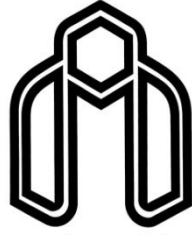


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه آب و خاک

بررسی اثرات پساب کارخانه قند شیروان بر برخی خصوصیات فیزیکی و
شیمیایی خاک و کیفیت منابع آب منطقه

سمیرا محمدی سعداباد

استاد راهنما:

دکتر هادی قربانی

استاد مشاور:

دکتر علی عباسپور

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

اسفند ۱۳۸۸

پدر و مادر عزیزم

برایتان نوشتن و نوشته‌ها اندک است

که زلال نگاهتان

هرم وجودتان

شکوه اندیشه و

شعور کلامتان

وصف ناشدنی است.

وہ چه پراعجاز است

تمام موهبتی که در وجود شماست

برکت نفسهاتان برایم کافی است و

این تقدیمی از من برایتان ناچیز!

لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق

سپاس و ستایش من از خالق هستی است، آنکه الطاف بی‌کرانش مرا توفیق هر آغاز بود و عنایت هر انجام. به شکرگذاری او سجده باید کرد که اینهمه از اوست اگر اینک هست!

سپاس خالصانه دارم از استاد بزرگوارم جناب دکتر هادی قربانی، که جز با معرفت و راهنمایی حکیمانهاش رسیدن به این مقصود میسر نمی‌شد. تشکر می‌کنم و خود را همیشه نیازمند یاری‌شان در گستره‌ی علم و ادب می‌دانم. قدردانی می‌کنم از استاد محترم جناب دکتر علی عباسپور که حمایت سرشار از تواضع ایشان مرا در این مهم باعث افتخار است. و اساتید فرهیخته‌ی دانشکده کشاورزی به ویژه گروه آب و خاک که در این مدت بهره‌مند از تجارب و دانش علمی‌شان بوده‌ام. جناب آقای دکتر اژدری و دکتر حافظی با قبول داوری این پایان‌نامه و اعمال نظر ارزشمندشان، انجام این امر را به تمام رساندند که از ایشان ممنونم.

و دو واژه از بی‌نهایت لطف پروردگارم که دنیای من را از جهل و مجهول به علم و معلوم می‌گستراند: پدر و مادر عزیزم. زلال‌ترین واژگان و غنی‌ترین حضورهای عالم هستی! از شما سپاسگزارم با شرمی از حقارت بیانم، که در قبال حمایت بی‌دریغ و سخاوت دریایی و صبر بی‌اندازه‌تان جمله‌ای شایسته‌تر از این ندارم. سپاسگزارم از تشویق و ترغیب شما به پیمودن راه علم و اخلاق. و برادران عزیزم که وجودشان مایه‌ی دلگرمی من است و ایمان به تنها نبودن را در فراز و فرودهای زندگی‌ام معنا کرده‌اند.

قداست همراهی و حضور صمیمانه‌ی دوستانم خانم‌ها هاشمی‌راد، تازیکی، زاغی، میرفاضلی، قلیچ‌زاده و بنا در طول تحصیل قابل‌قدردانی است و هم‌اندازه‌ی آن، همکاری دیگر دوستانم خانم‌ها کیانی، جمشیدی، دم‌شناس و حمیدی در انجام پایان‌نامه و حضور سرشار از لذت‌شان در کنارم شایسته‌ی تقدیر است. از جناب آقای رحیمی به خاطر همکاری و راهنمایی در ارسال نمونه‌ها و از هم‌درسان این دوره تحصیلی‌ام خانم‌ها علیزاده و باقی و آقای آقابابایی به خاطر هم‌اندیشی در انجام این امر متشکرم.

سپاسگزارم و برای شما و هر آنکه مرا به نحوی در تحصیل و تحقیق و دیگر توفیقات زندگی‌ام یاری رسانده و من نامی از آن‌ها نبرده‌ام، آرزوی سلامت، شادی و خیر در امورتان دارم.

چکیده

دشت شیروان - قوچان در شرق استان خراسان شمالی جزئی از حوضه آبریز رودخانه اترک محسوب می‌شود. دارای آب و هوای نیمه خشک و معتدل، بارندگی سالانه حدود ۲۴۷ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۹/۹۵ درجه سانتی‌گراد است. کارخانه قند شیروان در ۱۳ کیلومتری غرب مرکز شهر شیروان و پایین شیب توپوگرافی منطقه بنا شده است. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های هم‌عمق منابع آب و سایر نقشه‌های هیدرولوژی، بالادست و پایین‌دست کارخانه و نیز جهت جریان آب به منظور تعیین نقاط نمونه برداری مشخص شد. نمونه برداری از پساب خروجی کارخانه منطبق بر اوج فعالیت آن در دو نوبت و از سه منبع (لاگون اول، لagoon سوم و پساب رها شده به اراضی) صورت گرفت. پس از بررسی شاخص‌های آلاینده‌گی شامل کدورت، BOD، COD، TSS و TDS، همچنین EC و pH، تعیین غلظت کلیه عناصر موجود در آن به روش پلاسما جفت شده القایی (ICP) صورت پذیرفت. نمونه برداری از خاک سطحی اراضی اطراف کارخانه با رعایت پراکنش مناسب به صورت مرکب انجام شد. در نهایت ۲۰ نمونه خاک به طوری که ۱۱ نمونه مربوط به پایین‌دست (تحت تأثیر رهاسازی پساب) و ۹ نمونه متعلق به اراضی بالادست بودند، مورد آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی قرار گرفتند. به علاوه کلیه عناصر موجود در آن نیز به روش ICP تعیین شد. نمونه‌های آب نیز از ۱۱ حلقه چاه (۴ حلقه واقع در پایین‌دست کارخانه و ۷ حلقه مربوط به بالادست) برداشت و مورد آنالیز کیفی قرار گرفت. همچنین مطلوبیت منابع آب با رسم نمودارهای کیفی مربوط به مصارف شرب، کشاورزی و صنعت با استفاده از نرم افزارهای موجود تعیین شدند. نمونه برداری از نزدیک‌ترین منبع آب سطحی منطقه به مکان فعالیت کارخانه (رودخانه اترک) در دو ایستگاه مجاور و بالادست انجام گرفته است و وضعیت شاخص‌های آلاینده‌گی آن طی سه سال متوالی با تأکید بر زمان رهاسازی پساب به آن بررسی شد. به منظور بررسی وضعیت تغذیه‌ای گیاهان آبیاری شده با پساب نیز از دو مزرعه که طی دو سال گذشته و در زمان نمونه برداری تحت تأثیر رهاسازی پساب بوده و آبیاری آن با آب چاه توأم با پساب انجام گرفته است، ۵ نمونه مرکب از ۱۰ نقطه تصادفی در اواسط رشد و قبل از گلدهی برداشت و غلظت عناصر موجود در اندام‌های هوایی به روش ICP تعیین شد. ارزیابی آماری بر کلیه نتایج حاصل صورت گرفت و جهت بررسی تغییرات و پراکنش پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و غلظت عناصر در خاک و آب منطقه، منحنی‌های هم میزان و منحنی تغییرات با استفاده از نرم‌افزارهای مربوطه ترسیم و بررسی شدند، که در هر دو مورد روند کاهشی مطلوبیت تحت تأثیر رهاسازی پساب در منطقه آشکار است. پساب کارخانه دارای ماهیت قلیایی و مقادیر شاخص‌های آلاینده‌گی بالاتر از حد مجاز است. شوری زیاد آب چاه‌های اطراف کارخانه و بالا بودن بیش از حد مجاز پارامترهای کیفی و غلظت برخی عناصر در آن‌ها بیانگر تأثیر فعالیت کارخانه در کاهش کیفیت آن‌ها است، به طوری

که بهره برداری از دو چاه حسین زاده و زارع با میانگین EC بیش از ۱۰۰۰۰ میکرو زیمنس و مجموع جامدات حل شده بیش از ۳۰۰۰ میلی گرم بر لیتر برای هر نوع مصرف مجاز نمی باشد و در مجموع بیش از ۷۰ درصد چاهها در کلاس C3 طبقه بندی ویلکاکس قرار دارند. رهاسازی پساب به رودخانه نیز میزان هدایت الکتریکی (EC) آب را حدود ۲۰۰۰ میکرو زیمنس، TDS را ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر و pH را ۲ واحد افزایش داده، همچنین مقدار اکسیژن محلول (DO) آب را به نصف مقدار آن در ایستگاه بالا دست کاهش داده است. علاوه بر آن شور و آهکی شدن اراضی تحت تأثیر پساب، منجر به کاهش فراهمی برخی عناصر مورد نیاز گیاهان شده است. غلظت بیش از حد مجاز فلزات سنگین در پساب کارخانه و خاک تحت تأثیر آن مشاهده نگردید و غلظت بیش از حد طبیعی برخی از آن ها در نمونه های خاک و گیاه به اثرپذیری از سایر عوامل همچون مصرف نامتعادل کود و استعمال سموم و آفت کش ها مرتبط دانسته شد. به علاوه به نظر می رسد میانگین غلظت حدود ۷ میلی گرم بر کیلوگرم سرب در نمونه های گیاهی به دلیل مجاورت مزارع با حاشیه جاده اصلی بوده باشد.

کلمات کلیدی: کارخانه قند شیروان، پساب، کیفیت آب، خصوصیات خاک، آلودگی.

لیست مقالات استخراج شده از این پایان نامه

- ۱- بررسی تغییرات فصلی هدایت الکتریکی (EC) و کل املاح محلول (TDS) چاه‌های دشت شیروان. اولین همایش شبکه ملی پژوهش و فناوری محیط زیست. اردیبهشت ۱۳۸۸. تهران.
- ۲- مقایسه وضعیت کیفی آب چاه‌های اطراف کارخانه قند شیروان با سایر نقاط دشت شیروان. سومین همایش و نمایشگاه محیط زیست. مهر ۱۳۸۸. تهران.
- ۳- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی و میزان کلر آب چاه‌های فاروج (دشت شیروان_قوچان) در سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۶. کنفرانس بین‌المللی آب با رویکرد منطقه‌ای. مرداد ۱۳۸۸. شاهرود.
- ۴- تعیین تواتر یونی، تیپ و رخساره آب چاه‌های دشت شیروان. نخستین کنفرانس پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران. اردیبهشت ۱۳۸۹. کرمانشاه.
- ۵- طبقه بندی کیفیت آب چاه‌های دشت شیروان جهت مصارف کشاورزی. نخستین کنفرانس پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران. اردیبهشت ۱۳۸۹. کرمانشاه.
- ۶- بررسی مطلوبیت آب زیرزمینی دشت فاروج جهت شرب. نخستین کنفرانس پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران. اردیبهشت ۱۳۸۹. کرمانشاه.
- ۷- بررسی غلظت برخی فلزات سنگین در مزارع گندم در اطراف کارخانه قند شیروان. چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی محیط زیست. پاییز ۱۳۸۹. تهران.
- ۸- مطالعه امکان تجمع سرب، روی و آرسنیک در برخی گیاهان زراعی اطراف کارخانه قند شیروان. چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی محیط زیست. پاییز ۱۳۸۹. تهران.
- ۹- بررسی غلظت مس، منگنز، مولیبدن و نیکل در اراضی اطراف کارخانه قند شیروان. چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی محیط زیست. پاییز ۱۳۸۹. تهران.

10_ Seasonal Changes in Some Qualitative Parameters of Groundwater in Farouj Plain North East of Iran. International Conferanc on Envirenmantal Science and Technology (ICEST). Bangkok, Thialand, 2010.

11_ The Effects of Shirvan Sugar Factory Wastewater on the Hydro-chemical Characteristics of Groundwater in the Nearby Area. National Seminar of Chemistry and Environment, BandarAbbas Iran, 2010.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- ضرورت و هدف مطالعه.....	۲
۳-۱- وسعت و موقعیت منطقه مورد مطالعه.....	۳
۴-۱- سوابق مطالعاتی.....	۶

فصل دوم: فاضلاب‌ها و اثرات زیست محیطی آنها

۱-۲- پساب‌ها و فاضلاب‌ها.....	۱۳
۱-۱-۱- انواع فاضلاب‌ها.....	۱۳
۲-۱-۲- کیفیت فیزیکی فاضلاب‌ها.....	۱۴
۳-۱-۲- کیفیت شیمیایی فاضلاب‌ها.....	۱۵
۴-۱-۲- فاضلاب صنعتی.....	۱۵
۵-۱-۲- استانداردهای زیست محیطی مربوط به پساب‌های صنعتی.....	۱۷
۶-۱-۲- ویژگی‌های فاضلاب صنایع غذایی.....	۲۱
۲-۲- فرآیند قند سازی در کارخانجات قند.....	۲۲
۳-۲- تغییرات املاح خاک.....	۲۵
۴-۲- آلودگی خاک‌ها.....	۲۶
۵-۲- کیفیت و آلودگی آب‌ها.....	۲۸
۶-۲- کمبود و انباشت عناصر در خاک.....	۳۴
۷-۲- آلودگی جوامع زیستی و محصولات کشاورزی.....	۳۵

فصل سوم: اطلاعات پایه و ویژگی‌های ساختاری و زیست محیطی منطقه مورد مطالعه

۱-۳- مقدمه.....	۴۰
۲-۳- زمین شناسی.....	۴۰
۳-۳- چینه شناسی.....	۴۱
۴-۳- ژئو فیزیک منطقه.....	۴۳
۱-۴-۳- مقاومت مخصوص.....	۴۳
۲-۴-۳- ضخامت آبرفت.....	۴۵
۳-۴-۳- مقاومت عرضی.....	۴۵
۵-۳- هواشناسی.....	۴۶

۴۶	..... ۳-۵-۱- درجه حرارت
۴۷	..... ۳-۵-۲- یخبندان
۴۷	..... ۳-۵-۳- بارش
۴۹	..... ۳-۵-۴- تبخیر
۵۰	..... ۳-۵-۵- وضعیت بادها
۵۱	..... ۳-۵-۶- توده‌های هوایی
۵۲	..... ۳-۶-۱- منابع آب
۵۳	..... ۳-۶-۱-۱- منابع آب زیرزمینی
۵۵	..... ۳-۶-۱-۱- سفره آب زیرزمینی
۵۶	..... ۳-۶-۱-۲- تغییرات پتانسیل آب زیرزمینی در سطح دشت
۵۶	..... ۳-۶-۱-۳- تغییرات عمق آب زیرزمینی
۵۸	..... ۳-۶-۱-۴- کیفیت آب زیرزمینی
۶۰	..... ۳-۶-۱-۵- عوامل تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی دشت شیروان - قوچان
۶۰	..... ۳-۶-۲- آب‌های سطحی
۶۳	..... ۳-۷-۱- چشم اندازهای زیست محیطی
۶۴	..... ۳-۷-۱- پوشش گیاهی
۶۵	..... ۳-۷-۲- مناطق حفاظت شده
۶۶	..... ۳-۷-۳- بیلاقات

فصل چهارم: مواد و روش‌ها

۶۸	..... ۴-۱- مطالعه سابقه و ضرورت
۶۸	..... ۴-۲- نقشه‌ها
۶۹	..... ۴-۳- بازدید صحرائی
۶۹	..... ۴-۴- نمونه برداری
۶۹	..... ۴-۴-۱- نمونه برداری از پساب کارخانه
۷۱	..... ۴-۴-۲- نمونه برداری از خاک اطراف کارخانه
۷۲	..... ۴-۴-۳- نمونه برداری از منابع آب
۷۳	..... ۴-۴-۴- نمونه برداری از گیاهان منطقه
۷۳	..... ۴-۵-۱- آنالیز نمونه‌ها
۷۳	..... ۴-۵-۱-۱- آنالیز پساب
۷۳	..... ۴-۵-۲- آنالیز خاک
۷۴	..... ۴-۵-۳- آنالیز آب
۷۴	..... ۴-۵-۴- آنالیز گیاه

۶-۴- ارزیابی و تحلیل نتایج ۷۵

فصل پنجم: نتایج و بحث

۱-۵- ویژگی‌های پساب کارخانه ۷۷

۲-۵- تأثیر پساب بر خاک اطراف کارخانه ۸۲

۳-۵- ویژگی‌های منابع آب منطقه ۱۰۰

۴-۵- نتایج آنالیز محصولات مجاور کارخانه ۱۱۱

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱-۶- نتیجه گیری ۱۱۶

۲-۶- پیشنهادات ۱۱۸

منابع ۱۲۱

فهرست جداول

فصل دوم

- جدول ۱-۲- عوامل کیفیت فیزیکی فاضلابها..... ۱۴
- جدول ۲-۲- مهمترین شاخص‌های کیفیت شیمیایی فاضلابها..... ۱۶
- جدول ۳-۲- برخی استانداردهای خروجی فاضلابها..... ۱۸
- جدول ۴-۲- حداکثر غلظت مجاز عناصر کمیاب خاک زراعی بر اساس استانداردهای مختلف..... ۲۸
- جدول ۵-۲- حداکثر غلظت قابل قبول فلزات در عمق شخم خاک پس از کاربرد لجن..... ۲۸
- جدول ۶-۲- استانداردهای آب آشامیدنی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران..... ۳۰
- جدول ۷-۲- استانداردهای آب آشامیدنی (EPA)..... ۳۲
- جدول ۸-۲- مقایسه استاندارد آب آشامیدنی (پژوهشکده محیط‌زیست دانشگاه تربیت مدرس)..... ۳۲
- جدول ۹-۲- حداکثر غلظت مجاز عناصر جزیبی در آب آبیاری توصیه شده توسط FAO..... ۸۷
- جدول ۱۰-۲- محدوده مطلوب آب صنعتی گروه دوم (راهنمای کیفیت آب وزرات نیرو، ۱۳۸۷)..... ۸۱
- جدول ۱۱-۲- میانگین غلظت عناصر در ماده خشک گیاهی برای شرایط رشد مناسب..... ۳۵
- جدول ۱۲-۲- غلظت کل عناصر مختلف موجود در خاک و گیاه..... ۳۶
- جدول ۱۳-۲- طبقه بندی عناصر جزیبی به صورت ماده غذایی گیاه و حیوان یا ماده سمی..... ۳۷
- جدول ۱۴-۲- غلظت کل عناصر غذایی کم مصرف موجود در گیاهان..... ۳۸
- جدول ۱۵-۲- مقادیر قابل تحمل عناصر جزئی در گیاه..... ۳۸

فصل سوم

- جدول ۱-۳- خلاصه مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری..... ۴۸
- جدول ۲-۳- مشخصات عمومی ایستگاه‌های تبخیر سنجی محدوده‌ی فعالیت..... ۴۹
- جدول ۳-۳- خلاصه آمار منابع آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی قوچان - شیروان..... ۵۳
- جدول ۴-۳- عوامل تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی دشت شیروان قوچان..... ۶۱
- جدول ۵-۳- وسعت مراتع شهرستان شیروان..... ۶۵

فصل پنجم

- جدول ۱-۵- نتایج تعیین برخی شاخص‌های آلاینده‌ی پساب کارخانه قند..... ۷۷
- جدول ۲-۵- غلظت برخی عناصر در نمونه پساب لاگون اول..... ۷۸
- جدول ۳-۵- غلظت برخی عناصر در نمونه پساب لاگون سوم..... ۷۸
- جدول ۴-۵- غلظت برخی عناصر در نمونه پساب رهاسازی شده به زمین‌های زراعی..... ۷۹
- جدول ۵-۵- برخی پارامترهای شیمیایی خاک اطراف کارخانه..... ۸۲
- جدول ۶-۵- برخی پارامترهای فیزیکی خاک اطراف کارخانه..... ۸۴

- جدول ۵-۷- تجزیه آماری نتایج حاصل از تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک ۸۵
- جدول ۵-۸- غلظت برخی عناصر موجود در خاک اطراف کارخانه ۹۱
- جدول ۵-۹- آنالیز آماری غلظت برخی عناصر خاک دشت شیروان ۹۵
- جدول ۵-۱۰- مقادیر برخی پارامترهای کیفی آب چاه‌های دشت شیروان ۱۰۱
- جدول ۵-۱۱- ارزیابی آماری مؤلفه‌های مختلف شیمیایی چاه‌های دشت شیروان ۱۰۲
- جدول ۵-۱۲- درصد هر یک از کلاس‌های طبقه بندی ویلکاکس در کل محدوده ۱۰۴
- جدول ۵-۱۳- درصد هر یک از کلاس‌های طبقه بندی شولر در کل محدوده ۱۰۵
- جدول ۵-۱۴- تواتر یونی، تیپ و رخساره‌ی آب ۱۰۶
- جدول ۵-۱۵- مقایسه برخی شاخص‌های آلاینده‌ی رود اترک در خراسان شمالی طی سه سال ۱۱۰
- جدول ۵-۱۶- غلظت برخی عناصر موجود در اندام هوایی گندم زمین‌های اطراف کارخانه ۱۱۲
- جدول ۵-۱۷- ارزیابی آماری نتایج تعیین عناصر اندام هوایی گندم اطراف کارخانه ۱۱۳

فهرست اشکال

فصل اول

- شکل ۱-۱- محدوده جغرافیایی دشت شیروان واقع در استان خراسان شمالی ۴
- شکل ۱-۲- موقعیت شهر شیروان واقع در استان خراسان شمالی ۵
- شکل ۱-۳- موقعیت مکانی کارخانه قند شیروان واقع در خروجی دشت شیروان ۶

فصل سوم

- شکل ۳-۱- نقشه زمین‌شناسی دشت شیروان - قوچان ۴۴
- شکل ۳-۲- نقشه موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری ۴۹
- شکل ۳-۳- نقشه موقعیت ایستگاه‌های تبخیر سنجی خراسان شمالی ۵۰
- شکل ۳-۴- نقشه هم‌پتانسیل چاه‌های منطقه ۵۷
- شکل ۳-۵- نقشه هم‌عمق چاه‌های منطقه ۵۸
- شکل ۳-۶- نقشه هم‌EC چاه‌های منطقه ۵۹
- شکل ۳-۷- نقشه هم‌کلر چاه‌های منطقه ۶۰
- شکل ۳-۸- عکس هوایی رود اترک ۶۲
- شکل ۳-۹- حوضه آبریز رود اترک ۶۲

فصل چهارم

- شکل ۴-۱- نقاط نمونه برداری از چاه‌ها ۶۹
- شکل ۴-۲- تصاویر بازدید از اراضی اطراف کارخانه ۷۰
- شکل ۴-۳- مختصات نقاط نمونه برداری در دشت شیروان ۷۵

فصل پنجم

- شکل ۵-۱- مقایسه شاخص‌های آلاینده‌گی پساب کارخانه قند با استاندارد محیط زیست ۸۰
- شکل ۵-۲- مقادیر برخی ویژگی‌های خاک اطراف کارخانه ۸۶
- شکل ۵-۳- منحنی‌های تغییرات برخی ویژگی‌های نمونه‌های خاک اطراف کارخانه قند شیروان ۸۸
- شکل ۵-۴- منحنی‌های هم‌میزان برخی ویژگی‌های خاک اطراف کارخانه قند شیروان ۸۹
- شکل ۵-۵- منحنی‌های هم‌میزان غلظت برخی عناصر خاک اطراف کارخانه قند شیروان ۹۷
- شکل ۵-۶- گراف پارامترهای آماری مؤلفه‌های شیمیایی چاه‌های دشت شیروان ۱۰۲
- شکل ۵-۷- دیاگرام ویلکاکس چاه‌های دشت شیروان ۱۰۳
- شکل ۵-۸- دیاگرام شولر چاه‌های دشت شیروان ۱۰۴
- شکل ۵-۹- دیاگرام پایپر چاه‌های دشت شیروان ۱۰۵

- شکل ۵-۱۰- دیاگرام استیف چاه‌های دشت شیروان..... ۱۰۶
- شکل ۵-۱۱- منحنی‌های هم‌میزان برخی پارامترهای کیفی آب چاه‌های دشت شیروان..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۲- اختلاف مقادیر برخی پارامترهای کیفی چاه‌های نمونه‌برداری شده دشت شیروان..... ۱۱۰

فصل اول

کلیات و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

فاضلاب‌ها، آب‌های حاصل از فعالیت‌های مداوم بشر و با ترکیبی متفاوت از آب‌های طبیعی می‌باشند که امروزه یکی از بزرگ‌ترین آلاینده‌های محیط زیست و خطری جدی برای کیفیت منابع آبی و خاک به حساب می‌آیند. آن دسته از فعالیت‌هایی که باعث تولید فاضلاب می‌گردند شامل مصارف شهری، فعالیت‌های کشاورزی و نیز فعالیت‌های صنعتی می‌باشند. جدا از حجم تولید فاضلاب، مشکلات ناشی از رهاسازی آن در محیط‌های زیستی که در نهایت باعث برهم خوردن تعادل اکولوژیکی و آلاینده‌گی منابع تغذیه‌ای موجودات و محیط زیست می‌شود، جوامع انسانی را ملزم به صرف هزینه‌های گزاف در جهت حل این عوارض کرده است. قرار گرفتن کارخانجات صنعتی در مجاورت منابع آبی در حال بهره برداری و نیز اراضی کشاورزی خطر آلودگی این منابع را در پیش داشته است که تهدیدی جدی در زمینه سلامت زیستی به حساب می‌آید. شناسایی منابع آلاینده، آگاهی از نحوه اثر این منابع و پیش‌بینی خطرات ناشی از حضور آن‌ها مقدمه جلوگیری از هدررفت و تخریب منابع آب و خاک می‌باشد.

۱-۲- ضرورت و هدف مطالعه

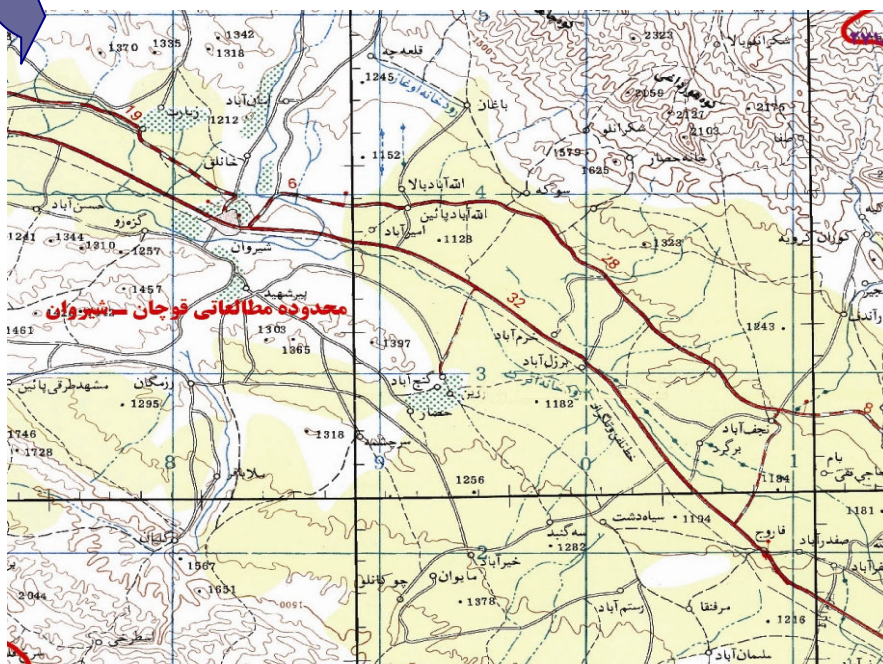
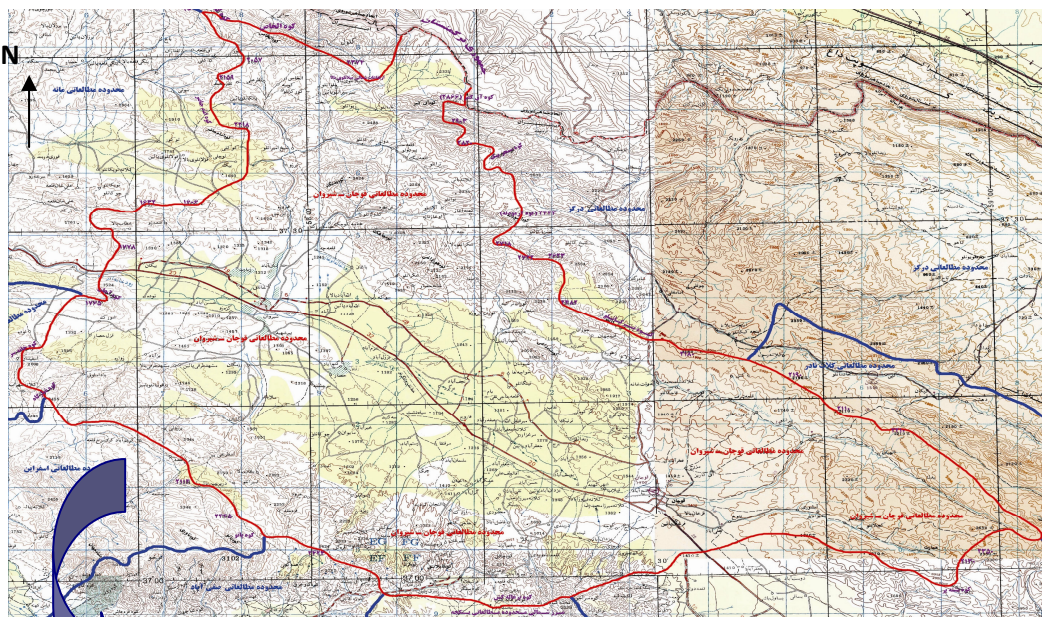
در این پژوهش اثرات ناشی از پساب کارخانه قند شیروان و تأثیر آن بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کیفیت منابع آب منطقه بررسی گردیده است. اهمیت پرداختن به این مسأله از این جهت است که با توجه به گزارش وزارت نیرو و سازمان آب منطقه‌ای در حال حاضر دشت شیروان جزء دشت‌های ممنوعه و دارای محدودیت بهره برداری است و با توجه به اقلیم نیمه خشک منطقه، در فصول کم باران با خطر شوری آب‌ها مواجه است. با کاهش کیفیت آب‌های منطقه که جهت آبیاری محصولات کشاورزی استفاده می‌شود و حتی جایگزین کردن پساب به جای آب چاه به ویژه در زمان محدودیت بهره برداری، شور شدن تدریجی خاک نیز انتظار می‌رود که البته ذکر این مسأله جدا از تأثیرات مستقیم حاصل از رهاسازی پساب خروجی کارخانه در اراضی اطراف کارخانه است، به‌طوری

که با در نظر گرفتن عوارض ناشی از این رهاسازی می‌توان انباشت بسیاری از عناصر سمی را در حد نامطلوب در خاک این ناحیه پیش‌بینی کرد. لذا حفظ کیفیت آب از یک سو و جلوگیری از روند تخریب فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها از سوی دیگر در این ناحیه ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به فعالیت‌های صنعتی که با گذشت زمان بر میزان آن افزوده می‌گردد، تأثیرگذاری بر کیفیت منابع آب و خاک و نیز سلامت محصولات کشاورزی قابل پیش‌بینی است و ضروری است تا با شناخت عوامل مؤثر آلاینده از روند کاهش کیفیت آب و خاک در این ناحیه جلوگیری و به سلامت محیط زیست و جامعه انسانی کمک کرد. از سوی دیگر عمده مطالعات صورت گرفته در دشت شیروان به میزان بهره‌برداری و کمیت آب در منطقه پرداخته است و اثر مدیریت بهره‌برداری از آب و به‌خصوص پساب کارخانه قند بر کیفیت منابع آب و خاک و اثرات احتمالی آن بر سلامت محصولات کشاورزی مناطق اطراف مورد توجه قرار نگرفته است، لذا این تحقیق از آن جهت که در بر گیرنده‌ی موارد مذکور است، می‌تواند حائز اهمیت فراوان باشد.

۱-۳- وسعت و موقعیت منطقه مورد مطالعه

دشت شیروان - قوچان در شرق استان خراسان شمالی، بزرگ‌ترین دشت حوضه آبریز رودخانه اترک می‌باشد. دارای آب و هوای نیمه خشک و معتدل، بارندگی سالانه حدود ۲۴۷ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۹/۹۵ درجه سانتی‌گراد است. این دشت در فاصله تقریبی ۱۳۰ کیلومتری غرب شهرستان مشهد و در قسمت علیای حوضه آبریز رودخانه اترک واقع شده است و از شمال به ارتفاعات ... اکبر و هزار مسجد، از جنوب به ارتفاعات آلاداغ و شاه جهان، از شرق به دشت مشهد (امتداد حوضه آبریز رودخانه کشف رود) و از غرب به حوضه آبریز دشت بجنورد محدود می‌شود. از نظر موقعیت جغرافیایی، دشت مذکور در محدوده ۵۷ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۸ درجه عرض شمالی واقع شده است. مساحت کل حوضه آبریز آن ۵۶۳۰ کیلومتر مربع می‌باشد که ۱۳۶۰ کیلومتر مربع آن دشت و مابقی را ارتفاعات منطقه تشکیل

می‌دهد. دشت مذکور در جهت شمال غرب - جنوب شرق به صورت نوار باریکی کشیده شده که طول آن حدود ۷۹ کیلومتر و عرض آن ۷ کیلومتر است. رودخانه اترک تقریباً در مرکز این دشت جریان داشته و دو شاخه تبارک آباد و قلجق (واقع در شمال دشت)، از شاخه‌های اصلی آن محسوب می‌گردند. ارتفاع بلندترین نقطه از سطح دریا ۳۰۳۰ متر در کوه شاه جهان و پست‌ترین نقطه ۱۰۰۰ متر در محل خروجی دشت (غرب رضا آباد) است (شکل ۱-۱).



شکل (۱-۱) محدوده جغرافیایی دشت شیروان واقع در استان خراسان شمالی، برگرفته از نقشه ۱:۱۵۰۰۰۰ سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی

شهرستان شیروان به وسعت حدود ۲۲۷۹ کیلومتر مربع، در شمال استان خراسان شمالی، در مسیر مشهد - بجنورد قرار دارد. این شهرستان از شمال به جمهوری ترکمنستان، از غرب به شهرستان بجنورد، از شرق به شهرستان قوچان و از جنوب به شهرستان اسفراین محدود است. بیشترین درجه حرارت این ناحیه ۳۸+ و کمترین درجه حرارت نیز ۲۰- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. شهر شیروان در مسیر راه آسفالت اصلی مشهد - گرگان و در ارتفاع ۱۱۶۰ متر از سطح دریا قرار دارد. راه‌های ارتباطی این شهرستان شامل راه شیروان - قوچان به طول ۲۰۰ کیلومتر، راه شیروان - بجنورد به طول ۶۰ کیلومتر و راه شیروان - درگز به طول ۱۸۰ کیلومتر است (شکل ۱-۲).



شکل (۱-۲) موقعیت شهر شیروان واقع در استان خراسان شمالی

کارخانه قند شیروان، در ۱۳ کیلومتری غرب مرکز شهر شیروان قرار دارد که بیش از ۴۰ سال از آغاز فعالیت آن می‌گذرد. کارخانه در خروجی دشت و در پایین شیب توپوگرافی منطقه بنا شده است. اراضی اطراف کارخانه از لحاظ کاربری تحت کشت گندم پاییزه قرار دارند. جهت جریان آب در خروجی دشت شیروان از سمت شرق به غرب (انتهای دشت) می‌باشد (شکل ۱-۳).



شکل (۱-۳) موقعیت مکانی کارخانه قند شیروان واقع در خروجی دشت شیروان

۱-۴- سوابق مطالعاتی

در مطالعات انجام شده در زمینه اثرات و آسیب‌های استفاده طولانی مدت از پساب و فاضلاب بر خاک‌های کشاورزی و زراعی مشخص شده که آلاینده‌ها از این طریق وارد زنجیره غذایی می‌شوند (Aliem and Malik, 2002). افزودن فاضلاب و پساب به خاک، رشد گیاه را محدود می‌کند و این در اثر فقدان تعادل لازم بین عناصر غذایی می‌باشد (بای بوردی، ۱۳۸۲). با توجه به این که در اکثر نقاط کشور مصرف فاضلاب غالباً بدون عملیات تصفیه‌ای و به صورت خام بوده است، می‌تواند در نتیجه‌ی ورود عناصر سمی و خطرناک، باعث ایجاد آلودگی خاک و آب و همینطور گیاهان آبیاری شده با فاضلاب شود و در نتیجه باعث به خطر افتادن زنجیره غذایی انسان گردد (مستشاری، ۱۳۸۰). هرچند پساب دارای مقادیر زیادی از عناصر غذایی است که می‌تواند در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد و سبب افزایش عملکرد محصول نیز گردد (نظری و همکاران، ۱۳۸۵)، یکی از مهمترین اصولی که باید قبل از افزودن آن به خاک مد نظر قرار گیرد آگاهی دقیق از کیفیت فاضلاب است (موحدیان، ۱۳۷۹). به تأکید آورده شده است که در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین آلوده‌کننده‌های خاک و منابع آب مصرف فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری می‌باشد (Sukkariyah, 2003). در بررسی‌های موردی

مربوط به حضور واحدهای آلاینده در مجاورت منابع آب اثرات این آلودگی‌ها گزارش شده برای مثال سه دریاچه بلاسلاوسکو (Beloslavsko)، وارننسکو (Varnensko) و خلیج بورگاس (Bourgas) در بلغارستان از لحاظ آلودگی مورد بررسی قرار گرفتند. آلودگی خلیج بورگاس به فلزات سنگین به دلیل مجاورتش با پالایشگاه نفت و آلودگی دریاچه بلاسلاوسکو به فلزات بر و کروم به علت نزدیکی به کارخانه شیشه‌گری و نیز آلوده بودن دریاچه وارننسکو به فلزات کادمیوم، مس، نیکل، سرب و روی به دلیل نزدیکی به کارخانجات فلزکاری تأیید شده است (Simeonov et al., 1999). مشاهداتی نیز درباره آلوده شدن خاک در اثر استفاده از فاضلاب‌ها گزارش شده است چنانکه در تعیین غلظت منگنز و نیکل در خاک و گونه‌های گیاهی در منطقه اطراف کارخانه ذوب آهن اصفهان، نتایج نشان داده است که حداکثر غلظت منگنز و نیکل در جنوب غربی و جنوب شرقی محل استقرار کارخانه بوده است (هودجی و صدر ارحامی، ۱۳۸۷). همچنین در بررسی پراکنش آهن، روی و سرب در خاک و محصولات کشاورزی در منطقه اطراف مجتمع فولاد مبارکه بالا بودن غلظت برخی عناصر همچون آهن و روی در خاک و اندام‌های هوایی محصولات کشت شده‌ی آن منطقه گزارش شده است (هودجی و جلالیان، ۱۳۸۴). خاک‌های کشاورزی که با پساب صنعتی آبیاری شده اند دارای مقادیر بالایی از Ni، Zn، Cu، Cr و Fe هستند (Ansar and Maliki, 2006). از سوی دیگر در برخی صنایع نیز آلودگی فلزات سنگین دیده نمی‌شود، از آن جمله در بررسی خصوصیات شیمیایی و غلظت برخی عناصر سنگین در پساب واحدهای صنعتی نساجی شهر یزد که از نظر بعضی پارامترها از جمله غلظت کلر، سولفات، بی‌کربنات، کلسیم، منیزیم و pH بیش از مقادیر مجاز بوده ولی از نظر عناصر سنگین مورد مطالعه محدودیتی نداشته است (رحمانی، ۱۳۸۲). بخشی از صنایع که پساب با شوری بالایی تولید می‌کنند شامل صنایع غذایی، چرم سازی و صنایع نفتی می‌شوند. تخلیه چنین پساب‌هایی در محیط زیست منجر به شوری بالا و محتوی مواد آلی بدون تصفیه‌ی اولیه می‌شوند که بر سیکل حیاتی اثر گذاشته و بر کشاورزی و قابلیت شرب آب نیز مؤثرند (Lefebvre and Moletta, 2006). برای مثال در بررسی صورت گرفته در مورد تأثیر پساب‌های شهرک صنعتی مراغه بر آلودگی آب‌های زیرزمینی

دشت مراغه - بناب، نتایج نشان داده که خواص هیدروشیمیایی نمونه‌های آب چاه‌های منطقه با خصوصیات پساب‌های صنعتی تحت مطالعه همخوانی داشته و آلودگی‌های شدید ایجاد شده در قسمتی از دشت نتیجه‌ی تأثیر پساب‌های صنعتی بر منابع آب زیرزمینی است (اصغری مقدم و محمودی، ۱۳۸۶). به نظر می‌رسد این آلودگی‌ها در منابع آب پایین شیب یک منطقه آشکارتر خواهد بود و حتی در مورد آب‌های سطحی بررسی‌هایی نشان داده که هر چه به سمت پایین دشت نزدیک‌تر شویم از کیفیت آب رودخانه کم می‌شود و این کاهش کیفیت به دلیل فاضلاب‌های کشاورزی، صنعتی و شهری است (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۲). در بررسی اثرات پساب بر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی و آلودگی خاک در بسیاری موارد نتایج نشان داده‌اند که استفاده از پساب تأثیر معنی‌داری بر افزایش ازت نیتراتی، pH، منگنز و کبالت خاک داشته (باقری، ۱۳۷۹) و همچنین غلظت عناصری همچون مس، منگنز، آهن، سرب و روی در مناطق صنعتی نسبت به مناطق شهری فاقد کارخانجات صنعتی و مناطق روستایی که همزمان مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، دارای مقادیر بالاتری بوده‌اند (Tahir et al., 2007). استفاده از پساب و لجن فاضلاب در تجمع عناصر در خاک و در نهایت انتقال آن‌ها به گیاهان مؤثر می‌باشد. کاربرد مجدد از فاضلاب جهت تأمین آب به ویژه در بخش کشاورزی، به دلیل خطرات زیستی همچون حضور پاتوژن‌های میکروبی که در کوتاه مدت روی انسان، حیوانات و محیط زیست تأثیر می‌گذارند و نیز اثرات منفی سایر آلاینده‌ها که در طولانی مدت با استفاده مداوم از فاضلاب بر اکوسیستم و خاک به وقوع می‌پیوندد، باید با رعایت عملیات تصفیه و کنترل کیفی مستمر صورت گیرد (صالحی و همکاران، ۱۳۸۶). در صورتی که غلظت فلزات سنگین در خاک‌ها و آب‌های مورد مصرف در کشاورزی بیش از حد استاندارد باشد نه تنها فلزات توسط گیاهان جذب و در بافت‌های مختلف تجمع پیدا می‌نمایند، بلکه در صورت مصرف چنین محصولات کشاورزی، فلزات سنگین وارد زنجیره غذایی حیوانات و انسان گردیده و پس از تجمع در اندام‌های مختلف باعث بروز بیماری‌های گوناگون می‌گردند که می‌تواند عوارض جبران ناپذیری را به دنبال داشته باشد.

خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی منابع آب نیز همچون خصوصیات شیمیایی آن‌ها در فصول مختلف متفاوت می‌باشند به ویژه در منابع آب زیرزمینی که در اثر استفاده بی‌رویه سطح ایستابی آب پایین می‌رود (نخعی مقدم و خطیب، ۱۳۸۶). از جمله خساراتی که به واسطه‌ی استفاده از فاضلاب‌ها و ورود آن‌ها به اکوسیستم آبی ایجاد می‌شود، کاهش اکسیژن آب است. زیرا بعضی از اجزای فاضلاب از قبیل ترکیبات آلی، آمونیوم و سولفیدها، مصرف کننده‌ی اکسیژن هستند (سبحانی و خیردوش، ۱۳۸۲). بنابراین وضع قوانینی برای حذف مواد آلی اضافه و شوری پساب‌ها اعمال شده است (Lefebvre and Moletta, 2006). در تحقیقی کیفیت آب در آب انبار زپاشان چین و رودخانه‌های بالادستش مورد بررسی و اثرات توسعه صنایع کلیدی و ساختارهای صنعتی بالا دست بر حفاظت منابع آب در آینده مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با اعمال مدیریت پساب، کیفیت آب در آب انبار بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۴ به تدریج بهبود یافته و در سال ۲۰۰۴ به کلاس ۳ رسیده است (Zheng et al., 2006).

در بررسی و کنترل کیفی فاضلاب صنایع مختلف، با تأکید بر حجم فاضلاب تخلیه‌ای هر یک، باید به مقایسه میزان آلودگی و نیز به تأثیر میزان آب مصرفی آن‌ها توجه کرد. (ترا بیان و مهجوری، ۱۳۷۸). به همین منظور لزوم بررسی آلاینده‌ها و ارائه راهکارهای مدیریتی کاهش آلاینده در صنایع مختلف، به ویژه صنایع غذایی که از نظر تولید محصول، مصرف آب و حجم تولید پساب سهم زیادی در بین صنایع کشور دارد، احساس می‌شود (محمداسماعیلی، ۱۳۷۹). به واسطه‌ی وجود مواد آلی و مغذی در فاضلاب کارخانجات مواد غذایی، مصرف این نوع پساب‌ها از میان فاضلاب‌های صنعتی، برای کشاورزی و فضای سبز بیشتر مورد توجه می‌باشد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۵). این نوع فاضلاب‌ها شامل غلظت‌های بالای مواد آلی هستند و اثرات مضر بر کیفیت آب رودخانه و دریا دارند (Sirianuntapiboon and Nimnu, 1999). در بین شش دسته صنایع موجود در کشور، میزان پارامترهای COD (تقاضای شیمیایی اکسیژن)، TSS (کل مواد جامد معلق) و قلیائیت کل مربوط به پساب کارخانجات قند بالاترین است. در فاضلاب این صنایع میانگین کدورت نمونه‌ها حدود ۴ برابر و حداکثر

تا حدود ۲۵ برابر حد استاندارد است. میانگین کل جامدات معلق حدود ۱۰ برابر استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی است و حداکثر تا ۵۰ برابر آن می‌رسد. BOD_5 حدود ۱۴ تا ۲۸ برابر استاندارد تخلیه و میانگین COD ۷/۵ تا ۱۵ برابر استاندارد می‌باشد. بار آلی که از طریق صنایع قند تولید می‌شود، به طور قابل ملاحظه‌ای بیش از سایر صنایع غذایی است (ترابیان و مهجوری، ۱۳۷۸) و به تبع آن بیشترین میزان تخلیه مواد آلی نیز توسط پساب‌های این کارخانجات است که در روز به سیستم‌های زهکشی تخلیه می‌شود و برای آبیاری نیز استفاده می‌گردند. در نتیجه بدیهی است که اکثر این صنایع نیاز به تصفیه‌ی فاضلاب دارند (Mousa and Jamal, 2001). تحقیق انجام شده روی اقدامات زیست محیطی اجرا شده در صنایع قند خراسان، بر روی نقش عمیق امر تحقیقات و استراتژی جدید حفاظت محیط زیست خراسان تحت عنوان محیط زیست همگام با توسعه و همراه با صنعت در بهبود روند کاهش آلاینده‌ها تأکید کرده و بیان می‌کند که توجه به جنبه‌های پیشگیری از آلودگی یا prevention و استفاده مجدد از ضایعات و برگشت آب‌ها و پساب به چرخه‌ی تولید و انجام پروژه‌های زیست-محیطی می‌تواند به عنوان سرمایه گذاری سودآور که باعث کاهش قیمت تمام شده‌ی محصول نهایی می‌شود به حساب آید (بهزاد، ۱۳۸۲).

بررسی گزارشات موجود نشان می‌دهد که عمده مطالعات پیشین در منطقه دشت شیروان در غالب تحقیقات آب‌شناسی منطقه و عمدتاً با رویکرد کمی منابع آب بوده است. از آن جمله ارزیابی هیدروژئولوژیکی و مدیریت آبخوان قوچان - شیروان با استفاده از مدل عددی MODFLOW-2000 (کاظمی گلیان، ۱۳۸۱) و نیز بررسی رفتار آبخوان‌های آبرفتی با استفاده از هیدروگراف چاه‌های پیژومتری، مطالعه موردی دشت قوچان - شیروان (کاظمی گلیان و همکاران، ۱۳۸۲) و بررسی هیدروشیمیایی آب‌های زیرزمینی دشت شیروان و نقش آن در توسعه و گسترش شیروان (علایی، ۱۳۷۸) می‌باشند که در این بررسی‌ها به محدودیت منابع آب دشت از لحاظ بهره برداری و نیز به روند کاهش کیفیت آب با گذشت زمان و تأثیرات فعالیت‌های صنعتی بر دامن زدن به این نزول کیفیت اشاره شده است.

بررسی گزارشات موجود در خصوص اثرات فعالیت صنایع قندسازی بر محیط زیست نشان می‌دهد که بسیاری از محققین عدم تصفیه‌ی پساب کارخانجات قندسازی و رعایت نکردن استانداردهای زیست محیطی در این رابطه را به عنوان یک معضل زیست محیطی در کشور مطرح کرده‌اند (پور-یوسفی، ۱۳۷۹). در تحقیقی ارزیابی اثرات پساب کارخانجات قند بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گیاهان زراعی در استان فارس مورد مطالعه قرار گرفته است و نتایج حاصل نشان داده که تعدادی از پارامترهای شیمیایی موجود در پساب کارخانجات قند بیشتر از حد مجاز است و اثرات نامطلوبی بر خواص فیزیکی شیمیایی خاک داشته‌اند، از جمله بالا بودن درصد آهک، هدایت الکتریکی و اسیدیته که علاوه بر بالا بردن درصد آهک خاک و افزایش هدایت الکتریکی و اسیدیته آن و نیز کاهش کربن آلی، بر عملکرد گیاهان تحت کشت نیز اثرات منفی داشته است (تدین، ۱۳۸۵). همچنین نتایج حاصل از مطالعه تأثیر آبیاری با فاضلاب کارخانه قند اصفهان بر ویژگی‌های فیزیکی خاک که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد کاربرد پساب کارخانه قند، خصوصیات فیزیکی خاک را بهبود داده است اما در کاربرد بلند مدت پساب در مزارع، به تدریج باید دور آبیاری را کاهش داد. با بیان این مطالب آشکار است که پساب ناشی از کارخانجات تولید قند از چغندر به واسطه‌ی محتوای شیمیایی و بیولوژیکی آن می‌تواند منشأ اثرات مثبت و منفی در خاک تحت آبیاری گردد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۵).

فصل دوم

فاضلاب‌ها و اثرات زیست محیطی آنها

۲-۱- پساب‌ها و فاضلاب‌ها

۲-۱-۱- انواع فاضلاب‌ها

به طور کلی ۶۰ تا ۸۰ درصد آب مصرفی در اجتماعات شهری چه به صورت مصارف بهداشتی و چه به صورت مصارف صنعتی تبدیل به فاضلاب می‌شود. در اجتماعات شهری فاضلاب‌های تولیدی عبارتند از فاضلاب ناشی از مسائل بهداشت فردی، فاضلاب ناشی از شستشوی لباس و ظروف، فاضلاب حاصل از شستشوی منازل و فاضلاب‌های صنعتی حاصل از مصرف آب در فرآیندهای صنعتی. با توجه به این که نشت آب‌ها نیز به داخل شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب راه می‌یابند، در بعضی منابع علمی نشت آب‌ها به عنوان نوعی از فاضلاب ذکر شده است (حسینیان، ۱۳۸۴).

فاضلاب صنعتی: فاضلاب‌هایی هستند که از صنایع مختلف حاصل می‌شوند و نسبت به نوع صنایع، ترکیبات شیمیایی مختلفی دارند و با ورود به اکوسیستم‌های آبی باعث آلودگی آب و حتی مرگ آبزیان می‌گردند.

فاضلاب کشاورزی: در این فاضلاب‌ها سموم کشاورزی مانند هیدروکربن‌های هالوژنه، DDT، آلودین و ترکیبات فسفردار نظیر پاراتیون وجود دارد. مخصوصاً ترکیبات هالوژنه بسیار خطرناک هستند و هنگامی که توأم با آب کشاورزی در لایه‌های زمین نفوذ نمایند یا به بیرون از محیط کشاورزی هدایت شوند، باعث ایجاد فاضلاب‌های کشاورزی فوق‌العاده خطرناک می‌شوند. فاضلاب‌های کشاورزی همچنین ممکن است حاوی مقدار قابل توجهی از ترکیبات اصلی و جانبی همراه با کودهای شیمیایی باشد.

فاضلاب شهری: این فاضلاب‌ها از مصرف خانگی آب حاصل می‌شود. در این پساب‌ها انواع موجودات ریز، میکروب‌ها و ویروس‌ها و انواعی از مواد شیمیایی معین وجود دارد که عمده‌ترین آن آمونیاک و نیز مقداری اوره و نیز ترکیب حاصل از مواد شوینده و پاک‌کننده‌ها می‌باشد. این

فاضلاب‌ها باید از مسیرهای سر بسته به محل تصفیه هدایت گردند. جهت خنثی سازی محیط قلیایی این فاضلاب‌ها که محیط مناسب برای رشد و نمو میکروب‌ها است از کلر استفاده می‌شود.

۲-۱-۲- کیفیت فیزیکی فاضلاب‌ها

مهمترین عوامل تعیین کننده کیفیت فیزیکی فاضلاب‌ها در جدول ۱-۲ نشان داده شده است.

جدول (۱-۲) عوامل کیفیت فیزیکی فاضلاب‌ها (حسینیان، ۱۳۸۴)

منابع ورود	عوامل فیزیکی
مواد معلق موجود در آب‌های مصرفی	مواد جامد محلول و معلق
مواد موجود در فاضلاب‌های صنعتی	
فاضلاب‌های شهری و صنعتی	حرارت
فاضلاب‌های شهری و صنعتی	رنگ
فاضلاب‌های شهری و صنعتی	بو

مواد جامد محلول و معلق: اندازه مواد معلق از کلوئیدی تا درشت معلق متغیر است. مواد آلی معلق موجود در فاضلاب شهری در افزایش BOD که یکی از مشخصه‌های مهم فاضلاب است، تأثیر دارد. مواد معلق فاضلاب ممکن است به دو دسته قابل ته نشینی و غیر قابل ته نشینی (محلول) تقسیم شود. معمولاً ۵۰ درصد کل مواد جامد فاضلاب مواد معلق است که ۶۰ تا ۶۵ درصد آن قابل ته نشینی است (فروزنده، ۱۳۸۱).

رنگ فاضلاب: اگر فاضلاب ۲ تا ۶ ساعت عمر داشته باشد، رنگ روشنی خواهد داشت ولی بعد از آن به علت فعل و انفعالات شیمیایی که در شبکه جمع‌آوری و یا انتقال فاضلاب اتفاق می‌افتد، رنگ آن قهوه‌ای خواهد گردید و ادامه این فعل و انفعالات که به صورت بی‌هوازی خواهد بود به فاضلاب رنگ تیره‌تر خواهد بخشید.

بوی فاضلاب: در فاضلاب‌های کهنه مقادیری H_2S در اثر فعل و انفعالات بی‌هوازی تولید می‌شود که باعث پیدایش بوهای نامطبوع شبیه تخم مرغ گندیده در فاضلاب می‌گردد. شایان ذکر است که

فاضلاب تازه بوی نامطلوبی نخواهد داشت. ورود بعضی فاضلاب‌های صنعتی به داخل فاضلاب‌های شهری اغلب در تشدید بوهای نامطلوب مؤثر است.

حرارت فاضلاب: حرارت فاضلاب معمولاً زیادتر از حرارت آب مصرفی است. حرارت متوسط فاضلاب بین ۱۱ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد متغیر است. درجه حرارت از نظر تأثیر بر فعالیت‌های حیاتی موجودات آبی و فعل و انفعالات شیمیایی و بیولوژیکی و تا حدود زیادی نوع مصرف آب اهمیت زیادی دارد. مخصوصاً با بالا رفتن درجه حرارت و افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی، در تأمین اکسیژن محلول آب‌ها که مهمترین عامل تصفیه خودبه خود آن‌ها است، مشکلاتی به وجود می‌آورد.

۳-۱-۲- کیفیت شیمیایی فاضلاب‌ها

در یک فاضلاب حدود ۷۵ درصد مواد معلق و ۴۰ درصد مواد محلول جزء ترکیبات آلی هستند. مواد آلی فاضلاب ترکیبی از کربن، هیدروژن، اکسیژن بوده و گاهی در آن‌ها ازت، فسفر، گوگرد و آهن نیز دیده می‌شود. تقریباً ۳۰ درصد کل مواد آلی موجود در فاضلاب در انواع مختلف غیرقابل تجزیه هستند. در ترکیب پروتئین‌ها کربن، هیدروژن، اکسیژن و مقداری ازت موجود است که حداکثر ازت آن‌ها ۱۶ درصد گزارش شده است. اگر در ترکیب پروتئین‌ها گوگرد و فسفر و آهن موجود باشد متلاشی شدن آن‌ها بوهای بدی تولید خواهد نمود. پروتئین در فاضلاب‌های صنعتی صنایع غذایی، دباغی و تهیه لبنیات وجود دارد (حسینیان، ۱۳۸۴). مهمترین شاخص‌های کیفیت شیمیایی فاضلاب-ها در جدول ۲-۲ نشان داده شده است.

۴-۱-۲- فاضلاب صنعتی

فعالیت‌های انسانی که منجر به دفع انواع آلاینده‌ها به محیط زیست می‌شود، منابع را با خسارت-های جبران ناپذیری مواجه کرده است. به ویژه فعالیت‌های صنعتی که پساب حاصل از این فعالیت اثرات مخرب زیادی را بر محیط زیست دارد. از این رو مدیریت کاهش بار آلاینده در پساب‌های

خروجی با توجه به نقش آلاینده‌ها در پساب و صرف هزینه‌های بسیار زیاد در جهت تصفیه و حذف آن‌ها از پساب اولین گام جهت بهینه سازی و سازگار کردن واحدهای صنعتی با محیط زیست می‌باشد (روستایی و همکاران، ۱۳۸۴).

جدول (۲-۲) مهمترین شاخص‌های کیفیت شیمیایی فاضلاب‌ها (حسینیان، ۱۳۸۴)

منابع عمده	مشخصه
فاضلاب‌های شهری	پروتئین‌ها
فاضلاب‌های شهری	کربوهیدرات‌ها
فاضلاب‌های شهری و پساب صنعتی	چربی و روغن
پساب‌های صنعتی	فنل‌ها
پساب‌های کشاورزی	حشره کش‌ها
پساب صنعتی، آب زیرزمینی	کلرورها
پساب صنعتی، آب زیرزمینی	قلیائیت
فاضلاب‌های شهری و کشاورزی	ازت
فاضلاب‌های شهری، پساب‌های صنعتی	فسفر
پساب‌های صنعتی	گوگرد
پساب‌های سمی و نفوذ آب‌های زیرزمینی	ترکیبات سمی
پساب‌های صنعتی	فلزات سنگین

نقش تعیین کننده فعالیت‌های صنعتی در تغییرات کیفی آب و خاک کاملاً آشکار است. پیش از آشکار شدن شدت اثرات آلاینده‌گی فعالیت‌های توسعه‌ای بشر، پسماندها و پساب‌های شهری، صنعتی، تولیدی و خدماتی به داخل رودخانه‌ها تخلیه می‌شد و حتی تصور بر این بود که این پسماندها غذای ماهیان و موجودات آبی شده و موجب رشد و نمو آن‌ها می‌گردد (جلیلی و خاکپور، ۱۳۸۵) و بعدها با انجام تحقیقات متعدد و مشاهده اثرات سوء رهاسازی این پساب‌ها تبعات ورود آن‌ها به محیط زیست و منابع طبیعی آشکار شد. بسته به نوع کارخانه‌ها و محصول تولیدی آن‌ها ترکیبات شیمیایی و درصد آن‌ها در پساب‌های صنعتی متفاوت است اما از مهمترین این ترکیبات می‌توان به آرسنیک، سرب، کادمیم و جیوه اشاره کرد. این مواد از طریق پساب کارخانجات تهیه کاغذ، پلاستیک، مواد دفع آفات نباتی و استخراج معادن وارد آب‌های جاری و محیط زیست می‌شود.

۱-۲-۵ - استانداردهای زیست محیطی مربوط به پساب‌های صنعتی

اقدام به هر عملی که موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم نماید ممنوع است. منظور از آلوده ساختن محیط زیست عبارت است از پخش یا آمیختن مواد خارجی به آب یا هوا یا خاک به میزانی که کیفیت فیزیکی یا شیمیایی یا بیولوژیک آن را به طوری که زیان آور به حال انسان یا سایر موجودات زنده یا گیاهان و یا آثار و ابنیه باشد تغییر دهد (قوانین سازمان حفاظت محیط زیست ماده ۹، ۱۳۷۱).

مهمترین روش‌های تعیین آلودگی‌های فاضلاب عبارتند از تعیین مقادیر نیاز بیوشیمیایی اکسیژن یا BOD (Biochemical Oxygen Demand)، نیاز شیمیایی اکسیژن یا COD (Chemical Oxygen Demand)، مجموع مواد جامد معلق یا TSS (Total soluble solids) و نیز اکسیژن محلول یا DO (Dissolved oxygen). BOD عبارتست از مقدار اکسیژن لازمی که باید به فاضلاب داده شود تا باکتری‌های هوازی مواد آلی موجود در فاضلاب را اکسید نموده و به موادی پایدار نظیر نمک‌های معدنی تبدیل سازند. مقدار BOD فاضلاب بر اساس دما، میزان فعالیت باکتری‌ها و اختلاط در زمان‌های مختلف متفاوت است. BOD_5 مقدار میلی‌گرم اکسیژنی است که لازم است تا در پنج روز نخست باکتری‌های هوازی مواد آلی موجود در یک لیتر فاضلاب را در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اکسید نمایند. مقدار BOD_5 معمولاً ۶۸٪ BOD کل است. COD عبارتست از مقدار اکسیژنی که لازم است تا مواد آلی موجود در فاضلاب به طریق شیمیایی تثبیت گردند. نسبت COD به BOD در خصوص فاضلاب خانگی معمولاً حدود ۲ می‌باشد (سبحانی و خیردوش، ۱۳۸۲). بر اساس مطالعات گسترده برای هریک از این شاخص‌های آلاینده‌گی و به جهت کنترل اثرات آن‌ها حدود مجازی تعیین شده است (جدول ۲-۳).

جدول (۲-۳) برخی استانداردهای خروجی فاضلابها

(به استناد ماده ۵ آیین‌نامه‌ی جلوگیری از آلودگی آب سازمان حفاظت محیط زیست کشور)

مواد آلوده کننده	تخلیه به آب‌های سطحی (mg/l)	تخلیه به چاه جاذب (mg/l)	مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/l)
(Ag) نقره	۱	۰/۱	۰/۱
(Al) آلومینیوم	۵	۵	۵
(As) آرسنیک	۰/۱	۰/۱	۰/۱
(B) بر	۲	۱	۱
(Ba) باریم	۵	۱	۱
(Be) برلیوم	۰/۱	۱	۰/۵
(Ca) کلسیم	۷۵	-	-
(Cd) کادمیوم	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵
(Cl) کلر	۱	۱	۰/۲
(Cl ⁻) کلراید	۶۰۰ (تبصره ۲)	۶۰۰ (تبصره ۱)	۶۰۰
فرم آلدئید (CH ₂ O)	۱	۱	۱
فنل (C ₆ H ₅ O ₆)	۱	ناچیز	۱
(CN) سیانید	۰/۵	۰/۱	۰/۱
(Co) کبالت	۱	۱	۰/۰۵
(Cr ⁺⁶) کروم	۰/۵	-	۱
(Cr ⁺³) کروم	۲	۲	۲
(Cu) مس	۱	۱	۰/۲
(F) فلوراید	۲/۵	۲	۲
(Fe) آهن	۳	۳	۳
(Hg) جیوه	ناچیز	ناچیز	ناچیز
(Li) لیتیم	۲/۵	۲/۵	۲/۵
(Mg) منیزیم	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
(Mn) منگنز	۱	۱	۱
(Mo) مولیبدن	۰/۰۱	۰/۰۱	۲
(Ni) نیکل	۲	۲	۲
(NH ₄) آمونیوم	۲/۵	۱	-
(NO ₂) نیتريت	۱۰	۱۰	-
(NO ₃) نترات	۵۰	۱۰	-
(PO ₄) فسفات	۶	۶	-
(Pb) سرب	۱	۱	۱
(Se) سلنیم	۱	۰/۱	۰/۱
(SH ₂) سولفید	۳	۳	۳

ادامه‌ی جدول (۲-۳) برخی استانداردهای خروجی فاضلاب‌ها

مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/l)	تخلیه به چاه جاذب (mg/l)	تخلیه به آب‌های سطحی (mg/l)	مواد آلوده کننده
۱	۱	۱	سولفیت (SO ₃)
۵۰۰	۴۰۰	۴۰۰ (تبصره ۱)	سولفات (SO ₄)
۰/۱	۰/۱	۰/۱	وانادیوم (V)
۲	۲	۲	روی (Zn)
۱۰	۱۰	۱۰	چربی و روغن
۰/۵	۰/۵	۱/۵	دترجنت (ABS)
۱۰۰	۳۰	۳۰ (لحظه ای ۵۰)	اکسیژن خواهی بیولوژیک (BOD)
۲۰۰	۶۰ (لحظه ای ۶۰)	۶۰ (لحظه ای ۶۰)	اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)
۲	-	۲	اکسیژن محلول (DO)
۱۰۰	-	۴۰ (لحظه ای ۶۰)	مجموع مواد جامد معلق (TSS)
۶-۸/۵	۵-۹	۶/۵-۸/۵	پی اچ (Ph)
۰	۰	۰	مواد رادیواکتیو
۵۰	-	۵۰	کدورت (واحد کدورت)
۷۵	۷۵	۷۵	رنگ (واحد رنگ)
-	-	(تبصره ۴)	درجه حرارت
۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	کلیرم گوارشی (در ۱۰۰ میلی لیتر)
۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	کل کلیرم (در ۱۰۰ میلی لیتر)
(تبصره ۵)	-	-	تخم انگل

- تبصره ۱- تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی، غلظت کلراید، سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ۱۰ درصد افزایش ندهد.
- تبصره ۲- تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که افزایش کلراید، سولفات و مواد محلول پساب خروجی نسبت به آب مصرفی بیش از ۱۰ درصد نباشد.
- تبصره ۴- درجه حرارت باید به میزانی باشد که بیش از ۳ درجه سانتی‌گراد در شعاع ۲۰۰ متری محل ورود آن، درجه حرارت منبع پذیرنده را افزایش یا کاهش ندهد.
- تبصره ۵- تعداد تخم انگل (نماتد) در فاضلاب تصفیه شده شهری، در صورت استفاده از آن جهت آبیاری محصولاتی که به صورت خام مورد مصرف قرار می‌گیرد نباید بیش از یک عدد در لیتر باشد.

برخی ملاحظات اختصاصی فاضلاب صنعتی جهت تخلیه به شبکه جمع آوری فاضلاب

شهری:

براساس قوانین و مقررات زیست محیطی موجود در کشور ضروری است تا موارد ذیل در خصوص

کلیه فاضلاب‌های صنعتی رعایت گردد (مجموعه قوانین حفاظت محیط زیست ایران، ۱۳۷۹):

۱- تأسیسات صنعتی که ایجاد فاضلاب نموده و کیفیت آن پایین‌تر از استاندارد سازمان محیط

زیست باشد باید قبل از تخلیه نهایی فاضلاب از تأسیسات مناسب تصفیه فاضلاب استفاده نمایند.

۲- رقیق کردن فاضلاب تصفیه شده یا خام به منظور رسانیدن غلظت مواد آلوده کننده تا حد

استانداردهای اعلام شده، قابل قبول نمی‌باشد.

۳- استفاده از استخر تبخیر برای فاضلاب‌های صنعتی تصفیه نشده با کسب موافقت سازمان محیط

زیست مجاز است.

۴- کلیه مواد سمی موجود در فاضلاب‌های صنعتی باید تا حد استانداردهای اعلام شده تصفیه و

کاهش داده شوند و تخلیه مواد مذکور حتی برای مدت کوتاه ممنوع است.

۵- فاضلاب انسانی تولیدی کارخانجات باید به طور مجزا و یا ادغام با فاضلاب صنعتی تصفیه شوند

و در صورت ادغام ضروری است استانداردهای فاضلاب انسانی رعایت شود.

۶- خروجی تصفیه خانه‌هایی که محتوی فاضلاب‌های انسانی، آب‌های هرز و میکروارگانیسم‌ها

باشند باید به نحوی ضد عفونی شوند که کلیفرم‌ها تا حد استانداردهای اعلام شده کاهش یابند.

۷- لجن و سایر مواد جامد تولید شده در تأسیسات تصفیه فاضلاب باید قبل از دفع به صورت

مناسب تصفیه شده و تخلیه نهایی این مواد نباید موجب آلودگی محیط زیست شود.

۸- فاضلاب تخلیه شده باید با شرایط یکنواخت و به نحوی وارد آب‌های پذیرنده شود که حداکثر

اختلاط صورت گیرد.

- ۹- هدایت مستقیم فاضلاب ورودی به تصفیه خانه به خروجی از آن بدون عبور از تصفیه خانه به عنوان کنارگذر (By pass) ممنوع است. کنارگذرهایی که صرفاً جهت رفع اشکال واحدهای تصفیه‌ای در نظر گرفته می‌شوند از واحدی به واحد دیگر مجاز است.
- ۱۰- فاضلاب خروجی نباید حاوی کف، اجسام شناور و مواد لجن باشد.
- ۱۱- تأسیسات تصفیه فاضلاب نباید بوی نامطبوع ایجاد کند.
- ۱۲- اندازه‌گیری غلظت مواد آلوده به منظور تطبیق آن با استانداردهای اعلام شده، باید سریعاً از خروجی آخرین واحد تصفیه‌ای تصفیه خانه و قبل از ورود به محیط صورت گیرد.
- ۱۳- اندازه‌گیری جهت تطبیق با استانداردهای اعلام شده باید بر مبنای نمونه‌ی مرکب ۲۴ ساعته صورت گیرد. در سیستم‌هایی که تخلیه ناپیوسته دارند اندازه‌گیری در طول تخلیه به صورت لحظه‌ای، ملاک عمل خواهد بود.

۲-۱-۶- ویژگی‌های فاضلاب صنایع غذایی

یکی از صنایعی که از لحاظ نوع فاضلاب تولیدی تنوع زیادی دارد صنایع غذایی می‌باشد. به عنوان نمونه مقدار BOD_5 فاضلاب این صنایع در برخی موارد پایین‌تر از ۱۰۰ و گاهی بیشتر از ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است. میزان مواد معلق نیز در فاضلاب‌های صنایع غذایی بسیار متغیر بوده و ممکن است در دامنه‌ای تا حدود ۱۲۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر متفاوت باشد. تغییرات pH نیز بین ۳ تا ۱۱ مشاهده می‌شود. در بین صنایع مختلف غذایی بیشترین حجم فاضلاب را صنایع کنسرو سازی تولید می‌نماید، صنعت گوشت بالاترین بار BOD_5 و صنعت نیشکر بالاترین بار مواد معلق را ایجاد می‌کند (ترا بیان و مهجوری، ۱۳۷۸).

از ویژگی‌های مهم فاضلاب صنایع غذایی وجود آلاینده‌های سمی در جریان فاضلاب آن‌ها است. این آلاینده‌ها ممکن است شامل آفت‌کش‌های حذف شده از مواد خام در طی عملیات شستشو، مواد شیمیایی گندزدا و قارچ‌کش‌های استفاده شده برای تولیدات و مصرف شده در شستشوی کانال‌ها و

دیگر تجهیزات و ترکیبات فنلی که به طور طبیعی در مواد اولیه حضور دارند، باشد. فاضلاب صنایع غذایی از نظر حجم آلودگی، جمعیت معادل قابل توجهی را به ازای واحد تولید شامل می‌شود. برای مثال در صنایع قند و شکر به ازای مصرف یک تن چغندر قند، از نظر حجم فاضلاب تولید شده، جمعیت معادل ۶۷ تا ۱۳۳ نفر و نیز از نظر آلودگی فاضلاب ۴۵۰ تا ۷۰۰ نفر را شامل می‌شود (مسافری، ۱۳۸۱). به طور کلی کارخانجات صنایع غذایی به دو دسته کارخانجات فصلی و غیرفصلی طبقه بندی می‌شوند. در کارخانجات فصلی تولید در ماه‌های خاصی از سال وجود دارد (مانند کارخانجات تولید قند و شکر). فصلی یا غیرفصلی بودن این واحدها از عوامل بسیار مهم در انتخاب روش تصفیه مناسب می‌باشد.

صنایع تولید قند و شکر: صنعت قند یا به عبارتی استخراج شکر از چغندر قند یا نیشکر جزء صنایع فصلی است. مشخصات فاضلاب مربوط به قسمت‌های مختلف کارخانجات قند، متناسب با نوع فرآیند، منطقه و مواد اولیه مصرفی و نظایر آن بسیار متفاوت است. به عنوان نمونه در مورد فاضلاب مربوط به مرحله شستشو و انتقال چغندر قند میزان دبی از ۵ تا ۱۷ مترمکعب به ازای هر تن چغندر قند و مقدار BOD_5 آن بین ۱۵۰ تا ۷۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در چند کارخانه قند تغییر کرده است (مسافری، ۱۳۸۱). در تصفیه فاضلاب ناشی از صنعت قند و شکر اولین گزینه بازیابی و استفاده مجدد آب در قسمت‌های مختلف فرآیند است. در تصفیه فاضلاب این صنایع سیستم‌های برکه تثبیت، لاگون هوادهی، لجن فعال و تصفیه در زمین می‌تواند به کار گرفته شود.

۲-۲- فرآیند قند سازی در کارخانجات قند

صنایع قند و شکر به دو دسته تقسیم می‌شوند. صناعی که از چغندر قند برای تولید قند و شکر استفاده می‌کنند و در سال ۱۳۸۱ جمعاً ۶۹۶۱۲۹ تن قند و شکر در کشور تولید نموده‌اند و صناعی که از نیشکر استفاده می‌کنند و در سال مذکور ۳۴۳۹۷۷ تن شکر به بازار عرضه داشته‌اند. براساس آمار موجود دوره فعالیت این کارخانجات بین ۴۸ تا ۱۷۸ روز در سال است. مطالعات و بررسی‌ها نشان

می‌دهد که ۳۴ واحد صنعتی قند و شکر چغندری از کل ۳۹ واحد ۶۶/۹۳ درصد نیاز قند و شکر و ۵ واحد صنعتی قند و شکر نیشکری ۳۳/۰۷ درصد نیاز کشور را تأمین می‌کنند. صنایع قند و شکر نیشکری کلاً در استان خوزستان مستقر شده‌اند. در حالی که ۳۳/۸ درصد صنایع قند و شکر چغندری در خراسان، ۱۴/۹ درصد در استان آذربایجان غربی و بقیه در سایر استان‌ها پراکنده‌اند (بهزاد، ۱۳۸۲).

مراحل قندسازی در کارخانه:

برداشت چغندر: چغندر قندهای رسیده و سالم آماده‌ی برداشت هستند و معمولاً بعد از حمل به کارخانه اندام‌های اضافی آن‌ها قطع شده و بهتر است که تا حد امکان عاری از مواد خارجی باشد.

تحويل دادن چغندر قند به کارخانه: چغندرها معمولاً با کامیون به کارخانه حمل شده و پس از توزین کامیون همراه با محموله‌ی آن در قسمت توزین به قسمت عیار سنجی رفته و با دستگاه مخصوص از چغندرها نمونه برداری می‌شود تا درصد قند (عیار) نمونه‌ها اندازه‌گیری شود.

تخلیه چغندر و نگهداری آن در سیلو: چغندرها باید تا زمان مصرف در سیلو نگهداری شوند.

انتقال چغندر به محل فرآیند: غالباً برای انتقال چغندر از سیلو به محل فرآیند از جریان آب استفاده می‌شود در ضمن انتقال اعمالی مانند سنگ‌گیری و علف‌گیری نیز انجام می‌شود.

شستشوی چغندر: شستشوی چغندر با استفاده از آب و دستگاه شستشو به شکل نیم استوانه انجام می‌شود که در آن‌ها با حرکت بازوهای گردان و ساییدن چغندرها به یکدیگر این عمل صورت می‌گیرد.

تهیه خلال چغندر: برای تسهیل استخراج قند از چغندر آن را به صورت رشته‌های باریکی به نام خلال در می‌آورند. این کار در دستگاهی معروف به آسیاب خلال صورت می‌گیرد. از خلال‌های تولیدی نمونه برداری شده و درصد قند آن‌ها طی آزمایشی که اصطلاحاً دیژسیون خوانده می‌شود اندازه‌گیری می‌گردد.

استخراج قند از خلال: به این مرحله شربت گیری، عصاره گیری و یا دیفیوزیون نیز گفته می‌شود. عمل استخراج قند از خلال در دستگاه دیفیوزیون یا دیفیوزر و با استفاده از خاصیت انتشار و فشار اسمزی که مربوط به اختلاف غلظت در داخل و خارج از سلول‌های خلال است صورت می‌گیرد در دیفیوزر آب گرم و خلال در دو جهت مخالف هم حرکت کرده و مواد قندی به تدریج از خلال استخراج می‌شود و در نهایت از یک طرف دستگاه شربت خام و از طرف دیگر تفاله خارج می‌شود. تفاله در حقیقت خلالی است که قند موجود در آن تا حد امکان گرفته شده است البته معمولاً مقدار کمی قند در آن باقی می‌ماند که جزء ضایعات قندی کارخانه محسوب می‌شود.

خشک کردن تفاله: تفاله تر خروجی از دیفیوزر تحت فشار قرار گرفته و مقدار زیادی از آب آن که محتوی مواد قندی است، جدا شده و مجدداً به دیفیوزر بازگشت داده می‌شود. تفاله‌ی حاصل به نام تفاله تر پرس شده خوانده می‌شود که می‌تواند مستقیماً به فروش رفته و به مصرف خوراک دام برسد یا اینکه به قسمت تفاله خشک کنی منتقل شده و در آنجا به تفاله خشک تبدیل شود و به عنوان خوراک دام مصرف شود. برای افزایش ارزش تغذیه‌ای تفاله برای دام اغلب به آن ملاس نیز زده می‌شود.

تصفیه شربت خام: شربت خام خروجی از دیفیوزر رنگ خاکستری متمایل به سبز داشته و ناخالصی زیادی دارد لذا باید آن را تصفیه کرد. در متداول‌ترین روش تصفیه شربت خام، از شیر آهک و گاز کربنیک برای جدا سازی ناخالصی‌ها استفاده می‌شود.

تغلیظ شربت یا اوپراسیون: شربت رقیق غلظت کمی دارد و برای مثال درصد مواد جامد آن حدود ۱۲-۱۳ درصد است لذا باید آن را غلیظ کرد. این کار در دستگاه‌های تغلیظ کننده و اوپراتور با استفاده از بخار انجام می‌شود. در ادامه فرآیند، مراحل ساخت قند حبه و قند کله و نیز عمل تصفیه شکر می‌باشد.

۲-۳- تغییرات املاح خاک

در اثر هوازدگی و خرد شدن کانی‌ها، تجزیه مواد آلی به وسیله میکروارگانیسم‌های خاک و افزایش کودهای معدنی و آلی به خاک و نیز استفاده از آب‌های با کیفیت نامناسب همواره املاح مختلفی وارد محلول خاک می‌شود. مجموع املاح موجود در محلول خاک، بسیار متغیر است و از چند صدم درصد در پدزل‌ها تا چند درصد در خاک‌های شور می‌رسد. مقدار املاح محلول در خاک معمولاً حدود ۰/۰۵ درصد است و اگر غلظت املاح در محلول خاک به بیش از ۰/۲ درصد برسد، موجب مسمومیت گیاه می‌شود. ترکیب و غلظت محلول خاک تحت تأثیر عوامل متعدد، دستخوش تغییر می‌شود. افزایش رطوبت خاک، غلظت املاح محلول در خاک را کاهش می‌دهد. جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه، آبشویی، ترکیبات محلول و انتقال آن‌ها به افق‌های زیرین خاک و یا انتقال املاح به صورت غیرمحلول، موجب کاهش غلظت محلول خاک می‌شوند. علاوه بر آن ترکیب و غلظت املاح در محلول خاک، به روابط متقابل بین محلول خاک و کلوئیدهای خاک بستگی دارد (محمدی، ۱۳۸۵).

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آبی که برای کشاورزی استفاده می‌شود در تجمع املاح در خاک در مناطق گرم دارای اهمیت است، زیرا به دلیل کم بودن میزان نزولات سالیانه و زیاد بودن تبخیر و تعرق در مناطق خشک و نیمه خشک افزایش غلظت املاح در محلول خاک (پدیده شوری) و نیز احتمال افزایش سدیم قابل تبادل بر روی ذرات خاک (پدیده سدیمی شدن) وجود دارد. این دو پدیده موجب تورم و نیز پراکنش ذرات رس شده و در نتیجه ساختمان خاک را تخریب می‌نمایند (مشکوه و ثامنی، ۱۳۷۹). پارامترهایی که باید در آبیاری در نظر گرفته شود، شوری، سمیت ویژه یون (در خصوص زیادی سدیم و برخی سایر یون‌ها رخ می‌دهد)، نفوذ پذیری خاک، عناصر غذایی و نسبت جذب سدیم است. امروزه شوری به یکی از مهمترین پارامترها در بحث آبیاری زمین‌های کشاورزی تبدیل شده است.

غالب خاک‌های کشاورزی در ایران خاک‌هایی با خصوصیات آهکی و واکنش قلیایی هستند. به طوری که در بسیاری از مناطق کشور کربنات کلسیم تقریباً ۴۰ درصد از وزن خاک‌ها را تشکیل

می‌دهد. pH خاک‌های آهکی عمدتاً توسط مقادیر کربنات کلسیم موجود در پروفیل خاک کنترل شده و اغلب بین ۷/۵ تا ۸/۵ در نوسان می‌باشد. در مناطقی که میزان بارندگی کم می‌باشد، واکنش کربنات کلسیم در خاک‌های آهکی منجر به افزایش pH خاک می‌شود و در افق سطحی، حلالیت و جذب بسیاری از عناصر را مانند Zn، Mn، Cu، Fe و P محدود کرده به علاوه در رشد گیاه و ریشه نیز اختلال ایجاد می‌کند و در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌گردد (خادمی و همکاران، ۱۳۸۶).

۲-۴- آلودگی خاک‌ها

با رشد جمعیت، توسعه شهرها، افزایش فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و مصرف مواد شیمیایی گوناگون، آب و خاک بیش از هر زمان دیگری در معرض آلودگی قرار گرفته است. در تعریفی که از کیفیت خاک توسط انجمن خاک‌شناسی آمریکا در سال ۱۹۸۴ ارائه شده است کیفیت خاک به عنوان خصوصیات ذاتی یک خاک، مانند خودپالایی، پایداری و حاصلخیزی تعریف می‌شود که بسیاری از این خصوصیات در تعیین شاخص کیفیت خاک استفاده می‌شوند و اثر متقابل بر یکدیگر دارند. به عنوان مثال در تحقیقات بسیاری از محققین ارتباط مقدار رس با میزان CEC و هم چنین رابطه بین pH و قابلیت دسترسی عناصر تأیید شده است (پاینده و همکاران، ۱۳۸۵).

از مهمترین و خطرناک‌ترین آلاینده‌های زیست محیطی، آلودگی ناشی از یون‌های فلزات سنگین می‌باشد که با گسترش فعالیت صنعتی روز به روز بر میزان انتشار آن در محیط زیست افزوده می‌شود. استخراج معادن و فعالیت‌های مرتبط با آن، ضایعات صنعتی حاصل از ساخت وسایل مختلف، استفاده از مواد مصنوعی از قبیل حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، زباله‌های خانگی و کاربرد لجن فاضلاب‌های صنعتی و خانگی می‌تواند باعث آلودگی خاک‌های کشاورزی و مناطق شهری به فلزات سنگین شود. به طور کلی پنج منبع عمده آلاینده‌ی خاک فعالیت‌های معدنی مانند استخراج و ذوب فلزات، فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی، رسوبات اتمسفری و ضایعات تولیدی می‌باشند (گلچین و شفیع، ۱۳۸۵).

علاوه بر مصرف روز افزون مواد حاصلخیز کننده، اصلاح کننده و آفت کش ها، ورود فاضلاب های شهری و پساب های صنعتی در محیط خاک موجب افزایش مقادیر غلظت عناصر آلاینده و انتقال آن ها به گیاه و آب های زیرزمینی در نتیجه ورود این عناصر به زنجیره غذایی انسان می شود که در صورت عدم رعایت استانداردها و ملاحظات مربوط به کاربرد فاضلاب و پساب، این امر پیامدهای نامطلوبی به دنبال خواهد داشت (پناه پور و همکاران، ۱۳۸۷). برخی از استانداردها که حدود مجاز غلظت عناصر را در خاک ها بیان کرده اند در جدول ۲-۴ نشان داده شده است. همچنین حداکثر غلظت قابل قبول فلزات مسموم کننده گیاهان در عمق شخم پس از کاربرد لجن فاضلاب و حداکثر کاربرد فلزات در خاک نیز در جدول ۲-۵ آورده شده است.

تجمع عناصر سنگین در خاک ها و به ویژه در زمین های کشاورزی، امری تدریجی است و همین ویژگی پایداری فلزات سنگین در محیط از جمله مشکلات آلاینده گی این عناصر به شمار می رود. به دلیل اینکه عناصر سنگین نمی توانند مانند آلاینده های آلی از طریق فرآیندهای زیستی و یا شیمیایی در طبیعت تجزیه شوند، وسعت زیستی آن ها در زنجیره غذایی زیاد می باشد (رنگزن و همکاران، ۱۳۸۵) و به دلیل همین ارتباط نزدیک بین منابع آب و خاک و تغذیه موجودات زنده و به دلیل دخالت مستقیم آن ها در تولید محصولات کشاورزی، آلوده شدن این منابع از نظر جنبه های زیست محیطی و سلامت انسان بسیار حائز اهمیت است. گسترش آلودگی در یک منطقه نه تنها به منبع آلودگی بستگی دارد، بلکه کانی شناسی اراضی و همچنین شرایط هیدرولوژی منطقه نیز اثر تعیین کننده و اساسی بر جای می گذارد. ترکیبات کانی شناسی رسوبات، در جذب فلزات سنگین نقش اصلی دارد، به گونه ای که رس ها به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی و سطح تماس ذره ای زیاد، بیشترین جذب را انجام می دهند (عابدی و باقری، ۱۳۸۰). برای مثال قسمت میانی حوضه تالاب Santa Gilla ایتالیا شامل تجمعات صنعتی می باشد و مقادیر بسیار بالای عناصر کمیاب را نشان می دهد که به واسطه ی تجمع شان در اجزای دانه ریز رسوبات بوده است (Frontalin et al., 2009).

جدول (۴-۲) حداکثر غلظت مجاز عناصر کمیاب خاک زراعی در استانداردهای مختلف (میلی گرم بر کیلوگرم)
(Kabata pendias and pentias, 1994)

Element	Austria 1977	Poland 1993&1997 b	Germany 1984	Russia 1986	U.K_1987	U.S 1988	Germany 1992 a	Eurocomm 1986	U.S 1993
As	۵۰	۳۰	۲۰	۲	۱۰	۱۴	-	-	-
B	۱۰۰	-	۲۵	-	-	-	-	-	-
Be	۱۰	۱۰	-	-	-	-	-	-	-
Cd	۵	۱-۵	۳	-	۳-۱۵	۱/۶	۱/۵	۱-۳	۲۰
Co	۵۰	۵۰	-	-	-	۲۰	-	-	-
Cr	۱۰۰	۵۰-۸۰	۱۰۰	۰/۰.۵	-	۱۲۰	۱۰۰	۵۰-۱۵۰	۱۵۰۰
Cu	۱۰۰	۳۰-۷۰	۱۰۰	۲۳	۵۰	۱۰۰	۶۰	۵۰-۱۴۰	۷۵۰
F	۵۰۰	-	۲۰۰	-	-	-	-	-	-
Hg	۵	۵	۲	۲/۱	-	۰/۵	۱	۱-۱/۵	۸
Mo	۱۰	۱۰	-	-	۴	-	-	-	-
Pb	۱۰۰	۷۰-۱۵۰	۱۰۰	۲۰	۵۰۰-۲۰۰۰	۶۰	۱۰۰	۵۰-۳۰۰	۱۵۰
Sb		۱۰	-	-	-	-	-	-	-
Se	۱۰	۱۰	۱۰	-	-	۱/۶	-	-	-
V	-	۱۵۰	-	۱۵۰	-	-	-	-	-
Zn	۳۰۰	۱۰۰-۳۰۰	۳۰۰	۱۱۰	۱۳۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۵۰-۳۰۰	۱۴۰۰

جدول (۵-۲) حداکثر غلظت قابل قبول فلزات در عمق شخم خاک پس از کاربرد لجن (میلی گرم بر کیلوگرم)
(Kabata pendias and pentias, 1994)

عناصر جزئی	مقدار در خاک بدون کود	حداکثر غلظت قابل قبول پس از کاربرد لجن فاضلاب	حداکثر مقداری که می-توان سالیانه به خاک اضافه کرد بر اساس میانگین ۱۰ ساله
As	۱۰	۲۰	۰/۷
Cd	۰/۵	۳	۰/۱۵
Cr	۵۰	۶۰۰	۴۰
Cu	۲۰	۱۳۵	۷/۵
Pb	۵۰	۲۵۰	۱۵
Hg	۰/۱	۱	۰/۱
Mo	۱	۴	۰/۲
Ni	۲۵	۷۵	۳
Se	۰/۵	۳	۰/۱۵
Zn	۸۰	۳۰۰	۱۵

۲-۵- کیفیت و آلودگی آب‌ها

مدیریت کیفیت آب، به واسطه‌ی طبقه‌بندی منابع آبی با توجه به استانداردهای کیفی از مهمترین اقداماتی است که لازم است در هر منطقه صورت پذیرد. کیفیت آب که به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و جنبه‌های زیبایی‌شناسی آب اطلاق می‌شود، تناسب آن را برای مصارف مختلف و حفظ زیست‌بوم‌های آبی مشخص می‌کند. مصارف اصلی آب که تقریباً در همه طبقه‌بندی‌های آب مشاهده می‌شود، شامل مصارف آب آشامیدنی، زیستگاه گونه‌های مختلف آبزیان، کشاورزی، صنعت و تفرج می‌شود. در واقع استاندارد، حدود مجاز شاخصه‌های مختلف می‌باشد که توسط دولت و یا سازمان‌های ملی برای مصارف گوناگون تدوین گشته است. (راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب وزرات نیرو، ۱۳۸۷). کیفیت آب آشامیدنی یک مسئله اکولوژیکی و زیست محیطی بوده و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا نواحی وسیعی از جهان فاقد آب شرب قابل اعتماد و بهداشتی می‌باشند. استانداردهایی که برای کیفیت فیزیکی آب آشامیدنی ذکر شده مربوط به ویژگی‌هایی همچون دما، رنگ، کدورت، بو و مزه می‌باشد. مناسب‌ترین دما برای آب آشامیدنی ۸ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر کدورت مجاز آب آشامیدنی در استانداردهای اروپای شرقی این است که نوشته تایپ شده با اندازه معمول باید در عمق ۳۰ سانتی‌متر زیر آب خوانده شود. در استاندارد آمریکایی، کدورت آب را با مقایسه با محلول آب مقطر و پودر سیلیس مشخص می‌کنند. در این طریق حداکثر کدورتی آب ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیس است. آب‌های اسیدی ($pH < 6$) ترش مزه هستند و آب‌های قلیایی ($pH > 9$) مزه آب صابون می‌دهند. طعم مطلوب آب در pH کمی قلیایی است (فروزنده، ۱۳۸۳). حدود قابل قبول غلظت عناصر و مشخصات کیفی آب آشامیدنی به وسیله مراکز مختلف تعیین و ارائه شده است. استانداردهای آب آشامیدنی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در جدول ۲-۶ و استانداردهای بین‌المللی آب آشامیدنی اداره حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) در جدول ۲-۷ ارائه شده است. همچنین استاندارد آب آشامیدنی چند کشور دیگر جهت مقایسه در جدول ۲-۸ آمده است.

سازمان خواربار جهانی ملل متحد (FAO) نیز حداکثر غلظت مجاز عناصر جزئی را در آب آبیاری به صورت جدول ۹-۲ ارائه کرده است.

جدول (۶-۲) استانداردهای آب آشامیدنی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

ترکیب	حداکثر مقدار مطلوب (mg/lit)	حداکثر مقدار مجاز (mg/lit)
pH	۷-۸/۵	۶/۵-۹/۲
باقیمانده تبخیر در ۸۰°	۵۰۰	۱۵۰۰
سختی کل	۱۵۰	۵۰۰
کلسیم	۷۵	۲۰۰
منیزیم	۵۰	۱۵۰
آهن	۰/۳	۱
منگنز	۰/۰۵	۰/۵
روی	۵	۱۵
مس	۰/۵	۱/۵
سولفات	۲۰۰	۴۰۰
کلرور	۲۰۰	۶۰۰
آمونیاک	۰/۰۰۲	۰/۰۵

جدول (۷-۲) استانداردهای آب آشامیدنی (EPA)

آلوده کننده	حداکثر حد آلودگی (mg/l)	آلوده کننده	حداکثر حد آلودگی (mg/l)
آرسنیک	۰/۰۵	مس	۱
باریم	۱	خورندگی	۰
کادمیوم	۰/۰۱	فلوراید	۲
کروم	۰/۰۵	عامل کف کنندگی	۰/۵
فلوئور	۴	آهن	۰/۳
سرب	۰/۰۵	منگنز	۰/۰۵
جیوه	۰/۰۰۲	pH	pH ۶/۵-۸/۵ واحد
سلنیم	۰/۰۱	نقره	۰/۱
نقره	۰/۰۵	سولفات	۲۵۰
آلومینیوم	۰/۲-۲/۰۵	TDS	۵۰۰
کلراید	۲۵۰	روی	۵
رنگ	۱۵ (واحد رنگ)	-	-

جدول (۸-۲) مقایسه استاندارد آب آشامیدنی (mg/l) چند کشور (پژوهشکده محیط زیست تربیت مدرس، ۱۳۸۰)

USSR	USA	Canada	WHO	پارامتر
-	۱۵	۱۵	۱۵	رنگ (واحد رنگ)
-	۵۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	TDS
-	۱-۵	۵	۵	کدورت (NTU)
-	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۸/۵	PH
۴	-	-	-	DO
-	-	-	۵۰۰	سختی (mg/l CaCO ₃)
-	-	-	۲۰۰	سدیم
۳۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	کلرید
۵۰۰	۲۵۰	۵۰۰	۴۰۰	سولفات
-	-	۰/۰۵	-	سولفید
۱/۵	۲	۱/۵	۱/۵	فلوئورید
-	-	۵	-	بورن
۰/۱	-	۰/۲	۰/۱	سیانید
-	-	-	۰/۲	آلومینیوم
-	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	آرسنیک
-	۱	۱	-	باریم
۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	کادمیم
۰/۱-۰/۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	کروم
۰/۱	-	-	-	کبالت
۱	۱	۱	۱	مس
۰/۵	۰/۳	۰/۳	۰/۳	آهن
۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	سرب
-	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱	منگنز
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰۰۱/۰	جیوه
-	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱	سلنیم
۱	۵	۵	۵	روی

آب مصرفی برای فعالیتهای صنعتی از لحاظ کیفیت به چهار گروه بسیار حساس، حساس، نسبتاً حساس و با کمترین حساسیت تقسیم بندی شده است که کارخانجات قند و شکر در دسته دوم یعنی مربوط به گروههای حساس محسوب می شوند. برای تأمین آب این گروه باید از روشهای پیشرفته تصفیه استفاده کرد. جدول ۲-۱۰ محدوده مطلوب شاخصهای آب صنعتی گروه دوم یا گروه حساس را نشان می دهد (راهنمای طبقه بندی کیفیت آب وزرات نیرو، ۱۳۸۷).

جدول (۹-۲) حداکثر غلظت مجاز عناصر جزئی در آب آبیاری توصیه شده توسط سازمان خواربار جهانی (FAO)

عناصر جزئی	حداکثر غلظت (mg/L)	عناصر جزئی	حداکثر غلظت (mg/L)
آلومینیوم	۵	سرب	۵
ارسنیک	۰/۱	لیتیم	۲/۵
بریلیوم	۰/۱	منگنز	۰/۲
کادمیوم	۰/۰۱	مولیبدن	۰/۰۱
کرم	۰/۱	نیکل	۰/۲
کیالت	۰/۰۵	سلنیوم	۰/۰۲
مس	۰/۲	وانادیوم	۰/۱
فلوئور	۱	روی	۲
آهن	۵	-	-

جدول (۱۰-۲) محدوده مطلوب آب صنعتی گروه دوم (راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب وزرات نیرو، ۱۳۸۷)

شاخص	محدوده مطلوب (mg/l)
آهن	۰-۰/۱
منگنز	۰-۰/۰۵
pH	۶-۱۰
COD	۰-۱۰
سختی	۰-۱۰۰
قلیابیت	۰-۷۵
سولفات	۰-۱۰۰
موادمعلق	۰-۵
TDS	۰-۱۰۰
کلراید	۰-۱۰۰

در مورد آلودگی آب، خطرات عمده‌ای که منابع آب را مورد تهدید قرار می‌دهند عبارتند از ورود فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به آب‌های سطحی و زیرزمینی، ورود کودهای شیمیایی مصرف شده در کشاورزی به آب‌های سطحی و زیرزمینی، نشت شیرابه ناشی از تجمع زباله‌های شهری و صنعتی در منابع آب و زمین‌های کشاورزی مجاور منابع آب (عابدی و باقری، ۱۳۸۰). در کشورهای در حال توسعه معمولاً سه عامل در آلودگی آب‌ها مؤثر است که شامل رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه صنعتی و افت سطح منابع آب می‌باشد (استاندارد خروجی فاضلاب‌ها سازمان محیط زیست، ۱۳۷۱).

فاضلاب‌های شهری جزئی از منابع آلاینده آب‌ها است که امروزه با افزایش جمعیت نیاز به مدیریت صحیح تصفیه و کاهش بار آلاینده‌گی آن می‌باشد. بررسی‌های انجام شده در مناطق آلوده لوئیزیانای جنوبی ایالات متحده آمریکا بر روی تغییرات محیطی مس، روی، نیکل، آهن، سرب، کروم، آلومینیم، کادمیم و نقره مشخص کرده است که میزان فلزات فوق در رسوبات سطحی رودخانه‌های منطقه، بیش از مقادیر همین عناصر در رسوبات عمیق است. این بررسی‌ها نشان داد که فاضلاب‌های شهری بیشترین تأثیر را در افزایش بار فلزات تخلیه شده در محیط دارند (Ramelow, 1992).

رواناب‌های شهری که حاوی آلاینده‌های زیادی است نیز یکی از عوامل غیر نقطه‌ای آلوده کننده‌ی رودخانه‌ها و سایر منابع آبی محسوب می‌شود. بار آلاینده در بخش اولیه رواناب‌های سطحی شدید است که به این پدیده شستشوی اولیه گفته می‌شود (رازی و تائبی، ۱۳۸۳).

فعالیت‌هایی نظیر معدن کاری و استخراج فلزات نیز در نشر آلودگی و انتقال آن به منابع آبی عامل اثرگذاری است. بررسی‌های انجام شده در مخازن و منابع آب آشامیدنی در پایین دست مناطق استخراج معدن در ایتالیا، حاکی از وجود مقادیر بسیار زیادی کادمیم، سرب و مس در شاخه‌های مختلف رودخانه‌های منطقه بر اثر ورود زهکش معدن است. علاوه بر آن در رسوب رودخانه‌ها نیز مقادیر بالایی از فلزات فوق مشاهده شده است (Rauret, 1998).

آلودگی‌های آب ناشی از فعالیت‌های صنعتی از اصلی‌ترین دلایل کاهش کیفیت آب در بسیاری از مناطق می‌باشد. اندازه‌گیری آلاینده‌های مختلف شیمیایی در آب و رسوبات رودخانه گُر در استان فارس در سال‌های گذشته بیانگر نقش اصلی صنایع در آلوده سازی رودخانه است (کریمی، ۱۳۷۳). رودخانه می‌سی‌سی‌پی نیز بر اساس این فعالیت‌ها به مجرای پر از زباله‌های شهری و صنعتی تبدیل شد و در نتیجه در سال ۱۹۲۸ دفع زباله به رودخانه‌های بعضی از ایالت‌های آمریکا ممنوع گردید و از سال ۱۹۶۵ قوانین خاصی جهت دفع انواع آلاینده‌ها و پساب‌های صنعتی و شهری وضع گردید (ثنایی، ۱۳۸۱).

فلزات سنگین که جزء آلاینده‌های معدنی هستند، کنترل غلظت‌شان در آب‌های زیرزمینی از اهمیت زیادی برخوردار است، هرچند قبل از اینکه وارد آب‌های زیرزمینی شوند به واسطه‌ی قدرت پاک‌سازی خاک در جذب عناصر سنگین توسط مینرال‌های رسی مانند کلرایت، ایلیت، اکسیدهای آهن و منگنز و همچنین مواد آلی موجود، جذب خاک می‌شوند (عابدی و باقری، ۱۳۸۰).

در ایران، محدودیت ذاتی منابع آب یکی از مهمترین چالش‌های بخش آب می‌باشد و ایران در بین چهار سطح تعریف شده جهان برای تنش‌های آبی در حادترین سطح تنش قرار گرفته است (راهنمای طبقه بندی کیفیت آب وزارت نیرو، ۱۳۸۷). لذا در چنین شرایطی توجه هر چه بیشتر به حفظ کیفیت منابع آب و جلوگیری از آلودگی آن‌ها بیش از پیش ضروری به نظر می‌رسد.

۲-۶- کمبود و انباشت عناصر در خاک و گیاه

با توجه به شرایط اقلیمی متفاوت و تفاوت ترکیب سنگ‌های پوسته جامد زمین، در جریان پیدایش خاک، ممکن است مقدار برخی عناصر در خاکی بیش از حد متوسط مقدار آن در پوسته جامد و یا کمتر از آن باشد. برای مثال در خاک‌های آهکی ایران مقدار Ca و Mg بسیار زیاد است و یا در خاک‌های قلیایی عناصری چون سدیم در خاک به وفور دیده می‌شود. کم بودن مقدار کلسیم یا پتاسیم خاک در خاک‌هایی که تحت اثر آبشویی قرار گرفته‌اند و نیز در خاک‌های مناطق استوایی و مناطق پرباران دیده می‌شود و یا در برخی خاک‌ها بر اثر گسترش پوشش گیاهی حاصل از ازدیاد مواد آلی، میزان عناصری چون ازت خاک، زیاد است و یا بالعکس در مناطق خشک و کم آب مقدار این عنصر در خاک بسیار ناچیز می‌باشد. علاوه بر این‌ها، شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی خاک نیز ممکن است که کمبود یک عنصر و یا فراوانی (تا حد ایجاد اختلال) عنصری دیگر را سبب شود. به عنوان مثال به دلیل بالا بودن pH در غالب خاک‌های ایران، تثبیت فسفر و کمبود آن در خاک اتفاق می‌افتد و یا بالعکس پایین بودن pH موجب انحلال شدید آهن و آلومینیوم خاک و فراوانی نسبی آن در خاک می‌شود. از دیگر عوامل، برداشت بیش از حد عناصر غذایی خاک به وسیله گیاه در کشت-

های پی در پی است که موجب تضعیف خاک و کاهش عناصر غذایی در خاک می‌گردد (محمدی، ۱۳۸۵). اسیدهای آلی مانند سیترات و اگزالات هم (که از ترکیبات آلی با وزن مولکولی کم می‌باشند و از ریشه گیاه در ریزوسفر ترشح می‌شوند) در افزایش حلالیت و قابل جذب نمودن عناصر غذایی کم محلول مانند فسفر، آهن و روی دخیل می‌باشند (خادمی و همکاران، ۱۳۸۶). در نهایت وجود مقدار کافی و متعادلی از عناصر پر مصرف و کم مصرف در خاک جهت رشد مطلوب گیاه و رسیدن به حداکثر کیفیت محصول لازم می‌باشد. جدول ۱۱-۲ میانگین غلظت برخی عناصر غذایی در ماده خشک گیاه را برای رشد مناسب نشان می‌دهد و نیز در جدول ۱۲-۲ به غلظت برخی از عناصر در محدوده طبیعی و سمی خاک و گیاه اشاره شده است.

جدول (۱۱-۲) میانگین غلظت عناصر در ماده خشک گیاهی برای شرایط رشد مناسب (Pais, 1997)

عنصر	$\mu\text{mol/gr}$	mg/kg	%
Mo	۰/۰۰۱	۰/۱	-
Cu	۰/۱	۶	-
Zn	۰/۳	۲۰	-
Mn	۱	۵۰	-
Fe	۲	۱۰۰	-
B	۲	۲۰	-
Cl	۳	-	۰/۱
S	۳۰	-	۰/۲
P	۶۰	-	۰/۲
Mg	۸۰	-	۰/۲
Ca	۱۲۵	-	۰/۵
K	۲۵۰	-	۱
N	۱۰۰۰	-	۱/۵

۷-۲- آلودگی جوامع زیستی و محصولات کشاورزی

علاوه بر اثرات منابع آلاینده بر کیفیت آب و خاک، به تبع آن اثرگذاری بر جوامع زیستی امری بدیهی است که پیامد آن به خطر افتادن سلامت زیستی موجودات زنده اعم از حیوانات، گیاهان و انسان خواهد بود.

جدول (۱۲-۲) غلظت کل عناصر مختلف موجود در خاک و گیاه (Pais, 1997)

عنصر	گیاه (mg/kg)		خاک (ppm)	
	غلظت سمی	حدود طبیعی	سطح	حدود معمول
As	-	۰/۱ - ۵	۶	۰/۱ - ۴۰
B	> ۷۵	۳۰ - ۷۵	۱۰	۲ - ۱۰۰
Cd	> ۲	۰/۲ - ۰/۸	۰/۰۶	۰/۰۱ - ۷
Cr	-	۰/۲ - ۱	۱۰۰	۵ - ۳۰۰۰
Co	-	۰/۰۵ - ۰/۵	۸	۱ - ۴۰۰
Cu	> ۲۰	۴ - ۱۵	۲۰	۲ - ۱۰۰
Pb	-	۰/۱ - ۱۰	۱۰	۲ - ۲۰۰
Mn	-	۱۵ - ۱۰۰	۸۵۰	۱۰۰ - ۴۰۰۰
Mo	-	۱ - ۱۰۰	۲	۰/۲ - ۵
Ni	۵۰	۱	۴۰	۱۰ - ۱۰۰۰
Se	۵۰ - ۱۰۰	۰/۰۲ - ۲	۰/۵	۰/۱ - ۲
V	> ۱۰	۰/۱ - ۱۰	۱۰۰	۲۰ - ۵۰۰
Zn	> ۲۰۰	۱۵ - ۲۰۰	۵۰	۱۰ - ۳۰۰

مطالعاتی که در آمریکا بر رودخانه می‌سی‌سی‌پی در مورد روند گسترش آلودگی و ردیابی به فلزات سنگین در جانداران انجام گرفت، نشان داده است که غلظت آلودگی به کادمیم در جانداران بالادست رودخانه، حداقل ۷ نانوگرم بر گرم و در جانداران پائین‌دست رودخانه، حداقل ۱۵۰ نانوگرم بر گرم وزن خشک جاندار بوده است (Duker Schein, 1999). اندازه گیری جیوه، کادمیم و سرب در آب، رسوب و ماهیان رودخانه‌های کارون و دز نشان داد که میزان جیوه بین ۱۱-۳۰۰ ppb در ایستگاه‌های مختلف تغییر کرده است (کفیل‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵ به نقل از لاهیجان زاده، ۱۳۷۶). مطالعات به عمل آمده در خلیج کیوشو در ژاپن (۱۹۷۰) و جاکارتا در اندونزی (۱۹۸۶) مشخص کرد که علت اصلی مرگ بیش از ۲ هزار نفر در ژاپن و ۲۰ کودک روستایی اندونزیایی، مصرف ماهی‌های آلوده به جیوه حاصل از تخلیه فاضلاب صنایع به دریا بوده است (Minamata, 1986). سمیت و یا عدم سمیت برخی عناصر برای گیاه و حیوان در جدول ۱۳-۲ گزارش داده شده است.

جدول (۱۳-۲) طبقه بندی عناصر جزیی به صورت ماده غذایی گیاه و حیوان یا ماده سمی (Pais, 1997)

عنصر جزئی	ضروری برای گیاهان	مفید برای حیوانات	سمی برای گیاهان	سمی برای حیوانات
Sb	خیر	خیر	؟	بله
As	خیر	بله	بله	بله
Ba	خیر	شاید	کم	کم
Be	خیر	خیر	بله	بله
Bi	خیر	خیر	بله	بله
B	بله	خیر	بله	؟
Cd	خیر	خیر	بله	بله
Cr	خیر	بله	بله	بله Cr^{+6}
Co	بله	بله	کم	کم
Cu	بله	بله	بله	بله
Pb	خیر	خیر	بله	بله
Mn	بله	بله	بله	کم
Hg	خیر	خیر	خیر	بله
Mo	بله	بله	بله	بله
Ni	شاید	بله	بله	بله
Se	بله	بله	بله	بله
Ag	خیر	خیر	خیر	بله
Sn	خیر	بله	؟	بله
W	خیر	خیر	؟	؟
V	بله	بله	بله	بله
Zn	بله	بله	بله	بله

آلودگی محصولات کشاورزی به فلزات سنگین از طریق فعالیت‌های صنعتی امروزه بیشتر شایع است. در بررسی‌های انجام شده در مورد اثرات صنایع فولاد، آلوده شدن منابع خاک و آب با فلزات سنگین به واسطه‌ی خروج این عناصر به صورت گرد و غبار یا به همراه پساب از واحدهای مختلف تولید مهمترین راه ورود این عناصر به خاک، آب و گیاهان منطقه و در نتیجه آلودگی محصولات کشاورزی گزارش شده است. به این ترتیب تجمع فلزات سنگین جذب شده در اندام گیاه در غلظت‌هایی بیش از حد استاندارد، ضمن فراهم آوردن موجبات کاهش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی، آلوده شدن زنجیره غذایی و به خطر افتادن سلامت جوامع انسانی را به همراه دارد (هودجی و جالیان، ۱۳۸۳).

بررسی‌های انجام شده بر روی محصولات کشاورزی رودخانه خشک شیراز نشان داد مقدار فلزاتی نظیر منگنز، آرسنیک و کروم ۶ ظرفیتی در محصولات مختلف آبیاری شده توسط پساب‌های جاری در مسیر رودخانه، بالا است (کفیل‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵). جدول ۲-۱۴ غلظت کل عناصر غذایی کم مصرف موجود در گیاهان و نیز جدول ۲-۱۵ مقادیر قابل تحمل عناصر جزئی در گیاه را نشان می‌دهد.

جدول (۲-۱۴) غلظت کل عناصر غذایی کم مصرف موجود در گیاهان (Pais, 1997)

غلظت سمی (ppm)	حد نرمال (ppm)	عناصر غذایی کم مصرف
> ۷۵	۳۰ - ۷۵	بُر
> ۲۰	۴ - ۱۵	مس
-	۱۵ - ۱۰۰	منگنز
-	۱ - ۱۰۰	مولیبدن
> ۲۰۰	۱۵ - ۲۰۰	روی

جدول (۲-۱۵) مقادیر قابل تحمل عناصر جزئی در گیاه (Pais, 1997)

حد اکثر قابل تحمل (ppm)	حدود معمول (ppm)	حدود تغییرات (ppm)	عناصر
۵۰	۰/۲ - ۲۰	۱ - ۵۰	As
۱۰	۱ - ۵	۰/۱ - ۱۰	Be
۱۰۰	۵ - ۳۰	۲ - ۱۰۰	B
۵	۰/۱ - ۱	۰/۰۱ - ۱	Cd
۱۰۰	۱۰ - ۵۰	۱ - ۱۰۰	Cr
۵۰	۱ - ۱۰	۱ - ۵۰	Co
۱۰۰	۵ - ۲۰	۲ - ۱۰۰	Cu
۵۰۰	۵۰ - ۲۵۰	۱۰ - ۵۰۰	F
۱۰۰	۰/۱ - ۵	۰/۱ - ۱۰	Pb
۵	۰/۱ - ۱	۰/۰۱ - ۱	Hg
۱۰	۱ - ۵	۰/۲ - ۱۰	Mo
۱۰۰	۱۰ - ۵۰	۱ - ۱۰۰	Ni
۱۰	۱ - ۵	۱ - ۱۰	Se
۳۰۰	۱۰ - ۵۰	۱۰ - ۳۰۰	Zn

فصل سوم

اطلاعات پایه و ویژگی‌های ساختاری و زیست محیطی

منطقه مورد مطالعه

۳-۱- مقدمه

از لحاظ زمین‌شناسی دشت شیروان - قوچان بزرگ‌ترین دشت حوضه رودخانه اترک محسوب می‌شود که به صورت یک ناودیس مرکب از شمال غرب به جنوب شرق امتداد دارد. منطقه مورد مطالعه به عنوان بخشی از حوضه کپه داغ، بیشتر از سنگ‌های رسوبی دوران دوم و سوم زمین‌شناسی با ضخامت نسبتاً زیاد پوشیده شده و ضخامت آن به سمت شمال افزایش می‌یابد. تنها در جنوب شرق حوضه گستره‌ای از سنگ‌های آندزیتی، توف، توف‌های برشی و بازالت‌های جوان متعلق به پلیوسن - پلیستوسن تشکیل شده که بسیار هوازده می‌باشد (زون زمین‌شناسی بینالود). از لحاظ اقلیمی، منطقه مورد مطالعه تحت تأثیر چهار نوع توده هوا است که عبارتند از توده‌های مدیترانه‌ای، توده‌های هوای پر فشار سیبری، توده‌های شمالی و غربی و توده‌های خزری. منشأ تشکیل آن‌ها متفاوت بوده و هر یک بسته به منشأ و مسیر حرکت خود تغییرات خاصی را در وضعیت اقلیمی آب و هوای منطقه می‌دهند و می‌توان گفت آب و هوای حاکم بر منطقه در تابستان‌ها معتدل و در زمستان‌ها سرد و طولانی می‌باشد.

۳-۲- زمین‌شناسی

پهنه آبریز دشت شیروان - قوچان (اترک علیا) در شمال استان خراسان، بخشی از زون کپه داغ و ادامه دره جام رود - کشف رود می‌باشد. این حوضه توسط رودخانه اترک زهکشی می‌شود و به وسیله رخساره‌های چین خورده دوران دوم که در حوضه کپه داغ بر روی هم انباشته شده‌اند محصور گشته است. حوضه رسوبی نسبتاً آرام در طول دوران دوم زمین‌شناسی سبب ته‌نشست توالی‌های رسوبی در منطقه مورد مطالعه شده است. چین خوردگی و تغییرات ژئومورفولوژی منطقه متأثر از حرکت کوهزایی آلپین در اوایل دوران سوم زمین‌شناسی می‌باشد.

دشت شیروان - قوچان به صورت یک ناودیس وسیع با محور شمال غرب - جنوب شرق، بین دو رشته کوه موازی ارتفاعات ... اکبر و هزارمسجد در شمال و کوه‌های آلاداغ و شاه جهان در جنوب قرار

گرفته و رودخانه اترک در مرکز آن قرار دارد. کهن‌ترین سازند زمین‌شناسی منطقه مورد بحث، آهک-های توده‌ای سازند مزدوران (معادل آهک لار در البرز) متعلق به ژوراسیک فوقانی می‌باشد که در خط الرأس ارتفاعات جنوبی حوضه گسترش دارد. به استثنای نواحی جنوب شرقی حوضه که آندزیت و بازالت اواخر دوران سوم و اوایل دوران چهارم در آن گسترش دارد، در سایر نقاط حوضه آثار سنگ‌های آتشفشانی مشاهده نشده است (بهزادی فر، ۱۳۸۳).

چشمه‌های پر آبی که بیشتر در یال جنوبی کوه‌های سالوک و شاه جهان واقع گردیده و در دشت اسفراین تخلیه می‌گردد بر روی یک سازند کارستی ضخیم قرار گرفته‌اند که ذخیره آبی نسبتاً خوبی می‌باشد. کیفیت آب این سازند جهت شرب مناسب است. سنگ‌های کربناته سازند مزدوران به طور تدریجی به رخساره قرمز رنگ آواری (شامل ماسه سنگ، کنگلومرا، سیلتستون و شیل‌های گچ‌دار) متعلق به کرتاسه زیرین تغییر می‌یابد. جنس سنگ‌های این سازند اثر نامطلوب بر کیفیت منابع آب زیرزمینی و سطحی منطقه دارد (گزارش سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی، ۱۳۸۳).

۳-۳- چینه‌شناسی

این منطقه به عنوان بخشی از زون کپه داغ ایران، غالباً از سنگ‌های رسوبی دوران دوم و سوم زمین‌شناسی با ضخامت نسبتاً زیاد پوشیده شده است. قابل ذکر است که ضخامت این سنگ‌ها به سمت شمال افزایش می‌یابد. سنگ‌های آذرین تنها در جنوب شرق حوضه (مرز زون بینالود) مشاهده می‌شوند. سازندهای مهم منطقه به اختصار عبارتند از:

سازند مزدوران: شامل دولومیت و آهک‌های دولومیتی ضخیم و صخره ساز ژوراسیک فوقانی است که در خط الرأس ارتفاعات آلاداغ با مساحتی معادل ۱۸۷ کیلومتر مربع به طرف شرق تا پل خاتون امتداد دارد.

سازند شوریه: این سازند با پسروری دریای ژوراسیک و شروع کرتاسه در محیط قاره‌ای بر جای گذاشته شده است و در شمال قوچان و ارتفاعات جنوبی با مساحتی معادل ۱۹۲ کیلومتر مربع رخنمون دارد.

سازند تیرگان: این رخساره با سن کرتاسه زیرین شامل سنگ آهک آلیتی و آهک مارنی همراه با میان لایه‌های مارن خاکستری رنگ و ضخامت متغیر ۶۰۰ تا ۲۸۰ متر می‌باشد. این سازند به علت داشتن درز و شکاف فراوان، نفوذپذیر بوده و از نظر ذخایر آب زیرزمینی نسبتاً غنی می‌باشد. به همین دلیل چشمه‌های متعددی در این سازند ظاهر شده است.

سازند کلات: آهک ماسه‌ای کرم رنگ سازند کلات با سن کرتاسه بالایی و مساحت حدود ۱۰ کیلومتر مربع در ناودیس شیخ رخنمون دارد. این سازند به علت نیمه تراوا بودن و ضخامت و گسترش کم، از لحاظ منابع آبی فقیر است.

سازند سنگانه: شیل‌های سیاه رنگ سازند سنگانه در شمال حوضه و با ضخامت زیاد رخنمون دارند که اثر نامطلوبی بر کیفیت منابع آب دارد.

سازند نئوژن: این سازند شامل نهشته‌های قاره‌ای سرخ رنگی است که به صورت دگرشیب بر روی سنگ‌های قدیمی بر روی کوه‌پایه‌ها و ناودیس‌ها قرار گرفته است. این رسوبات پس از فاز کوهزایی الیگوسن ته نشست شده و شامل مارن و ماسه‌سنگ‌های قرمز رنگ غیر قابل نفوذ می‌باشد و سنگ بستر آبخوان آبرفتی را تشکیل می‌دهد.

سازند خانگیران: رسوبات خانگیران به عنوان جوان‌ترین واحد رسوبی زون کپه داغ، تنها در ناودیس شیخ (داخل حوضه) در کپه داغ میانی باقی مانده است. این رسوبات غیر قابل نفوذ بوده و نقشی بر کیفیت و کمیت منابع آب ندارد.

رسوبات آبرفتی کواترنری: نهشته‌های آبرفتی کواترنری شامل لس‌ها، تراس‌های آبرفتی و مخروط افکنه‌ها می‌باشند که سطح دشت و کف دره‌ها را پوشانده‌اند. این نهشته‌ها غالباً از ماسه‌سنگ،

کنگومرا، سیلتستون و شیل‌های گچ‌دار تشکیل شده‌اند که توسط رودخانه‌ها حمل و بر روی سنگ کف ناهموار نئوژن بر جای گذاشته شده‌اند. پادگانه‌های آبرفتی غیر قابل نفوذ در حاشیه آبراهه‌ها و دامنه ارتفاعات رخنمون داشته و از نظر ذخیره آب فاقد ارزش می‌باشند. آبرفت‌های جوان با دانه‌بندی متوسط تا درشت و نفوذپذیری خوب در بستر رودخانه‌ها، محل مناسبی برای تغذیه‌ی آبخوان اصلی دشت محسوب می‌شود. این رسوبات در بستر رودخانه تنسوان، داغیان و رزمگاه در جنوب شیروان دیده می‌شود (گزارش طرح ممنوعیت دشت شیروان سازمان آب منطقه‌ای، ۱۳۸۵). شکل ۳-۱ نقشه-ی زمین‌شناسی دشت شیروان - قوچان است که جنس سنگ‌ها و نوع رسوبات منطقه را نشان می‌دهد.

۳-۴- ژئوفیزیک منطقه

۳-۴-۱- مقاومت مخصوص

لایه‌های آبرفتی دارای مقاومت مخصوص بسیار متغیر (۱۰ تا ۱۲۰ اهم متر) بوده که می‌توان آن را ناشی از درصد و پراکندگی رس میان رسوبات دانست. بخشی از طبقات کنگلومرای دارای مقاومت مخصوص بیشتر از ۲۰ اهم متر می‌باشد، لذا قابل تشخیص و تفکیک به روش ژئوالکتریک نبوده و بنابراین رسوبات نئوژن جزء آبرفت منطقه محسوب شده‌اند. در شرق شیروان، نهشته‌های کواترنری مقاومت بین ۴۰ تا ۱۰۰ اهم متر و واریزه‌های جانبی و آبرفت‌های درشت و خشک مقاومت بیش از ۲۰۰ اهم متر را نشان می‌دهند. در بیشتر نقاط، مقاومت مخصوص تراس‌های آبرفتی قدیمی به دلیل افزایش رس، کمتر از آبرفت‌های جدید است. نتایج حاصل از بررسی و تفسیر نقشه‌های ژئوالکتریک نشان می‌دهد که از سطح دشت به عمق، به ترتیب رسوبات آبرفتی خشک (قسمت فوقانی)، رسوبات آبرفتی مرطوب یا لایه‌ی آبدار (قسمت میانی) و سنگ کف (قسمت تحتانی) قرار دارند (سردار شیبانی، ۱۳۷۰).

شکل (۱-۳) نقشه زمین شناسی دشت شیروان - قوچان

۳-۴-۲- ضخامت آبرفت

با توجه به مطالعات انجام شده، ضخامت آبرفت در جنوب دشت شیروان - قوچان به بیش از ۲۰۰ متر رسیده و به طرف شمال کاهش یافته است. این رسوبات به جز در بستر رودخانه اترک، حوالی و بسترهای قدیمی آن از آبرفت‌های دانه ریز، سیلت و ماسه تشکیل شده و در نهایت سفره آب زیرزمینی ضعیفی را به وجود آورده‌اند. ضخامت آبرفت در حوالی روستای محمودی بیش از ۱۲۵ متر می‌باشد و عمدتاً از انباشته شدن آبرفت‌های دانه درشت حمل شده توسط رودخانه چری حاصل شده است. قابلیت انتقال سفره در این قسمت حداکثر بوده و چاه‌های حفر شده ضمن داشتن عمق زیاد، آبدهی بالایی نیز دارند (کاظمی گلپان و همکاران، ۱۳۸۲).

ضخامت آبرفت در جنوب غرب قوچان متغیر بوده و متوسط آن حدود ۸۰ متر است که به طور متناوب از رسوبات دانه ریز و دانه درشت تشکیل شده و بر روی سنگ بستر نئوژن قرار گرفته است. در منطقه پیش باغان (اطراف رودخانه اترک و حدود ۵ کیلومتری شمال شرق قوچان)، رسوبات آبرفتی دانه درشت آبدار، تحت تأثیر رسوبگذاری رودخانه، دارای حداکثر ضخامت ۲۵ تا ۳۰ متر می‌باشند. در حالیکه در منطقه یوسف خان و چالاکلی (شرق شهرستان قوچان) این رسوبات دارای دانه بندی بسیار متغیر با حداکثر ضخامت ۴۰ متر می‌باشند. رسوبات آبرفتی در حاشیه رودخانه اترک با ضخامت بیش از ۷۵ متر دارای دانه بندی متوسطی هستند. در غرب شهرستان شیروان این رسوبات با ضخامت بیش از ۱۵۰ متر، آبرفت دانه درشت و مقاومی را بر روی سنگ کف تشکیل داده‌اند (سردار شیبانی، ۱۳۷۰).

۳-۴-۳- مقاومت عرضی

در انتهای دشت شیروان - قوچان (غرب شیروان)، مقاومت عرضی بیش از ۶۰۰۰ اهم متر مربع می‌باشد که با حضور آبرفت‌های مقاوم و دانه درشت حمل شده توسط رودخانه قلیجق، بارزو، تنسوان و گلیان قابل توجیه است. در حاشیه ارتفاعات، مقاومت عرضی کمتر از ۵۰۰ اهم متر مربع بوده که

شاخص ضخامت کم لایه اشباع است. مقاومت عرضی بیش از ۵۰۰۰ اهم متر مربع در مرکز دشت (دشت فاروج)، ناشی از ضخامت زیاد آبرفت اشباع در امتداد رودخانه اترک می‌باشد. کاهش ضخامت آبرفت در غرب برزل آباد و بالا بودن سنگ کف، سبب جدایش سفره آبرفتی در دشت شیروان - قوچان شده است. کاهش مقاومت عرضی در شمال روستای نجف آباد و تیتکانلو بیانگر بالا بودن سنگ بستر، وجود رسوبات آبرفتی دانه ریز و میزان بالای رس می‌باشد. به دلیل افزایش ضخامت آبرفت در دو طرف رودخانه اترک و شاخه‌های آن و نیز دانه درشت شدن رسوبات آبرفتی، مقاومت عرضی دشت فاروج از شمال به طرف جنوب افزایش می‌یابد (بهزادی فر، ۱۳۸۳). منحنی‌های مقاومت عرضی از حوالی یوسف آباد در امتداد رودخانه اترک به طرف شرق در مرکز دشت به حدود ۶۰۰۰ اهم متر مربع می‌رسد. در اثر کاهش مقاومت ظاهری آبرفت به سمت حاشیه ارتفاعات شمالی و جنوبی، ارزش منحنی‌ها رقوم کمتری دارد. به طوریکه در شرق و جنوب قوچان، مقاومت عرضی تا حدود ۵۰۰ اهم مترمربع کاهش یافته است که خود مبین دانه ریز بودن آبرفت و ضخامت کم لایه‌ی اشباع آن می‌باشد (دفتر مطالعات پایه شرکت آب منطقه‌ای، ۱۳۸۷).

۳-۵- هواشناسی

۳-۵-۱- درجه حرارت

اطلاعات اخذ شده از ایستگاه سینوپتیک نوده طی سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۲ بیانگر آن است که زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل از ویژگی‌های اقلیمی شیروان است. ماه تیر با متوسط دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه سال و ماه دی با ۰/۳- درجه سانتی‌گراد سردترین ماه سال می‌باشد. حداکثر درجه حرارت ۳۵/۸ درجه سانتی‌گراد در تیر و حداقل آن ۱۱/۴- درجه سانتی‌گراد در بهمن به ثبت رسیده است (دامنه تغییرات ۴۷ درجه سانتی‌گراد). متوسط درجه حرارت سالیانه در این شهرستان ۲۵/۳ درجه سانتی‌گراد است. گرم شدن هوا در بهار در این ناحیه نسبت به سایر مناطق خراسان آهسته صورت می‌گیرد. به طوری که در فروردین متوسط درجه حرارت ماهانه به حدود ۱۱/۷

درجه سانتی‌گراد می‌رسد. در پائیز نیز هوا به سرعت سرد شده و درجه حرارت متوسط مهر ماه از ۱۳/۶ درجه تجاوز نمی‌کند.

۳-۵-۲- یخبندان

بر اساس بررسی‌های به دست آمده از اطلاعات و آمار ایستگاه کليما تولوژی نوده، شهرستان شیروان دارای دوره یخبندان ۸ ماه است که معمولاً از اواخر مهر ماه شروع و تا اواخر اردیبهشت ادامه می‌یابد. شدت یخبندان عمدتاً در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند می‌باشد. حداکثر روزهای یخبندان در دی ماه اتفاق می‌افتد. متوسط روزهای یخبندان در منطقه شیروان ۱۹ روز در سال است. ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور فاقد یخبندان هستند.

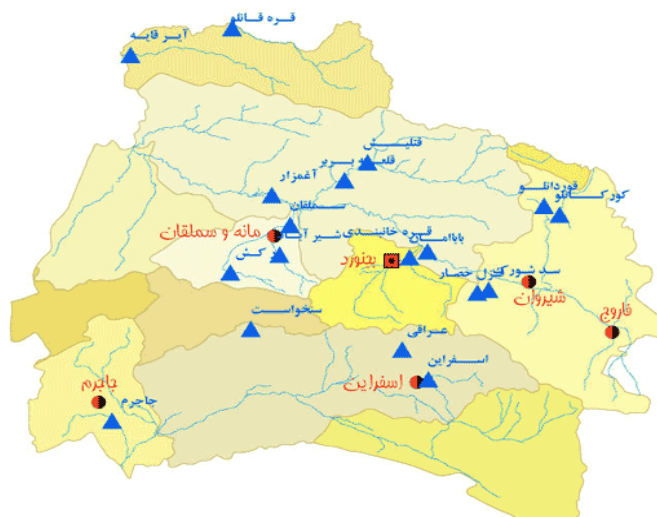
۳-۵-۳- بارش

مقدار بارندگی متوسط سالیانه در شیروان حدود ۲۵۱/۸ میلی‌متر است. این میزان بارندگی به لحاظ مکانی در نقاط مختلف منطقه از توزیع یکسانی برخوردار نیست و به طور کلی میزان بارندگی در خطوط هم‌باران از شمال به جنوب به نصف کاهش می‌یابد. میزان بارندگی سالانه در دشت شیروان ۲۵۴/۷ میلی‌متر و در حوضه آبریز سد بارزو و کوهستان‌های شمال شرق (دهستان جیرستان و سیوکانلو) ۴۲۳ میلی‌متر است. این میزان بارندگی به لحاظ زمانی نیز توزیع یکسانی ندارد به طوری که بیشترین بارش در اسفند با ۴۷/۳ میلی‌متر و کمترین بارش در مرداد با ۳/۶ میلی‌متر است. بر اساس گزارش سازمان آب منطقه‌ای در مطالعات دشت‌های شیروان - قوچان، از نظر توزیع فصلی بارندگی، ۳۹/۲ درصد بارش سالانه در بهار، ۳۵/۵ درصد در زمستان، ۲۱ درصد در پاییز و ۴/۳ درصد در تابستان بوده است. به طور متوسط شروع بارندگی در منطقه، ۲۳ آبان و خاتمه آن ۴ خرداد و طول دوره از اواخر پاییز تا اوایل بهار به صورت برف می‌باشد (اطلاعات اخذ شده از ایستگاه کليما تولوژی نوده). در حوضه آبریز اترک جمعاً ۳۷ ایستگاه باران سنجی و در حوضه آبریز کشف رود جمعاً ۴۰

ایستگاه باران سنجی وجود دارد (آمار بارندگی ایستگاه مینا، گزارش شده در ۸۷/۴/۴، شرکت آب منطقه‌ای خراسان شمالی). میزان جریان آب رودخانه‌های حوضه اترک در محل ایستگاه‌های هیدرومتری اندازه‌گیری می‌شود که مسئولیت آن‌ها به عهده امور مطالعات و بررسی منابع آب شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان می‌باشد. این ایستگاه‌های هیدرومتری با توجه به نوع تجهیزات موجود در آن‌ها به چهار گروه از درجه ۱ تا درجه ۴ طبقه‌بندی شده‌اند. ایستگاه‌های درجه ۱ دارای اشل، لمینگراف و پل تلفریک، ایستگاه‌های درجه ۲ دارای اشل و پل تلفریک، ایستگاه‌های درجه ۳ دارای اشل و لمینگراف و ایستگاه‌های درجه ۴ تنها دارای اشل می‌باشند. در حوضه‌های آبریز اترک و کشف رود به ترتیب تعداد ۲۶ و ۲۴ ایستگاه هیدرومتری وجود دارد. خلاصه مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری در جدول ۱-۳ آورده شده و موقعیت آن‌ها در سطح استان در شکل ۲-۳ نشان داده شده است.

جدول (۱-۳) خلاصه مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری (سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی)

تجهیزات			متوسط حجم سالیانه MCM	متوسط دبی CMS	مساحت حوزه (km ²)	نام ایستگاه
پل تلفریک	لمینگراف	اشل				
	*	*	۲۲/۰۸	۰/۷	۲۳۰	قلجق - کورکانلو
	*	*	۲۰/۵	۰/۶۵	۱۲۵	قلجق - قوردانلو
		*	۰/۹۵	۰/۰۳	۳۳	شورک، سد شورک
		*	۰/۹۵	۰/۰۳	۴۸	شورک - حصار
	*	*	۳۶/۹۰	۱/۱۷	۵۹۸۵	اترک - خانبندی
	*	*	۴۳/۵۲	۱/۳۸	۱۲۳۲.۶	چناران - بابامان
*	*	*	۱۹/۲۴	۰/۶۱	۵۱۵	بیدواز - اسفراین
*	*	*	۱۵/۷۷	۰/۵	۲۰۱	روئین - عراقی
*	*	*	۳۱/۵۸	۱/۰۱	۱۳۵۵	قتلیش
*	*	*	۷۵/۰۶	۲/۳۸	۱۵۲۵	قلعه بربر
	*	*	۲۵/۵۴	۰/۸۱	۱۰۳۲۳	سملقان - دربند
		*	۳۱/۲۲	۰/۹۹	۱۸۱	شیر آباد
		*	۱۶/۰۸	۰/۵۱	۱۱۵	در کش
	*	*	۲۱۰/۳۵	۶/۶۷	۱۲۰۰۴	اترک - آغمزار
		*	۴۲/۸۹	۱/۳۶	--	سومبار - قره‌قانلو
		*	۲۱/۷۶	۰/۶۹	۵۴۳	چندیر - آیر قایه
		*	۱۱/۳۵	۰/۳۶	۱۱۲۱	سنخواست
	*	*	۰/۱۹	۰/۰۰۶	۱۰۱۴/۳	ایور - جاجرم



شکل (۲-۳) نقشه موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری (سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی)

۳-۵-۴- تبخیر

مشخصات ایستگاه‌های تبخیر سنجی حوضه آبریز که در محاسبه آمار منطقه مورد استفاده قرار

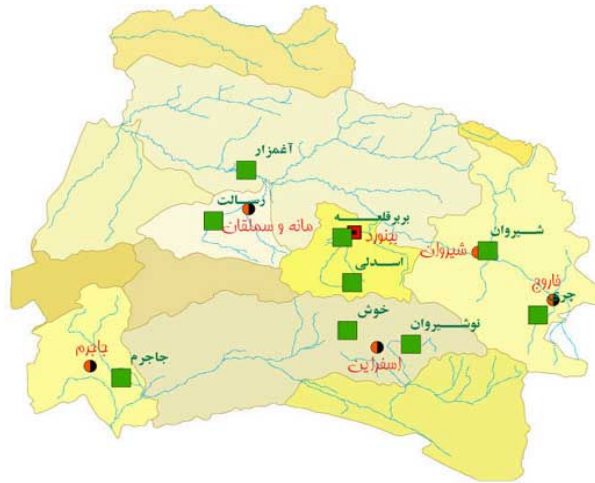
می‌گیرد به شرح جدول ۲-۳ است.

جدول (۲-۳) مشخصات عمومی ایستگاه‌های تبخیر سنجی محدوده‌ی فعالیت (سازمان آب منطقه‌ای)

میانگین دراز مدت موجود						تعداد سال آماری	ارتفاع ایستگاه (m)	نام ایستگاه
تبخیر (mm)	نم نسبی (%)	دما حداقل (C)	دما حداکثر (C)	میانگین دما (C)	باران (mm)			
۱۱۷۳/۲	۶۶/۷	-۲۰/۵	۳۹/۵	۶/۶	۳۹۷/۸	۱۷	۱۳۳۰	چری
۱۵۳۴/۴	۶۶/۸	-۳۲	۴۵/۵	۱۳/۳	۲۵۵/۷	۳۵	۱۱۱۰	شیروان

نقشه موقعیت ایستگاه‌های تبخیر سنجی خراسان شمالی در شکل ۳-۳ مشاهده می‌شود. بر اساس آمار موجود، متوسط دمای استان ۱۴/۳ و دمای متوسط دشت ۹/۹۵ درجه سانتی‌گراد برآورد شده است، لذا با توجه به ایستگاه‌های تبخیر سنجی چری و شیروان، بسط داده‌های آن‌ها به عنوان میانگین دشت پذیرفته شده و مورد استفاده قرار گرفته است. اطلاعات ثبت شده نشان می‌دهد که بیشترین دما و تبخیر در دشت شیروان - قوچان مربوط به ماه‌های اردیبهشت لغایت شهریور است. به علت

تناسب ۳ ماهه اول سال به فصل کشت، پارامتر دما تأثیر قابل ملاحظه‌ای در افزایش تبخیر و در نتیجه افزایش حجم برداشت دارد. عمق سطح آب زیرزمینی در اکثر مناطق دشت بیش از ۵ متر است، لذا تبخیر از سطح آب زیرزمینی وجود نداشته در حالیکه تبخیر و تعرق گیاهی و خاک به هنگام آبیاری زیاد می‌باشد.



شکل (۳-۳) نقشه موقعیت ایستگاههای تبخیر سنجی خراسان شمالی (سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی)

۳-۵-۵- وضعیت بادها

علت اصلی تغییرات آب و هوای منطقه، تداخل جبهه‌های مختلف آب و هوایی است که از غرب و شمال غرب و شمال شرق، شیروان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از جمله این بادهای صحرایی ترکمنستان هستند که بیشتر در جهت شمال شرق - جنوب غربی می‌وزند و در زمستان سرد و خشک و در تابستان گرم و خشک هستند. این بادهای در شیروان به باد آیش معروفند که باعث خشکی گیاهان و زمین‌های زراعی در فصل گرم می‌شوند. همچنین بادهای ملایم مرطوب در جهت غربی - شرقی از سمت دریای مازندران می‌وزند که در محل به باد دولان معروف است و به علت وجود رطوبت، موجب سبزی و خرمی گیاهان می‌گردد (مقیم، ۱۳۷۰). نتایج به دست آمده از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک قوچان که از لحاظ جغرافیایی دارای شرایط یکسانی با شهرستان شیروان است نشان می‌دهد باد غالب دشت شیروان در فصل بهار باد جنوب شرق، در تابستان بادهای شرقی و شمال

شرقی و در پاییز بادهای جنوب شرقی و شمال غربی می‌باشد که علت عمده‌ی آن جهت قرارگیری ارتفاعات شیروان به صورت شمال غرب - جنوب شرق است.

۳-۵-۶- توده‌های هوایی

منطقه شیروان تحت تأثیر چندین توده هوایی قرار می‌گیرد که در اینجا به مهمترین آن‌ها اشاره می‌شود که شامل ۴ توده هوایی است.

۱- توده هوایی سرد آنتی‌سیکلون سیبری که معمولاً از طریق ترکمنستان (شمال شیروان) و کوه‌های ذوالفقار وارد منطقه شیروان شده و باعث سرمای شدید اواخر زمستان می‌شوند به طوری که برودت هوا را در شیروان تا ۲۶- درجه سانتی‌گراد کاهش داده و هوا را سرد و خشک و آرام نگه می‌دارد.

۲- توده‌هایی متشکل در مدار ۳۰ درجه اقیانوس اطلس که از طریق اروپای شمالی و عبور از دریای سیاه و خزر و دریافت رطوبت زیاد، از قسمت شمال وارد منطقه شیروان می‌شود. این توده هوایی، سرد و مرطوب بوده و باعث بارش برف‌های سنگین در زمستان می‌شود.

۳- وجود بیابان‌های خشک و کوهستانی کشور پاکستان و دشت‌های جنوبی کشور افغانستان در فصل تابستان مرکز کم فشاری را ایجاد می‌کند و جابجایی هوا باعث وزش باد از سمت شمال شرقی در ناحیه شمال خراسان می‌گردد که این باد در شیروان به آیش معروف است.

۴- توده هوایی مازندران که از طریق دره‌های حاصله به وسیله‌ی رود اترک، شیروان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث بارندگی و همچنین وزش باد شمال غربی - جنوب شرقی به نام دولان می‌گردد که به علت وجود رطوبت موجب سرسبزی گیاهان در بهار و تابستان می‌شود. توده‌های هوای کم فشاری که منشأ اصلی آن‌ها در مدیترانه‌ی شرقی است، معمولاً خراسان را تحت تأثیر قرار می‌دهند که البته در منطقه شیروان از شدت آن کاسته می‌شود، اما به هر حال یکی از جبهه‌های بارش در این منطقه محسوب می‌گردد.

۳-۶- منابع آب

منبع اصلی تغذیه آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه رودخانه بارزو می‌باشد. این رودخانه از ارتفاعات شمال شیروان سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از شهرستان شیروان به رود اترک می‌پیوندد. رودخانه بارزو، پرآب‌ترین شاخه رود اترک در قسمت علیای آن است و در حوضه آبریز شیروان بیش از ۹۰ درصد سطح آن در ارتفاع بالاتر از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد و چون حداقل ۷ ماه از سال آب رودخانه تماماً برای آبیاری زمین‌های دشت مصرف می‌گردد. لذا در تغذیه سفره آب زیر زمینی دشت شیروان اهمیت اساسی دارد. وسعت حوضه آبریز رودخانه تا محل تلاقی با رود اترک ۱۰۱۴/۳ کیلومتر مربع می‌باشد و حداکثر دبی غیر سیلابی آن ۳۰۰۰ و حداقل حدود ۳۳۳ لیتر در ثانیه است. حجم کل آب جاری شده در نیمه مرطوب سال از آذر تا خرداد ۱۹/۵۶ میلیون مترمکعب و حجم کل آب جاری شده در نیمه خشک سال از خرداد تا آذر ماه ۱۰/۴ میلیون متر مکعب است. رودخانه دیگری که در دشت شیروان جاری است اترک می‌باشد که در قسمت جنوبی دشت از شرق به طرف غرب در جریان است و با توجه به اینکه در فصل خشک این رودخانه فاقد آب در قسمت شرقی تا مرکزی دشت شیروان می‌باشد، لذا در آبیاری دشت در منطقه مورد مطالعه اهمیت چندانی ندارد و چون سطح آب زیر زمینی دشت شیروان در قسمت شرقی و مرکزی دشت پایین‌تر از بستر رودخانه اترک است در این ناحیه رودخانه اترک حالت زهکشی نداشته و فقط در انتهای غربی دشت در رضا آباد است که بستر رودخانه پایین‌تر از سطح زیر زمینی دشت شیروان قرار دارد و در این قسمت رودخانه مشابه زهکش دشت عمل می‌نماید به طوری که آب موجود در رودخانه در فصل خشک حاصل تخلیه سفره‌های آب‌های زیرزمینی بخش غربی دشت شیروان است.

لازم به ذکر است که در حال حاضر از منابع آب زیرزمینی دشت شیروان از طریق چاه‌های عمیق حفر شده در این محل حداکثر بهره برداری صورت می‌گیرد به طوری که آب زیرزمینی دشت به علت بهره برداری بیش از حد در سال‌های اخیر هر ساله افت بیشتری می‌نماید (گزارش تمدید ممنوعیت آب منطقه‌ای، ۱۳۸۷).

۳-۶-۱- منابع آب زیرزمینی

براساس آخرین آمار برداری انجام شده میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی به بیش از ۲۹۷ میلیون متر مکعب افزایش یافته است که این میزان برداشت توسط ۲۱۲۴ چاه عمیق و نیمه عمیق و ۲۰۴ رشته قنات و ۸۹۰ دهنه چشمه صورت می‌گیرد. در جدول شماره ۳-۳ خلاصه آمار منابع آب زیرزمینی دشت مورد نظر به لحاظ تعداد و تخلیه در دوره‌های آمار برداری مختلف ارائه گردیده است (گزارش آب منطقه‌ای خراسان شمالی، ۱۳۸۱).

جدول (۳-۳) خلاصه آمار منابع آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی قوچان - شیروان (سازمان آب منطقه‌ای)

منابع	چاه		قنات		چشمه		مجموع تخلیه سالانه (میلیون متر مکعب)
	تعداد	تخلیه (میلیون مترمکعب)	تعداد	تخلیه (میلیون مترمکعب)	تعداد	تخلیه (میلیون مترمکعب)	
۱۳۸۲	۲۱۱۸	۱۵۴/۲۴	۱۹۹	۴۲/۴۴	۸۷۳	۹۸/۷۷	۲۹۵/۴۵
۱۳۸۳	۲۱۲۴	۱۵۴/۴۳	۲۰۴	۴۲/۵۶	۸۹۰	۱۰۰/۳۷	۲۹۷/۳۶

ذکر این نکته ضروری است که خشکسالی‌های اخیر باعث کاهش شدید آبدهی منابع موجود در دشت شیروان - قوچان گردیده و این در حالی است که سازندهای سخت این حوضه آهک‌های مزدوران و تیرگان (به وسعتی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع) شرایط لازم را جهت ذخیره منابع آب دارند و سالیانه بیش از ۷۱ میلیون مترمکعب از نیاز آبی منطقه از طریق چشمه‌های کارستی منطقه و ۳ حلقه چاه آهکی تأمین می‌شود. با احتساب ۷۵ میلیون متر مکعب آب استحصال از منابع آب سطحی که تماماً به مصرف کشاورزی می‌رسد مجموع آبی که جهت آبیاری ۴۶۷۹۹ هکتار اراضی در این حوضه در اختیار بخش کشاورزی است به ۳۳۰ میلیون مترمکعب می‌رسد که ۸۹ درصد نیاز آبی منطقه را شامل می‌شود. سهم بخش صنعت و شرب در این حوضه سالیانه ۲۸ میلیون متر مکعب می‌باشد.

چاه‌های عمیق و نیمه عمیق

چاه‌های حفر شده در حوضه شیروان - قوچان طبق آمار برداری سال ۱۳۸۳ شامل ۱۰۸۹ حلقه چاه عمیق و ۱۰۳۵ حلقه چاه نیمه عمیق با برداشت سالانه ۱۵۴/۴۳ میلیون متر مکعب در سال است که حدود ۵۲ درصد تخلیه دشت را شامل می‌گردد. چاه‌های نیمه عمیق بیشتر در شرق دشت، در کنار رودخانه اترک و در دشت‌های کوچک میان کوهی قرار دارد ولی در دشت شیروان بیشتر چاه‌ها عمیق است. تراکم چاه‌ها در مرکز دشت در کنار رودخانه اترک و حاشیه جاده بیش از نقاط دیگر می‌باشد (به طور متوسط در هر ۰/۶ کیلومترمربع یک حلقه چاه حفر شده).

عمق چاه‌ها با توجه به تغییرات سطح آب زیرزمینی متغیر است. از حداقل ۴ متر تا حداکثر ۲۲۰ متر تغییر می‌کند. ۷ درصد چاه‌ها بیش از ۱۰۰ متر و ۶۵ درصد کمتر از ۳۰ متر عمق و ۲۸ درصد آن‌ها بین ۳۰ تا ۱۰۰ متر عمق دارند.

آبدهی چاه‌های منطقه از ۲ تا ۴۵ لیتر در ثانیه متفاوت است. متوسط آبدهی چاه‌ها ۱۶/۷ لیتر در ثانیه و مجموع دبی لحظه‌ای آن‌ها برابر ۱۴۶۸۰ لیتر در ثانیه می‌باشد. مقایسه آبدهی متوسط چاه‌ها با سال‌های گذشته (۱۳۵۱ تا ۱۳۷۰) نشان می‌دهد که به علت افت سطح آب زیرزمینی و افزایش بهره برداری آبدهی چاه‌ها از ۲۲/۱ به ۱۶/۷ لیتر در ثانیه کاهش یافته است.

قنوات

در این حوضه در دوره آماری سال ۱۳۸۳ از تعداد ۲۰۴ رشته قنوات موجود در منطقه ۱۶۹ رشته قنوات دایر و بقیه بایر می‌باشند که مجموع دبی لحظه‌ای آن‌ها حدود ۱۳۴۹/۶۴ لیتر در ثانیه گزارش شده است. حداکثر، حداقل و متوسط آبدهی قنوات فوق به ترتیب ۵۴، ۰/۱، ۷/۱۴ لیتر در ثانیه می‌باشد که تخلیه آن‌ها حدود ۴۲/۵۶ میلیون متر مکعب و معادل ۱۴/۳ درصد کل تخلیه دشت است. اکثر این منابع در نواحی کوهپایه‌ای و دامنه‌ای واقع شده که در سال‌های اخیر با متدوال شدن حفر چاه و افت سطح آب زیرزمینی بیشتر قنوات داخل دشت خشک شده است. حداکثر طول قنوات

منطقه ۹۰۰۰ متر و حداقل ۱۰۰ متر می‌باشد. ۶۴ رشته از قنوات حوضه کمتر از ۵۰۰ متر طول دارند. حداکثر عمق مادر چاه ۹۰ متر و حداقل آن ۴ متر در ارتفاعات شمالی دشت می‌باشد.

چشمه‌ها

در آمار برداری سال ۱۳۸۳ که در سطح حوضه انجام شده از ۸۹۰ دهانه چشمه با مجموع برداشت ۱۰۰/۳۷ میلیون متر مکعب در سال که ۳۳/۷ درصد تخلیه سالانه از ذخایر آب زیرزمینی را تشکیل می‌دهد بازدید گردیده است. این چشمه‌ها در نواحی کوهستانی در امتداد گسله‌ها و داخل دره‌ها ظاهر شده و حداکثر آبدهی آن‌ها در چشمه اسطرخی با حدود ۲۰۰ لیتر در ثانیه مشاهده می‌شود. این چشمه از آهک تیرگان بیرون می‌زند که در روی سازند شوربجه واقع گردیده است و بر روی آن استخر پرورش ماهی در حال احداث می‌باشد. آبدهی متوسط و حداقل چشمه‌های منطقه شیروان قوچان به ترتیب ۷/۵۵ و ۰/۱ لیتر در ثانیه گزارش شده است. لازم به ذکر می‌باشد به علت خشکسالی چند ساله اخیر، آبدهی چشمه‌های فوق به شدت کاهش یافته است.

۳-۶-۱- سفره آب زیرزمینی

سازندهای کربناته در این حوضه با گسترش قابل توجه و نفوذ پذیری زیاد تشکیل آبخوان کارستی داده، حجم آب قابل توجهی را در خود ذخیره کرده و سهم عمده‌ای در رفع نیاز آبی منطقه دارد. آبخوان آبرفتی دشت که از رسوبات دانه متوسط با نفوذ پذیری کم تشکیل شده است نسبت به سایر دشت‌های استان دارای سفره‌ی ضعیفی می‌باشد. بررسی‌های ژئوفیزیکی انجام شده در این دشت نشان می‌دهد که سنگ کف دشت شیروان - قوچان ناهموار بوده و گسله‌ها و چین خوردگی‌ها تغییراتی در آن ایجاد نموده تا حدی که آبخوان آبرفتی به واحدهای مجزایی تقسیم شده است. بررسی‌های ژئوفیزیکی و حفاری‌های اکتشافی و پمپاژ انجام شده در منطقه نشانگر این است که ضخامت لایه آبرفت در سطح دشت متجاوز از ۲۰۰ متر بوده و ضخامت سفره از ۵۴ تا ۶۰ متر متغیر است. رسوبات تشکیل دهنده‌ی سفره آبرفتی غالباً از جنس شن، ماسه، گراول‌های آهکی و رس با دانه بندی‌های

مختلف می‌باشد که نتیجه فرسایش ارتفاعات مجاور دشت و فعالیت رودخانه اترک و شاخه‌های آن بوده و از خصوصیات سنگ مادر تبعیت می‌کند (بهزادی، ۱۳۸۳).

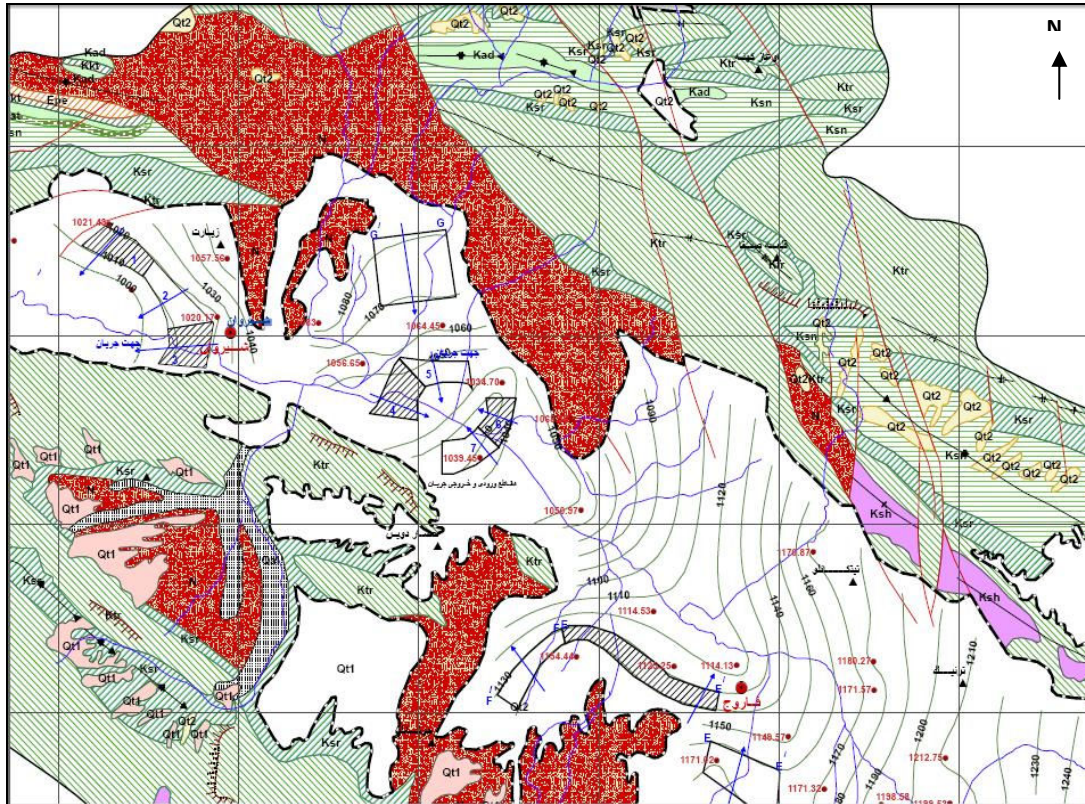
ناهموار بودن سنگ کف موجب تفکیک آبخوان دشت شده است. در ابتدای دشت، عمق سنگ کف زیاد بوده و رسوبات ضخیم آبرفتی از عناصر سیلت و رس تشکیل شده و آبخوان ضعیفی را به وجود آورده است. ضخامت آبرفت به طرف شمال کم می‌گردد ولی به علت نقش رودخانه اترک در بخش جنوبی، آبرفت دانه درشت است. اراضی شمال رودخانه‌ی اترک تا تپه رادار فاقد سفره‌ی آب زیرزمینی می‌باشد. در حوالی برزل آباد سنگ کف بالابوده و ضخامت آبرفت تا ۲۰ متر کاهش می‌یابد به طوری که ارتباط آبخوان شرقی با غرب قطع شده و دشت قوچان از شیروان جدا می‌گردد. فرورفتگی سنگ کف در حد فاصل اراضی برزل‌آباد در شرق شیروان موجب افزایش ضخامت آبرفت و تشکیل سفره‌ی آب زیرزمینی غنی در این ناحیه در حاشیه رودخانه اترک شده است.

۳-۱-۶-۲- تغییرات پتانسیل آب زیرزمینی در سطح دشت

میزان تغییرات تراز آب زیرزمینی در جنوب شرقی دشت از حداکثر حدود ۱۳۳۰ متر در شرق قوچان تا حداقل ۱۲۱۰ متر در تغییر است. میزان تغییرات پتانسیل آب زیرزمینی در مرکز دشت و شرق فاروج از حداکثر ۱۲۰۰ متر تا حداقل ۱۱۳۰ متر در فاروج در تغییر است. میزان تغییرات پتانسیل آب زیرزمینی در شمال غربی دشت از حداکثر حدود ۱۰۶۰ متر در حواشی روستای برزل آباد تا حداقل ۱۰۰۰ متر در خروجی دشت متغیر می‌باشد. همانگونه که در شکل ۳-۴ مشاهده می‌گردد جهت کلی جریان آب زیرزمینی از سمت شرق به طرف غرب است.

۳-۱-۶-۳- تغییرات عمق آب زیرزمینی

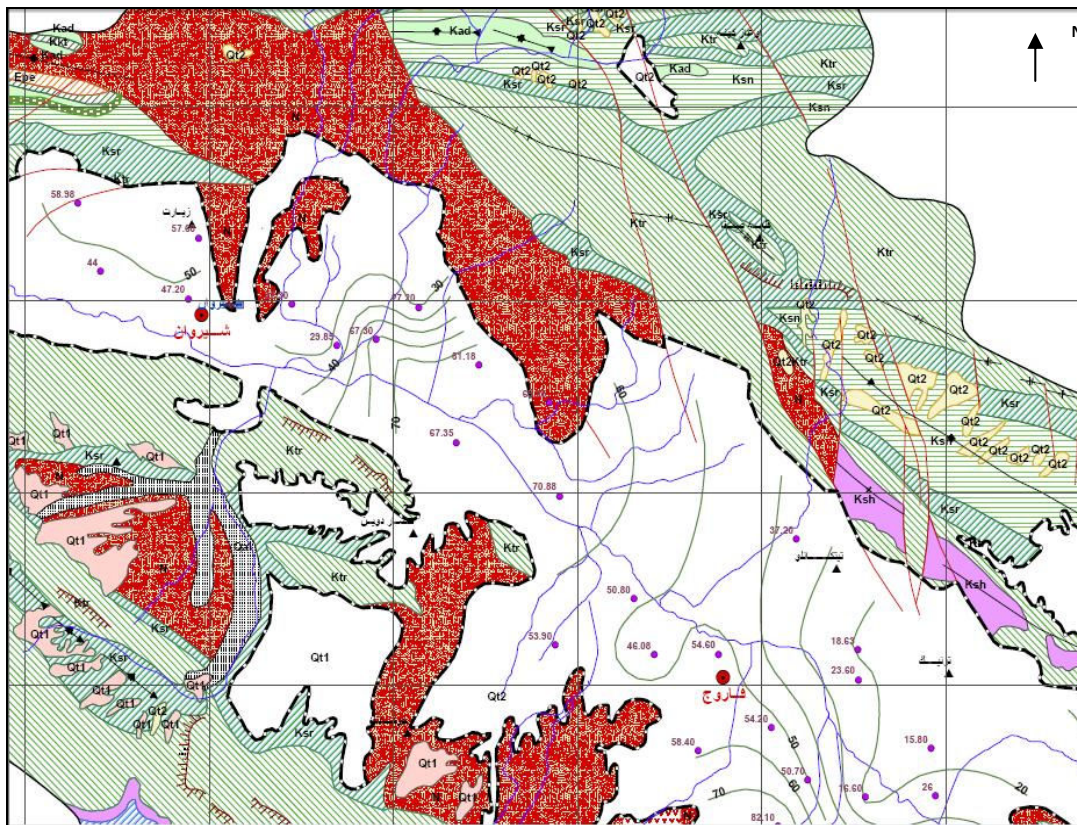
شیب توپوگرافی و منفک بودن آبخوان آبرفتی در این دشت سبب شده تا عمق برخورد به آب در نقاط مختلف دشت متفاوت باشد که از حداکثر ۸۴ متر در چاه مشاهده‌ای جاده داغیان تا حداقل ۷/۵ متر در محل ورودی دشت در چاه آب برگ متفاوت می‌باشد.



شکل (۳-۴) نقشه هم پتانسیل چاه‌های منطقه (برگرفته از نقشه ۱:۱۵۰۰۰۰ سازمان آب منطقه‌ای)

عمق برخورد به آب در شرق دشت قوچان در دره اترک ۲۰ تا ۳۵ متر و در جنوب قوچان ۵۰ متر است که به طرف شمال کاهش می‌یابد و این میزان در چاه آب برگ به کمتر از ۸ متر می‌رسد. البته در شرق قوچان سفره‌های آب معلق گزارش شده که از روند طبیعی تغییرات سطح آب پیروی نمی‌کند. عمق برخورد به آب در مخروطه افکنه چری بیش از ۸۰ متر است که به سمت شمال کاهش یافته در حوالی مرغزار و بام به کمتر از ۳۰ متر می‌رسد. به سمت غرب در امتداد اترک عمق آب مجدداً افزایش یافته و به ۷۰ متر رسیده و به طرف شیروان در جهت شیب توپوگرافی کاهش یافته و به ۳۰ متر می‌رسد. در حوالی شیروان به علت فرورفتگی سنگ کف در جهت کاهش ارتفاع، عمق برخورد به آب افزایش یافته و در حاشیه‌ی جاده آسفالت به بیش از ۴۵ متر می‌رسد، در انتهای دشت عمق آب زیرزمینی در بستر رودخانه صفر می‌باشد. به طور کلی عمق برخورد به آب در حاشیه جنوبی دشت نسبت به سایر نقاط بیشتر است که به طرف بستر اترک در مرکز دشت و نیز ضلع شمالی آن کاهش می‌یابد. نقشه هم‌عمق نشان می‌دهد که نواحی تبخیری به علت عمق زیاد برخورد به آب در منطقه

وجود ندارد. شکل ۳-۵ نقشه‌ی هم‌عمق آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد (گزارش شرکت آب منطقه‌ای خراسان شمالی، ۱۳۸۷).



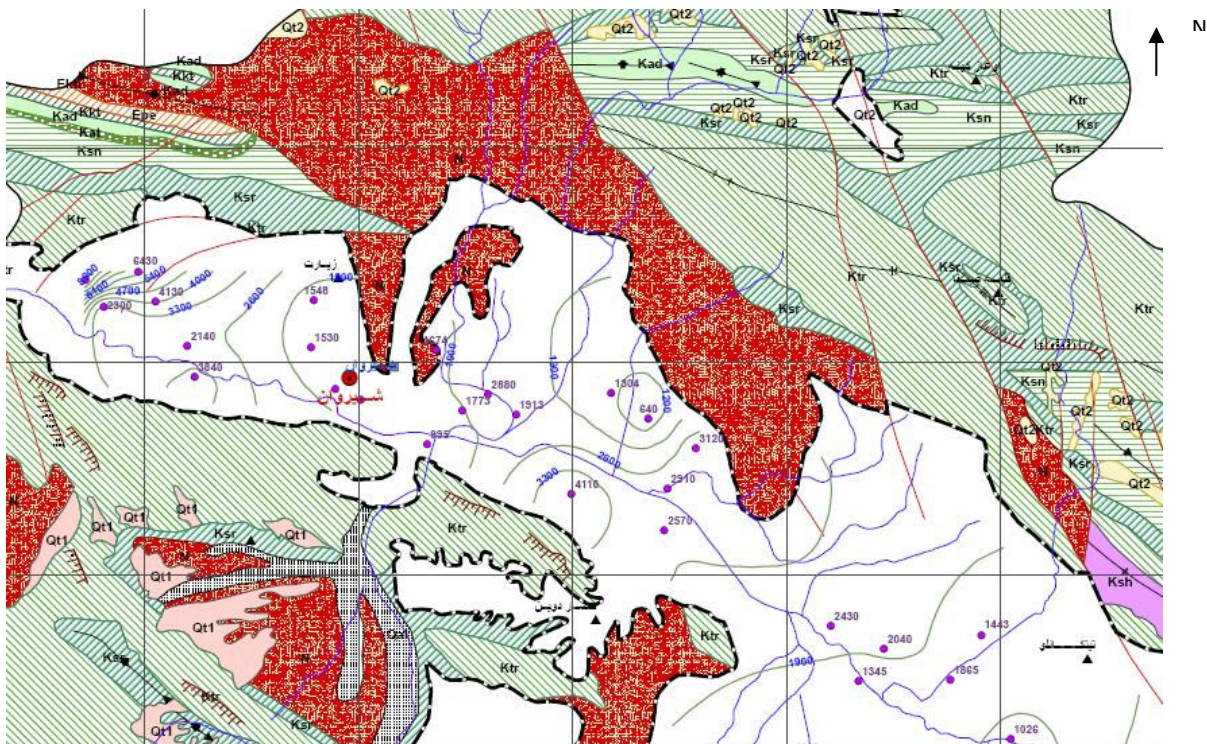
شکل (۳-۵) نقشه هم‌عمق چاه‌های منطقه (برگرفته از نقشه ۱:۱۵۰۰۰۰ سازمان آب منطقه‌ای)

۳-۶-۱-۴- کیفیت آب زیرزمینی

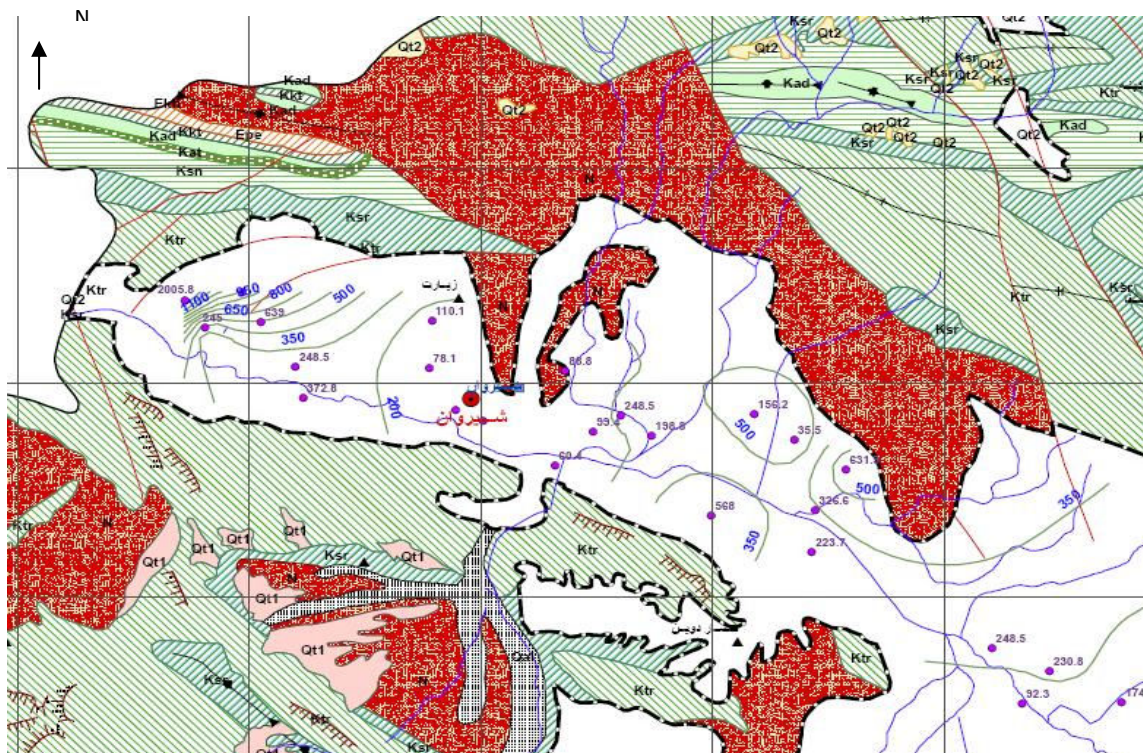
هدایت الکتریکی: هدایت الکتریکی که ناشی از مقدار یونیزاسیون املاح موجود در آب‌های زیرزمینی است، در دشت‌های شیروان و قوچان به طرف شمال افزایش می‌یابد. حداقل آن در حاشیه‌ی ارتفاعات جنوبی دشت ۱۲۰۰ و حداکثر آن بیش از ۴۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر در حوالی برج می‌باشد. در دشت شیروان مقدار هدایت الکتریکی از ۲۵۰۰ تا بیش از ۳۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر در اراضی خرم آباد تغییر می‌کند. میزان املاح محلول در نیمه غربی دشت شیروان که متأثر از نفوذ جبهه‌های شمالی است به طرف جنوب کاهش می‌یابد. بررسی منحنی‌های هم‌EC در سال‌های مختلف نشان می‌دهد میزان EC در قسمت غربی دشت و نیز در حدواسط شهرهای فاروج و قوچان، نسبت به سایر نقاط دشت از وضعیت نامناسب‌تری برخوردار می‌باشد (شکل ۳-۶).

کلر: میزان شوری آب‌ها به مقدار یون کلر محلول در آب نیز بستگی دارد که مقدار آن همانند سایر کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در آب با دور شدن از نواحی تغذیه افزایش می‌یابد. بررسی نقشه-های تغییرات کلر نیز مشابه تغییرات EC بوده و ناحیه غربی دشت و حد فاصل فاروج تا قوچان، مناطق بحرانی به لحاظ کیفی می‌باشند. دامنه تغییرات یون کلر در دشت قوچان از حداقل ۵۰ میلی‌گرم در لیتر تا حداکثر ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر و در دشت شیروان از ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر متفاوت است (شکل ۳-۷).

یون کلر از نواحی جنوبی و شرق دشت به طرف مرکز دشت در امتداد رودخانه اترک از ۵۰ تا ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش می‌یابد. مقدار یون کلر در حوالی برگرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر است ولی در اراضی خیرآباد کمتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر است. مقدار کلر در دشت شیروان در اراضی خرم‌آباد بیش از ۴۰۰ میلی‌گرم و حداقل کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در شمال شیروان در مخروطه افکنه خاقلق می‌باشد (بهزادی فر و همکاران، ۱۳۸۴).



شکل (۳-۶) نقشه هم EC چاه‌های منطقه (برگرفته از نقشه ۱:۱۵۰۰۰۰ سازمان آب منطقه‌ای)



شکل (۷-۳) نقشه هم کلاچاه‌های منطقه (برگرفته از نقشه ۱:۱۵۰۰۰۰ سازمان آب منطقه‌ای)

۳-۶-۱-۵- عوامل تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی دشت شیروان - قوچان

به طور کلی حجم آب مصرفی در بخش‌های شرب، صنعت و بهداشت در کل محدوده مطالعاتی شیروان - قوچان در حدود ۲۸ میلیون متر مکعب می‌باشد که از این مقدار حدود ۹/۳۵ میلیون متر مکعب آن مربوط به محدوده بیلان می‌باشد. حال اگر میزان نفوذ از این پساب‌ها را حدود ۹۰ درصد در نظر بگیریم، حجم آب نفوذ یافته از این قسمت حدود ۸/۴۲ میلیون متر مکعب محاسبه می‌گردد. به طور کلی در جدول شماره ۳-۴ خلاصه‌ای از کلیه عوامل تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی دشت شیروان - قوچان ارائه گردیده است.

۳-۶-۲- آب‌های سطحی

حوضه آبریز اترک در شمال شرق کشور و در شمال استان خراسان بین طول‌های جغرافیایی ۵۴ درجه تا ۵۹ درجه و ۴ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه قرار دارد.

جدول (۴-۳) عوامل تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی دشت شیروان قوچان (سازمان آب منطقه‌ای)

مجموع (میلیون مترمکعب)	حجم MCM	پارامتر	عامل
۱۹۲/۷۷	۱۱۷/۹	حجم جریان‌های ورودی زیرزمینی	ورودی
	۱۸	نفوذ از نزولات جوی	
	۱۸/۹۵	نفوذ از جریان‌ات سطحی	
	۲۹/۵	نفوذ آب برگشتی کشاورزی به آبخوان	
	۸/۴۲	نفوذ از پساب بخش‌های شرب صنعت و بهداشت	
۲۲۷/۹۳	۲۱/۹	حجم جریان‌های خروجی زیرزمینی	خروجی
	۲۰۶/۰۳	حجم آب بهره برداری از منابع آب	
	۰	حجم آب زهکشی از آب زیرزمینی	
	۰	حجم آب تبخیر و تعرق از سطح آبخوان	
-۳۵/۱۶	تغییرات حجم مخزن		

این حوضه از شمال به جمهوری ترکمنستان و از جنوب به حوضه‌های آبریز گرگان رود و کال‌شور (کویر مرکزی) و از شرق به حوضه آبریز قره‌قوم و از غرب به دریای مازندران ختم می‌گردد. مساحت کل حوضه اترک به جز بخشی از آن که در کشور ترکمنستان واقع شده، در حدود ۲۵۶۲۷ کیلومتر مربع است. همچنین بخش عمده‌ای از حوضه آبریز اترک در استان خراسان شمالی و شمال استان خراسان رضوی واقع شده است و دارای مساحتی در حدود ۱۹۰۷۵ کیلومتر مربع است و از کوه کپه داغ شروع و در جهت شرقی - غربی به صورت نوار باریکی تا سواحل جنوب شرقی دریای خزر گسترش یافته است شکل ۳-۸ نمای هوایی رودخانه‌ی اترک را نشان می‌دهد.

قسمت عمده این حوضه آبریز را مناطق کوهستانی تشکیل می‌دهد (حدود ۲۰۷۰۰ کیلومتر مربع) و مساحتی کمتر از یک چهارم آن در مناطق دشتی و کوهپایه‌ای قرار دارد. شاخه‌های اولیه اترک از دامنه‌های غربی کوه هزار مسجد و لاله رویان واقع در اطراف قوچان منشأ گرفته و این رودخانه را تشکیل می‌دهند. اترک ابتدا دشت حاصلخیز قوچان را تغذیه می‌کند و پس از گذشتن از شیروان و بجنورد و از شرق قازان قایه وارد استان گلستان می‌شود. سپس از دره‌ها و تنگه‌های باریک گذشته و به نقطه مرزی چات می‌رسد. در آنجا مرز مشترک ایران و جمهوری ترکمنستان را تشکیل می‌دهد و

سرانجام در منطقه داشلی‌برون دو قسمت شده یک شاخه از خاک کشور ترکمنستان و شاخه دیگر از طریق ایران وارد دریای خزر می‌شود. شکل ۳-۹ حوضه آبریز رودخانه اترک را نشان می‌دهد.



شکل (۳-۸) عکس هوایی رود اترک



شکل (۳-۹) حوضه آبریز رود اترک (سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی)

در حوضه آبریز اترک به علت مجاورت با منطقه معتدل خزری و قرار گرفتن در مسیر اقلیم مدیترانه‌ای مقدار ریزش‌های جوی نسبتاً زیاد بوده و میزان بارندگی سالیانه از حدود ۲۰۰ میلی‌متر در شمال غربی تا حدود ۸۰۰ میلی‌متر در مناطق مرتفع شرقی و دامنه‌های البرز و کوه‌های خراسان

متغیر می‌باشد ولی قسمت اعظم حوزه آبریز دارای میزان بارشی بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد. حداکثر ارتفاع این حوضه در محل سرشاخه‌های رودخانه تبارک در حدود ۲۹۰۳ متر از سطح دریا و حداقل آن در نواحی پایاب حوضه و حدود ۲۲ متر از سطح دریا برآورد گردیده است. همچنین متوسط شیب حوضه اترک ۳/۲ درصد و متوسط شیب آبراهه‌های حوضه‌ی اترک ۲/۷ درصد برآورد گردیده است.

با توجه به شرایط توپوگرافی و وضعیت آب و هوایی حوضه اترک، جریان‌های سطحی از رژیم نیمه برفی در بخش‌های شرقی تا رژیم بارانی کامل در بخش‌های پایاب اترک تغییر می‌کند. میزان جریان سطحی حوضه آبریز اترک در مقایسه با وسعت آن زیاد است. در حدود ۱۸ رودخانه دائمی و مهم در حوضه آبریز اترک وجود دارد. رودخانه اصلی این حوضه رودخانه اترک می‌باشد که دارای طولی معادل ۵۲۰ کیلومتر بوده و از شرق به غرب جریان داشته و در نهایت به دریای خزر می‌ریزد. رودخانه‌های شیرین دره، تبارک، بارزو، سملقان و رودخانه بابامان دیگر رودخانه‌های مهم این حوضه آبریز به شمار می‌آیند. از انشعابات مهم اترک در شیروان رودهای قلجق، اوغاز، زوارم، گلیان، سرشاخه‌های قرق و قوشخانه می‌باشند. جهت مهار و ذخیره آب‌های سطحی تاکنون تعداد پنج سد مخزنی شامل سدهای بارزو و شورک در شهرستان شیروان، چری در فاروج، شیرین دره در شهرستان مانه و سملقان و بیدواز در اسفراین به انضمام تعدادی سد یا بند خاکی کوچک در نقاط مختلف استان احداث شده‌اند که بخش مهمی از آب مورد نیاز استان در بخش‌های کشاورزی، صنعت، شرب و بهداشت به رودخانه اترک وابسته است.

۳-۷- چشم اندازهای زیست محیطی

اکوسیستم ارزشمند منطقه شیروان از جمله مناطق حفاظت شده، غارها، ییلاقات، رودخانه‌ها و چشمه‌ها در ارتفاعات و دامنه‌های آن نواحی حساس و ارزشمند زیست محیطی را به وجود آورده‌اند. این مناطق به دلیل دارا بودن تنوع پدیده‌های زیستی دارای قابلیت گردشگری طبیعی (اکوتوریسم)،

علمی، پژوهشی و آموزشی هستند. این نواحی ارزشمند زیست محیطی در تقسیم بندی ذیل قابل بررسی می‌باشند.

۳-۷-۱- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی می‌تواند به عنوان یک جاذبه اصلی گردشگری مطرح باشد. پوشش گیاهی در شهرستان شیروان اغلب به صورت استپ کوهستانی می‌باشد. فقط در منطقه سرداب و سرانی در شمال شهرستان شیروان بقایای جنگل‌های گذشته را می‌توان مشاهده کرد که امروزه مورد حمایت قرار گرفته‌اند. همچنین منطقه حفاظت شده گلول با مساحت تقریبی ۲۷ هزار هکتار در ۷۰ کیلومتری شمال شهر شیروان در حد مرز ایران و جمهوری ترکمنستان قرار دارد. منطقه فوق از تاریخ ۱۳۵۰/۰۴/۲۷ تحت عنوان پارک ملی سرانی مورد حفاظت بوده و در سال ۱۳۵۹ به منطقه حفاظت شده تبدیل شده است. این منطقه دارای جنگل‌های تنک ارس (سرو کوهی) و مراتع سرسبز است. دیگر گیاهان منطقه عبارتند از: کوکر، زالزالک، سیاتلو، طردآلوی کوهی و نظایر آن‌ها. همچنین گیاهان صنعتی و دارویی همچون گون که کتیرا از آن به عمل می‌آید، شیرین بیان و خارشتر در محدوده فوق یافت می‌شود.

پوشش گیاهی استپی منطقه متنوع است. مهمترین این گیاهان عبارتند از خارشتر که در تمام منطقه نیز مشهود است، تلخک که در مناطقی همچون سرخس، تربت جام و تایباد نیز دیده می‌شود، درمنه که در تمام نقاط ایران مشهود است، گون و همچنین گیاهان خانواده‌های مختلف مانند کنگر، مخلصه، ریواس و نظایر آن‌ها. برخی از گیاهان در مقابل عوامل نامساعد طبیعی مقاومت زیادی نشان می‌دهند و همین گیاهان می‌باشند که برای بهبود وضع مراتع امیدوار کننده هستند.

مراتع نیز بر اثر چرای مفرط و بی‌رویه و دیگر عوامل در منطقه تخریب شده و یا در حال تخریب می‌باشند. به طوری که مراتع درجه یک و یا مراتع عالی وجود ندارند. مراتع خوب شهرستان شیروان در شمال و شمال شرقی این شهرستان در ارتفاعات گلول واقع شده‌اند و مراتع متوسط در ارتفاعات

جنوبی شهرستان و همچنین بخشی از کوه‌های شمالی قرار دارند و مراتع فقیر نیز عمدتاً در اطراف روستاها و دشت شیروان که چرای بی‌رویه و مفرط صورت می‌گیرد مشاهده می‌شوند (رقیمی، ۱۳۷۰). مجموعه وسعت مراتع شهرستان معادل ۸۵/۳ درصد از کل منابع طبیعی شهرستان بوده و از زیر بخش‌های مندرج در جدول ۵-۳ تشکیل شده است. شهرستان شیروان ۴/۴ درصد جنگل‌های استان را دارد که صرفاً جنگل ارس است.

جدول (۵-۳) وسعت مراتع شهرستان شیروان

نوع مرتع	مساحت (هکتار)	تولید علوفه خشک	درصد از مراتع شهرستان
مرتع خوب	۴۰۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۳/۸
مرتع متوسط	۱۴۰۰۰	۲۸۰۰۰۰	۴۸/۳
مرتع فقیر	۱۱۰۰۲۰	۹۹۰۲	۳۷/۹

۳-۷-۲- مناطق حفاظت شده

مناطق حفاظت شده به محدوده‌ای از منابع طبیعی اعم از جنگل، مرتع، دشت، کوهستان و رودخانه اطلاق می‌شود که بیانگر مظاهر طبیعی هستند و به منظور حفاظت پوشش گیاهی و حفظ گونه‌های جاندار در شرایط کاملاً طبیعی و تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست قرار دارند. در شرایط کنترل شده این مناطق مجاز به بهره‌برداری معقول از قابلیت‌های موجود به منظور حفظ و تکثیر نسل جانوران وحشی و حفظ و احیای رستنی‌ها هستند. در منطقه مورد مطالعه، منطقه حفاظت شده گلول و سرانی از مناطقی است که به لحاظ زیست محیطی دارای آب و هوای سرد و نیمه خشک است و در زمستان‌ها اغلب با بارش شدید برف همراه است که همه ساله گردشگران زیادی از این منطقه دیدن می‌کنند.

مهمترین زیستگاه کل و بز در منطقه حفاظت شده گلول در زوی علم، زوی قورل و قاپلان قرار دارد. همچنین این منطقه محل زیست گونه‌های حیوانی شامل قوچ، میش اورپال، پلنگ، گربه وحشی،

خوک وحشی، سمور سنگی، روباه، شغال، سنجاب درختی، خرگوش و انواع پرندگان و خزندگان می-
باشد. پوشش گیاهی منطقه شامل درختان ارس، زرشک، کرکو، گون، درمنه و انواع گرامینه‌ها است.

۳-۷-۳- ییلاقات

با توجه به ویژگی‌های خاص جغرافیایی و کوهستانی بودن منطقه مذکور و دره‌های پر آب، دشت
شیروان دارای ییلاقات بسیار خوش آب و هوا و دیدنی است که مهمترین این مناطق عبارتند از ییلاق
زوارم، ییلاق گلیان، ییلاق اوغاز، ییلاق گلیل نامانلو و ییلاق استخری. وجود ییلاقات با چشم اندازه‌های
طبیعی و زیبا هر ساله گردشگران زیادی را به این منطقه جذب می‌نماید.

فصل چهارم
مواد و روش‌ها

۴-۱- مطالعه‌ی سابقه و ضرورت

در ابتدای این پژوهش با بررسی مطالعات قبلی صورت گرفته در دشت شیروان آنچه که مربوط به بحث منابع آب و نیز پساب کارخانه قند در دسترس بود مورد بازنگری قرار گرفت تا اهمیت پرداختن به موضوع و نیز نقاط مبهم و بررسی نشده در مطالعات پیشین مشخص گردد و اولویت‌های انجام تحقیق تعیین شود. سوابق مطالعاتی در زمینه‌ی علوم خاک مربوط به دشت شیروان در دسترس نبود و از این جهت انجام بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک الزام پیدا کرد.

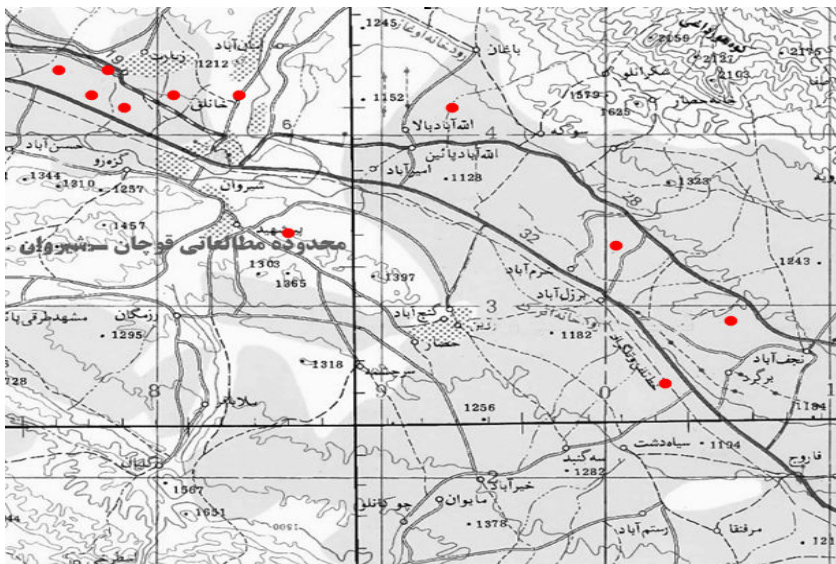
آنچه مربوط به مطالعات منابع آب در منطقه وجود داشت بیش از هرچیز از نقطه نظر کمیت منابع و تغییرات رو به کاهش آن در غالب طرح‌ها و گزارشات سازمانی قابل تفسیر و تحلیل بود، لذا تأکید بر کیفیت این منابع نیز کاری بود که در این گزارش گنجانده شد و اما از آنجا که هدف از انجام این تحقیق پرداختن به اثرات رهاسازی پساب مربوط به فعالیت کارخانه قند بود، نتایج آنالیزهای قبلی پساب خروجی کارخانه که توسط سازمان محیط زیست استان صورت گرفته بود پیش از آغاز تحقیق بررسی شد تا فرضیه‌هایی برای این تحقیق قبل از رسیدن به نتیجه نهایی طرح گردد.

۴-۲- نقشه‌ها

جهت آگاه شدن از میزان حضور منابع آب و نیز جهت جریان‌ات آب زیرزمینی و همچنین آگاهی از جغرافیای منطقه از چندین نقشه از جمله نقشه‌ی توپوگرافی، نقشه‌ی منابع آب، نقشه‌ی زمین شناسی، نقشه‌ی هم عمق منابع آب، نقشه‌ی هم‌کلر و نقشه‌ی هم‌EC چاه‌های آب دشت استفاده شد تا در آغاز انجام تحقیق، با شناسایی نقاط بالادست و پایین‌دست منطقه و جهت جریان آب و پراکنش منابع، مکان‌های نمونه برداری مشخص گردد (شکل ۴-۱).

۳-۴- بازدید صحرائی

پس از مطالعات کتابخانه‌ای و جستجوی منابع، اقدام به بازدید صحرائی از منطقه جهت رویت محل فعالیت کارخانه همچنین جمع آوری اطلاعات صحرائی مربوط به نوع پوشش گیاهی حاضر و نوع کاربری اراضی کرده و نیز خروجی پساب در آخرین مسیر خروج از کارخانه رویت شد (شکل ۲-۴). به‌علاوه گفتگوی حضوری با کارشناسان و پرسنل اداره کل محیط زیست خراسان شمالی، ساکنین و کشاورزان اطراف کارخانه جهت پی بردن به کیفیت زیست محیطی و نوع مشکلاتی که خاک و آب منطقه از لحاظ مصارف کشاورزی و یا حیواناً سلامت زیستی با آن مواجه است انجام گرفت.



شکل (۲-۴) نقاط نمونه برداری از چاه‌ها

۴-۴- نمونه برداری

۴-۴-۱- نمونه برداری از پساب کارخانه

از آنجا که کارخانه قند دارای فعالیت فصلی مرتبط با زمان برداشت محصول چغندر قند در منطقه می‌باشد، نمونه برداری از پساب خروجی آن منطبق بر اوج فعالیت کارخانه در ماه آبان و آذر صورت گرفت، زیرا حجم فعالیت‌های قندسازی و خروجی پساب آن در این زمان بالاتر بود. با دو بار مراجعه جهت نمونه برداری، ۵ نمونه از پساب شامل پساب سرریز از لاگون اول و پساب سرریز از لاگون سوم و نیز پساب رهاسازی شده به زمین‌های اطراف برداشت شد.



ب



الف



د



ج



و



ه

شکل (۲-۴) تصاویر بازدید از اراضی اطراف کارخانه (الف: محل رهاسازی پساب به اولین لاگون، ب: استفاده از سنگریزه و قلوه سنگ به عنوان فیلتر بین لاگون‌ها، ج: مجاورت زمین‌های زراعی به لاگون‌ها، د: تجمع گل‌های کربناته در پایین دست کارخانه، ه: اراضی شور و آهکی قرار گرفته در مسیر جریان پساب، و: پوشش گیاهی اراضی پایین دست

جهت نمونه برداری از بطری‌های پلاستیکی با حجم ۱/۵ لیتر استفاده شد که قبل از عمل نمونه برداری با آب مقطر شستشو داده شده بودند. هنگام نمونه برداری از لاگون‌ها، بطری را به آرامی و

بدون ایجاد حباب‌های هوا به فاصله‌ی ۴۰ سانتیمتری از حاشیه لاگون، داخل لاگون فرو برده و پس از دو بار پر و خالی کردن، نمونه‌ی اصلی برداشت شد. جهت تثبیت فلزات سنگین در نمونه‌ها با اضافه کردن اسید نیتریک غلیظ، pH آن‌ها به کمتر از ۲ کاهش داده شد و در طول مدت نگهداری و انتقال جهت آنالیزهای عنصری در دمای پایین و به دور از نور نگهداری شدند. نمونه‌های اخذ شده جهت آزمایشات شاخص آلودگی (BOD, COD, TDS و کدورت) که به فاصله‌ی کمتر از ۱ ساعت به آزمایشگاه منتقل شدند، نیاز به تثبیت و اضافه کردن حفاظت کننده نداشتند.

نمونه برداری از پساب سرریز به زمین‌های کشاورزی با رعایت پیوستگی جریان حین نمونه برداری پس از گذشت ۳ ساعت از خروج جریان انجام گرفت.

۴-۴-۲- نمونه برداری از خاک اطراف کارخانه

از زمین‌های اطراف کارخانه قند که تحت تأثیر پساب خروجی، تجمع گل‌های کربناته و نیز آبیاری با پساب بودند، نمونه برداری به صورت مرکب صورت گرفت. به این ترتیب که به ازای هر ۱۰۰ تا ۲۲۵ متر مربع، ۴ نمونه برداشت شد. سپس با اختلاط این ۴ نمونه و تجمع آن‌ها به صورت کپه، مخروط حاصل به چهار قسمت تقسیم شد و از آن دو قسمت مقابل یکدیگر حذف گردید. این عمل تا حصول مقدار ۱ کیلوگرم خاک ادامه داده شد. در پایان ۱۱ نمونه‌ی ۱ کیلوگرمی از اراضی پایین دست کارخانه که البته تحت تأثیر رهاسازی پساب و یا آبیاری با آن قرار داشتند جهت انجام آزمایش به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه برداری از اراضی بالادست کارخانه که در مسیر رهاسازی پساب نبودند و نیز در گذشته و حال آبیاری آن‌ها با چاه‌های آب بالادست صورت گرفته است نیز به همین روش انجام شد و در نهایت ۹ نمونه خاک ۱ کیلوگرمی از آن ناحیه جمع آوری گردید.

عمق نمونه برداری ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر سطح خاک پس از کنار زدن پوشش‌های کلوخه‌ای بود. زمان نمونه برداری در کل اراضی با اختلاف کمتر از ۴ روز و در زمین‌های تحت کشت قبل از عملیات کوددهی جهت کشت پاییزه صورت گرفت.

۴-۴-۳- نمونه برداری از منابع آب

با تعیین نقاط بالادست و پایین دست جریان، نمونه برداری از ۴ حلقه چاه عمیق واقع در پایین شیب جریان زیرزمینی و انتهای مسیر جریان پساب، که از آن‌ها جهت مصارف کشاورزی و آبیاری اراضی استفاده می‌شود، انجام شد. در فاصله‌ی زمانی کمتر از یک هفته نمونه برداری از ۷ حلقه چاه عمیق بالادست منطقه نیز صورت گرفت. انتخاب چاه‌ها با رعایت همسانی در ویژگی و ساختمان آن‌ها صورت گرفت، به طوری که حداقل عمق ۱۱ حلقه چاه، ۷۰ متر و حداکثر آن ۱۰۰ متر می‌باشد. جنس سنگ در تمام نمونه‌ها مارن و ماسه سنگ و نوع سازند آن‌ها آبرفت است. بهره‌برداری از این چاه‌ها به منظور مصارف کشاورزی است. دمای آن‌ها بین ۱۴ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد و حداقل دبی گزارش شده (امور آب شیروان، واحد آب‌های زیرزمینی) ۸/۵ و حداکثر آن ۱۷ مترمکعب در ثانیه می‌باشد. اساس نمونه برداری منطبق بر روش‌های استاندارد نمونه برداری آب (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد ۲۳۴۸) با رعایت حداقل گذشت زمان از روشن بودن پمپ چاه (در این تحقیق ۱ تا ۲ ساعت) در بهترین بازه زمانی از لحاظ بارش‌های منطقه صورت پذیرفت. با توجه به انجام نمونه برداری در یک نوبت، از نمونه برداری در فصول کم باران و پر باران به دلیل تأثیر بارندگی بر کیفیت منابع آب و غلظت عناصر خودداری گردید. با توجه به زمان بارش‌های حد واسط، نمونه برداری در اردیبهشت ماه صورت گرفت. از آنجا که زمان انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه کوتاه بود نیاز به تثبیت آن‌ها وجود نداشت و بطری‌های نمونه در جعبه چوبی حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند.

نمونه برداری از منبع آب سطحی منطقه (رودخانه اترک)، با توجه به خشک بودن بستر این رود طی یک سال اخیر، صورت نپذیرفت و تنها با بررسی شاخص‌های آلاینده‌گی آن با استناد به نمونه برداری‌های سازمان محیط زیست خراسان شمالی در زمان رهاسازی پساب به رودخانه در خرداد ۱۳۸۵ و مقایسه‌ی آن با نتایج سال بعد که رهاسازی پساب در رودخانه ممنوع شده بود بررسی بر اثر رهاسازی این پساب بر کیفیت آب رودخانه صورت گرفت.

۴-۴-۴- نمونه برداری از گیاهان منطقه

از دو مزرعه که طی دو سال گذشته و نیز در زمان نمونه برداری تحت تأثیر رهاسازی پساب قرار داشته و آبیاری آن با آب چاه توأم با پساب انجام گرفته است، ۵ نمونه‌ی مرکب از ۱۰ نقطه تصادفی برداشت شد. نمونه‌برداری با رعایت حذف اثر حاشیه‌ای و از اندام‌های هوایی گیاه شامل برگ و ساقه صورت گرفت. با توجه به کشت گندم در مزارع، بهترین زمان نمونه برداری ماه اردیبهشت و منطبق بر اواسط مرحله‌ی رشد، قبل از گلدهی و به دانه رسیدن در نظر گرفته شد.

۴-۵- آنالیز نمونه‌ها

۴-۵-۱- آنالیز پساب

علاوه بر تعیین مقدار EC و pH نمونه‌های پساب که بلافاصله پس از نمونه برداری و در محل نمونه برداری انجام شد، در آزمایشگاه شاخص‌های آلاینده‌ی شامل کدورت، TSS، BOD، COD و TDS با انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه تعیین شدند. تعیین TDS به روش باقیمانده تبخیر، COD با استفاده از پتاسیم دی کرومات و BOD₅ به روش وینکلر (تیتراسیون با تیوسولفات سدیم) صورت گرفت (سبحانی و خیر دوش، ۱۳۸۴). جهت اطلاع از میزان حضور عناصر اصلی، فلزات سنگین و نیز عناصر سمی و کمیاب، آنالیز کامل نمونه‌ها جهت تعیین ۷۲ عنصر شیمیایی به روش پلاسمای جفت شده القایی (ICP) با ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه Acme کانادا انجام شد.

۴-۵-۲- آنالیز خاک

علاوه بر آنالیزهای متداول EC (متعلق به عصاره‌ی خاک) و pH (متعلق به گل اشباع)، تعیین بافت خاک به روش بایکاس، مقدار آهک به روش تیتراسیون با NaOH، میزان کربن آلی بر پایه اکسیداسیون به کمک بیکرومات پتاسیم (روش والکلی و بلک)، تعیین جرم مخصوص ظاهری (روش کلوخه پارافین) و جرم مخصوص حقیقی و نیز محاسبه میزان تخلخل، درصد رطوبت اشباع (SP) و میزان

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) با عصاره گیری به روش تعادل، طبق استانداردهای موجود صورت پذیرفت (Methods of soil analysis, No 5). تعیین غلظت ۳۶ عنصر شیمیایی نیز به روش ICP با ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه Acme کانادا انجام شد.

۴-۵-۳- آنالیز آب

علاوه بر آنالیزهای روتین EC و pH، تعیین HCO_3 ، TDS، CO_3 ، Cl، SO_4 ، Ca، K، Na، Mg و محاسبه SAR صورت گرفت. pH نمونه‌ها با دستگاه pH متر در محل نمونه برداری و EC آن توسط دستگاه هدایت الکتریکی سنج در محل نمونه برداری تعیین شد. اندازه گیری کلر به روش مور توسط نیترات نقره در آزمایشگاه انجام شد. TDS (کل جامدات محلول) به روش باقیمانده خشک، کلسیم و منیزیم نمونه‌ها به روش کمپلکسومتری، سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتری، اندازه گیری یون سولفات بر اساس کولوریمتری، و بیکربنات نمونه‌ها نیز توسط عیارسنجی با اسید تعیین شدند.

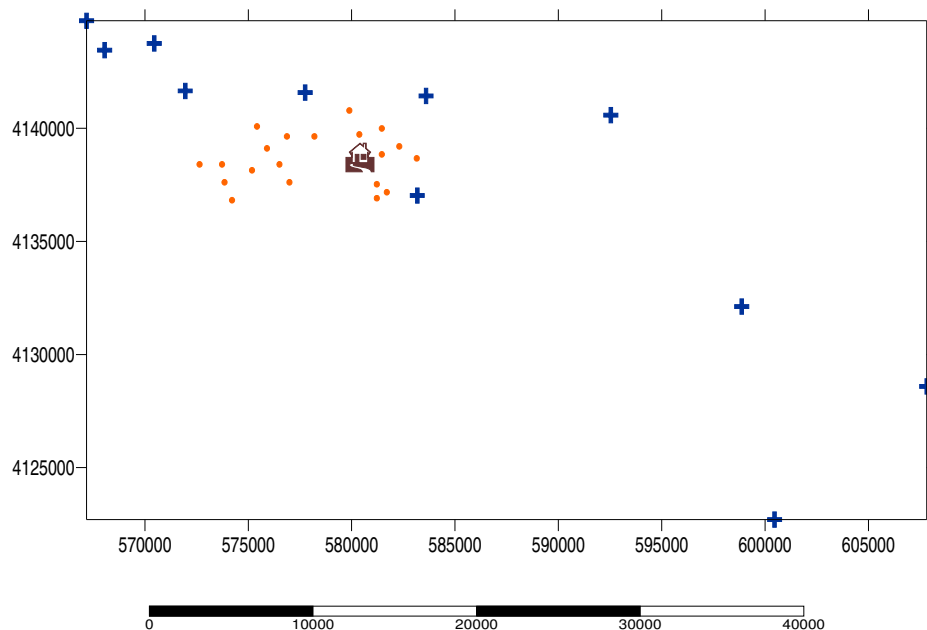
۴-۵-۴- آنالیز گیاه

پس از جمع آوری نمونه، به منظور تعیین وزن تر، به وسیله‌ی ترازو جرم آن مشخص شد. سپس با استفاده از مایع دترجنت و آب سرد عمل شستشو جهت حذف گرد و غبار و یا سموم گیاهی استفاده شده و یا هر نوع آلودگی سطحی بر اندام‌های هوایی صورت پذیرفت. نمونه‌ها پس از آبکشی، در آون و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تبدیل به نمونه‌ی خشک گیاهی شدند که پس از سرد شدن مجدداً وزن گردیدند. برای ارسال نمونه‌های گیاهی جهت آزمایش به روش ICP نیاز به تهیه پودر خاکستر بود که این کار با قرار دادن نمونه‌های خشک داخل کوره در دمای ۴۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت انجام شد. خاکستر گیاهی تهیه شده جهت انجام آنالیز به روش ICP، به آزمایشگاه Acme کانادا ارسال شد.

۴-۶- ارزیابی و تحلیل نتایج

پس از ارزیابی آماری داده‌ها، به منظور مشاهده‌ی روند تغییرات در نتایج حاصل از آنالیزها با استفاده از نرم افزار اکسل (Excel 2003) نتایج به روی نمودار برده شد و تفاوت‌های موجود بین آن‌ها مشخص گردید. همچنین مقایسه بین نتایج حاصل از تحقیق و استانداردهای موجود با رسم منحنی‌ها و نمودارهای مربوط صورت گرفته است.

جهت آشکار شدن نحوه‌ی توزیع عناصر و پراکنش ویژگی‌های تعیین شده در منطقه‌ی مورد مطالعه، با استفاده از دستگاه GPS مختصات نقاط نمونه برداری تعیین (شکل ۴-۳) و به کمک نرم افزار Surfer منحنی‌های توزیع و خطوط هم میزان پارامترها ترسیم شده است. نمودارهای ارزیابی کیفی آب شامل نمودارهای شولر و ویلکوکس با برنامه‌ی Chemistry (طراحی شده توسط وزارت نیرو) و نمودارهای استیف و پایپر با نرم افزار RockWork 14 ترسیم و بررسی شدند.



شکل (۳-۴) مختصات نقاط نمونه برداری در دشت شیروان (علائم به کار رفته + چاه و خاک ● محور افقی طول جغرافیایی و محور عمودی عرض جغرافیایی را نشان می‌دهد).

فصل پنجم
نتایج و بحث

۵-۱- ویژگی‌های پساب کارخانه

نتایج آنالیز نمونه‌های پساب جهت تعیین شاخص‌های آلاینده‌گی به تفکیک زمان نمونه برداری در جدول ۵-۱ آورده شده است. نتایج حاصل از آنالیز کامل عناصر شیمیایی موجود در این نمونه‌ها مربوط به نوبت دوم نمونه برداری از لاگون اول، سوم و نمونه‌ی مربوط به پساب رها شده به اراضی که به روش ICP صورت گرفته نیز به ترتیب در جداول ۵-۲، ۵-۳ و ۵-۴ نشان داده شده‌اند.

جدول (۵-۱) نتایج تعیین برخی شاخص‌های آلاینده‌گی پساب کارخانه قند

واحد	نوبت دوم (آذر)			نوبت اول (آبان)		پارامتر
	رها شده به زمین‌های زراعی	لاگون سوم	لاگون اول	لاگون سوم	لاگون اول	
-	۷/۷۵	۸	۸	۷/۸	۸	pH
μs/cm	۷۴۲۰	۷۴۰۰	۸۴۰۰	۷۴۰۰	۸۲۰۰	EC
mg/l	۶۴۵۰	۷۱۰۰	۷۵۰۰	۷۱۰۰	۷۲۵۰	COD
mg/l	۲۹۰۰	۳۱۰۰	۳۰۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	BOD ₅
mg/l	۴۶۴۰	۶۰۰۰	۷۱۵۰	۵۵۰۰	۶۵۰۰	TDS
mg/l	۲۱۰	۶۰۰	۸۵۵	۶۰۰	۶۰۰	TSS
-	۶۰	۷۵/۵	۸۱	۷۵/۵	۸۰/۹	کدورت

مقدار pH قرائت شده در نمونه‌های پساب در محدوده قلیایی می‌باشد. با توجه به مواد افزودنی همچون آهک که از الزامات صنعت تولید قند و شکر است، قلیایی بودن پساب قابل انتظار است. میزان pH نمونه‌های پساب به ترتیب از لاگون اول تا آخرین لاگون که پساب آن به زمین‌های اطراف رهاسازی می‌شود به مقدار جزئی کاهش پیدا می‌کند. میزان هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در نمونه‌های پساب کارخانه، شوری بالای این پساب را نشان می‌دهد و بیانگر بار زیاد نمک‌های محلول در آن است. ملاحظه می‌شود EC مربوط به پساب لاگون اول که در ابتدای جریان خروجی پساب از کارخانه است بیش از همه می‌باشد.

جدول (۲-۵) غلظت برخی عناصر در نمونه پساب لاگون اول

عنصر	غلظت (µg/l)	عنصر	غلظت (µg/l)	عنصر	غلظت (µg/l)	عنصر	غلظت (µg/l)
Nd	< ۰/۱	Sn	< ۱/۰۵	As	۷/۷	Fe	< ۱۰۰
Ni	۲<	Sr	۱۳۳۹۲/۹۰	Au	< ۰/۵	Ga	< ۰/۵
Os	< ۰/۵	Ta	< ۰/۲	B	۱۱۸۹	Gd	< ۰/۱
P	< ۲۰۰	Tb	< ۰/۱	Ba	۲۱/۵۷	Ge	< ۰/۵
Pb	۱/۳	Te	< ۰/۵	Be	۰/۵۲	Hf	< ۰/۲
Pd	< ۲	Th	< ۰/۵	Bi	< ۰/۵	Hg	۴/۲
Pr	< ۰/۱	Ti	< ۱۰۰	Br	۲۵۰۰	Ho	< ۰/۱
Pt	< ۰/۱	Tl	< ۰/۱	Ca	۵۰۹۱۸۱	In	< ۰/۱
Rb	۲/۶۴	Tm	< ۰/۱	Cd	< ۰/۵	Ir	< ۰/۵
Re	۰/۴۸	U	۱۸۸۴	Ce	< ۰/۱	K	۷۶۲۴
Rh	< ۰/۱	V	< ۲	Cl	۱/۹۸۲	La	< ۰/۱
Ru	< ۰/۵	W	< ۰/۲	Co	< ۰/۲	Li	۱۴۹/۸
S	۱/۰۳۹	Y	< ۰/۱	Cr	۸/۷	Lu	< ۰/۱
Sb	۲/۳۷	Yb	< ۱	Cs	< ۰/۱	Mg	۴۶۲۴۴۹
Sc	< ۱۰	Zn	۱۷/۷	Cu	۱۴/۳	Mn	۴/۱۷
Se	۵۴/۳	Zr	< ۲	Dy	< ۰/۱	Mo	۱/۳
Si	۸۷۸۴	Ag	۷/۵۴	Er	< ۰/۱	Na	۱۸۱۹۰۷۰
Sm	< ۰/۲	Al	۱۹	Eu	< ۰/۱	Nb	< ۰/۱

جدول (۳-۵) غلظت برخی عناصر در نمونه پساب لاگون سوم

عنصر	غلظت (µg/l)	عنصر	غلظت (µg/l)	عنصر	غلظت (µg/l)	عنصر	غلظت (µg/l)
Nd	< ۰/۱	Sn	< ۰/۵	As	< ۵	Fe	۲۰۴
Ni	< ۲	Sr	۴۹۹۲/۷۳	Au	۰/۸۷	Ga	< ۰/۵
Os	< ۰/۵	Ta	< ۰/۲	B	۴۱۱	Gd	< ۰/۱
P	< ۲۰۰	Tb	< ۰/۱	Ba	۶۲/۲۶	Ge	< ۰/۵
Pb	< ۱	Te,	< ۰/۵	Be	< ۰/۵	Hf	۰/۲
Pd	< ۲	Th	< ۰/۵	Bi	< ۰/۵	Hg	۱/۵
Pr	< ۰/۱	Ti	< ۱۰۰	Br	۶۵۳	Ho	< ۰/۱
Pt	< ۰/۱	Tl	< ۰/۱	Ca	۲۲۲۳۴۴	In	< ۰/۱
Rb	۶/۵	Tm	< ۰/۱	Cd	< ۰/۵	Ir	۰/۵۸
Re	< ۰/۱	U	۲/۵۶	Ce	< ۰/۱	K	۱۵۷۹۸
Rh	< ۰/۱	V	۷/۸	Cl	۰/۴۵۲	La	< ۰/۱
Ru	< ۰/۵	W	< ۰/۲	Co	۰/۶	Li	۵۴
S	۰/۲۲	Y	< ۰/۱	Cr	۱۷/۸	Lu	< ۰/۱
Sb	۰/۵	Yb	< ۰/۱	Cs	۰/۱۵	Mg	۱۴۲۶۸۸
Sc	< ۱۰	Zn	۴۸/۱	Cu	۶/۵	Mn	۱۲۴/۶۶
Se	۸	Zr	۰/۳۶	Dy	< ۰/۱	Mo	۱/۱
Si	۸۴۶۰	Ag	< ۰/۵	Er	< ۰/۱	Na	۴۶۲۲۴۹
Sm	< ۰/۲	Al	۵۸	Eu	< ۰/۱	Nb	< ۰/۱

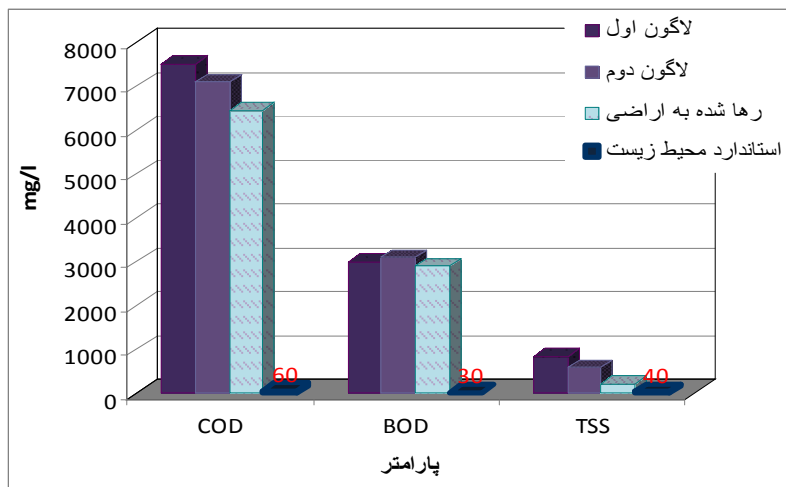
جدول (۴-۵) غلظت برخی عناصر در نمونه پساب رهاسازی شده به زمین‌های زراعی

عنصر	غلظت (µg/l)	عنصر	غلظت (µg/l)	عنصر	غلظت (µg/l)	عنصر	غلظت (µg/l)
Nd	۰/۳۶	Sn	< ۰/۵	As	۵/۵	Fe	۹۰۳
Ni	< ۲	Sr	۳۴۷۰/۶۲	Au	< ۰/۵	Ga	< ۰/۵
Os	< ۰/۵	Ta	< ۰/۲	B	۳۵۳	Gd	< /۱
P	۳۵۲	Tb	< /۱	Ba	۵۱/۱۱	Ge	< ۰/۵
Pb	۹/۹	Te	< ۰/۵	Be	< ۰/۵	Hf	< ۰/۲
Pd	< ۲	Th	< ۰/۵	Bi	< ۰/۵	Hg	< ۱
Pr	< /۱	Ti	< ۱۰۰	Br	۴۲۶	Ho	< /۱
Pt	< /۱	Tl	< /۱	Ca	۱۵۴۳۱۴	In	< /۱
Rb	۹/۷۸	Tm	< /۱	Cd	< ۰/۵	Ir	< ۰/۵
Re	< /۱	U	۹/۴۴	Ce	۰/۵۳	K	۱۴۷۵۷
Rh	< /۱	V	< ۲	Cl	۰/۷۶۶	La	۰/۲۴
Ru	< ۰/۵	W	< ۰/۲	Co	۰/۵۲	Li	۵۳/۵
S	۰/۱۴۹	Y	۰/۲۲	Cr	۸/۱	Lu	< /۱
Sb	۱/۱۵	Yb	< /۱	Cs	۰/۱۱	Mg	۱۲۹۱۴۱
Sc	< ۱۰	Zn	۳۲/۲	Cu	۱۷/۸	Mn	۳۹/۱۹
Se	< ۵	Zr	۰/۴۳	Dy	< /۱	Mo	۱/۲
Si	۸۶۲۲	Ag	< ۰/۵	Er	< /۱	Na	۶۷۸۲۰۶
Sm	< ۰/۲	Al	۳۶۵	Eu	< /۱	Nb	< /۱

پارامترهای BOD و COD تعیین شده در مورد پساب کارخانه نشانگر بار آلی زیاد موجود در آن است که منطبق بر نوع محصول تولیدی کارخانه می‌باشد (جدول ۵-۱). همانطور که قبلاً اشاره شد، این دو کمیت از مهمترین شاخص‌های تعیین میزان آلاینده‌گی پساب‌ها و فاضلاب‌ها به حساب می‌آیند و انجام عمل تصفیه بهینه، در جهت به حداقل رساندن مقدار این پارامترها است. روند کاهش مقدار BOD و COD طی عبور از لاگون‌ها تا رسیدن به آخرین لاگون با اختلاف اندکی مشاهده می‌شود که در نهایت کیفیت پساب را جهت رهاسازی در محیط محدود کننده می‌نماید و بار زیاد آلاینده‌گی پساب این کارخانه را برای منابع خاک و آب و زیست محیط منطقه نشان می‌دهد.

میزان کل املاح جامد محلول (TDS) و معلق (TSS) در نمونه‌های پساب زیاد است که بالا بودن کدورت تعیین شده نیز مرتبط با آن می‌باشد. با توجه به عبور پساب‌ها از فیلترهای سنگی و احداث شده بین لاگون‌ها تا انتهای مسیر خروجی آن به اراضی اطراف، روند کاهش مقدار TDS با اختلاف

حدود ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر طی عبور از هر لاگون مشاهده می‌گردد. اختلاف زیاد مقدار TSS بین لاگون اول و پساب رها شده به اراضی نیز روند کاهشی آن را در مسیر خروج از کارخانه تا رهاسازی به اراضی نشان می‌دهد و این به دلیل ته نشینی مواد جامد معلق طی ذخیره در لاگون‌ها و در واقع تصفیه فیزیکی اعمال شده توسط فیلترهای سنگریزه و ماسه است. شکل ۱-۵ اختلاف بسیار زیاد مقادیر BOD، COD و مجموع مواد جامد معلق را با حد مجاز تعیین شده‌ی آن نشان می‌دهد.



شکل (۱-۵) مقایسه برخی شاخص‌های آلاینده‌ی پساب کارخانه قند با استاندارد سازمان محیط زیست

در کل آنچه از بررسی شاخص‌های کیفی و آلاینده‌ی پساب کارخانه حاصل شد، در تمام پارامترها مقادیر بالاتر از حد مجاز اعلام شده از سوی سازمان محیط زیست (جدول ۲-۳) مشاهده می‌شود. استفاده از این پساب جهت آبیاری اراضی نیز مجاز نمی‌باشد.

مقدار غلظت عنصر بُر (B) خروجی از کارخانه در مسیر لاگون اول (جدول ۲-۵) بیش از حد استاندارد جهت مصارف کشاورزی و آبیاری است که این غلظت بالا در پساب رها شده به زمین‌های زراعی گزارش نشده است و محدودیت پساب را از این جهت رفع می‌کند. شستشوی اولیه چغندر قند برای رفع آلودگی سموم و کودهای به کار رفته در کشت آن، به علاوه ویژگی خاص این گیاه به عنوان گیاه مرجع (تجمع کننده) بُر، حضور این عنصر را در پساب خروجی توجیه می‌کند (قائمی، ۱۳۸۱). غلظت بسیار بالای عنصر کلسیم در پساب خروجی از کارخانه حتی بعد از انجام عمل تصفیه و در پساب رها شده به زمین‌های کشاورزی نیز دیده می‌شود که اختلاف زیادی با حد مجاز غلظت آن در

استاندارد محیط زیست جهت هرگونه تخلیه به منابع آبی و نیز مصارف کشاورزی و آبیاری دارد. هرچند روند کاهش مقدار آن از لاگون اول تا سرریز پساب به اراضی اطراف دیده می‌شود اما در نهایت بار زیاد تخلیه عنصر کلسیم توسط پساب این کارخانه بسیار بالاست. این مسئله در مورد غلظت عنصر منیزیم نیز آشکار است و مقدار گزارش شده این عنصر در پساب بسیار بالاتر از حد مجاز استاندارد محیط زیست می‌باشد.

نتایج حاصل نشان می‌دهد که پساب کارخانه قند شیروان از نظر غلظت عناصر کمیاب محدودیت قابل توجهی ندارد. بررسی‌های مشابه نیز عدم حضور غلظت‌های بالای فلزات سنگین و عناصر کمیاب را در پساب کارخانجات قند گزارش کرده‌اند (تدین، ۱۳۸۳؛ نجفی و همکاران، ۱۳۸۵). اما غلظت اورانیوم آن به ویژه در لاگون اول، بیش از استاندارد تعیین شده جهت رهاسازی فاضلاب صنایع به محیط است. این عنصر به دلیل نیمه عمر طولانی معمولاً در صخره‌ها، خاک و آب حضور دارد (Tadarovsky, 1993). از بین صنایع نیز در کارخانجاتی همچون رنگ‌سازی و ساخت لوازم نوردنده و مواد شیمیایی عکاسی همچنین در لعاب ظروف سفالی مقدار کمی از فرم طبیعی آن وجود دارد (Premadas and Srivastava, 1998). از آنجا که مواد اولیه تولید محصول در کارخانجات قند کمتر شامل ترکیبات مصنوعی و شیمیایی می‌شود، حضور این عنصر در پساب خروجی آن می‌تواند ناشی از سنگ آهک مصرفی که از معادن واقع در ۵ کیلومتری کارخانه تهیه می‌شود و یا از زغال کک حمل شده از معادن ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتری محل فعالیت کارخانه باشد و بنابراین حضور یا عدم حضور این عنصر به صورت ناخالصی در نواحی استخراج این سنگ‌ها قابل بحث است. از طرفی مقدار اورانیوم در فاضلاب صنایعی که کودهای فسفوری و اسید فسفریک (حاوی ۳۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم اورانیوم) در جریان تولیدشان وجود دارد، بسیار زیاد است (باقری‌فام و همکاران، ۱۳۷۸). آنچه آشکار است کاهش غلظت این عنصر همراه با کاهش مواد محلول و معلق در مسیر عبور از لاگون‌ها است و می‌تواند تأییدی بر حضور آن به شکل ناخالصی در جریان تولید پساب باشد که با ذخیره‌ی پساب در لاگون‌ها و تصفیه فیزیکی آن با صافی‌های سنگریزه‌ای، ته‌نشین و از غلظتش کاسته شده است.

۵-۲- تأثیر پساب بر خاک اطراف کارخانه

نتایج حاصل از برخی آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی مربوط به ۲۰ نمونه خاک اطراف کارخانه به تفکیک نقاط بالادست و پایین دست به ترتیب در جدول ۵-۵ و ۵-۶ آورده شده و تجزیه آماری داده‌های حاصل در جدول ۵-۷ نشان داده شده است. همچنین نتایج گزارش شده از تعیین غلظت ۳۶ عنصر موجود در این نمونه‌ها نیز به تفکیک محل نمونه برداری در جدول ۵-۸ قابل مشاهده است که با بررسی آماری این داده‌ها جهت مقایسه، جدول ۹-۵ تنظیم گردیده است.

جدول (۵-۵) برخی پارامترهای شیمیایی خاک اطراف کارخانه

ویژگی		EC	pH	OC	OM	آهک	CEC
نمونه		(ms/cm)		(%)	(%)	(%)	(meq/100g soil)
تحت تأثیر پساب	S1	۶/۶۰	۷/۷	۰/۶۵۰	۱/۱	۲۰	۲۱/۲۰
	S2	۷	۸/۲	۰/۶۸۰	۱/۱۵	۴۰	۲۰/۴۵
	S3	۶	۸	۰/۵۹۰	۱	۱۹/۵	۱۹/۴۵
	S4	۱۵/۸	۸/۳۵	۰/۶۷۰	۱/۱۳	۲۱/۳۴	۲۰/۷۶
	S5	۲۲/۶۶	۸/۴۹	۰/۵۷۷	۰/۹۶	۲۰/۵۵	۲۰/۸۹
	S6	۵۰/۴	۸/۵	۰/۹۸۸	۱/۶۶	۳۰/۴۵	۱۸/۵۰
	S7	۱۳۵/۲۲	۷/۵۵	۱/۸۶۱	۳/۱۶	۴۵/۵۵	۱۴/۸۱
	S8	۱۲۰	۸/۲	۱/۷۵۰	۲/۹۷	۴۵	۱۸/۵۰
	S9	۱۲۵	۸/۴۰	۱/۷۵۰	۲/۹۷	۴۲/۴۹	۲۰/۵۰
	S10	۱۰۰	۷/۸	۱/۶۴۵	۲/۷۸	۴۴/۵	۲۱/۶۰
	S11	۴/۸۶	۷/۶۰	۱/۷۶۷	۲/۹۶	۲۷/۷۵	۲۱/۷۸
میانگین		۵۳/۹۶	۸/۰۲	۱/۱۷	۱/۹۷	۳۲/۲۸	۱۹/۸۶
به دور از تأثیر پساب	S12	۷/۸	۷/۸	۰/۶۰۰	۱/۰۲	۱۷/۸	۲۵/۵
	S13	۶/۶۸	۷/۷۸	۰/۵۷۹	۰/۹۶	۱۶/۷۵	۲۶/۹۵
	S14	۸	۷/۶	۰/۵۷۵	۰/۹۷	۱۷	۲۴/۷۸
	S15	۱۰	۷/۵	۰/۶۲۴	۱/۰۵	۱۶/۷۰	۲۴/۸۷
	S16	۲۲/۲۲	۷/۵	۰/۵۵۰	۰/۹۳	۱۵/۵۰	۲۳/۲۶
	S17	۲۴/۶۰	۷/۵۱	۰/۵۷۵	۰/۹۶	۱۸/۶۰	۲۳/۴۹
	S18	۲۰	۷/۴۰	۰/۵۵۰	۰/۹۳	۱۷/۵	۲۲/۴۵
	S19	۷/۸	۷/۴۵	۰/۵۰۰	۰/۸۵	۱۷/۵	۲۲/۵۷
	S20	۶/۸	۷/۵	۰/۵۳۴	۰/۹	۱۷/۶۵	۲۲/۶۵
	میانگین		۱۲/۶۶	۷/۵۶	۰/۵۶	۰/۹۵	۱۷/۲۲	۲۴/۰۶

با توجه به تقسیم بندی خاک‌ها بر اساس اسیدیته آن‌ها به طور کلی خاک منطقه مورد مطالعه دارای pH بیش از خنثی است که در اراضی به دور از پساب pH قلیایی ضعیف (کلاس واکنش ۷ تا ۸) و در خاک‌های اطراف کارخانه که در مسیر رهاسازی پساب خروجی و تحت تأثیر آبیاری با آن قرار دارند، pH قلیایی (کلاس واکنش ۸ تا ۹) می‌باشد.

خاک ناحیه مورد مطالعه از حیث میزان هدایت الکتریکی جزء اراضی شور به حساب می‌آیند. آنچه به وضوح در مورد مقدار هدایت الکتریکی نمونه‌های خاک مورد مطالعه در دشت شیروان گزارش می‌شود، شوری بسیار زیاد اراضی پایین دست محل استقرار کارخانه قند است و این شوری به حدی بالا است که زمین‌های آن ناحیه فاقد پوشش گیاهی حتی مقاوم به شوری‌های بالا می‌باشد و عملاً خاک اراضی پایین دست کارخانه جزء خاک‌های با درجه شوری زیاد (کلاس شوری بیشتر از ۱۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر) محسوب می‌شوند که با میانگین شوری حدود ۵۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر هیچ گونه کاربری از آن‌ها انتظار نمی‌رود. اراضی که در مسیر جریان پساب نبوده‌اند دارای شوری نسبتاً زیاد (کلاس شوری بین ۸ تا ۱۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر) با میانگین هدایت الکتریکی ۱۲/۶۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر هستند.

اختلاف بسیار آشکار مقادیر درصد آهک نمونه‌های خاک برداشت شده از اراضی متأثر از پساب با نمونه خاک‌های دور از پساب، میزان تخلیه بالای بار جریان آهک را به این اراضی نشان می‌دهد و با توجه به نحوه فرآیند تولید قند و شکر در کارخانجات قند که به آن اشاره شد دقیقاً منطبق بر ویژگی اصلی پساب‌های خروجی از کارخانه است. از طرفی بار آلی رها شده از کارخانه همانطور که از آنالیز پساب نتیجه گرفته شده است منجر به افزایش ماده آلی خاک در افق سطحی شده است (جدول ۵_۵).

مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی گزارش شده در خاک‌های به دور از پساب بیشتر است. هرچند رابطه مستقیمی بین درصد مواد آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی وجود دارد (میرخانی و همکاران، ۱۳۸۴)، اما اختلاف اندک نتیجه گرفته شده می‌تواند با توجه به درصد رس بالاتر در آن اراضی قابل توجیه باشد،

به طوری که میانگین درصد رس در نمونه‌های پایین دست (تحت تأثیر پساب) به میزان بیش از ۲۲

درصد بزرگتر از نمونه‌های بالادست (دور از پساب) می‌باشد (جدول ۶-۵).

جدول (۶-۵) برخی پارامترهای فیزیکی خاک اطراف کارخانه

ویژگی نمونه	درصد			بافت	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)	وزن مخصوص حقیقی (gr/cm ³)	تخلخل (%)	SP (%)	
	شن	سیلت	رس						
تحت تأثیر پساب	S1	۵۰	۲۶	۲۴	SCL	۱/۲۱	۲/۴۸	۵۲	۴۶
	S2	۵۵	۲۱	۲۴	SCL	۱/۲۰	۲/۶۳	۵۵	۴۴
	S3	۵۰	۲۸	۲۲	L	۱/۱۸	۲/۵۵	۵۴	۴۳
	S4	۴۷	۲۹	۲۴	SCL	۱/۱۶	۲/۵	۵۴	۴۲/۵
	S5	۲۲	۴۰	۳۸	CL	۱/۱۹	۲/۶۵	۵۶	۴۲/۸۷
	S6	۴۰	۴۰	۲۰	L	۱/۱۷	۲/۶۸	۵۷	۴۲/۹
	S7	۳۸	۴۰	۲۲	L	۱/۱۷	۲/۲۹	۴۹	۳۴/۶۶
	S8	۵۰	۳۰	۲۰	L	۱/۱۸	۲/۳۱	۴۹	۳۴/۵۰
	S9	۳۲	۴۲	۲۶	L	۱/۱۶	۲/۲۵	۴۹	۳۴/۶۰
	S10	۳۵	۴۰	۲۵	L	۱/۱۶	۲/۲۸	۵۰	۳۶
	S11	۳۴	۴۰	۲۶	L	۱/۱۵	۲/۳۴	۵۱	۴۹/۵۱
میانگین		۳۴/۱۸	۴۱/۱۸	۲۴/۶۲	-	۱/۱۸	۲/۴۵	۵۲/۳۶	۴۱/۰۵
به دور از تأثیر پساب	S12	۱۲	۴۰	۴۸	SiC	۱/۲۱	۲/۴۸	۵۲	۴۶/۵
	S13	۸	۴۴	۴۸	SiC	۱/۲۰	۲/۴۸	۵۲	۴۶/۶۹
	S14	۱۲	۴۰	۴۸	SiC	۱/۲۲	۲/۴۵	۵۱	۴۶
	S15	۵	۴۵	۴۶	SiC	۱/۲۴	۲/۴۵	۵۰	۴۶/۳
	S16	۱۴	۴۰	۴۶	SiC	۱/۲۴	۲/۴۶	۵۰	۴۶/۵
	S17	۸	۴۴	۴۸	SiC	۱/۲۵	۲/۳۶	۴۸	۴۴/۲۶
	S18	۱۲	۴۲	۴۶	SiC	۱/۲۴	۲/۳۶	۴۸	۴۴/۴
	S19	۱۴	۴۰	۴۶	SiC	۱/۲۶	۲/۴۲	۴۸	۴۴/۳۴
	S20	۱۲	۴۰	۴۸	SiC	۱/۲۶	۲/۴۶	۴۹	۴۴/۵
	میانگین		۴۱/۶۷	۱۰/۷۷	۴۷/۱۱	-	۱/۲۳	۲/۴۴	۴۹/۷۸	۴۵/۵

بافت غالب نمونه‌های برداشت شده از خاک منطقه رس سیلتی می‌باشد که در نواحی تحت تأثیر

پساب با ورود بار آلی زیاد به بافت متعادل تری در حد لوم رسی رسیده است. نظر به اینکه با قلیایی

بودن محیط خاک به ویژه در اراضی تحت تأثیر پساب از انحلال و تحرک بسیاری از عناصر کاسته

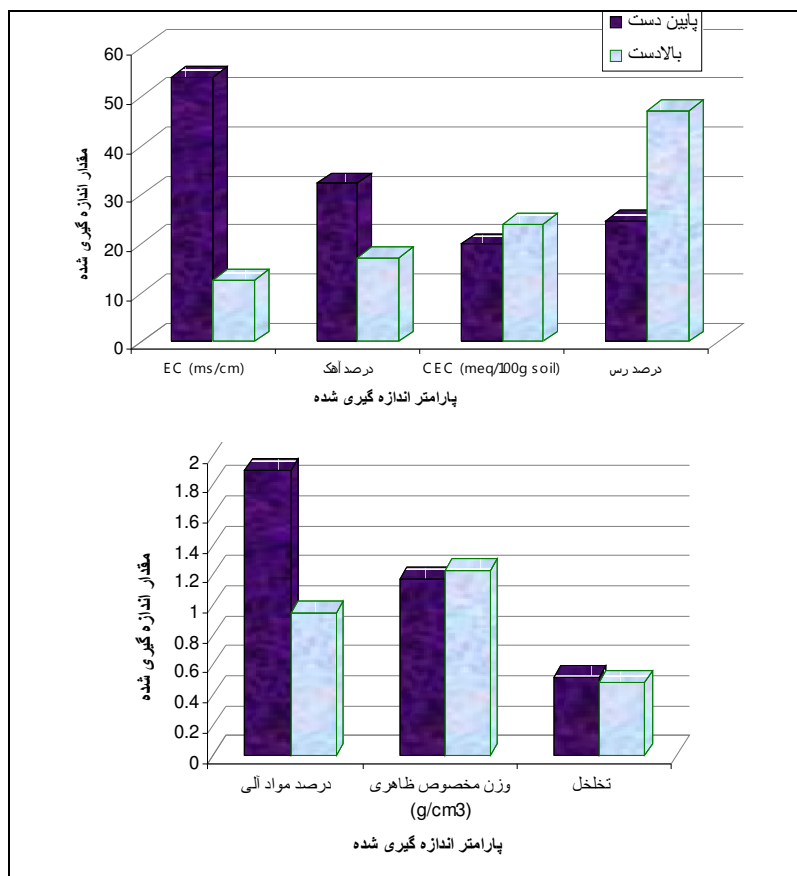
می‌شود به دلیل بافت متوسط خاک این مناطق که از لحاظ تغذیه‌ای بهترین نوع بافت می‌باشد

(علیزاده، ۱۳۸۷)، این خاک‌ها دارای ذخیره غذایی کافی بوده و کوددهی اراضی در زمان کشت محصول نیز به نگهداری این وضعیت کمک کرده است.

حداکثر وزن مخصوص ظاهری خاک در نمونه‌های تحت تأثیر پساب تقریباً برابر با حداقل مقدار آن در نمونه‌های به دور از پساب می‌باشد. هرچند اختلاف اندکی بین میانگین‌های این پارامتر در دو سری نمونه خاک وجود دارد، اما با توجه به بالا بودن نسبی مواد آلی در نمونه‌های پایین دست کاهش وزن مخصوص ظاهری آن‌ها قابل توجیه است. وزن مخصوص واقعی خاک که از ویژگی‌های ذاتی آن به حساب می‌آید در مجموع اختلاف قابل بحثی را نشان نداده است. تفاوت میانگین مقادیر برخی پارامترهای اندازه‌گیری شده در خاک‌های تحت تأثیر و به دور از تأثیر پساب در شکل ۲-۵ قابل مشاهده است.

جدول (۷-۵) تجزیه آماری نتایج حاصل از تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک اطراف کارخانه

CEC (meq/100) (gr soil)	pH	EC ms/cm	درصد				وزن مخصوص (gr/cm ³)		پارامتر	نمونه خاک
			آهک	OM	SP	تخلخل	حقیقی	ظاهری		
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	تعداد نمونه ها	تحت تأثیر پساب
۱۹/۸۶	۸/۰۲	۵۳/۹۶	۳۲/۲۸	۱/۹۷	۴۱/۰۵	۵۲/۳۶	۲/۴۵	۱/۱۸	میانگین حسابی	
۲/۰۱	۰/۳۶	۵۴/۵۳	۱۱/۲۶	۰/۹۱	۵/۲۲	۲/۹۸	۰/۱۶	۰/۰۲	انحراف معیار	
۱۰/۱۲	۴/۴۶	۱۰/۱۱	۳۴/۸۸	۴۷/۸۹	۱۲/۷۲	۵/۶۹	۶/۵۳	۱/۶۹	درصد ضریب تغییرات	
۲۱/۷۸	۸/۵	۱۳۵/۲	۴۵/۵۵	۳/۱۶	۴۹/۵۱	۵۷	۲/۶۳	۱/۲۱	حداکثر	
۱۴/۸۱	۷/۵۵	۴/۸۶	۱۹/۵	۰/۹۶	۳۴/۵	۴۹	۲/۲۵	۱/۱۵	حداقل	
۶/۹۷	۰/۹۵	۱۳۰/۴	۲۶/۰۵	۲/۲	۱۵/۰۱	۸	۰/۴۳	۰/۰۶	دامنه تغییرات	
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	تعداد نمونه ها	به دور از تأثیر پساب
۲۴/۰۶	۷/۵۶	۱۲/۶۶	۱۷/۲۲	۰/۹۵	۴۵/۵	۴۹/۷۸	۲/۴۴	۱/۲۳	میانگین حسابی	
۱/۵۶	۰/۱۴	۷/۳۷	۰/۸۷	۰/۰۶	۱/۰۸	۱/۶۴	۰/۵۰	۰/۰۲	انحراف معیار	
۶/۴۸	۱/۸۵	۵۸/۲۱	۵/۰۵	۶/۳۲	۲/۳۷	۳/۲۹	۲/۰۵	۱/۶۳	درصد ضریب تغییرات	
۲۶/۹۵	۷/۸	۲۴/۶	۱۸/۶	۱/۰۵	۴۶/۶۹	۵۲	۲/۴۸	۱/۲۶	حداکثر	
۲۲/۴۵	۷/۴	۶/۶۸	۱۵/۵	۰/۸۵	۴۴/۲۸	۴۸	۲/۳۶	۱/۲	حداقل	
۴/۵	۰/۴	۱۷/۹۲	۳/۱	۰/۲	۲/۴۱	۴	۰/۱۲	۰/۰۶	دامنه تغییرات	



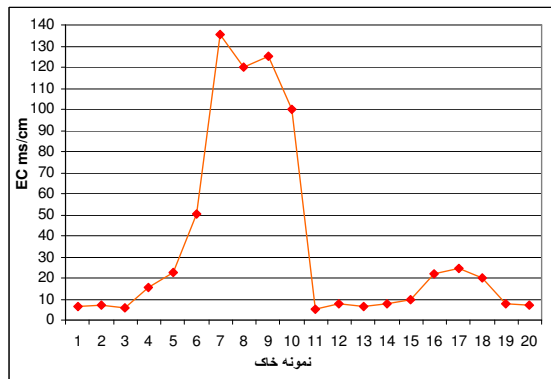
شکل (۲-۵) مقادیر برخی ویژگی‌های خاک اطراف کارخانه قند شیروان

ضریب تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری شده در خاک‌های تحت تأثیر پساب بزرگتر از نواحی دور از پساب است. با توجه به این نکته که مقادیر این ضرایب مربوط به مواد آلی، هدایت الکتریکی و آهک در خاک تحت تأثیر پساب زیاد است، به همین جهت بررسی بین نمونه‌ای در مورد برخی پارامترها برای رسیدن به نوع رابطه و میزان همبستگی آن‌ها که باعث بالا رفتن دامنه تغییرات و درصد ضریب تغییرات شده است، صورت گرفت. نمودارهای حاصل از این بررسی در شکل ۳-۵ نشان داده شده است.

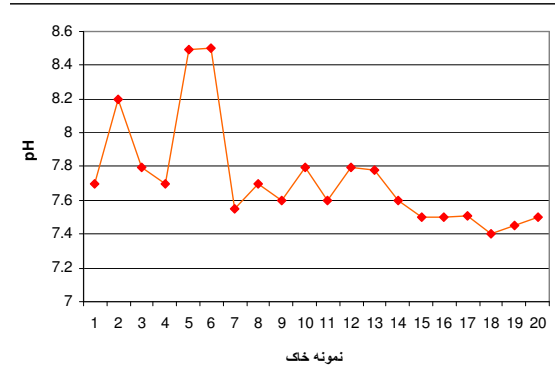
طبق این نمودارها بیشترین تغییرات مربوط به ۱۱ نمونه‌ی تحت تأثیر پساب می‌باشد و تغییرات هماهنگ بین هدایت الکتریکی، pH، درصد آهک، مواد آلی و وزن مخصوص ظاهری و همچنین رابطه مستقیم بین درصد رس و ظرفیت تبادل کاتیونی در آن‌ها آشکار است. سایر محققین نیز در بررسی-

های خود در خصوص بر اثرات پساب کارخانه قند، افزایش ماده آلی، آهک و pH را در خاک گزارش کرده‌اند (تدین، ۱۳۸۶؛ نجفی و همکاران، ۱۳۸۵؛ Tabatabaei et al., 2007؛ Sheila and ross, 1996). با افزایش رس، میزان منافذ ریز در خاک بیشتر خواهد بود، از این رو از تهویه خاک کاسته و به ظرفیت نگهداری آب افزوده خواهد شد. آنچه مربوط به درصد رطوبت اشباع در خاک‌های بالادست مشاهده شده است از همین رابطه پیروی می‌کند و عمدتاً رابطه مستقیم بین SP و درصد رس وجود دارد. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق تأثیر مواد آلی بر درصد اشباع خاک (SP) در خاک‌های متأثر از پساب را تا حدودی نشان داد. طباطبائی و همکاران (۱۳۸۶) در مورد تغییرات SP خاک تحت آبیاری با پساب کارخانه قند عنوان کرده‌اند که این پارامتر در ابتدا افزایش و به تدریج از مقدار آن کاسته می‌شود و با بررسی تغییرات سایر پارامترها همچون EC، pH و مواد آلی نتیجه گرفته‌اند که SP مستقل از سایر ویژگی‌ها تغییر کرده است.

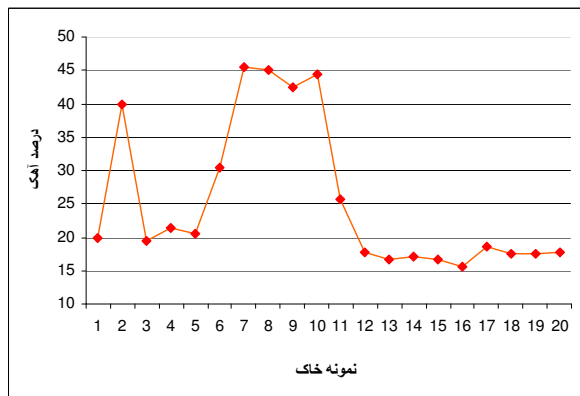
رسم منحنی‌های هم‌میزان پارامترهای مذکور در پهنه‌ی نمونه‌برداری شده، به بررسی نحوه و شدت پراکنش آن‌ها در منطقه مورد مطالعه کمک می‌کند که در شکل ۴-۵ قابل مشاهده است. منحنی‌های حاصل نشان می‌دهد بیشترین تمرکز pH، EC، مواد آلی و آهک در ناحیه‌ی غرب و شمال غرب کارخانه و در انتهای مسیر رهاسازی پساب است که تغییرات زیاد این پارامترها را در فواصل کوتاه در آن ناحیه نشان می‌دهد، در حالیکه خطوط هم‌میزان آن‌ها در ناحیه شرق و شمال شرقی، فاصله بیشتری از هم دارند و تغییرات ناگهانی با اختلاف زیاد در این ویژگی‌ها مشاهده نمی‌شود. بنابراین حضور یک جریان تخلیه بار آلی با ماهیت قلیایی و املاح زیاد در نیمه شرقی منطقه مورد مطالعه قابل انتظار است.



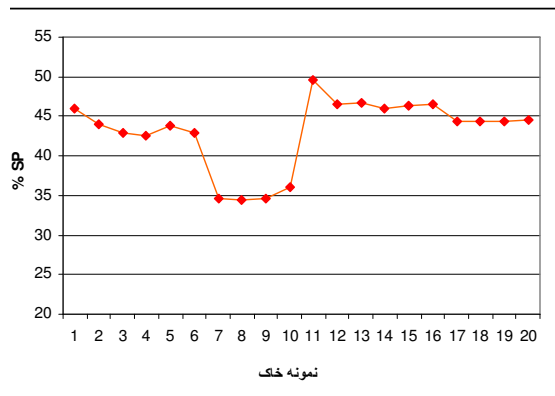
ب - هدایت الکتریکی



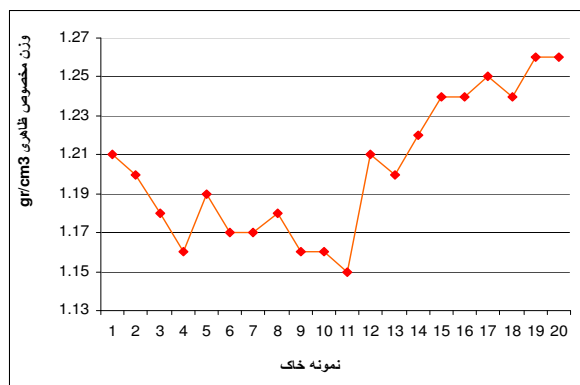
الف - pH



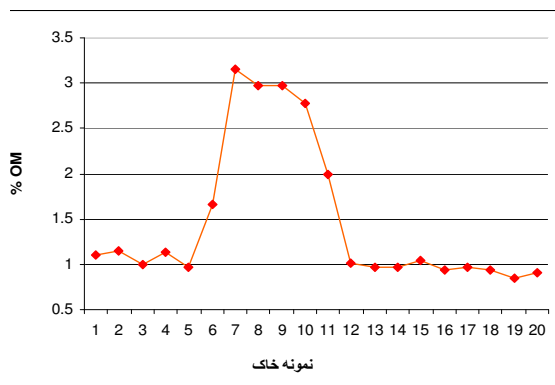
د- مقدار آهک



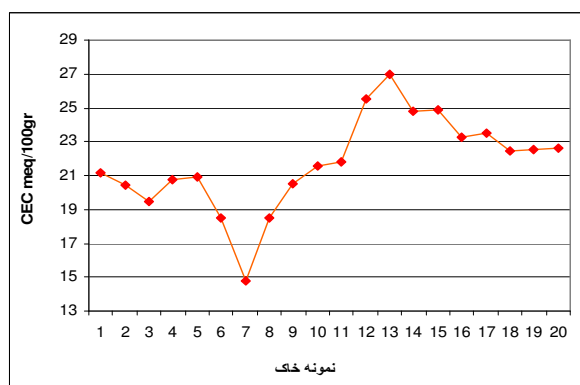
ج - درصد اشباع



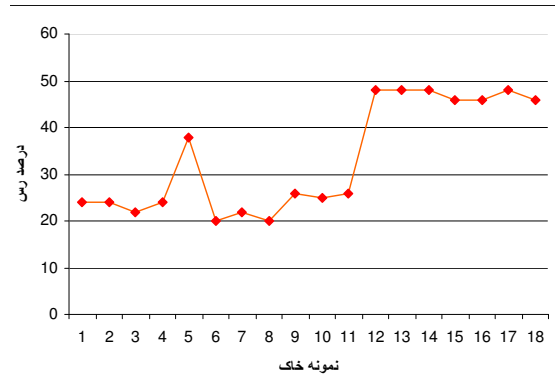
و - وزن مخصوص ظاهری



ه - مقدار مواد آلی

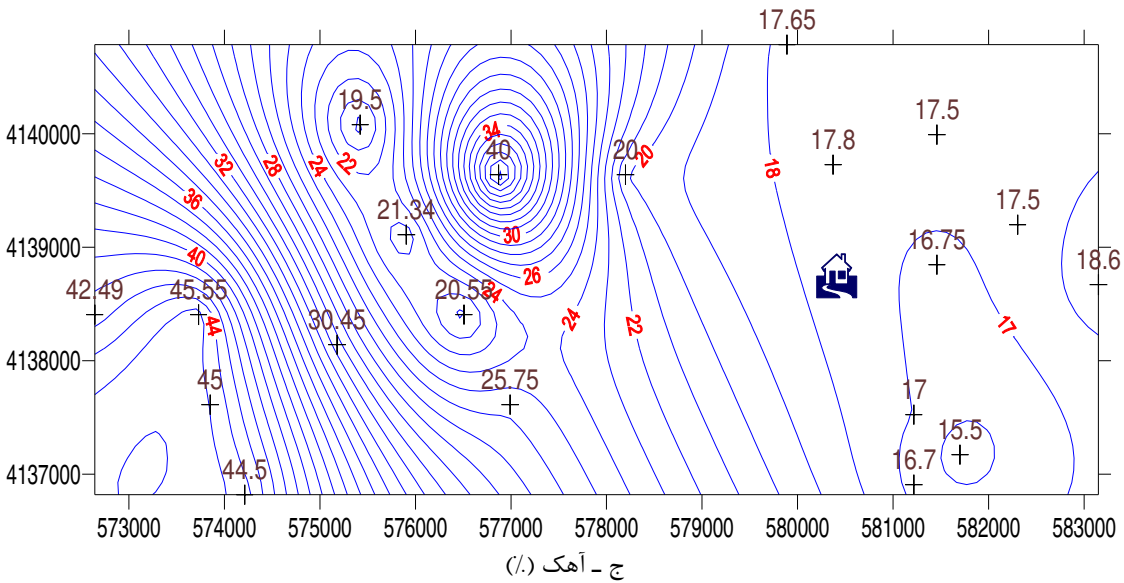
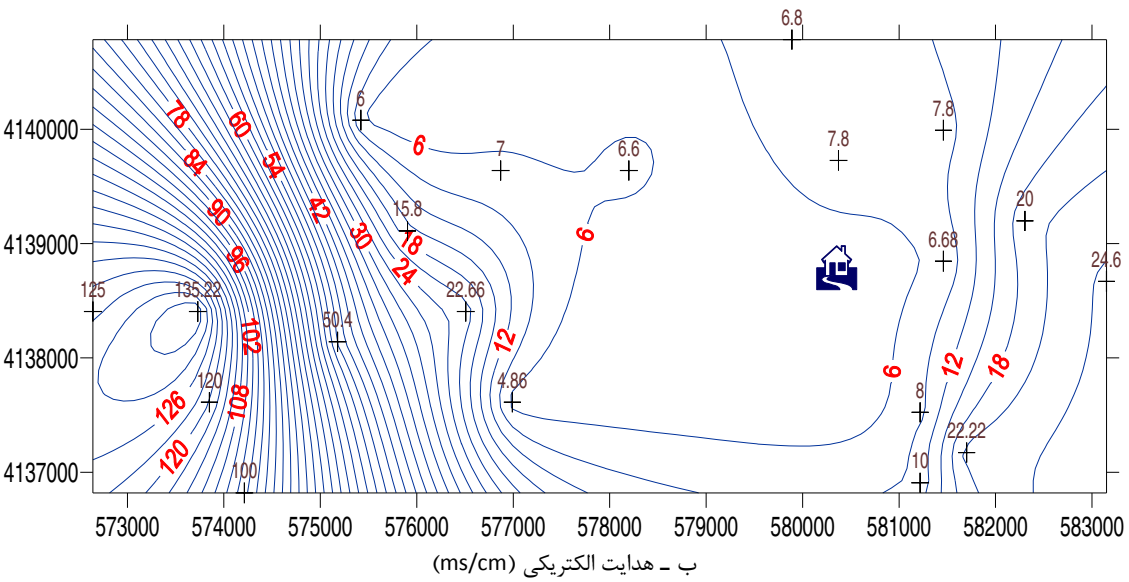
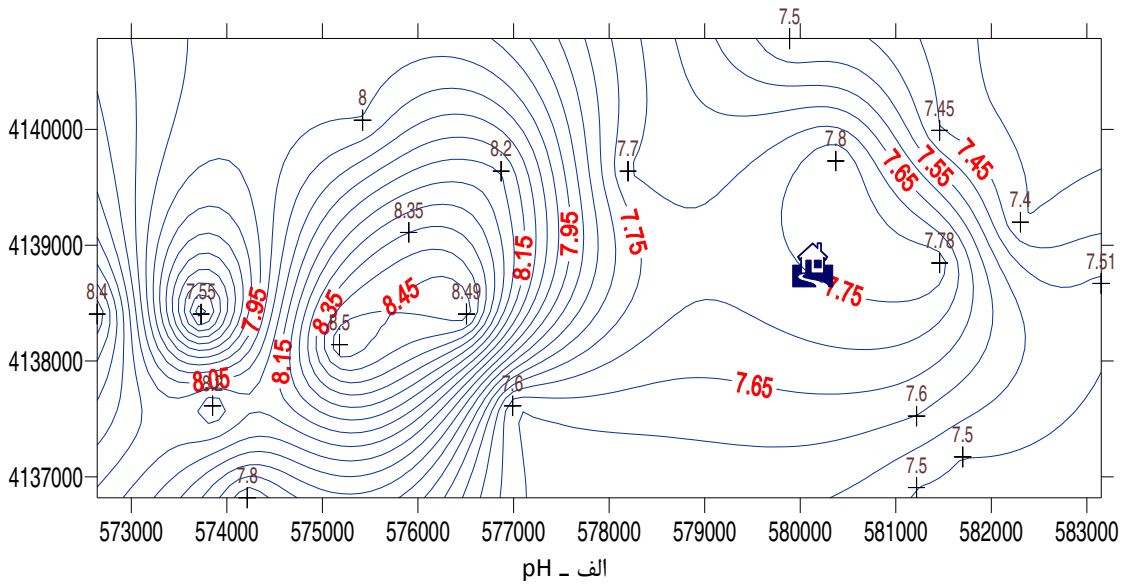


ز - ظرفیت تبادل کاتیونی

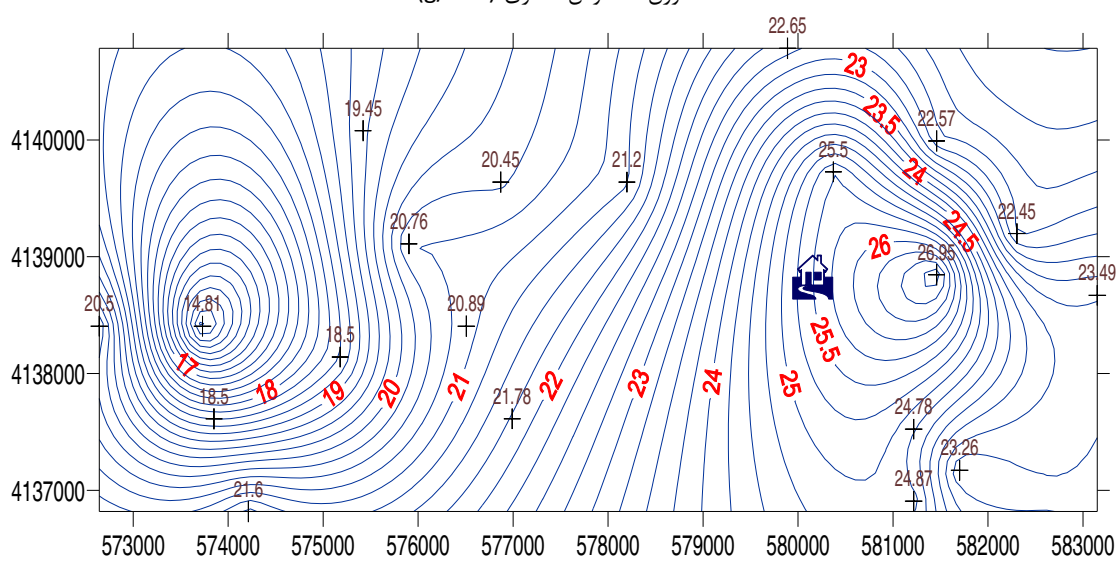
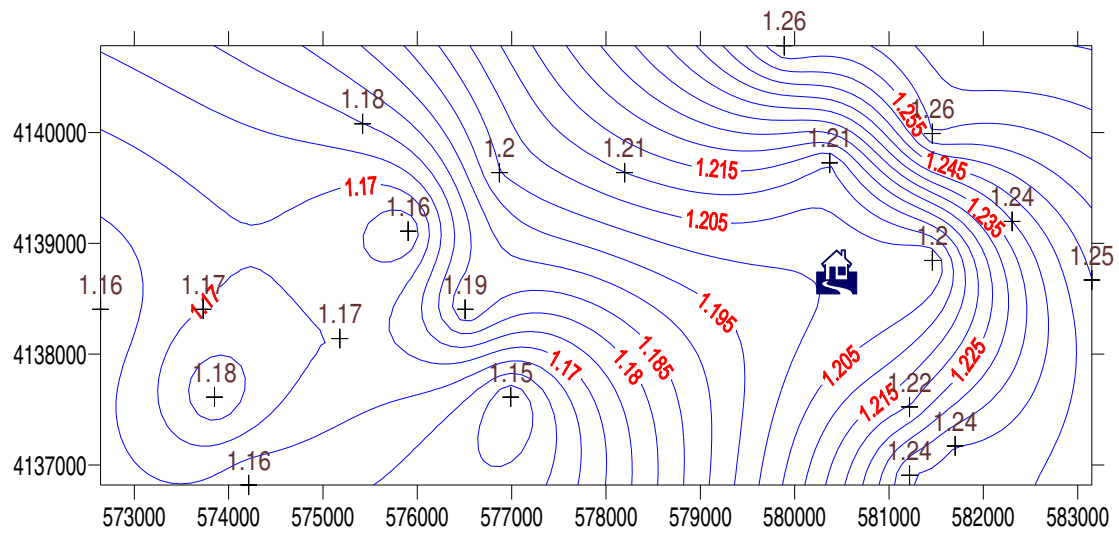
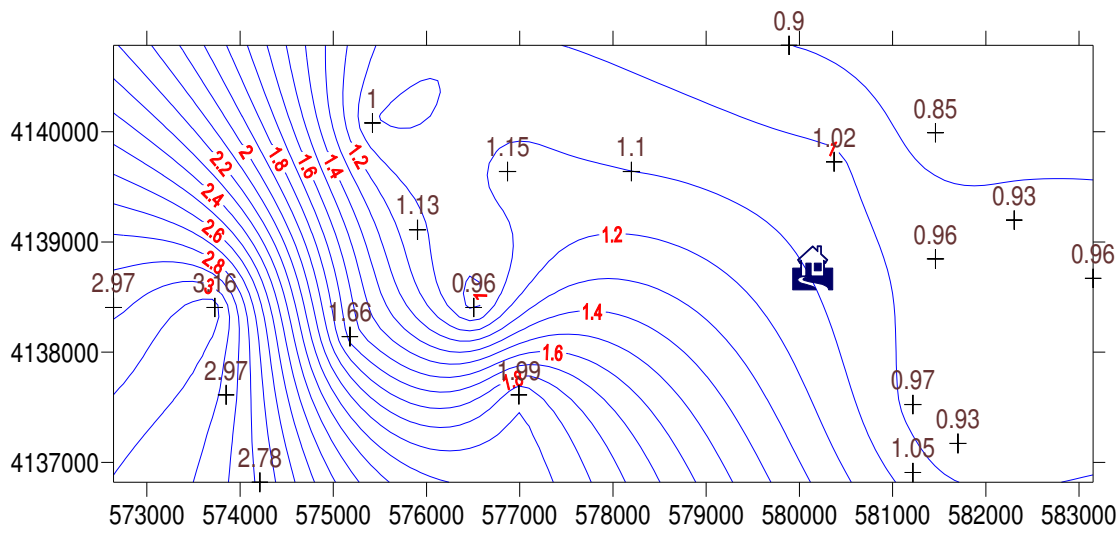


ح - مقدار رس

شکل (۳-۵) منحنی‌های تغییرات برخی ویژگی‌های نمونه‌های خاک اطراف کارخانه قند شیروان



شکل (۴-۵) منحنی‌های هم‌میزان برخی ویژگی‌های خاک اطراف کارخانه قند شیروان



ادامه شکل (۴-۵) منحنی‌های هم‌میزان برخی ویژگی‌های خاک اطراف کارخانه قند شیروان

جدول (۸-۵) غلظت برخی عناصر موجود در خاک اطراف کارخانه (mg/kg)

نمونه		Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co
پایین دست کارخانه	S1	۰/۴۸	۱۶/۳۸	۱۰/۹۹	۵۰/۵	۰/۰۲۶	۳۴/۷	۸/۸
	S2	۰/۷۳	۱۷/۹۲	۲۴/۶	۱۴۹/۳	۰/۰۲۳	۴۰/۵	۵/۱
	S3	۰/۴۶	۱۷/۲۵	۱۱/۳۹	۷۹/۱	۰/۰۳۳	۳۱/۴	۹/۸
	S4	۰/۴۶	۱۷/۲۳	۱۰/۸۹	۵۴/۳	۰/۰۲۹	۴۱/۸	۹/۹
	S5	۰/۴۶	۱۵/۵۵	۱۰/۴۶	۵۱/۴	۰/۰۲۸	۲۷/۴	۸/۶
	S6	۰/۳۷	۱۶/۵۹	۱۱/۱۳	۵۲/۳	۰/۰۴۰	۳۰/۵	۸/۸
	S7	۰/۵۴	۹/۲۹	۳/۱۶	۱۹/۱	۰/۰۰۹	۲۵/۷	۱
	S8	۰/۳۹	۱۵/۶۱	۱۰/۴۹	۵۵/۸	۰/۰۴۲	۲۸/۹	۸/۴
	S9	۰/۳۵	۱۶/۶۹	۱۲/۲۱	۶۳/۶	۰/۰۳۹	۲۸/۹	۸/۷
	S10	۰/۳۶	۱۵/۷۴	۱۰/۴۲	۵۵/۳	۰/۰۴۴	۲۷/۲	۸/۱
	S11	۰/۷۶	۳۳/۳۵	۱۷/۵۱	۱۰۱/۱	۰/۰۳۹	۳۳/۶	۷/۷
بالا دست کارخانه	S12	۰/۶	۱۵/۹	۱۰/۵۲	۵۲/۴	۰/۰۴۱	۲۵/۷	۸/۳
	S13	۰/۳۷	۱۷/۴۴	۱۱/۷۴	۶۰/۹	۰/۰۲۱	۲۹/۴	۹/۸
	S14	۰/۳۶	۱۶/۹۱	۱۲/۴۹	۶۷/۲	۰/۰۲۴	۳۰/۸	۹/۵
	S15	۰/۴	۱۶/۸۱	۱۲/۴۱	۸۰/۵	۰/۰۱۹	۲۹/۸	۹/۲
	S16	۰/۵۳	۱۷/۸۷	۱۲/۷۷	۳۴	۰/۰۵۳	۱۳/۹	۵
	S17	۰/۳۵	۱۶/۶۳	۱۱/۳۷	۸۵/۸	۰/۰۱۹	۲۸/۲	۹/۵
	S18	۰/۳۸	۱۴/۲۶	۱۰/۰۸	۴۹/۶	۰/۰۱۸	۲۳/۴	۸
	S19	۰/۴۵	۱۵/۷۷	۱۰/۴۷	۵۱/۵	۰/۰۲	۲۶/۴	۸/۸
	S20	۰/۴۷	۱۵/۱۷	۱۱/۹۴	۵۵	۰/۰۱۸	۲۵/۹	۱۰

ادامه جدول (۸-۵) غلظت برخی عناصر موجود در خاک اطراف کارخانه (mg/kg)

نمونه		Fe %	Mn	Sr	Th	Au	U	As
پایین دست کارخانه	S1	۱/۸۹	۴۵۰	۲۴۵/۳	۲/۷	۰/۰۰۰۸	۰/۷	۵/۸
	S2	۱/۱۸	۲۸۶	۲۶۶/۶	۱/۲	۰/۰۰۰۸	۱	۳/۹
	S3	۲/۲	۴۶۶	۲۳۲/۲	۳/۳	۰/۰۰۴۴	۰/۶	۶
	S4	۲/۱۲	۴۵۷	۲۳۳/۴	۲/۹	۰/۰۰۰۹	۰/۶	۶
	S5	۱/۹۶	۴۳۱	۲۸۶/۸	۲/۹	۰/۰۰۰۷	۰/۷	۵/۸
	S6	۲/۰۱	۴۶۳	۲۸۴	۲/۷	۰/۰۰۰۷	۰/۶	۶
	S7	۰/۳۴	۱۱۴	۱۸۰/۳	۰/۱	۰/۰۰۱۲	۰/۷	۲/۱
	S8	۱/۸۴	۴۷۲	۲۲۹/۲	۲/۳	۰/۰۰۱۲	۰/۶	۵/۸
	S9	۱/۹۸	۴۷۱	۲۱۷/۱	۲/۵	۰/۰۰۰۷	۰/۶	۶/۱
	S10	۱/۹۱	۴۳۸	۲۳۸/۷	۲/۷	۰/۰۰۳۸	۰/۶	۵/۷
	S11	۱/۸۱	۴۴۱	۲۷۶/۹	۲/۴	۰/۰۰۱۲	۰/۶	۵/۴
بالا دست کارخانه	S12	۰/۱۹۱	۴۶۴	۲۵۶/۸	۲/۳	۰/۰۰۳۲	۰/۷	۵/۶
	S13	۲/۲۸	۴۵۲	۲۴۱/۸	۳/۸	۰/۰۰۰۵	۰/۶	۵/۷
	S14	۲/۱۳	۴۸۴	۲۰۲/۶	۳/۲	۰/۰۰۰۳	۰/۵	۶/۱
	S15	۲/۱۲	۴۷۱	۲۰۵/۶	۳/۳	۰/۰۰۰۱	۰/۵	۵/۹
	S16	۱/۴۷	۳۷۶	۲۳۳/۳	۲/۱	۰/۰۰۱۲	۰/۹	۵/۶
	S17	۲/۰۶	۴۷۵	۲۳۵/۴	۳/۱	۰/۰۰۰۴	۰/۶	۵/۶
	S18	۱/۸۳	۴۵۸	۲۱۲/۱	۲/۷	۰/۰۰۰۳	۰/۶	۵/۵
	S19	۱/۹۹	۴۴۴	۳۶۰/۶	۲/۹	۰/۰۰۱۵	۰/۷	۶
	S20	۱/۹۸	۴۸۸	۲۱۴	۳/۹	۰/۰۰۰۶	۰/۶	۵/۳

ادامه جدول (۸-۵) غلظت برخی عناصر موجود در خاک اطراف کارخانه (mg/kg)

نمونه		V	Bi	Sb	Cd	La	P %	Ca %
پایین دست کارخانه	S1	۳۱	۰/۲	۰/۱۱	۰/۱۴	۱۲/۵	۰/۰۷۶	۷/۰۴
	S2	۳۲	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۱۵	۵/۸	۰/۱۰۴	۱۳/۲۳
	S3	۳۴	۰/۲۳	۰/۰۷	۰/۱۱	۱۳/۹	۰/۰۶۶	۶/۶۶
	S4	۳۴	۰/۲۱	۰/۱	۰/۱۲	۱۲/۴	۰/۰۷۲	۶/۶۴
	S5	۳۱	۰/۲	۰/۰۸	۰/۱۳	۱۱/۴	۰/۰۶۹	۶/۹
	S6	۳۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱۲	۱۲/۸	۰/۰۸۴	۷/۶۵
	S7	۹	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۷	۱/۵	۰/۱۵۶	۱۷/۶۳
	S8	۳۰	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۱۴	۱۲/۳	۰/۰۹۷	۷/۴۲
	S9	۳۱	۰/۲۲	۰/۱	۰/۱۲	۱۳/۳	۰/۰۷۸	۶/۶۸
	S10	۳۲	۰/۲۱	۰/۱	۰/۱۲	۱۲/۵	۰/۰۸۷	۶/۹۲
	S11	۳۳	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۱۷	۱۰/۳	۰/۱۰۸	۹/۶۶
بالا دست کارخانه	S12	۲۹	۰/۲	۰/۰۸	۰/۱۱	۱۳/۳	۰/۱۰۲	۷/۰۲
	S13	۳۱	۰/۲۴	۰/۰۷	۰/۰۹	۱۴/۱	۰/۰۵۱	۶/۱۵
	S14	۳۲	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۱۲	۱۳/۹	۰/۰۶۲	۶/۷
	S15	۳۰	۰/۲۲	۰/۰۸	۱	۱۳/۸	۰/۰۵۳	۶/۷۵
	S16	۲۲	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۱	۱۰/۹	۰/۰۸۱	۸/۷۶
	S17	۲۸	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۱	۱۲/۸	۰/۰۶۳	۶/۵۲
	S18	۲۵	۰/۲	۰/۱	۰/۱۱	۱۳/۱	۰/۰۶۷	۷/۳۴
	S19	۲۹	۰/۲۱	۰/۱	۰/۱۲	۱۱/۷	۰/۰۷	۶/۵۹
	S20	۲۶	۰/۲۵	۰/۰۹	۰/۱۱	۱۴/۱	۰/۰۵۶	۷/۶

ادامه جدول (۸-۵) غلظت برخی عناصر موجود در خاک اطراف کارخانه (mg/kg)

نمونه		Al %	Ti %	Ba	Mg %	Cr	K %	Na %
پایین دست کارخانه	S1	۱/۱۹	۰/۰۰۶	۹۲/۲	۱/۰۲	۲۸/۵	۰/۳۱	۰/۰۸۵
	S2	۰/۷۱	۰/۰۱۱	۸۶/۵	۱/۵۹	۳۶/۶	۰/۴۳	۱/۱۲۱
	S3	۱/۹۵	۰/۰۰۷	۱۰۴/۹	۱/۱۶	۳۳/۸	۰/۵	۰/۰۹۸
	S4	۱/۸	۰/۰۰۸	۰/۹۵	۱/۲۶	۳۶/۴	۰/۴۸	۰/۰۹۶
	S5	۱/۶۵	۰/۰۰۷	۹۱	۱/۲۶	۲۷/۷	۰/۴۲	۰/۴۹۵
	S6	۱/۶۹	۰/۰۰۷	۸۶/۲	۱/۱۲	۲۷/۳	۰/۵۱	۰/۰۹۹
	S7	۰/۲۳	۰/۰۰۸	۷۰/۴	۱/۸۶	۷/۳	۰/۳۲	۰/۹۸۷
	S8	۱/۲۳	۰/۰۰۷	۸۲/۱	۱/۰۵	۲۶/۸	۰/۴۱	۰/۰۸۸
	S9	۱/۵۶	۰/۰۰۶	۸۷/۵	۱/۰۷	۲۹/۵	۰/۴۳	۰/۰۶۱
	S10	۱/۶۲	۰/۰۰۷	۰/۹۱	۱/۰۶	۲۷/۴	۰/۴۲	۰/۰۶۵
	S11	۱/۱۱	۰/۰۰۷	۱۲۴/۵	۱/۰۱	۳۲/۸	۰/۳۸	۰/۰۷۷
بالا دست کارخانه	S12	۱/۵۳	۰/۰۰۷	۹۹/۶	۰/۹۳	۲۷/۱۱	۰/۴۶	۰/۰۷۴
	S13	۱/۸۷	۰/۰۰۵	۹۰/۷	۱/۰۱	۲۹/۴	۰/۴	۰/۰۱۲
	S14	۱/۷۶	۰/۰۰۶	۸۵/۲	۱/۰۴	۳۰/۲	۰/۴۴	۰/۰۳۹
	S15	۰/۱۷۷	۰/۰۰۵	۸۶/۴	۱/۰۲	۳۳/۳	۰/۴۴	۰/۰۸۲
	S16	۰/۵۷	۰/۰۰۷	۱۵۸/۱	۰/۵۵	۲۶/۴	۰/۲۳	۰/۵۲۱
	S17	۱/۶۵	۰/۰۰۵	۹۵/۸	۱/۰۴	۲۶/۵	۰/۵	۰/۲۵۱
	S18	۱/۱۴	۰/۰۰۵	۸۷/۲	۰/۸۵	۲۲/۲	۰/۳۳	۰/۰۷
	S19	۱/۶۶	۰/۰۰۵	۹۰/۵	۱/۱۲	۲۵/۸	۰/۴۲	۰/۶۱۱
	S20	۱/۲۱	۰/۰۰۵	۹۷/۶	۰/۸۱	۲۴/۶	۰/۳۳	۰/۰۳

ادامه جدول (۸-۵) غلظت برخی عناصر موجود در خاک اطراف کارخانه (mg/kg)

نمونه	Ga	Te	Se	Hg	S %	Tl	Sc	Cl	
پایین دست کارخانه	S1	۴	۰/۰۲	۰/۱۶	۰	۰/۰۹	۰/۱۱	۳/۶	۲۸/۵
	S2	۲/۴	<۰.۲	۰/۱۶	۰/۰۱۴	۰/۸۸	۰/۰۹	۲	۲۷/۸
	S3	۵/۴	<۰.۲	۰/۱۶	۰/۰۰۷	۰/۱۳	۰/۱۳	۴/۷	۵۰/۵
	S4	۵/۱	۰/۰۴	۰/۷	۰	۰/۱۱	۰/۱۳	۴/۱	۱۸۰/۵۶
	S5	۴/۵	۰/۰۳	۰/۷	۰/۰۰۵	۰/۷۶	۰/۱۱	۴/۱	۱۸۶/۹۵
	S6	۷/۵	۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۰۰۷	۰/۱۱	۰/۱۳	۴	۱۰۸۰/۸۵
	S7	۰/۶	<۰.۲	۰/۳	۰	۰/۷۴	۰/۰۳	۰/۷	۱۱۹۸/۴
	S8	۴	۰/۰۳	۰/۷	۰	۰/۰۷	۰/۱۲	۳/۵	۱۰۹۰/۹۵
	S9	۴/۳	۰/۰۳	۰/۴	۰/۰۰۶	۰/۰۵	۰/۱۲	۳۰/۷	۴۰/۶
	S10	۷/۶	<۰.۲	۰/۱۶	۰/۰۰۹	۰/۰۶	۰/۱۳	۳/۹	۳۰/۵
	S11	۳/۷	<۰.۲	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۱۱	۳/۳	۱۲/۵۵
بالا دست کارخانه	S12	۴/۳	۰/۰۵	۰/۴	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۱۲	۳/۸	۳۰
	S13	۵/۱	۰/۰۵	۰/۴	۰/۰۰۹	۰/۱	۰/۱۳	۴/۸	۲۷/۳۵
	S14	۴/۹	۰/۰۷	۰/۳	۰/۰۰۹	۰/۰۳	۰/۱۳	۴/۲	۲۵/۸
	S15	۴/۹	۰/۰۲۱	۰/۲	۰/۰۰۷	۰/۰۴	۰/۱۳	۴/۱	۸۰/۶۵
	S16	۲	۰/۰۴	۱/۳	۰	۰/۳۴	۰/۰۶	۰/۲	۹۰/۲۵
	S17	۴/۸	۰/۰۲	۰/۳	۰	۰/۲	۰/۱۱	۴/۱	۲۱۲/۸۵
	S18	۳/۷	<۰.۲	۰/۱۶	۰/۰۰۸	۰/۰۴	۰/۱	۳/۱	۱۱۵/۵
	S19	۴/۶	۰/۰۲	۰/۱۶	۰	۰/۶۴	۰/۱۲	۳/۸	۳۰/۸۵
	S20	۴/۲	۰/۰۲	۰/۴	۰	۰/۰۶	۰/۱۱	۳/۹	۴۰/۴۵

آلودگی ناشی از عناصر کمیاب در خاک منطقه مشاهده نمی‌شود، با توجه به این که پساب کارخانه نیز از این لحاظ محدودیتی نداشت، نتایج حاصل قابل انتظار است. البته غلظت سرب، کادمیوم و روی در دو دسته خاک مورد مطالعه، غلظت کبالت در نمونه‌های دور از پساب و غلظت سلنیوم در اراضی تحت تأثیر بیش از حد طبیعی آن در خاک‌های سطحی است. استفاده مداوم کودهای شیمیایی در اراضی تحت کشت می‌تواند عامل افزایش عناصری چون روی و کادمیوم در افق سطحی شود (Sheila and Ross, 1996). استفاده از انواع آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها که اغلب حاوی سلنیوم می‌باشند، حضور این عنصر را بیش از حد طبیعی گزارش شده در خاک‌های سطحی بدون کود و آفت‌کش بدیهی می‌سازد (Tandon, 1989). خاک‌های شمال کارخانه نیز فاصله نزدیکی تا جاده اصلی بجنورد - مشهد دارند به طوری که مزارع تحت کشت گندم آن منطقه در مجاورت جاده و تحت تأثیر سرب رها شده در محیط ناشی از عبور وسایل نقلیه هستند. بسیاری از محققین به اثرات رهاسازی سرب از این طریق

بر آلودگی خاک حاشیه خیابان‌ها و جاده‌ها اشاره کرده‌اند (سامانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ امینی و هودجی، ۱۳۸۷؛ تائبی و همکاران، ۱۳۸۷).

در بررسی‌های متفاوت محققین نشان داده‌اند که با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی میزان فلزات سنگین اضافه شده به خاک در واحد سطح افزایش می‌یابد (Logan and Chaney, 1983)، اما از طرفی با افزایش pH نیز از میزان فراهمی عناصر میکرو، فلزات سنگین و عناصر کمیاب کاسته می‌شود (Sukkariyah, 2003)، همچنین با توجه به عدم اثر گذاری پساب از حیث ورود این عناصر به خاک، در مجموع اختلاف قابل توجهی بین دو دسته خاک مورد مطالعه مشاهده نشد.

میانگین غلظت کلسیم حدود ۹ درصد در خاک‌های منطقه، مربوط به آهکی بودن این اراضی است، زیرا مقدار کلسیم در خاک‌های غیر آهکی کمتر از ۱/۵ درصد است. اختلاف ۱/۵ درصدی بین خاک پایین‌دست و بالادست نیز مربوط به مقدار بیشتر آهک اراضی تحت تأثیر پساب است.

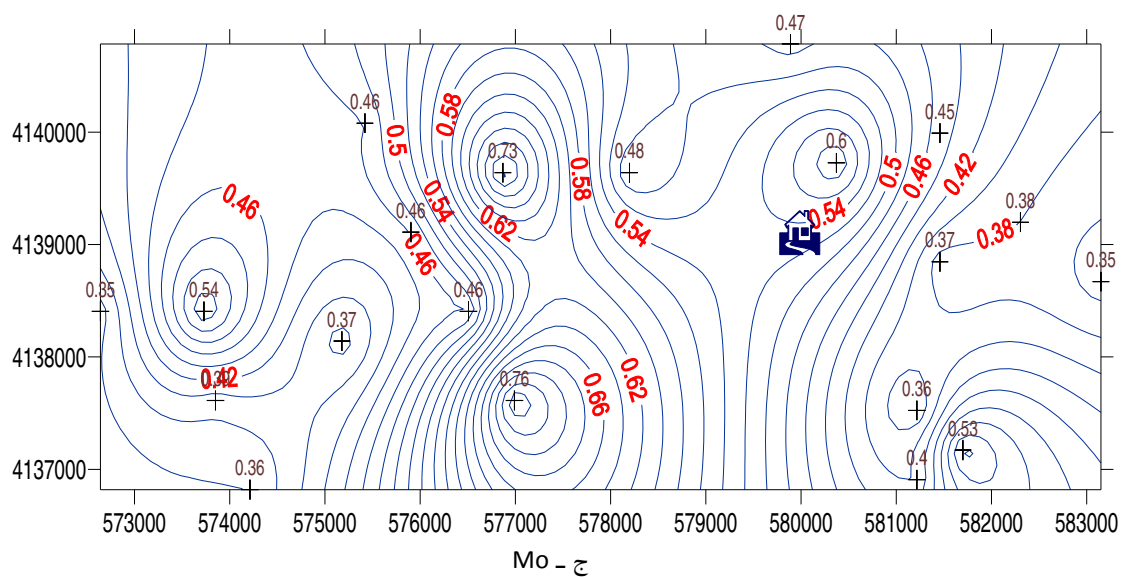
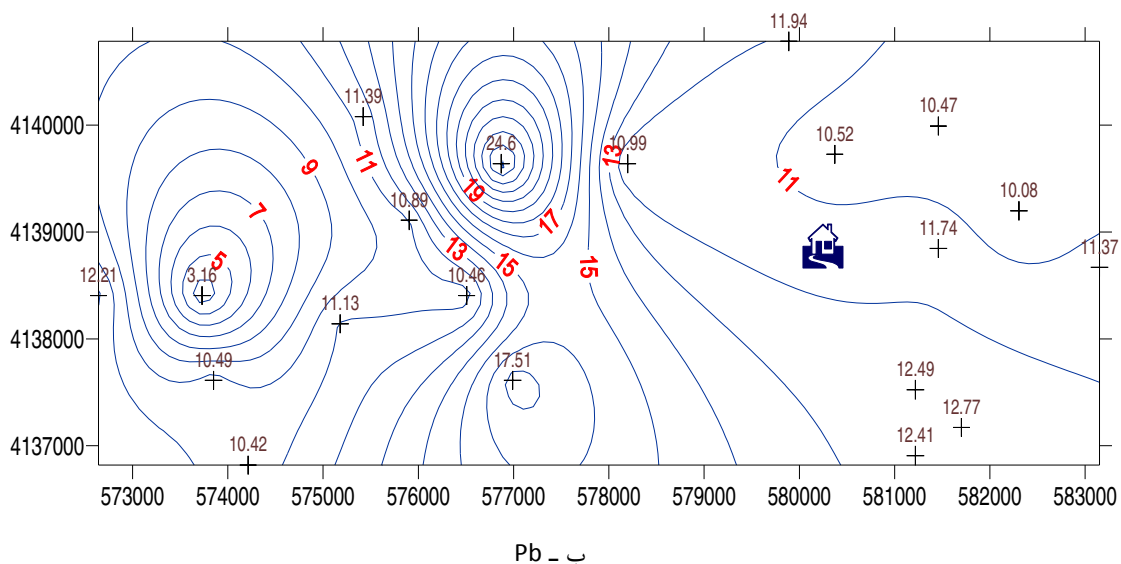
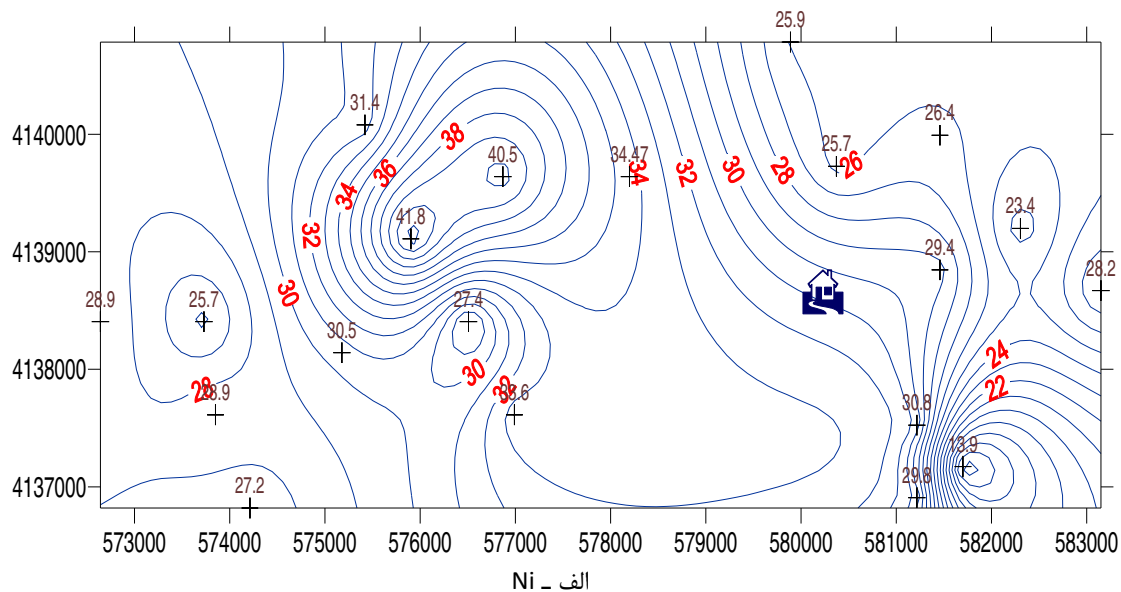
مقدار آهن کل خاک به طور طبیعی ۲٪ است که در منطقه مورد مطالعه غلظت حداقلی حدود ۰/۱٪ مشاهده گردید و این مربوط به کاهش فراهمی این عنصر با قلیایی شدن محیط خاک است. به همین دلیل نیز در حالیکه مقدار پتاسیم کل خاک به طور طبیعی ۱/۲٪ و غلظت فسفر کل در خاک سطحی ۰/۱ تا ۰/۴٪ می‌باشد (سالاردینی، ۱۳۸۵)، در خاک منطقه مورد مطالعه غلظت این عناصر به ترتیب ۰/۴٪ و ۰/۰۸٪ گزارش شده است. همچنین طبق منحنی‌های ترسیم شده جهت نمایش پراکنش و توزیع غلظت برخی عناصر در خاک منطقه مورد مطالعه (جدول ۵-۵) مشاهده می‌شود که غلظت‌های بالای نیکل و مولیبدن در شمال و شمال غرب کارخانه است اما تغییرات آن‌ها با فواصلی تقریباً برابر با سایر نقاط اتفاق افتاده از این جهت اثرگذاری آن از پساب کارخانه نتیجه نمی‌شود. البته قابل ذکر است با افزایش pH، افزایش غلظت مولیبدن در خاک رخ می‌هد. تمرکز عنصر سرب با افزایش تغییرات در فواصل کوتاه در شمال کارخانه به دلیلی که قبلاً ذکر شد مشاهده می‌شود.

جدول (۹۵) آنالیز آماری غلظت برخی عناصر دشت شیروان

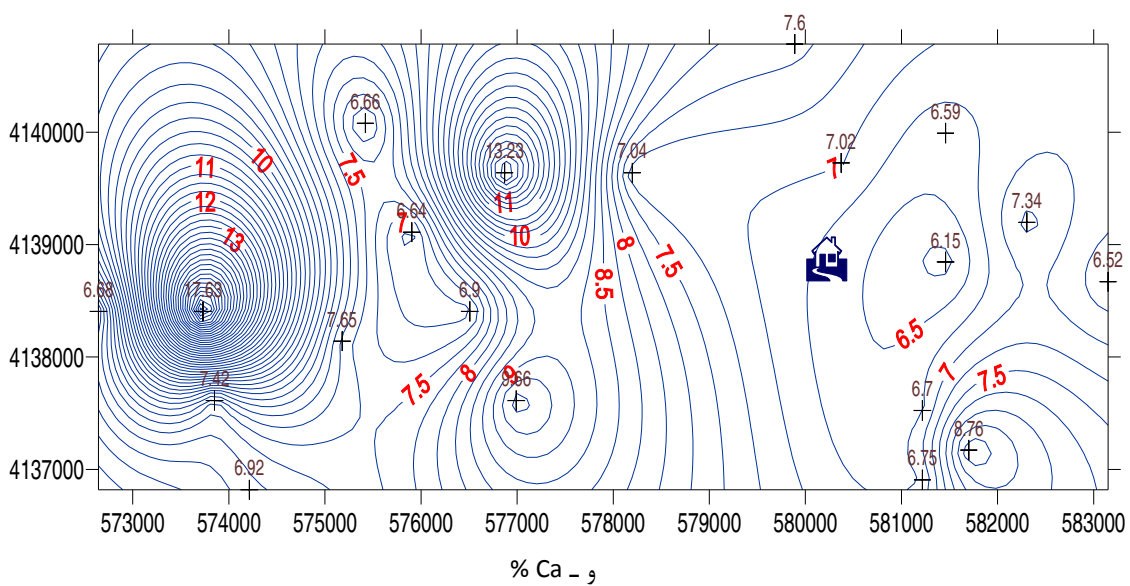
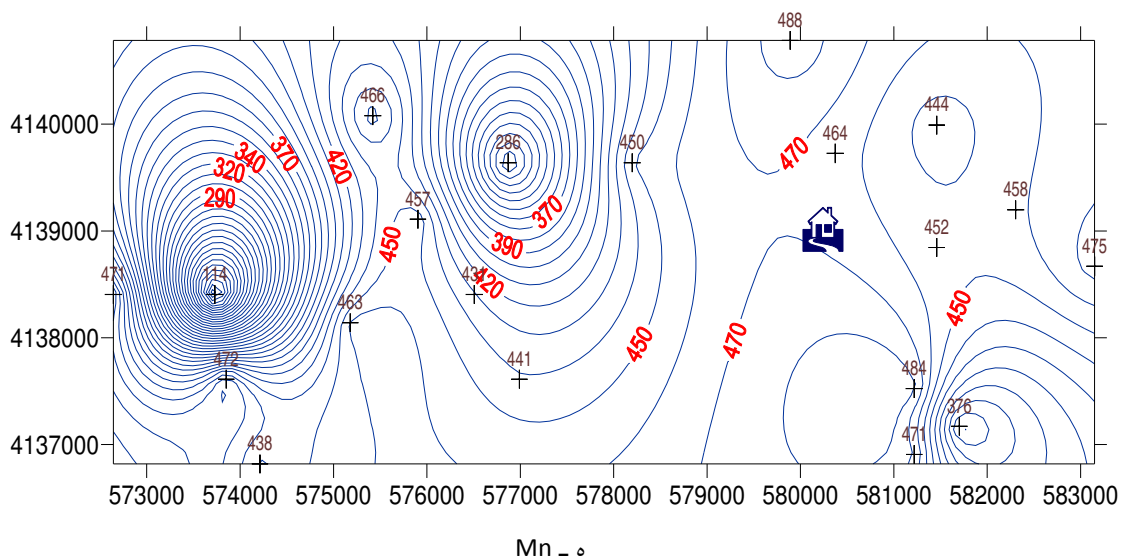
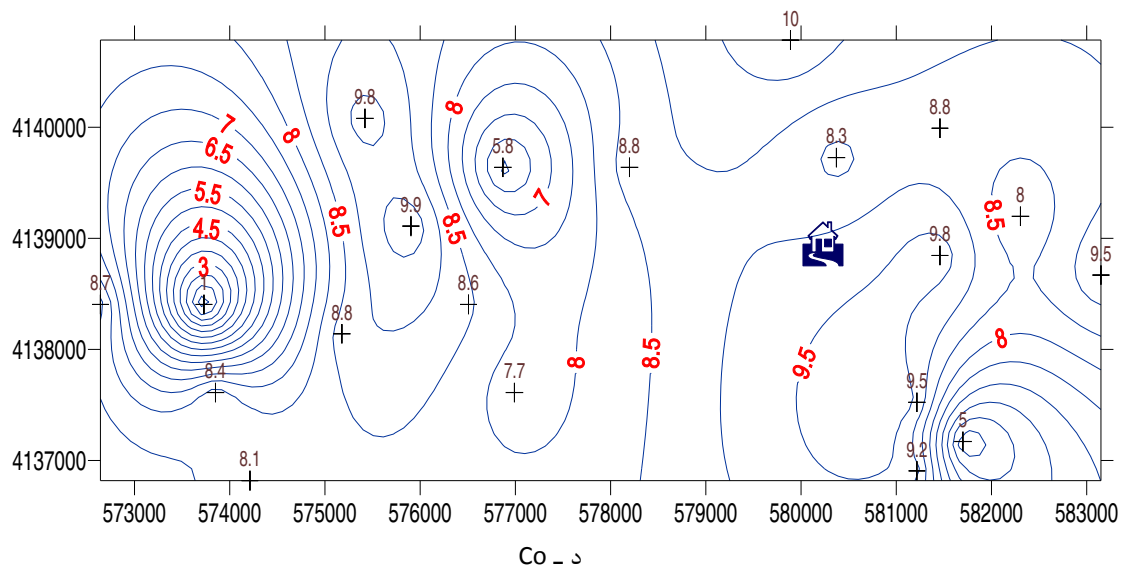
V	Bi	Sb	Cd	Sr	Th	U	As	% Fe	Mn	Co	Ni	Zn	Pb	Cu	Mo	پارامتر	تحت تأثیر پساب		به دور از تأثیر پساب	
																	تعداد نمونه‌ها	میانگین حسابی	تعداد نمونه‌ها	میانگین حسابی
۱۱	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۱۳	۲۴۱/۳	۲/۳۴	۰/۶۶	۵/۳۳	۱/۷۴	۴۰/۸۱	۷/۷۸	۳۱/۸۵	۶۶/۵۳	۱۲/۱۱	۱۷/۴۲	۰/۴۹	تعداد نمونه‌ها	۱۱	۱۱	۹	۹
۷/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۲۹/۴	۰/۹۱	۰/۱۲	۱/۲۳	۰/۵۶	۱۱۰/۷	۲/۵	۵/۳۱	۳۳/۹۷	۵/۲۷	۵/۷۶	۰/۱۴	میانگین حسابی	۳۳/۰۷	۳۳/۳۵	۰/۷۶	۰/۴۳
۲۳/۵۷	۳۳/۳۳	۲۷/۲۷	۲۳/۰۸	۱۲/۱۸	۳۹/۸۹	۱۸/۱۸	۲۳/۰۸	۳۲/۱۸	۲۷/۱۲	۳۲/۱۳	۱۶/۶۷	۵۱/۰۶	۴۳/۵۲	۳۳/۰۷	۲۸/۵۷	انحراف معیار	۳۳/۰۷	۳۳/۳۵	۰/۷۶	۰/۰۹
۳۴	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۷	۲۸۶/۸	۳/۳	۱	۶/۱	۲/۲	۴۷۲	۹/۹	۴۱/۸	۱۴۹/۳	۲۴/۶	۳۳/۳۵	۰/۷۶	ضریب تغییرات (%)	۳۳/۰۷	۳۳/۳۵	۰/۷۶	۲۰/۹۳
۹	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۷	۱۸۰/۳	۰/۱	۰/۶	۲/۱	۰/۲۴	۱۱۴	۱	۲۵/۷	۱۹/۱	۳/۱۶	۹/۲۹	۰/۳۵	حداکثر	۳۳/۳۵	۳۳/۳۵	۰/۷۶	۰/۶
۲۵	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۱	۱۰۶/۵	۲/۲	۰/۴	۴	۱/۹۶	۳۵۸	۸/۹	۱۶/۱	۱۳۰/۲	۲۱/۴۴	۲۴/۰۶	۰/۴۱	حداقل	۳۳/۳۵	۳۳/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	تعداد نمونه‌ها	۹	۹	۹	۹
۲۸	۰/۲۱	۰/۱	۰/۱۱	۲۴۱/۲	۳/۰۳	۰/۶۳	۵/۷	۱/۷۸	۴۵۶/۹	۸/۶۸	۲۵/۹۴	۵۷/۴۳	۱۱/۵۳	۱۶/۳۰	۰/۴۳	میانگین حسابی	۱۶/۳۰	۱۶/۳۰	۰/۴۳	۰/۴۳
۳/۱۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۴۹/۱۲	۰/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۶۴	۳۳/۵۷	۱/۵۳	۵/۰۹	۱۳/۱۶	۰/۹۸	۱/۱۴	۰/۰۹	انحراف معیار	۱/۱۴	۱/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۹
۱۱/۲۹	۱۴/۲۹	۳۰	۹/۰۹	۲۰/۳۶	۲۰/۱۲	۱۹/۰۵	۴/۳۹	۲۵/۹۶	۷/۳۵	۱۷/۶۳	۱۹/۶۲	۲۲/۹۱	۸/۵	۶/۹۹	۲۰/۹۳	ضریب تغییرات (%)	۶/۹۹	۶/۹۹	۲۰/۹۳	۲۰/۹۳
۳۲	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۲	۳۶۰/۶	۳/۹	۰/۹	۶/۱	۲/۲۸	۴۸۸	۱۰	۳۰/۸	۸۰/۵	۱۲/۷۷	۱۷/۸۷	۰/۶	حداکثر	۱۷/۸۷	۱۷/۸۷	۰/۶	۰/۶
۲۲	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۹	۲۰۲/۶	۲/۱	۰/۵	۵/۳	۰/۱۹	۳۷۶	۵	۱۳/۹	۳۴	۳۴	۱۴/۲۶	۰/۳۵	حداقل	۱۴/۲۶	۱۴/۲۶	۰/۳۵	۰/۳۵
۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۳	۱۵۸	۱/۸	۰/۴	۰/۸	۲/۰۹	۱۱۲	۵	۱۶/۹	۴۶/۵	۲/۶۹	۳/۶۱	۰/۲۵	دامنه تغییرات	۳/۶۱	۳/۶۱	۰/۲۵	۰/۲۵

ادامه جدول (۵-۹) آنالیز آماری غلظت برخی عناصر خاک دشت شیروان

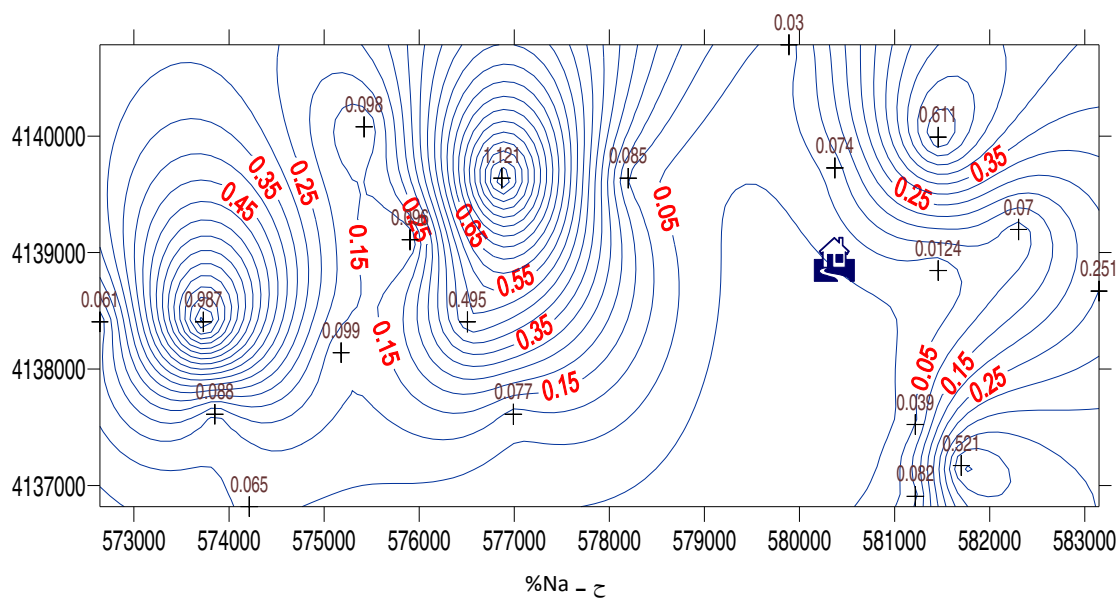
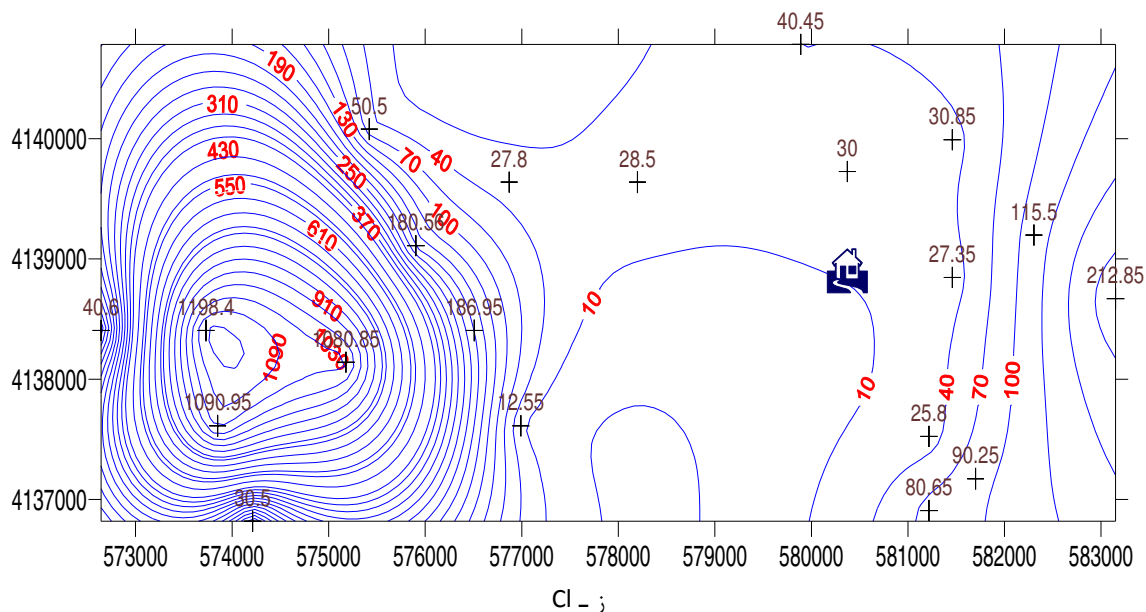
تحت تأثیر پساب													به دور از تأثیر پساب																					
پارامتر													پارامتر																					
تعداد نمونه‌ها													تعداد نمونه‌ها																					
میانگین حسابی													میانگین حسابی																					
انحراف معیار													انحراف معیار																					
ضریب تغییرات (%)													ضریب تغییرات (%)																					
حداکثر													حداکثر																					
حداقل													حداقل																					
دامنه تغییرات													دامنه تغییرات																					
%Ca	%P	La	Cr	%Mg	Ba	%Al	%Na	%K	Sc	Ti	Cl	%S	Hg	Se	Te	Ga	%Ca	%P	La	Cr	%Mg	Ba	%Al	%Na	%K	Sc	Ti	Cl	%S	Hg	Se	Te	Ga	
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
۸/۷۷	۰/۰۹	۱۰/۷۹	۲۸/۵۵	۱/۳۲	۹/۱۹۴	۱/۳۴	۰/۳	۰/۴۲	۳/۴۲	۰/۱۱	۳۵۷/۱۱	۰/۳۹	۰/۰۰۵	۰/۵۸	۰/۰۲	۳/۹۲	۷/۱۰۵	۰/۰۷	۱۳/۰۸	۲۷/۲۸	۰/۹۳	۹۹/۰۱	۱/۴	۰/۱۹	۰/۳۹	۰/۱۱	۷۲/۶۳	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۴/۲۸	
۳/۵۴	۰/۰۳	۳/۷۸	۷/۹۴	۰/۳۷	۱۳/۷۲	۰/۵۱	۰/۳۹	۰/۰۶	۱/۱۳	۰/۰۳	۴۹۶/۶۱	۰/۳۳	۴/۸	۰/۱۳	۰/۰۲	۱/۳۵	۰/۷۸	۰/۰۲	۸/۷۶	۳/۲۸	۰/۱۷	۲۲/۷۳	۰/۴۱	۰/۳۳	۰/۰۸	۰/۰۲	۶۱/۹۶	۰/۲	۰/۳۳	۰/۰۲	۰/۹۶	۰/۹۶		
۴۰/۳۶	۳۳/۳۳	۳۵/۰۳	۲۷/۸۱	۲۲/۱۳	۱۴/۹۲	۳۸/۰۶	۱۳۰	۱۴/۲۹	۳۳/۰۴	۲۷/۲۷	۱۳۹/۰۶	۱۱۳/۸	۹/۱۰۸	۲۲/۴۱	۱۰۰	۳۴/۴۴	۲۸/۵۷	۲۸/۵۷	۸/۵۶	۱۲/۰۲	۱۸/۲۸	۲۲/۹۶	۲۹/۲۹	۱۲/۱۱	۲۰/۵۱	۱۸/۱۸	۸۵/۳۱	۱۱۷/۷	۹۶/۳۳	۶۶	۶۶/۶۷	۲۲/۴۳		
۱۷/۶۳	۰/۱۶	۱۳/۹	۳۶/۶	۱/۸۶	۱۲۴/۵	۱/۹۵	۱/۱۲	۰/۵۱	۴/۷	۰/۱۳	۱۱۹/۸۴	۰/۸۸	۰/۰۱۴	۰/۷	۰/۰۴	۵/۴	۱۷/۶۳	۰/۱۶	۱۴/۱	۳۶/۶	۱/۸۶	۱۲۴/۵	۱/۹۵	۱/۱۲	۰/۵۱	۴/۷	۰/۱۳	۱۱۹/۸۴	۰/۸۸	۰/۰۱۴	۰/۷	۵/۴		
۶/۶۴	۰/۰۷	۱/۵	۷/۳	۱/۰۱	۷۰/۴	۰/۳۳	۰/۰۶	۰/۳۱	۰/۷	۰/۰۳	۱۲/۵۵	۰/۰۵	۰	۰/۳	۰/۶	۰/۶	۶/۶۴	۰/۰۷	۱/۵	۷/۳	۱/۰۱	۷۰/۴	۰/۳۳	۰/۰۶	۰/۳۱	۰/۷	۰/۰۳	۱۲/۵۵	۰	۰/۳	۰/۶	۰/۶		
۱۰/۹۹	۰/۰۹	۱۲/۴	۲۹/۳	۰/۸۵	۵۴/۱	۱/۷۲	۱/۰۶	۰/۰۲	۴	۰/۱	۱۱۸۵/۹	۰/۸۳	۰/۰۱۴	۰/۴	۴/۸	۴/۸	۱۱۸۵/۹	۰/۰۹	۱۲/۴	۲۹/۳	۰/۸۵	۵۴/۱	۱/۷۲	۱/۰۶	۰/۰۲	۴	۰/۱	۱۱۸۵/۹	۰/۸۳	۰/۰۱۴	۰/۴	۴/۸		
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹



شکل (۵-۵) منحنی‌های هم‌میزان غلظت برخی عناصر در خاک اطراف کارخانه قند شیروان (mg/kg)



ادامه شکل (۵-۵) منحنی‌های هم‌میزان غلظت برخی عناصر در خاک اطراف کارخانه قند شیروان (mg/kg)



ادامه شکل (۵-۵) منحنی‌های هم‌میزان غلظت برخی عناصر در خاک اطراف کارخانه قند شیروان (mg/kg)

عنصر منگنز و کبالت تقریباً از توزیع یکنواختی در منطقه برخوردار هستند و غلظت‌های بالا و تغییرات زیاد عناصر کلسیم و سدیم در نواحی تحت تأثیر پساب در شمال و شمال غرب و همچنین افزایش غلظت کلر در غرب کارخانه کیفیت شور و آهکی بودن اراضی را در آن منطقه نشان می‌دهد. اختلاف آشکار غلظت کلر در دو سری نمونه‌های خاک (جدول ۹-۵) ناشی از آبیاری اراضی پایین دست با دو چاه شور (حسین‌زاده و زارع) می‌باشد که طی همین تحقیق غلظت بیش از حد مجاز کلر در آن‌ها مشاهده شده است.

۵-۳- تأثیر پساب کارخانه بر کیفیت منابع آب

نتایج حاصل از تعیین برخی پارامترهای کیفی آب چاه‌های دشت شیروان که مربوط به ۴ حلقه چاه پایین دست کارخانه (تحت تأثیر پساب) و ۷ حلقه چاه واقع در بالادست آن می‌باشد در جدول ۵-۱۰ آورده شده است. ارزیابی آماری انجام شده بر این نتایج نیز در جدول ۵-۱۱ گزارش شده است. با توجه به گراف پارامترهای آماری مؤلفه‌های شیمیایی (شکل ۵-۶) اختلاف زیاد مقادیر بین چاه‌های مورد مطالعه آشکار است. در مجموع چاه‌های نمونه برداری شده دارای مجموع جامدات محلول و غلظت بالای سدیم می‌باشند که مقادیر آن‌ها بیش از حد استاندارد اعلام شده (جدول ۲-۸) است. شوری بسیار بالا در نمونه‌های برداشت شده از چاه‌های حسین زاده و زارع، بهره‌برداری از آن‌ها را جهت شرب و آبیاری محدود می‌کند. مقادیر کلسیم، منیزیم، سدیم و نیز غلظت بالای سولفات و کلر بیش از حد مجاز در این دو چاه با اختلاف زیادی نسبت به سایر چاه‌ها مشاهده می‌شود. کمتر بودن pH چاه‌های اطراف کارخانه نسبت به pH بالای ۸ در سایر نقاط دشت می‌تواند مرتبط با بالا بودن غلظت یون‌های سولفات و کلر آن‌ها باشد.

به منظور تعیین مطلوبیت آب چاه‌های نمونه برداری شده جهت مصارف کشاورزی و شرب به ترتیب دیاگرام‌های ویلکاکس و شولر ترسیم شده‌اند (اشکال ۵-۷ و ۵-۸). آنچه نتیجه شده است کیفیت پایین چاه‌های اطراف کارخانه را نسبت به سایر چاه‌های نمونه برداری شده نشان می‌دهد. درصد هر یک از کلاس‌های طبقه بندی ویلکاکس که نمونه‌های مطالعه شده را شامل می‌شود (جدول ۵-۱۲) مشخص می‌کند که اکثر چاه‌های منطقه در کلاس C3 یعنی آب‌های شور اما قابل استفاده برای کشاورزی قرار دارند.

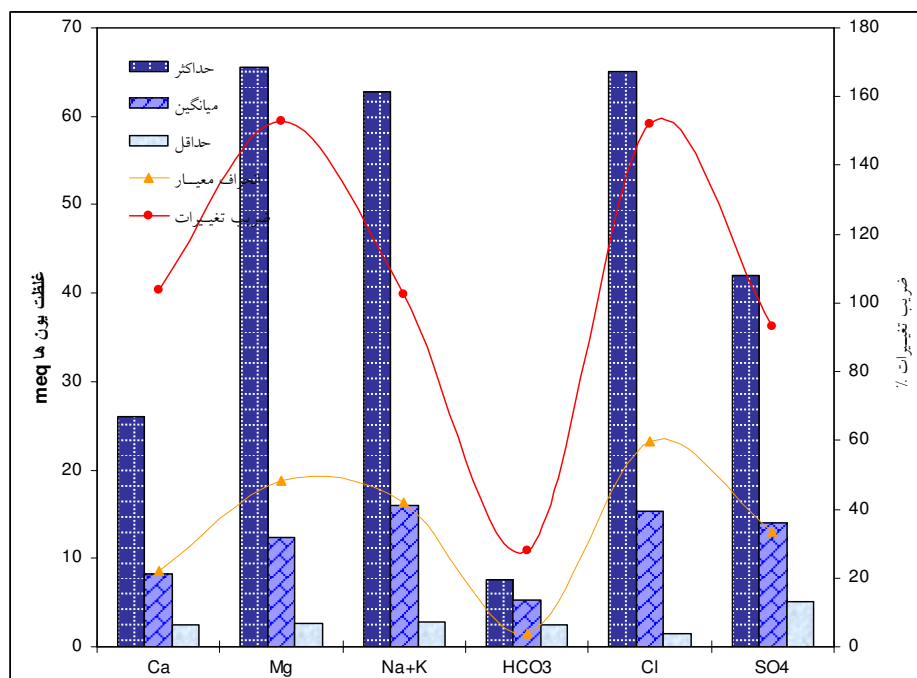
جدول (۱۰-۵) مقادیر برخی پارامترهای کیفی آب چاه‌های دشت شیروان

مجموع املاح محلول (T.D.S) میلی گرم در لیتر	سختی کل (TH) میلی گرم در لیتر CaCO ₃	SAR	میلی اکی والان بر لیتر							هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی متر)	pH	چاه پارامتر	
			K	Na	Mg	Ca	SO ₄	Cl	HCO ₃				CO ₃
۶۴۰۷	۴۵۲۲/۸۲	۲/۹۶	۰/۶	۲۰	۶۵/۵	۲۶	۴۲	۵۹	۵/۶	۰	۱۰۱۷۰	۷/۶	۱- (کارخانه قند، حسین زاده)
۶۵۱۰	۲۴۹۹/۸۹	۱۲/۳۹	۰/۳	۶۲/۱۹	۲۶/۰۵	۳۴۳	۳۸۱	۶۵۱	۶/۱۵	۰	۱۰۲۲۰	۷/۶	۲- (کارخانه قند، زارع)
۱۲۱۰	۴۴۱/۰۵	۵/۰۲	۰/۳	۱۰/۶	۶۱	۲/۸	۸/۲	۶/۶	۴/۹	۰	۱۹۲۰	۷/۷	۳- (کارخانه قند، محمدی)
۱۷۲۰	۵۱۶/۱۸	۵/۲۶	۰/۲۵	۱۲	۵/۷	۴/۷	۱۲	۶	۴/۶	۰	۲۷۳۰	۷/۸	۴- (کارخانه قند، صادقی)
۱۲۲۲	۲۸۳/۲	۸/۱۲	۰/۳۵	۱۳/۷	۲/۶	۳/۱	۸/۹	۲/۸	۷/۵	۰	۱۹۴۰	۸	۵- (زیارت زبارتی)
۱۱۸۴	۶۶۰/۲۳	۲/۶۸	۰/۶	۶/۹	۷/۱	۶/۲	۶/۲	۳	۷/۴	۰	۱۸۸۰	۷/۶	۶- (خالق همتی)
۱۵۲۰	۵۹۶/۷۶	۵/۷۲	۰/۶۶	۱۴	۴/۵	۷/۵	۱۰/۵	۸	۶/۱	۰	۲۰۲۰	۸/۲	۷- (پیرشهید شورای ده)
۸۵۴	۲۹۷/۶۲	۴/۵۶	۰/۶	۷/۹	۳/۶	۲/۴	۵/۱	۴/۲	۴/۸	۰	۱۳۵۵	۸/۱	۸- (الله آباد اشراقی)
۱۷۰۰	۵۶۵/۹۶	۴/۱۹	۰/۳	۱۰	۶	۵/۴	۱۱	۹	۲/۵	۰	۲۲۰۰	۸/۱	۹- (برزل آباد، کاظمی)
۷۲۵	۴۷۶/۹۶	۱	۰/۳۵	۲/۲	۴/۴	۵/۲	۶/۴	۱/۵	۴/۱	۰	۱۱۵۰	۸/۲	۱۰- (سیاهدشت شورا)
۸۵۰	۳۱۷/۶	۳/۶۳	۰/۳۱	۶/۵	۳/۶	۲/۸	۶	۳	۴/۳	۰	۱۴۰۰	۸/۱	۱۱- (نجف آباد)

جدول (۱۱-۵) ارزیابی آماری مؤلفه‌های مختلف شیمیایی چاه‌های دشت شیروان (meq/l)

SO ₄	Cl	CO ₃	HCO ₃	Na	Mg	Ca	pH	T.D.S	EC	پارامتر
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	تعداد نمونه ها
۱۴/۰۴	۱۵/۲۹	۰	۵/۲۷	۱۵/۰۹	۱۲/۲۹	۸/۲۲	۷/۹۱	۲۱۷۹/۹	۳۳۶۲/۳	میانگین حسابی
۱۳/۰۸	۲۳/۲۸	۰	۱/۴۸	۱۶/۳۱	۱۸/۸۱	۸/۵۳	۰/۲۵	۲۱۴۴/۵	۳۴۰۵/۹	انحراف معیار
۹۳/۱۶	۱۵۲/۳	-	۲۸/۰۸	۱۰۸/۱	۱۵۳/۱	۱۰۳/۷۷	۳/۱۶	۹۸۶۹	۱۰۱/۳	ضریب تغییرات (درصد)
۴۲	۶۵/۱	۰	۷/۵	۶۲/۱۹	۶۵/۵	۲۶	۸/۲	۶۵۱۰	۱۰۲۲۰	حداکثر
۵/۱	۱/۵	۰	۲/۵	۲/۲	۲/۶	۲/۴	۷/۶	۷۲۵	۱۱۵۰	حداقل
۳۶/۹	۶۳/۶	۰	۵	۵۹/۹۹	۶۲/۹	۲۳/۶	۰/۶	۵۷۸۵	۹۰۷۰	دامنه تغییرات

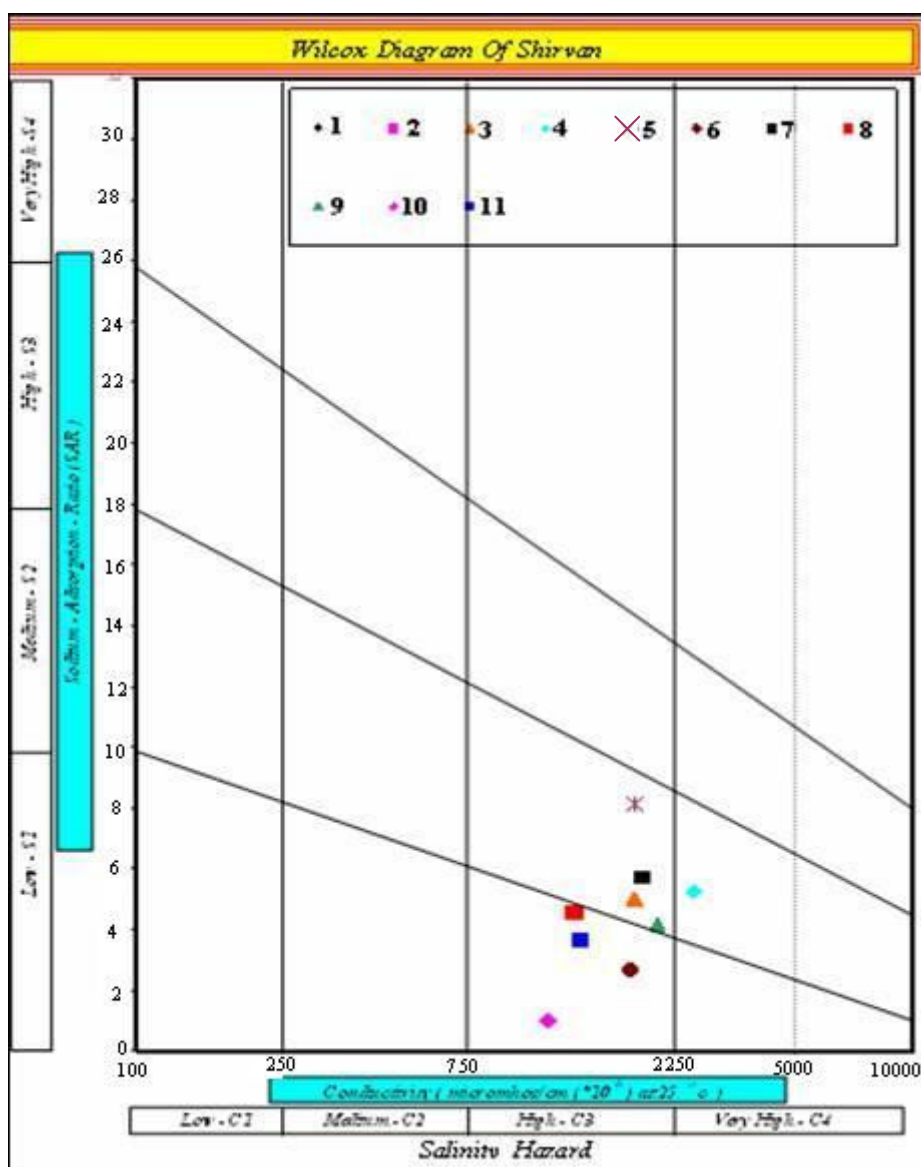
مطلوبیت دو چاه حسین زاده و زارع که نزدیک‌ترین فاصله را تا کارخانه دارند جهت مصارف شرب، کاملاً نامطلوب و نامناسب گزارش می‌شود و سایر چاه‌ها از کیفیت متوسط و قابل قبول از این لحاظ برخوردارند. بر اساس جدول تنظیم شده جهت گزارش درصد هر یک از کلاس‌های طبقه بندی شولر برای مصارف شرب در کل محدوده (جدول ۵-۱۳)، نامطلوب بودن کیفیت دو چاه اشاره شده، به مقادیر کل املاح محلول، غلظت کلر و سولفات آن‌ها مربوط است.



شکل (۶-۵) گراف پارامترهای آماری مؤلفه‌های شیمیایی چاه‌های دشت شیروان

جهت بررسی تیپ آب در چاه‌های نمونه برداری شده، رسم دیاگرام‌های پایپر و استیف نیز انجام شده است (اشکال ۵-۹ و ۵-۱۰). آنیون غالب در دو چاه نزدیک به کارخانه، کلر و در سایر چاه‌ها جز

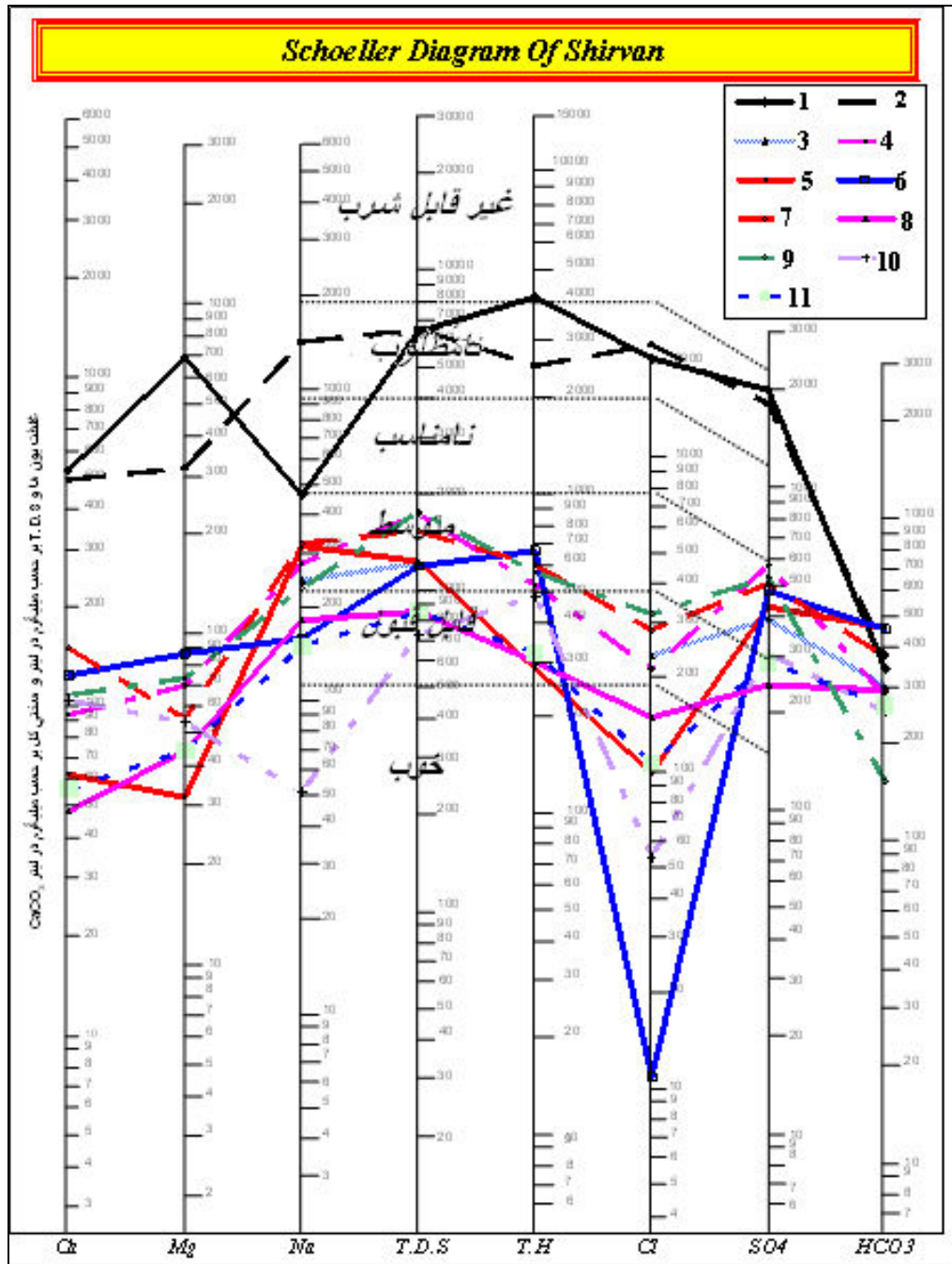
چاه همتی که بیکربنات است (اختلاف اندک با سولفات)، سولفات می‌باشد و از این رو تیپ غالب چاه-های این دشت سولفات نتیجه شده است. کاتیون غالب نیز در یک چاه نزدیک به کارخانه قند متفاوت نتیجه شده است که منیزیم می‌باشد. کاتیون غالب در سایر چاه‌ها جز چاه همتی که کلسیم است (اختلاف اندک با سدیم)، سدیم می‌باشد که رخساره چاه‌های دشت شیروان را سدیک نشان می‌دهد. جهت تفکیک تیپ آب چاه‌های مورد مطالعه بر اساس نتایج حاصل از این دو نمودار، جدول (۱۴-۵) تنظیم شده است.



شکل (۷-۵) دیاگرام ویلکاکس چاه‌های دشت شیروان (دو چاه شماره ۱ و ۲ در کلاس C4S2 و C4S4 قرار گرفته‌اند که دامنه مقادیر مربوط به هدایت الکتریکی و SAR آن‌ها خارج از محدوده‌ی شکل مربوط است، شماره چاه‌ها بر اساس جدول ۵-۱۰ می‌باشد)

جدول (۱۲-۵) درصد هر یک از کلاس های طبقه بندی ویلکاکس برای مصارف کشاورزی در کل محدوده مورد مطالعه

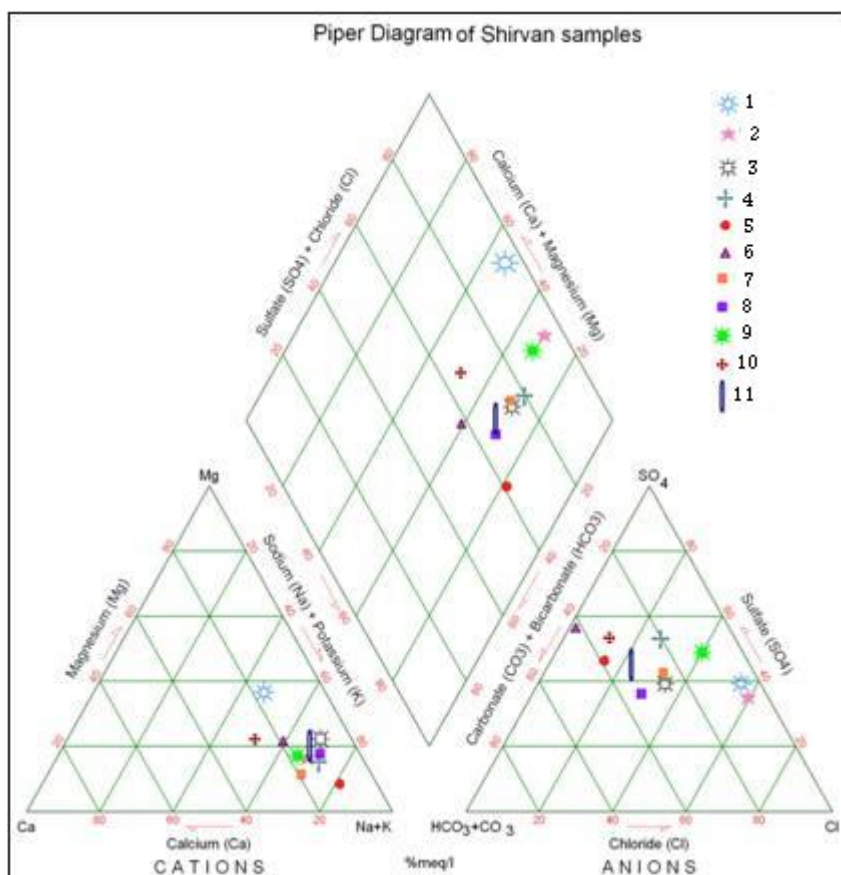
C4				C3				C2				C1			
S4	S3	S2	S1	S4	S3	S2	S1	S4	S3	S2	S1	S4	S3	S2	S1
۹/۰۹	۰	۱۸/۱۸	۰	۰	۰	۳۶/۳۶	۳۶/۳۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰



شکل (۸-۵) دیاگرام شولر چاه‌های دشت شیروان (شماره چاه‌ها بر اساس جدول ۱۰-۵ می‌باشد)

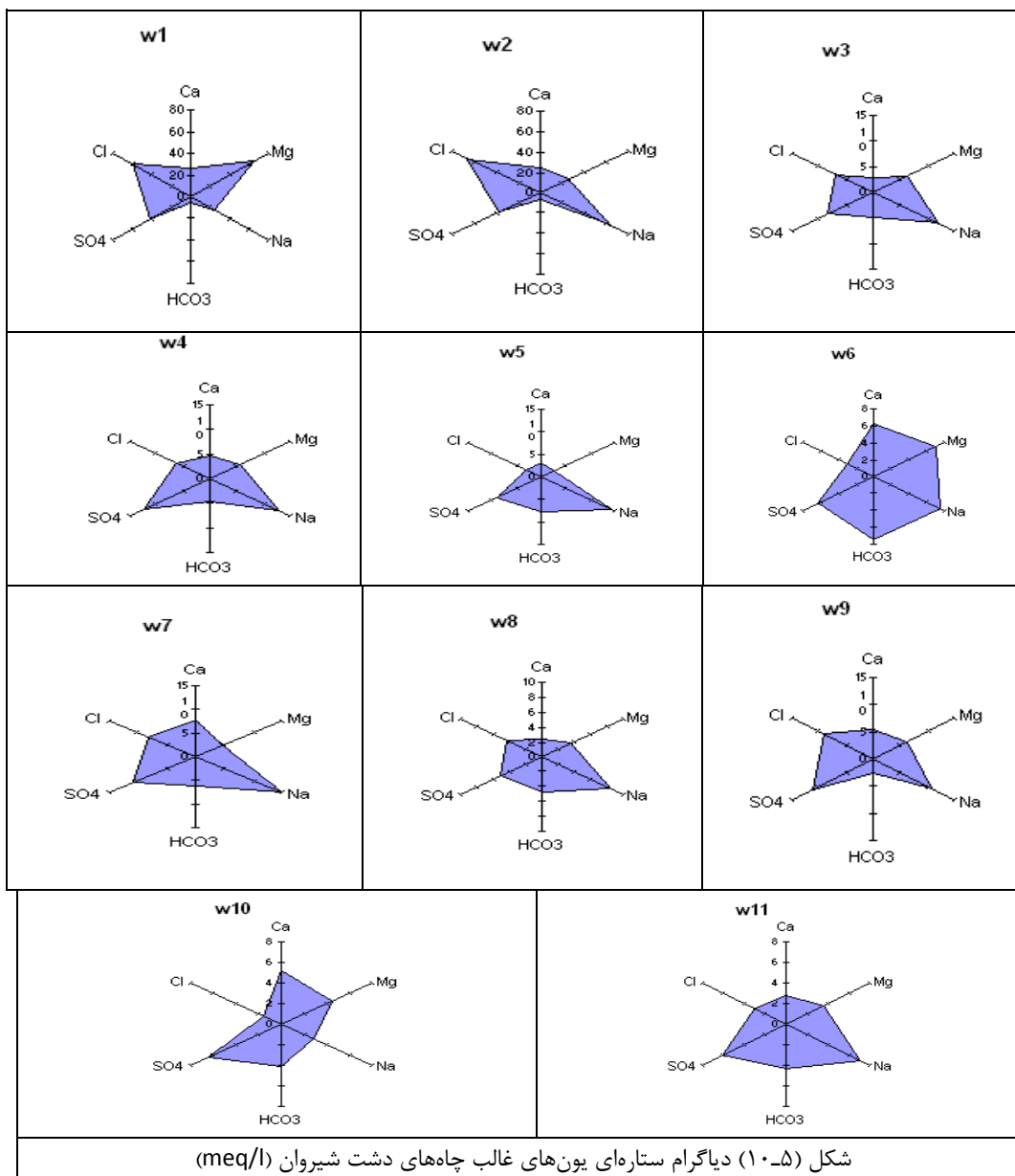
جدول (۱۳-۵) درصد هر یک از کلاس های طبقه بندی شولر برای مصارف شرب در کل محدوده مورد مطالعه

SO ₄	Cl	Na	pH	TH	TDS	طبقه بندی آب
۰	۴۵/۴۵	۹/۰۹	۱۰۰	۰	۰	خوب
۹/۰۹	۳۶/۳۶	۲۷۷/۲۷	۰	۴۵/۴۵	۲۷/۲۷	قابل قبول
۷۲/۷۳	۰	۴۵/۴۵	۰	۳۶/۳۶	۵۴/۵۵	متوسط
۰	۰	۹/۰۹	۰	۰	۰	نامناسب
۱۸/۱۸	۱۸/۱۸	۹/۰۹	۰	۹/۰۹	۱۸/۱۸	کاملاً نامطلوب
۰	۰	۰	۰	۹/۰۹	۰	غیر قابل شرب



شکل (۹-۵) دیاگرام پایپر چاه‌های دشت شیروان (شماره چاه‌ها بر اساس جدول ۵-۱۰ می‌باشد)

نحوه پراکنش برخی پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده ۱۱ نمونه چاه در دشت شیروان در شکل (۱۱-۵) نشان داده شده است. اختلاف آشکاری که در مقادیر برخی از پارامترهای شیمیایی آب این چاه‌ها در مقایسه با سایر نمونه‌ها دیده می‌شود (شکل ۵-۱۲) محدودیت بسیار بالای بهره‌برداری از آن‌ها را نشان می‌دهد.



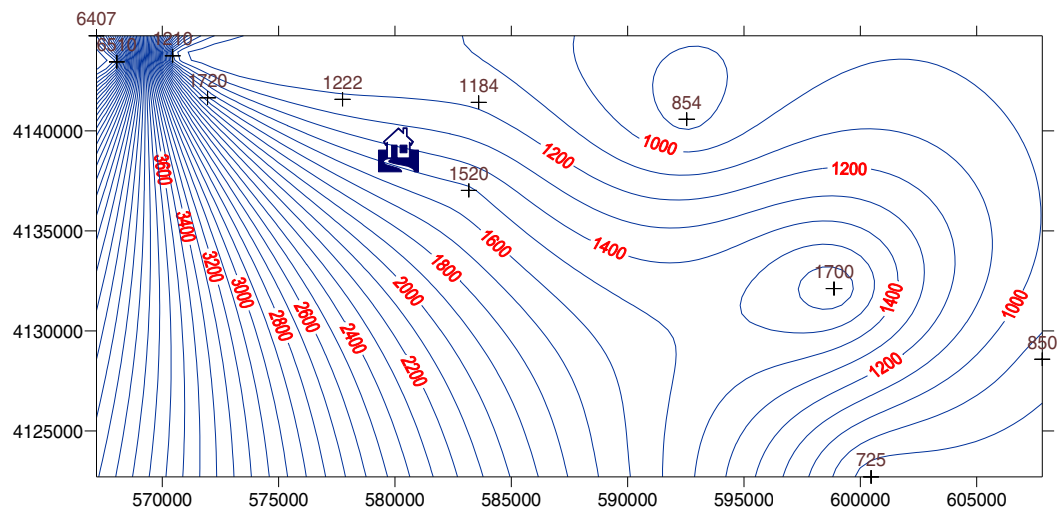
شکل (۵-۱۰) دیاگرام ستاره‌ای یون‌های غالب چاه‌های دشت شیروان (meq/l)

جدول (۵-۱۴) تواتر یونی، تیپ و رخساره‌ی آب در چاه‌های مورد مطالعه

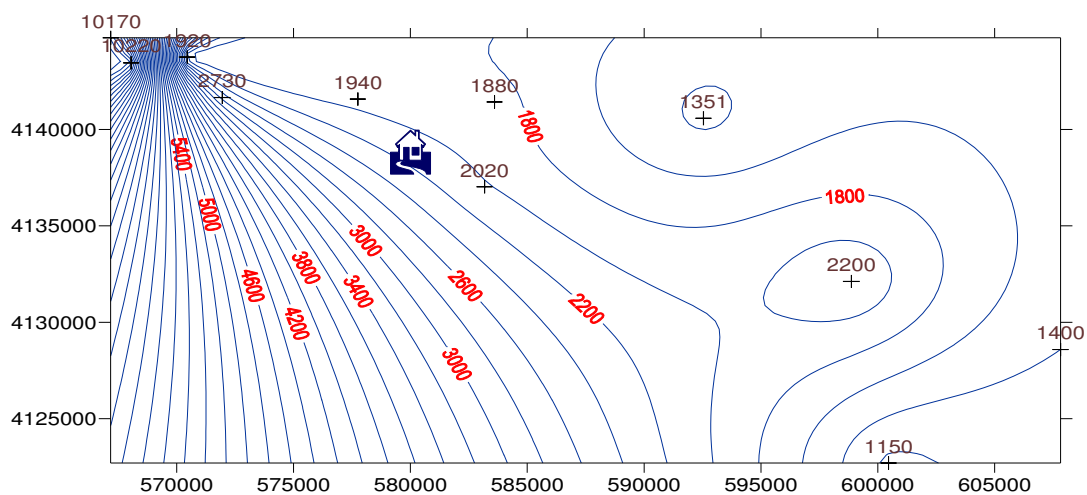
تیپ و رخساره	رخساره آب	تیپ آب	غلظت کاتیونها	غلظت آنیونها	چاه
کلروره منیزیک	منیزیک	کلروره	Mg > Ca > Na+K	Cl > SO4 > HCO3	کارخانه قند حسین زاده
کلروره سدیک	سدیک	کلروره	Na+K > Mg > Ca	Cl > SO4 > HCO3	کارخانه قند زارع
سولفات سدیک	سدیک	سولفات	Na+K > Mg > Ca	SO4 > Cl > HCO3	کارخانه قند محمدی
سولفات سدیک	سدیک	سولفات	Na+K > Mg > Ca	SO4 > Cl > HCO3	کارخانه قند صادقی
سولفات سدیک	سدیک	سولفات	Na+K > Ca > Mg	SO4 > HCO3 > Cl	زیارتی
بی کربناته سدیک	سدیک	بی کربناته	Na+K > Mg > Ca	HCO3 > SO4 > Cl	همتی
سولفات سدیک	سدیک	سولفات	Na+K > Ca > Mg	SO4 > Cl > HCO3	پیرشهید
سولفات سدیک	سدیک	سولفات	Na+K > Mg > Ca	SO4 > HCO3 > Cl	الله آباد
سولفات سدیک	سدیک	سولفات	Na+K > Mg > Ca	SO4 > Cl > HCO3	برزل آباد
سولفات کلسیک	کلسیک	سولفات	Ca > Mg > Na+K	SO4 > HCO3 > Cl	سیاه دشت
سولفات سدیک	سدیک	سولفات	Na+K > Mg > Ca	SO4 > HCO3 > Cl	نجف آباد

در کل از ۱۱ حلقه چاه نمونه برداری شده در دشت، کمترین کیفیت آب مربوط به چاه‌های واقع در اطراف کارخانه می‌باشد که در واقع در انتهای شیب توپوگرافی منطقه مورد مطالعه نیز قرار دارند. علاوه بر عامل جهت جریان آب زیرزمینی در دشت که به سمت این چاه‌ها ختم می‌شود و موجب انتقال بار زیاد املاح و در نتیجه شوری آب در پایین شیب می‌گردد، تخلیه‌ی هرساله پساب کارخانه نیز به اراضی محل حفر آن‌ها، تأثیرپذیری از کیفیت نامناسب پساب را در کاهش کیفیت این آب‌ها بدیهی می‌سازد به طوری که بسیاری از ویژگی‌های گزارش شده در خصوص کیفیت آب دو چاه واقع در مسیر خروجی جریان پساب کارخانه (چاه حسین زاده و چاه زارع)، منطبق بر ویژگی‌های گزارش شده در مورد کیفیت پساب خروجی کارخانه می‌باشد. البته غلظت بالای کلر و سدیم در کلیه چاه‌ها از حضور سازندهای نئوزن در دو طرف به ویژه در ضلع شمالی دشت و نیز جنس مارنی سنگ‌های آن‌ها تأثیر پذیرفته است (گزارش توجیهی تمدید ممنوعیت سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی، ۱۳۸۳).

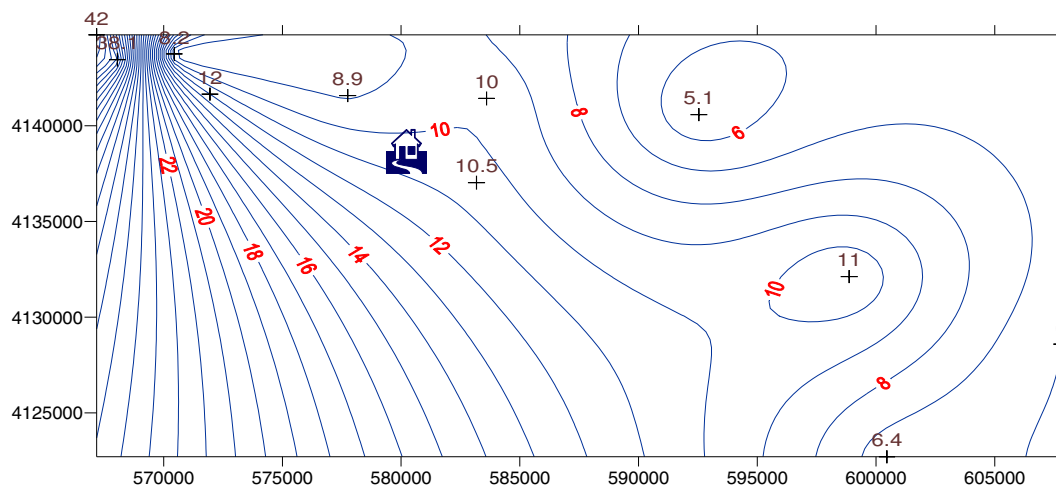
با توجه به منحنی‌های هم‌میزان مشاهده می‌شود که مجموع کل املاح جامد، هدایت الکتریکی، غلظت سولفات، کلر و کلسیم در انتهای مسیر خروجی پساب و در شمال غربی محل استقرار کارخانه بالاتر از سایر نقاط است. افزایش غلظت در این ناحیه در فواصل کوتاه و با اختلاف زیاد اتفاق افتاده است که نشان‌دهنده‌ی تأثیر پذیری از حضور کارخانه و نفوذ یک جریان آلاینده به سفره آب زیرزمینی در انتهای دشت است، و این مسأله با توجه به مدت زمان طولانی فعالیت کارخانه قند (تأسیس در سال ۱۳۳۷ و بهره‌برداری در سال ۱۳۴۰) به ویژه این که در تمام این مدت پساب آن برای آبیاری اراضی محل حفر چاه‌ها استفاده می‌شده، فرآیندی غیر قابل اجتناب است.



الف - TDS (mg/l)

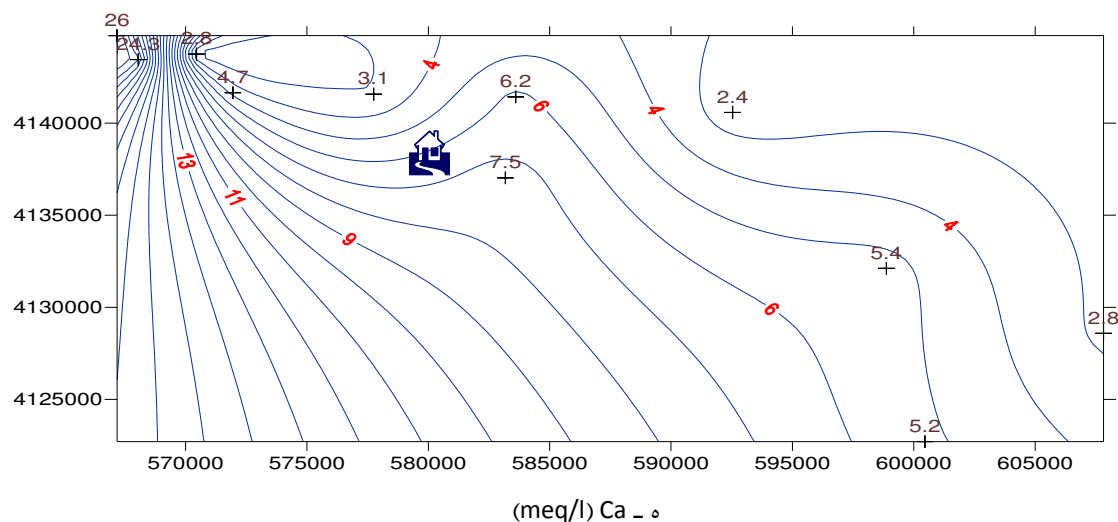
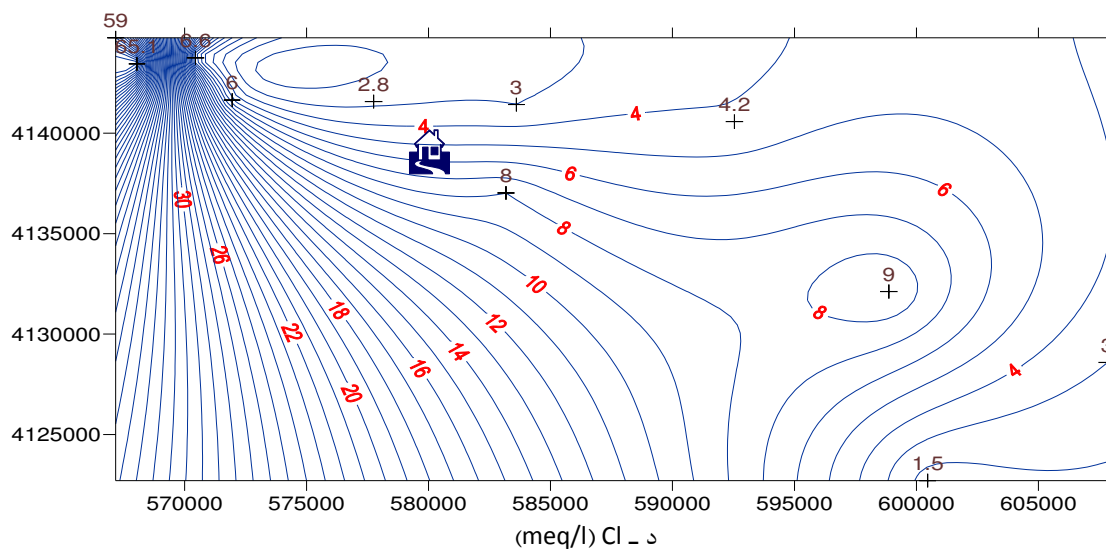


ب - EC (µs/cm)



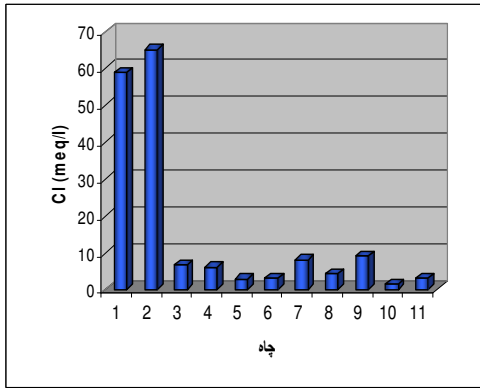
ج - SO₄ (meq/l)

شکل (۱۱-۵) منحنی‌های هم‌میزان برخی پارامترهای کیفی آب چاه‌های دشت شیروان

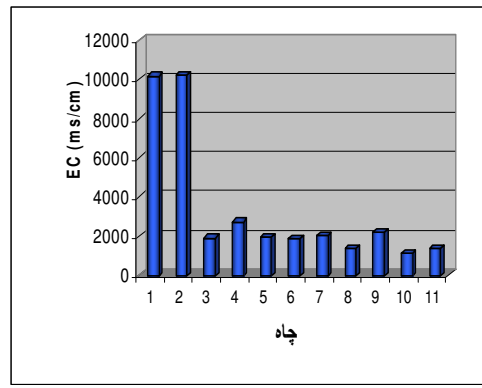


ادامه شکل (۱۱-۵) منحنی‌های هم‌میزان برخی پارامترهای کیفی آب چاه‌های دشت شیروان

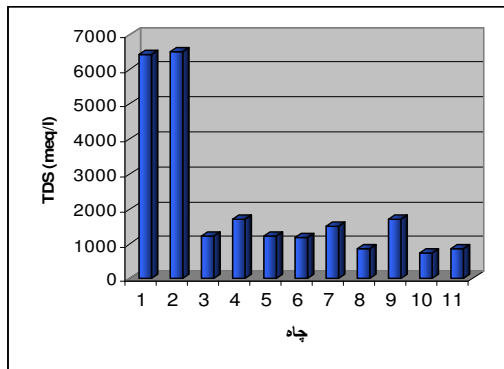
بررسی شاخص‌های آلاینده‌گی رودخانه اترک در سه سال متوالی با تأکید بر زمان رهاسازی پساب کارخانه قند به آن در یکی از این سال‌ها (۱۳۸۵) و مقایسه آن با زمان مشابه در دو سال آینده که پساب به رود رها نمی‌شد (سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) تغییرات آشکار کیفی آب این رودخانه را با رهاسازی پساب کارخانه نشان داده است. به طوریکه افزایش یکباره pH و مقدار EC و TDS در ایستگاه محل رهاسازی در مقایسه با ایستگاه بالادستش در قوچان مشاهده می‌شود (جدول ۵-۱۵). کاهش اکسیژن محلول که حد نیاز آن در آب‌های آشامیدنی بیش از ۴ میلی‌گرم بر لیتر اعلام شده است، بیانگر مقدار بالای BOD و COD آب در زمان مشابه می‌باشد که منطبق بر ویژگی پساب کارخانه است.



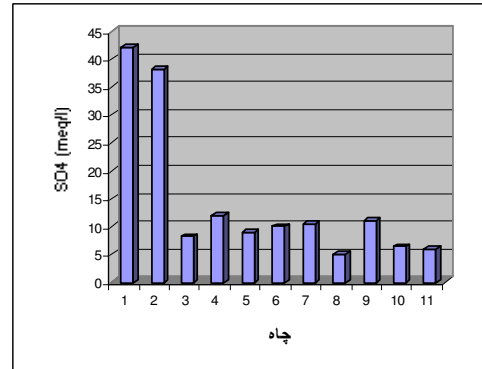
ب



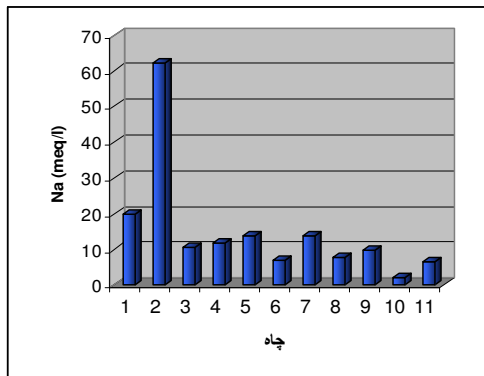
الف



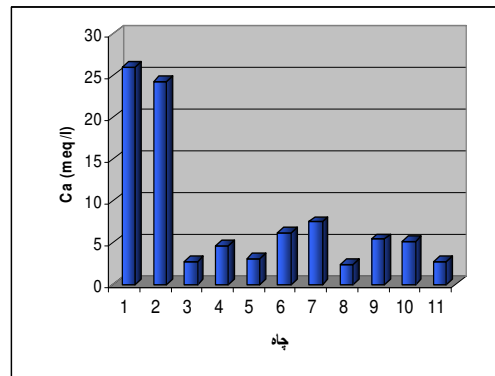
د



ج



و



ه

شکل (۱۲-۵) مقادیر برخی پارامترهای کیفی بین چاه‌های نمونه‌برداری شده در دشت شیروان (meq/l)

جدول (۱۵-۵) مقایسه برخی شاخص‌های آلاینده‌گی رود اترک در خراسان شمالی طی سه سال

ایستگاه نمونه پارامتر	۱۳۸۵		۱۳۸۶		۱۳۸۷	
	قوچان	شیروان	قوچان	شیروان	قوچان	شیروان
pH	۷/۲	۹/۲	۷/۲	۷/۷	۷/۳	۷/۵
EC (μs/cm)	۱۱۰۰	۳۰۷۵	۱۱۵۰	۱۲۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰
DO (mg/l)	۴/۵	۲/۱	۵	۵	۴/۵	۵
COD (mg/l)	۶	—	۶/۵	۵/۵	۳	۶/۵
BOD (mg/l)	۲/۵	—	۲/۵	۲	۱/۵	۲/۷
TDS (mg/l)	۵۲۰	۹۲۰	۶۲۰	۶۸۰	۶۰۰	۷۰۰

۵-۴- تأثیر پساب کارخانه بر محصولات زراعی کارخانه

نتایج حاصل از تعیین آنالیز کامل عناصر شیمیایی موجود در محصولات کشت شده در زمین- های اطراف کارخانه که با روش ICP انجام گرفت در جدول ۵ - ۱۶ آورده شده است. ارزیابی آماری حاصل از این داده‌ها نیز در جدول ۵-۱۷ گزارش می‌شود.

غلظت سرب در دو نمونه مرکب برداشت شده از اندام هوایی گندم، بیش از حد سمیت برای گیاه می- باشد. با توجه به آنچه در مورد غلظت نسبتاً بالای این عنصر در خاک سطحی منطقه گزارش شده است، همانطور که ذکر شد مزارع تحت کشت گندم آن منطقه در مجاورت جاده و تحت تأثیر سرب رها شده در محیط ناشی از عبور وسایل نقلیه هستند. اثر پذیری گیاهان از سرب رها شده از این طریق در برخی سایر تحقیقات نیز گزارش شده است (امینی و هودجی، ۱۳۸۷؛ امینی و همکاران، ۱۳۸۷). غلظت بُر در نمونه‌ها بیش از حد سمیت می‌باشد که می‌تواند در ارتباط با مقدار بالای این عنصر در پساب خروجی باشد که قبلاً به آن اشاره شده است. تدین (۱۳۸۶) کاهش غلظت این عنصر را در اندام هوایی گندم تحت تیمار آبیاری با پساب کارخانه قند گزارش کرده است، زیرا که مقدار بُر در خاک تحت کشت بسیار اندک بوده و با قلیایی شدن محیط خاک، از فراهمی آن برای گیاه کاسته شده است، همچنین پساب کارخانه نیز حاوی غلظت اندکی از این عنصر بوده است. غلظت روی به طور میانگین در حد بحرانی برای سمیت و حداکثر مقدار مشاهده شده‌ی آن بیش از حد سمیت است. غلظت مس نیز در اندام‌های هوایی گندم کشت شده در اراضی اطراف کارخانه بیش از حد سمیت می‌باشد. استفاده از کودهای با ترکیبات عناصر مذکور عاملی برای افزایش غلظت آن‌ها در اندام‌های گیاهی است. مقدار منگنز و کروم در نمونه‌های گیاهی نیز به همین دلیل بیش از مقدار طبیعی آن می‌باشد. در نواحی مختلف جهان غلظت مواد معدنی در گیاهان بستگی به اثر متقابل عوامل متعددی از قبیل خاک، گونه‌های گیاهی، مراحل رشد، اقلیم، تولید و مدیریت کشت و اثر متقابل عناصر در زمان جذب دارد (ورمقانی و همکاران، ۱۳۸۵). از جمله عوامل اصلی افزایش غلظت عناصری چون روی، مس، کادمیوم، نیکل، منگنز و سرب افزایش مصرف مواد حاصلخیز کننده، اصلاح کننده، آفت-

کش‌ها و فاضلاب‌ها در زمین‌های کشاورزی می‌باشد (تدین، ۱۳۸۶). جذب فلزات سنگین توسط گیاهان نه تنها متأثر از غلظت آن‌ها در خاک، شکل‌های آن‌ها و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک است، بلکه به تغذیه گیاه، مرحله رشد و بسیاری عوامل دیگر نیز بستگی دارد (ترابیان و مهجوری، ۱۳۸۱).

جدول ۵- ۱۶ غلظت برخی عناصر موجود در اندام هوایی گندم کشت شده در زمین‌های اطراف کارخانه (mg/kg)

نمونه	S5	S4	S3	S2	S1	نمونه	S5	S4	S3	S2	S1	نمونه
عنصر						عنصر						عنصر
	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۱	۰/۱	Cs	۲۲/۱۰	۲۲/۶۷	۱۰/۲۷	۱۵/۹۷	۱۶/۹۱	Mo
	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	Ge	۵۹/۳۹	۵۷/۰۲	۶۲/۹۴	۶۰/۲۶	۸۴	Cu
	<۰/۰۲	<۰/۰۲	<۰/۰۲	<۰/۰۲	<۰/۰۲	Hf	۱/۲۸	۴/۱۰	۰/۹۰	۰/۷۶	۲۸/۲۴	Pb
	<۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	Nb	۱۱۶/۶	۱۷۶/۳	۱۶۵/۱	۲۰۰/۴	۲۲۰/۶	Zn
	۴۶/۶	۲۱	۱۶/۶	۲۴/۹	۳۷	Rb	۰/۲۵۹	۰/۲۹۶	۰/۱۸۸	۰/۲۸	۰/۱۶۸	Ag
	<۰/۱	۰/۴	<۰/۱	<۰/۱	۰/۲	Sn	۱/۳	۴/۵	۴/۴	۲/۳	۲/۲	Ni
	<۰/۰۵	<۰/۰۵	<۰/۰۵	<۰/۰۵	<۰/۰۵	Ta	۰/۱<	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۳	Co
	<۰/۱	۰/۳	<۰/۱	<۰/۱	۰/۲	Zr	۱۳۸	۱۲۱	۲۶۲	۱۸۰	۲۴۰	Mn
	۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۷	Y	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۵	% Fe
	۰/۳	۰/۶	۰/۴	۰/۵	۰/۶	Ce	۰/۳	۰/۹	۰/۶	۰/۸	۱/۱	As
	<۰/۰۲	<۰/۰۲	<۰/۰۲	<۰/۰۲	<۰/۰۲	In	۰/۲	۰/۸	۰/۲	۰/۲	۰/۲	U
	۰/۳۷	۰/۱۷	۰/۱۹	۱۵۰	۰/۳۴	Re	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	.	۰/۰۰۲	Au
	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	Be	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	۰/۱<	Th
	۲۶/۴	۳۳/۵	۲۳/۲	۱۷/۲	۲۴/۳	Li	۴۷۲/۱	۷۱۸/۶	۵۶۸/۷	۵۵۹/۲	۵۴۵/۲	Sr
	۰/۰۱	۰/۰۳	<۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	Pd	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۳۵	Cd
	۲<	۲<	۲<	۲<	۲<	Pt	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۲<	۰/۰۲<	۰/۰۳	Sb
	۷/۰۸	۱۰>	۱/۰۵	۷/۵۴	۹/۰۱۴	%Na	۰/۱۸	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۳۵	Bi
	۱۰>	۱۰>	۱۰>	۱۰>	۱۰>	%K	<۲	<۲	<۲	<۲	<۲	V
	۰/۱<	۰/۱<	۰/۱<	۰/۱<	۰/۱<	W	۲/۰۷	۳/۹۶	۲/۵۸	۲/۳۴	۲/۱۰	%Ca
	۰/۷	۰/۶	۰/۸	۱	۱/۵	Sc	۲/۶۲	۲/۶۵	۳/۰۲	۲/۳۸	۳/۰۷	% P
	۰/۰۲<	۰/۰۲<	۰/۰۲<	۰/۰۲<	۰/۰۴	Tl	<۰/۵	<۰/۵	<۰/۵	<۰/۵	<۰/۵	La
	۱/۵۱	۲/۵۱	۱/۳۰	۲/۹۳	۲/۵۱	%S	۰/۶	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۶/۶	Cr
	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<	Hg	۱/۴۹	۱/۹۳	۱/۳۴	۱/۳۳	۱/۶	% Mg
	<۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	<۰/۱	Se	۹/۳	۳۰/۹	۳۳/۴	۱۰/۶	۱۰/۱	Ba
	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	Te	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	% Ti
	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	Ga	۳۶۸	۹۹	۲۵۲	۱۴۹	۱۵۱	B
							۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	% Al

از بین عناصر ضروری مقادیر غلظت‌های فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد و آلومینیوم در حد طبیعی و کافی برای رشد است که با توجه به مرحله رشد گیاه برای رسیدن به بلوغ، اندکی افزایش در

برخی غلظت‌ها مشاهده می‌شود. غلظت کبالت کمتر از حد معمول است که با توجه به غلظت گزارش شده‌ی آن در اراضی تحت تأثیر به دلیل فراهمی کم این عنصر در محیط قلیایی می‌باشد. اما غلظت سدیم در نمونه‌ها بالا است. با توجه به اینکه آبیاری این اراضی با آب چاه‌های حسین‌زاده و زارع توأم با پساب کارخانه صورت می‌پذیرد، این فزونی غلظت را می‌توان به محتوای شور آب این دو چاه مربوط دانست.

جدول (۵- ۱۷) ارزیابی آماری نتایج تعیین عناصر در اندام هوایی گندم کشت شده در زمین‌های اطراف کارخانه

پارامتر	میانگین حسابی	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)	حداکثر	حداقل	دامنه تغییرات
Mo	۱۷/۶۴	۵/۱۵	۲۹/۲	۲۲/۹۷	۱۰/۲۷	۱۲/۷
Cu	۶۴/۷۲	۱۰/۹۸	۱۶/۹۷	۸۴	۵۷/۰۲	۲۶/۹۸
Pb	۷/۰۶	۱۱/۹۲	۱۶۸/۸۴	۲۸/۲۴	۰/۷۶	۲۷/۴۸
Zn	۱۷۵/۸	۳۲/۴۷	۲۲/۴۵	۲۲۰/۶	۱۱۶/۶	۱۰۴
Ag	۲۳۸/۲	۵۶/۹۴	۲۳/۹	۲۹۶	۱۶۸	۱۲۸
Ni	۲/۹۴	۱/۴۳	۴۸/۶۴	۴/۵	۱/۳	۳/۲
Co	۰/۲۲	۰/۰۸	۳۶/۳۶	۰/۳	۰/۱	۰/۲
Mn	۱۸۸/۲	۶۱/۷۱	۳۲/۷۹	۲۶۲	۱۲۱	۱۴۱
Fe	۰/۰۶	۰/۰۱	۱۶/۶۷	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۳
As	۰/۷۴	۰/۳	۴۰/۵۴	۱/۱	۰/۳	۰/۸
U	۰/۳۲	۰/۲۷	۸۴/۳۸	۰/۸	۰/۲	۰/۶
Au	۱/۵۴	۰/۶۲	۴۰/۲۶	۲/۲	۰/۷	۱/۵
Sr	۵۷۲/۷۶	۸۹/۹۵	۱۵/۷	۷۱۸/۶	۴۷۲/۱	۲۶۴/۵
Cd	۰/۱	۰/۱۴	۱۴۰	۰/۳۵	۰/۰۲	۰/۳۳
Sb	۰/۰۳	۰/۰۲	۶۶/۶۷	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۵
Bi	۰/۲۷	۰/۰۶	۲۲/۲۲	۰/۳۵	۰/۱۸	۰/۱۷
Ca	۲/۶۱	۰/۷۸	۲۹/۸۹	۳/۹۶	۲/۰۷	۱/۸۹
P	۲/۷۵	۰/۲۹	۱۰/۵۵	۳/۰۷	۲/۳۹	۰/۶۸
La	۰/۵	۰	-	۰/۵	۰/۵	۰
Cr	۲/۱۸	۲/۴۹	۱۱۴/۲۲	۶/۶	۰/۶	۶
Mg	۱/۵۴	۰/۲۵	۱۶/۲۳	۱/۹۳	۱/۳۳	۰/۶
Ba	۱۸/۸۶	۱۲/۱۷	۶۴/۵۳	۳۳/۴	۹/۳	۲۴/۱
Ti	۰/۰۱	۰	-	۰/۰۱	۰/۰۱	۰
B	۲۰۳/۸	۱۰۷/۳۱	۵۲/۶۵	۳۶۸	۹۹	۲۶۹
Al	۰/۰۴	۰/۰۱	۲۵	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۳
Na	۶/۹۴	۳/۴۹	۵۰/۲۹	۱۰	۱/۰۵	۸/۹۵
K	۱۰	۰	-	۱۰	۱۰	۰
W	۰/۱	۰	-	۰/۱	۰/۱	۰
Sc	۰/۹۲	۰/۳۶	۳۹/۱۳	۱/۵	۰/۶	۰/۹

ادامه جدول (۵-۱۷) ارزیابی آماری نتایج تعیین عناصر در اندام هوایی گندم کشت شده در زمین‌های اطراف کارخانه

پارامتر	میانگین حسابی	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)	حداکثر	حداقل	دامنه تغییرات
Y	۰/۱۳	۰/۰۵	۳۸/۴۶	۰/۱۹	۰/۰۷	۰/۱۲
Ce	۰/۴۸	۰/۱۳	۲۷/۰۸	۰/۶	۰/۳	۰/۳
In	۰/۰۲	۰	-	۰/۰۲	۰/۰۲	۰
Re	۳۱۵	۱۳۴/۳۹	۴۲/۶۶	۴۹۶	۱۷۴	۳۲۲
Be	۰/۱	۰	-	۰/۱	۰/۱	۰
Li	۲۴/۹۲	۵/۸۹	۲۳/۶۴	۳۳/۵	۱۷/۲	۱۶/۳
Pd	۱۷/۸	۷/۶۳	۴۲/۸۷	۳۰	۱۰	۲۰
Pt	۲	۰	-	۰	۲	۰
Rb	۲۹/۲۲	۱۲/۳۳	۴۲/۲	۴۶/۶	۱۶/۶	۳۰
Sn	۰/۱۸	۰/۱۳	۷۲/۲۲	۰/۴	۰/۱	۰/۳
Ta	۰/۰۵	۰	-	۰/۰۵	۰/۰۵	۰
Zr	۰/۱۶	۰/۰۹	۵۶/۲۵	۰/۳	۰/۱	۰/۲
Tl	۰/۰۲	۰/۰۱	۵۰	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲
S	۲/۱۵	۰/۷۱	۳۲/۰۲	۲/۹۳	۱/۳	۱/۶۳
Hg	۵	۰	-	۵	۵	۰
Se	۰/۱۴	۰/۰۵	۳۵/۷۱	۰/۲	۰/۱	۱
Te	۰/۰۴	۰/۰۲	۵۰	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۴
Ga	۰/۲	۰	-	۰/۲	۰/۲	۰
Cs	۰/۱۳	۰/۰۵	۳۸/۴۶	۰/۲۱	۰/۱	۰/۱۱
Ge	۰/۱	۰	-	۰/۱	۰/۱	۰
Nb	۰/۰۳	۰/۰۲	۶۶/۶۷	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۳

هرچند که نتایج حاصل از تجزیه گیاهان زراعی منطقه اطراف کارخانه به طور کلی آلودگی شدید این محصولات را به فلزات و ترکیبات آلاینده نشان نداد، لیکن ادامه استفاده از پساب کارخانه جهت آبیاری محصولات به خصوص محصولاتی که به طور مستقیم یا غیر مستقیم به مصارف انسانی می-رسد، ممکن است در دراز مدت خطرات زیست محیطی جدی تری را ایجاد نماید.

فصل ششم

نتیجه گیری و پیشنهادات

۱-۶- نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که پساب کارخانه قند شیروان، دارای بار آلاینده‌گی بیش از حد استاندارد است. کیفیت پساب خروجی آن که غلظت‌های بالای شاخص‌های آلاینده‌گی را نشان می‌دهد به هیچ عنوان جهت مصارف کشاورزی و آبیاری مناسب نیست. این کارخانه فاقد سیستم تصفیه مناسب جهت کاهش آلاینده‌گی پساب می‌باشد، به طوری که لاگون‌های حفر شده حتی به تعداد زیاد در مسیر خروجی پساب تا رهاسازی آن به زمین‌های زراعی تأثیر قابل توجهی بر روند بهبود کیفیت آن نداشته‌اند. نحوه احداث این لاگون‌ها و نیز ظرفیت در نظر گرفته شده برای حجم پساب ذخیره در آن‌ها نامناسب بوده، به طوری که در زمان اوج فعالیت کارخانه و حجم بالای پساب خروجی، پساب از دیواره‌های لاگون سرریز شده و مستقیماً به اراضی تحت کشت مجاور که فاصله نزدیکی تا لاگون‌ها دارند و نیز به درون کانال‌های حفر شده حاوی آب چاه که در حاشیه این اراضی قرار دارند تخلیه می‌شود. فلزات سنگین در پساب کارخانه قند غلظت بالایی ندارند و بیشترین غلظت تعیین شده در پساب مربوط به دو عنصر کلسیم و منیزیم است.

به واسطه‌ی ماهیت قلیایی پساب کارخانه و بالا بودن غلظت املاح در آن، خاک تحت تأثیر رهاسازی این پساب به شدت شور و آهکی شده است. به ویژه در نقاطی که گل‌های کربناته انباشته شده‌اند با هر بارش باران و یا سرریز پساب، جریان آلاینده‌ای بر سطح خاک رها می‌شود که علاوه بر بوی بسیار نامطبوع و متعفن، اراضی را از لحاظ هر نوع کاربری با محدودیت شدید روبرو می‌سازد. در مجموع تغییرات هم‌هنگ آهک، pH، EC، مواد آلی و غلظت کلسیم و منیزیم بیش از همه در خاک تحت تأثیر پساب مشهود است.

همانطور که در گزارشات مکرر سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی در غالب تمدید هر ساله طرح ممنوعیت دشت شیروان آورده شده است، با توجه به اقلیم نیمه خشک منطقه، وقوع خشکسالی‌های اخیر، از طرفی افزایش تقاضای مصرف منابع آب با افزایش جمعیت و گسترش فعالیت‌های کشاورزی، در مجموع کاهش سطح آب زیرزمینی در این منطقه فرآیندی قابل پیش‌بینی است. از این رو

جایگزینی سایر منابع آب جهت کشت و آبیاری اراضی کشاورزی از جمله پساب کارخانه قند مورد توجه قرار گرفته است، به ویژه آنکه زمان فعالیت فصلی کارخانه منطبق بر زمان کشت محصول در این ناحیه می‌باشد، که نیاز به آب را افزایش می‌دهد. آنچه از این کاربری نتیجه شده است، نزول کیفیت آب چاه‌ها به واسطه اختلاط آن با پساب کارخانه در زمان آبیاری بوده است که نه تنها کمکی به امر آبیاری اراضی نکرده، بلکه باعث تشدید شوری آب، بالا بردن غلظت برخی عناصر و قلیایی کردن آب آبیاری شده است.

تمرکز بار زیاد املاح محلول و شوری حاصل از آن و نیز غلظت‌های غیر مجاز آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی آب زیرزمینی در چاه‌های پایین دست کارخانه که تحت تأثیر رهاسازی پساب می‌باشند، مشاهده می‌شود. هرچند واقع شدن این چاه‌ها در انتهای شیب توپوگرافی دشت و در ارتفاعی پایین تر از سایر چاه‌ها عاملی جهت کیفیت پایین تر آن‌ها نسبت به چاه‌های بالادست منطقه می‌باشد، اما آنچه که تأثیرپذیری از فعالیت کارخانه را آشکار می‌کند مقدار تغییرات بالا در مسافت‌های نزدیک است که دقیقاً در انتهای مسیر رهاسازی پساب رخ می‌دهد و این نشان دهنده وجود یک منبع آلودگی نقطه‌ای در این بخش است. از بین چهار چاه نمونه برداری شده در پایین دست کارخانه قند و مسیر رهاسازی پساب آن، کیفیت دو چاه از لحاظ هر نوع بهره‌برداری جهت مصارف شرب، کشاورزی و حتی صنعت (به دلیل سختی بالا و رسوب‌گذاری و نیز خاصیت خوردگی آب آن‌ها) نامطلوب ارزیابی می‌شود. دو چاه دیگر در اطراف کارخانه هرچند در مقایسه با سایر چاه‌های بالادست کیفیت پایین تری دارند اما نسبت به چاه‌های مذکور از وضعیت مطلوب تری برخوردارند. همچنین برخی نتایج حاصل از بررسی تغییرات کیفی آب رودخانه اترک نشان داد که افزایش یکباره‌ی pH و مقدار EC و TDS در ایستگاه محل رهاسازی پساب به رودخانه و کاهش اکسیژن محلول آن نسبت به ایستگاه بالادستش، می‌تواند در نتیجه تخلیه پساب کارخانه به این رودخانه باشد.

محصولات کشت شده در اراضی اطراف کارخانه تحت تأثیر کمبود ناشی از کاهش فراهمی برخی عناصر میکرو به دلیل قلیایی بودن خاک در آن منطقه هستند و از طرفی به دلیل استعمال نامتعادل

انواع کودها و حاصلخیزکننده‌های خاک جهت جبران نیاز تغذیه‌ای با خطر سمیت برخی عناصر مواجه شده‌اند. هرچند خاک سطحی منطقه از لحاظ خصوصیات فیزیکی بستر مناسبی برای کشت محصول است اما برخی ویژگی‌های شیمیایی به ویژه شوری و آهکی بودن آن، نیاز آبی گیاهان را برای رشد بالا برده و با توجه به عدم وجود منبع آب مناسب جهت آبیاری و همچنین غیر مجاز ارزیابی شدن پساب جهت جایگزینی در امر آبیاری اراضی، کاهش عملکرد محصول در ناحیه استقرار این کارخانه دور از انتظار نیست.

۲-۶- پیشنهادات

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و نیز بررسی سایر تحقیقات و گزارشات مرتبط با موضوع به ویژه گزارشات مربوط به منطقه مورد مطالعه مواد ذیل پیشنهاد می‌گردد:

- لازم است با اعمال روش تصفیه بهتر پساب از جمله به کارگیری پمپ‌های هوادهی در لاگون سوم که حجم بیشتری از پساب در آن ذخیره است تا قبل از عبور آن از لاگون‌های بعدی و رهاسازی آن به اراضی اطراف، از بار آلاینده‌ی پساب کاسته شود و به ویژه این اقدام در جهت کاهش BOD و COD پساب بسیار مؤثر خواهد بود. همچنین مواد زائد جامد شامل گل‌های کربناته و تفاله چغندر بایستی در محل‌های مناسب و به روش بهداشتی جمع‌آوری شوند و جهت مصارف مجدد از آن‌ها اقدام شود.

- ضرورت دارد مقدار، نوع و نحوه کوددهی اراضی تحت کشت دشت شیروان بررسی و مدیریت شود و الگوی کشت و کوددهی متناسب با ویژگی‌های خاص منطقه که در این تحقیق به آن اشاره شد ارائه گردد.

- اجرای اقدامات اصلاحی مربوط به خاک‌های شور و آهکی در این منطقه ضروری است. اعمال روش‌های مختلف آبشویی، کاربرد کودها و اصلاح‌کننده‌هایی با خاصیت اسیدی که منجر به تعدیل pH خاک شود، می‌تواند از جمله این اقدامات باشد.

- با توجه به شرایط اقلیمی نیمه خشک منطقه ضرورت استفاده بهینه از منابع آب با رعایت مدیریت اصولی در زمینه حفظ کمی و کیفی آب ضروری است. از این رو در امر کشاورزی در این منطقه به کارگیری الگوی مناسب آبیاری به جای روش سنتی حاضر که آبیاری‌های پی در پی را شامل می‌شود ضرورت دارد. لازم به ذکر است که در این روش حدود ۱۰-۲۰٪ از تمام سموم و حشره‌کش‌هایی که به کار می‌روند در آب محلول گشته و وارد بخش سطحی زیرزمینی می‌شوند، که این پدیده می‌تواند موجب آلوده شدن خاک و آب‌های زیرسطحی گردد (Denis et al., 2002). یک الگوی مناسب در آبیاری، برای مثال آبیاری بارانی، می‌تواند از اثر این پدیده کاسته و مانع از خسارت جدی به مزرعه گردد. به علاوه با کاهش شوری خاک، میزان محصول را نیز افزایش دهد. دیگر روش مدیریت، استفاده تلفیقی از منابع آب شور و شیرین می‌باشد که به دو شکل کاربرد تناوبی و مخلوط کردن این آب‌ها قابلیت اجرایی دارد.

- اگرچه غلظت متوسط فلزات سنگین مورد مطالعه در پساب کارخانه قند در حد پایین و در محدوده مجاز می‌باشد ولی به منظور بالا بردن ضریب اطمینان و بررسی وجود سایر منابع آلاینده (با توجه به حضور کارخانجات سیمان و مجتمع پتروشیمی در حوضه آبریز دشت شیروان)، پیشنهاد می‌گردد پایش دقیق و نمونه‌گیری از منابع آب زیرزمینی به منظور بررسی غلظت این عناصر علاوه بر بررسی پارامترهای معمول کیفی، در مدت زمان وسیع‌تر و با تعداد نمونه‌های بیشتر صورت پذیرد.

- پیشنهاد می‌گردد علاوه بر کارخانه قند، کلیه صنایع، واحدهای تولیدی و منابع آلوده‌کننده انسانی و طبیعی در مسیر رودخانه اترک مورد بررسی قرار گیرند و از پساب خروجی صنایع پیرامون این منبع نمونه‌گیری شود زیرا تغییرات غلظت عناصر و شاخص‌های آلاینده‌گی با حضور هر واحد تولیدی در هر ایستگاه (با توجه به آنچه در زمان رهاسازی پساب کارخانه قند در ایستگاه مجاور کارخانه در شیروان مشاهده شد)، بالا می‌باشد.

- با توجه به رابطه بین مواد مغذی خاک، گیاه و زنجیره غذایی موجودات زنده به ویژه زنجیره غذایی انسان، وضعیت عناصر معدنی در خاک و گیاهان تحت کشت منطقه در ارتباط با مباحث حاصلخیزی و تغذیه به طور مجزا بررسی شود.
- با توجه به وجود برخی آلاینده‌ها در پساب کارخانه و خاک‌های اطراف آن پیشنهاد می‌شود تا از کاربرد پساب کارخانه به منظور آبیاری گیاهان زراعی به ویژه محصولاتی که مصارف انسانی دارند خودداری گردد.

منابع

- آزادی نژاد ک. (۱۳۷۸) "نقش مصرف کودها در زراعت گندم" گزارش پژوهشی سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی فارس.
- اصغری مقدم ا. و محمودی ت. (۱۳۸۶) "تاثیر پساب های شهرک صنعتی مراغه بر آلودگی آب های زیرزمینی دشت مراغه - بناب" اولین همایش زمین شناسی زیست محیطی و پزشکی، تهران.
- امینی ح. حاج رسولی ها ش. هودجی م. و نجفی پ. (۱۳۸۷) "بررسی آلودگی فلزات سنگین اتمسفر با استفاده از اقاقیا" همایش منطقه ای کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه آزاد خوی.
- امینی ح. و هودجی م. (۱۳۸۷) "ارزیابی غلظت سرب، کادمیوم، روی، مس و آهن در اقاقیا و خاک در مکان های مختلف اصفهان" همایش منطقه ای کشاورزی، محور رشد توسعه. دانشگاه آزاد اسلامی مرو دشت.
- امینی ح. و هودجی م. (۱۳۸۷) "استفاده از گیاهان بهنوان زیست ردیاب آلودگی هوا" اولین همایش ملی زیست شناسی گیاهی، دانشگاه پیام نور تالش.
- باقری م. (۱۳۷۹). پایان نامه ارشد: "اثرات پساب و سیستم های آبیاری بر برخی خواص فیزیکی، شیمیایی و آلودگی خاک تحت کشت چند محصول زراعی" دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- باقری فام س. لکزیان ا. احمدی ج. فتوت ا. و رحیمی م. (۱۳۷۸) "مقایسه جذب اورانیوم در گیاه سویا و آفتابگردان" دومین همایش ملی کاربرد فناوری هسته ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، کرج. ص ۲۹۴-۳۰۴.
- بای بوردی م. ۱۳۸۲. "فیزیک خاک" چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران.
- بهزاد خ. (۱۳۸۲). "بررسی آلودگی های زیست محیطی صنایع قند کشور و راهکارهای پیشگیری و کاهش آلودگی" طرح پژوهشی سازمان حفاظت محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد.

بهزادی فر و. (۱۳۸۳) پایان نامه کارشناسی ارشد: "پهنه بندی مناطق مستعد اکتشاف آب زیرزمینی دشت قوچان با استفاده از GIS" دانشکده علوم، گروه زمین شناسی، دانشگاه سیستان بلوچستان. پاینده خ. رنگزن ن. و لندی ا. (۱۳۸۵) "اثر آبیاری با پساب بر کیفیت خاک تحت کشت گیاه سورگوم" همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار، کرج. پولس ا. اموندو. ورلو. و ورنست. (۱۳۸۵) "نالیز خاک و گیاه" ترجمه: غازان شاهی ج. انتشارات آبیژ، تهران.

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس (۱۳۸۰) "استاندارهای زیست محیطی" ص ۳۱۳. پناه پور ا. افیونی م. همایی م. و هودجی م. (۱۳۸۷) "حرکت کادمیم، کروم و کبالت در خاک تیمار شده با لجن فاضلاب و نمک این فلزات و جذب آن توسط سبزیجات در منطقه شرق اصفهان" مجله آب و فاضلاب. شماره ۱۹، دوره ۶۷، ص ۹-۱۷.

پور یوسفی م. (۱۳۷۹) پایان نامه کارشناسی ارشد: "مطالعه روش‌های تصفیه پساب کارخانجات قند سازی با هدف بازیافت در مقیاس پایلوت" دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز. پیس، استوان و بنتون جونز. (۱۳۸۲) "مرجع عناصر کمیاب (جزئی)" ترجمه ی عابدی، محمدجواد و ناصر هنرجو. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

تائبی ا. سامانی س. و ابطحی م. (۱۳۸۶) "ارتباط عوامل ترافیکی با غلظت سرب و کادمیوم در خاک حاشیه خیابان‌های شهری" پژوهش‌نامه حمل و نقل، دوره ۴، شماره ۳، ص ۱۹۵-۲۰۵.

تدین م. (۱۳۸۳) "ارزیابی پساب کارخانجات قند بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گیاهان زراعی در استان فارس" طرح کار گروه پژوهش و فناوری اطلاعات استان فارس، دانشگاه شیراز. تدین م. (۱۳۸۶) "تأثیر پساب کارخانه قند بر درصد عناصر اندام هوایی، عملکرد و اجرای عملکرد دو رقم گندم" مجله علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۵.

تدین م. (۱۳۸۵) "ارزیابی پساب کارخانجات قند بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گیاهان" طرح پژوهشی دانشگاه شیراز.

ترابیان ع. و مهجوری م. (۱۳۸۱) "بررسی اثر آبیاری با فاضلاب روی جذب فلزات سنگین به وسیله سبزی‌های برگ‌ی جنوب تهران" علوم خاک و آب، دوره ۶، ص ۱۹۶-۱۸۹.

ترابیان ع و مهجوری م. (۱۳۷۸) "بررسی وضعیت فاضلاب‌های صنعتی - تولیدی در صنایع تهران" مجله آب و فاضلاب، دوره ۱۵، ص ۴۴-۳۴.

ثنایی غ. (۱۳۸۱) "سم‌شناسی صنعتی" چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران.

جلیلی م. و خاکپور ا. (۱۳۸۵) "اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مُند" مجموعه مقالات اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. تهران.

حسینیان م. (۱۳۸۴) "شناسایی آب و شناسایی فاضلاب" چاپ اول. انتشارات احیا پژوهاک اندیشه. تهران. صفحه ۸۵، ۹۱-۹۴.

خادمی ز. ملکوتی م. و دیوی ج. (۱۳۸۶) "اثر اسیدهای آلی ریشه در قابلیت جذب عناصر غذایی در ریزوسفر" مجله علوم آب و خاک، دوره ۲۱، شماره ۲، ص ۱۸۹-۱۷۱.

دفتر مطالعات پایه سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی. (۱۳۸۷) "گزارش تمديد ممنوعیت دشت شیروان".

دفتر مطالعات پایه سازمان آب منطقه‌ای خراسان شمالی. (۱۳۸۳) "گزارش توجیهی تمديد ممنوعیت دشت شیروان".

رازی پ. و تائبی ا. (۱۳۸۳) "شستشوی اولیه آلاینده‌ها توسط رواناب‌های سطحی" مجله آب و فاضلاب، دوره ۵۲، ص ۱۲-۱۹.

راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب خام، پساب‌ها و آب‌های برگشتی برای مصارف صنعتی و تفریحی. (۱۳۸۷). وزارت نیرو، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی. نشریه شماره ۴۶۲.

رنگزن ن. پاینده خ. و لندی ا. (۱۳۸۵) "بررسی کیفیت پساب بر انباشت عناصر سنگین در دو گیاه سورگوم و شبدر" همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار، کرج.

روستایی ج. میسمی ح. و زرنگاریان ا. (۱۳۸۴) " بکارگیری مدیریت کاهش بار آلاینده ها در پساب خروجی واحدهای صنعتی، مطالعه موردی کارخانجات رنگرزی صنایع نساجی " اولین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE، تهران.

رحمانی ح. (۱۳۸۲) " خصوصیات شیمیایی و غلظت برخی عناصر سنگین در پساب واحدهای صنعتی نساجی شهر یزد " مجله محیط شناسی، شماره ۲۹، دوره ۳۱، ص ۳۱-۳۶.

زهتابیان غ. نظیفی امام ع. علوی پناه ک. و جعفری م. (۱۳۸۲) " بررسی کیفیت آب رودخانه جاجرود در ورامین " مجله بیابان، جلد ۸.

سالاردینی ع. (۱۳۸۵) " حاصلخیزی خاک " چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران.

سامانی مجد س. تائبی ا. و افیونی م. (۱۳۸۶) " آلودگی خاک حاشیه خیابان های شهری به سرب و کادمیوم " مجله محیط شناسی دوره ۳۳ شماره ۳۴، ص ۱-۱۰.

سبحانی ش. و خیردوش ف. (۱۳۸۲) " اصول آزمایشگاهی آب و فاضلاب " چاپ دوم. انتشارات طاق بستان. کرمانشاه.

سردارشیبانی م. (۱۳۷۰) پایان نامه کارشناسی ارشد: " مطالعه ژئوفیزیکی دشت شیروان " مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

صالحی ا. طبری م. داورپناه ا. و شهسواری پور ن. (۱۳۸۶) " مزایا و خطرات زیست محیطی استفاده مجدد از فاضلاب در آبیاری ". نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان.

عابدی کوپایی ج. و باقری م. (۱۳۸۰) " اثرات زیست محیطی آبیاری با پساب تصفیه شده بر منابع آب زیرزمینی " مجموعه مقالات همایش اثرات زیست محیطی پساب های کشاورزی بر آب های سطحی و زیرزمینی، ص ۶۵-۷۲.

علایی م. (۱۳۷۸) " بررسی هیدروشیمیایی آب های زیرزمینی دشت شیروان و نقش آن در توسعه و گسترش شیروان " مجموعه مقالات سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران، شیراز.

علیزاده ا. (۱۳۸۷) " رابطه آب، خاک و گیاه " چاپ ششم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

فروزنده شهرکی ک. (۱۳۸۳) "اصول تصفیه بهسازی منابع آب" چاپ اول. انتشارات دانشگاه پیام نور. تهران. ص ۷۳-۷۵.

قائمی ع. (۱۳۸۱) پایان نامه دکتری: "بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک و مرفولوژیک مؤثر بر افزایش عملکرد کمی و کیفی چغندر قند" دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

کاظمی گلپان ر. کمال م. و محمدی گلرنگ ب. (۱۳۸۲) "بررسی رفتار آبخوان‌های آبرفتی با استفاده از هیدروگراف چاه‌های پیزومتری، مطالعه موردی: دشت قوچان" هفتمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، اصفهان.

کاظمی گلپان ر. (۱۳۸۱) پایان نامه کارشناسی ارشد: "ارزیابی هیدروژئولوژیکی و مدیریت آبخوان قوچان - شیروان با استفاده از مدل عددی MODFLOW-2000" دانشکده علوم زمین، دانشگاه شیراز.

کریمی ی. (۱۳۷۳) "مطالعه حوزه آبریز رودخانه‌های کر و سیوند" طرح تحقیقاتی اداره کل حفاظت محیط زیست استان فارس. شیراز.

کفیل زاده ف. کارگر م. و کدیور ا. (۱۳۸۵) "بررسی غلظت کادمیوم، روی، مس، آهن و نیکل در رودخانه خشک شیراز و برخی محصولات کشاورزی مجاور" مجله علوم تکنولوژی محیط زیست، دوره ۸، شماره ۴، ص ۶۷-۷۵.

گلچین ا. و شفیعی س. (۱۳۸۵) "بررسی تاثیر کارخانه سرب و روی زنجان بر آلودگی خاک تا شعاع ۱۰ کیلومتری کارخانه" همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار، کرج.

لاهیجان‌زاده ا. (۱۳۷۶) پایان نامه کارشناسی ارشد: "اندازه‌گیری و تعیین میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیم، سرب در آب و ماهیان رودخانه‌های کارون و دز" دانشگاه گچساران.

محمداسماعیلی فرح. (۱۳۷۹) پایان نامه کارشناسی ارشد: "طراحی روشهای مهندسی کاهش آلاینده‌های پساب صنایع غذایی" دانشکده شیمی، دانشگاه تربیت مدرس.

محمدی م. (۱۳۸۵) "خاک‌شناسی کشاورزی" چاپ اول، انتشارات سپهر، تهران، ص ۱۴.

مسافری م. (۱۳۸۱) "مقدمه ای بر مدیریت فاضلاب صنایع غذایی" چاپ اول. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. تهران. ص ۱۳-۱۵.

مستشاری م. (۱۳۸۰) "بررسی تاثیر مصرف فاضلاب های صنعتی در آلودگی مزارع گندم و جو" مجله ترویج و آموزش کشاورزی.

مشکوه م. و ثامنی ع. (۱۳۷۹) "تاثیر شوری و قلیائیت آب بر ضریب آبگذری خاکهای مناطق خشک". دومین همایش ملی فرسایش و رسوب، خرم آباد.

معاونت تحقیقاتی سازمان حفاظت محیط زیست. (۱۳۷۱) استاندارد خروجی فاضلاب ها، انتشارات دفتر آموزش زیست محیطی، ص ۱۰.

معاونت تحقیقاتی سازمان حفاظت محیط زیست. (۱۳۷۹) "مجموعه قوانین محیط زیست ایران" انتشارات دفتر آموزش زیست محیطی.

مقیمی م. (۱۳۷۰) "جغرافیای تاریخی شیروان" چاپ اول، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

موحدیان ف. (۱۳۷۹) پایان نامه ارشد: "بررسی تاثیر پساب و لجن صنعتی روی غلظت عناصر غذایی پر نیاز و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک در شرایط مزرعه ای" دانشگاه صنعتی اصفهان.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شماره استاندارد ۲۳۴۸، روش نمونه برداری آب.

نجفی پیام. طباطبائی ح. و امینی ح. (۱۳۸۵) "بررسی تاثیر آبیاری با فاضلاب کارخانه قند اصفهان بر ویژگی های فیزیکی خاک" طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

نخعی مقدم م. و خطیب ح. (۱۳۸۶) "بررسی کیفیت آب آبیاری در کشت محصولات گلخانه ای منطقه سیستان" اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه ای، کرج.

نظری م. شریعتمداری ح. افیونی م. مبلی م. و رحیلی ش. (۱۳۸۵) "اثر کاربرد پساب و لجن فاضلاب صنعتی بر غلظت برخی عناصر و عملکرد گندم، جو، ذرت" مجله علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، جلد ۱۰، شماره ۳، ص ۹۷-۱۱۰.

ورمقانی ص. موسوی م. و جعفری ه. (۱۳۸۵) "تعیین عناصر معدنی گیاهان مرتعی استان ایلام" پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی شماره ۷۳، ص ۱۰۴.

هودجی م. و جلالیان ا. (۱۳۸۳) "پراکنش نیکل، منگنز، کادمیوم در خاک و محصولات کشاورزی در منطقه استقرار مجتمع فولاد مبارکه" مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۸، شماره ۳.

هودجی م. و جلالیان ا. (۱۳۸۴) "پراکنش آهن، روی و سرب در خاک و محصولات کشاورزی در منطقه استقرار مجتمع فولاد مبارکه" مجله محیط شناسی. دوره ۳۰، ص ۱۵-۲۶.

هودجی م. و صدر ارحامی ا. (۱۳۸۷) "غلظت منگنز و نیکل در خاک و گونه های گیاهی در منطقه استقرار کارخانه ذوب آهن اصفهان" مجله پژوهش در علوم کشاورزی، دوره ۲۴، ص ۳۳-۲۴.

Aleem A. and Malik A. (2002) "Genotoxic hazards of long-term application of wastewater on agricultural soil" J. of. Genetic toxicology and environmental mutagenesis, Vol. 538 : 145-154.

Ansari. M. I. and Malik A. (2006) "Biosorption of nickel and cadmium by metal resistant bacterial isolates from agricultural soil irrigated with industrial wastewater" J. of. Bioresource Technology. Vol. 98: 3149-3153.

Denis E. Raes D. LeGal P. (2001) "Evaluation of the salinization pattern of irrigated fields in the Maniçoba irrigation scheme (Brazil)" Bio-engineer in agricultural sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.

Duker Schein J.I. (1999) "Cadmium and mercury in emergent Majflies from the upper Mississippi River" J. of. Arch. Environ. Contam. Toxicol. Vol. 23, No.109: 723-738.

Frontalini F. Buosi C. Pelo S.D. Coccioni R. Cherchi A. and Bucci C. (2009) "Benthic foraminifera as bio-indicators of trace element pollution in the heavily contaminated Santa Gilla lagoon (Cagliari, Italy)" Marine Pollution Bulletin.

Kabata- Pendias, A.A. and H. Pendias. 1994. Trace Elements in Soils and Plants. 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, Florida.

Lefebvre o. and Moletta R. (2006) "Treatment of organic pollution in industrial saline wastewater" J. of. Water research. Vol. 40: 3671-3682.

Logan T.J. and Chaney R.L. (1983) "Utilization of municipal wastewater and sludge on land-metals" Workshop on Utilization of Municipal Waste Water and Sludge on Land. University of California, Riverside. Pp. 235-326

- Method of soil analysis. Soil Science Society of America Book, No 5
- Minamata K. (1986). Disease strikes in Jakarta. Association Water Pollution Control News Letter. No .23, pp.171-185.
- Mousa S.M. and Jamal O.J. (2002) “potential of industrial wastewater reuse” Desalination. Vol. 152: 281-289.
- Pais, I.J., Benton Jones. Jr., 1997. “*The handbook of trace elements*”. St. Lucie press Boca Raton pub., Florida.
- Premadas A. Srivastava P.K. (1998) “ rapid laser fluorimetric method for the determination of uranium in soil, ultrabasic rock, plant ash, coal fly and red mud samples” J.of. Radioanalytical and nuclear chemistry Vol. 1: 23_27
- Ramelow R. (1992) “The identification of point sources of heavy metals in industrially impacted water way by periphyton and surface sediment monitoring” Water Air and Soil Pollution. Vol. 65, No. 157:.527-641.
- Rauret G. (1998) “Determination and specification of copper and lead in sediments of Mediterranean river (River Tenes, Catalonia, Spain) ” .Water. Res . Vol . 22, No. 449: 83-96.
- Sheila M. Ross S.M. (1996) “*Toxic metals in soil, plant system*” John Wily & sons Inc., New york.
- Sirianuntapiboon S. and Nimnun N. (1999) “Management of water consumption and wastewater of seafood processing industries in Thailand” Suranaree J. of. Science and Technology (Thailand). Vol.6: 158 _ 167.
- Simeonov V. Massart D.L. Andreev G. and Tsakovski S. (1999). “Assesment of metal pollution based on multivariate statistical modeling of hot spot sediments from the Black Sea” J. of. Chemosfer. Vol. 41: 1411 – 1417.
- Sukkariyah B.F. (2003) PHD.thesis: “Trace Metals Mobility in Soils and Availability to Plants from a Long-Term Biosolids Amended Soil” faculty of the Virginia Polytechnic Institute
- Tabatabaei S.H Najafi P. Amini H. (2007) Assessment of change in soil water content properties irrigated with industrial sugar Beet wastewater Pakistan J. of. Biological sciences, Vol. 10: 1649-1654
- Tadarovsky R. Koler I. (1993) “on the uranium content in some technogenic products potential environmental pollutions” J.of. Radioanalytical and nuclear chemistry Vol. 5: 45-41

Tahir N.M. Chee P.S. and Jaafar M. (2007) “determination of heavy metals content in soils and indoor dusts from nurseries in Dungun, Terengganu” J. of. Analytical Sciences, Vol. 11, No. 1: 280-286.

19-Tandon H.L. (1989) Fertilizer management in food crops. Fertilizer development and consultation organization. J of New Delhi India, p. 191-198.

U.S.Environmental Protection Agency (EPA), Ground water & Drinking water Contaminants and MCLs, 2003.

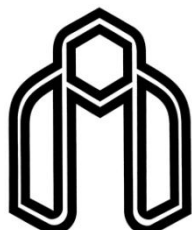
WHO. Guideline for drinking water quality, 2004, Available <http://www.who.int/en/>.

Zheng B. Guo Q. Wei Y. Deng D. Ma K. Liu J. Zhao J. Zhang X. and Zhao Y. (2006) “Water source protection and industrial development in the Shandong Peninsula” J. of. Resources, Conversation and Recycling. Vol. 52: 1065-1076.

Abstract

Shirvan is located at Northern Khorasan province, north east of Iran and it is part of the Shirvan-Ghochan wide plain in Atrak aquifer. The climate is semiarid to temperate with annual temperature and average rainfall of 9.95 degree of centigrade and 247 mm, respectively. Shirvan sugar industry is located at 13 Kilometers far from Shirvan town in the west. Slope side of the area was recognized to upstream and downstream using underground water resources data as well as topographic maps. Wastewater of the factory was sampled twice in accordance the period of high production activity. Wastewater samples were taken from three resources, the first and third lagoons and also discharge point to the field. After analyzing some pollution indexes including BOD, COD, TSS, TDS, EC and pH, the concentrations of all chemical elements were measured using ICP spectroscopy. Twenty soil samples were also collected in regard to uniform distribution in the area. Eleven soil samples were affected by wastewater flow and carbonate mud in downstream and 9 samples belong to the upstream. Some physical and chemical soil properties were also measured using standard frequently used methods. Water samples were collected from 11 wells (4 wells around the factory in downstream and 7 wells in the upstream area) and some of their qualitative parameters were also determined using standard frequently used methods and evaluation of groundwater for industrial, domestic and irrigation uses was then executed. Water quality indexes and graphs were also investigated using different software. The nearest surface water resources to the sugar factory, Atrak river, was also sampled in two station and pollution indexes evaluated with comparison between the data values recorded during three continuous years, with focus on the time which wastewater was discharged into the river. To investigate the accumulation of some elements in crops, two fields which were irrigated by wastewater during two past years, were selected for sampling and five plant samples were collected from 10 random points across the field and were analyzed using ICP. The distribution of physical and chemical parameters and concentrations of elements in the area were discussed statistically. The results showed that the factory has alkaline wastewater and pollution indexes in samples were shown values more than allowed limited of environmental protection standards. The results also showed low water quality in all wells located in downstream area compared to upstream. High level of salinity and high concentrations of major ions in these wells suggested that the factory caused degradation of water quality. Two wells nearby the factory with electrical conductivity more 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and total dissolved solid more than 3000 mg/l were not suitable for any utilization at all. In overall more than 72 percent of wells were classified in C3 for agricultural use. Discharging wastewater into the river was caused the increase of 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in EC, 400 mg/l in TDS and 2 units in pH. Also, the amount of dissolved oxygen was decreased to half in downstream compared to upstream station. Furthermore salinity as well as carbonate in the soil of downstream area decreased the micro nutrients availability to crops. The results also showed that there was no obvious soil pollution by trace elements however the concentrations of some elements were higher than natural limits in surface soil and crops which could be due to the extensive application of pesticides and fertilizers in the area. The average concentrations of Pb were also found to be greater in the plant samples which are expected to be due to their locations that were close to the main road.

Keyword: Shirvan, Sugar industry, Wastewater, Water quality, Soil pollution.



Shahrood University of Technology

**Faculty of Agriculture
Department of Water and Soil**

MSc Thesis

**Investigation on the Effects of Wastwater of Shirvan Sugar
Industry on Some Soil Physical and Chemical Characteristics
and Water Resources Quality of the Area**

Samira Mohammadi Sadabad

**Supervisor:
Dr. Hadi Ghorbani**

**Advisor:
Dr. Ali Abbaspoor**

March 2010