها احداث شده است. این سازه ها از کارایی نسبتاً خوبی برخوردار بوده و در صورتیکه رسوبات و آشغال های آورده شده توسط جریان آب در زمان های لازم تمیز شود می توانند کارایی خود را داشته باشند. از جمله مشکلات آنها تفاوت آبرگیری در طرح اولیه و امروزه می باشد. زیرا در طرح اولیه سطح آب، دبی کارال ها، میزان آبرگیری برای حالت مشخصی طراحی گردیده که امروزه هیچ یک از آنها به آن صورت وجود ندارد. بنابراین نوسانات آب جلو دریچه سبب شده که آب بیشتر یا کمتر تحویل گردد. در برخی نقاط برای بالا آوردن سطح آب ارتفاع دیواره سرریز را افزایش داده اند که باید مورد توجه قرار گیرد.

۴-۹-۴- دراپ ها

دراپ ها سازه های آبی می باشد که در نقاط تغییر تراز کف کانال و یا سطح آب احداث می گردد بنابراین وقتی نیاز به تراز سطح آب بالا نباشد می توان برای جلوگیری از افزایش خاکریزی، کف کانال را پائین انداخت. در طول شبکه گرمسار ۱۳۹ نقطه تغییر تراز کف کانال وجود دارد. دراپ ها بصورت عمودی^۱ و یا شیب دار^۲ می باشند. عموماً قبل و بعد از دراپ ها، تبدیل^۳ در نظر گرفته شده تا فرم جریان تغییر

^۱ vertical

^۲ inclined

^۳ transition

نکند. در برخی نقاط به علت نداشتن تبدیل، سطح آب بالادست افزایش یافته و تغییراتی در شرایط هیدرولیکی کانال گذاشته است.

۴-۹-۵- مقسم‌ها

در شبکه گرمسار ۵۰ سازه تقسیم آب وجود دارد که آبیگری از آن نقاط انجام می‌شود. در برخی از آنها سرریزهای جانبی وجود دارد. این سازه‌ها اغلب توسط آشغال‌های حمل شده با جریان آب پر شده و کارایی خود را از دست داده اند. کمبود آب در ده ساله اخیر سبب شده که تقریباً بیشتر سرریزها بلااستفاده مانده است. در برخی نقاط که نیاز به سطح آب بالاتری داشته اند برای جلوگیری از خروج آب از سرریزها، ارتفاع دیواره آنها افزایش داده شده است.

فصل پنجم

نتیجه گیری کلی

۵-۱- نتیجه گیری

در حالت کلی اهم نتایج حاصله از تحقیق به صورت ذیل می باشد:

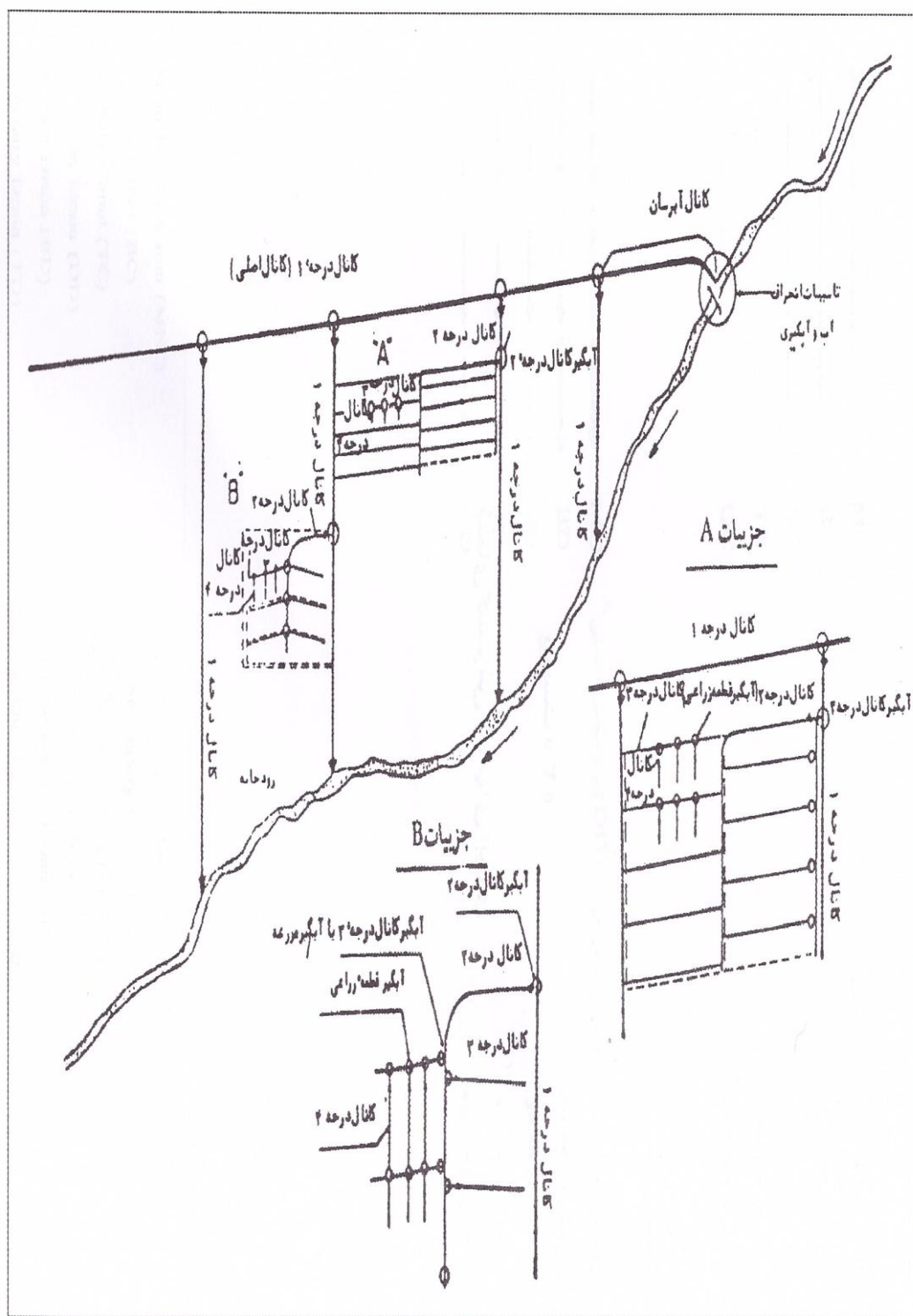
- (۱) با استناد به تحقیق صورت گرفته برای شبکه ی آبیاری دشت گرمسار راندمان انتقال ۸۹ درصد برآورد گردید. که با توجه به عمر ۳۰ ساله ی شبکه قابل قبول ارزیابی می شود.
- (۲) در پایش صورت گرفته در اکثر دراپ ها خردگی بتن مشاهده گردید . در قسمت های تخریب شده ی بتن دراپ ها لازم است سریعاً بازسازی صورت گیرد تا قسمت مسلح سازه (میلگردها) در معرض زنگ زدگی واقع نگردد که باعث تخریب سریع تر سازه خواهد شد.
- (۳) رشد علف های هرز در برم کانال ها در اکثر بازه های کانالی شبکه رؤیت شد. که باعث تخریب بتن بدنه ی کانال و با ورود به داخل کانال باعث به هم خوردن هیدرولیک جریان می شود که در راندمان انتقال بی تأثیر نیست. توصیه می گردد که شرکت بهره بردار ردیف بودجه ای خاصی جهت تمیز کردن برم ها از رشد علف های هرز اتخاذ نماید
- (۴) با توجه به بازدیدهای انجام شده روشن گردید که درزهای انقباض در کانال های انتقال به درستی آبیندی نشده اند که این موضوع در کاهش راندمان انتقال و افزایش تلفات نشت مؤثر ارزیابی می شود و از طرفی با رشد علف های هرز در این موضع بر ایجاد ترک های در لاینینگ کانال اثر مضاعف دارد . در این زمینه لازم است درزهای انقباض از مواد موجود که غالباً از رسوبات پر شده تخلیه گردند و به طور اصولی با ماستیک به گونه ای پر شوند که از سطح کانال بیرون نزنند و باعث افزایش ضریب زبری نگردد.
- (۵) پس از گذشت ۳۰ سال از عمر شبکه، سازه های آبی و ابنیه های وابسته به دلیل عوامل فنی، فرهنگی و اجتماعی مستعمل شده اند و علیرغم بازسازی، مرمت و تعمیر سالیانه آنها، مشاهده می شود که هنوز برخی از این سازه ها مشکل بهره برداری دارند و این امر موجب بروز مسائل و مشکلات زیادی در توزیع و انتقال آب شده است.

- (۶) در شبکه گرمسار برای اولین بار رابطه بین کدورت و غلظت رسوب معلق استخراج گردید. این فرآیند برای سد مخزنی (دز) در خوزستان صورت پذیرفته که معادله حاصله به صورت $Y=4/8X$ ارائه گردیده بود. در این تحقیق معادله استخراج شده برای تخمین مقدار غلظت مواد معلق در آب شبکه از روی داده ی کدورت به صورت $Y=0/001X^{1/138}$ حاصل گردید. از این رابطه همچنین در برآورد دبی بار معلق، برآورد میزان رسوب وارد شده به شبکه و مدیریت در باز و بسته کردن دریچه‌های شعاعی بند انحرافی می‌توان استفاده نمود.
- (۷) یکی از مسائل و مشکلات مهم شبکه ی آبیاری گرمسار، وجود مقادیر زیاد رسوب در آب رودخانه حبله رود است. از آنجائیکه حوضچه‌های ترسیب سد انحرافی گنجایش ترسیب همه رسوبات موجود در آب رودخانه را ندارند، بخش زیادی از رسوبات در هر لحظه وارد شبکه و ابنیه‌های وابسته شده و در هر مکانی که سرعت آب کاهش می یابد ترسیب شده و باعث کاهش ظرفیت آگیرها، پرشدن سیفون ها و کالورت‌ها شده است. در نتیجه، هزینه لایروبی و میزان تبخیر افزایش یافته و در نهایت تلفات افزایش و راندمان شبکه کاهش یافته است.
- (۸) لازم است برای افزایش عملکرد شبکه، کلاس های آموزشی برای بهره‌برداران تشکیل گردد تا نحوه استفاده درست از شبکه به صورت یک رفتار اجتماعی نهادینه گردد تا شاهد ریخته شدن آشغال در کانال ها، تجاوز به حریم قانونی کانال ها، تخریب کانال ها و دریچه ها و سایر موارد نباشیم.
- (۹) ضروری است جهت عملکرد بهینه کانال های شبکه گرمسار لایروبی در زمان و مکان لازم به صورت فنی و با ادوات مناسب انجام پذیرد تا به بدنه کانال صدمه‌ای وارد نگردد.
- (۱۰) لازم است که برای کاهش حجم رسوبات وارده به شبکه در مواقع سیلابی رودخانه حبله رود، آگیری از بند انحرافی صورت نپذیرد.

۵-۲- پیشنهادات

- (۱) با توجه به حجم بالای رسوبات در شبکه ه پیشنهاد می شود مسئله آبخیزداری در بالادست حبله رود مورد بررسی قرار گیرد.
- (۲) به دلیل عملکرد پایین حوضچه های ترسیب، پیشنهاد می شود در ابعاد و تعداد حوضچه های ترسیب بند انحرافی، پژوهشی جدیدی صورت پذیرد.
- (۳) با توجه به پتانسیل بالای تبخیر در دشت گرمسار توصیه می شود که کانال های احداثی در این منطقه بیشتر با مقطع مستطیلی احداث گردند . بدین ترتیب سطح آزاد آب کاهش پیدا کرده و از تلفات تبخیر کاسته و بر راندمان انتقال افزوده می گردد. این موضوع در پایاب سد مخزنی دامغان در حال اجراست که پیشنهاد می گردد مورد بررسی قرار گیرد.
- (۴) کانال کمربندی (CCU) در قسمت جنوب شبکه ی آبیاری دشت گرمسار، به علت واقع شدن در امتداد خطوط تراز با مشکل شدید ترسیب روبرو است که همه ساله باید لایروبی گردد. پیشنهاد می گردد برای رساندن آب به این منطقه مکان یابی جدیدی برای مسیر کانال بصورت یک تحقیق جدید در آنی انجام گیرد.

پیوست‌ها و مراجع



پیوست ۱-۱- طرح شماتیک کانال‌های شبکه‌ی آبیاری

پیوست ۳-۱- لیست سازه‌های احداثی در شبکه‌های آبیاری گرمسار

ردیف	نام کانال	طول (m)	دبی (CMS)	دریچه	تنظیم کننده سطح آب	آبگیر	مقسم	شیب شكن	دراپ	پل	زیرگذر	روگذر	سرریز	فلوم	سیفون
۱	OA	۳۹۰۴	۸	۴	-	-	۱	۱۴	-	۱	-	۱	-	-	-
۲	AB	۳۴۵۳	۵/۷۲	۳	-	-	۱	۸	-	۲	-	۱	-	-	۱
۳	BC	۴۹۷۷	۲	۴	-	-	۱	۱۵	-	۲	-	-	-	-	-
۴	OP	۳۰۰۴	۱۲	۶	-	-	۱	۹	-	-	-	۱	-	-	۱
۵	R-N	۶۷۶۴	۷/۹	۴	-	-	۳	۱۳	۱	۵	-	۸	-	-	۱
۶	N-C۱	۲۱	۹/۹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱
۷	AV	۸۶۷	۰/۶	۱	-	۱	-	-	۱	۱	-	-	-	-	۲
۸	A-X2	۴۱۵۰	۱/۴۴	۷	-	-	۳	-	۱۲	۴	-	-	۶	-	۳
۹	X2-X4	۳۷۳۶	۰/۸۱	-	-	-	۳	-	۱۰	۲	-	-	۲	-	۲
۱۰	B-Y4	۳۴/۷	۱/۴۴	۱۰	-	۶	۶	-	۱	-	-	-	۹	-	۵
۱۱	B-Z	۳۵۷۹	۲/۵۵	۹	-	-	۴	۳	۱	۲	-	۳	۶	-	۲
۱۲	C-CU2	۳۹۲۷	۱/۹۸	۶	-	-	۳	-	-	-	-	۵	۶	-	۴
۱۳	U2-U3	۲۲۵۵	۰/۶	۳	-	-	۱	-	۱	-	-	-	۲	-	۳
۱۴	V1	۱۳۷۶	۰/۳	۱	-	-	-	-	-	۱	۲	-	-	-	۲
۱۵	X2	۱۴۰۳	۰/۳	۱	۱	-	-	-	۵	۱	-	-	-	-	۳
۱۶	X4	۱۵۰۳	۰/۴۸	۲	۲	۲	-	-	۴	-	-	۱	-	-	۲
۱۷	Y1	۲۴۵۹	۰/۴۲	۶	۱	-	-	-	۷	-	-	-	-	-	۳
۱۸	Y4	۱۶۳۸	۰/۱۸	۳	۱	-	-	-	۳	-	-	-	-	-	۳
۱۹	Z1	۸۰۰	۰/۳	۲	-	۱	۱	-	-	-	-	-	-	-	۱
۲۰	Z2	۲۲۴۴	۰/۴۵	۶	-	۱	۱	-	۸	۱	-	۲	-	-	۳
۲۱	Z3	۳۳۷۵	۰/۳۶	-	-	-	-	-	۵	۳	-	-	-	-	۶
۲۲	Z21	۸۶۱	۰/۳	-	-	-	-	-	-	-	-	۱	-	-	۳
۲۳	بن کوه (BK)	۲۴۶	۰/۲۴	-	-	-	-	-	-	۱	-	-	-	-	۱
۲۴	C ₁ -C	۹۸۷۸	۵/۶۲	۱۹	-	۱	۷	-	-	۴	۳	۱۳	۱۲	-	۷
۲۵	C ₁	۲۹۷۶	۰/۹۹	۶	-	۴	۴	۳	۹	۲	-	۳	۱	-	-
۲۶	C ₂	۴۵۸۶	۱/۰۲	۸	-	۱	۱	-	۱۴	-	-	۳	۱	-	۷

۶	-	۱	۴	-	-	۶	-	۱	۳	-	۷	۰/۶۳	۳۶۱۹	C ₃ -C ₃₁	۲۷
۴	-	-	۳	-	۱	۶	-	۱	-	-	۲	۰/۵۷	۲۵۲۵	C ₅	۲۸
۳	-	-	۲	-	-	۵	-	-	-	-	-	۰/۳۳	۱۷۱۴	C ₆	۲۹
۲	-	-		۲	-		-	۱	-	-	۱	۰/۲۷	۱۷۵۲	C ₇	۳۰
۲	-	-	۱	-	-	۴	-	-	۱	-	۱	۰/۱۸	۱۲۰۰	U-1	۳۱
۴	-	۱	۱	-	-	۲	-	-	-	-	۴	۰/۵۷	۱۱۸۴	U ₂ -U ₂₁	۳۲
۱	-	-		-	-	۳	-	-		-	-	۰/۲۴	۱۰۲۸	U ₂₁ -U ₂₂	۳۳
۲	-	-	۷	-	۱	-	-	۱	۱	-	۲	۰/۲۱	۳۴۴۷	U-3	۳۴
۲	-	۲		-	-	-	-	-	-	-	۳	۰/۴۲	۷۱۷	SS-S ₆	۳۵
۲	-	-	۷	-	-	۶	-	-	۲	-	-	۰/۱۵	۲۳۶۹	S5-S13	۳۶
۱	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۱۵	۱۸۶	S5-S6	۳۷
۳	-	-		-	۲	-	-	-	-	-	-	۰/۴۸	۱۰۱۵	Q1-Q11	۳۸
۳	-	-	۵	-	۱	۴	-	-	۱	-	۴	۱/۵۹	۱۵۲۳	Q1-Q3	۳۹
۱	-	-	۲	-	۱	۳	-	۱	۲	-	۳	۰/۸۴	۱۵۱۱	Q3-Q4	۴۰
۲	-	-	۶	-	۲	۹	-	-	۱	-	-	۰/۵۴	۲۰۸۵	Q3-Q51	۴۱
۳	-	-	۳	-	۱	۶	-	-	۱	-		۰/۲۱	۲۷۹۸	Q41	۴۲
	-	-	۲	-	۱	۱	۵	۱	-	-	۲	۳/۳	۱۶۹۸	P-Q1	۴۳
۳	-	-	۱	-	۱		۹	۱	-	-	۵	۲/۵۸	۳۸۸۰	Q1-Q	۴۴
۴	-	-	-	-	۲	-	-	-	۱	-	۴	۲	۴۲۱۳	QN	۴۵

پیوست ۳-۲- لیست دریچه‌های هیدرومکانیک نصب شده در کانال‌های درجه‌ی ۱ و ۲

ردیف	نام کانال و ساختمان	نوع دریچه	تعداد دریچه
3	کانال AV		
	Turnout V1	XX2-300	
	کانال BY		
	Turnout Y1		یک عدد
		XX2-420	یک عدد
		XX2-90	
	Turnout Y2	XX2-180	یک عدد
	Turnout Y3	XX2-180	یک عدد
	کشویی	50×50	یک عدد
	Turnout Y4	XX2-300	یک عدد
		XX2-180	یک عدد
	کانال BZ		
	Turnout Z1	XX2-300	یک عدد
	کشویی	50×50	یک عدد
		XX2-60	یک عدد
	Turnout Z2	XX2-480	یک عدد
		XX2-360	یک عدد
		XX2-180	یک عدد
	Turnout Z3	XX2-420	
		XX2-360	یک عدد
	کانال Z2		
	Turnout Z2-1	XX2-300	یک عدد
		XX2-150	یک عدد
	کانال CU		
	Turnout U1	XX2-180	یک عدد
	کشویی	50×50	یک عدد
	کانال P.Q.N		
	Turnout Q1	XX2-480	یک عدد
		50×50	یک عدد
	Turnout Q	C1=1600	یک عدد
	Turnout N1	XX2-240	یک عدد
		کشویی	یک عدد
ردیف	نام کانال و ساختمان	نوع دریچه	تعداد دریچه
	کانال گرمسار		
	Point "A"	L2-650	یک عدد
		C2-2700	یک عدد
		C2-1700	یک عدد
		C2-3000	یک عدد
		XX2-210	یک عدد
		XX2-30	یک عدد
		150×150	یک عدد
	کشویی	50×50	یک عدد
			یک عدد
	Point "B"	C2-2600	یک عدد
		C2-2000	یک عدد
		C2-1500	یک عدد
		XX2-60	یک عدد
		50×50	یک عدد
	Point "C"		یک عدد
		C2-2000	یک عدد
		XX2-300	یک عدد
		XX2-30	یک عدد
		XX2-240	یک عدد
	کانال AX		
	Turnout x1	XX2-150	یک عدد
	کشویی	50×50	یک عدد
	Turnout x2	XX2-300	یک عدد
		XX2-180	یک عدد
	Turnout x3	XX2-150	یک عدد
	کشویی	50×50	یک عدد
	Turnout x4	XX2-480	یک عدد
		XX2-180	یک عدد
		XX2-180	یک عدد
	Turnout Q2	XX2-300	یک عدد
		XX2-360	یک عدد
		XX2-30	یک عدد

پیوست ۳-۲- ادامه لیست دریچه‌های هیدرومکانیک نصب شده در کانال‌های درجه‌ی ۱ و ۲

ردیف	نام کانال و ساختمان	نوع دریچه	تعداد دریچه
	Turnout C6	XX2-300	دو عدد
		XX2-90	یک عدد
		XX2-30	یک عدد
	کانال C-2		
	Turnout C2-1	XX2-480	دو عدد
		XX2-60	یک عدد
	کانال C-3		
	Turnout C3-1	XX2-300	دو عدد
		XX2-30	یک عدد
	کانال آزادان		
	Point P	C2-1500	دو عدد
		CC2-3000	یک عدد
		C2-3000	یک عدد
		C2-1600	یک عدد
		C2-1700	یک عدد
		C2-2900	یک عدد
	کشویی	1.5×1.50	یک عدد
	Turnout "s"		یک عدد
		XX1-420	یک عدد
		XX1-150	یک عدد
		Avio56.50	یک عدد
	Turnout "T"	XX1-150	دو عدد
		Avio 4532	یک عدد
		50×50	یک عدد
	کانال S		
	Turnout 5.4	XX2-120	یک عدد
		50×50	یک عدد
	Turnout 5.5	XX2.150	دو عدد
	کانال Q-Q3		یک عدد
	Turnout Q3	XX2-300	یک عدد
		50×50	یک عدد

ردیف	نام کانال و ساختمان	نوع دریچه	تعداد دریچه
	ادامه کانال CU		
	Turnout U2	XX2-480	یک عدد
		XX2-300	یک عدد
		XX2-240	یک عدد
		XX2-90	یک عدد
		XX2-30	یک عدد
	Turnout U3	XX2-420	یک عدد
	کانال U-2	XX2-30	یک عدد
	Turnout U2-1	XX2-300	یک عدد
		XX2-240	یک عدد
		XX2-30	یک عدد
	کانال C1-C		
	Turnout C1	C2-1400	یک عدد
		C2-2800	دو عدد
		XX2-360	یک عدد
		XX2-30	یک عدد
	Turnout C2	C2-1000	یک عدد
		XX2-240	یک عدد
		XX2-30	یک عدد
		50×50	یک عدد
	Turnout C3	XX2-480	یک عدد
		XX2-150	دو عدد
	Turnout C4	XX2-360	یک عدد
		XX2-30	یک عدد
		50×50	یک عدد
	Turnout C5	XX2-480	یک عدد
		XX2-300	یک عدد
		XX2-90	یک عدد
		50×50	یک عدد
		XX2-30	یک عدد
		XX2-240	دو عدد
	Q3-Q4	XX2-300	یک عدد
	Turnout Q.4	XX2-210	یک عدد



Global Water

800-876-1172 • globalw.com

VII. Specifications

Range:	0.3-19.9 FT/S (0.1-6.1 M/S)
Accuracy:	0.1 FT/S (0.1 M/S)
Averaging:	True digital running average Updated once per second
Display:	LCD, Glare and UV Protected
Sensor Type:	Turbo-Prop propeller with magnetic pickup
Length and Weight:	FP111: 3' to 6', 2 Lbs. FP211: 5' to 15', 3 Lbs. FP311: 2.5' to 5.5', 2 Lbs.
Shipping Weight (US):	FP111: 10 lbs. FP211: 13 lbs FP311: 5 Lbs.
Materials:	Probe: PVC and anodized aluminum with stainless steel water bearing Computer: ABS/Polycarbonate housing with polyester overlay
Power:	Internal Lithium, Approx 5 year life Non-Replaceable
Operating Temperature:	-20° to 70° C (-4° to 158° F) Non-Freezing
Storage Temperature:	-30° to 80° C (-22° to 176° F)

پیوست ۳-۳- مشخصات فنی سرعت سنج

Important

2. Turbidity Calibration

Calibration Overview

The TN-100/T-100 turbidity meter was calibrated and tested prior to leaving the factory. The meter kit now includes a set of prepared SDVB primary standards in plastic bottles which are EPA-approved for meter calibration. This keeps the stock solutions for the 0.02, 20.0, 100 and 800 NTU standards ready to use and offers improved precision and shelf life. A set of 4 empty vials for the standards are included in the meter kit.

- ⓘ Before using the meter for the first time, verify the meter calibration by reading back the value for the prepared primary standard at the appropriate NTU value. This check is recommended daily to check the meter prior to measuring a sample. When the standard value drifts, retest with a vial of fresh standard solution. The 0.02 NTU standard needs to read <0.1 NTU for acceptance.

A replacement set of the 4 standards in plastic bottles is available. These 60mL bottles are identical to the bottles in the meter kit, so they can easily be carried in the case to where the measurement needs to be taken. These standards are specifically made for the TN-100/T-100 portable turbidity meters. The standards will not read to the stated NTU value in other manufacturer's turbidity meters.

2.1 Calibration Standards

We recommend that you use the following materials during calibration to achieve the accuracy stated in this manual:

- CAL 1: 800 NTU Calibration Standard
- CAL 2: 100 NTU Calibration Standard
- CAL 3: 20.0 NTU Calibration Standard
- CAL 4: 0.02 NTU Calibration Standard

It is well known that diluted Formazin is unstable. If you choose to use Formazin to calibrate the instrument, ensure that you are using a fresh stock suspension of Formazin to achieve the accuracy quoted for the instrument. Calibration standards offered are more stable than Formazin. For expiry date of calibration standard, please refer to the expiration date indicated on the cap label.

- ⓘ It is important that the calibration standards are not violently shaken or agitated because air entrapment in the fluid introduces an error factor during calibration which subsequently will lead to an inaccurate measurement. Also, do not store in freezing temperatures which causes irreversible shrinkage of the standards' particles thus resulting to inaccurate calibration and measurement.

پیوست ۳-۴ - کالیبره کردن دستگاه کدورت سنج

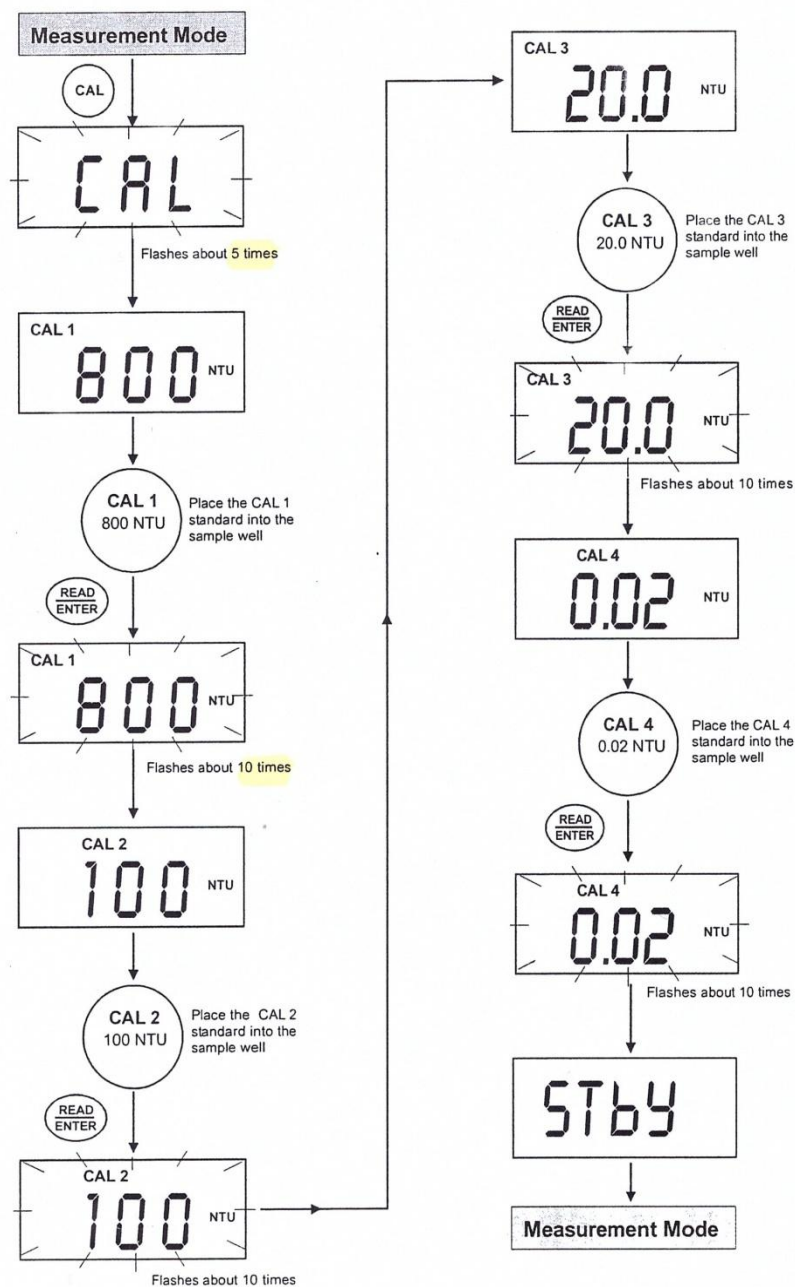


Figure 5: Calibration Sequence

پیوست ۳-۴- مراحل کالیبره کردن کدورت سنج

7. Specifications

Parameter	Specification
Measurement Method	ISO 7027 compliant nephelometric method (90°)
Measurement Range	0 to 1000 NTU
Automatic Range Selection	0.01 – 19.99 NTU 20.0 – 99.9 NTU 100 – 1000 NTU
Resolution	0.01 NTU (0 – 19.99 NTU) 0.1 NTU (20 – 99.9 NTU) 1 NTU (100 – 1000 NTU)
Accuracy	<0.1 NTU for 0.02 NTU Standard ±2% of reading ± 1 LSD for 0.1 to 500 NTU; ±3% of reading ± 1 LSD for 501 to 1000 NTU.
Repeatability	± 0.01 NTU or ± 1% of reading, whichever is greater with gel samples
Response Time	< 6 seconds for full step change
Calibration Standards	0.02 NTU; 20 NTU; 100 NTU; 800 NTU
Standardization	EPA-approved polymer-based primary standards
Light Source	Infrared-emitting diode (850 nm wavelength)
Light Source Life	> 1,000,000 tests
Detector	Silicon photovoltaic
Stray Light	< 0.02 NTU
Display	4-digit 14-segments customized liquid crystal display with annunciators
Sample Cells (Vials)	Borosilicate glass with screw caps, fill line and indexing mark. 51 (H) x 25 (Dia) mm (2 x 1 in)
Sample Volume Required	10 ml (0.33 oz)
Operating Temperature Range	0°C to 50°C (32°F to 122°F)
Sample Temperature Range	0°C to 50°C (32°F to 122°F)
Operating Humidity Range	0-90% RH, non-condensing at 30°C (86°F)
Power Supply	4 x "AAA" Alkaline Batteries
Battery Life	> 1200 readings
Enclosure Type & Rating:	ABS Plastic / IP67 rated
Insulation Rating	Pollution Degree 2
Weight:	Meter: 200 g (7 oz) Meter with case: 1.25 kg (2.75 lb)
Dimensions	Meter: 6.8 (W) x 15.5 (L) x 4.6 (H) cm; (2.7 x 6.1 x 1.8 in) Meter with Case: 16 (W) x 35 (L) x 12 (H) cm; (6.3 x 13.8 x 4.7 in)

پیوست ۳-۵- مشخصات فنی کدورت سنج

توضیحات	عرض سطح اب (Cm)	LEFT			CRNTER LINE			RIGTR			Y (Cm)	مقطع	درجه کانال	بازه	منطقه
		0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)	0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)	0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)					
A-B	۲۲۵	۱/۳	۱/۴	۱/۶	۱/۴	۱/۵	۱/۸	۱/۰	۱/۲	۱/۵	۳۵	Up.	۱	G	گرمسار
	۲۵۰	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۶	۰/۸	۱/۰	۰/۵	۰/۷	۰/۸	۵۴	Down.		۱۳۵۰	طول بازه m
B-C	۲۹۱	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۰/۷	۰/۹	۱/۰	۰/۵	۰/۷	۰/۸	۵۷	Up.	۱	H	گرمسار
	۲۴۶	۰/۹	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۱	۱/۲	۱/۰	۱/۱	۱/۱	۴۲	Down.		۱۵۰۰	طول بازه m
B-Z1	۱۲۹	۰/۴	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۶	۰/۸	۰/۴	۰/۶	۰/۶	۲۳	Up.	۲	I	گرمسار
	۱۳۵	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۲۵	Down.		۷۰۰	طول بازه m
P-S5	۲۸۵	۱/۰	۰/۹	۱/۲	۱/۰	۱/۱	۱/۴	۰/۹	۱/۰	۱/۲	۴۵	Up.	۱	K	آرادان
	۳۱۵	۰/۸	۰/۷	۰/۸	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۶	۰/۸	۰/۸	۵۵	Down.		۹۵۰	طول بازه m
	۲۷۰	۱/۰	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۴	۱/۰	۱/۱	۱/۳	۴۰	Up.	۱	L	آرادان
	۲۴۶	۱/۰	۱/۱	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۱	۱/۳	۱/۴	۳۲	Down.		۲۵۰۰	طول بازه m
	۱۵۰	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۳۰	Up.	۳	M	آرادان
	۱۲۰	/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۲۰	Down.		۵۰۰	طول بازه m

پیوست ۳-۶- داده‌های سرعت در مقاطع اندازه‌گیری

توضیحات	عرض سطح آب (Cm)	LEFT			CRNTER LINE			RIGTR			Y (Cm)	مقطع	درجه کانال	بازه	منطقه
		0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)	0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)	0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)					
O-P	۲۹۴	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۵	۱/۸	۲/۰	۱/۴	۱/۶	۱/۷	۴۸	Up.	۱	N	آرادان
	۳۱۵	۰/۹	۱/۱	۱/۲	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۱/۰	۱/۰	۱/۳	۵۵	Down.		۱۵۵۰	طول بازه m
P-Q	۳۲۴	۱/۰	۱/۰	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱/۴	۰/۹	۱/۱	۱/۱	۵۸	Up.	۱	p	آرادان
	۳۰۰	۱/۰	۱/۱	۱/۲	۱/۴	۱/۴	۱/۶	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۵۰	Down.		۱۰۵۰	طول بازه m
	۲۲۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۷	۰/۹	۱/۰	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۴۵	Up.	۳	Q	آرادان
	۲۰۴	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱/۰	۱/۱	۰/۸	۰/۹	۱/۰	۳۸	Down.		۱۴۰۰	طول بازه m
	۲۰۱	۰/۹	۱/۰	۱/۱	۱/۰	۱/۱	۱/۳	۱/۰	۱/۱	۱/۲	۳۷	Up.	۳	R	آرادان
	۲۱۰	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۷	۰/۸	۱/۱	۰/۷	۰/۹	۱/۰	۴۰	Down.		۹۰۰	طول بازه m
	۲۰۷	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۸	۱/۱	۰/۵	۰/۷	۰/۸	۵۹	Up.	۳	S	آرادان
	۲۲۲	۰/۴	۰/۶	۰/۶	۰/۵	۰/۶	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۶	۴۴	Down.		۱۵۰۰	طول بازه m
	۱۸۰	۰/۸	۰/۹	۱/۰	۱/۰	۱/۱	۱/۲	۰/۹	۱/۰	۱/۰	۳۰	Up.	۳	T	آرادان
	۲۰۴	۰/۵	۰/۷	۰/۸	۰/۶	۰/۸	۱/۰	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۳۸	Down.		۴۰۰	طول بازه m

پیوست ۳-۷- داده‌های سرعت در مقاطع اندازه‌گیری

توضیحات	عرض سطح آب (Cm)	LEFT			CRNTER LINE			RIGTR			Y (Cm)	مقطع	درجه کانال	بازه	منطقه
		0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)	0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)	0.8y (m/s)	0.6y (m/s)	0.2y (m/s)					
S5-NQ	۲۵۲	۱/۰	۱/۲	۱/۳	۱/۱	۱/۲	۱/۴	۰/۹	۱/۰	۱/۱	۳۴	Up.	۱	U	هشت آباد
	۲۶۱	۰/۸	۰/۷	۱/۰	۰/۹	۱/۰	۱/۲	۰/۸	۰/۸	۱/۰	۳۷	Down.		۱۴۰۰	طول بازه m
C4-C5- C6	۲۷۰	۰/۸	۰/۹	۱/۱	۱/۰	۱/۱	۱/۳	۰/۸	۰/۹	۱/۰	۴۰	Up.	۱	V	هشت آباد
	۲۸۵	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۴۵	Down.		۶۵۰	طول بازه m
S5-S6	۲۲۵	۰/۶	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۱/۰	۱/۱	۰/۷	۰/۸	۱/۰	۳۵	Up.	۲	W	داور آباد
	۲۴۹	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۴۳	Down.		۱۰۰۰	طول بازه m
C4-C5- C6	۲۰۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۳۸	Up.	۲	Z	محمد آباد
	۱۸۰	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۳۰	Down.		۲۱۰۰	طول بازه m
												Up.			
												Down.			

پیوست ۳-۸- داده‌های سرعت در مقاطع اندازه‌گیری

Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m		لویه	ردیف
۱/۰۲	۱/۳۴	۱/۳۷	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۵۷	۰/۳۹	۱/۰	۱/۳	۱/۲	۳/۱۵	۱/۵۰	۰/۵۷			
۱/۰۱		۱/۳۶	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۴۰				۰/۹	۱/۱	۱/۰				بالادست	A	۲
									۰/۷	۱/۰	۰/۸					۵۴۰	طول بازه
									۰/۸۵	۱/۱۵	۱/۰۰				GO-A		
Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m		بازه	ردیف
۱/۱۹	۱/۱۳	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۶۵	۰/۳۶	۰/۳۱	۰/۵۰	۰/۳۱	۱/۲	۱/۵	۱/۳	۳/۰۰	۱/۵۰	۰/۵۰			
۱/۱۴		۱/۲۹	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۳۰				۱/۱	۱/۲	۱/۱				پایین دست	A	۲
									۰/۹	۱/۱	۱/۰					۵۴۰	طول بازه
									۱/۰۵	۱/۳۰	۱/۱۵				GO-A		

S.W.A.of.R m ²		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ (Lit/sec)	eff.%	Fr	n	S	D m	R m	P m	Z		بازه	ردیف
۱۶۶۰/۵	۰/۰۶	۶/۰۰	۳۲/۴۲	۹۷/۶۳	۰/۴۹۹	۰/۰۲۲۹	۰/۰۰۲	۰/۴۳	۰/۳۸	۳/۵۶	۱/۵۰			
				۹۴/۶۲								بالادست	A	۲
													۵۴۰	طول بازه
					Fr	n	S	D m	R m	P m	Z		بازه	ردیف
eff.%					۰/۶۲۰	۰/۰۱۸۳	۰/۰۰۲	۰/۳۸	۰/۳۴	۳/۳۰	۱/۵۰	پایین دست	A	۲
۹۶/۱۳													۵۴۰	طول بازه

پیوست ۳-۹- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	بالادست	لویه	ردیف
۱/۴۷	۰/۶۰	۰/۸۹	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۱۶	۱/۶	۱/۸	۱/۵	۲/۲۵	۱/۲	۰/۳۵		G	۳
۱/۳۹		۰/۸۴	۰/۲	۰/۴	۰/۲				۱/۴	۱/۵	۱/۲					۱۳۵۰	طول بازه
									۱/۳	۱/۴	۱					۱	درجه کانال
									۱/۴۵	۱/۶	۱/۲۵				A-B		
Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	پایین دست	بازه	ردیف
۰/۷۱	۱/۰۹	۰/۷۷	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۳۳	۰/۴۳	۰/۳۳	۰/۷	۱	۰/۸	۲/۵	۱/۲	۰/۵۴		G	۳
۰/۷۴		۰/۸۰	۰/۲	۰/۳	۰/۲				۰/۷	۰/۸	۰/۷					۱۳۵۰	طول بازه
									۰/۶	۰/۶	۰/۵					۱	درجه کانال
									۰/۶۵	۰/۸	۰/۶۵				A-B		

S.W.A.of.R m ²		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ (Lit/sec)	eff.%	Fr	n	S	D m	R m	P m	Z	بالادست	بازه	ردیف
۳۲۰۶/۲۵	۰/۰۹	۸/۵۰	۱۱۴/۷۵	۸۷/۰۳	۰/۹۰۴	۰/۰۱۳۴	۰/۰۰۲۵	۰/۲۷	۰/۲۵	۲/۴۶	۱/۵۰		G	۳
				۹۵/۴۹									۱۳۵۰	طول بازه
					Fr	n	S	D m	R m	P m	Z	پایین دست	بازه	ردیف
													G	۳
eff.%					۰/۳۴۴	۰/۰۳۴۶	۰/۰۰۲۵	۰/۳۴	۰/۳۴	۳/۱۵	۱/۵۰		۱۳۵۰	طول بازه
۹۱/۲۶														

پیوست ۳-۱۰- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۱۳	۰/۹۸	۱/۱۱	۰/۲۹	۰/۵۴	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۴۵	۰/۲۶	۱/۲	۱/۴	۱/۲	۲/۸۵	۱/۵	۰/۴۵	بالادست	K	۴
۱/۰۲		۱/۰۰	۰/۲	۰/۵	۰/۳				۰/۹	۱/۱	۱					۹۵۰	طول بازه
									۱	۱	۰/۹					۱	درجه کانال
									۱/۱	۱/۲	۱/۰۵				P-S5		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	M			
۰/۷۳	۱/۲۸	۰/۹۳	۰/۲۹	۰/۳۹	۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۵۵	۰/۳۶	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۳/۱۵	۱/۵	۰/۵۵	پایین دست	K	۴
		۰/۹۳	۰/۳	۰/۴	۰/۳				۰/۷	۰/۷	۰/۸					۹۵۰	طول بازه
									۰/۸	۰/۶	۰/۶					۱	درجه کانال
									۰/۸	۰/۷	۰/۷				P-S5		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	n	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۲۸۵۰	۰/۱۹	۱۸/۶۲	۱۷۶/۸۴	۸۴/۰۵	۰/۶۱۷	۰/۰۱۵۲	۰/۰۰۱۴	۰/۳۴	۰/۳۱	۳/۱۲	۱/۵۰	بالادست	K	۴
				۹۳/۴۱									۹۵۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۳۶۵	۰/۰۲۶۳	۰/۰۰۱۴	۰/۴۱	۰/۳۷	۳/۴۸	۱/۵۰		K	۴
۸۸/۷۳													۹۵۰	طول بازه

پیوست ۳-۱۱- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۱۸	۰/۸۴	۱/۰۰	۰/۲۴	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۲۲	۱/۲	۱/۴	۱/۳	۲/۷	۱/۵	۰/۴	بالادست	L	۵
		۰/۹۶	۰/۲	۰/۵	۰/۲				۱/۱	۱/۲	۱/۱					۲۵۰۰	طول بازه
									۱	۱/۱	۱					۱	درجه کانال
									۱/۱	۱/۲۵	۱/۱۵				Q1-Q2		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۳۰	۰/۶۳	۰/۸۲	۰/۱۸	۰/۴۵	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۱۶	۱/۳	۱/۵	۱/۴	۲/۴۶	۱/۵	۰/۳۲	پایین دست	L	۵
		۰/۸۲	۰/۲	۰/۴	۰/۲				۱/۱	۱/۴	۱/۳					۲۵۰۰	طول بازه
									۱	۱/۳	۱/۱					۱	درجه کانال
									۱/۱۵	۱/۴	۱/۲۵				Q1-Q2		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	n	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۶۴۵۰	۰/۰۷	۶/۸۳	۱۷۰/۶۸	۸۲/۸۵	۰/۶۷۸	۰/۰۱۶۴	۰/۰۰۲	۰/۳۱	۰/۲۹	۲/۹۴	۱/۵۰	بالادست	L	۵
				۸۵/۵۱									۲۵۰۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۸۱۸	۰/۰۱۳۲	۰/۰۰۲	۰/۲۶	۰/۲۴	۲/۶۵	۱/۵۰		L	۵
۸۴/۱۸												پایین دست	۲۵۰۰	طول بازه

پیوست ۳-۱۲- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۶۵	۱/۰۷	۱/۷۶	۰/۴۷	۰/۸۴	۰/۴۵	۰/۲۹	۰/۴۸	۰/۲۹	۱/۷	۲	۱/۷	۲/۹۴	۱/۵	۰/۴۸	بالادست	N	۶
		۱/۸۰	۰/۵	۰/۹	۰/۵				۱/۶	۱/۸	۱/۶					۱۵۵۰	طول بازه
									۱/۵	۱/۵	۱/۴					۱	درجه کانال
									۱/۶	۱/۷۵	۱/۵۵				O-P		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۱۹	۱/۲۸	۱/۵۲	۰/۳۸	۰/۷۲	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۵۵	۰/۳۶	۱/۲	۱/۵	۱/۳	۳/۱۵	۱/۵	۰/۵۵	پایین دست	N	۶
		۱/۴۸	۰/۴	۰/۷	۰/۴				۱/۱	۱/۳	۱					۱۵۵۰	طول بازه
									۰/۹	۱/۱	۱					۱	درجه کانال
									۱/۰۵	۱/۳	۱/۱۵				O-P		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۴۷۱۹/۷۵	۰/۱۶	۱۵/۸۵	۲۴۵/۷۰	۸۶/۰۶	۰/۸۷۷	۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۱۳	۰/۳۶	۰/۳۳	۳/۲۳	۱/۵۰	بالادست	N	۶
				۸۲/۱۹									۱۵۵۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۵۹۴	۰/۰۱۵۳	۰/۰۰۱۳	۰/۴۱	۰/۳۷	۳/۴۸	۱/۵۰		N	۶
۸۴/۱۲												پایین دست	۱۵۵۰	طول بازه

پیوست ۳-۱۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۱۳	۱/۳۷	۱/۵۶	۰/۴۴	۰/۷۳	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۵۸	۰/۴۰	۱/۲	۱/۴	۱/۱	۳/۲۴	۱/۵	۰/۵۸	بالادست	P	۷
		۱/۵۳	۰/۴	۰/۷	۰/۴				۱	۱/۲	۱/۱					۱۰۵۰	طول بازه
									۱	۱/۱	۰/۹					۱	درجه کانال
									۱/۶	۱/۷۵	۱/۵۵				P-Q		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۳۱	۱/۱۳	۱/۴۷	۰/۳۴	۰/۷۵	۰/۳۸	۰/۳۱	۰/۵۰	۰/۳۱	۱/۲	۱/۶	۱/۳	۳	۱/۵	۰/۵	پایین دست	P	۷
		۱/۴۲	۰/۳	۰/۷	۰/۴				۱/۱	۱/۴	۱/۲					۱۰۵۰	طول بازه
									۱	۱/۴	۱/۱					۱	درجه کانال
									۱/۱	۱/۵	۱/۲				P-Q		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۳۲۷۶	۰/۰۹	۸/۶۳	۹۰/۵۸	۹۴/۱۹	۰/۵۵۶	۰/۰۱۶۴	۰/۰۰۱۳	۰/۴۲	۰/۳۸	۳/۵۹	۱/۵۰	بالادست	P	۷
				۹۲/۷۱									۱۰۵۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۶۸۱	۰/۰۱۴۵	۰/۰۰۱۵	۰/۳۸	۰/۳۴	۳/۳۰	۱/۵۰		P	۷
۹۳/۴۵													۱۰۵۰	طول بازه

پیوست ۳-۱۴- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۱۷	۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۲۰	۰/۴۳	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۳۴	۰/۱۷	۱/۳	۱/۴	۱/۲	۲/۵۲	۱/۵	۰/۳۴	بالادست	U	۸
		۰/۷۹	۰/۲	۰/۴	۰/۲				۱/۲	۱/۲	۱					۱۴۰۰	طول بازه
									۱	۱/۱	۰/۹					۱	درجه کانال
									۱/۱۵	۱/۲۵	۱/۰۵				S5-NQ		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۹۶	۰/۷۶	۰/۷۳	۰/۱۷	۰/۳۹	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۳۷	۰/۲۰	۰/۹	۱/۲	۱	۲/۶۱	۱/۵	۰/۳۷	پایین دست	U	۸
		۰/۶۶	۰/۱	۰/۴	۰/۲				۰/۷	۱	۰/۸					۱۴۰۰	طول بازه
									۰/۸	۰/۹	۰/۸					۱	درجه کانال
									۰/۸۵	۱/۰۵	۰/۹				S5-NQ		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۳۵۹۱	۰/۰۵	۵/۱۹	۷۲/۶۸	۹۰/۹۵	۰/۷۲۰	۰/۰۲۰۷	۰/۰۰۱	۰/۲۷	۰/۲۵	۲/۷۳	۱/۵۰	بالادست	U	۸
				۸۴/۳۵									۱۴۰۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۵۶۸	۰/۰۱۳۷	۰/۰۰۱	۰/۲۹	۰/۲۷	۲/۸۳	۱/۵۰		U	۸
۸۷/۶۵													۱۴۰۰	طول بازه

پیوست ۳-۱۵- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۰۳	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۲۱	۰/۴۶	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۲۲	۱/۱	۱/۳	۱	۲/۷	۱/۵	۰/۴	بالادست	V	۹
		۰/۸۴	۰/۲	۰/۴	۰/۲				۰/۹	۱/۱	۰/۹					۶۵۰	طول بازه
									۰/۸	۱	۰/۸					۱	درجه کانال
									۰/۹۵	۱/۱۵	۰/۹				C4-C5-C6		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۸۰	۰/۹۸	۰/۷۸	۰/۲۰	۰/۳۸	۰/۲۰	۰/۲۶	۰/۴۵	۰/۲۶	۰/۸	۰/۹	۰/۸	۲/۸۵	۱/۵	۰/۴۵	پایین دست	V	۹
		۰/۷۸	۰/۲	۰/۴	۰/۲				۰/۸	۰/۸	۰/۸					۶۵۰	طول بازه
									۰/۷	۰/۸	۰/۷					۱	درجه کانال
									۰/۷۵	۰/۸۵	۰/۷۵				C4-C5-C6		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۱۸۰۳/۷۵	۰/۱۴	۱۳/۵۳	۸۷/۹۴	۸۹/۸۶	۰/۵۹۱	۰/۰۱۳۳	۰/۰۰۱	۰/۳۱	۰/۲۹	۲/۹۴	۱/۵۰	بالادست	V	۹
				۹۳/۶۶									۶۵۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۴۳۴	۰/۰۱۸۳	۰/۰۰۱	۰/۳۴	۰/۳۱	۳/۱۲	۱/۵۰		V	۹
۹۱/۷۶													۶۵۰	طول بازه

پیوست ۳-۱۶- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۲۹	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۵	۰/۷	۰/۶	۲/۰۴	۰/۹	۰/۳۸	بالادست	Z	۱۰
		۰/۳۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱				۰/۵	۰/۶	۰/۵					۲۱۰۰	طول بازه
									۰/۴	۰/۵	۰/۴					۲	درجه کانال
									۰/۴۵	۰/۶	۰/۵				C4-C5-C6		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۶۳	۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۷	۰/۸	۰/۶	۱/۸	۰/۹	۰/۳	پایین دست	Z	۱۰
		۰/۲۶	۰/۱	۰/۱	۰/۱				۰/۶	۰/۷	۰/۶					۲۱۰۰	طول بازه
									۰/۵	۰/۶	۰/۵					۲	درجه کانال
									۰/۶	۰/۷	۰/۵۵				C4-C5-C6		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۴۰۳۲	۰/۰۲	۱/۸۳	۳۸/۴۶	۸۶/۹۱	۰/۳۲۱	۰/۰۲۳۶	۰/۰۰۱	۰/۲۷	۰/۲۵	۲/۲۷	۱/۵۰	بالادست	Z	۱۰
				۸۶/۴۰									۲۱۰۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۴۲۴	۰/۰۱۷۴	۰/۰۰۱	۰/۲۳	۰/۲۰	۱/۹۸	۱/۵۰		Z	۱۰
۸۶/۶۵												پایین دست	۲۱۰۰	طول بازه

پیوست ۳-۱۷- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	بالادست	لویه	ردیف
۰/۸۹	۰/۶۰	۰/۵۴	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۱۶	۰/۹	۱/۱	۱	۲/۲۵	۱/۲	۰/۳۵		W	۱۱
		۰/۵۴	۰/۱	۰/۳	۰/۱				۰/۸	۱	۰/۸					۱۴۰۰	طول بازه
									۰/۶	۰/۹	۰/۷					۲	درجه کانال
									۰/۷۵	۱/۱	۰/۸۵				S5-S6		
Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	پایین دست	بازه	ردیف
۰/۵۶	۰/۷۹	۰/۴۴	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۳۴	۰/۲۲	۰/۶	۰/۷	۰/۶	۲/۴۹	۱/۲	۰/۴۳		W	۱۱
		۰/۴۵	۰/۱	۰/۲	۰/۱				۰/۶	۰/۶	۰/۵					۱۴۰۰	طول بازه
									۰/۵	۰/۵	۰/۴					۲	درجه کانال
									۰/۵۵	۰/۶	۰/۵				S5-S6		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z	بالادست	بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m			W	۱۱
۳۳۱۸	۰/۰۷	۶/۹۱	۹۶/۶۹	۸۲/۰۶	۰/۵۵۰	۰/۰۱۳۹	۰/۰۰۱	۰/۲۷	۰/۲۵	۲/۴۶	۱/۵۰		۱۴۰۰	طول بازه
				۸۴/۱۵										
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m			W	۱۱
eff.%					۰/۳۱۵	۰/۰۲۴۸	۰/۰۰۱	۰/۳۲	۰/۲۹	۲/۷۵	۱/۵۰		۱۴۰۰	طول بازه
۸۳/۱۰														

پیوست ۳-۱۸- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۷۷	۰/۴۴	۰/۳۴	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۷	۰/۹	۰/۸	۱/۸۶	۰/۹	۰/۳۲	بالادست	D	۱۲
		۰/۳۵	۰/۱	۰/۲	۰/۱				۰/۶	۰/۹	۰/۸					۱۵۰۰	طول بازه
									۰/۶	۰/۸	۰/۷					۲	درجه کانال
									۰/۶۵	۰/۸۵	۰/۷۵				X2-X3-X4		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۳۱	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۷	۰/۸	۰/۷	۱/۹۲	۰/۹	۰/۳۴	پایین دست	D	۱۲
		۰/۳۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱				۰/۶	۰/۷	۰/۷					۱۵۰۰	طول بازه
									۰/۵	۰/۶	۰/۶					۲	درجه کانال
									۰/۶	۰/۷	۰/۶۵				X2-X3-X4		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۲۸۳۵	۰/۰۲	۱/۵۳	۲۳/۰۰	۹۳/۲۰	۰/۵۰۱	۰/۰۱۸۲	۰/۰۰۱۵	۰/۲۴	۰/۲۲	۲/۰۵	۱/۵۰	بالادست	D	۱۲
				۹۲/۶۰									۱۵۰۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۴۲۰	۰/۰۲۱۸	۰/۰۰۱۵	۰/۲۵	۰/۲۳	۲/۱۳	۱/۵۰		D	۱۲
۹۲/۹۰													۱۵۰۰	طول بازه

پیوست ۳-۱۹- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۸۰	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۸	۱	۰/۹	۱/۶۵	۰/۹	۰/۲۵	بالادست	E	۱۳
		۰/۲۶	۰/۱	۰/۱	۰/۱				۰/۹	۰/۸	۰/۷					۱۸۵۰	طول بازه
									۰/۷	۰/۷	۰/۶					۲	درجه کانال
									۰/۷۵	۰/۸۵	۰/۷۵				A-X1		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۶۱	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۷	۰/۷	۰/۶	۱/۷۴	۰/۹	۰/۲۸	پایین دست	E	۱۳
		۰/۲۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱				۰/۶	۰/۷	۰/۷					۱۸۵۰	طول بازه
									۰/۵	۰/۶	۰/۵					۲	درجه کانال
									۰/۶	۰/۶۵	۰/۵۵				A-X1		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۳۱۳۵/۷۵	۰/۰۲	۱/۵۶	۲۸/۹۴	۸۸/۶۱	۰/۵۷۹	۰/۰۱۵۳	۰/۰۰۱۵	۰/۱۹	۰/۱۸	۱/۸۰	۱/۵۰	بالادست	E	۱۳
				۹۷/۵۱									۱۸۵۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۴۲۲	۰/۰۲۱۳	۰/۰۰۱۵	۰/۲۱	۰/۱۹	۱/۹۱	۱/۵۰		E	۱۳
۹۳/۰۶													۱۸۵۰	طول بازه

پیوست ۳-۲۰- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۶۹	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۷	۰/۸	۰/۷	۱/۴۱	۰/۶	۰/۲۷	بالادست	F	۱۴
		۰/۲۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱				۰/۷	۰/۸	۰/۷					۹۵۰	طول بازه
									۰/۶	۰/۷	۰/۶					۲	درجه کانال
									۰/۶۵	۰/۷۵	۰/۶۵				A-X1		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۴۹	۰/۳۲	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۵	۰/۷	۰/۶	۱/۵	۰/۶	۰/۳	پایین دست	F	۱۴
		۰/۱۷	.	۰/۱	.				۰/۵	۰/۶	۰/۵					۹۵۰	طول بازه
									۰/۴	۰/۴	۰/۳					۲	درجه کانال
									۰/۴۵	۰/۵۵	۰/۴۵				A-X1		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۱۳۸۲/۲۵	۰/۰۴	۳/۵۲	۳۳/۴۳	۸۲/۱۴	۰/۵۰۲	۰/۰۱۷۴	۰/۰۰۱۵	۰/۱۹	۰/۱۷	۱/۵۷	۱/۵۰	بالادست	F	۱۴
				۸۴/۴۴									۹۵۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۳۴۰	۰/۰۲۶۰	۰/۰۰۱۵	۰/۲۱	۰/۱۹	۱/۶۸	۱/۵۰		F	۱۴
۸۳/۲۹													۹۵۰	طول بازه

پیوست ۳-۲۱- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	بالادست	لویه	ردیف
۰/۷۴	۱/۱۷	۰/۸۷	۰/۲۵	۰/۳۹	۰/۲۳	۰/۳۶	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۸	۱	۰/۸	۲/۹۱	۱/۲	۰/۵۷		H	۱۵
		۰/۹۵	۰/۳	۰/۴	۰/۳				۰/۸	۰/۹	۰/۷					۱۵۰۰	طول بازه
									۰/۶	۰/۷	۰/۵					۱	درجه کانال
									۰/۷	۰/۸۵	۰/۶۵				B-C		
Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	پایین دست	بازه	ردیف
۱/۰۴	۰/۷۷	۰/۸۰	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۳۴	۰/۲۲	۱	۱/۲	۱/۱	۲/۴۶	۱/۲	۰/۴۲		H	۱۵
		۰/۸۲	۰/۲	۰/۴	۰/۲				۱	۱/۱	۱/۱					۱۵۰۰	طول بازه
									۰/۹	۱	۱					۱	درجه کانال
									۰/۹۵	۱/۱	۱/۰۵				B-C		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z	بالادست	بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۴۰۲۷/۵	۰/۰۵	۴/۵۵	۶۸/۲۶	۹۲/۱۶	۰/۳۷۴	۰/۰۳۰۴	۰/۰۰۲	۰/۴۰	۰/۳۶	۳/۲۶	۱/۵۰		H	۱۵
				۸۷/۰۰									۱۵۰۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۵۹۶	۰/۰۱۸۵	۰/۰۰۲	۰/۳۱	۰/۲۸	۲/۷۱	۱/۵۰		H	۱۵
۸۹/۵۸													۱۵۰۰	طول بازه

پیوست ۳-۲۲- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	بالادست	لویه	ردیف
۰/۵۸	۰/۲۲	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۷	۰/۸	۰/۶	۱/۲۹	۰/۶	۰/۲۳		I	۱۶
		۰/۱۲	.	۰/۱	.				۰/۵	۰/۶	۰/۶					۷۰۰	طول بازه
									۰/۴	۰/۵	۰/۴					۲	درجه کانال
									۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۵				B-Z1		
Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	پایین دست	بازه	ردیف
۰/۴۶	۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۱/۳۵	۰/۶	۰/۲۵		I	۱۶
		۰/۱۱	.	۰/۱	.				۰/۴	۰/۵	۰/۵					۷۰۰	طول بازه
									۰/۳	۰/۴	۰/۳					۲	درجه کانال
									۰/۴	۰/۵۵	۰/۴				B-Z1		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z	بالادست	بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m			I	۱۶
۹۲۴	۰/۰۲	۱/۸۷	۱۳/۱۱	۸۹/۵۶	۰/۴۵۰	۰/۰۱۹۱	۰/۰۰۱۵	۰/۱۷	۰/۱۵	۱/۴۳	۱/۵۰		۷۰۰	طول بازه
				۹۲/۳۸										
					Fr	N	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m			I	۱۶
eff.%					۰/۳۴۷	۰/۰۲۵۰	۰/۰۰۱۵	۰/۱۸	۰/۱۶	۱/۵۰	۱/۵۰		۷۰۰	طول بازه
۹۰/۹۷														

پیوست ۳-۲۳- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m		لویه	ردیف
۰/۴۶	۰/۳۲	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۱/۵	۰/۶	۰/۳			
		۰/۱۵	۰	۰/۱	۰				۰/۴	۰/۵	۰/۵				بالادست	M	۱۷
									۰/۳	۰/۴	۰/۳					۵۰۰	طول بازه
									۰/۴	۰/۵۵	۰/۴					۳	درجه کانال
Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m		بازه	ردیف
۰/۶۰	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۶	۰/۹	۰/۶	۱/۲	۰/۶	۰/۲			
		۰/۱۱	۰	۰/۱	۰				۰/۵	۰/۷	۰/۶				پایین دست	M	۱۷
									۰/۴	۰/۵	۰/۵					۵۰۰	طول بازه
									۰/۴	۰/۵	۰/۵					۳	درجه کانال
									۰/۵	۰/۷	۰/۵۵						

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۶۷۵	۰/۰۷	۷/۱۰	۳۵/۵۰	۷۵/۳۵	۰/۳۱۸	۰/۰۲۲۶	۰/۰۰۱	۰/۲۱	۰/۱۹	۱/۶۸	۱/۵۰	بالادست	M	۱۷
				۷۵/۱۳									۵۰۰	طول بازه
					Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۴۹۷	۰/۰۱۳۹	۰/۰۰۱	۰/۱۵	۰/۱۴	۱/۳۲	۱/۵۰	پایین دست	M	۱۷
۷۵/۲۴													۵۰۰	طول بازه

پیوست ۳-۲۴- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m		لویه	ردیف
۰/۷۹	۰/۷۱	۰/۵۶	۰/۱۵	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۸	۱	۰/۹	۲/۲۵	۰/۹	۰/۴۵		Q	۱۸
		۰/۵۷	۰/۲	۰/۲	۰/۲				۰/۷	۰/۹	۰/۸				بالادست	۱۴۰۰	طول بازه
									۰/۶	۰/۷	۰/۷					۳	درجه کانال
									۰/۷	۰/۸۵	۰/۸						
Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m		بازه	ردیف
۰/۹۳	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۹	۱/۱	۱	۲/۰۴	۰/۹	۰/۳۸		Q	۱۸
		۰/۵۳	۰/۱	۰/۲	۰/۱				۰/۹	۱	۰/۹				پایین دست	۱۴۰۰	طول بازه
									۰/۸	۰/۹	۰/۸					۳	درجه کانال
									۰/۸۵	۱	۰/۹						

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۳۰۰۳	۰/۰۳	۲/۹۵	۴۱/۲۹	۹۲/۶۱	۰/۴۴۸	۰/۰۱۹۶	۰/۰۰۱۳	۰/۳۲	۰/۲۸	۲/۵۲	۱/۵۰	بالادست	Q	۱۸
				۹۱/۸۷									۱۴۰۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۵۶۵	۰/۰۱۵۳	۰/۰۰۱۳	۰/۲۷	۰/۲۵	۲/۲۷	۱/۵۰	پایین دست	Q	۱۸
۹۲/۲۴													۱۴۰۰	طول بازه

پیوست ۳-۲۵- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۱/۰۹	۰/۵۴	۰/۵۹	۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۱۶	۱/۱	۱/۳	۱/۲	۲/۰۱	۰/۹	۰/۳۷	بالادست	r	۱۹
		۰/۵۸	۰/۲	۰/۲	۰/۲				۱	۱/۱	۱/۱					۹۰۰	طول بازه
									۰/۹	۱	۱					۳	درجه کانال
									۱	۱/۱۵	۱/۱						
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۸۷	۰/۶۰	۰/۵۲	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۹	۱/۱	۱	۲/۱	۰/۹	۰/۴	پایین دست	r	۱۹
		۰/۵۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲				۰/۹	۰/۸	۰/۹					۹۰۰	طول بازه
									۰/۸	۰/۷	۰/۷					۳	درجه کانال
									۰/۸۵	۰/۹	۰/۸۵						

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۱۸۴۹/۵	۰/۰۷	۷/۲۷	۶۵/۴۷	۸۸/۸۶	۰/۶۷۳	۰/۰۱۳۷	۰/۰۰۱۵	۰/۲۷	۰/۲۴	۲/۲۳	۱/۵۰	بالادست	r	۱۹
				۸۹/۵۳									۹۰۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۵۲۰	۰/۰۱۸۲	۰/۰۰۱۵	۰/۲۹	۰/۲۶	۲/۳۴	۱/۵۰		r	۱۹
۸۹/۱۹													۹۰۰	طول بازه

پیوست ۳-۲۶- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۷۴	۰/۵۸	۰/۴۳	۰/۱۰	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۷	۱/۱	۰/۸	۲/۰۷	۰/۹	۰/۳۹	بالادست	S	۲۰
		۰/۴۱	۰/۱	۰/۲	۰/۱				۰/۶	۰/۸	۰/۷					۱۵۰۰	طول بازه
									۰/۵	۰/۷	۰/۵					۳	درجه کانال
									۰/۶	۰/۹	۰/۶۵						
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۵۶	۰/۶۹	۰/۳۹	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۰	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۶	۰/۹	۰/۶	۲/۲۲	۰/۹	۰/۴۴	پایین دست	S	۲۰
		۰/۳۹	۰/۱	۰/۲	۰/۱				۰/۶	۰/۶	۰/۵					۱۵۰۰	طول بازه
									۰/۴	۰/۵	۰/۳					۳	درجه کانال
									۰/۵	۰/۷	۰/۴۵						

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۳۲۱۷/۵	۰/۰۳	۲/۷۳	۴۰/۸۸	۹۰/۴۱	۰/۴۴۴	۰/۰۱۷۱	۰/۰۰۱	۰/۲۸	۰/۲۵	۲/۳۱	۱/۵۰	بالادست	S	۲۰
				۹۴/۹۴									۱۵۰۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۳۲۲	۰/۰۲۳۹	۰/۰۰۱	۰/۳۱	۰/۲۸	۲/۴۹	۱/۵۰		S	۲۰
۹۲/۶۸													۱۵۰۰	طول بازه

پیوست ۳-۲۷- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	بالادست	لویه	ردیف
۱/۰۰	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۱	۱	۱/۲	۱	۱/۸	۰/۹	۰/۳		T	۲۱
		۰/۴۱	۰/۱	۰/۲	۰/۱				۰/۹	۱/۱	۱					۴۰۰	طول بازه
									۰/۸	۱	۰/۹					۳	درجه کانال
									۰/۹	۱/۱	۰/۹۵						
Vm (m/s)	At CMS	Qt CMS	Q3 CMS	Q2 CMS	Q1 CMS	A3 m ²	A2 m ²	A1 m ²	V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)	B m	b m	d m	پایین دست	بازه	ردیف
۰/۷۰	۰/۵۶	۰/۳۹	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۸	۱	۰/۷	۲/۰۴	۰/۹	۰/۳۸		T	۲۱
		۰/۴۰	۰/۱	۰/۲	۰/۱				۰/۷	۰/۸	۰/۶					۴۰۰	طول بازه
									۰/۵	۰/۶	۰/۵					۳	درجه کانال
									۰/۶۵	۰/۸	۰/۶						

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z	بالادست	بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m			T	۲۱
۷۶۸	۰/۰۴	۴/۲۷	۱۷/۱۰	۹۵/۷۹	۰/۶۷۵	۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۰۹	۰/۲۳	۰/۲۰	۱/۹۸	۱/۵۰		۴۰۰	طول بازه
				۹۶/۴۹										
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m			T	۲۱
eff.%					۰/۴۲۵	۰/۰۱۶۹	۰/۰۰۰۹	۰/۲۷	۰/۲۵	۲/۲۷	۱/۵۰		۴۰۰	طول بازه
۹۶/۱۴														

پیوست ۳-۲۸- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		لویه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۵۱	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۵	۰/۷	۰/۶	۰/۹۶	۰/۳	۰/۲۲	بالادست	B	۲۲
		۰/۰۷	۰	۰	۱				۰/۴	۰/۶	۰/۵					۶۶۰	طول بازه
									۰/۴	۰/۵	۰/۴					۳	درجه کانال
									۰/۴۵	۰/۶	۰/۵				BK		
Vm	At	Qt	Q3	Q2	Q1	A3	A2	A1	V3	V2	V1	B	b	d		بازه	ردیف
(m/s)	CMS	CMS	CMS	CMS	CMS	m ²	m ²	m ²	(m/s)	(m/s)	(m/s)	m	m	m			
۰/۶۴	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۷	۰/۸	۰/۷	۰/۸۴	۰/۳	۰/۱۸	پایین دست	B	۲۲
		۰/۰۶	۰	۰	۰				۰/۶	۰/۷	۰/۵					۶۶۰	طول بازه
									۰/۵	۰/۶	۰/۵					۳	درجه کانال
									۰/۶	۰/۷	۰/۶				BK		

S.W.A.of.R		$\frac{\Delta Q}{100}$	ΔQ	eff.%	Fr	N	S	D	R	P	Z		بازه	ردیف
m ²			(Lit/sec)					m	m	m				
۵۹۴	۰/۰۱	۰/۹۴	۶/۱۸	۹۱/۳۴	۰/۴۳۲	۰/۰۱۹۲	۰/۰۰۱۵	۰/۱۴	۰/۱۳	۱/۰۹	۱/۵۰	بالادست	B	۲۲
				۸۹/۶۵									۶۶۰	طول بازه
					Fr	n	S	D	R	P	Z	پایین دست	بازه	ردیف
								m	m	m				
eff.%					۰/۵۸۰	۰/۰۱۳۸	۰/۰۰۱۵	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۹۵	۱/۵۰		B	۲۲
۹۰/۵۰													۶۶۰	طول بازه

پیوست ۳-۲۹- نتایج محاسبات هیدرولیکی روی مقاطع جریان

شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/lit)	کدورت (NTU)
۱	۱/۵	۲/۲۸	۱/۵۲	۵۰۲/۶۷
۲	۱/۵	۲/۱۵	۱/۴۳	۴۶۳/۰۰
۳	۱/۵	۲/۰۳	۱/۳۵	۴۳۷/۰۰
۴	۱/۵	۱/۹۲	۱/۲۸	۴۱۹/۶۷
۵	۱/۵	۱/۸۳	۱/۲۲	۳۸۹/۳۳
۶	۱/۵	۱/۷۴	۱/۱۶	۳۸۷/۶۷
۷	۱/۵	۱/۶۷	۱/۱۱	۳۶۸/۰۰
۸	۱/۵	۱/۶۰	۱/۰۶	۳۶۱/۰۰
۹	۱/۵	۰/۹۵	۰/۶۳	۲۱۱/۰۰
۱۰	۱/۵	۰/۶۸	۰/۴۵	۱۸۵/۳۳

شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/lit)	کدورت (NTU)
۱	۱/۵	۰/۳۸	۰/۲۵	۱۳۳/۰۰
۲	۱/۵	۰/۳۵	۰/۲۳	۱۳۰/۰۰
۳	۱/۵	۰/۳۲	۰/۲۱	۱۱۱/۶۷
۴	۱/۵	۰/۳۰	۰/۲۰	۱۰۳/۶۷
۵	۱/۵	۰/۲۸	۰/۱۹	۱۰۸/۶۷
۶	۱/۵	۰/۲۵	۰/۱۷	۹۰/۳۰
۷	۱/۵	۰/۲۳	۰/۱۵	۷۶/۰۷
۸	۱/۵	۰/۲۱	۰/۱۴	۶۷/۲۰
۹	۱/۵	۰/۱۸	۰/۱۲	۶۹/۹۷
۱۰	۱/۵	۰/۱۵	۰/۱۰	۵۳/۱۰

پیوست ۳-۳۰- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها

شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/lit)	کدورت (NTU)
۱	۱/۵	۷/۵۰	۵/۰۰	۹۰۰/۰۰
۲	۱/۵	۶/۲۵	۴/۱۷	۸۶۷/۶۷
۳	۱/۵	۵/۳۵	۳/۵۷	۸۰۷/۳۳
۴	۱/۵	۴/۷۰	۳/۱۳	۷۶۳/۰۰
۵	۱/۵	۰/۵۷	۰/۳۸	۸۰/۰۰
۶	۱/۵	۱/۶۷	۱/۱۱	۳۶۸/۰۰
۷	۱/۵	۳/۷۵	۲/۵۰	۶۷۳/۳۳
۸	۱/۵	۳/۵۷	۲/۳۸	۶۷۳/۶۷
۹	۱/۵	۳/۲۵	۲/۱۷	۵۹۷/۶۷
۱۰	۱/۵	۳/۰۰	۲/۰۰	۵۷۹/۳۳

شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/lit)	کدورت (NTU)
۱	۱/۵	۰/۱۴	۰/۰۹	۴۷/۲۳
۲	۱/۵	۰/۱۲	۰/۰۸	۴۶/۶۰
۳	۱/۵	۷/۵	۵/۰۰	۹۰۹/۶۷
۴	۱/۵	۴/۷۰	۳/۱۳	۷۶۳/۰۰
۵	۱/۵	۳/۷۵	۲/۵۰	۶۷۳/۳۳
۶	۱/۵	۲/۷۸	۱/۸۵	۵۵۲/۰۰
۷	۱/۵	۲/۵۰	۱/۶۷	۵۱۱/۶۷
۸	۱/۵	۲/۱۰	۱/۳۹	۴۵۵/۳۳
۹	۱/۵	۱/۷۱	۱/۱۴	۳۶۷/۰۰
۱۰	۱/۵	۱/۴۰	۰/۹۳	۳۱۹/۰۰

پیوست ۳-۳۱- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها

شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/lit)	کدورت (NTU)
۱	۱/۵	۲/۷۸	۱/۸۵	۵۶۲/۰۰
۲	۱/۵	۲/۷۸	۱/۸۵	۵۵۲/۰۰
۳	۱/۵	۲/۵۸	۱/۷۲	۵۳۴/۰۰
۴	۱/۵	۰/۴۴	۰/۲۹	۸۶/۶۳
۵	۱/۵	۰/۴۰	۰/۲۶	۷۶/۲۰
۶	۱/۵	۲/۲۸	۱/۵۲	۵۰۲/۶۷
۷	۱/۵	۲/۱۵	۱/۴۳	۴۶۳/۰۰
۸	۱/۵	۲/۱۰	۱/۳۹	۴۵۵/۳۳
۹	۱/۵	۲/۰۳	۱/۳۵	۴۳۷/۰۰
۱۰	۱/۵	۱/۹۰	۱/۲۸	۴۱۹/۶۷

شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/lit)	کدورت (NTU)
۱	۱/۵	۱/۱۷	۰/۷۸	۲۷۷/۶۷
۲	۱/۵	۱/۰۲	۰/۶۸	۲۳۰/۶۷
۳	۱/۵	۰/۹۵	۰/۶۳	۲۱۱/۰۰
۴	۱/۵	۰/۸۵	۰/۵۶	۱۸۶/۶۷
۵	۱/۵	۰/۷۵	۰/۵۰	۱۵۲/۰۰
۶	۱/۵	۰/۶۸	۰/۴۵	۱۸۵/۳۳
۷	۱/۵	۰/۵۷	۰/۳۸	۸۰/۰۰
۸	۱/۵	۰/۵۰	۰/۳۳	۸۷/۷۷
۹	۱/۵	۰/۴۴	۰/۲۹	۸۶/۶۳
۱۰	۱/۵	۰/۴۰	۰/۲۶	۷۶/۲۰

پیوست ۳-۳۲- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها

شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/lit)	کدورت (NTU)
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				
۷				
۸				
۹				
۱۰				

شماره	حجم نمونه (lit)	وزن ماده خشک (gr)	غلظت مواد معلق (gr/lit)	کدورت (NTU)
۱	۱/۵	۱/۶۰	۱/۰۶	۳۶۱/۰۰
۲	۱/۵	۱/۴۰	۰/۹۳	۳۱۹/۰۰
۳	۱/۵	۱/۱۷	۰/۷۸	۲۷۷/۶۷
۴	۱/۵	۱/۰۰	۰/۶۸	۲۳۰/۶۷
۵	۱/۵	۷/۵۰	۵/۰۰	۹۰۰/۰۰
۶	۱/۵	۱/۸۰	۱/۲۲	۳۸۹/۳۳
۷	۱/۵	۱/۷۵	۱/۱۶	۳۸۷/۶۷
۸	۱/۵	۱/۷۰	۱/۱۴	۳۶۷/۰۰
۹				
۱۰				

پیوست ۳-۳۳- داده‌های غلظت مواد معلق و کدورت نمونه‌ها

-
- (۱) احتشامی م، علی کناری ش، و عباسی ن، (۱۳۷۹)، ارزیابی راندمان انتقال و توزیع و همچنین علل افزایش زبری در کانال های شبکه آبیاری قزوین، مجموعه مقالات دهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، صص ۹۳-۸۳.
- (۲) باروتکوب ش، بینا م، و عساکره ع، ۱۳۸۴، موقعیت مکانی درزهای انقباض پوشش بتنی کانال ها و نقش آن در علاج بخشی تخریب ناشی از خاصیت تورمی خاک، نخستین کنفرانس ملی تجربه های ساخت شبکه های آبیاری و زهکشی، چاپ اول، ۱۳۸۴، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، ص ۳۷۵.
- (۳) بهزادی نسب م، مینائی س، و مختاریان ر، ۱۳۸۵، "ارزیابی عملکرد و مسائل و مشکلات سازه اندازه گیری نیروپیک در شبکه های آبیاری و زهکشی دشت اوان و شمال شرق اهواز"، همایش ملی شبکه های آبیاری و زهکشی، اهواز.
- (۴) بیات ح، صادقیان ج، فیضی س، و نرسیسیان و، ۱۳۸۶، بناهای آبی برای مجموعه کارشناسی مهندسی عمران، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، صص ۱-۲.
- (۵) بیرامی م، ۱۳۸۷، سازه های انتقال آب، چاپ هفتم، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ص ۶۱.
- (۶) پورشهیدی س، ۱۳۸۹، بررسی نیروهای وارده بر پوشش کانال در زمان افتادگی سطح آب با استفاده از نرم افزار Plaxis، دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- (۷) پوریعقوب ز و رضائی ح، ۱۳۸۷، ارزیابی سازه های آبی احداث شده در شبکه ی آبیاری و زهکشی دشت مهاباد، سومین کنفرانس ملی تجربه های ساخت تأسیسات آبی و شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی آب و خاک.

- ۸) توکلیان ف، ۱۳۸۶، "بررسی روند ایجاد ترک‌های اولیه در پوشش بتنی کانال و نمونه‌هایی از راهکارهای ترمیم آنها، مطالعه موردی: پروژه کوثر"، دومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران، ص ۳۷۹.
- ۹) چمبرز ر، ۱۹۹۲، مدیریت آبیاری در سامانه‌های روباز، نتایج بررسی‌های میدانی در شبکه‌های آبیاری جنوب آسیا، گروه کار ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی، چاپ اول، ۱۳۸۳، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- ۱۰) حبیب‌پور ک، صفری ر، ۱۳۹۱، راهنمای جامع کاربرد *SPSS* در تحقیقات پیمایشی، چاپ پنجم، تهران، انتشار متفکران، ص ۴۱۳.
- ۱۱) رحیمی ح، ۱۳۷۴، "مسائل پوشش کانال‌های آبیاری ایران"، نشریه آب - خاک - ماشین، شماره ۱۱، سال دوم.
- ۱۲) رزگران ت م، ۲۰۰۲، "آینده آب و غذا در جهان تا سال ۲۰۲۵ عبور از بحران"، ترجمه‌ی فتحی ه، ۱۳۸۴، چاپ اول، ص ۲۶۴.
- ۱۳) سهرابی ت، جوادی‌پور بروجنی ا، ۱۳۸۴، بازده‌های انتقال و توزیع شبکه آبیاری دشت قزوین، مجله پژوهش کشاورزی آب - خاک - گیاه، جلد ۵، ش ۲۰.
- ۱۴) شرکت جهاد نصر خراسان، ۱۳۸۴، انعکاس تجربیاتی در احداث کانال‌های روباز در مناطق خشک کویری و بررسی مشکلات و ارائه راه حل‌ها، نخستین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، چاپ اول، ۱۳۸۴، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، ص ۱۲۹.
- ۱۵) شفاعی بجستان م و بزاز خ، "بررسی توزیع طولی و عمقی غلظت و دانه‌بندی رسوب معلق در کانال‌های آبیاری"، دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۷، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.
- ۱۶) شفاعی بجستان م، ۱۳۹۰، "مبانی نظری و عملی هیدرولیک انتقال رسوب" ویرایش دوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ص ۳۴۶.

۱۷) طلایی ع، سخائی م، احمدی غ و نصرالهی ز، ۱۳۹۰، بررسی مشکلات ناشی از عدم مطالعات ژئوتکنیکی در کانال دره دایی - چشمه پر الیگودرز، مجله ماهنامه مهرآب، شماره ۷۳، ص ۲۹.

۱۸) عسکری ف و فاخر ع، ۱۳۷۲، تورم و واگرایی خاک از دید مهندسی ژئوتکنیک.

۱۹) علیزاده ا، ۱۳۸۰، "اصول هیدرولوژی کاربردی"، چاپ سیزدهم، انتشارات آستان قدس، دانشگاه امام رضا، ص ۴۷۶.

۲۰) فرامجی ک، ۱۹۷۲، "طراحی و محاسبه کانال‌های آبیاری در جهان"، مقدمه‌ی ترجمه‌ی فرداد

ح، ۱۳۶۶، تهران، کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی، چاپ اول.

۲۱) فرداد ح، ۱۳۷۵، "آبیاری عمومی جلد دوم انتقال و توزیع آب"، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۳۲.

۲۲) قاهری ع، ۱۳۷۵، نگرشی بر لزوم ارزیابی عملکرد سیستم های آبیاری و زهکشی، مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۲۳) گزارشات مطالعات مرحله اول طرح انتقال آب سیمین دشت به گرمسار، ۱۳۷۴، مهندسین مشاور لار، تهران.

۲۴) گزارشات هواشناسی مشاور آب ورزان، ۱۳۷۹، صدر آب پویا، ۱۳۷۸.

۲۵) ملک‌پور ر، پورابراهیم غ و غضنفری‌پور ح، ۱۳۸۸، بررسی علل تخریب بتن بدنه کانال انتقال آب تیگران ماهان، سومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی آب و خاک، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، ص ۵۷.

۲۶) مه‌اب قدس، گزارش پایانه طرح ورامین - گرمسار، ۱۳۷۰.

۲۷) میرابوالقاسمی ه، ۱۳۷۳، ارزیابی راندمان آبیاری در تعدادی از شبکه های سنتی ایران، مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۲۸) نجفی پور ف، ۱۳۸۷، "روش های پیشگیری از شکست لاینینگ حاصل از تورم خاک و فشار ناشی از آب های زیرزمینی"، دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.

۲۹) نشریه شماره ۲۸۱، ضوابط عمومی طراحی شبکه های آبیاری و زهکشی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور معاونت امور فنی (۱۳۸۹)، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.

30) Fcon.T, 2001, Performance evaluation Mokhamthao – Uth ong project with a rapid appraisal procedure, J. Water and Energy International, Vol. 58, No. 2.

31) G.Bos. M, 1997, Performance indicators for irrigation and drainage, J. Irrigation and Drainage System, Vol. 11.

32) Global Water Flow Probe, Users Manual, Publication Number 38330112, 2012.

33) Instruction Manual TN-100/T-100 Portable Turbidimeter, 68X357701 Rrv.8 July 2012.

34) Shahrokhnia.M.A, Javan.M, 2005, Performance assesment of Droodzan irrigation network by steady state hydraulic modeling, J. Irrigation and Drainage System, Vol. 19, P.P.189-206.

35) Swan. C. H. "Middle East Canal and Irrigation Problems", Aci Sournal, Technical Paper, Junuary - Februrary 1985.

36) United Nation Office Of Technical Cooperation, 1973, Design of herd Hydraulic Structure Water Resource Series no, 45 New York.

Abstract

Poor performance of irrigation and drainage network is a serious concern to governments. Tangible reality of the world is that most irrigation and drainage projects implemented worldwide have not fulfilled their aims and in some cases have faced with difficulty. Equipping and modernization of irrigation systems and irrigation networks, water and agricultural sector is one of the main pillars of national resources. Every year much of expenditures of national resources are being spent on irrigation systems and associated facilities such as diversion dams, dewatering and water turns for somewhat water usage can be controlled and optimized. But it is noteworthy that if any problem occurs and if the network is not resolved, over time the utilization of the irrigation and drainage network will face of with problems. Not only soil and water conservation led to the destruction of these resources. Therefore it is necessary to evaluate the technical performance of hydraulic irrigation and drainage canals.

The aim of this study is the technical performance of hydraulic channels of Semnan which pilot irrigation and drainage of Garmsar was chosen. In this regard, the first field visit conducted was recording the problems, and then necessary measurements were done. The results showed that problems such as sedimentation in canals, the weed growth in berm of canals, improper sealing contraction joints in the body of canals, longitudinal and transverse crack in some canals, concrete degradation at rapids, sediment filling in check drops, improper performance of Neyripic gates and etc. are of the most important network failure of Garmsar. Network transmission efficiency is a measure of performance measurement which was calculated in this study and was estimated 89% which is considered as good based on the solids in the water network the term turbidity was used for the first time and the relation between the turbidity and suspended solids concentration were obtained for these networks which will be used in estimation of suspended load in the network and in sediment management is useful. According to the hydraulic calculations subcritical flow was removed in section and the design is good.

Key terms : transfer efficiency , sedimentation , turbidity , Neyripic gates, flow regime

