

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت سهامی آب منطقه‌ای

کمیته تحقیقات

(طرح تحقیقات کاربردی)

گزارش نهایی

بررسی روند سالیانه آلودگی فسفات و نیترات در منابع آب و خاک و گیاه برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان

سازمان مجری: موسسه تحقیقات زیست محیطی خاک و آب

پژوهشگر: مسعود پارس‌پور نژاد

تیر ۱۳۹۱

فهرست مطالب

۳.....	مقدمه
۵.....	هدف از انجام این تحقیق
۵.....	مروری بر منابع
۲۰.....	روش کار
۲۵.....	نتایج
29.....	منابع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۸	جدول ۱- شرح نقاط نمونه برداری منطقه مورد مطالعه

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۰	شکل ۱- نمودارهای تغییرات EC در منطقه مورد مطالعه
۱۱	شکل ۲- نمودارهای تغییرات نیترات در منطقه مورد مطالعه
۱۲	شکل ۳- نمودارهای تغییرات فسفات در منطقه مورد مطالعه

استان گیلان با بارندگی متوسط سالانه ۱۲۰۰ میلی‌متر یکی از مناطق پرباران محسوب می‌شود و این در حالی است که افزایش جمعیت، ارتقا سطح زندگی و به موازات آن توسعه شهری، صنعتی و کشاورزی روز به روز نیاز به مصرف آب را افزایش می‌دهد.

پدیده صنعتی شدن که در دو دهه اخیر رشد چشمگیری داشته است تنها مصرف آب را افزایش نداده بلکه شرایط مساعد جهت افول کیفی منابع آبی را نیز فراهم نموده است. فعالیت‌های انسان در بخش شهری، صنعتی و کشاورزی موجب شده که از طریق دفع پساب‌های صنعتی، کشاورزی و فاضلاب‌های خانگی در مناطق فاقد سیستم جمع‌آوری و تصفیه، آلودگی‌های آب افزایش یافته و از سوی دیگر، استفاده بیش از حد از منابع آب زیرزمینی و آب‌های سطحی موجبات ناپایداری منابع آب را فراهم نماید.

با توجه به روند رو به گسترش برداشت‌های آب در بالادست رودخانه سفیدرود، در آینده نه چندان دور علاوه بر کمیت، با انتقال آلودگی‌های ناشی از پساب کشاورزی، به میزان قابل توجهی از کیفیت منابع آب در منطقه کاسته شده و برای شرب و یا حتی کشاورزی عاری از آسیب نخواهد بود. در محدوده شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود به دلیل نوع کاربری اراضی کشاورزی و استفاده مجدد از زهاب‌ها و در نتیجه تغییرات کیفی آب زمینه بروز مشکلات زیست محیطی فراهم است. همچنین ورود پساب‌های صنعتی و شهری به نه‌های طبیعی و زهکش‌های کشاورزی با توجه به میزان آلودگی‌های میکروبی، فلزات سنگین و مواد نفتی و روغنی کیفیت آب و در نتیجه محصولات کشاورزی و در نهایت سلامت جامعه را تهدید می‌کند. در این میان آلودگی‌های ناشی از مصارف بی‌رویه کودهای شیمیایی و به طور مشخص تجمع نیترات و فسفات که در منابع مختلف از نمونه‌های مهم مدیریت اراضی کشاورزی در منطقه است. بررسی‌های انجام شده در این منطقه نوعاً بر اساس نمونه‌هایی با فواصل زمانی زیاد و بدون در نظر گرفتن عوامل موثر بر رشد آلودگی‌های تحت مطالعه انجام گرفته است. تفاوت این تحقیق با تحقیقات مشابه انجام شده در این است که در طی یک فصل با اندازه‌گیری‌های متوالی با فواصل زمانی کم (سه روزه) که زمینه پایش پیوسته مقدار ورودی و خروجی فسفر و نیترات بر روی نمونه آب، خاک و گیاه برنج باشد با دقت اندازه‌گیری شده و ارتباط آن با عوامل زراعی مدیریت (کود پاشی، آبیاری و ...) مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

هدف از انجام این تحقیق

- بررسی کمی بیلان نیترات و فسفات در آب ورودی و خروجی اراضی شالیزاری در طی یک فصل

زراعی

- بررسی کمی تجمع نیترات و فسفات در نمونه خاک و گیاه در سری زمانی مشابه

- ارزیابی روند تجمع املاح فوق در منابع مختلف و مقایسه آن با شاخص‌های استاندارد منابع آب، خاک

و مصرف محصول برنج

- بررسی اثر مدیریت‌های زراعی (کودپاشی، آبیاری و...) بر مقدار و روند تغییرات نیترات و فسفر در آب

و خاک و گیاه

- بررسی و تعیین منابع مولد آلودگی‌های مذکور

- بررسی اثرات زیست محیطی این آلودگی‌ها

مروری بر منابع

مهندسین مشاور پندام (۱۳۸۳) در مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان نشان داد

میزان BOD ، COD ، تعداد کل کلیفرم‌ها، نیترات، چربی و روغن و دترجنت‌ها در نمونه آب بیش از حد

مجاز استاندارد بوده است. مقدار کل آهن، سرب، مس، نیکل و روی در خاک بیش از حد مجاز بوده است.

همچنین مقدار نیکل و روی در نمونه محصول برنج نیز بیش از حد مجاز بوده است.

مهندسین مشاور طیف ساز سبز (۱۳۸۴) در مطالعات کمی و کیفی منابع آب دشت فومنات به این

نتیجه رسید که از نظر هدایت الکتریکی، pH ، فسفر، قارچ‌کش ادیفنغوس و علف‌کش بوتاکلر رودخانه پیربازار

بیشترین مقدار را دارا بوده که اختلاف معنی‌داری با مقادیر موجود در سایر رودخانه‌ها دارد که علت را می-

توان آلودگی‌های متأثر از ورود مواد شیمیایی و پساب‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری دانست که موجب

افزایش غلظت این مواد و مانع از تاثیر موجودات زنده در تجزیه مواد مورد مطالعه می‌باشد. وجود این مواد

علاوه بر آلودگی زیست محیطی می‌تواند مانع از فعالیت میکروارگانیسم‌ها در آب شود. از نظر نیترات و ازت

کل علاوه بر رودخانه پیربازار، رودخانه مرغک بیشترین مقدار را داراست که علت را می‌توان در الگوی کشت

متفاوت در حاشیه این رودخانه و کشت سبزی و صیفی دانست که ازت بیشتری مصرف می‌کنند. سم

دیازینون در رودخانه ماسوله رودخان بیشترین غلظت را داراست که علت را می‌توان الگوی کشت متفاوت این منطقه دانست.

مهندسین مشاور طراحان البرز سبز (۱۳۸۸) در مطالعات کمی و کیفی منابع آب دشت آستانه و کوچصفهان به این نتیجه رسیدند که آلودگی فسفات، جیوه، کلیفرم و سموم کشاورزی ادیفنفوس، دیازینون و بوتاکلر در آب رودخانه سفیدرود بطور پیوسته در طی فصل زراعی مشاهده شده است.

مطالعات شیرین فکر (۱۳۷۷) نشان داد که غلظت هیچ یک از فلزات سنگین (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) در فصل بهار در آب رودخانه‌های گوهررود، زرچوب و پیربازاررود از حد استانداردهای موجود در جهان بالاتر نبوده است. اما با دور شدن از رودخانه، غلظت فلزات قابل جذب در خاک‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافته است. همچنین مطالعات ایشان گویای این مطلب است که غلظت فلزات در اندام هوایی گیاه برنج کاشته شده در خاک‌های حاشیه این رودخانه‌ها به طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌های مناطق دورتر از رودخانه است. مقایسه مقادیر فلزات در این گیاه با استانداردهای جهانی نشان داد که غلظت فلزات اندازه‌گیری شده پایین‌تر از آستانه سمیت بوده است.

مطالعات ملکوتی (۱۳۸۱) نشان می‌دهد یکی از منابع آلودگی منابع آب، استفاده بی‌رویه و غیر علمی از نهاده‌های کشاورزی و شستشوی این مواد در اثر آبیاری در اراضی شالیزاری است که ما را ملزم می‌کند برای این موضوع که از لحاظ اهمیت دست کمی از بحران کمبود آب ندارد چاره‌ای بیاندیشیم. بررسی مدیریت توام آبیاری و کود نیتروژنه و همچنین بررسی اثرات متقابل این دو عامل می‌تواند شرایط مناسبی را در جهت تقلیل مصرف آب و کود شیمیایی فراهم کند.

ذاکر مشفق (۱۳۸۷) در سه ایستگاه سد منجیل، سد تاریک و پل کیاشهر مقادیر کادمیوم را بترتیب ۰/۰۰۴، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۵ میلی‌گرم در لیتر و مقادیر آرسنیک را ۰/۶۵، ۰/۶۵ و ۰/۶۲ میلی‌گرم در لیتر گزارش نموده است.

خانی (۱۳۸۰) در مطالعات مدیریت زیست محیطی کنترل نیترات و کادمیوم در شالیزارهای شمال کشور از طریق اصلاح کمی و کیفی کودهای شیمیایی به این نتیجه رسید که غلظت نیترات در آب‌های

سطحی کمتر از ۵ ppm است اما گاهی غلظت‌های بالاتر در آب‌های زیرزمینی دیده می‌شود. آزمایش بیش از ۲۰۰۰ چاه نشان داد که ۲۵/۵٪ از چاه‌ها بیش از ۲۰ ppm نیترات داشته، ۱۸/۸٪ بیش از ۵۰ ppm و ۵/۳٪ بیش از ۳۰۰ ppm نیترات داشته‌اند.

یوسفی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای تاثیر ورود مواد شیمیایی به آب زهکش‌های حوزه سفیدرود در استان گیلان مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه شش زهکش اصلی دشت سفیدرود که از سفیدرود نشأت گرفته و پس از آبیاری اراضی شالیزاری دشت گیلان وارد دریای خزر می‌شوند مورد مطالعه قرار گرفت. در طی نه ماه از آب شش زهکش نمونه برداری شد. بر روی نمونه‌های آب برداشت شده مقدار کدورت، PH، TDS، دما، BOD، DO، فسفات، نیترات و کلیفرم اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از برنامه Water Quality Index Calculator مقدار شاخص کیفیت آب زهکش‌ها تعیین شد. نتایج نشان داد زهکش‌ها از نظر شاخص کیفی BOD در بسیاری از موارد بالاخص ماه‌های تشدید فعالیت‌های کشاورزی فراتر از حداکثر مقدار مجاز می‌باشد. شاخص میکروبی کلیفرم در مقادیر بسیار فراتر از میزان مجاز بخصوص در فصل فعالیت‌های کشاورزی مشاهده شده است و بالاخص در فصول گرم سال همراه با کاهش دبی آب زهکش‌ها به نحو فزاینده‌ای تا بیش از ۱۲ برابر میزان مجاز افزایش نشان می‌دهد که این امر نشان از ورود حجم زیاد فاضلاب‌های شهری و پساب‌های صنعتی و کشاورزی به این زهکش‌ها دارد. شاخص کیفیت آب (WQI) تنها در ۵ مورد در خمامرود (گلشن و لیجاری)، گیشه‌مرده (چپر پل زمان و حاج بکنده) و نیز در اشمکرود در ماه بهمن بالاتر از ۷۰ و کیفیت آب در حد مطلوب بوده است و در بقیه موارد شاخص کمتر از ۷۰ و کیفیت آب در حد متوسط و یا حتی بد ارزیابی شد. بطور کلی شاخص کیفیت آب زهکش‌ها بین ۴۵ تا ۷۸ و کیفیت آب بین بد تا مطلوب متغیر است. با توجه به اینکه از آب این زهکش‌ها جهت آبیاری مزارع شالیزاری و حتی در آبیاری سبزیجات برگی و گیاهان جالیزی استفاده می‌شود لازم است تا تمهیدات لازم جهت کاهش آلودگی‌ها، جلوگیری از ورود فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های کشاورزی و صنعتی به این زهکش‌ها بعمل آید. در دشت لاهیجان- لنگرود در منطقه گل سفید استان گیلان استفاده از آب فاضلاب در آبیاری در سال- های اخیر رواج یافته است. نظری و همکاران (۱۳۸۹) اثرات زیست محیطی و زراعی استفاده از آب‌های

نامتعارف در اراضی شالیزاری را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه، هدف، بررسی اثر آبیاری با آب رودخانه لنگرود که حاوی فاضلاب شهری و صنعتی است بر روی تجمع فلزات سنگین در خاک و گیاه برنج بوده است. نتایج مطالعه نشان داد که در حال حاضر میزان تجمع عناصر کادمیوم، مس، کروم، سرب و نیکل در خاک در محدوده مجاز قرار داشته است اما تجمع عناصر روی و سرب در دانه گیاه برنج که مهمترین بخش این گیاه است و مستقیماً مصرف انسانی دارد، در منطقه آبیاری شده با آب آلوده به فاضلاب تفاوت معناداری با منطقه آبیاری شده با آب غیر آلوده دارد. در مورد تجمع عنصر سمی کادمیوم در برنج، نتایج نشان داد که هر چند تفاوت معنی‌داری بین مناطق آبیاری شده با آب آلوده با فاضلاب و آب معمولی وجود نداشته است اما میزان تجمع این عنصر در برنج از مقدار مجاز آن کمی متجاوز شده است و چنانچه در این مورد تمهیداتی به کار گرفته نشود این مسئله نیز در آینده مشکل‌ساز خواهد شد. با توجه به اثرات زیان‌باری که فلزات سمی فوق در سلامت انسان دارد، لزوم توجه بیشتر به کنترل این آلاینده‌ها وجود دارد.

در چند دهه اخیر به دلیل رشد جمعیت و افزایش نیاز بشر به غذا، استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی رواج یافته که موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی در بسیاری از مناطق شده است. امروزه، نیترات یکی از رایج‌ترین انواع آلودگی بوده که از منابع مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی وارد منابع آب سطحی می‌گردد. خوش‌روش و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقات خود از تکنیک‌های هوشمند نظیر شبکه عصبی و سیستم عصبی- فازی به عنوان ابزاری کاملاً انعطاف‌پذیر در شبیه‌سازی تغییرات غلظت نیترات در رودخانه زیارت واقع در شهرستان گرگان استفاده نمودند. شبکه عصبی مصنوعی و سیستم عصبی- فازی به عنوان مدل‌هایی که با تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود، امکان استخراج روابط غیر خطی و نامشخص را فراهم می‌سازند موفق ظاهر شده‌اند. نتایج نشان داد که مقدار نیترات با روش شبکه عصبی پیش‌بینی شده بطوری که ضریب تبیین روش عصبی فازی برابر ۰/۹ و روش شبکه عصبی برابر ۰/۸۲ شده است.

شناخت وضعیت هیدروشیمیایی و پهنه‌بندی به تعریف بهینه استراتژی‌های مختلف جهت برداشت آب در راستای مقاصد از جمله مصارف کشاورزی کمک می‌کند. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یکی از بهترین تکنولوژی‌هایی است که کاربردهای متنوعی دارد، که از آن جمله می‌توان به پهنه‌بندی کیفی آب

زیرزمینی از لحاظ کشاورزی اشاره نمود. سهرابی (۱۳۸۷) به بررسی استفاده از GIS در پهنه‌بندی کیفی آب زیرزمینی دشت اوان از لحاظ تعیین منابع مناسب آب زیرزمینی جهت کشاورزی پرداخت. با وارد کردن داده‌ها در محیط GIS، لایه‌های مورد نیاز با روش درون‌یابی تهیه گردید، سپس با همپوشانی مناسب لایه‌های مذکور به صورت نقشه‌های مجزا ترسیم گردید. براساس نقشه پهنه‌بندی دشت اوان، تقریباً نیمی از دشت (بخش‌های جنوبی جنوبی و شمال غربی) از لحاظ کشاورزی در رده نامناسب قرار می‌گیرد. با توجه به کیفیت نامناسب آب برای کشاورزی در قسمت‌های جنوب، شمال غربی و جنوبی دشت پیشنهاد می‌شود محصولاتی مانند گندم، جو، پنبه، یونجه، علف‌های کشاورزی و ... که نسبت به آب‌هایی با مجموع املاح بالا مقاوم هستند در ناحیه کشت شوند. در بخش شمال منطقه که اولین دریافت‌کنندگان آب تغذیه‌ای می‌باشند، قرار دارند، و کیفیت آب در این بخش از منطقه بسیار مناسب می‌باشد. با استفاده از این نقشه‌ها به راحتی می‌توان مکان‌های مناسب از لحاظ کشاورزی را تشخیص داد و با به روز کردن اطلاعات، مدیریت بهتری را بر روی کیفیت آب منطقه اعمال کرد.

رودخانه‌ها مهمترین و متداول‌ترین منابع تامین آب آشامیدنی، کشاورزی و صنعت به شمار می‌آیند و به علت اینکه از بسترها و مناطق مختلفی می‌گذرند و در ارتباط مستقیم با محیط پیرامون خود هستند نوسانات کیفی زیادی دارند. از آنجائیکه همه آنها حاوی مقادیر مختلفی از نمک‌های گوناگون هستند لذا تلاش چشمگیری برای طبقه‌بندی کیفیت آب براساس تجزیه‌های شیمیایی انجام شده است. معاضد و همکاران (۱۳۸۹) کیفیت آب رودخانه کرخه در ایستگاه حمیدیه جهت استفاده در بخش کشاورزی توسط شاخص‌های ویلکاکس، فائو و رهنمودهای آبیاری آیرز و وستکات مورد بررسی قرار دادند بر اساس شاخص ویلکاکس کیفیت آب طی فصول سال تقریباً ثابت و در رده C3-S1 قرار می‌گیرد و از لحاظ نسبت جذب سدیم در محدوده کم خطر قرار دارد، اما از لحاظ شوری در محدوده‌های آب‌های با شوری زیاد طبقه‌بندی می‌شود و بر مبنای طبقه‌بندی از لحاظ درصد سدیم می‌توان دید که در محدوده ۱ که گروه آب‌های عالی تا خوب برای آبیاری به حساب می‌آیند، جای می‌گیرد. با توجه به شاخص فائو و با توجه به اینکه محدوده بیشینه و کمینه شوری و غلظت مواد محلول در محدوده اول این رده‌بندی قرار می‌گیرد، لذا طبق این شاخص می‌توان از این

آب برای آبیاری اکثر گیاهان استفاده کرد. بر اساس رهنمودهای ارزیابی آب آبیاری آیرز و وستکات با توجه به محدوده نسبت جذبی سدیم که بین ۳-۶ قرار دارد، شوری ایستگاه بین محدوده اول و دوم قرار می‌گیرد و این بدان معناست که درجه بد پیامد آبیاری توسط این آب بین "هیچ" و "کم تا متوسط" در نوسان است و بر اساس مشخصه کلرو بی کربنات بین کم تا متوسط می‌باشد. اسیدیته آب نیز بین ۸/۵ - ۶/۵ قرار دارد که از لحاظ اکثر شاخص‌های کیفی آب آبیاری در محدوده قابل قبول قرار دارد. با توجه به رده‌بندی صورت گرفته بر اساس شاخص‌های مختلف، به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که برای استفاده از آب مورد بحث در مصارف کشاورزی بهتر است زمین‌های زراعی، دارای زهکش مناسب باشند و برای استفاده مداوم از این آب، مدیریت کنترل شوری ضروری به نظر می‌رسد. اما در رابطه با دیگر خصوصیات شیمیایی، استفاده از این آب تهدیدی برای خاک و گیاه محسوب نمی‌شود.

قنبریان (۱۳۸۹) به بررسی روند تغییرات کیفی آب چاه‌های عمیق منطقه ایزه پیون جهت مصارف کشاورزی در بازه زمانی ده ساله (۱۳۷۹ - ۱۳۸۸) پرداخت. در این مطالعه توصیفی، داده‌های مربوط به پارامترهای کیفی آب چاه‌های عمیق منطقه از جمله کاتیون‌ها (Ca, Mg, Na, K)، آنیون‌ها (SO₄, Cl, CO₃, HCO₃) و PH است که در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ از سازمان آب و برق خوزستان استخراج شده است و روند تغییرات آنها در این دوره زمانی به منظور استفاده برای آبیاری بررسی شده است. نتایج نشان داد که شوری آب آبیاری تا سال ۱۳۸۴ روند افزایشی داشته و در سال ۱۳۸۴ کلاس شوری آب آبیاری از کلاس ۲ به کلاس ۳ تبدیل شده است. پس از آن در سال‌های بعدی روند منظمی نداشته ولی در کل وضعیت شوری مناسب تا قابل قبول می‌باشد و پس از انتخاب روش آبیاری باید تصمیمات لازم برای جلوگیری از شور شدن زمین زراعی به عمل بیاید. میزان غلظت سدیم در سال ۱۳۸۵ دارای درجه پیامد بد آبیاری کم تا متوسط برای استفاده در آبیاری بارانی و در بقیه سال‌های دوره آماری بدون پیامد می‌باشد. همچنین یون‌های سدیم و کلر از لحاظ درجه پیامد دارای درجه کم تا متوسط برای آبیاری‌های سطحی و بارانی خواهند بود.

حقیقت و محمدی (۱۳۸۴) وضعیت آلودگی منابع آب در منطقه رامسر را مورد بررسی قرار دادند. بالا بودن سطح آب زیرزمینی احتمال آلودگی آبها را توسط فاضلابهای خانگی و کشاورزی بالا برده است. در مطالعات صحرایی، ۳۱ نمونه از آبهای سطحی و زیرزمینی برداشت شد که این کار در دو مرحله صورت گرفت. مرحله اول خرداد ۸۲ و مرحله دوم آبان ۸۲. بعد از انتقال نمونههای آب به آزمایشگاه یونهای سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سولفات، کلر، بیکربنات، نیترات، نیتريت و فسفات آنها اندازه گیری شد. با توجه به نتایج آنالیز یونهای آب نمودارهای شولر، پایپر و ویلکاکس آنها رسم شد و طبقه بندی آبها از نظر مصارف شرب و کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. در آخر با رسم نقشه های منحنی های هم یون یونهای آلوده کننده آبهای زیرزمینی، نقاط و محدوده های آلوده منطقه مورد مطالعه تعیین گردید.

از تعیین غلظت یونهای ده گانه در آبهای شهر رامسر چنین نتیجه می شود که از نظر نمودار شولر اکثر چاهها در رده خوب و قابل قبول قرار دارند و قابل شرب می باشند و رودخانه ها نیز بعلت ریختن مستقیم فاضلابهای خانگی و یا محلی غیرقابل شرب می باشند. از نظر نمودار ویلکاکس اکثر نمونهها در کلاس C2S1 قرار دارند یعنی کمی شور و برای کشاورزی تقریباً مناسب. از نظر نمودار پایپر آبها عموماً در تیپ $Ca+Mg+CO_3+HCO_3$ قرار دارند که با جنس سنگهای سازندهای منطقه همگونی دارد. در نتیجه نمونههایی که در سایر تیپها قرار دارند؛ تغییر محتوی یونی آنها بعلت ورود فاضلاب می باشد. با توجه به نقشه های هم یون آبهای زیرزمینی شهر رامسر بخوبی بالا بودن آلودگیها را در مناطق مسکونی نسبت به سایر نقاط می توان مشاهده کرد. بدین نحو که غلظت یونهای نیترات، نیتريت و فسفات ناشی از فاضلاب در مناطق مسکونی متراکم نسبت به مناطق زراعی بیشتر بوده است و منحنیها به سمت مراکز جمعیت تقعر دارند.

معاوض (۱۳۸۹) به منظور بررسی رابطه بین حجم جریان و بار املاح موجود در زهاب و ارائه راهکارهای مدیریتی برای کنترل میزان املاح خارج شده و امکان استفاده مجدد از زهابهای تولید شده از اراضی کشت و صنعت امیرکبیر واقع در جنوب اهواز تهیه و ارائه گردیده است. محدوده زمانی نمونه برداری سال آبی ۸۵-۸۶ می باشد. پارامترهای مورد بررسی شامل بار نمک، فسفات، BOD و نیترات می باشد. نمونه برداریها

شامل: حجم جریان، نیترات، فسفات، EC و BOD می‌باشد. با توجه به بررسی انجام شده یک رابطه خطی بین حجم جریان و بار املاح خارج شده برقرار گردید. ضریب تبیین R^2 برای روابط بین بار نمک، BOD، نیترات و فسفات با حجم ماهیانه زهاب خارج شده به ترتیب برابر ۰/۹۳، ۰/۸۱، ۰/۲۹، ۰/۰۵ بدست آمد. از آنجایی که بار املاح موجود در زه‌آب را می‌توان به صورت ریاضی، تابعی از حجم جریان زه‌آب بیان نمود، لذا جهت مدیریت بار املاح در خروجی زهکش، بایستی نفوذ عمقی آب آبیاری که منشاء اصلی زه‌آب هست کنترل گردد. روش آبیاری سطحی به کار رفته در کشت و صنعت امیرکبیر آبیاری جویچه‌ای است، بنابراین هدف اصلی مدیریت، افزایش راندمان آبیاری یعنی کاهش تلفات نفوذ عمقی می‌باشد. همچنین با استفاده از رابطه حجم زهاب - بار املاح می‌توان حجم زهاب‌های تخلیه شده به حوضچه تبخیری را به میزانی کنترل کرد تا غلظت نهایی هر یک از انواع یون‌ها در زهاب، از حد استانداردهای کیفی آب بیشتر نباشد (با کاهش حجم جریان زهاب می‌توان به هدف فوق رسید) در صورت مطلوب بودن کیفیت زه‌آب خارج شده از کشت صنعت امیر کبیر، می‌توان برای آبیاری زمین‌های کشاورزی پایین دست و پرورش ماهی با در نظر گرفتن نوع محصول کاشته شده و سایر شرایط زیست محیطی، اقدام کرد. با تعیین رابطه حجم زه‌آب - بار املاح برای هر یک از قطعات زراعی، می‌توان مناطقی را که بیشترین مقدار نمک، نیتروژن و سایر املاح را وارد زهکشی نموده شناسایی و تخلیه زهاب‌های این مناطق به زهکش اصلی را به طور مناسب مدیریت نمود. اگر فواصل زمانی نمونه‌برداری کاهش یابد، به دقت روابط بدست آمده افزوده خواهد شد. به عنوان مثال نمونه‌برداری‌ها، اگر هفتگی باشد، دقت روابط بدست آمده بهتر از نمونه‌برداری ماهیانه خواهد بود ولی این را باید در نظر داشت که هزینه‌های ما نیز افزایش پیدا می‌کند. غلظت نیترات در زه‌آب در دو مرحله افزایش قابل توجهی داشت که این دو مرحله در زمان‌های کوددهی بوده است. بیشترین مقدار شوری زه‌آب در قبل از آبیاری و به میزان 26 دسی زیمنس بر متر بود که این به خاطر ورود آب‌های زیرزمینی به درون زهکش می‌باشد و سپس تا مهر ماه دارای یک روند کاهشی بود.

در طراحی پروژه‌های مختلف مهندسی آب، همواره روابط و فرمول‌های بسیار زیادی به کار می‌روند که سعی و خطاها و ایجاد تغییرات کوچک و بزرگ در برخی قسمت‌های طراحی باعث تکرار مکرر آنها می‌شود.

این مسئله خود امکان بروز خطا و صرف وقت زیادی را به همراه دارد. در این میان استفاده از یک برنامه کامپیوتری جامع می‌تواند کمک زیادی در ساده‌تر کردن تکرار روابط و فرمول‌ها بنماید. بهنام بلوچی (۱۳۸۹) برنامه رایانه‌ای مدیریت بهینه مربوط به پارامترهای کیفیت آب و آبیاری ارائه نمود. مجموعه برنامه های ارائه شده تلاشی است در رفع این مشکل و شامل مجموعه‌ای از برنامه‌های کاربردی است که در نوع خود می‌توانند به مهندسين در جهت طراحی انواع شبکه‌های آبیاری و زهکشی و بهینه‌سازی آنها کمک بسیاری را مبذول دارند. لازم به ذکر است این مجموعه برنامه در محیط برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک نوشته شده (این نرم افزار با نام بهاب (QBWater) در تاریخ ۸۸/۹/۲ در شورای عالی انفورماتیک کشور ثبت و دارای تاییدیه فنی به شماره ۲۰۳۵۵۸ می‌باشد) و در قالب یک برنامه کلی و زیبا با پایگاه داده برنامه access نوشته شده است که این امر به دلیل داشتن حافظه این برنامه، ویرایش، اضافه کردن گیاه جدید و ... می‌باشد (یک فایل ورودی و خروجی access به صورت خودکار در درایو D ایجاد می‌کند) و در کل شامل:

اطلاعات ورودی: نوع محصول + مشخصات خاک + مشخصات کیفیت آب + نتایج تجزیه شیمیایی نمونه آب (شامل کلیه یون‌های موجود، ECiw، و ... می‌باشد) و اطلاعات دیگر.

اطلاعات خروجی: طبقه‌بندی آب و خاک از لحاظ کیفیت + ترسیم نمودارها (شامل نمودار Wilcox یا آزمایشگاه شوری خاک آمریکا برای طبقه‌بندی کیفی آب‌ها و نمودار نفوذ آب در خاک و نمودار رابطه بین درصد نسبی محصول و درجه مقاومت به شوری گیاهان: که بسیار مورد نیاز مشاورین می‌باشد) + پیش‌بینی بازده محصول و پتانسیل عملکرد (که به دقت و بر حسب آستانه تحمل به شوری و ... محاسبه می‌شود) + توصیه‌های آبیاری + محاسبات آبیاری (شامل محاسبه SAR، TDS و LF یا جزء آبهویی یا مقدار آبی که علاوه بر آبیاری باید داده شود تا نمک‌ها شسته شود، عمق آب زهکشی شده، مدت آبیاری در هر دوره، عمق آب آبیاری، نیاز آبیاری و ... می‌باشد که به دو روش یکنواخت در نظر گرفتن عمق توسعه ریشه و روش Ayers and Westcot به صورت انتخابی محاسبات انجام می‌شوند.

در مطالعات منابع آب، بررسی کیفی آب از اهمیت خاصی برخوردار است. لذا بررسی و شناخت ترکیبات شیمیایی موجود در آب‌های زیرزمینی که خود متاثر از شرایط اقلیمی و ژئولوژیکی منطقه است از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. به گونه‌ای که افزایش غلظت بیش از حد این مواد، مصارف شرب و کشاورزی را با محدودیت جدی روبرو می‌کند. علاوه بر موارد فوق ترکیبات شیمیایی آب باید به گونه‌ای باشد که برای بتن و تاسیسات آبیاری مشکلی پیش نیامده و مشکل رسوب‌گذاری در لوله‌ها و شبکه‌های آبیاری را نیز نداشته باشیم. با توجه به اینکه در مناطق خشک و نیمه خشک تقریباً تمام آب مورد مصرف کشاورزی و شرب از آب‌های زیرزمینی تامین می‌گردد لذا بررسی آب‌چاه‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. گنجی (۱۳۸۹) به منظور بررسی و شناخت کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه بجستان - یونسی با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده ۱۰ حلقه چاه کیفیت آب زیرزمینی از لحاظ استانداردهای کشاورزی و همچنین اثر رسوب‌گذاری و خوردگی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که :

- ۱- آب چاه‌های مورد مطالعه از نظر خطر سدیمی کردن خاک دارای خطر کم تا متوسط می‌باشد.
- ۲- ۷۰٪ از چاه‌ها از نظر شوری دارای آبی مناسب و قابل قبول برای کشاورزی هستند.
- ۳- براساس جدول رهنمودهای آب آبیاری آیرزووسکات، اسیدیته آب کلیه چاه‌ها برای آبیاری و مصرف کشاورزی مطلوب است.
- ۴- بر اساس جدول رهنمودهای آب آبیاری آیرزووسکات، از نظر سمیت یون سدیم ۵۰٪ آب چاه‌ها دارای درجه پیامد بد آبیاری کم تا متوسط می‌باشد.
- ۵- بر اساس جدول رهنمودهای آب آبیاری آیرزووسکات، از نظر بیکربنات آب چاه‌ها دارای درجه پیامد بد آبیاری کم تا متوسط می‌باشد.
- ۶- براساس جدول رهنمودهای آب آبیاری آیرزووسکات، اکثر چاه‌ها از نظر کلر برای آبیاری بارانی دارای درجه پیامد بد آبیاری کم تا متوسط می‌باشند.
- ۷- اکثر چاه‌ها از نظر کل جامدات محلول دارای درجه پیامد بد آبیاری کم تا متوسط می‌باشند.

۸- متوسط شاخص لانژیلر ۰/۸۳ می‌باشد که گویای آن است که تمایل برای رسوب‌گذاری وجود دارد. همچنین متوسط شاخص رایزنر ۶/۴۳ است که موید وجود خاصیت خوردگی در نمونه‌های موجود می‌باشد. با توجه به اثراتی که آب‌های رسوب‌گذار و خورنده بر شبکه‌های توزیع می‌گذارند و تاثیر این گونه آب‌ها بر سلامت انسان لازم است تا اقداماتی برای اصلاح این گونه آب‌ها صورت گیرد تا از هدر رفت هزینه‌های کلان جلوگیری شود.

محدودیت منابع آب و افزایش آلودگی محیط زیست، چالش‌های فراوانی را در بهره‌برداری از این منابع ایجاد کرده است. منابع آلاینده تاثیرگذار بر کیفیت آب عمدتاً شامل فاضلاب‌های شهری، صنعتی و زهاب‌های کشاورزی می‌باشد. یارقلی (۱۳۸۵) تاثیر منابع آلاینده مختلف بر کیفیت آب رودخانه زیلکی و مخزن سد مربوطه بررسی کرده و وضعیت کیفی مخزن برای مرحله بهره‌برداری با استفاده از برنامه HEC-5Q شبیه-سازی نمود. بررسی‌ها نشان می‌دهد فاضلاب‌های خانگی و فعالیتهای دامداری دفع ۲۸۱/۸ کیلوگرم مواد آلی قابل تجزیه زیستی، ۳۱۵/۱۱ کیلوگرم ترکیبات ازته و ۱۰/۹۷ کیلوگرم ترکیبات فسفات در سطح حوضه آبریز مورد مطالعه می‌گردند. همچنین طی فعالیتهای زراعی سالانه ۲۸۰۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی و حدود ۳۰۰۰ کیلوگرم انواع سموم و آفت‌کش در اراضی زراعی محدوده مخزن سد مصرف می‌گردد که با توجه به وضعیت اقلیمی و هیدرولوژی منطقه، بخش قابل توجهی از آن به آب رودخانه منتقل می‌شود. بررسی نتایج آنالیز آب رودخانه نشان می‌دهد که تعداد باکتری‌های کلی فرم بیش از حد استاندارد شرب بوده و سایر شاخص‌های مورد مطالعه در حد مجاز برای شرب می‌باشد. نتایج شبیه‌سازی کیفی مخزن نشان می‌دهد که مخزن دارای یک سیکل لایه‌بندی حرارتی است که در ۹ ماه از سال تداوم دارد. این لایه‌بندی از اواخر اسفند شروع و در ماه‌های تابستان به اوج رسیده و در دی ماه بتدریج از بین می‌رود. بیشترین اختلاف دما بین لایه-ها در حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تیر و مرداد ماه مشاهده می‌شود. بررسی نتایج حاصل از شبیه‌سازی نیترات نشان می‌دهد که غلظت آن در تابستان در حدود ۲ تا ۷ میلی‌گرم در لیتر بوده و بیشترین غلظت آن در تابستان می‌باشد. بررسی نتایج شبیه‌سازی فسفر نشان می‌دهد که غلظت آن کمتر از ۰/۱ و غالباً در محدوده ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر بوده و بیشترین غلظت آن در تابستان و پائیز و در لایه‌های زیرین می‌باشد.

رودخانه‌ها مهمترین و متداول‌ترین منابع تامین آب آشامیدنی، کشاورزی و صنعت به شمار می‌آیند و به علت اینکه از بسترها و مناطق مختلفی می‌گذرند و در ارتباط مستقیم با محیط پیرامون خود هستند نوسانات کیفی زیادی دارند. سالاری (۱۳۸۹) کیفیت آب رودخانه دز در ایستگاه حرمله جهت استفاده در بخش کشاورزی توسط شاخص‌های ویلکاکس، فائو و رهنمودهای آبیاری آیرز و وستکات مورد بررسی قرار گرفت. بر طبق نمودارهای ترسیم شده در شش ماهه اول (فصل گرم) سال ۸۸ بیشترین میزان سدیم، میزان کلر و بیشترین میزان اسیدیته را در ایستگاه مشاهده می‌کنیم که نشان از یک خشکسالی موقت در این سال است. بر اساس شاخص ویلکاکس کیفیت آب طی فصول سال تقریباً ثابت و از لحاظ نسبت جذبی سدیم در محدوده کم خطر قرار دارد، اما از لحاظ شوری در محدوده آب‌های با شوری زیاد طبقه بندی می‌شود و بر مبنای طبقه‌بندی از لحاظ درصد سدیم می‌توان دید که در محدوده ۱ که گروه آب‌های عالی تا خوب برای آبیاری به حساب می‌آیند، جای می‌گیرد. با توجه به شاخص فائو و با توجه به اینکه محدوده بیشینه و کمینه شوری و غلظت مواد محلول در محدوده اول این رده‌بندی قرار می‌گیرد، لذا طبق این شاخص می‌توان از این آب برای آبیاری اکثر گیاهان استفاده کرد. بر اساس رهنمودهای ارزیابی آب آبیاری آیرز و وستکات با توجه به محدوده نسبت جذبی سدیم که بین ۳-۶ قرار دارد، شوری ایستگاه بین محدوده اول و دوم قرار می‌گیرد و این بدان معناست که درجه بد پیامد آبیاری توسط این آب بین "هیچ" و "کم تا متوسط" در نوسان است و بر اساس مشخصه کلرو بی کربنات بین کم تا متوسط می‌باشد. اسیدیته آب بین ۶/۵ تا ۸/۵ قرار دارد که از لحاظ اکثر شاخص‌های کیفی آب آبیاری در محدوده قابل قبول قرار دارد. با توجه به رده‌بندی صورت گرفته بر اساس شاخص‌های مختلف، به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که برای استفاده از آب مورد بحث در مصارف کشاورزی بهتر است زمین‌های زراعی، دارای زهکش مناسب باشند و برای استفاده مداوم از این آب، مدیریت کنترل شوری ضروری به نظر می‌رسد. اما در رابطه با دیگر خصوصیات شیمیایی، استفاده از این آب تهدیدی برای خاک و گیاه محسوب نمی‌شود.

رودخانه پسیخان به دلیل اهمیت آن در آبیاری مزارع غرب گیلان و تخلیه زهکش‌های این مزارع به داخل رودخانه همواره از نظر آلودگی توسط نیترات و فسفات موجود در زهاب مزارع مورد تهدید قرار گرفته

است. رازدار (۱۳۸۸) پارامترهای نیترات و فسفات در رودخانه پسیخان را با استفاده از نرم افزار CE-QUAL-W2 مورد شبیه سازی قرار داد. CE-QUAL-W2 مدلی دو بعدی است که بیشترین استفاده آن در مخازن، دریاچه‌ها و رودخانه‌های عمیق می‌باشد. به دلیل اینکه رودخانه پسیخان رودخانه‌ای کم عمق می‌باشد و اندازه‌گیری های میدانی در این رودخانه در یک نقطه از عمق صورت گرفته است، در عمل در این مطالعه این مدل به صورت یک بعدی مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از واسنجی و صحت‌یابی مدل برای داده‌های شبیه‌سازی شده در مقایسه با داده‌های مشاهده‌ای و همچنین مقایسه نتایج حاصل از شبیه‌سازی با نتایج شبیه‌سازی مدل MIKE11 دقت بالای مدل را برای شبیه‌سازی به صورت یک‌بعدی نشان داده است.

امروزه آلودگی در بسیاری از نقاط دنیا، منابع آبی را از وضعیت قابل استفاده خارج ساخته است. در حال حاضر آلودگی آب، سلامتی و حیات انسان و سایر موجودات زنده در کره زمین را تهدید می‌کند و اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌های طبیعی را با خطر نابودی مواجه ساخته است. بنابراین بازنگری در وضعیت استفاده از آب و حفاظت از منابع آب در برابر آلودگی‌ها بخصوص در آستانه مواجهه جهانی با بحران آب لازم و ضروری است. با اعمال ضوابط کنترل آلودگی و بکار بردن شیوه‌های حفاظت از منابع آب و بازیابی آب‌های آلوده می‌توان بر مشکل کمبود آب و آلودگی آن فایق آمد.

رشد روزافزون جمعیت و توسعه صنعت تاثیر زیادی در افزایش مصرف آب داشته است. تغییر کاربری اراضی همراه با موارد ذکر شده سبب تنزل کیفی آب رودخانه شده، بطوری‌که وضع کیفی آب در پایین‌دست رودخانه بسیار نامطلوب می‌گردد. محل تخلیه جریان رودخانه زاینده رود، تالاب گاوخونی می‌باشد. رودخانه زاینده‌رود تحت تاثیر ۳ نوع منبع آلاینده اصلی شامل آلاینده‌های کشاورزی، صنعتی و شهری قرار می‌گیرد در تایوان بیش از ۴۰ درصد رودخانه‌ها بطور متوسط تا شدید توسط پساب‌های صنعتی آلوده شده‌اند و دارای استفاده مفید نیستند همچنین استفاده از آب آبیاری آلوده در ژاپن با غلظت کادمیم ۰/۵ تا ۵ میلی‌گرم در لیتر سبب ایجاد بیماری ایتای - ایتای شده است. رحمانی (۱۳۸۶) به بررسی وضعیت نیترات و فسفات در رودخانه زاینده‌رود پرداخت. طبق این بررسی غلظت کادمیم در خاک بیش از یک میلی‌گرم بر کیلوگرم و در

برنج کشت شده بر این خاک‌ها ۰/۴ تا ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است با مطالعه ۵ رودخانه منتهی به تالاب انزلی مشخص شد که تراکم جمعیت شهری، کاشت محصولات کشاورزی، استفاده بیش از ۵۰۰ هزار تن کود شیمیایی در سال و پساب صنایع پراکنده منطقه در افت کیفیت این رودخانه بسیار موثر بوده است همچنین طی گزارشی در سال ۲۰۰۶ عامل کاربری کشاورزی ۴۶ درصد و پساب‌های شهری و صنعتی ۲۰ درصد از عوامل آلودگی رودخانه‌ها و دریاچه‌های ایالت تنسی ایالات متحده آمریکا عنوان شده است یکی از منابع آلاینده که توسط فعالیت‌های کشاورزی به محیط وارد می‌شود کودهای شیمیایی است. زاینده‌رود بزرگترین جریان دائمی آب شیرین فلات مرکزی ایران تامین کننده آب مورد نیاز بیش از ۲/۵ میلیون نفر از جمعیت ساکن در استان‌های اصفهان و چهارمحال بختیاری است. میزان مصرف کودهای شیمیایی مختلف در اراضی آبخور حوضه زاینده‌رود (۲۲۰ هزار هکتار) بالغ بر صد هزار تن است. از طرفی حجم آب مصرفی توسط بخش کشاورزی از زاینده‌رود شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی بالغ بر ۴۴۰ میلیون متر مکعب در سال است که بخشی از آن به صورت زه‌آب کشاورزی که حاوی املاح محلول فسفر، ازت، سموم کشاورزی و عناصر سنگین است به آب‌های سطحی می‌پیوندد. نیتрат و فسفات دو ترکیب مهمی هستند که توسط کودهای شیمیایی ایجاد و موجب آلودگی محیط از جمله منابع آب می‌شوند. غلظت نامطلوب نیتروژن که نهایتاً به منابع آب وارد می‌شود از دو جنبه بهداشتی و بوم‌شناختی مشکل‌آفرین است. مشکلات ناشی از فرم انحلال‌ناپذیر فسفر عمدتاً به وجود غلظت‌های نامطلوب آن در آب زهکش مربوط می‌شود. بنابراین اثر آلوده-کنندگی فسفات محدود به اثر غنی شدن آب‌ها می‌شود. با توجه به اینکه بخش عظیمی از ترکیبات فسفات و ازته توسط رواناب و زهکش کشاورزی وارد می‌شود، می‌توان انتقال مقدار زیادی از این ترکیبات را به پایین-دست رودخانه و تالاب گاوخونی انتظار داشت.

بررسی و ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی که بطور مستقیم و بدون تصفیه مورد مصرف شرب قرار می‌گیرد خصوصاً از لحاظ آلودگی به فلزات سنگین و سموم شیمیایی بسیار ضروری بنظر می‌رسد. یوسفی (۱۳۸۹) آب چاه‌های شرب دشت سفیدرود استان گیلان از لحاظ آلودگی به فلزات سنگین و سموم شیمیایی مورد استفاده در شالیزارهای برنج مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور نمونه‌برداری از شش

چاه در حوزه دشت سفیدرود گیلان در حاشیه دریای خزر در شش منطقه ویشکانک، فخرآباد، لسکوکلایه، خشکبیجار، ابراهیم سرا و سالکده طی ماه‌های اردیبهشت تا آبان سال ۱۳۸۷ انجام شد. بر روی هر یک از نمونه‌های آب برداشت شده اندازه‌گیری جیوه، کادمیوم، آرسنیک، آدیفنفسوس، دیازینون و بوتاکلر انجام گرفت. نتایج نشان داد که غلظت جیوه همواره بیش از حد استاندارد بوده است. همچنین سموم کشاورزی آدیفنفسوس، دیازینون و بوتاکلر خصوصا در پایان فصل کشت و با شروع پاییز و بارندگی در اثر شستشوی اراضی شالیزاری در چاه‌ها مشاهده می‌شود. در هر حال کاهش مصرف سموم شیمیایی و گسترش مبارزه بیولوژیک با آفات به منظور توسعه کشاورزی پایدار و جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی و حفاظت از منابع آب و خاک باید گسترش یابد.

یوسفی (۱۳۸۹) تاثیر ورود سموم و کودهای شیمیایی و فلزات سنگین به آب زهکش‌های حوزه آبریز سفیدرود در استان گیلان مورد بررسی قرار داد. نمونه‌برداری از شش زهکش دشت سفیدرود در استان گیلان شامل اشمک‌رود، نورود، گیشه‌مرده (دو شاخه پل‌زمان و حاج بکنده) و خم‌رود (دو شاخه گلشن و لیجارکی) در محل ورود به دریای خزر طی ماه‌های آذر و بهمن در سال ۱۳۸۶ و اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان در سال ۱۳۸۷ انجام شد. بر روی هر یک از نمونه‌های آب برداشت شده مقدار آمونیوم، فسفات، نترات، جیوه، کادمیوم، آرسنیک، آدیفنفسوس، بوتاکلر و دیازینون اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که فسفات، فلز سنگین جیوه، سموم بوتاکلر، آدیفنفسوس و دیازینون در عموم زهکش‌ها بیش از حداکثر مجاز استاندارد وجود داشت.

برای استفاده مجدد از فاضلاب‌های شهری در آبیاری محصولات کشاورزی استانداردها و معیارهای دقیقی تهیه شده است. هدف اولیه از استاندارد کردن پساب، جلوگیری از شیوع بیماری‌های سرایت کننده از طریق آب می‌باشد. اطلاع از کیفیت فاضلاب، ملاحظات بهداشتی و استانداردهای زیست محیطی، مبانی اصلی در طراحی و اجرای موفقیت‌آمیز طرح‌های تصفیه و استفاده مجدد می‌باشد. معاضد (۱۳۸۵) خصوصیات کیفی فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه خانه فاضلاب غرب شهر اهواز بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران و خصوصیات کیفی فاضلاب خروجی بر اساس رهنمودهای کیفیت آب آبیاری آیرز و

وستکات (۱۹۸۵) در ۶ ماه مورد ارزیابی قرار داد. بر اساس نتایج بدست آمده، پارامترهای آلودگی نظیر TS, SS, COD, BOD و کدورت در فاضلاب خروجی از مرز تعیین شده استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۱۳۷۳) فراتر نبوده، ولی در فاضلاب ورودی کلیه این پارامترها از مرز تعیین شده فراتر بوده اند. همچنین پارامترهای PH و آهن در فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه خانه در حد استاندارد و پارامترهای سولفات و کلراید در فاضلاب ورودی و خروجی فراتر از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران بوده اند. بر اساس رهنمودهای کیفیت آب آبیاری آیرز و وستکات (۱۹۸۵) نیز فاضلاب خروجی از نظر تاثیر بر نفوذپذیری خاک بدون پیامد بد، از لحاظ بیکربنات دارای درجه پیامد بد کم تا میانه، و از نظر شوری دارای درجه پیامد بد بالا بوده است.

روش کار

در این مطالعه یک منطقه شالیزاری با مساحت حدود ۵۰ هکتاری از نظر پارامترهایی نظیر آلودگی نیترات و فسفات و هدایت الکتریکی در طی یک فصل زراعی مورد بررسی قرار گرفت.

- آزمایش‌های انجام شده

نمونه‌های آب برداشت شده از نقاط استخر، رودخانه، چاهک و زهکش شامل ۹ نقطه بود. نمونه برداری به صورت روزانه طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد در سال ۱۳۸۹ انجام شد. بر روی هر یک از نمونه‌های آب برداشت شده آزمایش‌های زیر انجام گرفت:

۱- نیترات (NO_3^-) حسب میلی‌گرم بر لیتر یا قسمت در میلیون (ppm)

نیترات و نیتريت با یکدیگر هستند زیرا در محیط یکی به دیگری تبدیل می‌شود از نقطه نظر بهداشتی نیترات معمولا به سادگی در بدن به نیتريت می‌گردد غلظت آن را معمولا در آب بر حسب میلی‌گرم در لیتر نیتروژن نیترات بیان می‌نمایند. نیترات‌ها در سطح گسترده‌ای و به مقادیر قابل توجهی در خاک، آب و گیاهان یافت می‌شوند. نیترات‌ها معمولا در مقادیر کمتری نسبت به نیترات‌ها وجود دارند. نیترات‌ها در حضور اکسیژن کافی بر اثر اکسیداسیون ازت آلی توسط باکتری‌های موجود در خاک و آب بوجود آمده‌اند. نیتريت‌ها هم توسط باکتری‌ها که به طور ناقص ازت آلی را اکسید می‌نمایند بوجود آمده‌اند. یکی از استفاده‌های نیترات این است که از آن به عنوان کود استفاده می‌نمایند. بیشترین مقدار نیتروژن در کودهای مصرفی

موجود است و در خاک به نیترات تبدیل می‌گردد. نیترات‌ها همچنین در ساخت مواد منفجره کاربرد داشته و به دلیل اینکه عامل اکسیدان هستند در صنایع شیمیایی، همچنین در صنایع غذایی برای جلوگیری از فساد مواد غذایی استفاده می‌شوند. استفاده از کودها، تجزیه مواد گیاهی و حیوانی، فاضلاب‌های خانگی، دفع لجن و فاضلاب‌ها به زمین، فاضلاب‌های صنعتی، شیرابه زباله‌ها و نزولات جوی همه و همه در وجود نیترات در آب‌ها دخالت دارند. با توجه به موقعیت و شرایط کلیه منابع آبی اعم از رودخانه‌ها دریاچه‌ها، جریان‌های آبی و آب‌های زیرزمینی به ویژه چاه‌ها می‌توانند آلوده گردند. آلودگی ممکن است در اثر تخلیه مستقیم و یا غیر مستقیم فاضلاب‌ها و یا افزایش میزان نفوذپذیری که طی زمان‌های متمادی بوجود آمده است ایجاد گردد. نیترات در آب‌های آلوده اغلب بیشتر از مقدار نیتريت است.

۲- فسفات (Po_4^{-3}) حسب میلی‌گرم بر لیتر یا قسمت در میلیون (ppm)

فسفات آب ممکن است دارای اورتوفسفات‌ها و فسفات‌های متراکم (پلی‌فسفات‌ها و متافسفات‌ها) و ترکیبات فسفر آلی باشد. فسفر در آب‌های طبیعی وجود داشته و در فاضلاب‌ها اغلب به صورت فسفات دیده می‌شود، اشکال یاد شده فسفات از منابع مختلفی به وجود می‌آیند. اورتوفسفات‌ها بصورت کود در اراضی کشاورزی بکار می‌روند و پس از مصرف از طریق زهکش‌های اراضی کشاورزی به آب‌های سطحی راه پیدا می‌کنند. فسفات‌های آلی در ابتدا به واسطه فرایندهای بیولوژیکی تشکیل شده و در فاضلاب‌ها از طریق پساب‌های انسانی و بقایای غذایی وجود دارند. وجود فسفر به همراه ازت باعث رشد بیش از حد جلبک‌ها خزه‌ها در رودخانه‌ها، مرداب‌ها و استخرهای زلال‌سازی شده و به طبع آن منجر به کاهش اکسیژن محلول (D.O) در آب‌ها می‌گردد.

۳- هدایت الکتریکی (EC) بر حسب میکرو زیمنس بر متر و یا میلی‌موس بر سانتی‌متر

از اولین روش‌هایی که برای طبقه‌بندی آب آبیاری بر حسب شوری و نسبت جذبی سدیم صورت گرفت، روش آزمایشگاه شوری خاک آمریکا می‌باشد که بر اساس آن نمودار معروف ویلکاکس تهیه شده است. در

روش ویلکاکس، آب‌ها از نظر شوری با نمایه EC در چهار گروه و از نظر زیان حاصله از سدیم با نمایه SAR نیز در چهار گروه قرار می‌گیرند. نسبت جذبی سدیم (SAR) آب آبیاری می‌تواند به عنوان نمایه‌ای برای تعیین خطرات ناشی از سدیمی شدن خاک مورد استفاده قرار گیرد.

رتبه‌بندی آب بر اساس شاخص ویلکاکس به قرار زیر است :

گروه سدیمی ۱ ($SAR < 10$) خطرات سدیمی شدن کم

گروه سدیمی ۲ ($10 < SAR < 20$) خطرات سدیمی شدن متوسط

گروه سدیمی ۳ ($20 < SAR < 28$) خطرات سدیمی شدن زیاد

گروه سدیمی ۴ ($SAR > 28$) خطرات سدیمی شدن بسیار زیاد

که گروه‌های فوق به ترتیب با علائم S1، S2، S3 و S4 نشان داده می‌شوند.

گروه شوری ۱ ($EC < 250 \mu\text{mhos/cm}$) شوری کم

گروه شوری ۲ ($250 \mu\text{mhos/cm} < EC < 750 \mu\text{mhos/cm}$) شوری متوسط

گروه شوری ۳ ($750 \mu\text{mhos/cm} < EC < 2250 \mu\text{mhos/cm}$) شوری زیاد

گروه شوری ۴ ($EC > 2250 \mu\text{mhos/cm}$) شوری بسیار زیاد

که گروه‌های فوق نیز به ترتیب با علائم C1، C2، C3، C4 نشان داده می‌شوند.

در جدول شماره ۱ طبقه‌بندی آب آبیاری فائو بر اساس میزان شوری و کل مواد جامد محلول آورده شده است. با توجه به محدوده بسیار گسترده بین هر گروه مشخص شده، این استاندارد تخمینی بسیار کلی و غیر دقیق از آب را ارائه می‌دهد.

جدول ۱ - طبقه بندی آب آبیاری به روش فائو

نوع آب	هدایت الکتریکی (میکرو موس برسانتی متر)	کل مواد جامد محلول (میلی گرم در لیتر)
شوری کم	700 – 3000	500 – 2000
شوری متوسط	3000 – 6000	2000 – 4000
شوری زیاد	> 6000	> 4000
شوری خیلی زیاد	> 14000	> 9000
آب نمک	> 42000	> 30000

از دیگر روش‌های طبقه‌بندی کیفی آب آبیاری، رهنمودهای آبیاری آیرز و وستکات می‌باشد که به طور کامل در جدول شماره ۲ آورده شده است. در این روش اکثر خصوصیات مهم شیمیایی آب مورد توجه قرار گرفته است که از این لحاظ یکی از روش‌های دقیق رتبه‌بندی آب آبیاری به حساب می‌آید.

جدول ۲- رهنمودهای ارزیابی آب آبیاری آیرز و وستکات

درجه پیامد بد آبیاری			اجزای تشکیل دهنده آب آبیاری	
زیاد	کم تا متوسط	هیچ	واحد	
شوری (اثر بر روی آب قابل استفاده بر روی گیاه)				
>3000	700 – 3000	<700	میکرو موس برسانتی متر	هدایت الکتریکی
>2000	450 – 2000	<450	میلی گرم در لیتر	کل مواد جامد محلول
نفوذ پذیری (اثر بر روی سرعت نفوذ آب در خاک)				
نسبت جذبی سدیم				
هدایت الکتریکی (میکرو موس برسانتی متر)				
< 200	200 – 700	> 700		0 – 3
<300	300 – 1200	>1200		3 – 6
<500	500 – 1900	>1900		6 – 12
<1300	1300 – 2900	>2900		12 – 20
<2900	2900 – 5000	>5000		20 – 40
مسمومیت ویژه یونی (اثر روی گیاهان حساس)				
سدیم				
> 9	3– 9	< 3	نسبت جذبی سدیم	آبیاری سطحی
> 9	> 9	< 9	میلی اکی والانت در لیتر	آبیاری بارانی
کلرید				
> 10	4 – 10	< 4	میلی اکی والانت در لیتر	آبیاری سطحی
> 3	> 3	< 3	میلی اکی والانت در لیتر	آبیاری بارانی
بی کربنات				
> 8.5	1.5 – 8.5	< 1.5	میلی اکی والانت در لیتر	منحصرا برای آبیاری بارانی
اسیدیته - حدود نرمال				
دامنه معمولی بین 6.5 – 8.5				

منطقه مزبور بوسیله نقشه و پیمایش منطقه به دقت مورد بررسی قرار گرفته و کلیه ورودی و خروجی - های آب در آن مشخص گردید. در طی یک فصل زراعی همزمان با کاشت برنج در شالیزار، در فواصل زمانی معین (هر دو روز یک بار) از آب ورودی و خروجی از مزرعه نمونه برداری شد و مقدار فسفات، نیترات و EC در آن اندازه گیری شد. نقاط ورود آب به منطقه شامل: سه استخر که با استخر شماره ۱، ۲ و ۳ نامگذاری شده اند (نقاط شماره ۱، ۲ و ۳). ورودی بعدی آب به شالیزار رودخانه بود که از دو نقطه بالادست رودخانه و نقطه ورود آب به شالیزار (زیر یک پل) نمونه برداری شد (نقاط شماره ۶ و ۷). در داخل منطقه مزبور و در کنار یک کرت شالیزاری یک چاهک مشاهده ای حفر شد و از آب داخل چاهک و نیز آب داخل کرت کنار چاهک نمونه برداری شد (نقاط شماره ۴ و ۵). تنها خروجی منطقه یک زهکش است که آب زهکشی مزارع را از منطقه خارج می سازد (نقطه شماره ۸). برای تعیین کیفیت آب شرب منطقه از یک چاه شرب خانگی نیز نمونه برداری بصورت هفتگی انجام شد (نقطه شماره ۹). شرح نقاط در جدول ۳ ارائه شده است.

جهت برآورد مقدار کود مصرفی و زمان مصرف آن در منطقه، مقدار عملکرد برنج و رقم غالب کشت شده پرسشنامه هایی تدوین شد و بین کشاورزان توزیع گردید. در انتهای فصل کشت این پرسشنامه ها جمع آوری و اطلاعات آن مورد پردازش قرار گرفته و در تجزیه و تحلیل نتایج مورد استفاده قرار می گیرد.

جدول ۳- شرح نقاط نمونه برداری منطقه مورد مطالعه

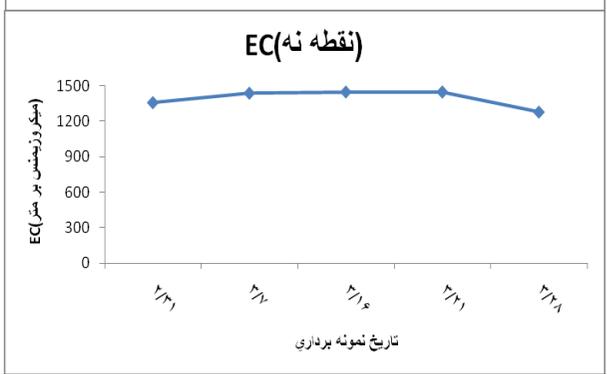
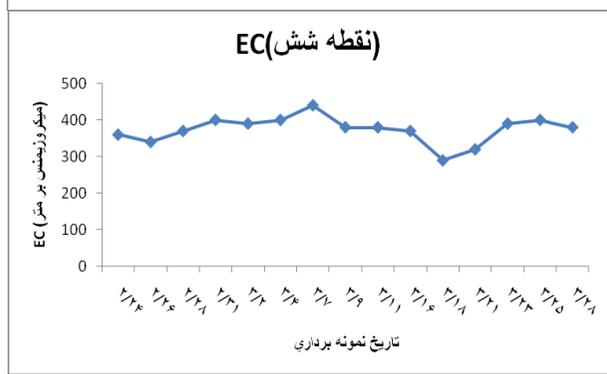
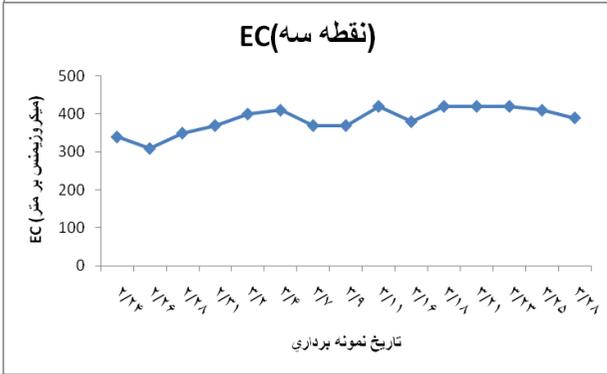
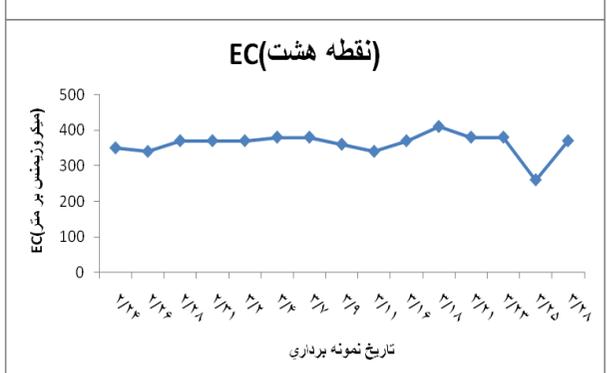
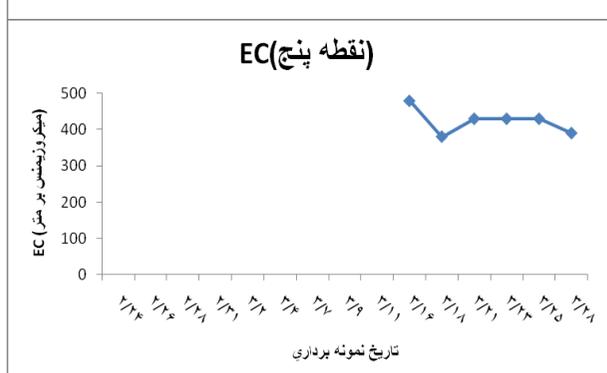
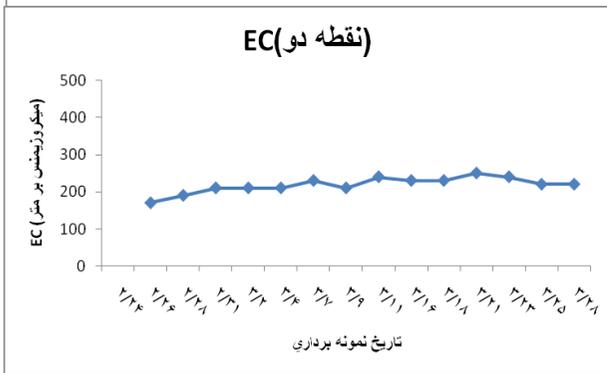
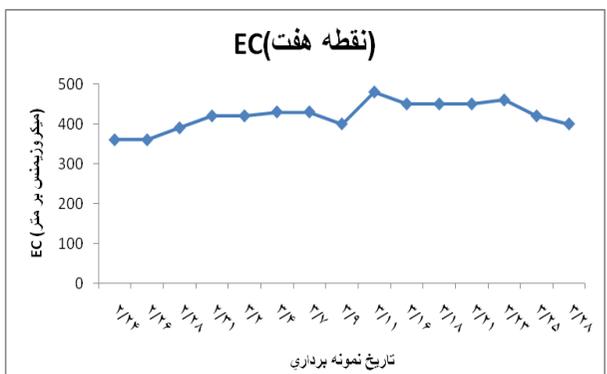
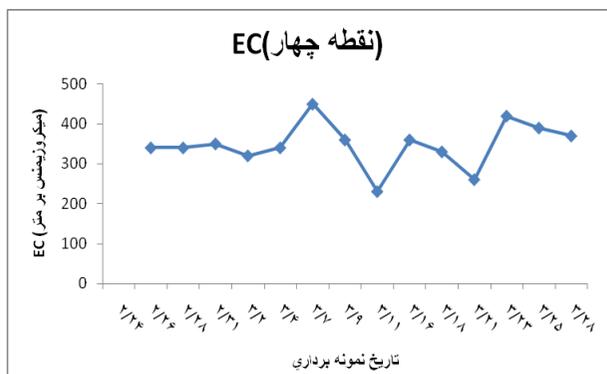
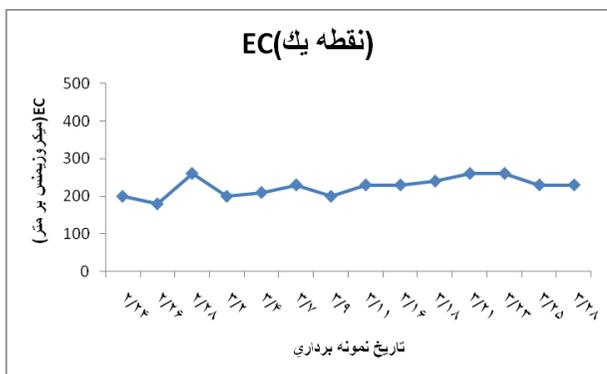
شماره نقاط	شرح نقاط
۱	استخر شماره یک
۲	استخر شماره دو
۳	استخر شماره سه
۴	داخل کرت شالیزاری
۵	چاهک کنار کرت شالیزاری
۶	زیر پل
۷	رودخانه
۸	زهکش
۹	چاه شرب

نتایج

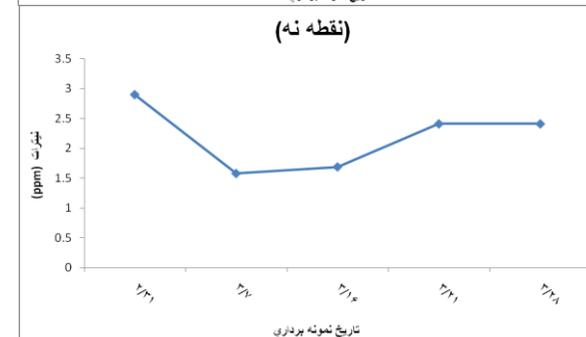
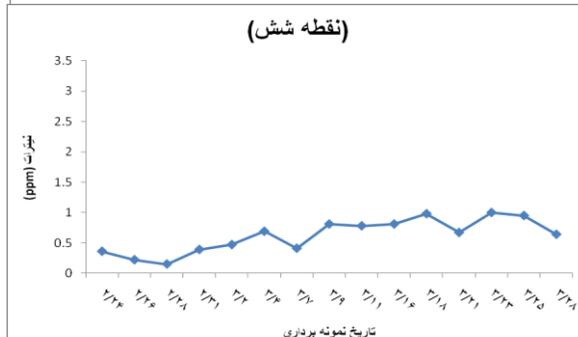
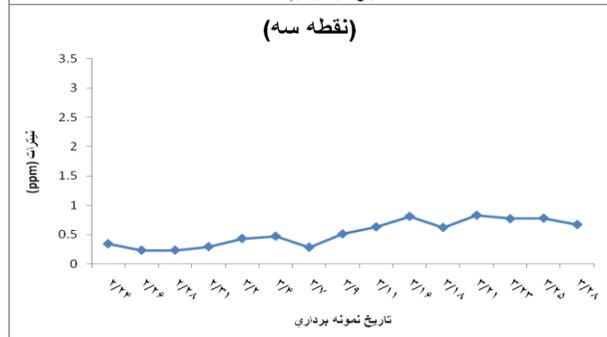
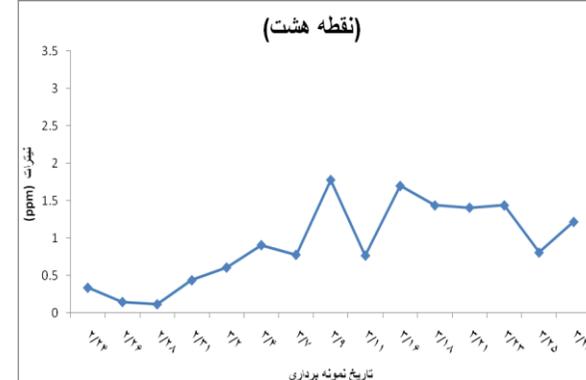
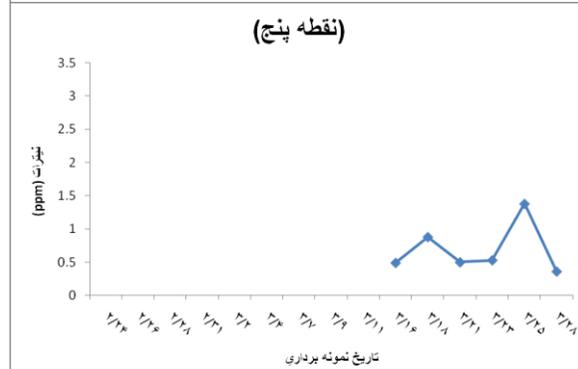
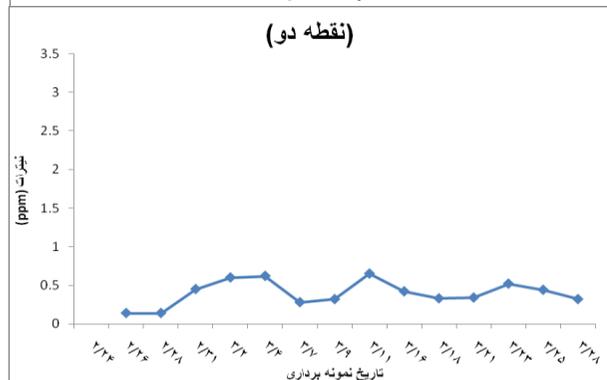
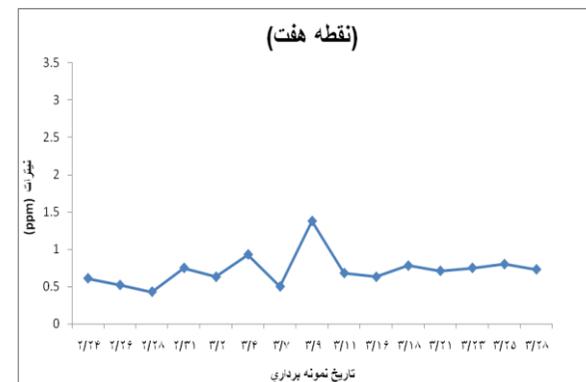
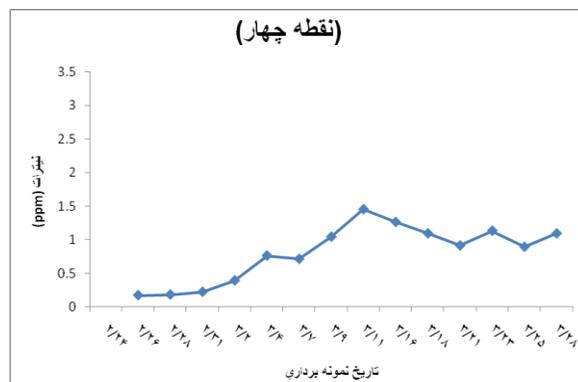
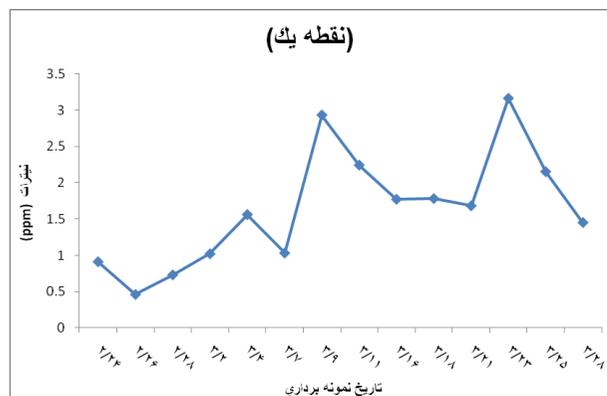
شکل ۱ نمودار تغییرات EC در نقاط مختلف را نشان می‌دهد. دو استخر شماره ۱ و ۲ دارای متوسط EC حدود ۲۲۰ میکرو زیمنس بر متر هستند درحالی‌که استخر شماره ۳ دارای EC بالاتری نسبت به آنها بوده و شوری آن بطور متوسط ۳۸۰ میکروزیمنس بر متر متغیر است. شوری آب رودخانه نیز در محل ورود آب به شالیزار بطور متوسط ۳۷۰ میکرو زیمنس بر متر می‌باشد. متوسط شوری آب کرت و چاهک داخل مزرعه بترتیب ۳۵۰ و ۴۸۰ میکرو زیمنس بر متر است. متوسط شوری آب زهکش نیز ۳۶۰ میکرو زیمنس بر متر می‌باشد.

دو استخر شماره ۲ و ۳ متوسط نیتрат حدود ۰/۵ ppm را دارا هستند درحالی‌که استخر شماره ۱ دارای مقدار نیترات بالاتری حدود ۱/۶ ppm می‌باشد که علت را می‌توان در تخلیه فاضلاب‌های خانگی که حاوی مقدار زیادی مواد آلی و دترجنت‌ها هستند به داخل این استخر دانست. مقدار نیترات آب رودخانه نیز در محل ورود آب به شالیزار بطور متوسط ۰/۶ ppm می‌باشد. متوسط مقدار نیترات آب کرت و چاهک داخل مزرعه بترتیب ۰/۸ و ۰/۶۵ ppm است. متوسط نیترات آب داخل کرت از متوسط آب‌های ورودی بیشتر است که علت در مصرف کودهای شیمیایی در هنگام نشا و وجین می‌باشد. متوسط نیترات آب زهکش نیز ۰/۹ ppm می‌باشد.

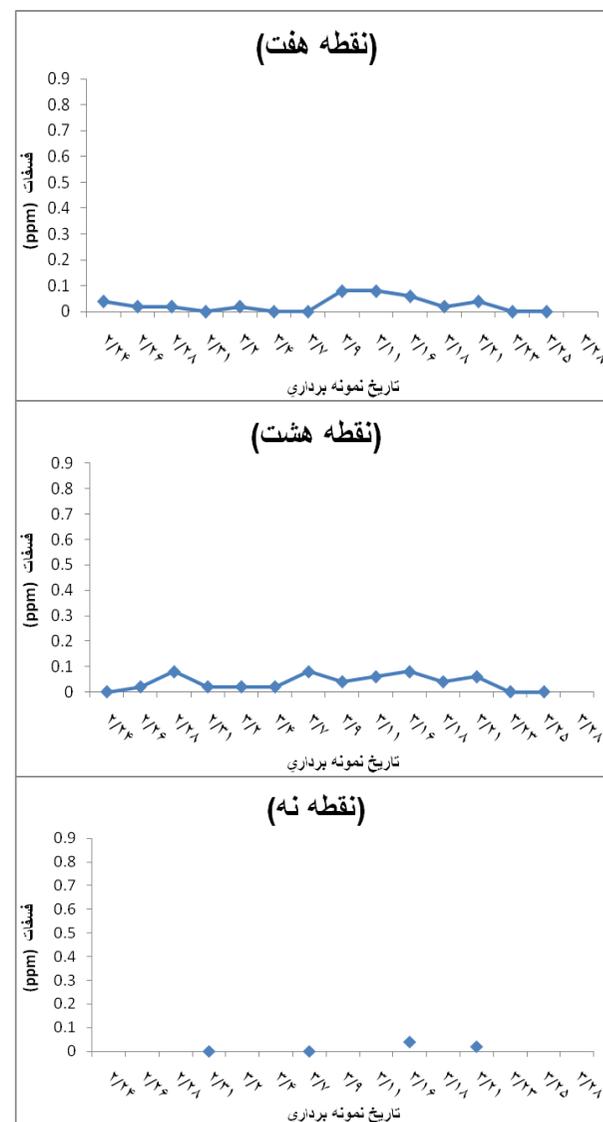
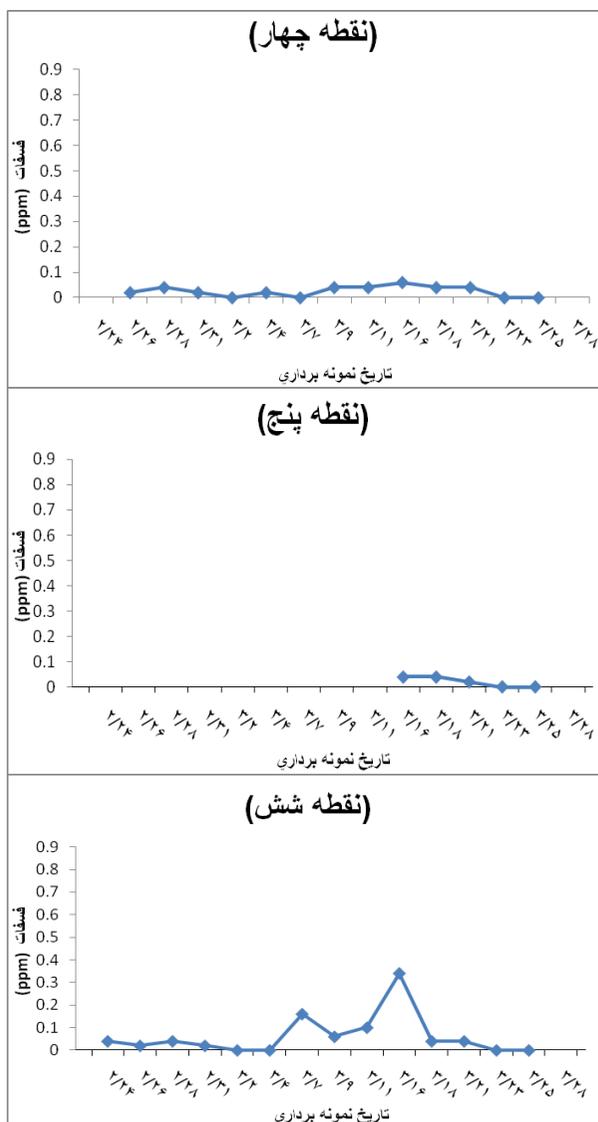
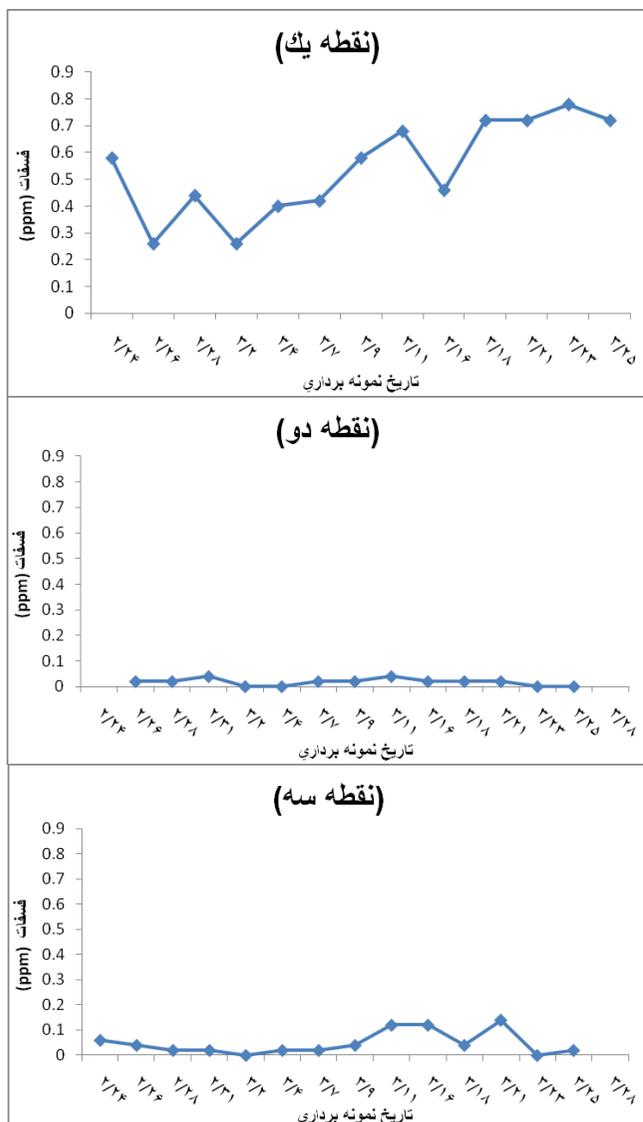
استخر شماره ۱ دارای بیشترین فسفات به مقدار ۰/۵ ppm را داراست درحالی‌که استخر شماره ۲ و ۳ متوسط فسفات حدود ۰/۰۲ و ۰/۰۵ ppm را دارا هستند. مقدار فسفات آب رودخانه نیز در محل ورود آب به شالیزار بطور متوسط ۰/۰۶ ppm می‌باشد. متوسط مقدار فسفات آب کرت و چاهک داخل مزرعه ۰/۰۲ ppm است. متوسط فسفات آب زهکش نیز ۰/۰۴ ppm می‌باشد.



شکل ۱- نمودارهای تغییرات EC در منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- نمودارهای تغییرات نیترات در منطقه مورد مطالعه



شکل ۳- نمودارهای تغییرات فسفات در منطقه مورد مطالعه

منابع

- ۱- بلوچی، ب. ۱۳۸۹. برنامه رایانه ای مدیریت بهینه مربوط به پارامترهای کیفیت آب و آبیاری. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی .
- ۲- حقیقت، ر. محمدی، ی. ۱۳۸۴. چگونگی وضعیت آلودگی منابع آب در منطقه رامسر. مجله پژوهشی دانشکده پزشکی . دوره ۲۹، ش ۴، ص ۳۶۵-۳۷۵ .
- ۳- خانی، م. ۱۳۸۰. مدیریت زیست محیطی کنترل نیترات و کادمیوم در شالیزارهای شمال کشور از طریق اصلاح کمی و کیفی کودهای شیمیایی. پایان نامه دکتری و مدیریت محیط زیست. واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران.
- ۴- خوش روش. م، شیرازی. پ، حیدرپور. م، دیوبند. ل و مزیدی. م. ۱۳۸۹. پیش بینی مقدار نیترات در رودخانه زیارت با استفاده از تکنیک های هوشمند. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی .
- ۵- ذاکر مشفق، م. ۱۳۸۷. مدل سازی عددی کیفیت آب مخزن سد سفیدرود. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی برای انجام خدمت سربازی نخبگان. موسسه تحقیقات آب. وزارت نیرو.
- ۶- رازدار، ب. ۱۳۸۸. بررسی کیفیت آب رودخانه پسیخان با استفاده از مدل CE-QUAI-W2 در مورد پارامترهای نیترات و فسفات و مقایسه نتایج حاصل از شبیه سازی با نرم افزار MIKE11. دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، آبان ۱۳۸۸.
- ۷- رحمانی، ح. مامن پوش، ع. ۱۳۸۶. بررسی وضعیت نیترات و فسفات در رودخانه زاینده رود. دهمین کنگره علوم خاک ایران.
- ۸- سالاری، م. معاضد، ه. رادمنش، ف. بررسی فصلی کیفیت آب رودخانه دز از لحاظ کشاورزی بر اساس شاخص های مختلف کیفی در ایستگاه حرمله. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی .
- ۹- سهرابی، ن. چیت سازان، م. میرزایی، ی. ۱۳۸۷. بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت اوان به کمک فناوری GIS با تاکید بر مصارف کشاورزی. دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی .
- ۱۰- شیرین فکر، احمد. ۱۳۷۷. بررسی غلظت فلزات سنگین در رودخانه های گوهررود و زرچوب و تجمع آنها در خاک و گیاه برنج شالیزارهای تحت آبیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- ۱۱- قنبریان، م. پورموسوی، س. معاضد، ه. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات کیفی آب چاههای عمیق منطقه ایذه پیون جهت مصارف کشاورزی در بازه زمانی ده ساله (۱۳۷۹ - ۱۳۸۸). سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی .
- ۱۲- معاضد، ه. حنیفه لو، ا. ۱۳۸۵. ارزیابی کیفیت فاضلابهای ورودی و خروجی تصفیه خانه فاضلاب غرب شهر اهواز برای استفاده مجدد در کشاورزی. همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی.
- ۱۳- معاضد، ه. فاضلی پور، ش. دهدار بهبهانی، ص. ۱۳۸۹. بررسی فصلی کیفیت آب رودخانه کرخه از لحاظ کشاورزی براساس شاخصهای مختلف کیفی در ایستگاه حمیدیه. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی .
- ۱۴- معاضد، ه. هوشمند، ع. جوزی، م. جودی، ف. بیات، ا. ۱۳۸۹. بررسی رابطه بین حجم جریان و بار املاح موجود در زهاب اراضی کشاورزی کشت و صنعت امیرکبیر. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی .
- ۱۵- ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۱. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی : بررسی منشاء و روشهای کاهش آلاینده های نیترات و کادمیم در شالیزارهای شمال کشور، موسسه تحقیقات خاک و آب ۴۳. ص.

- ۱۶- مهندسین مشاور پندام. ۱۳۸۳. مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان. جلد بیست و ششم، خلاصه گزارش. شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان.
- ۱۷- مهندسین مشاور طراحان البرز سبز. ۱۳۸۸. گزارش نهایی مطالعات کمی و کیفی منابع آب دشت آستانه و کوچصفهان. شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان.
- ۱۸- مهندسین مشاور طیف ساز سبز. ۱۳۸۴. گزارش نهایی مطالعات کمی و کیفی منابع آب دشت فومنات. شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان.
- ۱۹- گنجی، ف و معاضد، ه. ۱۳۸۹. بررسی کیفی آبهای زیرزمینی منطقه بجستان - یونسی جهت استفاده در آبیاری محصولات کشاورزی. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی .
- ۲۰- نظری. ب، پارسی نژاد. م و یزدانی. م. ۱۳۸۹. اثرات زیست محیطی و زراعی استفاده از آبهای نامتعارف در اراضی شالیزاری (مطالعه موردی منطقه گلسفید گیلان). سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی .
- ۲۱- یارقلی. ب. ۱۳۸۵. تاثیر کیفی منابع آلاینده حوضه آبریز زیلکی بر رودخانه و مخزن سد. کارگاه فنی و آموزشی "آلودگی منابع آب و خاک (چالشها و راهبردها)". پردیس ابوریحان دانشگاه تهران- ۱۴ شهریور ۱۳۸۵.
- ۲۲- یوسفی، ع، صافدل. ح و گلپور، غ. ۱۳۸۹. اندازه گیری شاخص کیفیت آب زهکش های حوزه آبریز سفیدرود در استان گیلان. سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی.