بسم الله الرحمن الرحيم

۱۳۸۷ / ۱ / ۱۸

۹۴۱۱۴

مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده مهندسی زراعی

گروه مهندسی آب

موضوع:

تهیه نرم‌افزار کامپیوتری طراحی هیدرولیکی سازه های انتقال آب روباز

جهت اخذ درجه کارشناسی‌ارشد

رشته کشاورزی گرایش سازه های آبی

اساتید راهنما:

دکتر میرخالق ضیاء تبار احمدی- دکتر سید حسن گلمایی

استاد مشاور:

دکتر فرهاد میرزایی

نگارش:

مجتبی حاتمی شیرکوهی

۱۳۸۷ /۱/ ۱۸

مهر ۱۳۸۶

۹۴۱۱۴

تشکر و قدردانی

همواره حاصل و ثمره، نتیجه تلاش افرادی متعدد بوده که در مسیر شروع تا مقصد بوده‌اند و این مصداق ضرب‌المثلی است که با یک گل بهار نمی‌شود. این پایان‌نامه نیز نتیجه تلاش و زحمات کسانی است که شاید در طی سالیان قبل از اتمام آن در مسیر بوده‌اند و حال شاید زمانی باشد که گذشته کمتر به چشم بی‌آید.

در اینجا جا دارد از زحمات اساتید راهنما جناب دکتر سید حسن گلمایی، انسانی لایق و خوش خلق که بیشتر واحدهای درسی این دوره را با ایشان داشته‌ام و جناب آقای دکتر میر خالق ضیاء تبار احمدی، انسانی صبور و کسی که مطمئناً در طول زندگی سختی‌های زیادی را پشت‌سر نهاده، تشکر و قدردانی نمایم.

از آقای دکتر فرهاد میرزایی که از یک طرف در کسوت استاد مشاور و از طرفی دیگر به عنوان دائی اینجانب چه در تهیه و تنظیم پایان‌نامه و چه در طول زندگی جلودار و الگوی من بوده، کمال قدردانی و تشکر را دارم.

از مادر و پدر بزرگوارم، که شاید لحظه‌ای نباشد که از تلاش برای زندگی و بهتر زیستن فرزندان خویش دست برداشته باشند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از خواهران دلسوز پریسا که در تمامی اوقات کودکی همواره مانند یک مادر مواظب و نگهداری از بقیه فرزندان خانواده را عهده‌دار بوده، فریبا که دلسوزی او بارها برایم ثابت شده و فریده و برادر فداکار و صبورم مرتضی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از زحمات بی‌دریغ اعضای خانواده آقای دکتر فرهاد میرزایی که در چه در طول تدوین پایان‌نامه و چه قبا از آن پذیرای اینجانب بوده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دوست عزیز، بزرگوار و آذری زبانم جناب مهندس غلامحسین برقی که در طول تحصیل همواره مثل یک برادر بزرگتر در کنارم بوده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در نهایت نیز از همه کسانی که چه در طول دوره قبل از تحصیل و چه در طول دوره تحصیلی از کمک‌هایشان برخوردار گشته‌ام کمال تشکر و قدردانی را دارم.

تقدیم به:

پدر ، مادر، برادر و خواهرانم

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

- **چکیده** ۱
- **مقدمه** ۲

بخش اول: مبانی مورد لزوم جهت برنامه‌نویسی در طرح سازه های انتقال آب روباز

فصل اول: کلیات ۴
مقدمه ۴
۱-۱ ضرورت تحقیق ۴
۱-۲ هدف تحقیق ۵
۱-۳ روش تحقیق ۵
۱-۴ محدوده تحقیق ۵
۱-۵ سابقه تحقیق ۵
۱-۶ نحوه تدوین تحقیق ۶
فصل دوم: مروری بر مطالعات دیگران ۷
مقدمه ۷
۲-۱ مروری بر کارهای انجام‌شده ۷
فصل سوم: هیدرولیک جریان و اصول حاکم بر طراحی مجاری و سازه‌های انتقال آب روباز ۱۲
مقدمه ۱۲
۳-۱ مقایسه جریان در کانالهای باز و مجاری تحت‌فشار ۱۲
۳-۲ سازه‌های مورد استفاده در مجاری انتقال آب روباز ۱۳
۳-۲-۱ سازه‌های انتقال ۱۳
۳-۲-۲ سازه‌های اندازه‌گیری ۱۳
۳-۲-۳ سازه‌های حفاظت ۱۳
۳-۳ نکات طراحی مربوط به سازه‌های انتقال آب روباز ۱۳
۳-۴ کانال ۱۴
۳-۴-۱ طراحی کانال پوشش دار ۱۴
۳-۴-۲ بهترین مقطع هیدرولیکی ۱۵
۳-۴-۳ روابط تجربی ۱۵
۳-۴-۴ پوشش کانال ۱۸
۳-۴-۵ ضخامت جداره ۱۹
۳-۴-۶ انحنا در کانال ۱۹
۳-۴-۷ طراحی کانال فرسایشی ۲۱
۳-۴-۸ تلفات نشتی در کانالهای خاکی ۲۲

۳-۵ آبگذر جاده ۲۳
۳-۵-۱ نکات طراحی مربوط به آبگذر جاده ۲۵
۳-۶ سیفون معکوس ۲۹
۳-۶-۱ اجزاء ساختمانی ۳۰
۳-۶-۲ جنبه‌های هیدرولیکی طراحی سیفون معکوس ۳۵
۳-۶-۳ روش طراحی سیفون معکوس ۳۹
۳-۷ شیب شکن ۳۹
۳-۷-۱ شیب‌شکن مایل مستطیلی ۴۱
۳-۷-۲ اجزاء ساختمانی ۴۲
۳-۸ تبدیل در سازه‌های آبی ۵۹
۳-۸-۱ تبدیل نوع اول(زاویه سگدستی) ۶۱
۳-۹ نکات طراحی در تبدیل تاسیسات لوله‌ای ۶۵
۳-۹-۱ استغراق لوله ۶۶
۳-۹-۲ افت بار ۶۷
۳-۹-۳ زاویه سطح آب ۶۷
۳-۹-۴ فرسایش کانال ۶۷
فصل چهارم: مبانی و اصول برنامه‌نویسی در زبان ویژوال بیسیک ۶۸
مقدمه ۶۸
۴-۱ حل مسئله ۶۸
۴-۱-۱ شیوه الگوریتمی ۶۸
۴-۱-۲ نمودار گردشی ۶۹
۴-۲ برنامه و زبان برنامه‌نویسی ۷۰
۴-۳ زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک ۷۱
۴-۳-۱ محیط برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک ۷۲
۴-۳-۲ داده‌ها در ویژوال بیسیک ۷۳
۴-۳-۳ رویداد و روال رویداد ۷۴
۴-۳-۴ متغیرها در ویژوال بیسیک ۷۴
۴-۳-۵ نشانه‌ها و عملگرها ۷۴
۴-۳-۶ دستورات برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک ۷۶

بخش دوم: روش تحقیق و نتایج

فصل پنجم: روش تحقیق ۷۸
مقدمه ۷۸
۵-۱ اطلاعات و روابط موردنیاز جهت طراحی کانال ۷۸
۵-۲ اطلاعات و روابط موردنیاز جهت طراحی آبگذر جاده ۷۸
۵-۳ اطلاعات و روابط موردنیاز جهت طراحی سیفون معکوس ۷۹

۵-۴ اطلاعات و روابط موردنیاز جهت طراحی شیب‌شکن مایل مستطیلی ۷۹
۵-۵ طراحی الگوریتم برنامه ۷۹
۵-۵-۱ الگوریتم کلی برنامه ۷۹
۵-۵-۲ الگوریتم طراحی کانال ۸۰
۵-۵-۳ الگوریتم طراحی آبگذر جاده ۸۲
۵-۵-۴ الگوریتم طراحی سیفون معکوس ۸۶
۵-۵-۵ الگوریتم طراحی شیب‌شکن مایل مستطیلی ۹۰
۵-۶ طراحی اجزای برنامه در محیط ویژوال بیسیک ۹۳
۵-۶-۱ پنجره ورودی به نرم‌افزار ۹۳
۵-۶-۲ طراحی اجزای زیر برنامه *Canal* ۹۴
۵-۶-۳ طراحی اجزای زیر برنامه *Road Crossing* ۹۷
۵-۶-۴ طراحی اجزای زیر برنامه *Inverted Siphon* ۹۸
۵-۶-۵ طراحی اجزای زیر برنامه *Drop*(شیب‌شکن مایل مستطیلی) ۱۰۳
۵-۷ نوشتن برنامه در قالب کدهای برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک ۱۰۷
فصل ششم: نتایج و بحث ۱۰۸
مقدمه ۱۰۸
۶-۱ کانال و نتایج حاصل از طراحی توسط نرم‌افزار ۱۰۸
۶-۲ آبگذر جاده و نتایج حاصل از طراحی توسط نرم‌افزار ۱۰۹
۶-۳ سیفون معکوس و نتایج حاصل از طراحی توسط نرم‌افزار ۱۱۲
۶-۴ شیب‌شکن مایل مستطیلی و نتایج حاصل از طراحی توسط نرم‌افزار ۱۱۵
۶-۵ بحث و نتیجه‌گیری ۱۱۹
۶-۶ پیشنهادات و توصیه‌ها ۱۱۹

- منابع مورد استفاده ۱۲۱
- چکیده انگلیسی ۱۲۲

فهرست جداول

صفحه

جدول ۳-۱ مشخصات هیدرولیکی بهترین مقطع هیدرولیکی برای کانالها با مقاطع مختلف هندسی ۱۵
جدول ۳-۲ رابطه بین دبی جریان و عرض کف در کانالهای ذوزنقه‌ای ۱۶
جدول ۳-۳ رابطه بین دبی و عمق آب در کانالهای با مقطع ذوزنقه‌ای ۱۶
جدول ۳-۴ رابطه بین دبی و ارتفاع آزاد ۱۷
جدول ۳-۵ مقدار ضریب a با توجه به جنس مواد معلق در آب ۱۸
جدول ۳-۶ کمترین ضخامت پوشش در کانالهای پوشش‌دار ۱۹
جدول ۳-۷ مقادیر عددی مربوط به مشخصات درز انبساط ۱۹
جدول ۳-۸ رابطه بین دبی و نسبت عرض به عمق در کانالهای فرسایشی ۲۱
جدول ۳-۹ تعیین مقدار ضریب c با توجه به جنس مصالح بستر کانال ۲۲
جدول ۳-۱۰ تعیین مقدار ضریب N با توجه به شیب جداره کانال ۲۳
جدول ۳-۱۱ اطلاعات مربوط به انتخاب قطر لوله در آبگذر جاده ۲۷
جدول ۳-۱۲ انواع حفاظتها در مسیر مجاری انتقال روباز ۲۹
جدول ۳-۱۳ حداقل حفاظت موردنیاز براس آبگذر جاده، پارشال فلومها، تنظیم‌کننده‌ها ۲۹
، دهانهای آبگیر، تندابها، شیب‌شکن‌های تنظیم‌کننده، مایل و لوله‌ای.
جدول ۳-۱۴ نسبت ضریب خزش وزنی توصیه‌شده توسط لین برای انواع خاکها ۳۳
جدول ۳-۱۵ حداقل حفاظت موردنیاز در قسمت ورودی و خروجی سیفون معکوس ۳۴
جدول ۳-۱۶ اطلاعات مربوط به انتخاب قطر لوله در سیفونهای معکوس ۳۶
جدول ۳-۱۷ ابعاد شیب‌شکن مایل مستطیلی نوع یک در کانالهای اصلی و فرعی ۴۵
جدول ۳-۱۸ ابعاد شیب‌شکن مایل مستطیلی نوع دوم در کانالهای اصلی و فرعی ۴۷
جدول ۳-۱۹ آرماتورگذاری شیب‌شکن مایل مستطیلی نوع یک در کانالهای اصلی و فرعی ۴۸
جدول ۳-۲۰ آرماتورگذاری شیب‌شکن مایل مستطیلی نوع دو با دو لایه آرماتورگذاری در ۵۰
کانالهای اصلی و فرعی.
جدول ۳-۲۱ اندازه‌های استاندارد شیب‌شکن مایل مستطیلی در کانالهای اصلی و فرعی ۵۱
جدول ۳-۲۲ مقدار ارتفاع آزاد بر حسب عمق آب در کانالهای پوشش‌نشده ۵۶
جدول ۳-۲۳ مقدار ضریب α ۶۴
جدول ۳-۲۴ حداقل ارتفاع آزاد روی دیوار سپری تبدیل نوع زاویه سگدستی ۶۵
جدول ۴-۱ عملگرهای رایج ریاضی و و رشته‌ای ۷۵
جدول ۴-۲ عملگرهای شرطی ۷۵
جدول ۴-۳ عملگرهای منطقی ۷۵
جدول ۴-۴ ترتیب عملگرها ۷۶
جدول ۶-۱ اطلاعات و داده‌های اولیه جهت طراحی کانال ۱۰۸
جدول ۶-۲ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح کانال ۱۰۹
جدول ۶-۳ اطلاعات و داده‌های اولیه جهت طراحی آبگذر جاده ۱۰۹
جدول ۶-۴ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح آبگذر جاده ۱۱۰
جدول ۶-۵ اطلاعات و داده‌های اولیه جهت طراحی سیفون معکوس ۱۱۲

جدول ۶-۶ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح سیفون معکوس (ارتفاع نقاط در طول سیفون). ۱۱۲

جدول ۶-۷ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح سیفون معکوس (فاصله نقاط در طول سیفون از ایستگاه A). ۱۱۳

جدول ۶-۸ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح سیفون معکوس (مشخصات قسمت لوله‌ای). ۱۱۳

جدول ۶-۹ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح سیفون معکوس (مشخصات تبدیل و حفاظت). ۱۱۳

جدول ۶-۱۰ اطلاعات و داده‌های اولیه جهت طراحی شیب‌شکن مایل مستطیلی ۱۱۵

جدول ۶-۱۱ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح شیب‌شکن مایل مستطیلی(ارتفاع نقاط در طول شیب‌شکن). ۱۱۵

جدول ۶-۱۲ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح شیب‌شکن مایل مستطیلی(فاصله نقاط در طول شیب‌شکن از ایستگاه A). ۱۱۶

جدول ۶-۱۳ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح شیب‌شکن مایل مستطیلی(مشخصات سرریز کنترل). ۱۱۶

جدول ۶-۱۴ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح شیب‌شکن مایل مستطیلی(مشخصات تنظیم‌کننده). ۱۱۶

جدول ۶-۱۵ مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار و محاسبه‌شده از روابط تحلیلی یا تجربی در طرح شیب‌شکن مایل مستطیلی(مشخصات شیب‌شکن) ۱۱۷

فهرست اشکال

صفحه

شکل ۲-۱ نمایی از پنجره ابتدایی نرم‌افزار *Flow Pro* ۸
شکل ۲-۲ نمایی از پنجره ابتدایی نرم‌افزار *Channel* ۸
شکل ۲-۳ خلاصه‌ای از روش استفاده شده به صورت فلوچارت در نرم‌افزار *HydroCulv V1.1* ۹
شکل ۲-۴ نمایی از پنجره ابتدایی نرم‌افزار *Channel* ۹
شکل ۲-۵ نمایی از پنجره ابتدایی نرم‌افزار *Hydraulics Formula* ۱۰
شکل ۲-۶ نمایی از پنجره ابتدایی نرم‌افزار *Mhs-Channel* در ویرایش اولیه ۱۱
شکل ۳-۱ مقطع عرضی یک کانال پوشش‌دار ذوزنقه‌ای ۱۴
شکل ۳-۲ نمایی از مقطع عرضی درز انبساط در طول کانال ۱۹
شکل ۳-۳ نمایی از بالاآمدن آب در اثر انحنا ۲۰
شکل ۳-۴ آبگذر جاده ۲۴
شکل ۳-۵ پلان و مقطع طولی یک آبگذر جاده ۲۴
شکل ۳-۶ بلندکردن و نصب کردن لوله با فشاردادن در زیر جاده ۲۵
شکل ۳-۷ اتصلات لوله پیش‌ساخته بتنی نوع *B* و *B-1* ۲۶
شکل ۳-۸ پلان و مقاطع یک سیفون معکوس ۳۱
شکل ۳-۹ طوقه‌های لوله ۳۲
شکل ۳-۱۰ ضریب افت بار در زانوهای لوله ۳۷
شکل ۳-۱۱ طراحی دهانه ورودی سیفون با جریان آزاد ۳۸
شکل ۳-۱۲ طرح اولیه سیفون معکوس ۴۰
شکل ۳-۱۳ شیب شکن مایا مستطیلی با سرریز کنترل‌کننده در قسمت ورودی ۴۱
شکل ۳-۱۴ شیب‌شکن مایل مستطیلی- نوع اول ۴۳
شکل ۳-۱۵ شیب‌شکن مایل مستطیلی- نوع دوم ۴۴
شکل ۳-۱۶ مقطع عرضی یک سریز کنترل ذوزنقه‌ای ۵۱
شکل ۳-۱۷ نمودارهای سریز کنترل ۵۳
شکل ۳-۱۸ تبدیل بتنی نوع اول ۵۹
شکل ۳-۱۹ تبدیل بتنی نوع اول ۶۰
شکل ۳-۲۰ تبدیل بتنی نوع پنجم ۶۱
شکل ۳-۲۱ تبدیل بتنی نوع دوم ۶۲
شکل ۳-۲۲ تبدیل بتنی نوع سوم ۶۲
شکل ۳-۲۳ تبدیل بتنی نوع چهاوم ۶۳
شکل ۳-۲۴ تبدیل بتنی نوع چهاوم ۶۴
شکل ۴-۱ نمایش نموداری شروع و پایان یک الگوریتم ۶۹
شکل ۴-۲ نمایش نمودار مربوط به عملیات شرطی ۷۰
شکل ۴-۳ نمودار مربوط به عملیات محاسباتی و جایگزینی ۷۰
شکل ۴-۴ نمودار مربوط به گرفتن ورودی و نمایش خروجی ۷۰
شکل ۴-۵ نمایی از پنجره آغازین ویژوال بیسیک ۷۲
شکل ۴-۶ محیط کار ویژوال بیسیک در هنگام ساخت یک برنامه (پروژه) جدید ۷۳

شکل ۵-۱ الگوریتم کلی برنامه ۸۰
شکل ۵-۲ الگوریتم طراحی کانال ۸۱
شکل ۵-۳ الگوریتم شماره یک طراحی آبگذر جاده ۸۳
شکل ۵-۴ الگوریتم شماره دو طراحی آبگذر جاده ۸۴
شکل ۵-۵ الگوریتم شماره سه طراحی آبگذر جاده ۸۵
شکل ۵-۶ الگوریتم شماره یک طراحی سیفون معکوس ۸۷
شکل ۵-۷ الگوریتم شماره دو طراحی سیفون معکوس ۸۸
شکل ۵-۸ الگوریتم شماره سه طراحی سیفون معکوس ۸۹
شکل ۵-۹ الگوریتم شماره یک طراحی شیب‌شکن مایل مستطیلی ۹۱
شکل ۵-۱۰ الگوریتم شماره دو طراحی شیب‌شکن مایل مستطیلی ۹۲
شکل ۵-۱۱ پنجره ورودی به نرم‌افزار *MHS-Channel* ۹۳
شکل ۵-۱۲ استفاده از نوار منو *Tools* جهت ورود به زیربرنامه‌های نرم‌افزار *MHS-Channel* ۹۴
شکل ۵-۱۳ پنجره ابتدایی زیربرنامه *Canal* جهت وارد کردن اطلاعات اولیه طراحی ۹۵
شکل ۵-۱۴ پنجره نتایج خروجی برنامه *Canal* جهت کانالهای غیرپوششی ۹۶
شکل ۵-۱۵ پنجره نتایج خروجی برنامه *Canal* جهت کانالهای پوششی ۹۷
شکل ۵-۱۶ پنجره ابتدایی زیربرنامه *Road Crossing* جهت وارد کردن اطلاعات اولیه طراحی ۹۸
شکل ۵-۱۷ پنجره ابتدایی زیربرنامه *Inverted Siphon* جهت وارد کردن اطلاعات اولیه طراحی ۹۹
شکل ۵-۱۸ نتیجه حاصل از عمل حرکت و ایستادن روی زیرمنوی *View Output Data* ۹۹
شکل ۵-۱۹ با کلیک روی گزینه *Points Data* از شکل ۵-۱۸ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌گردد ۱۰۰
شکل ۵-۲۰ با کلیک روی گزینه *Siphon* از شکل ۵-۱۸ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌گردد ۱۰۰
شکل ۵-۲۱ با کلیک روی گزینه *Transition* از شکل ۵-۱۸ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهرمی‌گردد ۱۰۱
شکل ۵-۲۲ با کلیک روی گزینه *Losses* از شکل ۵-۱۸ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌گردد ۱۰۱
شکل ۵-۲۳ با کلیک روی گزینه *Protection* از شکل ۵-۱۸ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌گردد ۱۰۲
شکل ۵-۲۴ با کلیک روی گزینه *Point* از شکل ۵-۱۸ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌گردد ۱۰۲
شکل ۵-۲۵ پنجره ابتدایی زیربرنامه *Inverted Siphon* جهت وارد کردن اطلاعات اولیه طراحی ۱۰۳
شکل ۵-۲۶ نتیجه حاصل از عمل حرکت و ایستادن روی زیرمنوی *View Output Data* ۱۰۴
شکل ۵-۲۷ با کلیک روی گزینه *Points Data* از شکل ۵-۲۶ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌گردد ۱۰۴
شکل ۵-۲۸ با کلیک روی گزینه *Inlet to Drop* از شکل ۵-۲۶ پنجره‌هایی مطابق شکل ظاهر می‌گردد ۱۰۵
شکل ۵-۲۹ با کلیک روی گزینه *Drop Details* از شکل ۵-۲۶ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌گردد ۱۰۶
شکل ۵-۳۰ با کلیک روی گزینه *Transition, Protection* از شکل ۵-۲۶ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌گردد. ۱۰۷
شکل ۵-۳۱ با کلیک روی گزینه *Control Piping* از شکل ۵-۲۶ پنجره‌ای مطابق شکل ظاهر می‌گردد. ۱۰۷
شکل ۶-۱ پلان و مقطع طولی آبگذر جاده ۱۱۱
شکل ۶-۲ طرح نهایی سیفون معکوس ۱۱۴
شکل ۶-۳ پروفیل طولی یک شیب‌شکن مایل مستطیلی ۱۱۸

چکیده:

طراحی صحیح سازه‌های انتقال و توزیع آب نقش عمده‌ای را در تامین اهداف طرح دارند. در گذشته طراحی به صورت دستی و بدون استفاده از نرم‌افزار صورت می‌گرفت که علاوه بر وقت‌گیر بودن از دقت کمی برخوردار بود. در تحقیق حاضر سعی شد تا با بکارگیری روابط هیدرولیکی حاکم بر جریان آب در آبراهه‌های روباز و با استفاده از ضوابط طراحی مورد استفاده، یک برنامه جامع در قالب یک نرم‌افزار کامپیوتری به زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک تهیه گردد.

ابتدا الگوریتم برنامه در قالب فلوچارت یا دستورالعمل تهیه شد و بعد از آن ساختار الگوریتم در قالب زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک پیاده شد. که این عمل شامل طراحی اجزای گرافیکی جهت وارد کردن اطلاعات، نمایش خروجی، اجزای گرافیکی برنامه‌های تحت ویندوز و در نهایت کد نویسی دستورات به زبان ویژوال بیسیک بود. پس از طراحی گرافیکی و نوشتن برنامه اولیه، جهت رفع خطاهایی که به وجود آمدن آن در مراحل اولیه اجتناب ناپذیر است، برنامه مذکور اجرا گردید. پس از شناخت خطاها نسبت به رفع آنها اقدام گردید و پس آن فایل اجرائی جهت نصب برنامه، تهیه شد تا کاربر بتواند آن را در محیط سیستم عامل ویندوز یا هر سیستم عامل ویژوال اجرا نماید.

مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار به سه روش بهترین سطح مقطع هیدرولیکی، نسبت سطح مقطع به عمق و رابطه بین دبی و عرض کف در طرح کانال نشان داد، روش دبی به عرض کف همخوانی بهتری نسبت به دو روش دیگر نشان می‌دهد و مقادیر برآورد نرم‌افزار به مقادیر محاسبه‌شده با استفاده از روابط تحلیلی یا تجربی نزدیک است و دو روش دیگر فاصله به مراتب بیشتری در قیاس با روش تحلیلی می‌باشند. مقایسه مقادیر برآوردشده از نرم‌افزار و مقادیر محاسبه‌شده از فرمولها و روابط تحلیلی یا تجربی موجود در طرح آبگذر جاده نشان داد که نرم‌افزار تهیه‌شده در تحقیق حاضر با دقت بسیار بالایی قادر به طرح صحیح آبگذر جاده می‌باشد. همینطور نرم‌افزار در برآورد ارتفاع و طول نقاط در طول سیفون دارای دقت خیلی خوبی است و خطای کمی در حدود ۴ تا ۶ درصد در برآورد طول لوله قسمت ورودی، میانی و خروجی نشان می‌دهد.

مقایسه مقادیر برآورد نرم‌افزار با مقادیر محاسبه‌شده از فرمولها و روابط تحلیلی یا تجربی در طرح شیب شکن مایل مستطیلی نشان داد که تقریباً بین برآورد نرم‌افزار و مقادیر محاسبه‌شده در ارتفاع نقاط در طول شیب‌شکن تفاوتی وجود ندارد و مقدار خطا در حدود ۱ درصد است. نیز برآورد نرم‌افزار در تعیین جزئیات سریز کنترل یه روش آنکوم و بلایف نشان می‌دهد که برآورد روش بلایف از دقت بالاتری نسبت به روش آنکوم برخوردار است و مقادیر برآورد به مقادیر محاسبه‌شده از فرمولها و روابط تحلیلی و تجربی نزدیکتر است . همینطور نرم‌افزار مشخصات تنظیم‌کننده و شیب‌شکن را دقیقاً مانند روش محاسباتی برآورد می‌کند.

مقدمه:

در میان روشهای انتقال آب، استفاده از نیروی ثقل و انتقال به صورت جریان با سطح آزاد به همراه ایجاد کانالها و سازه‌های هیدرولیکی مربوطه نظیر کانال، سرریز، آبگذر زیر جاده، سیفون معکوس، شیب‌شکن و ... از متداولترین روش در آبیاری و آبرسانی بوده، لذا شناخت و طرح دقیق و سریع آنها یکی از نیازهای اساسی پروژه‌های آب کشور است.

سازه‌های انتقال و توزیع آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی نقش عمده‌ای را ایفا می‌کنند و سهم بسزایی در تامین اهداف طرح دارند. در گذشته دور طرح سازه‌ها به صورت دستی و بدون استفاده از نرم‌افزار صورت می‌پذیرفت که علاوه بر وقت‌گیر بودن از دقت نسبتاً کمتری برخوردار بودند.

در چند دهه اخیر به جهت پیشرفت در علوم کامپیوتری و سایر علوم وابسته، این ابزار در مهندسی از جمله مهندسی علوم آب و سازه‌های آبی نقش بسزایی ایفا کرده است. بطوریکه در حال حاضر کمتر پروژه‌ای یافت می‌شود که از کاربرد آن به دور باشد. بخش عمده‌ای از انتقال آب از محل تامین تا مصرف به صورت یک شبکه روباز صورت می‌پذیرد که دارای تعداد زیادی سازه‌های انتقال، توزیع و تامین است که بایستی به تناسب مشخصات هیدرولیکی، فیزیکی، مسائل اجتماعی و اقتصادی طرح گردد. لذا با توجه به محدوده وسیع ذکرشده طلب می‌کند که هر پروژه تا حد امکان متناسب با ویژگیهای فوق طرح، اجرا و نظارت گردد، تا بهترین و بالاترین عایدی نصیب پروژه شود.

با توجه به سابقه کوتاه کشور ما در زمینه بکارگیری از نرم‌افزارها، خصوصاً برنامه تهیه‌شده توسط متخصصان داخلی در زمینه علوم آب و بالاخص در زمینه سازه‌های انتقال و توزیع، در تحقیق حاضر سعی خواهد شد تا با بکارگیری روابط هیدرولیکی حاکم بر جریان آب در آبراهه‌های روباز و جزئیات نکات طراحی برای سازه‌های آب نظیر کانال، آبگذر جاده، سیفون معکوس و شیب‌شکن مایل مستطیلی که در نرم‌افزار مورد بحث بوده‌اند و استفاده از ضوابط طراحی، یک برنامه جامع در قالب یک نرم‌افزار کامپیوتری با استفاده از زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک تهیه گردد.

وجود تعداد کم برنامه و نرم‌افزار مربوط به طراحی سازه‌های انتقال آب روباز در کشور ما که اکثراً معطوف به سازه‌های خاص می‌باشند و نیز عدم به روز بودن برنامه و نیز نرم‌افزارهای موجود در این زمینه که اکثراً تحت سیستم عامل داس بوده، ضرورت تحقیق در این خصوص را ایجاد می‌کند.

بخش اول:

مبانی مورد لزوم جهت برنامه‌نویسی در طرح
سازه های انتقال آب روباز

فصل اول
کلیات

مقدمه

سازه‌های انتقال و توزیع آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی نقش عمده‌ای را ایفا می‌کنند و سهم بسزایی در تامین اهداف طرح دارند. در گذشته دور طرح سازه‌ها به صورت دستی و بدون استفاده از نرم‌افزار[1] صورت می‌پذیرفت که علاوه بر وقت‌گیر بودن از دقت نسبتاً کمتری برخوردار بودند. در چند دهه اخیر به جهت پیشرفت در علوم کامپیوتری و سایر علوم وابسته، این ابزار در مهندسی از جمله مهندسی علوم آب و سازه‌های آبی نقش بسزایی ایفا کرده است. بطوریکه در حال حاضر کمتر پروژه‌ای یافت می‌شود که از کاربرد آن به دور باشد. بخش عمده‌ای از انتقال آب از محل تامین تا مصرف به صورت یک شبکه روباز صورت می‌پذیرد که دارای قسمت تعداد زیادی سازه‌های انتقال، توزیع و تامین است که بایستی به تناسب مشخصات هیدرولیکی، فیزیکی، مسائل اجتماعی و اقتصادی طرح گردد. لذا با توجه به محدوده وسیع ذکرشده طلب می‌کند که هر پروژه تا حد امکان متناسب با ویژگیهای فوق طرح، اجرا و نظارت گردد، تا بهترین و بالاترین عایدی نصیب پروژه شود. با توجه به سابقه کوتاه کشور ما در زمینه بکارگیری از نرم‌افزارها، خصوصاً برنامه تهیه‌شده توسط متخصصان داخلی در زمینه علوم آب و بالاخص در زمینه سازه‌های انتقال و توزیع، در تحقیق حاضر سعی خواهد شد تا با بکارگیری روابط هیدرولیکی حاکم بر جریان آب در آبراهه‌های روباز و استفاده از ضوابط طراحی مورد استفاده یک برنامه جامع در قالب یک نرم‌افزار کامپیوتری با استفاده از زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک[2] تهیه گردد و با نتایج حاصل از روابط تحلیلی و تجربی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرد.

۱-۱ ضرورت تحقیق

بطوریکه که در مقدمه اشاره گردید، برنامه و نرم‌افزارها ی مربوط به طراحی سازهای انتقال آب روباز کم و اکثراً معطوف به حل یک سازه خاص می‌باشند. عدم به روز بودن برنامه و نرم‌افزارهای موجود در این زمینه که اکثراً با زبان‌های تحت سیستم عامل داس[3] بوده، موجب شده که با وجود سیستم عامل‌هایی از مایکروسافت نظیرسیستم عامل ۳۲ و ۶۴ بیتی ویستا دیگر قابل اجرا نباشند.

با توجه به اینکه کشور ما با مساحت بالغ بر ۱،۶۰۰،۰۰۰ کیلومترمربع دارای طول و عرض وسیعی می‌باشد و از طرفی منابع آبی کشور در بخش‌های خاصی از کشور قابل استحصال است، لزوم انتقال آب از منبع به مقصد نیاز می‌گردد، که در اکثر طرح‌ها شرایط اقتصادی، فیزیکی، جغرافیایی انتقال به صورت روباز را دیکته می‌نماید. با توجه به مورد ذکرشده طراحی در کمترین مدت ممکن و با کمترین هزینه لازم می‌گردد.

موارد ذکر شده در بالا و از طرفی گرایش کم محققین و دانشجویان تحصیلات تکمیلی در داخل کشور به تهیه و تدوین نرم‌افزار و روی آوردن به روش‌های دیگر تحقیق، خلایی را در این زمینه به وجود آورده و حقیر را بر آن داشته تا در در این خصوص در حد توان و بضاعت خویش تحقیقی را شروع و به انجام رسانم.

۱-۲ هدف تحقیق

در این تحقیق سعی بر آن است تا روشهای مختلف در طراحی سازه‌های انتقال و تنظیم آب در شبکه در قالب یک نرم‌افزار نهاده شود، تا هر کاربر بتواند نتایج حاصله از هر روش را در کنار هم قرار دهد و با توجه به

---

[1] *Software*
[2] *Visual Basic*
[3] *Dos*

شرایط، محدودیتها و امکانات بهترین روش ممکنه را برگزیند از طرفی سعی بر آن است که با اجرای تمامی روشها مقایسه‌ای بین روشهای موجود صورت گیرد. از طرفی دیگر هدف اصلی آن است که کاربر یا طراح در کمترین زمان ممکنه و با بهترین دقت موجود بتواند یک پروژه را طراحی نماید. به علت اینکه همواره نتایج حاصله از طراحی در نهایت بایستی به صورت اطلاعات خروجی نوشتاری درآید، سعی بر آن گردیده تا از داده‌ها و نتایج خروجی علاوه بر نمایش در محیط نرم‌افزار، فایل نوشتاری نیز تهیه گردد.

۱-۳ روش تحقیق:

همواره قبل از نوشتن هر برنامه کامپیوتری لازم است که الگوریتم برنامه در قالب یک فلوچارت که دارای یک ساختار پیوسته و یا یک دستورالعمل که دارای بندهای ترتیبی و مرتبط است. تهیه شود. در این برنامه نیز با استفاده از تئوریها و قوانین هیدرولیکی مجاری روباز و همچنین دخالت دادن ضوابط و استانداردهای طراحی در مورد سازه‌های انتقال، نتایجی حاصل گردید و به کمک آن الگوریتم برنامه در قالب فلوچارت یا دستورالعمل تهیه شد و بعد از آن ساختار الگوریتم در قالب زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک پیاده شد. پس از نوشتن اولیه برنامه جهت رفع خطاهایی که به وجود آمدن آن در مراحل اولیه اجتناب‌ناپذیر است، برنامه اجرا شد. سپس خطاهای موجود رفع و پس آن فایل اجرایی و نصب از برنامه تهیه شد تا کاربر بتواند آن را در محیط سیستم عامل ویندوز یا هر سیستم عامل ویژوال اجرا نماید.

۱-۴ محدوده تحقیق:

سازه‌های موجود در مسیر انتقال آب روباز با توجه به شرایط جغرافیایی، فیزیکی و ... هر محل ممکن است متنوع یا محدود به سازه‌های خاصی گردند. در این پژوهش طراحی سازه هایی نظیر کانال، زیرگذر جاده، سیفون معکوس، و شیب‌شکن مایل مستطیل مورد بررسی قرار گرفت. طراحی در مورد سازه‌های فوق در این برنامه کامپیوتری شامل طراحی شکل و ابعاد فیزیکی، تعیین مشخصات هیدرولیکی و تهیه فایل‌های خروجی از موارد مذکور می‌باشد و طراحی سازه‌ای نظیر چگونگی استفاده از مواد و مصالح ساختمانی جهت حصول مقاومت و پایداری در مقابل نیروهایی که سازه با آن مواجه می‌شود به عهده نرم‌افزارهای مربوطه نظیر سپ[1] نهاده شده.

۱-۵ سابقه تحقیق:

گرچه استفاده از کامپیوتر در علوم آب به ویژه در طرح سازه‌های انتقال و توزیع آب از مدت‌ها قبل کاربرد عملی پیدا کرده و تعداد زیادی نرم‌افزار در طی چند دهه اخیر در انواع گرایش‌های مختلف علوم آب مورد استفاده قرار گرفته است و مطالعات موردی قابل توجهی در زمینه‌های مختلف صورت پذیرفته ولی هنوز در خیلی از زمینه‌ها به اندازه کافی کار نشده است و نتیجه مطالعات موردی محققین در زمینه حاضر است. لذا امکان تعمیم نتایج در موارد دیگر مشکل و بعضاً زمینه‌ساز خطا و اشتباه می‌باشد. لذا در این قسمت ضمن مرور مطالعات انجام‌شده با توجه به روند تکاملی آن زمینه‌هایی که ایجاب می‌کرده تا برنامه‌های کامل‌تری جایگزین نرم‌افزارهای گذشته شوند نیز مورد ملاحظه و بررسی قرار خواهد گرفت.

نرم افزار *FLOW PRO 2.0* در سال ۱۹۹۶ توسط شرکت نرم‌افزاری *Prosoft* جهت معرفی و نمایش مسائل هیدرولیکی و فیزیکی سازه‌هایی همچون کالورت،دریچه،.. تهیه و تدوین گردید. در سال ۱۹۹۶ نرم‌افزار *CHANNEL* توسط آکان پین[2] جهت حل مسائل هیدرولیکی کانالها نوشته و در طول سالهای بعدی توسعه یافت. دکتر ویلیام[3] در سال ۱۹۹۷ اقدام به تدوین نرم‌افزای به نام *HydroCulv V1.1* نمود. این نرم‌افزار جهت

---

[1] *SAP*
[2] *Akan paine*
[3] *William*

طراحی هیدرولیکی کالورتها تهیه و تدوین شده بود. ح.احمدی و س.م.طباطبایی در سال ۲۰۰۱ اقدام به تهیه برنامه کامپیوتری جهت طراحی کانالها به استفاده از زبان برنامه‌نویسی پاسکال نمودند. سازمان حفاظت منابع طبیعی وابسته به سازمان کشاورزی ایالات متحده[1] در سال ۲۰۰۳ اقدام به تهیه نرم‌افزاری به نام *Hydraulics Formula* نمود، این نرم‌افزار قادر به تعیین ابعاد فیزیکی برخی سازه‌های هیدرولیکی همراه با نمایش گرافیکی بود. درسال ۲۰۰۴ م.حاتمی اقدام به تهیه نرم‌افزاری به نام *MHS CHANNEL Ver 1.0* نمود، این نرم‌افزار جهت تعیین مشخصات هیدرولیکی و فیزیکی انواع کانالها با استفاده از زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک ۶ نوشته شد.

۱-۶ نحوه تدوین تحقیق

تحقیق حاضر مشتمل بر شش فصل، تدوین یافته است. در فصل دوم از این تحقیق مروری بر کارهای انجام‌شده در این مورد صورت می‌گیرد. هیدرولیک جریان و اصول حاکم بر طراحی مجاری و سازه‌های انتقال آب روباز از مباحثی هستند که در فصل سوم مطرح می‌گردند. در فصل چهارم، مبانی و اصول برنامه‌نویسی در زبان ویژوال بیسیک معرفی می‌گردد. بیان روش تحقیق موضوعی است که در فصل پنجم به آن پرداخته می‌شود.در فصل ششم به بیان نتایج تحقیق و بحث در مورد آنها پرداخته می‌شود.

[1] *U.S.B.R*

فصل دوم

مروری بر مطالعات دیگران

مقدمه

مصنوعات بشری خواستگاه و زاده ذهن خلاق او هستند. قبل از اینکه بخواهیم در موردی یک موضوع به صورت پایه و اساسی بیندیشیم، نمی‌توان نقطه شروع و پایان را در مورد آن موضوع به راحتی به یکدیگر مرتبط ساخت و احتمالاً شخصی که نقطه شروع آن بوده است کمتر می‌توانسته به نقطه‌ای که در جلوتر قرار گرفته واقف گردد. در مورد کامپیوتر و علوم وابسته به آن نیز چنین امری صادق می‌باشد.

گسترش و ظهور این وسیله در طی دهها سال به قدری شگرف و عجیب است که در طی مدتی نه چندان دراز در اکثر امور جای خود را باز کرده بطوریکه امروزه حذف آن زندگی را فلج و از کار می‌اندازد. اگر انقلاب صنعتی قرن هجده میلادی جایگزین نیروی بازوی انسانها شده، ظهور کامپیوتر به مدد مغز انسانها شتافته است. اگرچه در ابتدای امر استفاده از کامپیوتر منحصر به دول، افراد و امور خاص بود، ولی امروزه کمتر مکانی یافت می‌شود که نمونه‌ای از این وسیله در آنجا نباشد و کمتر کسی است که از این وسیله بهره‌مند نگردد.

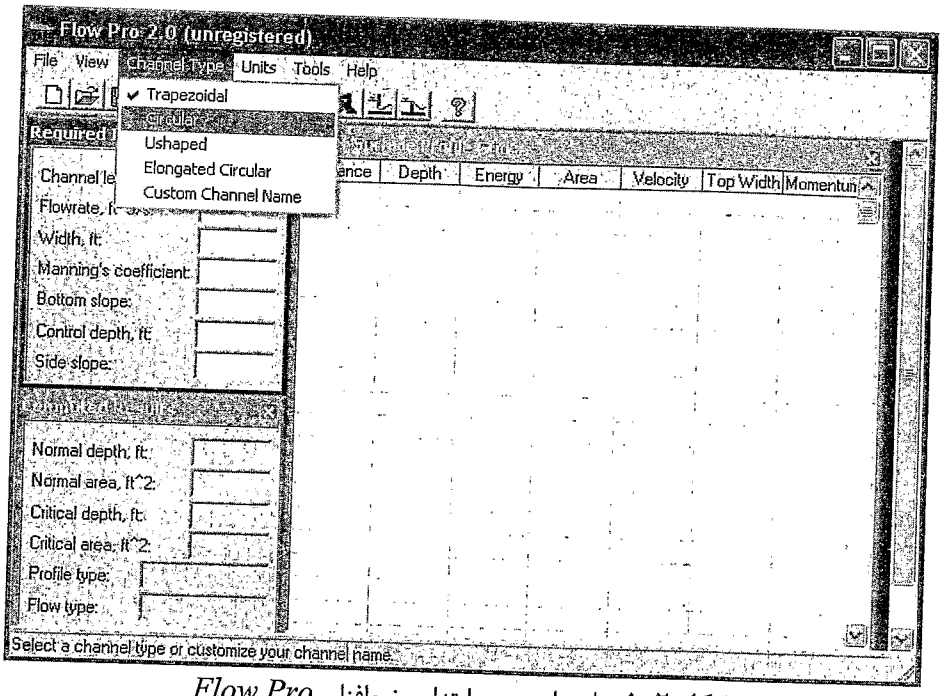
علوم مهندسی آب نیز از این حیث مستثنا نبوده و همواره شاهد آن هستیم که برنامه و نرم‌افزاری جدید جایگزین عملیات دستی و نرم‌افزارهای قدیمی می‌گردد.

۲-۱ مروری بر کارهای انجام شده

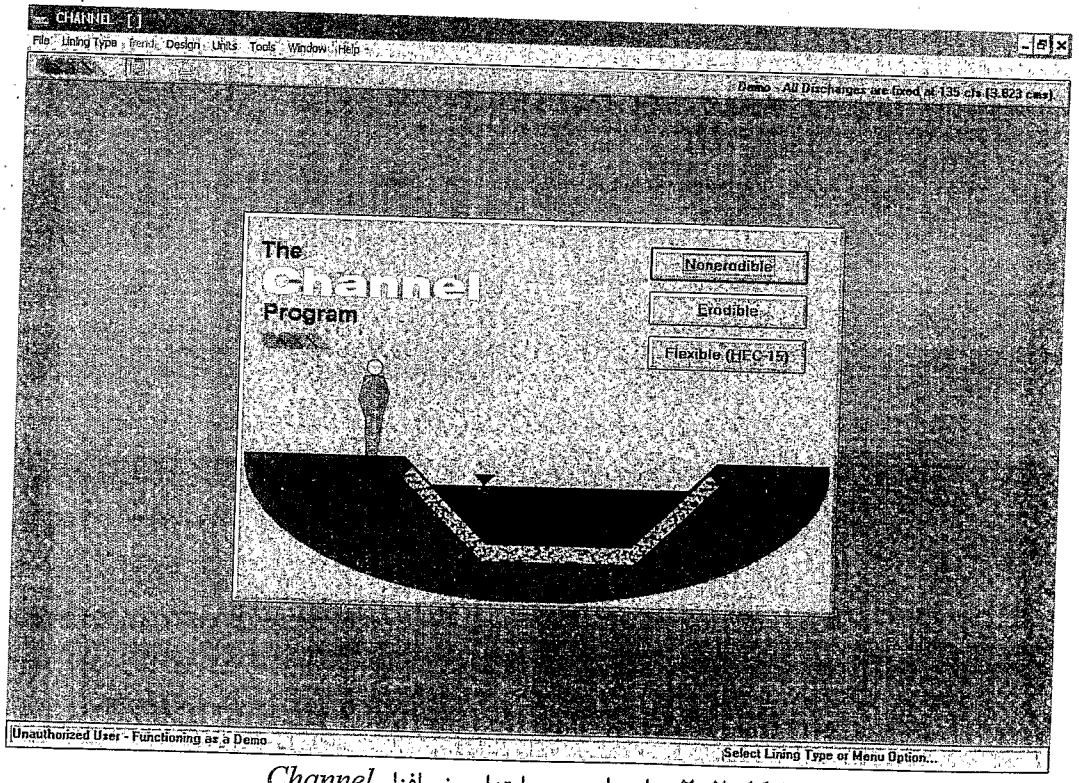
نرم افزار *FLOW PRO 2.0* در سال ۱۹۹۶ توسط توسط شرکت نرم‌افزاری *Prosoft* وارد عرصه نرم‌افزاری شد. این نرم‌افزار دارای دو سیستم متریک و انگلیسی می‌باشد و برای انجام محاسبات از معادله مانینگ استفاده می‌کند. این نرم‌افزار قادر به طراحی کانال در مقاطع مختلف هندسی و سازه‌های وابسته نظیر کالورت، دریچه، ارفیس، سریز و فلوم می‌باشد. همچنین این نرم‌افزار قادر به محاسبه سرعت،عمق، انرژی، مومنتم و مقطع جریان برای کانالها است. بنابراین شما به کمک آن خواهید فهمید که به چه هد ارتفاعی یا چه شیبی نیازمند هستید. از طرفی این نرم‌افزار عمق نرمال و بحرانی را محاسبه می‌نماید که در نتیجه خواهید فهمید که عمق‌های کنترل چه خواهد شد. پروفیل سطح آب در این نرم‌افزار به روش انتگرال‌گیری عددی محاسبه خواهد شد. نمایی از پنجره شروع به کار این نرم‌افزار در شکل ۲-۱ نشان داده شده است.

نرم‌افزار *Channel* در سال ۱۹۹۸-۱۹۹۶ توسط آکان پین نوشته شده است که تحت سیستم عامل ویندوز می‌باشد. این نرم‌افزار برای طراحی کانال‌های از نوع فرسایش‌پذیر، غیرفرسایش‌پذیر و انعطاف‌پذیر می‌تواند مورد استفاده واقع شود. جهت وارد کردن کردن اطلاعات می‌توان از دو سیستم اندازه‌گیری متریک و انگلیسی بهره جست. روش‌های مورد استفاده در طراحی بهترین مقطع هیدرولیکی و کمترین هزینه پوشش می‌باشند. نمایی از پنجره شروع به کار این نرم‌افزار در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.

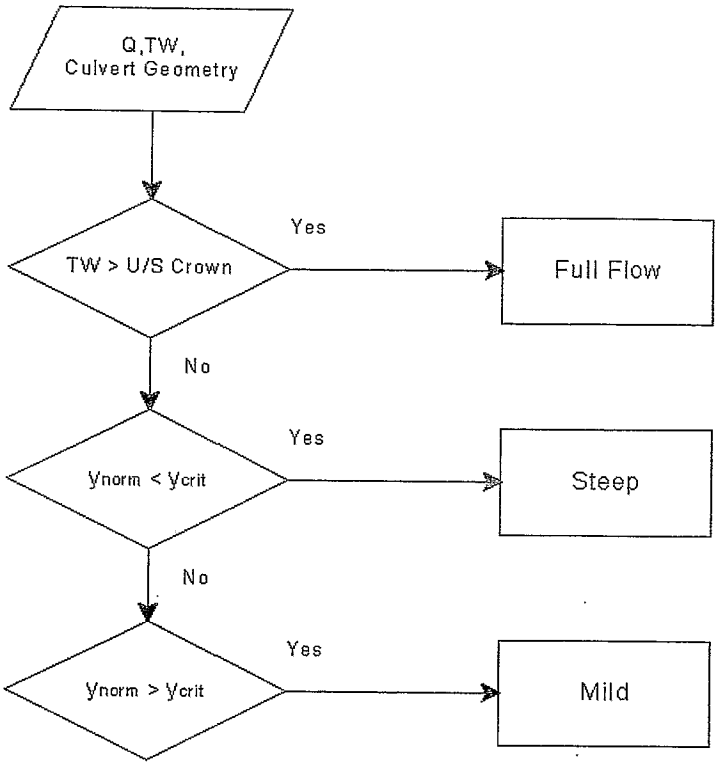
در سال ۱۹۹۷ نرم‌افزار *HydroCulv V1.1* توسط دکتر ویلیام نوشته شد. این نرم‌افزار جهت طراحی هیدرولیکی کالورت نوشته شده و با دادن داده‌هایی نظیر کمترین تراز بالادست و پایین‌دست، طول کالورت، ضریب مانینگ، افت ورودی و خروجی، مقطع عرضی کالورت و برخی از مشخصه‌های فیزیکی مشخصه‌هایی نظیر سطح، عرض سطح، پیرامون مرطوب و شعاع هیدرولیکی برای هدهای مختلف محاسبه کند. همچنین با دادن برخی مشخصه‌های پایین‌دست قادر خواهد بود مقدار تراز پایاب را برای دبی‌های مختلف محاسبه نماید.خلاصه‌ای از روش محاسبه استفاده شده در این نرم‌افزار در شکل ۲-۳ نشان داده شده است



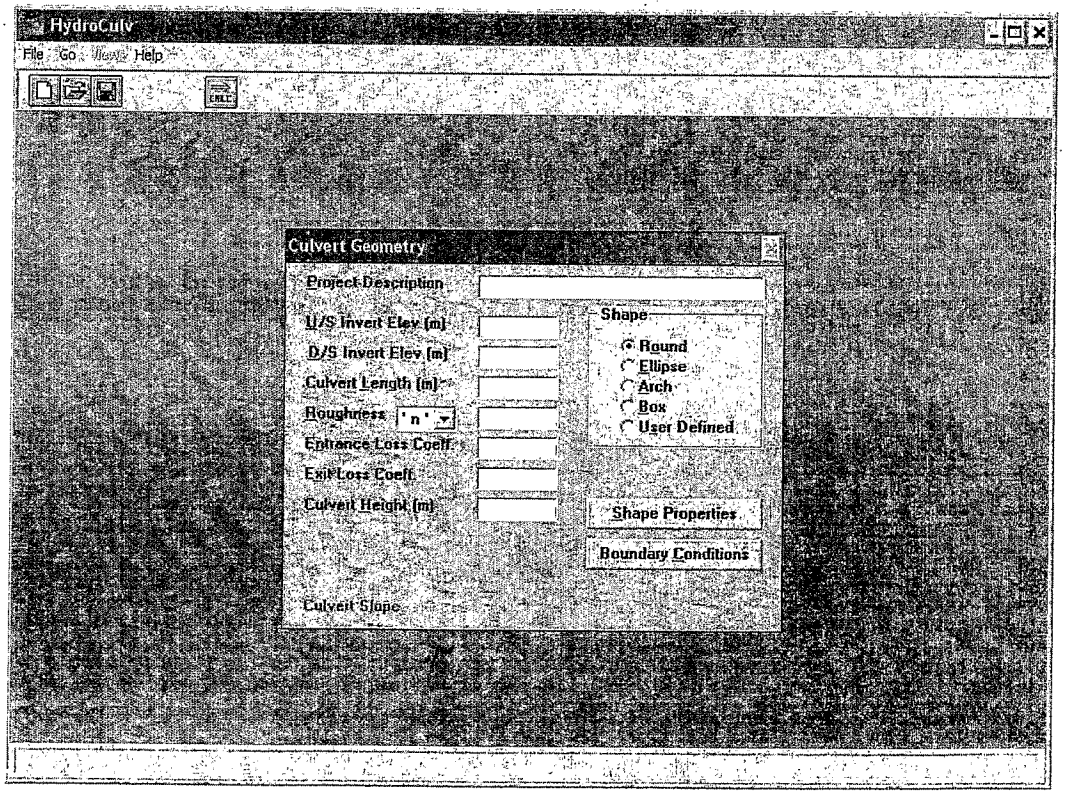
شکل ۲-۱ نمایی از پنجره ابتدایی نرم‌افزار *Flow Pro*



شکل ۲-۲ نمایی از پنجره ابتدایی نرم‌افزار *Channel*



شکل ۲-۳ خلاصه‌ای از روش استفاده شده به صورت فلوچارت در نرم‌افزار *HydroCulv V1.1*



شکل ۲-۴ نمایی از پنجره ابتدایی نرم‌افزار *HydroCulv V1.1*