





دانشگاه شاهرز

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته آبیاری و زهکشی

تعیین کیفیت آب رودخانه کر در محدوده پایین دست سد درودزن تا

دریاچه بختگان و شبیه سازی کیفی رودخانه با استفاده از مدل

QUAL2K

توسط

محمد رضا حاتمی زاده

استاد راهنما:

دکتر مسعود نوشادی

شهریور ماه ۱۳۸۶

۹۴۱۳

به نام خدا

تعیین کیفیت آب رودخانه کر در محدوده پایین دست سد درودزن تا دریاچه بختگان و شبیه سازی
کیفی رودخانه با استفاده از مدل QUAL2K

به وسیله:

محمد رضا حاتمی زاده

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از
فعالیت های تحصیلی برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته:

آبیاری و زهکشی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی.....
دکتر مسعود نوشادی، استادیار بخش مهندسی آب (رئیس کمیته)
دکتر سیف الله امین، استاد بخش مهندسی آب
دکتر علیرضا کشاورزی، دانشیار بخش مهندسی آب:

شهریور ماه ۱۳۸۶

۱۳۸۶/۱۲/۱۱

تقدیم به

مادرم، کسی که اولین بار قلم نوشتن را به دستم داد،

پدرم، اولین استاد زندگی‌ام، در تمام مراحل زندگی

و همسرم، برای تمام خوبی‌ها و حمایت‌هایش

سپاسگزاری

اکنون که به یاری خداوند متعال، پایان نامه تحصیلی خود را به پایان رسانیده‌ام، لازم می‌دانم تا از زحمات بی‌دریغ و همه جانبه استاد گرامی جناب آقای دکتر مسعود نوشادی و همچنین از اساتید محترم مشاور جناب آقای دکتر سیف‌الله امین و جناب آقای دکتر علیرضا کشاورزی که با پیشنهادات سازنده خود در انجام بهتر این تحقیق نقش اساسی داشته‌اند صمیمانه سپاسگزاری و قدر دانی نمایم.

لازم است از خانم مهندس دالوند مسئول آزمایشگاه محیط زیست بخش مهندسی آب به خاطر حمایت‌های بی‌دریغ و ارزنده در آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب سپاسگزاری نمایم. در پایان از دوستان گرامی آقایان دکتر معراج مددی، مهندس مهدی کرمی مقدم، مهندس حسین آهنی، مهندس رسول عباسی، مهندس سعید جعفری، مهندس مهدی ولی‌زاده، مهندس مجید ارشدی، مهندس علی خسروی، مهندس علی شعبانی، مهندس محمد مهدی مقیمی، مهندس مهدی مهبد و خانم مقربی که حضورشان قوت قلبی بود برای گذر از این مرحله از زندگی قدر دانی نمایم و از درگاه ایزد منان برای کلیه این سروران بزرگووار آرزوی توفیق روزافزون دارم.

چکیده

تعیین کیفیت آب رودخانه کر در محدوده پایین دست سد درودزن تا دریاچه بختگان و شبیه‌سازی کیفی رودخانه با استفاده از مدل QUAL2K

توسط:

محمد رضا حاتمی زاده

از آنجایی که رودخانه کر یکی از منابع مهم تأمین آب استان فارس بوده و واحدهای بزرگ صنعتی، کشاورزی و مسکونی متعددی در حاشیه این رودخانه قرار دارند لذا انجام تحقیقاتی جامع پیرامون آلودگی‌های آن ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین دو هدف عمده در این تحقیق مد نظر قرار گرفت. در ابتدا شناخت وضعیت موجود رودخانه کر از نظر کیفی (نمونه‌برداری و آنالیز آزمایشگاهی) بعد از سد درودزن تا قبل از دریاچه‌های طشک و بختگان و واسنجی مدل QUAL2K و شبیه‌سازی کیفیت آب رودخانه کر با استفاده از این مدل.

به منظور تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری و همچنین منابع آلوده کننده رودخانه کر مسیر رودخانه در دو مرحله از زیر سد درودزن تا دریاچه بختگان پیمایش گردید و ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری تعیین شد. سپس نتایج بدست آمده، در مدل نرم‌افزاری QUAL2K مورد استفاده قرار گرفته و پس از کالیبره کردن مدل مذکور، وضعیت کیفیت آب رودخانه در وضع موجود و شرایط بحرانی پیش‌بینی و ارزیابی گردید. جهت مقایسه مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل در مقابل مقادیر اندازه‌گیری شده از روش‌های آماری استفاده گردید تا میزان اعتبار مدل مورد بررسی قرار گیرد. نتایج دلالت بر پیش‌بینی بهتر مدل در مرداد ماه نسبت به بهمن ماه داشته که از عوامل آن در نظر نگرفتن روان‌آب‌ها در مدل می‌باشد که این مسئله در اسفند ماه مشهودتر است. از دیگر عوامل اختلاف بین مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر اندازه‌گیری شده می‌توان به عدم وجود اطلاعات کافی هواشناسی در طول رودخانه، عدم وجود ایستگاه‌های هیدرومتری کافی و عدم اطلاعات کافی از کمیت و کیفیت منابع آلاینده ورودی به رودخانه و نیز برداشت‌های دقیق آب اشاره کرد. برای دسته بندی ایستگاه‌های مشابه و مشخص کردن عامل اصلی آلودگی در هر یک از این ایستگاه‌ها، آنالیز خوشه‌ای و روش تحلیل عاملی (Factor analysis) انجام گردید. نتایج نشان داد که گروه اول شامل ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ می‌باشند. این ۴ ایستگاه به دلیل پایین بودن آلودگی در اکثر تاریخ‌های نمونه‌برداری در یک گروه قرار گرفته‌اند. گروه دوم شامل ایستگاه ۵ و ۶ بوده که به دلیل نزدیکی این دو ایستگاه در اکثر نمونه‌برداری‌ها در یک گروه قرار گرفته‌اند. عامل اصلی آلودگی در این ایستگاه‌ها آمونیوم و نیترات و نیتريت می‌باشد. گروه سوم شامل ایستگاه ۷ می‌باشد که به دلیل ورود زهکش آهوچر و فاضلاب شهر مرودشت قبل از این ایستگاه به طور جداگانه در یک گروه قرار می‌گیرد. عامل آلودگی در این ایستگاه نیز NH_4 و NO_3 می‌باشد. گروه چهارم شامل ایستگاه‌های ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ می‌باشد. گروه پنجم شامل ایستگاه ۱۲ می‌باشد که بطور جداگانه در اکثر تاریخ‌ها در یک گروه قرار گرفته و عامل اصلی آلودگی در این ایستگاه پارامترهای کلر و هدایت الکتریکی می‌باشد.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- اهداف تحقیق
۳	۲-۱- کلیات
۳	۱-۲-۱- آلودگی آب‌ها و اهمیت آنها
۳	۱-۲-۲- آلاینده‌های آب و منابع آنها
۵	۱-۲-۳- استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی
۷	۱-۲-۴- استانداردهای خروجی فاضلاب
۸	۱-۳-۱- وضعیت عمومی منطقه مورد مطالعه
۸	۱-۳-۱- رودخانه کر
۹	۱-۳-۲- شرایط آب و هوایی حوضه آبریز رودخانه کر
۹	۱-۳-۳- ایستگاه‌های هیدرومتری
۹	۱-۳-۴- سد درودزن
۱۰	۱-۳-۵- بندهای پایین دست سد درودزن
۱۰	۱-۳-۵-۱- بند امیر
۱۰	۱-۳-۵-۲- بند فیض آباد
۱۰	۱-۳-۵-۳- بند تیلکان
۱۰	۱-۳-۵-۴- بند موان
۱۱	۱-۳-۵-۵- بند حسن آباد
۱۱	۱-۳-۵-۶- بند جهان آباد
۱۲	۱-۴-۱- منابع آلاینده در منطقه مورد مطالعه
۱۲	۱-۴-۱-۱- منابع آلوده کننده کشاورزی و دامی
۱۲	۱-۴-۱-۲- منابع آلوده کننده صنعتی
۱۲	۱-۴-۱-۳- منابع آلوده کننده انسانی
۱۶	۱-۴-۱-۴- منابع آلوده کننده طبیعی

عنوان

صفحه

۱۶	۵-۱- بررسی مدل‌های ریاضی و کامپیوتری کیفیت آب رودخانه‌ها و انتخاب مدل مناسب
۱۶	۱-۵-۱- مدل‌های ریاضی کیفیت آب رودخانه‌ها
۱۸	۲-۵-۱- مدل‌های کامپیوتری کیفیت آب رودخانه‌ها
۲۰	۶-۱- معرفی و کاربرد مدل QUAL2K جهت شبیه‌سازی کیفیت آب رودخانه کر
۲۰	۱-۶-۱- معرفی مدل QUAL2K
۲۲	۲-۶-۱- پارامترهای هندسی و هیدرولیکی مدل
۲۴	۱-۲-۶-۱- موازنه جریان
۲۵	۲-۲-۶-۱- معادله مانینگ
۲۷	۳-۶-۱- مدل درجه حرارت
۲۹	۴-۶-۱- شبیه‌سازی پارامترهای کیفی
۲۹	۱-۴-۶-۱- پارامترهای کیفی و موازنه جرم کلی
۳۱	۲-۴-۶-۱- پایه و اساس واکنش‌ها
۳۱	۱-۲-۴-۶-۱- واکنش‌های بیوشیمیایی
۳۱	۱-۱-۲-۴-۶-۱- فتوسنتز و تنفس گیاهان
۳۲	۲-۱-۲-۴-۶-۱- فرایند نیتریفیکاسیون
۳۲	۳-۱-۲-۴-۶-۱- فرایند دنیتریفیکاسیون
۳۲	۲-۲-۴-۶-۱- استوکیومتری مواد آلی
۳۲	۱-۲-۲-۴-۶-۱- تولید و مصرف اکسیژن
۳۲	۲-۲-۲-۴-۶-۱- آمونیوم به عنوان ماده غذایی
۳۳	۳-۲-۲-۴-۶-۱- نیترات به عنوان ماده غذایی
۳۳	۴-۲-۲-۴-۶-۱- مصرف CBOD در فرایند دنیتریفیکاسیون
۳۳	۵-۲-۲-۴-۶-۱- تأثیرات دما بر واکنش‌ها
۳۳	۳-۲-۴-۶-۱- متغیرهای ترکیبی
۳۴	۴-۲-۴-۶-۱- واکنش‌های پارامترهای کیفی
۳۴	۱-۴-۲-۴-۶-۱- ماده پایدار

عنوان

صفحه

۵۰	۲-۲- سابقه تحقیقات انجام شده بر روی مدل و رودخانه کر در داخل کشور
۵۱	۳-۲- سابقه تحقیقات انجام شده در خارج از کشور
۵۱	۱-۳-۲- سابقه تحقیقات انجام شده بر روی مدل
۵۴	۲-۳-۲- سابقه تحقیقات انجام شده با تجزیه و تحلیل آماری
۵۶	فصل سوم: مواد مورد نیاز و روش انجام کار
۵۶	۱-۳- مواد مورد نیاز
۵۷	۲-۳- جمع‌آوری اطلاعات موجود
۵۷	۳-۳- نمونه‌برداری از آب رودخانه کر
۵۸	۱-۳-۳- زمان نمونه‌برداری
۵۸	۲-۳-۳- مکان نمونه‌برداری
۷۴	۴-۳- آنالیز آزمایشگاهی
۷۴	۵-۳- تعیین اطلاعات مورد نیاز مدل کامپیوتری QUAL2K
۷۵	۶-۳- نحوه انجام مدل‌سازی کامپیوتری
۷۷	۷-۳- ضرایب سینتیکی مورد استفاده در مدل
۸۸	۸-۳- بررسی اعتبار مدل
۸۹	فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری
۸۹	۱-۴- بررسی نتایج آزمایشگاهی
۸۹	۱-۱-۴- نتایج آزمایشگاهی
۸۹	۲-۱-۴- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی
۸۹	۱-۲-۱-۴- تغییرات مکانی داده‌ها
۸۹	۱-۱-۲-۱-۴- نمونه‌برداری در تاریخ ۸۴/۳/۳۱
۹۱	۲-۱-۲-۱-۴- نمونه‌برداری در تاریخ ۸۴/۴/۲۲
۹۳	۳-۱-۲-۱-۴- نمونه‌برداری در تاریخ ۸۴/۵/۳
۹۶	۴-۱-۲-۱-۴- نمونه‌برداری در تاریخ ۸۴/۵/۱۷
۹۸	۵-۱-۲-۱-۴- نمونه‌برداری در تاریخ ۸۴/۷/۵

عنوان

صفحه

۱۰۱	۴-۱-۲-۱-۶-نمونه برداری در تاریخ ۸۴/۹/۲۰
۱۰۳	۴-۱-۲-۱-۷-نمونه برداری در تاریخ ۸۴/۱۲/۲۱
۱۰۵	۴-۱-۲-۱-۸-نمونه برداری در تاریخ ۸۵/۲/۱۲
۱۰۷	۴-۱-۲-۱-۹-نمونه برداری در تاریخ ۸۵/۳/۲۸
۱۳۱	۴-۱-۲-۲-تجزیه و تحلیل مکانی
۱۳۱	۴-۱-۲-۲-۱-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۱ (زیر سد درودزن)
۱۳۲	۴-۱-۲-۲-۲-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۲ (پل فلزی)
۱۳۴	۴-۱-۲-۲-۳-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۳ (قبل از زهکش کوه سبز)
۱۳۵	۴-۱-۲-۲-۴-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۴ (بعد از زهکش کوه سبز)
۱۳۷	۴-۱-۲-۲-۵-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۵ (قبل از رودخانه سیوند)
۱۳۹	۴-۱-۲-۲-۶-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۶ (پل خان)
۱۴۱	۴-۱-۲-۲-۷-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۷ (بند امیر)
۱۴۳	۴-۱-۲-۲-۸-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۸ (بند فیض آباد)
۱۴۵	۴-۱-۲-۲-۹-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۹ (پل رحمت آباد)
۱۴۷	۴-۱-۲-۲-۱۰-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۱۰ (بند تیلکان)
۱۴۸	۴-۱-۲-۲-۱۱-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۱۱ (بند حسن آباد)
۱۵۰	۴-۱-۲-۲-۱۲-تجزیه و تحلیل ایستگاه ۱۲ (پل شهید غنی زاده)
۱۶۵	۴-۲-شبهه سازی کیفیت آب رودخانه با استفاده از مدل QUAL2K
۱۶۵	۴-۱-۲-مقدمه
۱۶۵	۴-۲-۲-محاسبه دبی بحرانی در رودخانه کر
۱۶۷	۴-۲-۳-نتایج شبهه سازی کیفیت آب رودخانه کر
۱۹۷	۴-۳-تجزیه و تحلیل آماری
۱۹۷	۴-۱-۳-مقدمه
۱۹۷	۴-۲-۳-روش تحلیل
۱۹۸	۴-۳-۳-نتایج تحلیل آماری
۱۹۸	۴-۱-۳-۳-طبقه بندی داده های ۸۴/۳/۳۱ و ۸۴/۴/۲۲

عنوان

صفحه

۲۰۲	۴-۳-۲- طبقه‌بندی داده‌های ۸۴/۵/۳
۲۰۵	۴-۳-۳- طبقه‌بندی داده‌های ۸۴/۵/۱۷
۲۰۸	۴-۳-۴- طبقه‌بندی داده‌های ۸۴/۷/۵
۲۱۱	۴-۳-۵- طبقه‌بندی داده‌های ۸۴/۹/۲۰
۲۱۴	۴-۳-۶- طبقه‌بندی داده‌های ۸۴/۱۲/۲۱
۲۱۷	۴-۳-۷- طبقه‌بندی داده‌های ۸۵/۲/۱۲
۲۲۱	۴-۳-۸- طبقه‌بندی داده‌های ۸۵/۳/۲۸
۲۲۴	فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۲۲۴	۵-۱- بررسی کلی پارامترهای اندازه‌گیری در طول رودخانه کر در ۹ دوره نمونه‌برداری
۲۲۴	۵-۱-۱- اکسیژن محلول (DO)
۲۲۵	۵-۱-۲- اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (BOD_5)
۲۲۶	۵-۱-۳- هدایت الکتریکی (EC)
۲۲۷	۵-۱-۴- اسیدیته (pH)
۲۲۷	۵-۱-۵- آمونیوم
۲۲۸	۵-۱-۶- نیترات
۲۲۹	۵-۱-۷- نیتريت
۲۳۰	۵-۱-۸- کلر
۲۳۱	۵-۱-۹- ارتوفسفات (PO_4^{3-})
۲۳۱	۵-۱-۱۰- نیاز اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD)
۲۳۲	۵-۱-۱۱- کلیفرم کل (TC)
۲۳۲	۵-۱-۱۲- کلیفرم مدفوعی (FC)
۲۳۳	۵-۲- نتیجه‌گیری
۲۳۵	۵-۳- پیشنهادها
۲۳۶	منابع

فهرست جدول ها

صفحه

عنوان و شماره

۵	جدول ۱-۱- آلاینده‌های آب‌ها و منابع اصلی هر کدام از آنها
۷	جدول ۲-۱- خلاصه‌ای از توصیه‌های سازمان بهداشت جهانی برای کیفیت آب شرب
۸	جدول ۳-۱- استاندارد تخلیه فاضلاب برای برخی از متغیرهای کیفی
۱۳	جدول ۴-۱- مشخصات فاضلاب‌های شهری و روستایی
۱۴	جدول ۵-۱- روستاهای آلوده کننده رودخانه کر و سیوند
۱۹	جدول ۶-۱- مجموعه‌ای از مدل‌های کامپیوتری جهت شبیه‌سازی کیفیت آب رودخانه‌ها
۲۷	جدول ۷-۱- ضریب زبری مانینگ برای کانال‌های روباز مختلف
۲۹	جدول ۸-۱- اجزاء و متغیرهای مدل QUAL2K
۶۰	جدول ۱-۳- برنامه زمانی و مکانی نمونه‌برداری از آب رودخانه کر
۷۶	جدول ۲-۳- تعیین مشخصات هیدرولیکی رودخانه کر در بازه‌های مختلف
۷۸	جدول ۳-۳- ضرایب سینتیکی مورد استفاده در مدل برای رودخانه کر

فهرست شکل ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان و شماره</u>
۲۳	شکل ۱-۱- چگونگی تقسیم بندی یک رودخانه بدون شاخه‌های فرعی در مدل QUAL2K
۲۴	شکل ۲-۱- چگونگی تقسیم بندی و شماره گذاری بازه‌ها در یک رودخانه دارای شاخه‌های فرعی در مدل QUAL2K
۲۴	شکل ۳-۱- تقسیم یک بازه از رودخانه با خصوصیات مشخص به چند المان
۲۵	شکل ۴-۱- موازنه جریان برای هر المان
۲۵	شکل ۵-۱- کانال ذوزنقه‌ای و پارامترهای هندسی آن.
۲۸	شکل ۶-۱- موازنه درجه حرارت برای یک المان
۳۰	شکل ۷-۱- موازنه جرم
۳۱	شکل ۸-۱- سینتیک مدل و فرایندهای انتقال جرم
۴۰	شکل ۹-۱- نرخ هوادهی مجدد در مقابل عمق و سرعت
۴۴	شکل ۱۰-۱- شکل شماتیک مدل اکسیژن مورد نیاز رسوبات کف و فلاکس مواد مغذی رسوبات
۵۳	شکل ۱-۲- مقایسه بین دو مدل QUAL2E و QUAL2K
۶۱	شکل ۱-۳- ایستگاه ۱ (زیردست سد درودزن)
۶۲	شکل ۲-۳- ایستگاه ۲ (پل فلزی)
۶۳	شکل ۳-۳- ایستگاه ۳ (قبل از زهکش کوه سبز)
۶۴	شکل ۴-۳- ایستگاه ۴ (بعد از زهکش کوه سبز)
۶۵	شکل ۵-۳- ایستگاه ۵ (قبل از رودخانه سیوند)
۶۶	شکل ۶-۳- ایستگاه ۶ (پل خان)
۶۷	شکل ۷-۳- ایستگاه ۶ (بند امیر)
۶۸	شکل ۸-۳- ایستگاه ۸ (بند فیض آباد)
۶۹	شکل ۹-۳- ایستگاه ۹ (پل رحمت آباد)
۷۰	شکل ۱۰-۳- ایستگاه ۱۰ (بند تیلکان)
۷۱	شکل ۱۱-۳- ایستگاه ۱۱ (بند حسن آباد)

عنوان و شماره

صفحه

۷۲	شکل ۳-۱۲- ایستگاه ۱۲ (پل شهید غنی زاده)
۷۳	شکل ۳-۱۳- نمای زهکش کوه سبز
۷۳	شکل ۳-۱۴- نمای زهکش آهوچر
۷۳	شکل ۳-۱۵- نمای کانال خروجی تصفیه خانه مرودشت
۸۰	شکل ۳-۱۶- مقطع عرضی شماره ۱ رودخانه
۸۰	شکل ۳-۱۷- مقطع عرضی شماره ۲ رودخانه
۸۱	شکل ۳-۱۸- مقطع عرضی شماره ۳ رودخانه
۸۱	شکل ۳-۱۹- مقطع عرضی شماره ۴ رودخانه
۸۲	شکل ۳-۲۰- مقطع عرضی شماره ۵ رودخانه
۸۲	شکل ۳-۲۱- مقطع عرضی شماره ۶ رودخانه
۸۳	شکل ۳-۲۲- مقطع عرضی شماره ۷ رودخانه
۸۳	شکل ۳-۲۳- مقطع عرضی شماره ۸ رودخانه
۸۴	شکل ۳-۲۴- مقطع عرضی شماره ۹ رودخانه
۸۴	شکل ۳-۲۵- مقطع عرضی شماره ۱۰ رودخانه
۸۵	شکل ۳-۲۶- مقطع عرضی شماره ۱۱ رودخانه
۸۵	شکل ۳-۲۷- مقطع عرضی شماره ۱۲ رودخانه
۸۶	شکل ۳-۲۸- مقطع عرضی شماره ۱۳ رودخانه
۸۶	شکل ۳-۲۹- مقطع عرضی شماره ۱۴ رودخانه
۸۷	شکل ۳-۳۰- مقطع عرضی شماره ۱۵ رودخانه
۱۱۱	شکل ۴-۱- تغییرات DO در طول رودخانه کر بر حسب میلی گرم بر لیتر
۱۱۳	شکل ۴-۲- تغییرات NO ₃ در طول رودخانه کر بر حسب میلی گرم بر لیتر
۱۱۵	شکل ۴-۳- تغییرات NO ₂ در طول رودخانه کر بر حسب میلی گرم بر لیتر
۱۱۷	شکل ۴-۴- تغییرات Cl در طول رودخانه کر بر حسب میلی گرم بر لیتر
۱۱۹	شکل ۴-۵- تغییرات pH در طول رودخانه کر
۱۲۱	شکل ۴-۶- تغییرات COD در طول رودخانه کر بر حسب میلی گرم بر لیتر
۱۲۲	شکل ۴-۷- تغییرات PO ₄ در طول رودخانه کر بر حسب میلی گرم بر لیتر
۱۲۴	شکل ۴-۸- تغییرات TC در طول رودخانه کر بر (MPN/100ml)
۱۲۵	شکل ۴-۹- تغییرات FC در طول رودخانه کر بر (MPN/100ml)

- شکل ۴-۱۰- تغییرات EC در طول رودخانه کر بر حسب دسی‌زیمنس برمتر ۱۲۶
- شکل ۴-۱۱- تغییرات NH_4 در طول رودخانه کر بر حسب میلی‌گرم بر لیتر ۱۲۸
- شکل ۴-۱۲- تغییرات BOD_5 در طول رودخانه کر بر حسب میلی‌گرم بر لیتر ۱۳۰
- شکل ۴-۱۳- تغییرات اکسیژن محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۵۳
- شکل ۴-۱۴- تغییرات BOD_5 محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۵۴
- شکل ۴-۱۵- تغییرات EC محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۵۵
- شکل ۴-۱۶- تغییرات pH محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۵۶
- شکل ۴-۱۷- تغییرات COD محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۵۷
- شکل ۴-۱۸- تغییرات CL محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۵۸
- شکل ۴-۱۹- تغییرات NO_3 محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۵۹
- شکل ۴-۲۰- تغییرات NO_2 محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۶۰
- شکل ۴-۲۱- تغییرات NH_4 محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۶۱
- شکل ۴-۲۲- تغییرات PO_4 محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۶۲
- شکل ۴-۲۳- تغییرات TC محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۶۳
- شکل ۴-۲۴- تغییرات FC محلول در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری در طول رودخانه کر در تاریخ‌های مختلف ۱۶۴
- شکل ۴-۲۵- رابطه دبی و دوره برگشت در ایستگاه پل خان (مرداد ماه) و محاسبه دبی بحرانی ۱۶۶

عنوان و شماره

صفحه

شکل ۴-۲۶- زمان پیمایش جریان شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، مرداد	۱۳۸۴
۱۶۷	
شکل ۴-۲۷- زمان پیمایش جریان شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، اسفند	۱۳۸۴
۱۶۸	
شکل ۴-۲۸- زمان پیمایش جریان شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط بحرانی	
۱۶۸	
شکل ۴-۲۹- تغییرات دبی شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، مرداد ۱۳۸۴	
۱۶۹	
شکل ۴-۳۰- تغییرات دبی شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، اسفند ۱۳۸۴	
۱۷۰	
شکل ۴-۳۱- تغییرات دبی شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط بحرانی	
۱۷۰	
شکل ۴-۳۲- تغییرات سرعت جریان شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، مرداد	۱۳۸۴
۱۷۱	
شکل ۴-۳۳- تغییرات سرعت جریان شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، اسفند	۱۳۸۴
۱۷۱	
شکل ۴-۳۴- تغییرات سرعت جریان شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط بحرانی	
۱۷۲	
شکل ۴-۳۵- تغییرات عمق آب شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، مرداد	۱۳۸۴
۱۷۳	
شکل ۴-۳۶- تغییرات عمق آب شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، اسفند	۱۳۸۴
۱۷۳	
شکل ۴-۳۷- تغییرات عمق آب شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط بحرانی	
۱۷۴	
شکل ۴-۳۸- میزان هوادهی مجدد شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، مرداد	۱۳۸۴
۱۷۵	
شکل ۴-۳۹- میزان هوادهی مجدد شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، اسفند ۱۳۸۴	
۱۷۵	
شکل ۴-۴۰- میزان هوادهی مجدد شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط بحرانی	
۱۷۶	

۱۷۷	شکل ۴-۴۱- تغییرات دمای شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل و مقایسه آن با نتایج اندازه‌گیری شده، مرداد ۱۳۸۴
۱۷۷	شکل ۴-۴۲- تغییرات دمای شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل و مقایسه آن با نتایج اندازه‌گیری شده، اسفند ۱۳۸۴
۱۷۸	شکل ۴-۴۳- تغییرات دمای شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط بحرانی
۱۸۰	شکل ۴-۴۴- تغییرات هدایت الکتریکی شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل و مقایسه آن با نتایج اندازه‌گیری شده، مرداد ۱۳۸۴
۱۸۰	شکل ۴-۴۵- تغییرات هدایت الکتریکی شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل و مقایسه آن با نتایج اندازه‌گیری شده، اسفند ۱۳۸۴
۱۸۱	شکل ۴-۴۶- تغییرات هدایت الکتریکی در طول رودخانه شبیه‌سازی شده توسط مدل در شرایط بحرانی
۱۸۲	شکل ۴-۴۷- تغییرات اکسیژن محلول در طول رودخانه شبیه‌سازی شده توسط مدل و مقایسه آن با نتایج اندازه‌گیری شده، مرداد ۱۳۸۴
۱۸۳	شکل ۴-۴۸- تغییرات اکسیژن محلول شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل و مقایسه آن با نتایج اندازه‌گیری شده، اسفند ۱۳۸۴
۱۸۳	شکل ۴-۴۹- تغییرات اکسیژن محلول شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط بحرانی
۱۸۵	شکل ۴-۵۰- تغییرات BOD شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل و مقایسه آن با نتایج اندازه‌گیری شده، مرداد ۱۳۸۴
۱۸۵	شکل ۴-۵۱- تغییرات BOD نهایی شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل و مقایسه آن با نتایج اندازه‌گیری شده، اسفند ۱۳۸۴
۱۸۶	شکل ۴-۵۲- تغییرات BOD نهایی شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط بحرانی
۱۸۷	شکل ۴-۵۳- تغییرات NH_4 شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، مرداد ۱۳۸۴
۱۸۸	شکل ۴-۵۴- تغییرات NH_4 شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر شبیه‌سازی شده توسط مدل، اسفند ۱۳۸۴

- شکل ۴-۵۵- تغییرات NH_4 شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط
 ۱۸۸ بحرانی
- شکل ۴-۵۶- تغییرات نیترات شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل مرداد ۱۳۸۴ ۱۹۰
- شکل ۴-۵۷- تغییرات نیترات شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، اسفند ۱۳۸۴ ۱۹۰
- شکل ۴-۵۸- تغییرات نیترات شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط
 ۱۹۱ بحرانی
- شکل ۴-۵۹- تغییرات pH شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل و مقایسه آن با
 ۱۹۲ نتایج اندازه‌گیری شده، مرداد ۱۳۸۴
- شکل ۴-۶۰- تغییرات pH شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل و مقایسه آن با
 ۱۹۲ نتایج اندازه‌گیری شده، اسفند ۱۳۸۴
- شکل ۴-۶۱- تغییرات pH شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط بحرانی ۱۹۳
- شکل ۴-۶۲- تغییرات ارتوفسفات شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، مرداد
 ۱۹۴ ۱۳۸۴
- شکل ۴-۶۳- تغییرات ارتوفسفات شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل، اسفند
 ۱۹۴ ۱۳۸۴
- شکل ۴-۶۴- تغییرات ارتوفسفات شبیه‌سازی شده در طول رودخانه کر توسط مدل در شرایط
 ۱۹۵ بحرانی
- شکل ۴-۶۵، نمودار شاخه‌ای برای داده‌های اندازه‌گیری شده در تاریخ‌های ۸۴/۳/۳۱ و ۸۴/۴/۲۲ ۱۹۹
- شکل ۴-۶۶، اسکری پلات فاکتورهای اصلی مربوط به داده‌های ۸۴/۳/۳۱ و ۸۴/۴/۲۲ ۲۰۱
- شکل ۴-۶۷، لودینگ پلات فاکتورهای اول و دوم برای داده‌های ۸۴/۳/۳۱ و ۸۴/۴/۲۲ و اثر
 ۲۰۱ پارامترها بر روی فاکتورها
- شکل ۴-۶۸، اسکور پلات دسته بندی انجام شده براساس فاکتورهای اصلی اول و دوم برای
 ۲۰۲ داده‌های ۸۴/۳/۳۱ و ۸۴/۴/۲۲
- شکل ۴-۶۹، نمودار شاخه‌ای برای داده‌های اندازه‌گیری شده در تاریخ ۸۴/۵/۳ ۲۰۳
- شکل ۴-۷۰، اسکری پلات فاکتورهای اصلی مربوط به تاریخ ۸۴/۵/۳ ۲۰۴
- شکل ۴-۷۱، لودینگ پلات فاکتورهای اول و دوم برای داده ۸۴/۵/۳ و اثر پارامترها بر روی
 ۲۰۴ فاکتورها
- شکل ۴-۷۲، اسکور پلات دسته بندی انجام شده براساس فاکتورهای اصلی اول و دوم برای
 ۲۰۵ داده ۸۴/۵/۳

عنوان و شماره

صفحه

- شکل ۴-۷۳، نمودار شاخه‌ای برای داده‌های اندازه‌گیری شده در تاریخ ۸۴/۵/۱۷
- شکل ۴-۷۴، اسکری پلات فاکتورهای اصلی مربوط به تاریخ ۸۴/۵/۱۷
- شکل ۴-۷۵، لودینگ پلات فاکتورهای اول و دوم برای داده ۸۴/۵/۱۷ و اثر پارامترها بر روی فاکتورها
- شکل ۴-۷۶، اسکور پلات دسته بندی انجام شده براساس فاکتورهای اصلی اول و دوم برای داده ۸۴/۵/۱۷
- شکل ۴-۷۷، نمودار شاخه‌ای برای داده‌های اندازه‌گیری شده در تاریخ ۸۴/۷/۵
- شکل ۴-۷۸، اسکری پلات فاکتورهای اصلی مربوط به تاریخ ۸۴/۷/۵
- شکل ۴-۷۹، لودینگ پلات فاکتورهای اول و دوم برای داده ۸۴/۷/۵ و اثر پارامترها بر روی فاکتورها
- شکل ۴-۸۰، اسکور پلات دسته بندی انجام شده براساس فاکتورهای اصلی اول و دوم برای داده ۸۴/۷/۵
- شکل ۴-۸۱، نمودار شاخه‌ای برای داده‌های اندازه‌گیری شده در تاریخ ۸۴/۹/۲۰
- شکل ۴-۸۲، اسکری پلات فاکتورهای اصلی مربوط به تاریخ ۸۴/۹/۲۰
- شکل ۴-۸۳، لودینگ پلات فاکتورهای اول و دوم برای داده ۸۴/۹/۲۰ و اثر پارامترها بر روی فاکتورها
- شکل ۴-۸۴، اسکور پلات دسته بندی انجام شده براساس فاکتورهای اصلی اول و دوم برای داده ۸۴/۹/۲۰
- شکل ۴-۸۵، نمودار شاخه‌ای برای داده‌های اندازه‌گیری شده در تاریخ ۸۴/۱۲/۲۱
- شکل ۴-۸۶، اسکری پلات فاکتورهای اصلی مربوط به تاریخ ۸۴/۱۲/۲۱
- شکل ۴-۸۷، لودینگ پلات فاکتورهای اول و دوم برای داده ۸۴/۱۲/۲۱ و اثر پارامترها بر روی فاکتورها
- شکل ۴-۸۸، اسکور پلات دسته بندی انجام شده براساس فاکتورهای اصلی اول و دوم برای داده ۸۴/۱۲/۲۱
- شکل ۴-۸۹، نمودار شاخه‌ای برای داده‌های اندازه‌گیری شده در تاریخ ۸۵/۲/۱۲
- شکل ۴-۹۰، اسکری پلات فاکتورهای اصلی مربوط به تاریخ ۸۵/۲/۱۲
- شکل ۴-۹۱، لودینگ پلات فاکتورهای اول و دوم برای داده ۸۵/۲/۱۲ و اثر پارامترها بر روی فاکتورها