

به نام خدا

**اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم
در رودخانه مند**

اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر

کارفرما:

جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

مشاور:

مرداد ماه ۱۳۸۵

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۶	فصل اول - کلیات
۶	۱-۱- مقدمه
۷	۱-۲- اهمیت موضوع
۸	۱-۲- اهمیت موضوع
۹	۱-۳- دلایل انتخاب موضوع
۹	۱-۴- اهداف مطالعه
۹	۱-۴-۱- اهداف اصلی
۱۰	۱-۴-۲- اهداف فرعی
۱۰	۱-۵- روش تحقیق
۱۱	۱-۶- حدود و موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه مند
۱۱	۱-۶-۱- موقعیت رودخانه مند در کشور و حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان
۱۶	۱-۶-۲- سرچشمه ها
۲۲	۱-۶-۳- هواشناسی حوضه
۲۷	۱-۶-۴- هیدرولوژی حوضه
۲۹	۱-۶-۵- جغرافیای حوضه
۳۱	۱-۶-۶- کشاورزی حوضه
۳۹	۱-۶-۷- صنعت در حوضه
۴۹	۱-۶-۸- شهرنشینی در حوضه
۵۴	۱-۷- بررسی چگونگی ورود و اثرات فلزات مورد مطالعه در محیط پیرامون
۵۴	۱-۷-۱- کادمیوم
۶۰	۱-۷-۲- سرب
۶۵	۱-۷-۳- روی
۷۲	۱-۸- تعاریف و اصطلاحات
۷۲	۱-۸-۱- خصوصیات فیزیکی آب
۸۰	فصل دوم - مواد و روشها
۸۰	۲-۱- مقدمه
۸۰	۲-۲- مواد
۸۱	۲-۳- تجهیزات
۸۲	۲-۳- تجهیزات
۸۲	۲-۳-۱- ظروف مورد استفاده
۸۳	۲-۳-۲- دستگاههای مورد نیاز

۸۳	۲-۴-۲- روشها
۸۴	۲-۴-۲- روشها
۸۴	۲-۴-۱- روش های مطالعات میدانی
۸۹	۲-۴-۲- روشهای نمونه برداری و آزمایشگاهی
۸۹	۲-۴-۲-۱-۱- آماده سازی ظروف نمونه گیری سنجش فلزات سنگین
۹۰	۲-۴-۲-۱-۲- اصول نمونه برداری از آب جهت تعیین غلظت فلزات سنگین
۹۳	۲-۴-۲-۲-۱- دستگاهها، روشها و اصول اندازه گیری فلزات
۹۸	فصل سوم-نتایج
۹۸	۳-۱- مقدمه
۹۹	۳-۲- یافته ها
۱۰۴	۳-۳- تجزیه و تحلیل آماری نتایج
۱۱۰	فصل چهارم-بحث و نتیجه
۱۱۰	۴-۱- مقدمه
۱۱۰	۴-۲- بررسی روند تغییرت فلزات مورد بررسی در مسیر رودخانه مند
۱۱۰	۴-۲-۱- تغییرات سرب
۱۱۱	۴-۲-۲- تغییرات کادمیوم
۱۱۲	۴-۲-۳- تغییرت روی
۱۱۳	۴-۳- مقایسه کیفیت ایستگاههای مورد مطالعه از لحاظ فلزات سنگین
۱۱۴	۴-۴- مقایسه کیفیت آب و منابع آلاینده با استانداردهای جهانی و ایران
۱۱۴	۴-۴-۱- استاندارد آب آشامیدنی در ایران
۱۱۷	۴-۴-۲- استانداردهای بین المللی آب آشامیدنی
۱۲۰	۴-۵- پیشنهادات
۱۲۱	منابع و مراجع

فصل اول

کلیات

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

با توجه به اهمیت آب در جوامع گذشته عموماً تمدن‌ها در مجاورت و یا بین رودخانه‌های بزرگ شکل می‌گرفت که از آن جمله می‌توان به تمدن بین‌النهرین و ماوراءالنهر اشاره نمود. با رشد و توسعه جوامع بشری این تمدن‌ها بعضاً این رودخانه‌ها را در بر می‌گرفتند و شهرهایی مثل اصفهان، اهواز، برلین و موارد مشابه شکل می‌گرفت. پسماندها و پسابهای شهری، صنعتی، تولیدی و خدماتی در ابتدای رشد جوامع کوچک 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. با این تصور بود که رودخانه می‌سی‌سی‌پی به مجرای پر از زباله‌های شهری و صنعتی تبدیل شد تا سال ۱۹۲۸ که دفع زباله به رودخانه‌های بعضی از ایالت‌های آمریکا ممنوع شد و از سال ۱۹۶۵ قوانین خاصی جهت دفع انواع آلاینده و پسابهای صنعتی و شهری وضع گردید.

با وجود اینکه قوانین خاصی جهت دفع آلاینده‌ها در اکثر کشورهای دنیا وضع شد ولی بدلیل توسعه نیافتگی بعضی کشورها، عدم اجرای درست و نظارت صحیح قوانین و رشد و توسعه یافتگی نامتمرکز صنعتی باعث شد باز هم منابع آبی بالادست رودخانه‌ها هر روز آلوده‌تر از گذشته گردند.

لذا با توجه به موارد گفته شده لازم است جهت جلوگیری از تخریب بیش از پیش منابع آبی و روان‌آبهای سطحی با شناسایی، اندازه‌گیری آلاینده‌ها و وضع و اجرای قوانین از آلودگی آنها جلوگیری نمائیم.

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

پروژه اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند جهت بررسی مقدار آلاینده موجود در این رودخانه و شناسایی منابع ورود آلاینده به رودخانه مند تعریف گردیده است و در ادامه با بررسی حدود و موقعیت حوضه آبریز، خصوصیات منطقه، وضعیت توسعه یافتگی و تراکم جمعیت اطراف رودخانه و تاثیرات فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم بر سلامت محیط و انسان و محل‌های ورود آن و غلظت‌های مجاز این فلزات سنگین تلاش می‌گردد که گامی موثر در جهت حفظ محیط زیست و سلامت ساکنان اطراف رودخانه برداشته شود.



اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۱-۲ - اهمیت موضوع

روان آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی بدلیل استفاده های گسترده مردم و صنایع از آنها از نظر درجه اهمیت زیست محیطی در رتبه نخست قرار دارند هر گونه آلودگی روان آبهای سطحی در بالادست تاثیرات نامطلوب زیادی در پایین دست جریان می گذارد به گونه ای که کلیه مصرف کنندگان این منابع آبی اعم از انسان، موجودات و صنایع از تبعات آن آسیب می بینند. اما متأسفانه انسان تا آسیب های وارده جدی نشده و دامن خود او را نگیرد دست بکار نشده و از بروز فاجعه جلوگیری نمی کند. با توجه به موارد گفته شده و اهمیت روان آبهای سطحی پروژه اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند از ضرورت خاصی برخوردار بوده و با انجام این پروژه و مطالعات آن بسیاری از مشکلات و آسیبهای زیست محیطی احتمالی در منطقه مشخص شده و سلامت انسانها و با رفع آنها محیط تضمین می گردد. تسریع در انجام این پروژه و پروژه های مشابه و گسترش آنها به سایر منابع آبی می تواند توسعه پرشتاب کشور را مداومت و پایداری ببخشد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۳-۱- دلایل انتخاب موضوع

تامین آب سالم و بهداشتی و نگهداری منابع آبی از آلودگی یکی از دغدغه های کنونی دولت و مراکز تصمیم گیری میباشد به گونه ای که سعی شده در اقصی نقاط کشور آب بهداشتی و مناسب برای شرب و نیازهای صنعتی تامین گردد ولی در این بین بعضی مشکلات نظیر تخلیه آلاینده ها و پسابها به منابع آبی باعث گردیده هزینه های تصفیه و تامین آب افزایش یافته و ضمن از بین رفتن محیط زیست بسیاری از منابع آبی غیر قابل استفاده گردد لذا با انتخاب پروژه اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند سعی شده با بررسی و پایش ورود آلاینده ها و کاهش مقدار آنها در روان آبهای سطحی منطقه با توجه به کمبود آب منطقه نیازهای آبی مرتفع شده و محیط زیست حوضه رودخانه نیز از توسعه یافتگی اطراف آن کمتر آسیب ببیند.

۴-۱- اهداف مطالعه

اهداف مد نظر در پروژه اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند را می توان با توجه به اهمیت آنها به دو دسته اهداف اصلی و اهداف فرعی تقسیم بندی نمود که در ذیل این اهداف بیان می گردد.

۱-۴-۱- اهداف اصلی

- الف) بررسی چگونگی ورود و اثرات زیست محیطی و بهداشتی فلزات مورد مطالعه (سرب، روی و کادمیوم) در محیط پیرامون رودخانه مند
- ب) بررسی وضعیت حوضه آبریز از لحاظ مصارف مختلف آب و اثرات آلودگی به فلزات سنگین بر روی آنها
- ج) مقایسه کیفیت آب و منابع آلاینده با استاندارد های جهانی و ایران

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۹	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

د) شناخت منابع آلاینده و ارائه پیشنهادات مدیریتی به منظور حذف آلاینده یا کمینه سازی اثرات زیانبار آن بر روی محیط زیست و سلامتی انسان

۲-۴-۱- اهداف فرعی

الف) نحوه استفاده از آب رودخانه مند در مصارف مختلف شرب، کشاورزی و صنعت و اثرات توسعه شهر نشینی بر روی رودخانه مند
 ب) تعیین مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه مند، تا در صورتی که مقادیر به دست آمده خارج از محدوده مجاز بوده، راهکارهایی به منظور شناخت منبع یا منابع آلاینده مورد نظر و حذف یا حداقل رساندن آن آلاینده در نظر گرفته شود.

۵-۱- روش تحقیق

در راستای اهداف پروژه این گزارش در چهار فصل ذیل تهیه شده است:

الف) در فصل اول بعد از جمع آوری اطلاعات در مورد حدود و موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه مند از قبیل هیدرولوژی حوضه و نحوه مصارف آب با انجام یک سری مطالعات کتابخانه ای به بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فلزات سنگین مورد بررسی و منابع کلی آلاینده طبیعی و شیمیایی این فلزات و اثرات زیست محیطی و بهداشتی آنها پرداخته می شود.

ب) در فصل دوم با شناسایی محدوده مطالعاتی، ایستگاههای بهینه جهت نمونه برداری مشخص شده و روشهای علمی و عملی انجام نمونه برداری و آنالیزهای مربوطه تبیین میگردد.

ج) در فصل سوم نتایج آنالیزها و آزمایشات انجام شده به همراه تحلیل آماری این نتایج ارائه خواهد شد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

د) در فصل چهارم به تجزیه و تحلیل از نتایج ارائه شده و بحث و نتیجه گیری در مورد تغییرات فلزات سنگین مورد مطالعه در مقایسه آن با استانداردهای داخلی و خارجی پرداخته خواهد شد و پیشنهادات مدیریتی به منظور کنترل و کاهش آلاینده ها ارائه میشود.

۱-۶- حدود و موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه مند

۱-۶-۱- موقعیت رودخانه مند در کشور و حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان

حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان به عنوان وسیع ترین حوضه آبریز کشور دارای مساحتی در حدود ۳۷۷۶۶۸ کیلومتر مربع است و رودخانه های واقع در غرب و جنوب غربی کوه های زاگرس و همچنین ارتفاعات واقع در جنوب استان فارس و کوه های بشاگرد و جنوب بلوچستان را شامل می گردد، رودخانه های واقع در این حوضه به طور مستقل به کشور عراق جریان یافته و یا به خلیج فارس دریای عمان می ریزند مهم ترین رودخانه های این حوضه عبارت اند از : سیروان، کرخه، کارون، دز، جراحی ، زهره، مند، مند، کل، میناب و سرباز. از نظر رژیم بارندگی و جریان آب، رودخانه های این حوضه را می توان به سه بخش تقسیم نمود.

۱-۶-۱-۱- دامنه های غربی و جنوب غربی زاگرس

این ناحیه با توجه به شرایط توپوگرافیکی و موقعیت اقلیمی جزء مناطق پر باران کشور به شمار می رود در ارتفاعات این ناحیه قسمت عمده بارش در فصول پاییز و زمستان به صورت برف ریزش می کند. آب شدن این برف ها در اواخر تابستان شروع شده و تا آخر بهار به طول می انجامد. در این مدت قسمت عمده آب سالانه در رودخانه ها جریان می یابد و در بقیه ایام سال که جریان آب چشمه ها و زهکش آبهای زیرزمینی منبع تغذیه آب رودخانه

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

ها است، آبدهی آنها کاهش منظمی دارد. در بعضی از سالها ریزش باران در اواخر زمستان و اوایل بهار موجب تشدید ذوب برفها شده و در منطقه خوزستان سیلابهای بزرگی جریان می یابد. از جمله در اواخر بهمن ماه امکان بروز این پدیده زیادتراست.

مهمترین رودخانه های این ناحیه عبارت انداز: زاب کوچک، سیروان، کرخه، دز، کارون، جراحی، زهره، که آب رودخانه ها در مجموع در حدود ۳۰ درصد منابع آبهای سطحی کشور را تشکیل می دهد.

۲-۱-۶-۱- ناحیه واقع در جنوب استان فارس و هرمزگان

آب رودخانه های این حوضه با توجه به شرایط اقلیمی بیشتر ناشی از ریزش باران بوده و ذوب برف اثر قابل ملاحظه ای در رودخانه های این ناحیه ندارد. رودخانه ها در این قسمت بیشتر حالت سیلابی داشته و تابع توزیع باران سالانه است که قمست عمده آن در پاییز و زمستان ریزش می کند.

مهمترین رودخانه های این حوضه عبارت اند از: مند، کل و میناب که گرچه از نظر مساحت، زهکش های وسیعی به کار می روند ولی به دلیل کم بودن بارندگی های سالانه آبدهی قابل توجهی ندارند.

۳-۱-۶-۱- ناحیه واقع در دریای عمان

رودخانه های موجود در این ناحیه به طور کامل حالت سیلابی دارند زیرا رژیم بارندگی آنها کاملاً نامنظم بوده و علاوه بر تغییرات فصلی، تغییرات سالانه قابل ملاحظه ای نیز دارند و در مناطق این ناحیه بارندگی سالانه معمولاً در چند نوبت و با شدت زیاد اتفاق می افتد که موجب جریان یافتن سیلاب هایی در رودخانه ها می گردد که مدت جریان آنها خیلی کم می باشد.

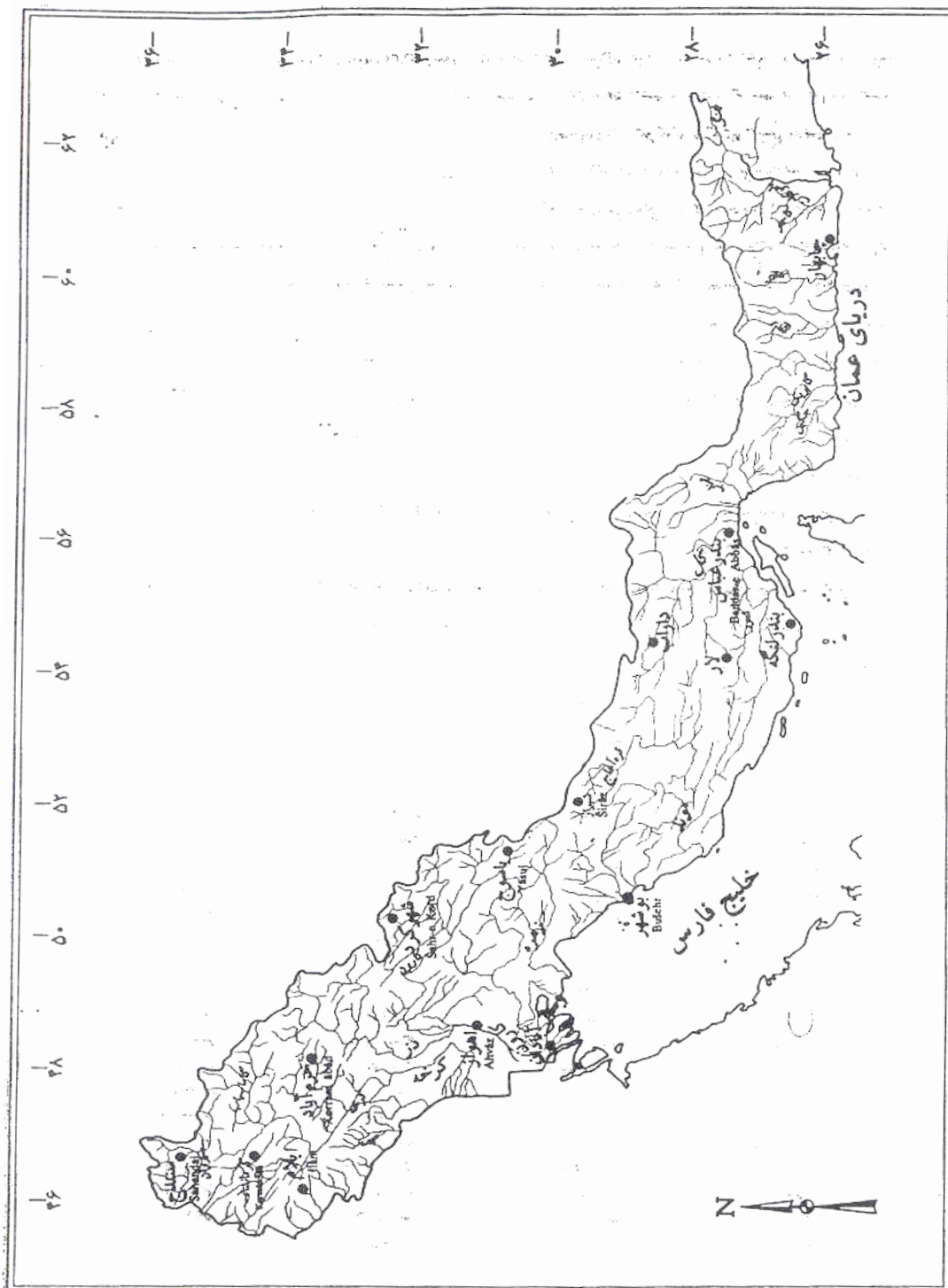
اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

در بقیه ایام سال رودخانه های واقع در این ناحیه یا کاملاً خشک بوده و یا آب کمی ناشی از زهکشی آبهای زیرزمینی در آنها جریان دارد. مهمترین رودخانه های این ناحیه عبارت اند از سرباز، باهو، سدیچ و رابج.



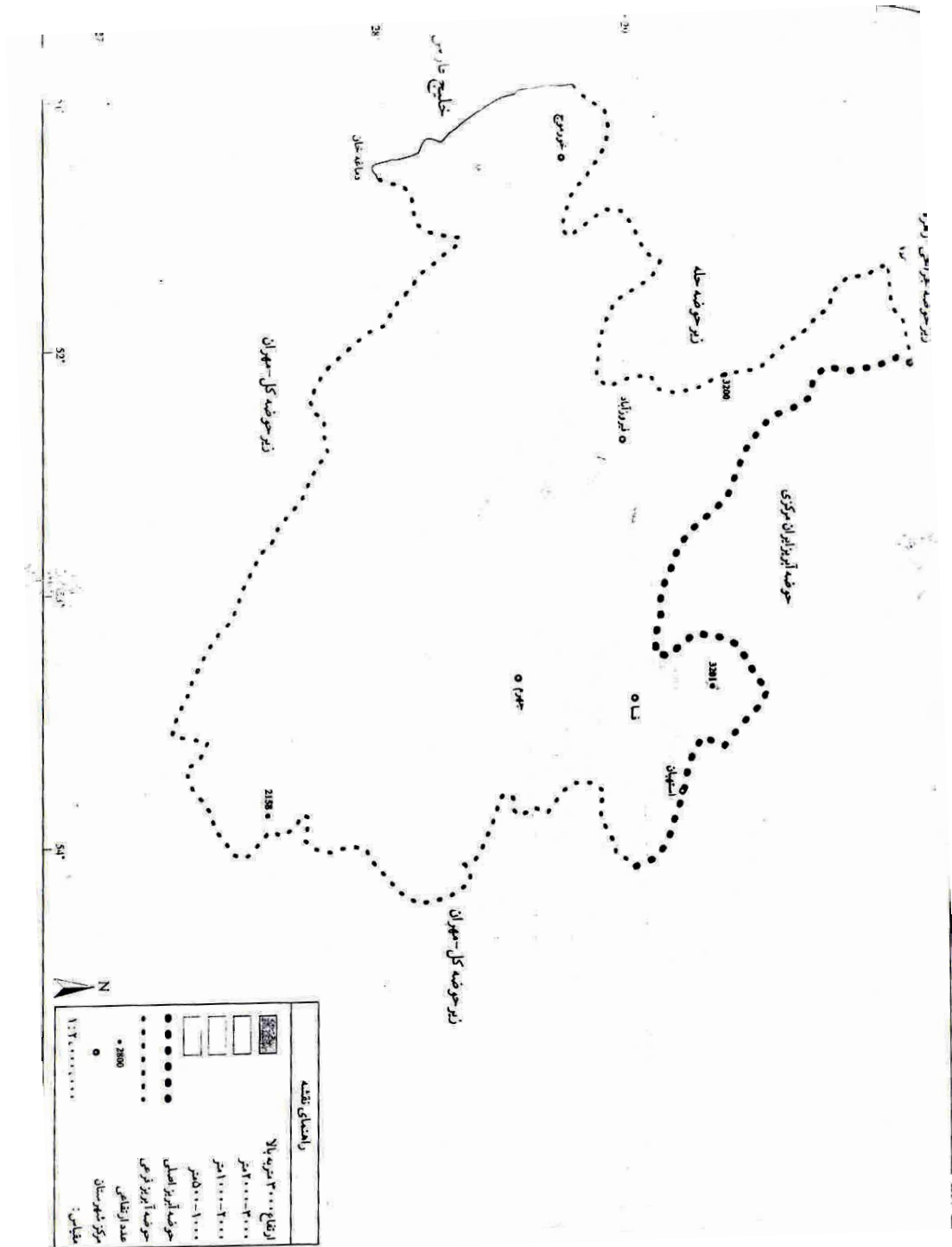
شکل ۱-۱ - موقعیت حوضه خلیج فارس و دریای عمان در کشور

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



شکل ۲-۱- موقعیت رودخانه مند درحوضه خلیج فارس و دریای عمان

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



شکل ۳-۱- توپوگرافی زیر حوضه مند

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند		کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	مجرى: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر
		کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	

۲-۶-۱- سرچشمه ها

۲-۶-۱-۱- رودخانه مند و شاخه قره آغاج

نقشه رودخانه مند و شاخ های فرعی مهم آن در نمودار شکل ۴-۱ نشان داده شده است همانطور که از این نقشه استنباط می شود رودخانه مند دارای دو شاخه فرعی مهم است. این شاخه ها عبارت اند از رودخانه های قره آغاج و فیروز آباد که از تلاقی آنها رودخانه مند تشکیل می شود. از شاخه های مهم دیگر می توان به رودخانه های شور جهرم و دشت پلنگ، باغان (جم و ریز)، رودخانه شور (خور موج) و رودخانه دژگاه اشاره کرد به طور کلی در حوضه رودخانه مند چهل و دو شاخه اصلی، فرعی وجود دارد.

این رودخانه به طول ۶۸۵ کیلومتر از شهرستانهای شیراز، جهرم، فیروزآباد و خور موج و استانهای فارس و بوشهر عبور می کند و به خلیج فارس و دریای عمان می ریزد. ارتفاع سرچشمه این رودخانه ۲۷۰۰ متر و ارتفاع ریزشگاه، آن صفر و شیب متوسط آن ۰/۴ درصد و میانگین آبدهی سالانه آن در ایستگاه تنگ کارزین ۵۶۰ میلیون متر مکعب و در ایستگاه قنطره ۱۳۷۸ میلیون متر مکعب می باشد.

این رودخانه از کوه های انار و خانی یک واقع در دهستان کوهمرد در ۷۵ کیلومتری باختر شمالی شیراز و ۲۸ کیلومتری شامل خاوری کازرون سرچشمه میگیرد و بنام رودخانه قره آغاج رو به سوی خاوری سرازیر می شود و پس از مخلوط شدن با رودخانه زاخرد به دهستان سیاخ وارد میگردد و دره خاوری کوه های کورپه و دلو و میشوان و قلات را رو به سوی جنوب خاوری طی می کند و به دهستان کوار داخل می گردد و به موازات راه اتومبیل رو شیراز به جهرم روان می شود و ضمن پیمودن راه شمالی کوه سفیدار، دهستان خفر از شهرستان جهرم را پشت سر می گذارد و در روستانی تاداوان تغییر مسیر می دهد و رو به سوی باختر وارد دهستان راهگان می شود. در دهستان مزبور با یک ریزابه نسبتاً بزرگ باختری

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر
			کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴

مخلوط می شود و رو به جنوب تغییر مسیر می دهد و به دهستان دهگان داخل میگردد. در این دهستان با رودهای زاغ و شور جهرم مخلوط می شود و پس از طی دامنه باختری کوه گر وارد دهستان پل به پایین می شود و از آنجا به دره باختری کوه دره سیاه وارد می شود. پس از خروج از دره مزبور بنام رودخانه کارزین به دهستان قیر از شهرستان فیروزآباد داخل می شود و سپس به دهستان افروز وارد می گردد. در این دهستان به سوی باختر شمالی متوجه گردیده و ضمن پیمودن دره شمالی کوه بیژن بنام رودخانه باز وارد سوی جنوب متوجه شده و وارد دهستان دزگاه می گردد. در این دهستان با رودخانه های کورده و سپس دارالمیزان مخلوط می شود و به نام رودخانه دزگاه به سوی باختر روان می گردد در دامنه جنوبی ماده کوه با رودخانه شور دهرم مخلوط می شود و به نام رودخانه موند و گاه بنام رود شیرین به دهستان شنبه از شهرستان خور موج داخل می شود و به سوی باختر متوجه می شود و رو به جنوب وارد دهستان کاکلی می گردد در این دهستان با رود شور خور موج مخلوط می شود و به دهستان بردخون داخل میگردد و سرانجام در ۵۶ کیلومتری جنوب باختری خورموج به خلیج فارس می ریزد.

سرانجام در حوای روستانی وحدت آباد به سمت غرب تغییر جهت می دهد و پس از عبور از روستای بردخون در پنجاه و شش کیلومتری جنوب غربی خور موج به خلیج فارس می ریزد.

لازم به ذکر است که طول رودخانه در استان بوشهر (پس از اتصال شاخه شور دهرم) ۲۰۳ کیلومتر بوده و در محدوده استان بوشهر به ویژه پس از روستای درویشی، رودخانه از نوع پیچانرودی (meandering) است. روند رسوبگذاری و فرسایش در پیچ های متوالی این رودخانه فرایندی است که همچنان ادامه دارد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۶-۱- رودخانه شور دهرم (فیروزآباد)

این رودخانه از کوههای سلامتی و دلو (dalu) و میشوان در شصت و پنج کیلومتری شمال شرقی فیروز آباد سرچشمه می گیرد. طول شاخه اصلی آن یکصد و هشتاد کیلومتر است ارتفاع ریزشگاه آن یکصد و پنجاه متر (نسبت به سطح دریاهای آزاد) می باشد شیب متوسط آن ۱/۵ درصد است رودخانه های دائمی می باشد میانگین آبدهی سالانه آن (در ایستگاه تنگاب) ۶۳ میلیون متر مکعب است.

این رودخانه در سرچشمه، حنیفان نامیده می شود. جهت عمومی آن شمال به جنوب است شاخه اصلی آن از نواحی غرب شهر فیروزآباد عبور می کند و پس از رسیدن به روستای دهرود به سوی غرب متمایل می شود و به دهستان اربعه وارد میشود و پس از دریافت تعدادی شاخه فرعی با نام رودخانه شور دهرم در جهت شمال به جنوب ادامه مسیر می دهد سرانجام رودخانه دشت پلنگ به آن متصل شده و همانطور که گفته شد با اتصال به رودخانه مند تشکیل می شود.

۳-۲-۶-۱- رودخانه شور جهرم

این رودخانه از ارتفاعات دهستانهای جنگل و رونیز در پنجاه کیلومتری شما فسا سرچشمه می گیری ارتفاع سرچشمه آن ۲۳۰۰ متر. ارتفاع ریزشگاه ۸۶۰ متر. طول رودخانه ۱۶۰ کیلومتر و شیب متوسط آن ۰/۹ درصد است و درای دو مسیل اصلی به نامهای ایچ و رودخانه فسا می باشد که در دامنه جنوبی خرمکوه به هم متصل می شوند و با جهت شمال به جنوب به سمت شهرستان فسا جریان می یابد و تا دهستان کردیان از شهر جهرم ادامه مسیر می دهد. پس از ورود به این دهستان به سمت غرب تغییر جهت می دهد و از ده کیلومتری شهر جهرم عبور میکند و سرانجام درچهل و دو کیلومتری شمال غربی این شهر به رودخانه قره آغاچ متصل می شود.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۴-۲-۶-۱- رودخانه دشت پلنگ

این رودخانه از ارتفاعات واقع در کوهستان (واقع در پنجاه و هشت کیلومتری جنوب شرقی برازجان) سرچشمه می گیرد. ارتفاع سرچشمه و ریزشگاه آن به ترتیب در رقوم ۱۱۰۰ متر (نسبت به سطح دریا) قرار دارد. طول رودخانه ۱۴۰ کیلومتر و شیب متوسط آن ۰/۶ درصد است جهت عمومی رودخانه شمال غرب به جنوب شرق می باشد. در بالاست رود شور نامیده می شود که پس از دریافت چند شاخه فرعی به دهستان تسوج (از توابع خور موج) وارد می شود و پس از عبور از دره های تنگ و پیچ و خم به رود شور دهرم متصل می شود.

۵-۲-۶-۱- مند پایانی

از رودخانه های مستقل حوضه آبریزمند که در جنوب مرکز شهرستان خور موج جریان دارد، از بهم پیوستن دو رودخانه شور و قره آغاج (دژگاه) واقع در حدود ۱۳ کیلومتری شمال غرب مرکز دهستان دژگاه از توابع شهرستان فیروزآباد سرچشمه می گیرد.

آبادیهای جمولیا، پیرشاه غیب، درگو جنوبی، درگو شمالی، بیکسان، خانی بالا، خانی پایین، دمناو، ناری، فقیهه صالحی، گزت کهوله کوری، سرکمر، برم صاد، یرم، محمد حیدری، احشام احمدی، بهرام حسن، برید، شالک، خور زیارت را مشروب ساخته و در نهایت به خلیج فارس می ریزد. این رودخانه در طوب مسیر خود رودخانه های جسم و شور را دریافت می کند. منبع تغذیه رودخانه نزولات جوی و در جهت شرق به غرب جریان دارد طول رودخانه ۱۸۷ کیلومتر، شیب متوسط بستر آن یک درصد و درمناطق سولفاته، سولفاته کلروره و شور (یون کلر بیش از ۵۰۰۰ میلی رم در لیتر) و کلروره تبخیری و شور جریان دارد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۹	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

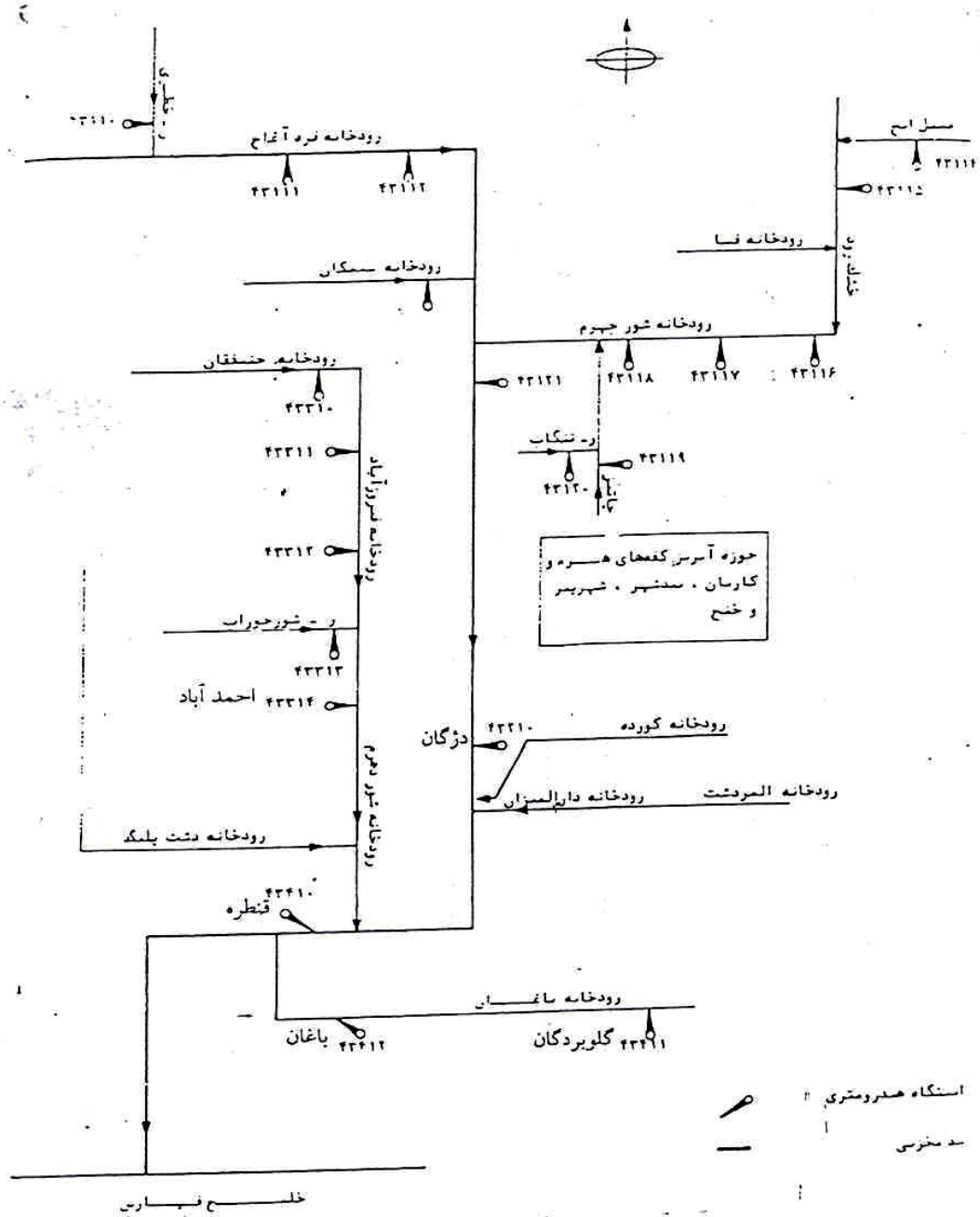
۶-۲-۱- رودخانه باغان

این رودخانه از کوه‌های سمرکان سرچشمه می‌گیرد ارتفاع سرچشمه آن ۸۰۰ متر و ارتفاع محل ریزش آن (در محل اتصال به مند) ۴۵ متر می‌باشد. طول رودخانه ۶۵ کیلومتر و شیب متوسط آن ۱/۲ درصد است این رودخانه در بالا دست رودخانه جم به دهستان ریز ادامه مسیر می‌دهد سرانجام در حوالی روستای باغان به همین نام نامیده می‌شود و پس از عبور از این روستا به رودخانه مند متصل می‌شود. جهت کلی این رودخانه جنوب شرقی به شمال غربی است.

۷-۲-۱- رودخانه شور خورموج

رودخانه شور خور زهکش غربی ترین زیر حوضه رودخانه مند است این رودخانه با جهت شمال به جنوب از ارتفاعات دهستان اهرم به سمت جنوب جریان می‌یابد و پس از عبور از محدوده شهر خور موج سرانجام به رودخانه مند می‌ریزد طول این رودخانه ۵۸ کیلومتر است. شایان ذکر است که تعداد زیادی آبراهه از ارتفاعات دو سمت رودخانه به آن می‌ریزد جهت عمومی این آبراهه های فرعی عموماً عمود بر جهت رودخانه اصلی است.

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۲۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



شکل ۴-۱- رودخانه های زیر حوضه مند و موقعیت ایستگاه های هیدرومتری

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند		کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۲۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
		مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	

۳-۶-۱- هواشناسی حوضه

۱-۳-۶-۱- معرفی پارامترهای هواشناسی

ایستگاههای سینوپتیک (ایستگاه هوا گذاری همزمان)

ایستگاههایی است که در آن عوامل مختلف جوی از قبیل درجه حرارت خشک و تر ، مقدار و نوع ابر ، مقدار بارندگی ، نوع پدیده جوی ، سمت و سرعت باد ، مقدار تبخیر ، فشار ، ساعات آفتابی ، نحوه تغییرات فشار ، میزان تشعشع خورشید و... بر اساس دستورالعملهای مشخص و در رأس ساعات معین (بطور همزمان در سراسر جهان) ، اندازه گیری و پس از ثبت در یک دفتر مخصوص ، توسط دستگاههای مخابراتی از قبیل SSB ، تلفن و تلکس به مراکز هواشناسی در سراسر جهان مخابره می شود.

حداقل دمای مطلق

عبارت است از پایین ترین درجه حرارت در یک دوره مشخص از زمان (۲۴ ساعت ، یک ماه ، یکسال یا چند سال)

حداکثر دمای مطلق

عبارت است از بالاترین درجه حرارت در یک دوره مشخص از زمان (۲۴ ساعت ، یک ماه ، یکسال و یا چند سال)

رطوبت نسبی

مقدار هوای تر موجود در یک واحد حجم از هوای معمولی است و یا نسبت رطوبت مطلق هوا به حداکثر رطوبت مطلق است که هوا ظرفیت آنرا در درجه حرارت معینی دارد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۲۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۳-۶-۱- حوضه آبریز مند

جدول ۱-۶- مشخصات ایستگاههای هواشناسی استان بوشهر در حوضه آبریز مند ۱۳۸۳

ردیف	ایستگاه	نام شهر یا دهستان محل استقرار	نوع ایستگاه	سال تأسیس	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	جم	جم	سینوپتیک فرودگاهی	۱۳۶۷	۶۵۹
۲	دیر	دیر	سینوپتیک	۱۳۷۲	۴
۳	خورموج	خورموج	اقلیم شناسی	۱۳۷۶	۵۵
۴	ریز	ریز	بارانسنجی دیتلايگر	۱۳۸۳	۳۳۵
۵	دشت پلنگ	دشتی	بارانسنجی دیتلايگر	۱۳۸۳	۰
۶	بردستان	بردستان	بارانسنجی	۱۳۸۰	۱۰
۷	چارک	خورموج	بارانسنجی	۱۳۷۹	۶۳
۸	چاوشی	خورموج	بارانسنجی	۱۳۸۰	۵۹
۹	حسین زائری	خورموج	بارانسنجی	۱۳۵۱	۴۷
۱۰	حناشور	خورموج	بارانسنجی	۱۳۷۵	۴۴۰
۱۱	دمیگز شمالی	دیر	بارانسنجی	۱۳۷۶	۳
۱۲	دوراهک	دیر	بارانسنجی	۱۳۷۴	۳۵

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۲۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

ردیف	ایستگاه	نام شهر یا دهستان محل استقرار	نوع ایستگاه	سال تأسیس	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱۳	سنا	خورموج	بارانسنجی	۱۳۷۶	۵۰
۱۴	شنبه	خورموج	بارانسنجی	۱۳۶۸	۶۰
۱۵	شهر خاص	جم	بارانسنجی	۱۳۷۵	۵۱۰
۱۶	فقیه حسنان	خورموج	بارانسنجی	۱۳۷۶	۵۸
۱۷	کاکي	خورموج	بارانسنجی	۱۳۴۶	۳۳
۱۸	کردلان	خورموج	بارانسنجی	۱۳۷۴	۷۰
۱۹	کردوان سفلی	خورموج	بارانسنجی	۱۳۷۴	۱۸
۲۰	کلل	خورموج	بارانسنجی	۱۳۷۹	۲۰
۲۱	گزدراز	دشتی	بارانسنجی	۱۳۷۹	۱۷
۲۲	لاور ساحلی	خورموج	بارانسنجی	۱۳۷۷	۰۰۰
۲۳	لاور شرقی	خورموج	بارانسنجی	۱۳۷۴	۱۷۰
۲۴	لبدان	دیر	بارانسنجی	۱۳۸۰	۱۹
۲۵	بردخون	بردخون	بارانسنجی	۱۳۸۳	۲۸
۲۶	آبدان	دیر	بارانسنجی	۱۳۶۴	۳۸

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۲۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۲-۶- درجه حرارت طی دوره ۳۰ ساله (سال اطلاع آمار نامه تا ۳۰ سال)

درجه سانتیگراد

شرح	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
دیر ۱۱ ساله						
متوسط	۲۵	۳۱/۱	۳۴/۱	۳۴/۳	۳۴/۳	۳۲/۸
حداکثر	۳۰/۶	۳۶/۷	۳۹/۷	۳۸/۹	۳۸/۳	۳۷/۳
حداقل	۱۹/۴	۲۵/۵	۲۸/۴	۲۹/۷	۳۰/۳	۲۸/۳
جم ۱۴ ساله						
متوسط	۲۰/۶	۲۷/۷	۳۲	۳۴/۱	۳۳/۲	۳۰/۶
حداکثر	۲۷/۴	۳۴/۹	۳۹/۶	۴۱/۳	۳۹/۵	۳۷/۵
حداقل	۱۳/۷	۲۰/۵	۲۴/۳	۲۶/۹	۲۶/۸	۲۳/۸

جدول ۳-۶- روند تغییرات تابش هوای استان در طی ماههای مختلف سال

ردیف	نام ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۱	دیر	۸,۷	۱۰,۰	۱۱,۵	۱۱,۱	۱۰,۵	۱۰,۳	۹,۷	۸,۶	۷,۵	۷,۴	۷,۸	۹,۴
۲	جم	۸,۷	۱۰,۲	۱۱,۸	۱۱,۴	۱۰,۹	۱۰,۷	۱۰,۰	۸,۵	۷,۰	۷,۰	۷,۸	۷,۳

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۲۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۴-۶- روند تغییرات بارش هوای استان در طی ماههای مختلف سال

ردیف	نام ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن
۲	دیر	۸,۸	۲,۳	۰	۰,۲	۰,۲	۰	۱,۵	۲۹,۹	۵۳	۷۹,۵	۳۲,۶
۳	جم	۱۹,۳	۶,۸	۰	۰	۰,۱	۰,۸۵	۲,۴۶	۱۸,۲۷	۱۰۸,۱	۱۴۷,۷	۷۳,۱

جدول ۵-۶- روند تغییرات رطوبت نسبی هوای استان در طی ماههای مختلف سال

ردیف	نام ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۲	دیر	حدافل	۳۳	۲۵	۳۵	۴۶	۴۴	۳۷	۳۵	۳۹	۴۶	۴۱	۳۹
	میانگین	حداکثر	۶۹	۶۵	۷۴	۷۶	۷۵	۷۲	۶۷	۷۱	۷۸	۷۵	۷۴
۳	جم	حدافل	۲۴	۱۳	۱۶	۲۱	۲۱	۱۹	۲۶	۳۹	۴۶	۳۹	۳۳
	میانگین	حداکثر	۶۲	۳۱	۳۸	۴۹	۵۵	۵۳	۶۴	۷۸	۸۳	۸۴	۷۵

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۲۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۴-۶-۱- هیدرولوژی حوضه

مرکز تحقیقات منابع آب (تماب) وابسته به وزارت نیرو مسئولیت ثبت آمار هیدرومتری رودخانه های جاری در کشور را در ایران را بر عهده دارد در این راستا ایران به چندین حوضه اصلی و هر حوضه اصلی به چندین حوضه و زیر حوضه تقسیم شده اند و کلیه اطلاعات از قبیل کد ایستگاه های هیدرومتری - موقعیت جغرافیایی - نام رودخانه ها با یک کد شناسایی ویژه حوضه آبریز شناخته می شوند.

حوضه آبریز رودخانه مند یکی از حوضه های آبریز خلیج فارس و دریای عمان بوده و با کد ۲۴ اطلاعات آن در مرکز تحقیقات منابع آب موجود میباشد.

۲۹ ایستگاه هیدرومتری بر روی رودخانه های و مسیل های حوضه آبریز مند فعال بوده یا هستند که حداکثر طول دوره آماری این ایستگاه ها ۳۴ سال و حداقل یک سال می باشد.

بررسی های انجام شده در مناطق جنوبی حوضه نشان می دهد که پس از ایستگاه قنطره (۲۹-۲۴) ایستگاه هیدرومتری دیگری بر روی رودخانه وجود ندارد (منطقه حفاظت شده مند را شامل می شود) و بر این اساس سعی گردید در بررسی های لازم از آمار و اطلاعات نزدیک ترین ایستگاه استفاده شود که همان ایستگاه قنطره می باشد و برای پارامترهای فیزیکی و شیمیایی دو ایستگاه در منطقه حفاظت شده در نظر گرفته و اطلاعات لازم به صورت ماهانه جمع آوری گردیدند.

نمودار شکل ۵-۱، نوسانات آبدی در طی دوره ۳۴ ساله آماری ایستگاه قنطره را نشان می دهد که بیشترین نوسان مربوط به دی ماه است و از آن به بعد میزان نزولات کمتر می شود.

نمودار شکل ۶-۱، نوسانات آب را در طی سالها مختلف نشان می دهد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۲۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۵-۶-۱- جغرافیای حوضه

زیر حوضه مند از لحاظ وسعت چهارمین زیر حوضه آبریز از حوضه های آبریز خلیج فارس و دریای عمان است. حدود جغرافیایی آن از شمال به حوضه آبریز ایران مرکزی، از شمال غرب به زیر حوضه جراحی - زهره، از غرب به زیر حوضه حله از جنوب غرب به خلیج فارس و از جنوب و شرق به زیر حوضه کل - مهران محدود است و مابین عرض $۲۷^{\circ} ۳۰'$ الی $۳۰^{\circ} ۱۰'$ شمالی و طول $۵۱^{\circ} ۰۰'$ الی $۵۴^{\circ} ۳۵'$ شرقی قرار دارد، این زیر حوضه در میان زیر حوضه های آبریز خلیج فارس و دریای عمان دارای کمترین سواحل با این دو دریا است.

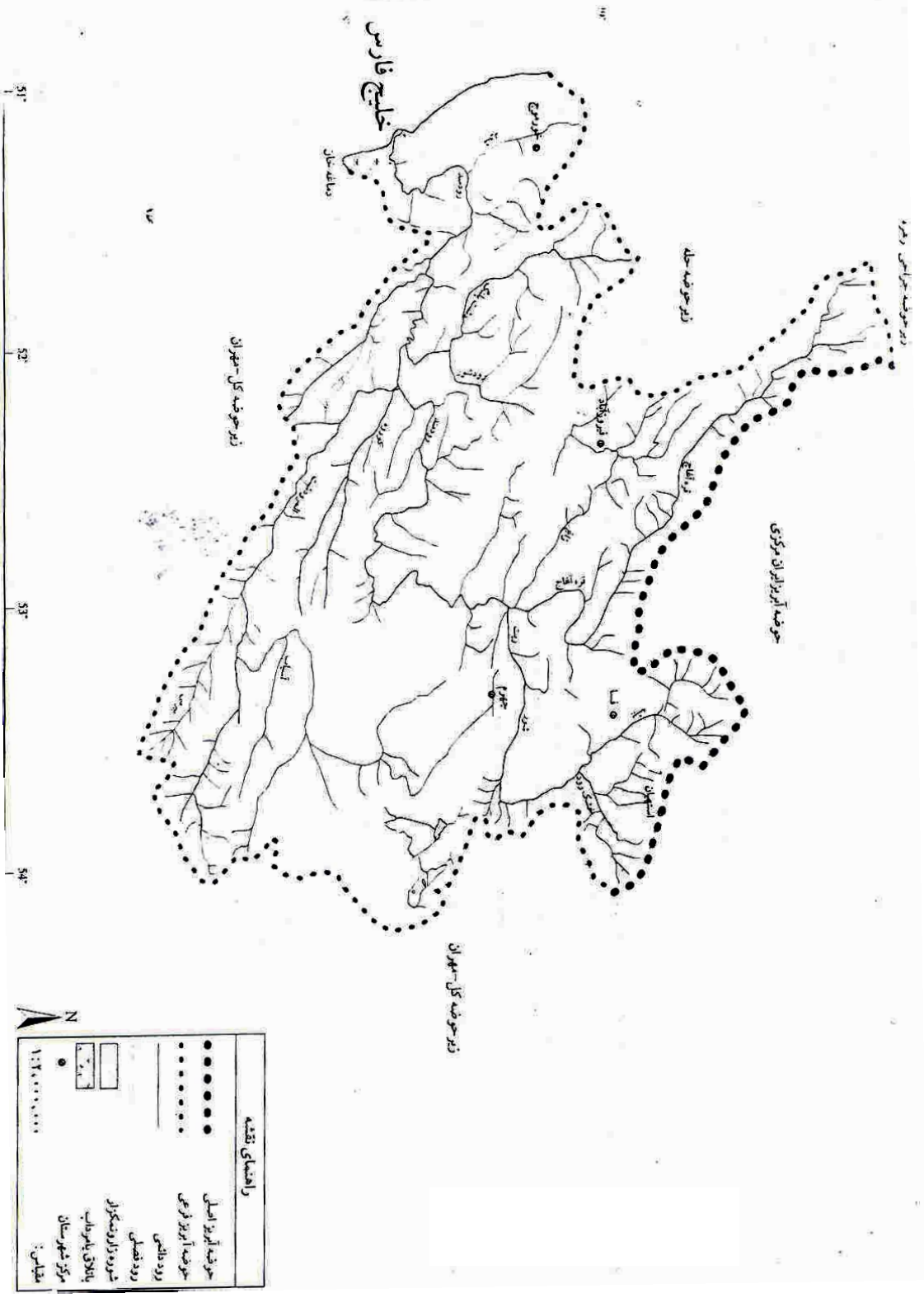
مساحت این زیر حوضه برابر با ۴۸۰۰۰ کیلومتر مربع میباشد که از این مقدار ۳۳۰۰۰ کیلومتر مربع در مناطق کوهستانی و ۱۵۰۰۰ کیلومتر آن در مناطق دشتی قرار گرفته اند.

رودخانه های قره آغاج (۵۰۸ کیلومتر) مند (۱۸۷ کیلومتر) چاه عینی (۱۶۳ کیلومتر) دشت پلنگ (۱۵۳ کیلومتر) تنگ آب (۱۳۳ کیلومتر) شور (۱۱۰ کیلومتر) آسیاب (۹۶ کیلومتر) جم (۸۵ کیلومتر) از رودخانه های مهم این زیر حوضه می باشند.

ارتفاعات مهمی که رودخانه های این زیر حوضه از دامنه و قله فرعی آنها سرچشمه می گیرند عبارت اند از خرمن کوه (۳۱۸۳ متر) کهدان (۲۹۷۰) گشتاسب (۲۹۳۰ متر) پودنو (۲۹۱۳) سفیددار (۲۸۶۴ متر) نصره بید (۲۸۵۳ متر) پودنا (۲۸۲۷ متر) نمک (۲۷۰۴ متر) بدنه شیر (۲۶۵۹ متر) تورج (۲۵۸۵ متر).

از نظر کیفیت آب رودخانه های این زیر حوضه در ارتفاعات از مناطق بی کربناته، بی کربناته سولفات به صورت پراکنده و ناپیوسته، کلروره تبخیری و شور در مناطق دشتی از مناطق بی کربناته، سولفات بی کربناته، سولفات کلروره، سولفات و شور عبور می نمایند.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۲۹	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



شکل ۷-۱- هیدرولوژی زیر حوضه مند

کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر		اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند	
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مرور اول	مرداد ۱۳۸۵
			صفحه: ۳۰

۶-۱-۶- کشاورزی حوضه

۶-۱-۶-۱- نحوه ارتباط جوامع انسانی با اکوسیستم رودخانه

بدلیل افزایش روز افزون جمعیت و نیاز بشر به کشاورزی و محصولات وابسته به آن استفاده از زمین و آب جهت مصارف آبیاری در کشور علی الخصوص در استان در حال افزایش و از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابراین هر ساله سطح وسیعی از اراضی استان زیر کشت قرار می گیرند بدلیل پایین بودن میزان بارش سالانه کشتهای دیمی عملاً جای خود را به کشتهای آبی داده اند. به منظور تأمین آب مورد نیاز می بایست از قنوت، چاهها، و رودخانه ها بهره کافی را برد.

براساس آمار بدست آمده در سال ۸۴ کل اراضی زیر کشت استان (مجموع دیم و آبی) ۲۵۲۲۱۹/۸ هکتار می باشد که ۱۷۱۵۹۸/۵ هکتار آن مربوط به کشت دیم و ۸۰۶۲۱/۳ هکتار آن مربوط به کشت آبی می باشد ولی با توجه به میزان بارش سالانه که در حدود ۴۰۳/۳۷ و کم آبی ها اخیر و پایین بودن میزان بارندگی در سالهای اخیر انتظار می روند کشت دیم نیز به کشت آبی تبدیل شده و از منابع آبی (سطحی، زیر زمینی) بمنظور فعالیتهای کشاورزی استفاده بهینه شود.

براساس آمار سازمان کشاورزی میزان آب مصرفی بخش کشاورزی ۸۰۷/۴ میلیون متر مکعب در سال ۸۴ بوده است. که در مجموع سطح زیر کشت محصولات باغی و زارعی ۲۵۵۵۱۸/۸ هکتار می باشد که ۲۱۲۸۸۶/۵ هکتار آن مربوط به کشت محصولات زارعی و ۳۹۳۳۲/۳ هکتار آن مربوط به کشت محصولات باغی می باشد. محصولات باغی استان شامل انواع خرما، میوه های نیمه گرمسیری (مرکبات) میوه های گرمسیری (موز، انبه، کنار) میوه های سردسیری (شفتالو - زردآلود - شلیل و...) می باشد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۳۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۶-۶- آمار سطح زیر کشت محصولات سالانه استان بوشهر سال زراعی ۸۴-۸۳

عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	تولید (تن)			سطح زیر کشت (هکتار)			نام محصول		
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع			
۵۵۶	۲۷۳۶	۱۳۲۴۵۴	۷۶۵۶۳	۵۵۸۹۱	۱۵۸۲۳۲	۱۲۷۸۰۷	۲۰۴۲۵	گندم	غلات
۵۳۰	۱۸۱۵	۱۸۲۸۹	۱۶۳۵۶	۱۹۳۳	۳۱۹۴۷	۳۰۸۸۲	۱۰۶۵	جو	
	۷۱۹۰	۱۳۲۷۳		۱۳۲۷۳	۱۸۴۶		۱۸۴۶	ذرت دانه ای	
	۱۲۶۴۷	۲۰۲۳/۵		۲۰۲۳/۵	۱۶۰		۱۶۰	سیب زمینی	سبزیجات
	۱۷۳۷۱	۱۱۰۶۵/۲		۱۱۰۶۵	۶۳۷		۶۳۷	پیاز	
	۳۰۱۴۲	۲۸۷۴۰۲		۲۸۷۴۰۲	۹۵۳۵		۹۵۳۵	گوجه فرنگی	
	۱۹۱۸۰	۱۰۴۹۱/۳		۱۰۴۹۱	۵۴۷		۵۴۷	بادمجان	
								باقلا تازه	
								هویج محلی	
	۱۳۵۰۵	۱۷۸۸۷/۷		۱۷۸۸۸	۱۳۲۴/۵		۱۳۲۴۰۵	سایر سبزیجات	
	۱۵۴۱	۱۹۵۵/۴		۱۹۵۵/۴	۱۲۶۹		۱۲۶۹	تنباکو	محصولات صنعتی
	۷۹۳۳	۱۰۴۷/۲		۱۰۴۷/۲	۱۳۲		۱۳۲	یونجه	محصولات
	۱۰۲۵۴	۳۸۷۶		۳۸۷۶	۳۷۸		۳۷۸	خصیل	علوفه ای

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۳۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	تولید (تن)			سطح زیر کشت (هکتار)			نام محصول	
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع		
	۲۰۱۹۲	۱۴۳۳/۷		۱۴۳۳/۷		۷۱	ذرت علوفه ای	
							سایر علوفه جات	
	۱۲۵۰	۱۵		۱۵		۱۲	لوبیا	حبوبات
۹۴۱۳	۲۷۷۰۵	۷۰۷۳۳/۸	۱۰۸۲/۵	۶۹۶۵۱	۲۶۲۹	۱۱۵	هندوانه	محصولات جالیزی
	۱۷۷۹۲	۱۲۴۸/۴۵		۱۵۷۲۸	۸۸۴		خریزه	
	۱۲۴۸۵	۶۷۶۵/۶		۱۲۴۸/۵	۱۰۰		خیار	
	۱۳۲۹۲	۱۶۸۵/۵		۶۷۶۵/۶	۵۰۹		کدو	
	۱۷۵۴۹	۹۲۷/۷		۶۰۳۶/۸	۳۴۴		سایر جالیز	
	۱۱۷۶			۱۶۸۵/۵	۱۴۳۳		کنجد	دانه های
	۱۰۳۴			۹۲۷/۷	۸۹۷		کلزا	روغنی
							سایر محصولات	
		۶۰۴۳۳۹	۹۴۰۰۲	۵۱۰۳۳۸	۲۱۲۸۸۰۵	۱۶۸۸۰۴	۴۴۰۸۳	جمع محصولات
					۶۲۹۶۲/۵	۳۹۵۵۸	۲۳۴۰۵	سطح آیش (هکتار)

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۳۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۷-۶- آمار سطح و تولید مرکبات استان بوشهر به تفکیک شهرستان سال زراعی ۸۴-۸۳

عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	سطح زیر کشت باغات با احتساب درختان پراکنده (هکتار)												شهرستان	
	تولید (تن)				جمع نهال و بارور			بارور			نهال			
	آبی	جمع	دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	جمع	دیم		آبی
	۱۵۷۱۴/۵	۲۰۸۰۶		۲۰۸۰۶	۱۷۴۸		۱۷۴۸	۱۳۲۴		۱۳۲۴	۳۶۳		۳۶۳	جم
	۱۲۰۰۰/۰	۲۴۰۰		۲۴۰۰	۲۸۰		۲۸۰	۲۰۰		۲۰۰	۸۰		۸۰	دشتی
	۷/۱۷۳	۷۴۴/۲		۷۴۴/۲	۲۲۰/۵		۲۲۰/۵	۱۵۵		۱۵۴/۵	۶۶		۶۶	دیر
	۹۵۰۰/۰	۴۲۷/۵		۴۲۷/۵	۹۴		۹۴	۵۳		۵۳	۴۹		۴۹	کنگان

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۳۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۸-۶- آمار سطح و تولید محصولات باغی استان بوشهر سال زراعی ۸۴-۸۳

عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	تولیدات (تن)				سطح زیرکشت باغات با احتساب درختان پراکنده (هکتار)						نام محصول
					بارور			نهال			
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع	آبی	
۳۶۱۱	۷۳۵۲	۰۶۰	۱۹۷	۳۳۵	۳۰۶۳	۱۶۱	۲۲۱	۱۱۱	۷	۴۰	استعمرا ن
۳۳۵۲	۳۸۳۵	۳۸۶۲/۷	۱۱۶۱	۳۱۱۳	۲۰۳۸۹	۴۵۳	۱۹۹۵۱	۷۰۲۵	۵/۲	۵۰۲۵	کبکاب
۳۱۳۳	۷۵۳۳	۰۳۱۳۱	۷۵۰	۰۷۳۳۰	۱۶۸۰/۵	۰۷۰	۱۱۵۱	۱۴۷		۱۴۷	زاهدی
۳۳۳۳	۶۱۷۵	۵۰۳۱	۰۰۲	۵۰۱۱	۲۷۱/۲	۳۱۷	۰۵۱	۷۳	۳	۵۳	شاهانی
۲۴۷۶	۵۰۳۳	۵۰۱۱۱	۵۷۵۳	۰۲۰۷۰	۶۰۳۸	۱۵۷۲	۱۷۱۳	۵۱۱/۵	۲۲	۵۶۳	سایر
۲۵۲۹	۳۷۳۳	۳۸۰۳۷/۷	۶۷۹۳	۱۷۱۰۳۱	۲۸۷۶۹	۶۷۷۶	۳۳۰۶۶	۵۱۰۵	۵۳	۰۷۸۵	جمع
	۲۰۳۳	۱۱۶/۲۳		۱۱۶/۲۳	۳/۵		۳/۵	۲۳۶/۹		۳۳۷	زیتون
۱۶۱۳۱	۱۳۱۳	۵/۸۹۳/۹		۸۹۳/۹	۱/۱۳۱		۱/۱۳۱	۵/۷۵/۵		۷۵/۱	پرتغال

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۳۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	تولیدات (تن)										نام محصول	
	سطح زیرکشت باغات با احتساب درختان پراکنده (هکتار)											
	بارور					نهال						
دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	مرکبات	
	۸۷۸۸۱	۴/۸۸۱۳		۴/۸۸۱۳	۳۸۸۳		۳۸۸۳	۰۰۱		۰۰۱		نارنگی
	۱۸۵۳۱	۰۱۵۵۱		۰۱۵۵۱	۶/۸۰۷۱		۳۰۵۱	۵۵۶		۵۵۶		لیمو ترش
	۸۱۳۳۱	۴/۸۸۱۳		۴/۸۸۱۳	۴/۸۷۱		۴/۸۷۱	۳۳		۳۳		لیمو شیرین
	۰۰۰۷۱	۶۳		۶۳	۲		۲	۱		۱		کیب فروت
	۵۱۰۰۱	۶/۸۸۱۳		۶/۸۸۱۳	۵/۶۱۵		۵/۶۱۵	۰۳		۰۳		نارنج
	۶۶۸۰۱	۵۴/۵۸۶		۵۴/۵۸۶	۳/۵۶		۳/۵۶	۵/۸		۵۰۷		سایر
	۷۸۰۳۱	۸۳۱۰۳		۸۳۱۰۳	۶/۵۵۷		۰۶۷۸	۵۳۰۱		۵۳۰۱		جمع
۰۰۰۱	۱۵۱۲۲	۸/۸۵۵	۱	۸/۵۵۷	۳۶	۱	۳۶	۵/۱۳		۵/۱۳		انار
۰۰۰۱	۶۳۶۸	۱۰۰۱	۳	۱۰۰۷	۸/۵۸۱	۳	۸/۸۸۱	۸/۷		۸۰۷		انجیر

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر		
صفحه: ۳۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	

عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	تولیدات (تن)										نام محصول
	سطح زیرکشت باغات با احتساب درختان پراکنده (هکتار)										
	بارور					نهال					
دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	
											کیوی
											سایر
	۱۰۰۰۵۱	۰.۱		۰.۳	۰.۲		۰.۲	۵/۵		۵/۵	موز
				۱۹۹/۳				۱		۱	انبه
۲۷۵۰	۵۱۱۶۳	۲۵۱/۳۵۱	۵۵		۱۱۶	۰.۲	۴۶	۵/۸۱		۵/۸۱	کنار
											سایر
											سیب
	۰۰۰۶۳	۵/۳		۵/۳	۱		۱	۱		۱	شفتالو
	۰۰۰۶۳	۵/۳		۵/۳	۱		۱	۱		۱	زردآلو
											میوه های گرمسیری
											میوه های سردسیری

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۳۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	

عملکرد در هکتار (کیلوگرم)	تولیدات (تن)		سطح زیرکشت باغات با احتساب درختان پراکنده (هکتار)								نام محصول
			بارور				نهال				
			آبی	دیم	جمع	دیم	آبی	دیم	جمع	دیم	
	۵۰۰	۵/۵		۵/۵	۵/۵		۵/۵	۵/۵		۵/۵	شلیل
۶۰	۷۵۵۶	۳/۴		۷۶	۷۸	۵	۵	۶		۶	انگور
			۳/۵					۵/۵		۵/۵	انواع توت درخت
۲۵۲۲	۶۲۵۶	۱۸۶۱۷۶	۶۹۵۸	۱۸۲۷۱۷	۳۱۹۶۶	۲۷۶۰	۲۹۲۰۶	۷۳۶۵	۳۵	۷۳۳۰	جمع
جمع کل نهال و بارور دست											۳۹۰۴/۵

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۳۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	

۷-۶-۱- صنعت در حوضه

۱-۷-۶-۱- وضعیت دامپروری در استان

مجموع دام ثابت استان ۹۱۹۶۹۲ راس میباشد که شامل ۸۷۶۰۲۴ راس دام سبک و ۴۳۶۶۸ راس دام سنگین می باشد. چگونگی ارتباط جمعیت دامی استان با اکوسیستم رودخانه ها عمدتاً به تهیه علوفه می باشد. با توجه به اینکه گوشت مصرفی و مورد نیاز استان عمدتاً از شهرستان دشتستان تهیه می شود و ۵۰ درصد از کل جمعیت دامی استان در شهرستان دشتستان وجود دارد و با در نظر گرفتن وسعت مراتع استان که در حدود ۴۵۰۰۰۰ هکتار می باشد که عمدتاً بخش وسیعی از آن (۴۲۰۰۰۰ هکتار) در ردیف مراتع فقیر و بیابانی قرار دارند، بنابر این بعلت عدم تامین علوفه آبی، دامهای منطقه فشار بیش از اندازه بر چراگاههای حاشیه رودخانه وارد می نمایند که در صورت تهیه علوفه مورد نیاز توسط کشت آبی در منطقه این روند قابل کاهش می باشد

جدول ۹-۶- وضعیت دام در استان بوشهر

شتر و بچه شتر	گاو و گوساله	تعداد بز و بزغاله	تعداد گوسفند و بره (راس)	کل دام استان
۲۷۱۶	۴۰۹۵۲	۵۶۸۹۵	۳۱۱۱۲۹	۹۱۹۶۹۲

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۳۹	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

کودهای شیمیایی

مطابق با آمار دریافت شده در سال ۸۴-۸۳ کودهای مصرفی استان شامل انواع کود (فسفات - ازته - پتاسه - ماکرو می باشد که مجموع کود مصرفی استان ۳۱۴۰۴ تن در سال می باشد. در این راستا کودهای ازته بامقدار ۱۷۵۸۸/۴۵ تن در سال بیشترین و کودهای فسفات - ماکرو و پتاسه بترتیب از لحاظ مصرف در مقامهای بعدی قرار گرفته اند. از میان شهرستانهای موجود در استان شهرستان دشتستان به دلیل وسعت زمینهای کشاورزی بیشترین مصرف کود با مقدار ۱۳۵۲۳ تن و بعد از آن شهرستان دشتی با مقدار ۴۴۶۸ تن و کمترین مصرف کود شهرستان کنگان با مقدار ۱۰۰۴ تن در سال می باشد. (جدول)

جدول ۱۰-۶- میزان توزیع کود استان بوشهر به تفکیک شهرستان سال زراعی ۸۴-۸۳

کود شیمیایی (تن)				شهرستان
ماکرو	پتاسه	فسفات	ازته	
۱۵۰	۶۱/۱	۲۹۲/۳	۵۵۱/۶۵	جم
۲۷۱	۳۵۲/۹۵	۱۳۸۱/۶۸	۲۴۶۴/۹	دشتی
۱۷۵	۱۵۵/۳	۸۱۷/۶	۹۹۹/۳	دیر
۸۰	۴۴/۸	۴۲۰/۳	۴۶۰	کنگان

۲-۷-۶-۱- مزارع پرورش آبزیان (ماهی - میگو)

آبزی پروری بعنوان یکی از زیر بخشهای تولیدات کشاورزی نقش بسزایی را در عرضه مداوم مواد غذایی دارا است. متوسط مصرف سرانه ماهی و میگو در کشورمان حدوداً معادل ۱/۳ متوسط مصرف جهانی می باشد بنابراین رسیدن به رقم متوسط جهانی مستلزم

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۴۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

استفاده بهینه از منابع آب و خاک برای پرورش آبزیان خواهد بود. علیرغم توسعه نسبی پرورش آبزیان در سالهای اخیر با این وجود سطح اختصاص یافته به این بخش و حجم تولیدات آن بسیار اندک بوده و درصد کمی از رژیم غذایی مردم را تشکیل می دهد بر اساس آمار اداره شیلات استان علاوه بر برداشت آب جهت مصارف کشاورزی مزارع پرورش میگو استان نیز از رودخانه های حله و مند برداشت آب داشته در حال حاضر تعداد ۳۳۱ مزرعه پرورش میگو به مساحت ۲۵۵۰ هکتار وجود دارد که تعداد ۵۵ مزرعه به مساحت ۸۰۰ هکتار بر روی رودخانه حله و تعداد ۴۶ مزرعه با مساحت ۶۵۰ هکتار بر روی رودخانه مند و بقیه سایتها در حاشیه دریای خلیج فارس واقع شده است.

لازم به ذکر است که در تمامی سایتهای پرورش میگو از آب دریا جهت پرورش استفاده میشود و فقط در سایت رود حله برای تعدیل شوری از آب رودخانه حله در سالهایی که تمامی مزارع فعال باشند حداکثر میزان ۶ میلیون متر مکعب در طی یکسال برداشت میشود و سایتهای مند شمالی و مند غربی نیز از رودخانه مند ، جای که تحت تأثیر شدید جزر و مد دریا است آب برداشت می نمایند که می توان گفت برداشت آب رودخانه در این دو سایت حدود ۸ میلیون متر مکعب در سال است .

جدول ۱۱-۶- مشخصات سایتهای پرورش میگو در استان بوشهر

ردیف	نام سایت	تعداد مزارع	سطح مفید	انتظار تولید (به تن)	سطح بهره برداری شده (به هکتار)
۱	رود حله	۵۵	۸۲۵	۲۴۷۵	۸۰۰
۲	دلوار ۱	۲۱	۳۱۵	۹۴۵	۳۱۵
۳	دلوار ۲	۱۶	۲۷۷/۵	۸۳۲/۵	۲۵۰

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۴۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

ردیف	نام سایت	تعداد مزارع	سطح مفید	انتظار تولید (به تن)	سطح بهره برداری شده (به هکتار)
۴	بویرات	۴۸	۷۹۵	۲۳۸۵	۲۸۵
۵	مند شمالی	۴۵	۶۷۵	۲۰۲۵	۵۵۰
۶	مند غربی	۱	۴۵۰	۱۳۵۰	۱۰۰
۷	رود شور	۴	۴۱۲/۵	۱۲۳۷/۵	۱۰۰
۸	بندر ریگ	۳۰	۵۲۵	۱۵۷۵	۱۵۰
۹	شیف	۱۰۰	۲۰۰۰	۶۰۰۰	۰
۱۰	بنک	۱۱	۱۶۵	۴۹۵	۰
جمع کل					۲۵۵۰

۳-۷-۶-۱- واحدهای فعال حوضه آبریز مند

واحدهای فعال موجود در حوضه آبریز مند که در شهرستانهای دشتی و دیر قرار گرفته اند شامل ۳۶ واحد کانی غیر فلزی، ۱۶ واحد کشاورزی، ۹ واحد غذایی، ۱ واحد سلولزی و ۱ واحد شیمیایی می باشد. صنایع کشاورزی این حوضه اکثراً شامل سایتهای پرورش میگو می باشند که معمولاً پساب خود را به دریا می ریزند بقیه صنایع عملاً یا فاقد هر گونه پسابی بوده و یا دارای سپتیک و یا چاه جذبی بوده که پسابهای خود را در مکانهای از پیش تعیین شده تخلیه می نمایند.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۴۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۱۲-۶- وضعیت واحدهای فعال در حوضه آبریز رودخانه مند

واحدهای فعال					شهرستان
کشاورزی	غذایی	کانی غیر فلزی	سلولزی	شیمیایی	
۱۰	۲	۱۵	۱	-	دشتی
۶	۷	۲۱	-	۱	دیر

۴-۷-۶-۱- شهرکهای صنعتی و صنایع بزرگ

معمولاً از ایجاد شهرکهای صنعتی بعنوان ابزاری برای توسعه صنعتی وبه ویژه در مناطق محروم و عقب مانده استفاده می شود ، زیرا با مزایای اقتصادی که شهرکها از نظر ارائه متمرکز خدمات زیر بنائی ، تولیدی و کاهش هزینه های سرمایه گذاری و گردش تولید و مهمتر از همه حفظ سلامت محیط زیست دارند ، زمینه های انگیزشی قویتری برای روی آوری و تمرکز منابع سرمایه گذاری صنعتی در این گونه شهرکها فراهم می شود.

با تأسیس شرکت شهرکهای صنعتی به عنوان یکی از ارکان وزارت صنایع ، روند ایجاد شهرکها و تمایل به استقرار واحدهای صنعتی سبک در محدوده این شهرکها در اغلب نقاط کشور سرعت بیشتری یافته است.

درسال پایه مطالعات در حوضه آبریز مند هیچگونه شهرک صنعتی فعال وجود نداشته است.

۵-۷-۶-۱- آب بری معدن در وضع موجود

حوضه آبریز مند درسال پایه مطالعات جمعاً دارای ۳۹ معدن فعال کوچک بوده و با دارا بودن ۳۹۴ شاغل معدنی ، ارزش تولیدی برابر ۸/۵ میلیارد ریال داشته اند.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۴۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

اکثر این معادن در روند تولید خود آب بری قابل توجهی نداشته اند و صرفاً ۴ معدن موجود در دشت خورموج مربوط به سنگ لاشه با ذخیره قطعی معادل ۱۹/۵ میلیون تن و استخراج سالیانه ای برابر با ۲۷۵ هزار تن، ۱۲ هزار متر مکعب آب به مصرف رسانیده است که به نسبت ۸۳ درصد از منابع سطحی و ۱۷ درصد از منابع زیر زمینی تامین کرده اند.

مش

خصات معادن حوضه مند به تفکیک زیر حوضه ها در جدول (۱ صنایع مند) منعکس می باشد.

۶-۷-۶-۱- توزیع برداشت، مصرفی و پساب زیر حوضه ها

جدول ۱-۱۴ حجم برداشت، مصرف و پساب کارگاههای صنعتی حوضه مند را به تفکیک زیر حوضه ها در سال ۱۳۷۳ نشان می دهد. بیشترین مقدار آب برداشت شده این حوضه، توسط زیر حوضه قره آغاج - شور جهرم صورت گرفته (۹۵/۳ درصد) و زیر حوضه فیروزآباد با ۲/۸ درصد از کل آب برداشت شده در مرتبه بعدی قرار داشته است. همچنین بیشترین مقدار آب برگشتی با ۹۸ درصد از آن زیر حوضه قره آغاج - شور جهرم است و به همین ترتیب بیشترین برداشت آب در سال ۱۳۷۳ از میان دشتهای حوضه با ۵۱/۶ درصد متعلق به دشت جهرم بوده است.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۴۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۱۳-۱- ارزش تولیدات ذخیره قطعی ، تعداد معادن ، تعداد کارکنان و آب بری بر

حسب نوع کانی به تفکیک زیر حوضه ه در سال ۱۳۷۳ حوضه مند

مصارف آب			ذخیره قطعی	تعداد معادن	تعداد کارکنان	ارزش کل تولیدات هزار ریال	نام معدن (کانی)	نام زیر حوضه
منابع زیر زمینی	منابع سطحی	جمع						
۲۰۳۰	۱۰۱۴۵	۱۲۱۷۵	۱۹۵۳۸۴۰۰	۴	۳۵	۷۵۴۷۵	استخراج سنگ لاشه	پایاب موند

جدول ۱۴-۱- توزیع رشته ای برداشت ، مصرف و پساب کارگاههای صنعتی در

سال ۱۳۷۳ حوضه آبریز مند

پساب			مصرف	برداشت			رشته صنعتی	ردیف
جمع	منابع زیر زمینی	منابع سطحی		جمع	منابع زیر زمینی	منابع سطحی		
۲۱۵۲۴۵	۱۳۳۴۵۳	۸۱۷۹۲	۱۲۱۰۷۵	۳۳۶۳۳ ۲۰	۲۴۶۹۸۵	۸۹۳۳۵	۱ صنایع غذایی ، آشامیدنیها و دخانیات	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲ صنایع نساجی پوشاک ، پوشاک و چرم	
۲۵۷	۱۸۰	۷۷	۱۹	۲۷۶	۰	۲۷۶	۳ صنایع چوب و محصولات چوبی	

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۴۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	

پساب			مصرف	برداشت			رشته صنعتی	ردیف
				جمع	منابع زیر زمینی	منابع سطحی		
جمع	منابع زیر زمینی	منابع سطحی						
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	صنایع کاغذ، مقوا و چاپ	۴
۸۴۳۸	۶۶۶۸	۱۷۷۰	۵۸۶۲	۱۴۳۰۰	۷۸۶۵	۶۴۳۵	صنایع شیمیایی	۵
۱۵۱۸۳	۱۰۱۷۴	۵۰۰۹	۱۸۷۸۵	۳۳۹۶۸	۱۸۱۹۹	۱۵۷۶۹	صنایع کانی غیر فلزی	۶
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	صنایع تولیدات فلزات اسامی	۷
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	صنایع ماشین آلات و تجهیزات	۸
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	صنایع غیر متفرقه	۹
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	نیروگاه	۱۰
۲۳۹۱۲۳	۱۵۰۴۷۵	۸۸۶۴۸	۱۴۵۷۴۱	۰	۲۷۳۰۴۹	۱۱۱۸۱۵	جمع	

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۴۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۱۵-۱- توزیع رشته ای مقدار و درصد آب خریداری شده در سال ۱۳۷۳ حوضه

آبریز مند

ردیف	رشته صنعتی	اب خریداری شده	درصد
۱	صنایع غذایی ، آشامیدنیها و دخیانیات	۶	۰/۹۴۰
۲	صنایع نساجی ، پوشاک و چرم	۰	۰/۰۰۰
۳	صنایع چوب و محصولات چوبی	۲۰	۳/۱۳۵
۴	صنایع کاغذ و مقوا و چاپ	۰	۰/۰۰۰
۵	صنایع شیمیایی	۲۷۵	۵۸/۷۷۷
۶	صنایع کانی غیر فلزی	۲۳۷	۳۷/۱۴۷
۷	صنایع تولیدات اساسی	۰	۰/۰۰۰
۸	صنایع ماشین آلات و تجهیزات	۰	۰/۰۰۰
۹	صنایع متفرقه	۰	۰/۰۰۰
	جمع	۶۳۸	۱۰۰/۰۰۰

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۴۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۱۶-۱- توزیع برداشت، مصرف و پساب کارگاههای صنعتی به تفکیک

زیر حوضه ها در سال ۱۳۷۳ حوضه آبریز مند (ارقام متر مکعب)

نام زیر حوضه	برداشت			مصرف	پساب	
	منابع سطحی	منابع زیر زمینی	جمع		منابع زیر زمینی	منابع سطحی
قره آجاج شور جهرم	۱۰۴۱۴۲	۲۶۲۸۳۶	۳۶۶۹۷۸	۱۳۶۸۷۳	۸۶۱۸۰	۱۴۳۹۲۵
مند	۰	۰	۰	۰	۰	۰
فیروز آباد	۳۳۴۴	۷۳۲۶	۱۰۶۷۰	۴۸۷۸	۱۴۰۴	۴۳۸۸
پایان مند	۴۲۲۹	۲۸۸۷	۷۲۱۶	۳۹۹۰	۱۰۶۴	۲۱۶۲
هرم کاریان	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمع	۱۱۱۸۱۵	۲۷۳۰۴۹	۳۸۴۸۶۴	۱۴۵۷۴۱	۸۸۶۴۴۸	۱۵۰۴۷۵

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۴۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۸-۶-۱- شهرنشینی در حوضه

جدول ۱۷-۱- طول و عرض جغرافیایی شهرستانها: ۱۳۸۳

شهرستان		طول شرقی				عرض شمالی			
		حداقل		حداکثر		حداقل		حداکثر	
		درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	درجه	دقیقه
کل استان	۵۸	۵۲	۸	۵۰	۱۷	۳۰	۱۷	۲۷	
بوشهر	۱۰	۵۱	۴۰	۵۰	۴۶	۲۹	۴۶	۲۸	
تنگستان	۳۵	۵۱	۵۸	۵۰	۳۸	۲۹	۱۵	۲۸	
دشتستان	۰	۵۲	۴۵	۵۰	۴۵	۲۹	۴۲	۲۹	
دشتی	۱۰	۵۲	۱۰	۵۱	۴۵	۲۸	۱۰	۲۸	
دیر	۵	۵۲	۱۵	۵۱	۲۰	۲۸	۵۰	۲۷	
دیلم	۳۸	۵۰	۸	۵۰	۱۷	۳۰	۴۶	۲۹	
کنگان	۵۸	۵۲	۴۸	۵۱	۵۱	۲۸	۱۷	۲۷	
گناوه	۵۳	۵۰	۸	۵۰	۴۶	۲۹	۱۰	۲۹	
جم	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	

طول و عرض جغرافیایی کنگان مربوط به شهرستان کنگان و جم می باشد.

کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند		
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مرور اول	مرداد ۱۳۸۵
		صفحه: ۴۹	

جدول ۱۸-۱- مشخصات عمومی شهرستانها براساس تقسیمات کشور در پایان سال ۱۳۸۳

شهرستان	مساحت (کیلومتر مربع)	تعداد بخش	تعداد شهر	تعداد دهستان
کل استان	۲۳۱۶۷/۵۶۷	۲۱	۲۷	۴۲
بوشهر	۱۴۴۱/۹۴۹	۲	۳	۲
تنگستان	۱۹۲۶/۵۶۲	۲	۲	۴
دشتستان	۶۳۶۶/۲۴۸	۵	۸	۱۱
دشتی	۵۰۰۸/۴۳۶	۲	۲	۶
دیر	۲۱۵۷/۸۱۱	۲	۳	۴
دیلم	۱۶۹۸/۷۵۰	۲	۲	۴
کنگان	۲۷۳۱/۲۴۹	۲	۴	۴
گناوه	۱۸۳۶/۵۶۲	۲	۲	۲
جم	۰۰۰	۲	۱	۵

توضیح اینکه : مساحت کنگان مربوط به شهرستان جم و کنگان می باشد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۵۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۱۹-۱- تقسیمات کشوری در محدوده استان : ۱۳۸۳

نام دهستان	نام شهر	شهرستان و بخش
-	-	شهرستان بوشهر
انگالی	بوشهر	بخش مرکزی
حومه	چغادک	بخش مرکزی
-	خارگ	بخش مرکزی
-	-	بخش خارگ
اهرم - باغک	اهرم	شهرستان تنگستان
دلوار - بوالخیر	دلوار	بخش مرکزی
-	-	بخش دلوار
جم - کوری	جم	جم
انارستان - تشان - ریز	-	بخش مرکزی
-	-	بخش ریز
حومه - زیارت	یرازجان	دشتستان
دالکی	دالکی	بخش مرکزی
درواهی	آبپخش	بخش مرکزی
شبانکاره	شبانکاره	بخش شبانکاره
زیر راه	سعدآباد	بخش سعدآباد
وحدتیه	وحدتیه	بخش سعدآباد
بوشکان	-	بخش بوشکان
پشتکوه	کلمه	بخش بوشکان
ارم	تنگ ارم	بخش ارم

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۵۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

نام دهستان	نام شهر	شهرستان و بخش
دهرود	-	بخش ارم
-	-	شهرستان دشتی
خورموج	خورموج	بخش مرکزی
شنبه - طسوج - مرکزی	-	بخش مرکزی
چغاپور - کاکي - کبگان	کاکي	بخش کاکي
-	-	دير
حومه	دير	بخش مرکزی
آبدان	آبدان	بخش مرکزی
بردخون - آبکش	بردخون	بخش بردخون
-	-	ديلم
حومه - ليراوی شمالي	ديلم	بخش مرکزی
ليراوی جنوبي - ليراوی مياني	امام حسن	بخش امام حسن
-	-	کنگان
طاهري	کنگان	بخش مرکزی
حومه	بنک	بخش مرکزی
عسلويه	عسلويه	بخش عسلويه
نای بند	نخل تقی	بخش عسلويه
-	-	گناوه
حيات داود	گناوه	بخش مرکزی
رود حله	ريگ	بخش ريگ

اندازه گيري فلزات سنگين سرب، روي و کادميوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۵۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۲۰-۱- جمعیت شهرستانهای استان

تراکم جمعیت آبان ۱۳۷۵ (هکتار)	جمعیت				شهرستان
	آبان ۱۳۷۵	مهر ۱۳۷۰	مهر ۱۳۶۵	آبان ۱۳۵۵	
۲۹۰۰	۷۴۳۶۷۵	۶۹۲۸۲۹	۶۰۲۹۶۵	۳۴۷۸۶۳	کل استان
۱۰۱۰۰	۱۸۷۹۱۲	۱۸۰۷۷۰	۱۵۱۲۷۹	۱۲۹۵۸۸	بوشهر
۲۷۰۰	۵۹۰۶۶	۵۱۰۱۳۶	۴۹۳۲۹	۰	تنگستان
۳۴۰۰	۲۰۹۶۳۴	۱۹۲۵۴۴	۱۷۲۷۵۴	۱۰۸۲۲۷۵	دشتستان
۱۳۰۰	۶۹۳۵۰	۵۸۵۳۶	۵۱۱۵۰	۰	دشتی
۱۵۰۰	۴۱۹۸۶	۴۱۹۸۰	۳۴۲۳۲	۰	دیر
۲۵۰۰	۷۸۳۱۸	۶۷۵۶۷	۵۳۶۲۵	۰	کنگان
۲۰۰	۹۷۴۰۷	۹۶۴۱۰	۹۰۳۹۶	۰	گناوه
×	×	×	×	×	دیلم

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۵۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۱-۷- بررسی چگونگی ورود و اثرات فلزات مورد مطالعه در محیط پیرامون

۱-۷-۱- کادمیوم

کادمیوم عنصری فلزی نرم به رنگ سفید مایل به آبی است که براحتی با چاقو بریده می شود. این عنصر در سال ۱۸۱۷ توسط Fredrich Stromeyer دانشمند آلمانی کشف گردید. در بسیاری از موارد مانند روی عمل می کند. این عنصر به عنوان محصول فرعی از تسویه روی بدست می آید. کادمیوم و ترکیبات آن بسیار سمی هستند.

۱-۷-۱-۱- خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر کادمیوم

Stromeyer این عنصر را به صورت ناخالص از کربنات روی به دست آورد. کادمیوم در مقیاس کوچک در نهشته های روی مثل سولفات روی یافت می شود. سولفید کادمیوم تنها کانی است که کادمیوم از آن به دست می آید. بیشتر کادمیوم تولید شده از نهشته های سرب و روی و مس است. بیشتر خصوصیات این عنصر شبیه روی است. در سال ۱۹۲۷ کنفرانس بین المللی وزن و اندازه گیری میزان طیف خطی کادمیوم را ۱۶۴,۱۳ طول موج اعلام کرد. به علت خصوصیات سمی که این عنصر دارد کارگران معدن در معرض گاز خطرناک قرار دارند. در موقع لحیم کاری نقره به علت اینکه دارای مقداری کادمیوم است باید دقت لازم را به عمل آورد تا با پوست دست نباید برخورد داشته باشد. پرتو دهی کادمیوم از ۰,۰۱ mg/m³ تجاوز نمی کند. پرتو دهی گاز اکسید کادمیوم از ۰,۰۵ mg/m³ تجاوز نمی کند. و ماکزیمم غلظت آن نباید از ۰,۰۵ mg/m³ تجاوز کند.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۵۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



ساختار بلوری عنصر کادمیوم



عنصر کادمیوم در طبیعت

خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر کادمیوم		
عدد اتمی: ۴۸	جرم اتمی: ۱۱۲,۴۰	نقطه ذوب: 321.07°C
نقطه جوش: 767°C	حالت استاندارد: جامد	ظرفیت: ۲
رنگ: خاکستری نقره‌ای متالیک	گرمای تبخیر: 100 KJ/mol	دانسیته: ۸,۶۵۰
مقاومت الکتریکی: $0.0000000724 \text{ Ohm m}$	دوره تناوبی: ۵	گرمای ویژه: 0.231 J/g Ko
اشکال دیگر	اکسید کادمیوم CdO	کلرید کادمیوم CdCl_2
درجه اشتعال: در حالت جامد غیر قابل اشتعال		

۱-۷-۱-۲- منابع آلاینده طبیعی و انسان ساز کادمیوم

به طور طبیعی سالانه مقدار بسیار زیادی کادمیوم، حدود ۲۵۰۰۰ تن در سال، وارد محیط زیست می شود. حدود نیمی از این کادمیوم از طریق هوازدگی سنگها وارد رودخانه ها می شود و بخشی از کادمیوم از طریق آتش سوزیهای جنگل و آتشفشانها وارد هوا می شود.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۵۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

بقیه کادمیوم از طریق فعالیتهای بشری مانند کارهای صنعتی وارد بشر می شود. کادمیوم موجود در شیرابه زباله های صنعتی وارد خاک می شود. عامل ایجاد این شیرابه ها، تولید روی، کانسار فسفات و کود بیوشیمیایی است. شیرابه های حاوی کادمیوم از طریق سوزاندن زباله و سوخته های فسیلی وارد هوا هم می شود. به خاطر قوانین جدید، در حال حاضر تنها مقدار اندکی کادمیوم از طریق زباله های خانگی یا صنعتی وارد آب می شود. یکی دیگر از منابع اصلی منتشر کننده کادمیوم تولید کودهای فسفاته مصنوعی است. بعد از این که این کود در مزارع مورد استفاده قرار گرفت، بخشی از کادمیوم وارد خاک می شود و بقیه آن، در حین انهدام زباله های حاصل از تولید کود توسط شرکتهای تولید کننده، وارد آبهای سطحی می شود. وقتی کادمیوم توسط گل و لای جذب شود، می تواند مسافت زیادی را طی کند. این گل و لای حاوی کادمیوم آبهای سطحی را هم مانند خاک آلوده می کنند.

۳-۱-۷-۱-موارد استفاده از کادمیوم

کادمیوم یکی از عناصر دارای نقطه ذوب پایین در آلیاژها به شمار می رود. از این عنصر برای آبرکاری الکتریکی استفاده می شود که در این روش حدود ۶۰ درصد کادمیوم استفاده می شود. همچنین از این عنصر برای لحیم کاری و پیلهای استاندارد E.M.F، باتری های نیکل - کادمیوم و کنترل شکافت هسته ای استفاده می شود. ترکیبات کادمیوم در فسفرهای تلویزیون های رنگی و سیاه سفید و فسفرهای سبز و آبی برای تیوپهای تلویزیون رنگی کاربرد دارد. از ترکیب سولفید کادمیوم برای ساخت رنگدانه زرد استفاده می شود. کادمیوم و ترکیبات محلول آن سمی هستند.

کادمیوم در باطریهای نیکل - کادمیوم، تنظیم راکتور اتمی و در رنگدانه های قرمز و زرد به کار می رود. همچنین در ساخت مواد سمی بکار می رود.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۵۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۴-۱-۷-۱- اثر کادمیوم بر روی انسان

کادمیوم در پوسته زمین یافت می شود و معمولا در ترکیب با روی یافت می شود. به علاوه کادمیوم در صنعت به عنوان محصول فرعی و اجتناب ناپذیر در استخراج روی، سرب و مس می باشد. بعد از کاربرد، کادمیوم وارد محیط زیست و عمدتا زمین می شود. زیرا در کودها و آفت کشها به کار می رود .

کادمیوم عمدتا از راه غذا وارد بدن انسان می شود. غذاهایی که میزان کادمیوم موجود در آنها بالاست، باعث می شوند که غلظت کادمیوم در بدن انسان به شدت افزایش یابد. از جمله این غذاها، جگر، قارچ، صدف، صدفهای رودخانه ای، پودر کاکائو و جلبک دریایی خشک شده هستند .

سیگار کشیدن هم باعث می شود که میزان کادمیوم در بدن انسان افزایش یابد. دود توتون، کادمیوم را وارد ریه می کند. خون این کادمیوم را در بقیه بدن به گردش در می آورد و اثرات آن را در بدن افزایش می دهد .

در سایر موارد افزایش میزان کادمیوم در افرادی رخ می دهد که در نزدیکی محل دفع زباله های خطرناک و یا در نزدیکی کارخانه هایی زندگی می کنند که کادمیوم را وارد هوا می کنند و در افرادی رخ می دهد که در صنعت تصفیه فلز کار می کنند. تنفس کادمیوم به ریه آسیب شدیدی وارد می کند و حتی ممکن است باعث مرگ شود .

کادمیوم در ابتدا توسط خون به کبد می رود. در کبد کادمیوم به پروتئین ها متصل می شود و کمپلکسی را تشکیل می دهد که به کلیه می رود. کادمیوم در کلیه تجمع می یابد و باعث اختلال فرآیند تصفیه می شود. این امر باعث دفع پروتئینهای ضروری و قند از بدن می شود و به کلیه آسیب می رساند. دفع کادمیوم تجمع یافته در کلیه مدتی طولانی طول می کشد .

عوارض دیگری که توسط کادمیوم ایجاد می شود عبارتند از :

-اسهال، شکم درد و استفراغ شدید

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۵۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

-شکستگی استخوان

-عقیم شدن و نازایی

-آسیب سیستم عصبی مرکزی

-آسیب سیستم ایمنی

-ناهنجاریهای روانی

-آسیب احتمالی DNA یا سرطان

کادمیوم جذب مواد آلی موجود در خاک می شود. وقتی در خاک کادمیوم وجود داشته باشد، بسیار خطرناک است و جذب آن از طریق غذا افزایش می یابد. در خاکهای اسیدی، گیاهان کادمیوم بیشتری را جذب می کنند. در نتیجه زندگی و بقای جانورانی که از این گیاهان تغذیه می کنند به خطر می افتد. به همین علت میزان کادمیوم در کلیه گاوها افزایش می یابد. کرمهای خاکی و دیگر ارکانیسمهای خاک به سم کادمیوم بسیار حساسند. غلظت بسیار کم این ماده هم آنها را از بین می برد و در نتیجه ساختار خاک تغییر می کند. هنگامی که غلظت کادمیوم در خاک بالا باشد، فرآیندهایی که میکروارگانیسرها در خاک انجام می دهند، مختل می شود و کل اکوسیستم خاک در معرض خطر قرار می گیرد.

در اکوسیستمهای آبی، کادمیوم در صدفهای رودخانه ای، صدفها، میگوها، خرچنگها و ماهی ها تجمع می یابد. حساسیت جانداران مختلف آبی نسبت به کادمیوم متفاوت است. جانداران آب شور نسبت به سم کادمیوم مقاومتر از جانداران آب شیرین هستند. جانورانی که کادمیوم را می خورند یا می نوشند، دچار فشار خون بالا، بیماریهای کبد و صدمات مغزی و نخاعی می شوند.

۵-۷-۱- استانداردهای بهداشتی و مجاز کادمیوم

استانداردهای پیشنهادی که حد مجاز عناصر و فلزات سنگین را در آب تامین می کنند، براساس اثرات بهداشتی مورد انتظار برای یک دوره زندگی و با فرض مصرف معینی از

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۵۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

آب که هر فرد در طول روز مصرف می کند بنا شده اند در مورد فلز سنگین کادمیوم حد مجاز آن در آب آشامیدنی بنا بر استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) ۰/۰۰۳ میلی گرم در لیتر می باشد. استاندارد ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی در یکصد و پنجمین جلسه کمیته ملی استاندارد کشاورزی و غذایی مورخ ۷۵/۱۱/۲ تصویب شده به عنوان استاندارد رسمی کشور با شماره ۱۰۵۳ منتشر می گردد.

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی است در این استاندارد منظور از آب آشامیدنی، آبی است که عوامل فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی آن در حدی باشد که مصرف آن جهت آشامیدن، عارضه سوئی در کوتاه مدت یا دراز مدت ایجاد نکند.

حد مجاز، حداکثر عوامل شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی آب آشامیدنی است که استمرار مصرف آن برای انسان زیان آور نباشد. این مقدار بر مبنای متوسط مصرف آب آشامیدنی روزانه ۲/۵ لیتر برای یک انسان ۷۰ کیلوگرمی در نظر گرفته شده است بر همین اساس حداکثر مجاز کادمیوم در آب آشامیدنی برابر ۰/۰۰۵ میلی گرم بر لیتر است.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۵۹	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۷-۱- سرب

سرب عنصری فلزی نرم به رنگ سفید مایل به آبی است که با ساختار کوبیک متبلور می شود. این عنصر معمولاً در سنگ معدن گالن یافت می شود. سرب عنصری فوق العاده سمی است که اثرات آن در طولانی مدت ظاهر می شود. اثر سرب در سیستم عصبی موجب پایین آمدن بهره هوشی و دیگر اختلالات عصبی می شود. علاوه بر سیستم عصبی، سرب بر دیگر اعضای بدن نیز تأثیر منفی می گذارد.

۱-۷-۲-۱- خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر سرب

این عنصر از مدتها سال پیش شناخته شده بود. این عنصر به صورت آزاد در طبیعت یافت می شود اما درصد فراوانی آن کم است و این عنصر نایاب است. سرب بطور عمده در کانی گالن با ترکیب PbS طی فرایند تشویه حاصل می شود. از دیگر کانیهای که سرب در آن وجود دارد Anglesite, cerussite است. این عنصر دارای جلای فلزی است. و همینطور دارای رسانایی پایین جریان برق است و چکش خوار و مفتول پذیر است. این فلز مقاومت بالایی در برابر خوردگی دارد.

سرب طبیعی ترکیبی از ۴ ایزوتوپ پایدار است. درصد ایزوتوپهای مختلف سرب در طبیعت به ترتیب زیر است:

Pb_{204} (1.48%), Pb_{206} (23.6%), Pb_{207} (22.6%), Pb_{208} (52.3%)

ایزوتوپهای سرب دارای سه سری عناصر رادیواکتیو طبیعی هستند. Pb_{206} برای سری اورانیم، Pb_{207} برای سری اکتینیم، Pb_{208} برای سری توریم. ۲۷ ایزوتوپ سرب دیگر نیز که همه آنها رادیواکتیو هستند برای سرب شناخته شده است.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۶۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



ساختار بلوری عنصر Pb



عنصر Pb در طبیعت

خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر سرب		
نقطه ذوب: $327,46^{\circ}\text{C}$	جرم اتمی: ۲۰۷,۲	عدد اتمی: ۸۲
دانسیتته: ۱۱,۳۵	گرمای تبخیر: $177,7\text{Kj/mol}$	نقطه جوش: 1749°C
دوره تناوبی: ۶	حالت استاندارد: جامد	رنگ: سفید متمایل به آبی
اشکال دیگر	شکل الکترونی:	انرژی یونیزاسیون $715,6\text{Kj/mol}$
هیدرید سرب PbH_2	حالت اکسیداسیون: ۲, ۴	الکترونگاتیوی: ۲/۳۳
دی اکسید سرب PbO_2	گرمای تبخیر: $177,7\text{Kj/mol}$	مقاومت الکتریکی: $7-10 \times 10^{-2}, 065 \text{ Ohm m}$
اکسید سرب PbO	درجه اشتعال: در حالت جامد غیر قابل اشتعال	

۲-۲-۷-۱- منابع آلاینده طبیعی و انسان ساز سرب

سرب به طور طبیعی در محیط زیست وجود دارد. اما در اکثر موارد سرب موجود در

طبیعت حاصل فعالیت‌های بشری است. به علت کاربرد سرب در بنزین، چرخه سرب غیر طبیعی

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۶۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

شده است. در موتور ماشین، سرب می سوزد بنابراین نمکهای سرب (کلرین، برمین، اکسیدها) تشکیل می شوند .

نمکهای سرب از راه آگزوز ماشین ها وارد محیط زیست می شود. ذرات بزرگتر بلافاصله روی زمین ته نشین می شوند و خاکها و آبهای سطحی را آلوده می کنند و ذرات کوچکتر از طریق هوا مسافتهای طولانی را طی کرده و در جو باقی می مانند. بخشی از این سرب، به هنگام باران به زمین برمی گردد. چرخه سرب در اثر فعالیتهای بشری نسبت به چرخه طبیعی گسترده تر شده است. همین امر باعث آلودگی سرب در سرتاسر دنیا شده است.

۳-۲-۷-۱-موارد استفاده از سرب

سرب فلزی نرم است که طی سالیان متمادی کاربردهای بسیاری داشته است. این عنصر از ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد در محصولات فلزی، کابلها و خطوط لوله کاربرد داشته است اما در نقاشی و آفت کشها هم کاربرد دارد. سرب و دی اکسید سرب به مقدار زیاد برای ذخیره سازی باتری ها کاربرد دارد. فلز سرب عامل موثری برای جذب صدا است. که به علت این قابلیت از سرب برای پوشش تجهیزات اشعه ایکس و راکتورهای نوترونی برای جذب ارتعاش استفاده می شود.

از اکسید سرب برای تولید شیشه های کریستالی ظریف و ظروف بلور با خاصیت انعکاس نور بالا برای لنزهای اکروماتیک استفاده می شود. نیترات و استات سرب نمکهای محلولی هستند. نمکهای سرب مثل ارسنات سرب برای حشره کشها استفاده می شود. در موقع استفاده از سرب باید دقت لازم را به عمل آورد. سرب در لحیم کاری، به عنوان حفاظ در برابر تابش، در ساخت باتریها و مهمات به کار می رود. همچنین در صنایع رنگ سازی نیز کاربرد دارد. منابع طبیعی سرب کانی گالن می باشد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۶۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۴-۲-۷-۱- اثرات سرب بر روی انسان

سرب یکی از چهار فلزی است که بیشترین عوارض را بر روی سلامتی انسان دارد. سرب از راه غذا (۶۵٪)، آب (۲۰٪) و هوا (۱۵٪) وارد بدن انسان می شود. غذاهایی مانند میوه، سبزیجات، گوشت، دانه ها، جانوران دریایی، نوشیدنی ها و شراب حاوی مقدار زیادی سرب هستند. دود سیگار هم مقدار اندکی سرب دارد. سرب با خوردن لوله های انتقال آب، وار آب آشامیدنی می شود. اگر آب اندکی اسیدی باشد، احتمال خوردگی بیشتر است. به همین علت است که در سیستمهای تصفیه آب، باید pH آب آشامیدنی مناسب داشته باشند. تا جایی که ما می دانیم سرب در بدن انسان عملکردی ندارد و تنها پس از جذب از راه غذا، هوا یا آب باعث آسیب بدن می شود. سرب اثر ناخواسته ای را به دنبال دارد که عبارتند از:

- اختلال بیوستنز هموگلوبین و کم خونی
- افزایش فشارخون
- آسیب کلیه
- سقط جنین و نارسی نوزاد
- اختلال سیستم عصبی
- آسیب مغز
- ناباروری مرد و آسیب اسپرم
- کاهش قدرت یادگیری در بچه ها
- اختلالات رفتاری در بچه ها مانند پرخاشگری و بیش فعالی

سرب از راه جفت وارد بدن جنین می شود. به همین علت، سرب باعث آسیب جدی سیستم عصبی و مغز جنین می شود.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۶۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

سرب به واسطه خوردگی لوله های سربی در سیستم انتقال آب وارد آب و خاک می شود. سرب شکسته نمی شود و تنها به اشکال دیگر تبدیل می شود. سرب در بدن جانداران آبی و جانداران خاک تجمع می یابد. این موجودات در اثر سم سرب دچار عوارضی می شوند. غلظت بسیار اندک سرب هم روی حلزونهای دریایی اثرات منفی میگذارد. سرب عملکرد فیتوپلانکتونها را مختل می کند. فیتوپلانکتون یکی از منابع مهم تولید اکسیژن در دریاهاست و بسیاری از جانوران بزرگتر آن را می خورند. به همین علت است که آلودگی سرب تعادل جهانی را بر هم می زند. سرب، به ویژه در نزدیکی بزرگراه ها و مزارع که غلظت آن بالاست، عملکرد خاک را بر هم می زند. جانداران خاک هم از سم سرب آسیب می بینند.

۵-۲-۷-۱- استانداردهای بهداشتی و مجاز سرب

به هر حال بطور تجربی ارتباط بین خوردن املاح سرب و تومورهای کلیوی نشان داده شده است. در نتیجه سرب و ترکیبات معدنی سرب در گروه $2B$ در طبقه بندی IARC قرار گرفته است که احتمالاً سرطانزا برای انسان نامیده می شود. (شواهد در انسان کافی نیست در حیوانات کافی است).

در سال ۱۹۸۶ سازمان بهداشت جهانی و خواربار و کشاورزی (FAO/WHO)، جذب هفتگی قابل تحمل (PTWI) $25 \mu g$ سرب به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (معادل $3/5 \mu g/kg$ به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز) را برای نوزادان و بچه ها با احتساب این حقیقت که یک سم تجمعی است و در نتیجه از هر گونه افزایش سرب در بدن باید اجتناب شود ارائه کرده است.

قابلیت تحمل موقتی (PTWI) بر پایه مطالعات متابولیک در نوزادان است که میانگین جذب روزانه $3-4 \mu g/kg$ وزن بدن رابطه ای به افزایش سطح سرب خون یا کل مقدار سرب تحمیل شده به بدن ندارد در حالیکه جذب $5 \mu g/kg$ وزن بدن باعث تجمع سرب در بدن می

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۶۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

شود این میزان جذب هفتگی قابل تحمل موقتی (PTWI) توسط سازمان بهداشت جهانی در ۱۹۹۳ مورد تاثیر مجدد قرار گرفت و به تمام گروههای سنی تعمیم داده شده.

براساس این فرض که ۵۰٪ سهم آلودگی با سرب مربوط به آب آشامیدنی است یک بچه ۵ کیلوگرمی که با شیرخشک یا شیر گاو تغذیه می شود ۰/۷۵ لیتر در روز آب آشامیدنی مصرف می کند بنابراین مقدار راهنمایی غلظت سرب در آب ۰/۰۱ mg/L توصیه شده است از آنجائی که نوزادان حساسترین گروه در اجتماع هستند این راهنما برای سایر گروههای سنی نیز مناسب است.

بنا بر استاندارد آب آشامیدنی ایران حد مجاز سرب در آب آشامیدنی ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر می باشد.

۳-۷-۱- روی

روی فلزی است نرم به رنگ سفید مایل به آبی با جرم حجمی ۷/۱۴ گرم بر سانتیمتر مکعب که نقطه ذوب آن ۴۱۹ درجه سانتیگراد میباشد. فراوانی نسبی این فلز در پوسته زمین ۰/۰۰۸۳ درصد است که تقریباً همیشه همراه سرب ظاهر می شود و دارای پنج ایزوتوپ در طبیعت است.

کانی های اصلی روی عبارتند از:

۶۷٪ فلز روی	Zns	اسفالریت بلند	Sphalerit
۶۳٪ فلز روی	Zns	ورتزیت	Wurtzite
۵۳/۷٪ فلز روی	ZnCO ₃	اسمیت زونیت	Smithsonite
۵۳/۷٪ فلز روی	Zn(sio ₃)(OH) ₂ H ₂ O	کالامین یا همی مورفیت	Calamine

که اسمیت زونیت و همی مورفیت در منطقه اکسیداسیون تشکیل می شوند. اسفالریت کانی و منبع اصلی تولید جهانی روی است که معمولاً همراه با سرب، کادمیوم و سولفیدهای آهن بوده و به مقدار کمتری همراه با سولفیدهای مس و فلزات طلا و نقره همراه می شود

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۶۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

ترکیب اسفالریت، خیلی متغیر است. مقدراً فلز روی در فرمول ایده آل ۶۷/۱ درصد است منگنز و کادمیوم همواره در ترکیب اسفالریت وجود دارد و مقدار آنها ممکن است تا چند درصد برسد.

همراه عناصر فوق ایندیوم، گالیوم، ژرمنیوم و جیوه با عیار ۰/۰۰۱ تا ۰/۱ درصد بصورت ترکیبات ایزومرف این کانی تشکیل می گردند به این ترتیب اسفالریت نوعی کانی اولیه برای فلزات کادمیوم، ایندیوم، ژرمانیوم و گالیوم نیز محسوب می شود. اسمیت زونیت علاوه بر روی دارای آهن (تا ۴ درصد و بعضی موارد تا ۲۰ درصد) و نیز منگنز، کلسیم و منیزیم (به مقدار چند درصد) می باشد. کانی ویلمیت (Zn_5SiO_4) و فرانکلینیت $(Zn, Mn)FeSO_4$ نیز در بعضی کنسارهای روی مخصوصاً از خواستگاه دگرگونی تشکیل میگردد ولی بندرت قابل استخراج است.

۱-۳-۷-۱- خواص فیزیکی و شیمیایی روی

وضعیت فیزیکی	فلز به رنگ سفید مایل به آبی (Bluish- white)
نقطه ذوب	$41.58^{\circ}C$
درجه جوش	$907^{\circ}C$
دانسیته	$7014g/cm^3$ در $20^{\circ}C$

روی طعم نامطلوب تلخ و گزنده ای به آب می دهد. آزمون ها نشان می دهد ۰.۵٪ از جمعیت می توانند تفاوت بین آب عاری از روی و آبی که حاوی $4mg/litre$ روی بصورت سولفات روی است تشخیص می دهند اما سایر ترکیبات روی در مقدار بالاتری قابل تشخیص می باشند.

آب حاوی روی در غلظت حدود $3-5mg/litre$ تمایل به نشان دادن حالت رنگین

کمان و تشکیل یک لایه روغنی هنگام جوشیدن دارد.

کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند		
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مرور اول	مرداد ۱۳۸۵
			صفحه: ۶۶

جدول ۲۱-۱- خواص فیزیکی و شیمیایی فلز روی

	Chemical symbol	At. or mol wt.	Sp. gr.	M.P., °C.	B.P., °C.	Solubility
Zinc	Zn	65.38	7.14	419.47	907	Insol. hot or cold H ₂ O Sol. acids, alkalis, acetic acid
Zinc oxide	ZnO	81.38	5.47	<1800		1.6mg/liter(29°) Sol. acids, dil. acetic acid, NH ₄ OH
Zinc sulfide (sphalerite)	ZnS	97.45	4.102 (2.5°)	Tr. 1020		0.65mg/liter(18°) V. sol. acids
Zinc chloride	ZnCl ₂	136.29	2.91 (2.5°)	262	732	4.32kg/liter(25°) 6.15kg/liter(100°) 1kg/liter alc. (12.5°) Insol. NH ₃
Zinc sulfate	ZnSO ₄	161.44	3.74 (1.5°)	Dec. 740		865g/liter(80°) 808g/liter(100°) Sl sol. alc.
Dimethyl zinc	(C ₂ H ₅) ₂ Zn	95.45	1.386 (10.5°)	-42.2	46	Dec. cold H ₂ O, alc., acids Sol. ether

۲-۳-۷-۱- منابع آلاینده طبیعی و انسان ساز روی

روی به مقدار خیلی کم در تمام سنگهای آتشفشانی وجود دارد ترکیبات روی به صورت معدنی عمدتاً به شکل سولفیدها نظیر آسفالریت یا سولفور روی می باشد میزان روی طبیعی در خاک حدود ۳۰-۱ میلی گرم بر کیلوگرم خاک می باشد.

معادن سرب و روی به دو صورت روباز و زیرزمینی یافت می شوند. در معادن زیرزمینی با حفر شبکه ای از تونلها استفاده از روشهای استخراج و بارگیری، مواد معدنی را در واگنهای مخصوص ریخته و به محلی در روی زمین آورده و انباشته می کنند. از این مرحله به بعد به اینکه کارخانه تغلیظ در چه محلی واقع شده باشد، ترابریهای متفاوتی صورت خواهد گرفت. بهره برداری از معادن روباز (همانند معدن انگوران) بصورت پله ای انجام می شود.

مهمترین آلاینده روی در ایران، در صنعت گالوانیزاسیون است بعلاوه از ورق روی در ساخت باتریهای خشک استفاده می شود. آلیاژهای روی (برنج، زاماک) در صنایع فلزی

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۶۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

خودروسازی و نظامی مورد استفاده قرار می گیرند. عیار مناسب برای صنایع گالوانیزاسیون ۹۹/۹۹ درصد و برای صنایع تولید برنج با کیفیت مطلوب ۹۹/۹۹۵ درصد است. ترکیبات روی نیز مصارف مختلفی دارد که اهم آنها بشرح زیر است:

- اکسید روی (ZnO) در صنایع رنگ، لعاب و لاستیک
- لیتیوپون ($Zn + BaSO_4$) در صنعت رنگ
- کلرید روی ($ZnCl_2 \cdot 2H_2O$) در لابراتوارها
- سولفات روی ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) در لابراتوارها
- فسفات روی ($Zn_3(PO_4)_2$) در آبرکاری و فولاد سازی و به عنوان افزودنی در

روغن موتور

- سیانور روی بصورت $Zn(CN)_2 + K_2SO_4(2KCl)$ در صنایع فلزی جهت

گالوانیزاسیون

که هر یک از صنایع فوق به صورت صنایع آلاینده انسان ساز در ایران مطرح می

باشند.

۳-۳-۷-۱- مواد استفاده از روی

فلز روی که از نظر مقدار مصرف پس از فولاد، آلومینیوم و مس چهارمین فلز پر مصرف صنعت تلقی می شود بعنوان محافظ فولاد در صنعت آبرکاری، بعنوان فلز آلیاژ کننده با مس جهت تولید برنج، در ریخته گریها و همچنین به صورت ترکیبات شیمیایی در لاستیک و رنگها بکار می رود.

فولاد با پوشش روی به مقدار زیاد در اسکلت ساختمانهای تجاری و صنعتی، برجهای انتقال نیرو و مخبرات، پلها و کشتیها مصرف می شود. برنج در تولید کالاهای مصرفی و قطعات الکتریکی بکار می رود.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۶۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

ریخته گری روی در تولید قطعات اتومبیل، ماشین آلات و تجهیزات الکتریکی و علمی از اهمیت خاصی برخوردار می باشد جایگزینهای اصلی روی عبارتند از آلومینوم، منیزیم و پلاستیکها، فلز روی اگرچه موقعیت خود را در کاربردهای متعدد در مقابل فلزات قابل جایگزین به خوبی حفظ کرده است لکن رقابت فلزات مذکور باعث کاهش مصرف فلز روی شده است.

به استثنای استفاده رو به تزاید از آلیاژهای آلومینوم - روی در محصولات تخت که می توانا باعث کاهش مصرف روی شود تاکنون هیچ ماده ای برای محافظت از خوردگی آهن و فولاد در مقیاس وسیع نتوانسته است جایگزین روی شود.

۴-۳-۷-۱- اثر روی بر انسان

جذب روی خورنده شده بسیار متغیر است (۹-۱۰٪) و بستگی به فاکتورهای متعددی دارد در غلظ بالای روی پروستات، استخوان، عضله و کبد پیدا شده است. ۷۵٪ از دفع از طریق

دستگاه گوارش انجام می شود و فقط مقدار کمی از طریق ادرار و عرق دفع می شود. نیمه عمر بیولوژیکی روی باقیمانده در بدن انسان ۱ سال است. روی عنصر حیاتی برای تمامی ارگانسیم های زنده است. نزدیک ۲۰۰ آنزیم حاوی روی تشخیص داده شده است شامل بسیاری از Dehydro genases , aldolases, peptidases , polymerases , phosphatases .

اثرات بر انسان: در تعدادی از کشورها کمبود روی از طریق غذایی در انسان گزارش شده است.

سمیت حاد از خوردن مقادیر زیاد املاح روی چه بصورت تصادفی و یا عمدتاً به عنوان ماده قی آور یا مکمل های غذایی حادث شده است.

اغلب استفراغ پس از مصرف بیش از 500mg از سولفات روی رخ می دهد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۶۹	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

مسمومیت، متعاقب نوشیدن نوشیدنی های اسیدی که در ظرف گالوانیزه نگهداری می شوند گزارش شده است، تب، دل آشوبه، تهوع، استفراغ، چنگه معده و اسهال ۱۲-۳ ساعت پس از خوردن آن رخ می دهد. مسمومیت غذایی در اثر مصرف غذاهایی که در ظروف گالوانیزه شده با روی درست شده اند نیز گزارش شده است علائم در طی ۲۴ ساعت رخ می دهند و شامل تهوع و استفراغ و اسهال است و گاهی همراه با خونریزی دردهای شکم است. کمبود آشکار مس که نتیجه عمده خوردن بصورت کم در طولانی مدت است (chronic) در اثر درمان با روی با میزان $(150-405mg/day)$ برای بیماری [celiac disease] کم خونی داسی شکل [sickle cell] anaemia و acrodermatitis enteropatica رخ داده است.

اختلال به وضعیت مس در افراد داوطلب توسط جذب روی از طریق رژیم غذایی به مقدار $18.5mg$ روی در روز گزارش شده است. دادن روی به افراد بالغ سالم به مقدار ۲۰ برابر جذب مجاز توصیه شده از طریق رژیم غذایی برای مدت ۶ هفته منجر به صدمه به واکنش های مختلف ایمنی شده است فرسایش ۱ معده گرفتاری دیگری است که در روزانه $440mg$ مصرف سولفات روی گزارش شده است. اضافه کردن $80-150mg$ روی باعث کاهش سطح کلسترول با وزن بالا در سرم پس از چند هفته می شود.

ما این اثر در مطالعات دیگر دیده نشد است در مطالعات انجام شده در استرالیا اثر زیان آوری در اثر مصرف $150mg$ از روی در سطح مس پلاسمای افراد داوطلب سالم در طی دوره ۶ هفته ای دیده نشده است.

در مطالعات محدود انجام شده در مورد کارگران کارخانجات تصفیه روی هیچگونه مدرکی از افزایش مرگ و میر هیچ نوعی سرطان یافته نشده است.

1 Gastric erosion

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۷۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۵-۳-۷-۱- استاندارد های بهداشتی و مجاز روی

مطالعات انجام شده در مناطق مختلف بیانگر آن است که متوسط جذب روزانه روی توسط انسان بین ۲۲-۵ mg/day بوده است.

روی موجود در رژیم های غذایی مختلف در بالغین آمریکایی شمالی بین ۱۰-۱۵ mg/day بوده است در فنلاند متوسط جذب روزانه روی از طریق غذا ۱۶mg گزارش شده است.

مقدار جذب روزانه مجاز برای مردان ۱۵ mg/day توصیه شده است و برای زنان بالغ ۱۲ mg/day و برای نوزادانی که با غذای کودک تغذیه می شوند ۵ mg/day و برای بچه ها ۱۰ mg/day توصیه شده است.

آب آشامیدنی معمولاً دخالت اندکی در جذب روی دارد مگر در مواردی که به علت خوردگی لوله ها و اتصالات غلظت های بالایی از روی در آب آشامیدنی وجود داشته باشد. در شرایط خاص آب شیر برداشت می تواند تا ۱۰٪ مقدار جذب روزانه روی را تشکیل دهد. استاندارد ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی در یکصد و نود و پنجمین جلسه کمیته ملی استاندارد کشاورزی و غذایی مورخ ۷۵/۱۱/۲ تصویب شده به عنوان استاندارد رسمی کشور با شماره ۱۰۵۳ حد مجاز روی در آب آشامیدنی را ۳ میلیگرم در لیتر محدود نموده است.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۷۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۸-۱ - تعاریف و اصطلاحات

۸-۱-۱ - خصوصیات فیزیکی آب

۸-۱-۱-۱ - دما

دمای آب بستگی به وضعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی آن دارد و همچنین تغییرات فصلی نیز باعث تغییر دمای آب خواهد بود درجه حرارت آب پارامتر مهمی است زیرا بر روی زندگی آبزیان، نوع و سرعت واکنش های شیمیایی و مناسب بودن آب برای مصرف اثر دارد. افزایش درجه حرارت آبهای سطحی معمولاً به دلیل تخلیه پسابها و فاضلابهای شهری و صنعتی به آنها می باشد افزایش درجه حرارت آب رودخانه برای بسیاری از موجودات زنده آبی مضر است و سبب مرگ ماهیها می شود. تاسیسات صنعتی که از آب سطحی برای اهداف خنک کردن استفاده می کنند بخصوص در ارتباط با درجه حرارت آب ورودی مشکل خواهند داشت به اضافه این که اکسیژن در آب گرم به مراتب کمتر از آب سرد حل می شود. افزایش نرخ واکنش های بیولوژیک با درجه حرارت سبب کاهش مقدار اکسیژن در آب سطحی شده و می تواند کاهش شدید اکسیژن در ماهیهای تابستانی را به همراه داشته باشد. وقتی یک حجم زیاد آب گرم به یک منبع آب طبیعی افزوده می شود، اثرات بسیاری زیاد خواهد بود این امر می تواند باعث تغییرات ناگهانی درجه حرارت شده و باعث مرگ و میر موجودات آبی شود به اضافه درجه حرارت بالا می تواند به رشد مضر گیاهان آبی و قارچ های مضر در منابع پذیرنده منجر شود بنابر استاندارد محیط زیست ایران در اثر تخلیه پسابها 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.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۷۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۱-۸-۱ - هدایت الکتریکی

قابلیت هدایت الکتریکی معیاری است جهت سنجش توانایی یک محلول برای انتقال الکتریکی، از آنجایی که این توانایی تابعی از حضور یون های موجود در یک محلول میباشد اندازه گیری قابلیت هدایت الکتریکی نشانگر خوبی در مورد کل مواد حل شده در آب بشمار می آید. واحد قابلیت الکتریکی میکروزیمنس بر سانتیمتر $\mu S/cm$ می باشد در مورد غالب آبها فاکتورهایی برابر $0.7-0.55$ در نظر گرفته می شود که با ضرب کردن این فاکتور در میزان قابلیت هدایت الکتریکی، مقدار مواد حل شده به میلیگرم در لیتر را به طور تقریب بدست می دهد. این فاکتور در مورد آبهای حاوی اسید آزاد کمتر از 0.55 و برای آبهای پر نمک بیش از 0.7 می باشد. قابلیت هدایت الکتریکی تابعی است از درجه حرارت که در موقع اندازه گیری آن باید درجه حرارت (معمولاً 20 یا 25 درجه سانتیگراد) قید شود.

یکی از مزایای اندازه گیری هدایت الکتریکی، انجام آن در محل نمونه برداری و سهولت کنترل مداوم آن میباشد.

۳-۱-۸-۱ - کدورت

کدورت پدیده ای است که میزان شفافیت آب را مشخص می کند و بعنوان یک خاصیت ظاهری آب محسوب می گردد آب وقتی دارای کدورت است که محتوی مواد معلق و قابل رویت باشد بنابراین کدورت ناشی از زندگی و مرگ میر جلبک ها یا سایر ارگانیسمهای آبری یا ناشی از ذرات ماسه و گل و لای موجود در آب می باشد.

سنجش کدورت از مقایسه جذب نور از مقطع کاملاً شفاف و نمونه آب مورد نظر بدست می آید و بصورت واحدهای زیر گزارش می شود.

1-J.T.U (JACSON Turbidity) واحد کدورت جکسون

2-N. T.U (Nephelometry.Tu.unit) واحد کدورت جذب سنجی

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۷۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

3-F.T.U) واحد کدورت فومازین (Formazin Tu.unit)

در J.T.U شدت نور عبور کرده از آب مورد آزمایش مد نظر است که توسط قانون Lambert ، Bear تعیین می شود و اختلاف زاویه بین نور تابش شده و اندازه گیری شده صفر است.

در N. T.U شدت نور منعکس شده در آب مورد آزمایش مد نظر است و اختلاف زاویه نور تابش شده و منعکس شده 90° می باشد.

در F.T.U با استفاده از محلول استاندارد فورمازین، کدورت آب تعیین می شود. نوع کدورت و مقدار آن بستگی به نوع بستری که آب از روی آن حرکت می کند و سرعت آب دارد. وقتی که آب آرام می شود ذرات معلق بزرگ با سرعت ته نشین می شود و ذرات کوچک و ریز با تانی بیشتر ته نشین می شوند ذرات ریز لای ممکن است ماهها زمان برای ته نشینی احتیاج داشته باشد. آبهای زیرزمینی عموماً شفاف هستند که به خاطر سرعت کم حرکت آنها در دل خاک است. آب دریاچه ها از آب رودخانه های کوچک صافتر و شفافتر است و در حالت کم آبی (تابستانها) آب رودخانه ها شفافیت بیشتری از حالت سیلابی دارند. برای حذف کدورت عملیات ته نشینی با مواد و بدون مواد شیمیایی و فیلتراسیون به کار گرفته می شود. در استانداردهای امریکا از راه مقایسه با نمونه استاندارد درجه کدورتی آب را مشخص می نمایند بدین شکل که کدورتی آب مقطری را که یک میلی گرم در لیتر سلیس در آن وارد شده و کاملاً مخلوط شده باشد را واحد کدورتی فرض می کنند و درعمل به وسیله جذب سنجی، کدورت نمونه را بر حسب NTU مشخص می کنند بنا بر استاندارد امریکا حداکثر کدورتی آب برابر ۱۰ میلی گرم در لیتر سلیس می باشد.

۴-۱-۸-۱ - اکسیژن محلول

میزان اکسیژن محلول در آب پارامتری است که افزایش آن باعث گوارا شدن آب می گردد و همچنین این پارامتر برای حیات موجودات آبی از قبیل ماهی ها بسیار مهم می باشد،

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۷۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

همچنین هر چه اکسیژن محلول در آب بیشتر باشد قابلیت خود پالایی آب در اثر ورود فاضلاب به آب سطحی افزایش می یابد، ولی مقدار زیاد آن آب را خورنده می کند. مقدار اکسیژن محلول آب بستگی به درجه حرارت آب دارد یعنی هرچه آب سردتر باشد مقدار اکسیژن آبی که با هوا مخلوط می شود مقدار اکسیژن در آن حل یا از آن خارج می شود برای مثال، آب قسمتهای پایین تر دریاچه ها یا مخازن اکسیژن خیلی کمی دارند. بعضی اوقات، غلظت اکسیژن آب آنقدر زیاد می شود که بحد اشباع می رسد زیرا که جلبکها در فتوسنتز از گاز دی اکسید کربن استفاده کرده و اکسیژن می سازند وقتی به آبهای اشباع از اکسیژن هوا دمیده شود مقداری از اکسیژن آنها خارج می گردد مقدار اکسیژن لازم در آب آشامیدنی ۵ میلیگرم در لیتر است به آبی که اکسیژن محلول کمی دارد در تصفیه خانه به کمک هوادهی اکسیژن می دمند.

PH - ۱-۸-۱-۵

درجه تمرکز یون های آزاد H^+ را که نشانه ی خاصیت اسیدی آب است با PH نمایش می دهند رقم PH آب یا غلظت یونهای هیدروژن، اسیدته یا قلیائیت آب را مشخص می کند. PH یکی از مهمترین خواص فیزیکوشیمیایی آب می باشد زیرا که بیشتر روشهای تصفیه آب به PH آن بستگی دارد آب خالص به میزان خیلی کم به یونهای H^+ , OH^- تجزیه می شود در اصطلاح عموماً به محلولی خنثی گویند که تعداد یونهای هیدروژن و هیدروکسیل آن برابر باشد غلظت تقریبی یونها در آب خنثی 10^{-7} مول در لیتر می باشد و درجه حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد و $PH=7$ آب حالت خنثی دارد وقتی که غلظت یونهای هیدروژن بیش از هیدروکسیل باشد و در PH کمتر از 7 آب دارای خاصیت اسیدی بوده و برعکس اگر غلظت یونهای هیدروکسیل بیش از هیدروژن باشد و در PH بالاتر از 7 آب خاصیت قلیایی خواهد داشت. PH مناسب آب آشامیدنی معمولاً بین ۷ الی ۸ می باشد. PH آب آلوده نشده اساساً رابطه بین دی اکسید کربن آزاد (CO_2) و مقدار کربنات و بیکربنات را نشان میدهد. آبهای

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۷۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

طبیعی معمولاً دارای PH بین ۴ الی ۹ می باشند و اکثر آنها به علت انحلال کربنات و بیکربنات های قلیایی پوسته زمین کمی قلیایی می باشند آبهای اسیدی که از معادن ذغال سنگ می گذرند PH پایین داشته و دارای خاصیت خوردندگی زیاد و طعم اسیدی یا نمکی می باشد . آبهای سخت که از زمینهای آهکی می گذرند PH بالایی دارند.

۶-۱-۸-۱ - شوری

شوری آب به علت ترکیبات کلراید و به ویژه ترکیب آن با سدیم (نمک طعام) و در درجه بعد با کلسیم و منیزیم می باشد. این مواد از اجزاء پایدار در آب بوده و غلظت آنها تحت تأثیر فرایندهای طبیعی ، فیزیکیوشیمیایی و بیولوژیکی تغییر نمی پذیرد کلراید از رسوبات کانی طبیعی، از آب دریا (هم از طریق نفوذ و هم بوسیله پراکنده شدن آب دریا در هوا)، در اثر انجام امور کشاورزی و آبیاری واز فاضلابهای خانگی و صنعتی ناشی می شود.

اغلب رودخانه ها و دریاچه ها دارای غلظت کلراید کمتر از ۵۰ میلیگرم در لیتر بر حسب CL^- می باشند و هر گونه افزایش قابل توجه غلظت کلراید در آب نشانه ای از آلودگی احتمالی بشمار می آید. مقدار کلرور فاضلابها در شرایط هوای خشک احتمالاً بیش از ۷۰ میلیگرم در لیتر یعنی بیش از غلظت آن در منبع اصلی میباشد. موضوع اصلی که در اثر ازدیاد غلظت کلراید در آب بوجود می آید، مساله مورد قبول گرفتن آن بوسیله مصرف کننده است. با وجود این

کلراید ها معمولاً برای سلامتی انسان مضر نمی باشند ولی مقدار نمک معمولی یا کلراید سدیم برای بیماران قلبی و کلیوی باید محدود گردد.

طبق استانداردهای بین المللی سازمان بهداشت جهانی (۱۹۷۱) حداکثر غلظت مطلوب کلراید ۲۰۰ و حداکثر غلظت مجاز آن ۶۰۰ میلیگرم در لیتر میباشد دستورالعمل مجمع اروپایی و راهنمای بهداشت جهانی سال ۱۹۸۳ مقدار کمتری کلراید معادل ۲۵۰ میلیگرم در لیتر را توصیه می نمایند و معتقدند که اثرات نامطلوب می تواند در غلظت بالای ۲۰۰ میلیگرم در

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۷۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	مجرى: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر
			کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴

لیتر نیز رخ دهد. مقادیر پیشین معادل ۲۰۰ و ۶۰۰ میلیگرم در لیتر در رابطه با مزه خوردندگی در سیستمهای آب گرم تعیین شده بودند که در حال حاضر نیز معتبر می باشند. حس چشایی حساس می تواند مقدار ۱۵۰ میلیگرم در لیتر را احساس نماید. غلظت های بالای ۱۵۰ میلیگرم در لیتر می تواند باعث شور شدن مزه آب گردد هر چند در برخی مناطق خشک و کم آبی که تأمین آب آشامیدنی مشکل است آبهایی با بیش از ۶۰۰ میلیگرم در لیتر نیز مورد مصرف قرار می گیرند بنا به استاندارد ایران که توسط وزارت نیرو تنظیم شده است حد مجاز کلراید در آب آشامیدنی معادل ۴۰۰ میلیگرم در لیتر محدود شده است.

۷-۱-۸-۱ - مواد جامد محلول

کل مواد جامد محلول عبارتست از مقدار موادی است که به صورت محلول در آب وجود دارد. قابلیت هدایت الکتریکی آب معیاری از مواد محلول ولی یونیزه آب را بدست می دهد.

بنابراین کل مواد جامد محلول کل مقدار ملکولهای آلی و معدنی غیر یونیزه به اضافه یونها (آنیونها و کاتیونها) را مشخص می سازد. واضح است که تفاوت این دو کمیت مقدار اجسام آلی و معدنی غیر یونیزه را بدست می دهد.

در مورد حد مجاز مواد جامد محلول در آب آشامیدنی، استاندارد وزات نیرو این میزان را ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر در نظر گرفته است که در مناطقی که فاقد منبع آب با کیفیت برتر می باشد آبی با میزان کل مواد معلق (TDS) ۲۰۰۰ میلیگرم در لیتر نیز می تواند مورد استفاده شرب قرار گیرد بالابودن مقدار املاح محلول در آبی که برای مصارف کشاورزی به کار گرفته می شود، باعث می گردد رطوبت قابل استفاده گیاه تقلیل یابد که این عمل به علت تأثیر املاح بر روی ریشه های گیاه که توسط آنها در خاک رطوبت جذب می شود، خواهد شد و همچنین به افزایش فشار اتمسفری می انجامد و چون گیاهان آب خالص و مقدار کمی

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۷۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

از املاح را جذب می نمایند لذا مابقی املاح در خاک تجمع نموده و گاهی اوقات حتی تا ۱۰ برابر غلظت معمولی املاح می رسد.

گیاهان درمقابل شوری خاک عکس عملهای متفاوتی دارند بنابراین لازمست آبیاری به نحوی تنظیم شود که مجموع املاح محلول خاک در حد قابل تحمل گیاه باقی بماند و این کار با منظم نمودن فاضلاب در آبیاری بیش از اندازه مورد نیاز امکان پذیر است.

به طور کلی آبهای کشاورزی با ۵۰۰ میلیگرم در لیتر املاح محلول بدون نگرانی و آبهایی با بیش از ۵۰۰۰ میلیگرم در لیتر املاح محلول را خیلی با احتیاط می توان برای آبیاری مصرف نمود.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۷۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

فصل دوم

مواد و روشها

فصل دوم

مواد و روشها

۲-۱- مقدمه

جهت نیل به هدف تعیین میزان آلاینده‌گی فلزات سنگین در آب رودخانه مند که هدف اصلی طرح پژوهشی حاضر است مهمترین و حساس ترین قسمت آنالیز و اندازه گیری این فلزات شامل سرب، روی و کادمیوم می باشد که می بایست نمونه برداریها را انجام آنالیزها با دقت کامل و در حد قسمت در بیلون (ppb) صورت گیرد تا معیاری قابل ارائه و استفاده در این زمینه بدست دهد. نمونه برداریها در پنج ایستگاه منتخب و مکان یابی شده انجام می شود. در این بخش کلیه مواد شیمیایی، شیشه آلات و تجهیزاتی که در طی مراحل نمونه برداری تا انجام آنالیز مورد استفاده قرار می گیرند بیان و توضیحاتی در مورد آنها ارائه می گردد. همچنین اصول کلی اندازه گیری آلاینده های ذکر شده، توسط دستگاههای مربوطه شرح داده خواهد شد.

۲-۲- مواد

در طی مراحل مختلف تحقیق شامل نمونه برداری، آنالیز و غیره برخی مواد شیمیایی مورد استفاده قرار گرفته اند که عبارتند از:

- N هگزان

- استن

- دی کلرومتان

- اسید کلریدریک

- اسید نیتریک

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۸۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

- اسید سولفوریک

- دی کرومات پتاسیم

شایان ذکر است کلیه مواد مصرفی ساخت کمپانی MERCK آلمان می باشد.

همچنین موادی از قبیل دستکش لاتکس، ماسک، آلومینیوم فویل و غیره نیز مورد

استفاده قرار

می گیرند.



اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۸۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۳- تجهیزات

تجهیزات مورد استفاده به دو بخش تقسیم بندی می شوند: ظروف و شیشه آلات آزمایشگاهی و دستگاههای آنالیز و سنجش آلاینده ها که به شرح ذیل می باشند.

۲-۳-۱- ظروف مورد استفاده

برخی از ظروف و شیشه آلات آزمایشگاهی مورد استفاده به قرار ذیل می باشند.

- شیشه پیرکس مدرج در پیچ دار به حجم 1000^{CC} جهت نمونه برداری نمونه های فلزات سنگین ساخت شرکت ISOLAB آلمان

- شیشه پیرکس مدرج در پیچ دار به حجم 2000^{CC} جهت نمونه برداری نمونه های نفتی (TPH) ساخت شرکت ISOLAB آلمان

- بالن پیرکس ته صاف و ته گرد در دار در حجمهای 1000^{CC} , 500^{CC} , 250^{CC} ساخت شرکت ISOLAB آلمان

- مزور شیشه ای پیرکس مدرج در حجمهای 1000^{CC} , 500^{CC} ساخت شرکت

ISOLAB آلمان

- پیپت مدرج

- پیپت بالون دار

- بورت

- ارلن مایر



اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۸۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۳-۲- دستگاههای مورد نیاز

برخی از دستگاهها و تجهیزات مورد استفاده عبارتند از:

- جذب اتمی

ICP -

- آون

- اتوکلاو

- ترازو $\frac{1}{1000}$

- سمپلر

از آنجایی که محوریت انجام تحقیق در اندازه گیری و سنجش فلزات سنگین می باشد در بخش روشهای آزمایشگاهی دستگاههای آنالیز این آلاینده ها و اصول اندازه گیری آنها به اختصار شرح داده می شود.



اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۸۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۴- روشها

۲-۴-۱- روش های مطالعات میدانی

۲-۴-۱-۱- تعیین و شناسایی محدوده مطالعاتی

رودخانه مند از ارتفاعات بن رود چهل چشمه در شمال غربی شیراز سرچشمه گرفته و در امتداد شمال غربی به جنوب شرقی جریان می یابد و پس از دریافت شاخه شور جهرم و شاخه فیروزآباد به دشتهای ساحلی رودخانه باغان وارد می شود. طول رودخانه حدود ۴۵۰ کیلومتر بوده و حدود ۳۰ کیلومتر مربع آن در محدوده استان فارس بوده و نزدیک به ۲۵۳۷ کیلومتر مربع آن در استان بوشهر واقع شده است. در این رودخانه ۵ ایستگاه جهت مطالعات وضعیت آب رودخانه در نظر گرفته شده است.

۲-۴-۱-۲- مشخصات محلهای نمونه برداری

برای تشریح بهتر ایستگاههای مورد بررسی، مشخصات کلی ایستگاهها در ذیل بیان

می گردد:

ایستگاه شماره ۱

باغان بعنوان اولین ایستگاه یکی از سر شاخه های درون استانی مند تعیین گردیده که در جوار روستای باغان قرار دارد اهمیت انتخاب این ایستگاه بدلیل وجود کشاورزی و فعالیتهای انسانی قابل توجه منطقه باغان و قسمتی از منطقه جم و ریز می باشد این رودخانه دارای آب شیرین می باشد و پس از ترکیب با آب شور سرشاخه های دیگر در ایستگاههای بعدی همچون درویشی مجددا مورد بررسی قرار می گیرد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۸۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



ایستگاه شماره ۲

پل قنطره یکی دیگر از ایستگاههای رودخانه مند می باشد. این ایستگاه اولین منطقه قابل دسترسی در محدوده استان است که قبل از آن روستاها و تجمعهای انسانی خاصی وجود ندارد و رود مسیر خود را بدون دریافت آلودگی قابل توجه می پیماید.



اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۸۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

ایستگاه شماره ۳

این ایستگاه که در جوار روستای درویشی انتخاب گردیده می تواند بیانگر تاثیرات مهم سر شاخه شیرین باغان بر روی مند باشد و ایستگاه مورد نظر اولین ایستگاهی است که مخلوطی از آب شور و شیرین در آن مورد بررسی قرار می گیرد. این ایستگاه قبل از کوه نمک بوده و تاثیرات جدی کوه نمک هنوز در آب رودخانه دخیل نگردیده است و علاوه بر کشاورزی دیمی که در اطراف ایستگاه درویشی انجام می شود فعالیت خاصی صورت نمی گیرد.



اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۸۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

ایستگاه شماره ۴

پل مند بعنوان ایستگاه شماره ۴ رودخانه مند انتخاب گردید.

انتخاب این ایستگاه بدلیل وجود کوه نمک در مسیر رودخانه و بررسی احتمال تاثیرات این کوه بر کیفیت رودخانه می باشد. البته عوامل دیگری نیز همچون تجمعات روستانشینی منطقه سنا و شنبه ، کشاورزی سنا و شنبه و دامپروری شنبه نیز در چگونگی انتخاب ایستگاه دخیل بوده است.



اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۸۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

ایستگاه شماره ۵

پل بردخون ایستگاه نهایی رودخانه مند می باشد که تقریباً اکثر آبریزهای حوضه شهر خورموج بطرف این ناحیه سرازیر می باشد، زه آبهای نخیلات و سیفی کارهای منطقه بردخون و روستای شهینا نیز به این قسمت وارد می شود و تجمعات انسانی روستای شهینا، بردخون نو و کهنه بر کیفیت آب این ایستگاه تاثیر مستقیم می گذارد.



جدول ۱-۲- مختصات جغرافیایی ایستگاه های رودخانه مند

عرض جغرافیایی utm	طول جغرافیایی utm	نام ایستگاه	نام رودخانه
۳۱ ۲۲ ۳۰۷	۰۸ ۶۲ ۲۱	باغان	مند
۳۱ ۲۵ ۴۱۴	۵۸ ۵۲ ۱۱	پل قنطره	
۳۱ ۳۰ ۱۰۴	۵۷ ۶۹ ۸۴	درویشی	
۳۱ ۴۵ ۶۱۳	۵۴ ۹۴ ۸۷	پل مند	
۳۱ ۱۳ ۸۲۰	۵۴ ۵۳ ۵۴	پل بردخون	

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۸۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۴-۲- روش‌های نمونه برداری و آزمایشگاهی

۲-۴-۲-۱- روش نمونه برداری

جهت نمونه برداری از ایستگاههای منتخب از ظروف شیشه ای پیرکس ISOLAB آلمان استفاده میگردد به منظور دستیابی به شیشه های کاملاً استریل و حذف آلودگی های احتمالی می بایستی مراحل مختلف آماده سازی مطابق استاندارد متد بر روی شیشه ها انجام شود تا نتایج آنالیز حداکثر دقت را داشته و قابل استناد باشند.

شایان ذکر است نمونه های مورد نیاز در ظروف به حجم یک لیتر و مطابق استاندارد برداشت می شوند.

در ادامه مراحل مختلف آماده سازی ظروف شرح داده می شود.

۱-۲-۴-۲-۱- آماده سازی ظروف نمونه گیری سنجش فلزات سنگین

مراحل آماده سازی ظروف شیشه ای نمونه برداری جهت سنجش میزان فلزات سنگین به شرح ذیل می باشد:

- شستشوی ظروف با آب گرم و مایع پاک کننده (دترجنت)
- قراردادن ظروف در محلهای مخصوص تا تبخیر کامل آب موجود در آنها
- شستشوی کامل ظروف با محلول اسید سولفوکرومیک به مدت ۱۰ الی ۲۰ دقیقه
- شستشوی کامل ظروف با محلول اسید نیتریک یا اسید کلریدریک (این مرحله در سنجشهای با دقت بسیار بالا در تکمیل مرحله قبل مورد نیاز می باشد)
- شستشوی مجدد با آب گرم و مایع پاک کننده ۸ (دترجنت)
- شستشو با آب مقطر بدون یون
- شستشو با استن جهت آبگیری
- قرار دادن در آون با دمای 200°C به مدت ۱۲ ساعت

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۸۹	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



۲-۱-۲-۴-۲- اصول نمونه برداری از آب جهت تعیین غلظت فلزات سنگین

ارزش نتایجی که از آزمایش یک نمونه آب عرضه میگردد مستقیماً با نمونه برداری آن ارتباط دارد و اساس کار بر این است که نمونه مورد سنجش از هر جهت نماینده آبی باشد که جهت آزمایش در نظر گرفته شده است.

غالباً اگر آزمایش کننده خود نتواند در محل نمونه برداری حضور داشته باشد باید شخص دیگری که صلاحیت آن مورد تایید باشد مأمور نمونه برداری نمود و طی گزارشی شرایطی را که در هنگام نمونه برداری در محیط موجود بوده به اطلاع برساند. اولین نکته قابل توجه در خصوص نمونه برداری جهت سنجش فلزات سنگین این است که حجم نمونه ها نباید از لیتر کمتر باشد.

در نمونه برداری از آب رودخانه یا آبهای جاری باید در نظر داشت که از کنار رودخانه به قسمت مرکزی و از سطح آب به دست عمق رودخانه دارای تغییراتی است لذا باید

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۹۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

در محل مناسبی که انتخاب می شود در چند نقطه در عرض و عمق رودخانه نمونه برداری انجام پذیرد.

دستگاه نمونه گیری یا شیشه نمونه برداری را در نقطه مورد نظر تا ارتفاع تعیین شده در آب فرو برده و در حالی که دهانه بطری به طرف جریان آب است.

دستگاه نمونه برداری را داخل آب قرار داده نمونه را اخذ می کنیم. اگر رودخانه دارای عمق زیاد باشد نمونه برداری از اعماق مختلف نیز بعمل می آید.

اندازه گیری بعضی عوامل، نمونه برداری خاصی را ایجاب می نماید مانند نمونه جهت اندازه گیری فلزات سنگین از قبیل آهن ارسنیک کرم مس، سرب و ... که می بایستی در ظرفهای شیشه ای از نوع پیرکس که قبلاً نحوه آماده سازی آنها شرح داده شد، انجام پذیرد.

دستگاه نمونه برداری مورد استفاده مخصوص آب و مطابق استاندارد بوده و از یک ظرف که کف آن از فولاد با وزن حدود ۶ کیلوگرم و برای بطری های تا حجم ۲/۵ لیتری که بطور کامل در نمونه بردار جای می گیرند طراحی شده و زمانی که در نقطه مناسب از آب قرار می گیرد درب آن باز و نمونه گیری انجام می پذیرد. دستگاه های دیگر نمونه بردار آب مانند نسکین و غیره نیز وجود دارد که معمولاً در اعماق بالا مورد استفاده قرار می گیرد.

نمونه ها پس از نمونه برداری از نقاط از قبل تعیین شده درون ظروف پیرکس استریل شده ریخته می شود و بهتر است توسط یخدان حاوی یخ در دمای کمتر از ۴ درجه سانتیگراد به آزمایشگاه انتقال یابد.

لازم به ذکر است که کلیه مراحل نمونه برداری شرح داده شده براساس دستور العمل

Standard Method صورت پذیرفته است.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۹۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۳-۱-۲-۴-۲- تثبیت نمونه های برداشت شده

از آنجایی که آنالیز پارامترهای مورد نظر در نمونه های برداشت شده در محل امکان پذیر نمی باشد، نمونه ها باید جهت انجام آزمایشهای لازم به آزمایشگاه دارای صلاحیت انتقال یابند، که این امر مستلزم صرف زمان چند روزه می باشد. گذشت این زمان ممکن است سبب تغییر مقادیر پارامترها نسبت به اندازه های واقعی آنها شود، لذا بایستی عمل تثبیت بلافاصله پس از برداشت بر روی نمونه ها انجام شود. برای این کار از اسید نیتریک غلیظ برای نمونه هایی که سنجش فلزات سنگین در آنها مد نظر می باشد، استفاده می شود، که به نسبت مشخص و معین بسته به حجم نمونه، به آن اضافه شده و درب شیشه محتوی آن بخوبی بسته می شود. شایان ذکر است جهت افزایش ضریب اطمینان از پوشش فویل آلومینیومی بین شیشه و درب تفلونی آن استفاده می شود تا احیاناً آلاینده های موجود در نمونه سبب خوردگی درب و تغییر مقادیر مورد آنالیز نشود.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۹۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۲-۴-۲- روشهای آزمایشگاهی

۲-۲-۴-۲-۱- دستگاهها، روشها و اصول اندازه گیری فلزات

- طیف بینی اتمی

طیف بینی اتمی برای تعیین کمی و کیفی حدود ۷۰ عنصر بکار گرفته می شود. حساسیت روشهای اتمی نوعاً در گستره قسمت در میلیون (ppm) تا قسمت در میلیارد (ppb) قرار دارد از سایر مزایای این روش سرعت، راحتی و معمولاً گزینش پذیری بالا است مطالعات طیف بینی اتمها با تابش اشعه فرابنفش و مرئی می تواند تنها در یک محیط گازی انجام شود که در آن اتمها با یونهای تک به طور کامل از یکدیگر جدا شده اند در نتیجه اولین مرحله در تمامی روشهای طیف بینی اتمی، اتم سازی است. فرآیندی که در آن نمونه تبخیر و تجزیه می شود به نحوی که یک گاز اتمی تولید کند. بازده و تکرار سازی مرحله اتم سازی تا حد زیادی حساسیت، دقت و صحت روش را تعیین می کند یعنی اینکه اتم سازی بحرانی ترین مرحله در طیف بینی اتمی است.

بر مبنای روشهای اتم سازی چهار روش:

(۱) شعله ای

(۲) الکترو گرمایی

(۳) پلاسمای جفت شده القایی

(۴) پلاسمای جریان مستقیم

وجود دارد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۹۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

الف- طیف بینی اتمی بر اتم سازی شعله ای (جذب اتمی شعله ای)

در اتم سازی شعله ای محلول آبی از نمونه به صورت گردریزی پاشیده می شود و سپس با ماده سوختی گازی و اکسنده مخلوط و به درون مشعل حمل می شود. حلال در ابتدا تبخیر می شود ذرات به داغ ترین قسمت شعله حمل شده و اتمها و یونهای بنیادی گازی از ذرات جامد تشکیل می گردند. در دستگاههای امروزی نمونه از درون یک لوله موئین به بالا کشیده و توسط اثر وانتوری تولید شده به وسیله جریان گازهای اطراف نوک موئین به صورت مه پاشیده می شود سرعتهای جریان نمونه به ۳-۱ میلیمتر بر دقیقه است.

ب- روش نشر اتمی

طیف نشر اتمی زمانی ظاهر می شود که یک اتم یا یون برانگیخته توسط جذب انرژی از یک منبع داغ به حالت پایه خود برگردد و یک فوتون انرژی از دست بدهد. چند ترکیب از ماده سوختنی و اکسنده در طیف بینی شعله ای به کار می رود. شعله های با دمای پایین (1750°C تا 1850°C) با پروپان و یا گاز طبیعی به عنوان ماده سوختی و هوا بعنوان اکسنده به دست می آیند انرژی این شعله ها به اندازه کافی بالاست و برای فلزات قلیایی رضایت بخش است.

شعله های هوا/ استیلن که دمایی در گستره 2200°C تا 2400°C دارند، برای بسیاری از روشهای جذب اتمی مفیدند، این مخلوط برای عناصری مانند آلومینیوم، سیلیسیم، قلیائی خاکهها و وانادیم که اکسیدهای نسوز تشکیل می دهند و در این دماها به طور ناکامل به اتم تبدیل نمی شوند مفید نیست.

برای بدست آوردن طیف نشری اکثر عناصر، استیلین به عنوان ماده سوختی با اکسیژن یا نیترواکسید به عنوان اکسنده به کار برده می شود. این مخلوطها شعله هایی با دمای از 2950°C تا 3050°C تولید می کنند.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۹۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

شعله های هوا / هیدروژن (2100°C) ، اکسیژن / هیدروژن (2700°C) برای مشاهده خطها در فرابنفش با طول موج کوتاهتر مفیدند زیرا این شعله ها در این ناحیه شفاف اند. درحالی که شعله های استیلین و سایر هیدروکربنها شفاف نیستند.

لذا هم طیف نشری و هم جذبی تحت تاثیر تغییرات دمای شعله هستند همچنین با افزایش دما همراه با افزایش بازده اتم سازی و در نهایت جمعیت اتمها در شعله زیاد خواهد شد.

منابع خطی برای طیف بینی جذب اتمی:

دو نوع لامپ در دستگاهای جذب اتمی به کار گرفته می شود لامپهای کاتدی توخالی و لامپهای تخلیه بی الکتروود.

- روش نشر اتمی بر اتم سازی در پلاسما (ICP)

طبق تعریف پلاسما یک مخلوط گازی رسانا متشکل از غلظت قابل توجهی از کاتیونها و الکترونهاست.

در پلاسمای آرگونی که برای تجزیه های نشری بکار می رود یونهای آرگون و الکترونها گونه های رسانای اصلی اند اگرچه کاتیونهای حاصل از نمونه نیز شرکت دارند. یونهای آرگون پس از تشکیل در پلاسما قادرند توان کافی از یک منبع خارجی جذب کنند تا دما را در سطحی نگه دارند که یونش بیشتر پلاسما را به طور نامحدود نگه دارد که دماهایی تا 10000 K به دست می آید سه منبع توان در پلاسمای آرگونی بکار می رود.

یکی منبع الکتریکی dc که می تواند یک جریان چند آمپری را بین الکترودهای وارد شده در پلاسمای آرگونی برقرار سازد. دومی و سومی مولدهای فرکانس رادیویی و فرکانس زیر موج قدرتمندی اند که از درون آرگون عبور می کند در بین اینها پلاسمای فرکانس رادیویی با پلاسمای جفت شده القایی (ICP) بیشترین مزیت را از نظر حساسیت و عاری بودن از تداخلها دارند.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۹۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

نمونه توسط جریان آرگون از درون لوله کوارتزی مرکزی به درون پلاسمای داغ در سر لوله ها حمل می شود. نمونه می تواند یک غبار، یک بخار تولید شده به طریق گرمایی یا یک گرد ریز باشد.

زمانی که اتمهای نمونه به نقطه مشاهده در پلاسمای می رسد در گسترده دمایی ۶۰۰۰ تا ۸۰۰۰k قرار دارد. این زمانها و دماها دو تا سه برابر بزرگتر از دمای جذب اتمی شعله ای است در نتیجه اتم سازی تقریباً کامل است لذا تداخلهای شیمیایی بسیار کم می گردد. از آنجا که اتم سازی در یک محیط بی اثر شیمیایی صورت می گیرد لذا طول عمر آنالیز است افزایش یافته به علاوه بر عکس منابع شعله ای سطح مقطع دمای پلاسمای نسبتاً یکنواخت است در نتیجه منحنی های درجه بندی در گستره غلظتی تا چند برابر خطی باقی می ماند.

* شایان ذکر است در تحقیق حاضر جهت آنالیز فلزات سنگین در

محدوده ppm از روش جذب اتمی شعله ای و در محدوده ppb از روش

ICP استفاده شده است.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۹۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

فصل سوم

آنالیزها

فصل سوم

نتایج

۳-۱- مقدمه

در این فصل کلیه نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه های براشت شده، به تفصیل ارائه خواهد شد.

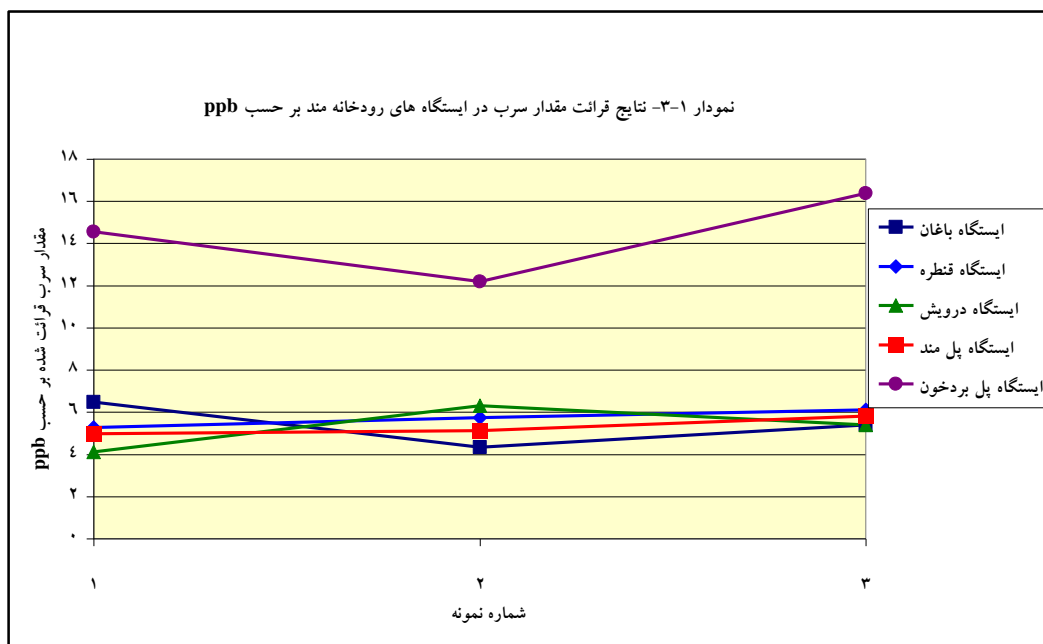
از آنجایی که نمونه برداری در هر ایستگاه سه مرتبه و به فواصل یک هفته ای انجام شده است، نمودارهایی شامل مقادیر هر پارامتر در هر ایستگاه در طی این سه مرحله، همچنین منحنی هایی به صورت مقایسه ای ما بین یک پارامتر در ایستگاههای مختلف و مقادیر آلاینده های مختلف در یک ایستگاه رسم شده است. شایان ذکر است همانطور که در فصل دوم شرح داده شد، تعداد ایستگاههای در نظر گرفته شده در این تحقیق جهت بررسی و تعیین بار آلودگی فلزات سنگین رودخانه مند پنج ایستگاه می باشد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۹۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

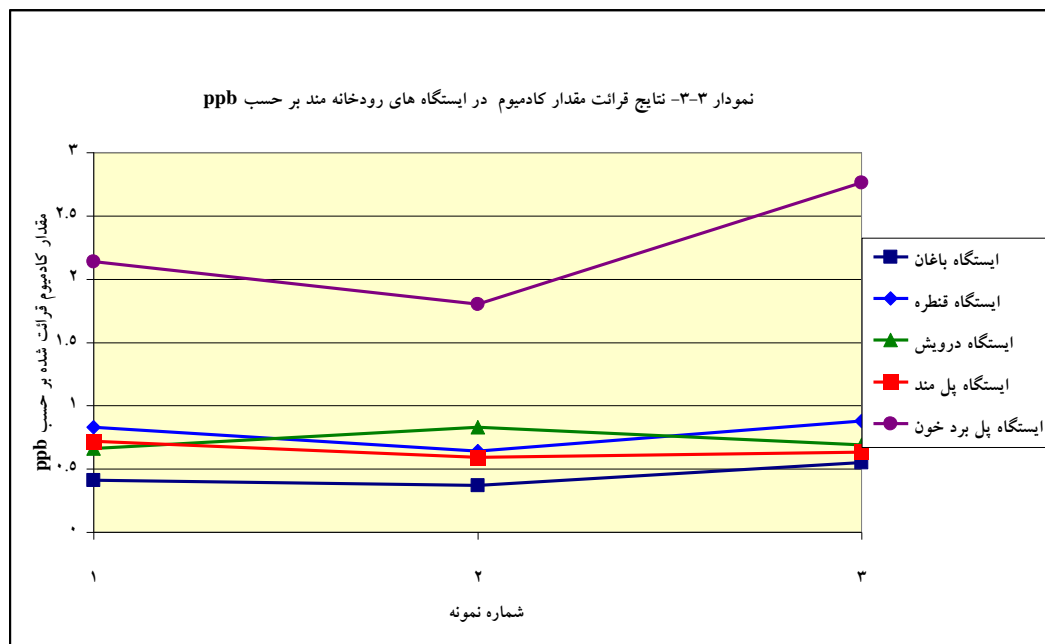
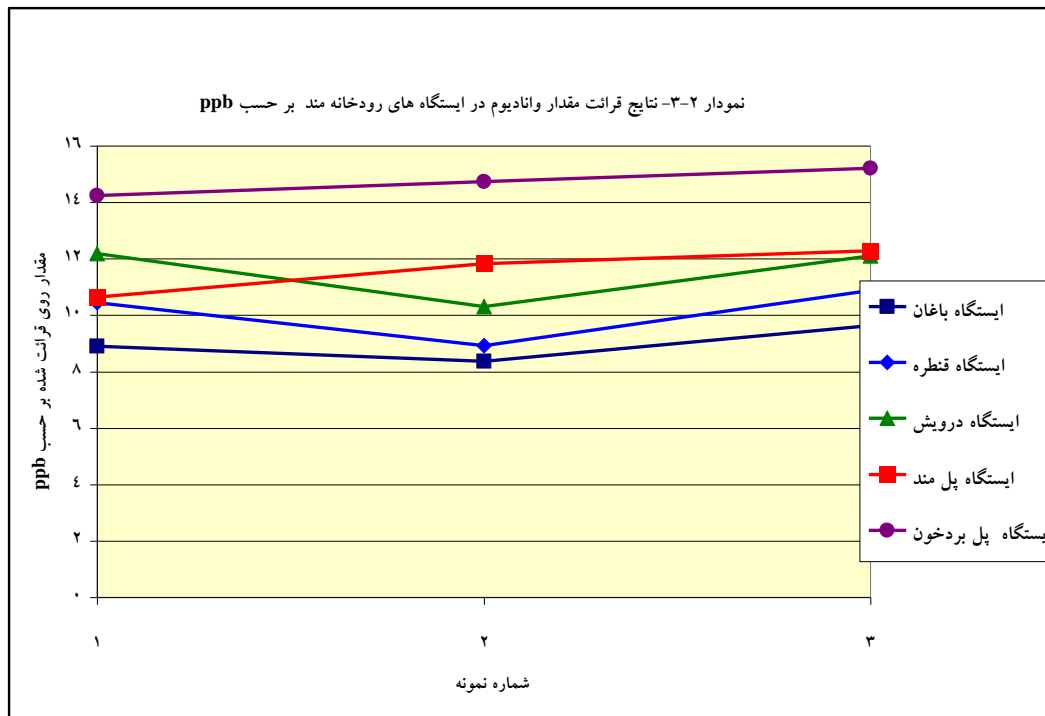
۲-۳- یافته ها

جدول ۳-۱- نتایج آنالیز فلزات سنگین نمونه های ۱ الی ۳ در ۵ ایستگاه رودخانه مند

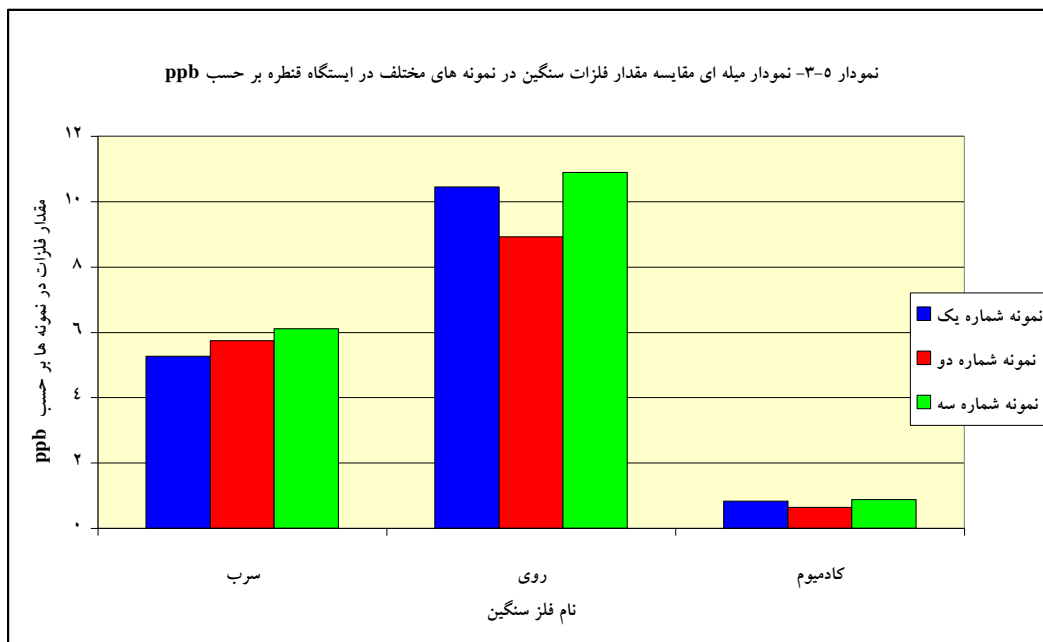
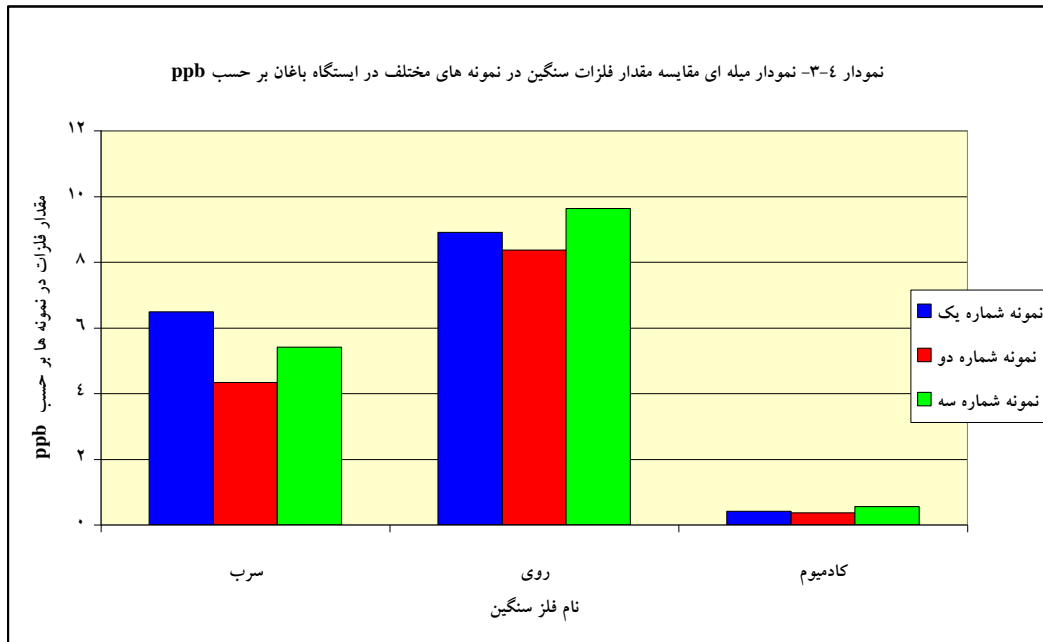
ایستگاه	زمان	باغان			قنطره			درویش			پل مند			پل رودخان		
		سرب	روی	کادمیوم	سرب	روی	کادمیوم	سرب	روی	کادمیوم	سرب	روی	کادمیوم	سرب	روی	کادمیوم
نمونه برداری شماره یک (۸۵/۵/۵)	۳۶۴۸	۸٫۹	۰٫۴۱	۰٫۳۶	۱۰٫۴۴	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۲٫۱۹	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۰٫۳۵	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۴٫۳۴	۰٫۳۶	۰٫۳۶
	۳۶۴۸	۸٫۹	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۸٫۹۲	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۰٫۳۱	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۱٫۸۳	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۴٫۳۴	۰٫۳۷	۰٫۳۷
	۳۶۴۸	۸٫۹	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۸٫۹۲	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۰٫۳۱	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۱٫۸۳	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۴٫۳۴	۰٫۳۷	۰٫۳۷
نمونه برداری شماره دو (۸۵/۵/۵)	۳۶۴۸	۸٫۹	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۸٫۹۲	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۰٫۳۱	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۱٫۸۳	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۴٫۳۴	۰٫۳۷	۰٫۳۷
	۳۶۴۸	۸٫۹	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۸٫۹۲	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۰٫۳۱	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۱٫۸۳	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۴٫۳۴	۰٫۳۷	۰٫۳۷
	۳۶۴۸	۸٫۹	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۸٫۹۲	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۰٫۳۱	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۱٫۸۳	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۴٫۳۴	۰٫۳۷	۰٫۳۷
نمونه برداری شماره سه (۸۵/۵/۵)	۳۶۴۸	۸٫۹	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۸٫۹۲	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۰٫۳۱	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۱٫۸۳	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۴٫۳۴	۰٫۳۷	۰٫۳۷
	۳۶۴۸	۸٫۹	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۸٫۹۲	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۰٫۳۱	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۱٫۸۳	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۴٫۳۴	۰٫۳۷	۰٫۳۷
	۳۶۴۸	۸٫۹	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۸٫۹۲	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۱۰٫۳۱	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۱٫۸۳	۰٫۳۷	۰٫۳۷	۱۴٫۳۴	۰٫۳۷	۰٫۳۷



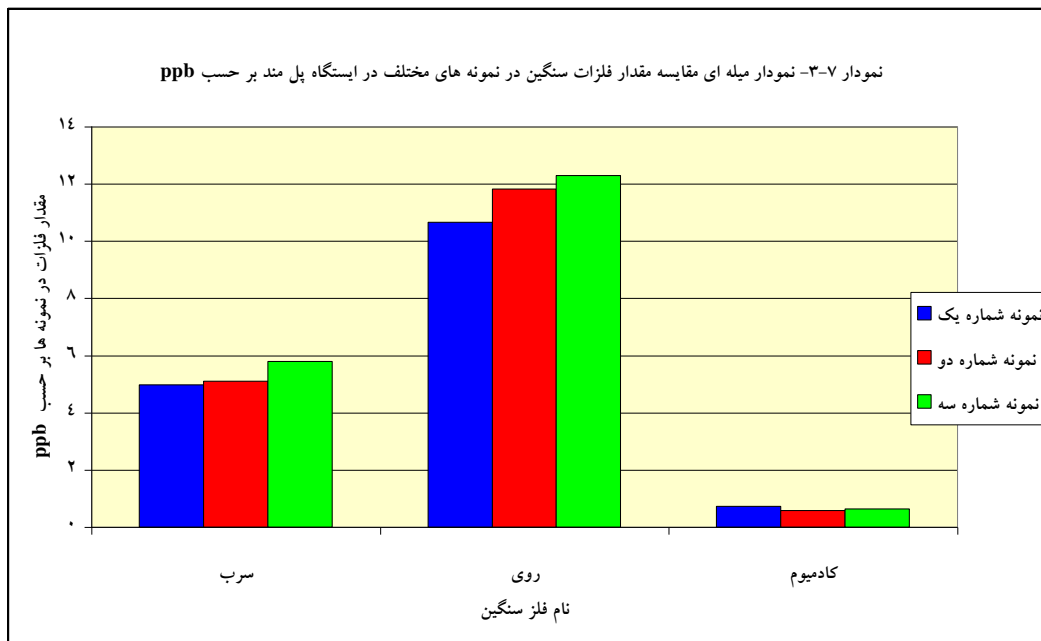
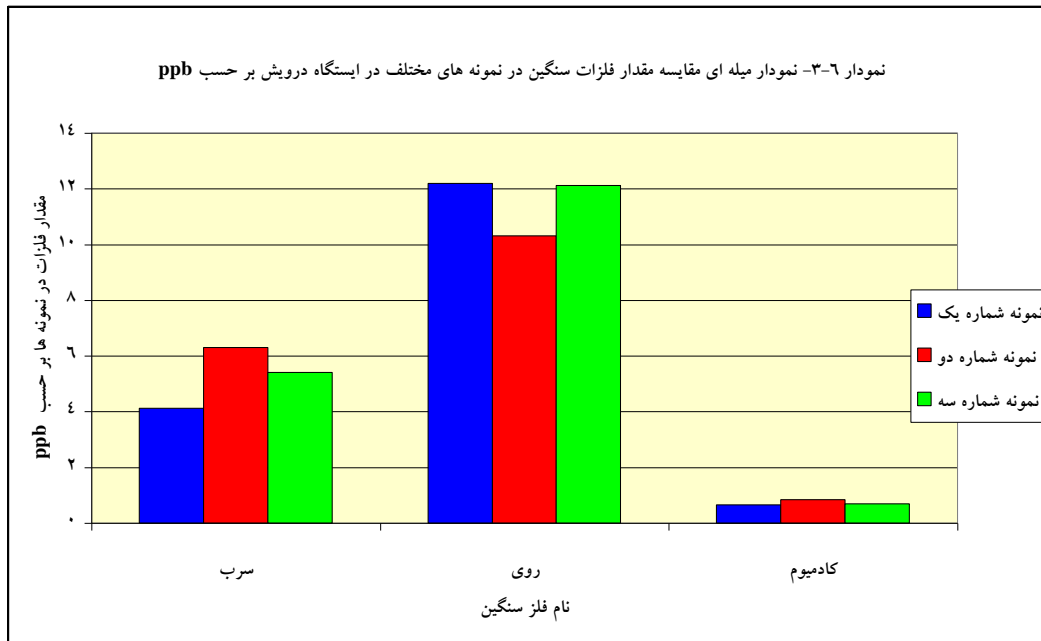
کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر				اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند	
مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر		کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴		مرور اول	
		مرداد ۱۳۸۵		صفحه: ۹۹	



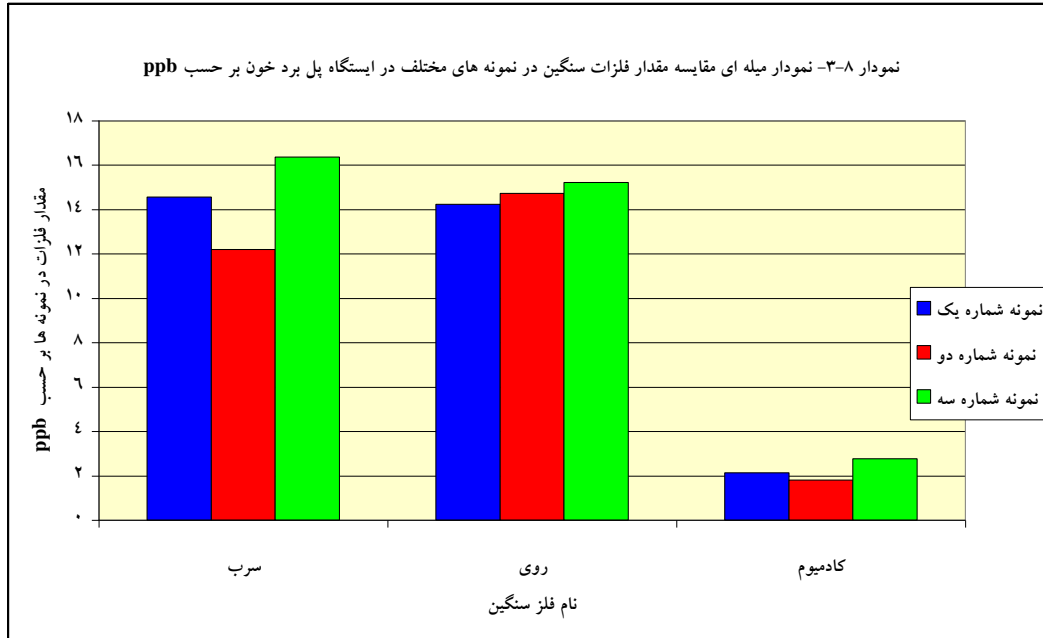
اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۰۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	



اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۰۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۰۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر



اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۰۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۳-۳- تجزیه و تحلیل آماری نتایج

همانگونه که قبلاً اشاره شد با توجه به تکرار نمونه برداریها از هر ایستگاه و وجود سه مقدار برای هر کدام از پارامترهای اندازه گیری شده، می بایستی تحلیل آماری مناسب و کاربردی در خصوص نتایج بدست آمده انجام شود تا در زمان تجزیه و تحلیل نتایج و مقایسه مقادیر با حدود استاندارد و ارائه راهکارهای عملی، معیاری درست و قابل اعتماد در دست باشد.

در این بخش نتایج بدست آمده برای هر پارامتر در هر ایستگاه به طور منفرد و همچنین در مقایسه با مقادیر همان پارامتر در ایستگاههای دیگر مورد ارزیابی و تحلیل آماری قرار گرفته و فاکتورهای آماری مورد نیاز محاسبه و ارائه شده اند.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۰۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۲-۳- نتایج تحلیل آماری مقادیر فلز سرب حاصل از سه مرحله نمونه برداری

باغان		قنطره		درویشی		پل مند		پل برد خون	
Mean	5.403333	Mean	5.703333	Mean	5.276667	Mean	5.296667	Mean	14.37333
Standard Error	0.620654	Standard Error	0.246058	Standard Error	0.635199	Standard Error	0.254449	Standard Error	1.207012
Median	5.4	Median	5.74	Median	5.4	Median	5.11	Median	14.55
Standard Deviation	1.075004	Standard Deviation	0.426185	Standard Deviation	1.100197	Standard Deviation	0.440719	Standard Deviation	2.090606
Sample Variance	1.155633	Sample Variance	0.181633	Sample Variance	1.210433	Sample Variance	0.194233	Sample Variance	4.370633
Skewness	0.013953	Skewness	-0.38429	Skewness	-0.49812	Skewness	1.564054	Skewness	-0.37756
Range	2.15	Range	0.85	Range	2.19	Range	0.82	Range	4.17
Minimum	4.33	Minimum	5.26	Minimum	4.12	Minimum	4.98	Minimum	12.2
Maximum	6.48	Maximum	6.11	Maximum	6.31	Maximum	5.8	Maximum	16.37
Sum	16.21	Sum	17.11	Sum	15.83	Sum	15.89	Sum	43.12
Count	3	Count	3	Count	3	Count	3	Count	3
Confidence Level(95.0%)	2.670458	Confidence Level(95.0%)	1.058701	Confidence Level(95.0%)	2.733041	Confidence Level(95.0%)	1.094807	Confidence Level(95.0%)	5.193353

Anova: Single Factor

SUMMARY				
Groups	Count	Sum	Average	Variance
باغان	3	16.21	5.403333	1.155633
قنطره	3	17.11	5.703333	0.181633
درویشی	3	15.83	5.276667	1.210433
پل مند	3	15.89	5.296667	0.194233
پل برد خون	3	43.12	14.37333	4.370633

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	192.7382	4	48.18454	33.87282	8.67662E-06	3.47805
Within Groups	14.22513	10	1.422513			
Total	206.9633	14				

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۰۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	

جدول ۳-۳- نتایج تحلیل آماری مقادیر فلز روی حاصل از سه مرحله نمونه برداری

باغان		قنطره		درویشی		پل مند		پل برد خون	
Mean	8.966667	Mean	10.08	Mean	11.53667	Mean	11.59	Mean	14.72667
Standard Error	0.365255	Standard Error	0.593745	Standard Error	0.613768	Standard Error	0.488399	Standard Error	0.28002
Median	8.9	Median	10.44	Median	12.11	Median	11.83	Median	14.73
Standard Deviation	0.63264	Standard Deviation	1.028397	Standard Deviation	1.063077	Standard Deviation	0.845931	Standard Deviation	0.485009
Sample Variance	0.400233	Sample Variance	1.0576	Sample Variance	1.130133	Sample Variance	0.7156	Sample Variance	0.235233
Skewness	0.468938	Skewness	-1.38223	Skewness	-1.72102	Skewness	-1.17394	Skewness	-0.03093
Range	1.26	Range	1.96	Range	1.88	Range	1.64	Range	0.97
Minimum	8.37	Minimum	8.92	Minimum	10.31	Minimum	10.65	Minimum	14.24
Maximum	9.63	Maximum	10.88	Maximum	12.19	Maximum	12.29	Maximum	15.21
Sum	26.9	Sum	30.24	Sum	34.61	Sum	34.77	Sum	44.18
Count	3	Count	3	Count	3	Count	3	Count	3
Confidence Level(95.0%)	1.571565	Confidence Level(95.0%)	2.554679	Confidence Level(95.0%)	2.64083	Confidence Level(95.0%)	2.10141	Confidence Level(95.0%)	1.204828

Anova: Single Factor

SUMMARY				
Groups	Count	Sum	Average	Variance
باغان	3	26.9	8.966667	0.400233
قنطره	3	30.24	10.08	1.0576
درویشی	3	34.61	11.53667	1.130133
پل مند	3	34.77	11.59	0.7156
پل برد خون	3	44.18	14.72667	0.235233

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	56.349	4	14.08725	19.90399	9.41535E-05	3.47805
Within Groups	7.0776	10	0.70776			
Total	63.4266	14				

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۰۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	

جدول ۴-۳- نتایج تحلیل آماری مقادیر فلز کادمیوم حاصل از سه مرحله نمونه برداری

باغان		قنطره		درویشی		پل مند		پل برد خون	
Mean	0.443333	Mean	0.782667	Mean	0.726667	Mean	0.646	Mean	2.233333
Standard Error	0.054569	Standard Error	0.072896	Standard Error	0.052387	Standard Error	0.037807	Standard Error	0.28103
Median	0.41	Median	0.828	Median	0.69	Median	0.63	Median	2.14
Standard Deviation	0.094516	Standard Deviation	0.126259	Standard Deviation	0.090738	Standard Deviation	0.065483	Standard Deviation	0.486758
Sample Variance	0.008933	Sample Variance	0.015941	Sample Variance	0.008233	Sample Variance	0.004288	Sample Variance	0.236933
Skewness	1.389636	Skewness	-1.40743	Skewness	1.521492	Skewness	1.033882	Skewness	0.831128
Range	0.18	Range	0.24	Range	0.17	Range	0.128	Range	0.96
Minimum	0.37	Minimum	0.64	Minimum	0.66	Minimum	0.59	Minimum	1.8
Maximum	0.55	Maximum	0.88	Maximum	0.83	Maximum	0.718	Maximum	2.76
Sum	1.33	Sum	2.348	Sum	2.18	Sum	1.938	Sum	6.7
Count	3	Count	3	Count	3	Count	3	Count	3
Confidence Level(95.0%)	0.234792	Confidence Level(95.0%)	0.313645	Confidence Level(95.0%)	0.225405	Confidence Level(95.0%)	0.162668	Confidence Level(95.0%)	1.209174

Anova: Single Factor

SUMMARY				
Groups	Count	Sum	Average	Variance
باغان	3	1.33	0.443333	0.008933
قنطره	3	2.348	0.782667	0.015941
درویشی	3	2.18	0.726667	0.008233
پل مند	3	1.938	0.646	0.004288
پل برد خون	3	6.7	2.233333	0.236933

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	6.217815	4	1.554454	28.33189	1.96095E-05	3.47805
Within Groups	0.548659	10	0.054866			
Total	6.766474	14				

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۰۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	

مبنای انجام تحلیل آماری در این تحقیق محاسبه پارامتر پراکندگی (Variance) نتایج به دست آمده در یک ایستگاه و در مقایسه پراکندگی مقادیر یک آلاینده در ایستگاه های مختلف و سپس آنالیز این پراکندگی ها (Analys of Variance) بوده است. همچنین سایر پارامترهای آماری مورد نیاز در جداول فوق ارائه گردیده است.

بر اساس تحلیل انجام شده پراکندگی نتایج به دست آمده از آنالیز نمونه های مختلف در حد قابل قبول می باشد. با این وجود پیشنهاد میگردد برای مراحل بعدی تحقیق تعداد نمونه برداری ها از هر ایستگاه، همچنین دوره زمانی نمونه برداری افزایش یابد. بدین معنی که نمونه برداری در دوره های شش ماهه و یکساله انجام شود و از هر ایستگاه بیشتر از پنج یا شش نمونه اخذ شود تا بتوان قضاوت بهتر و دقیقتری در خصوص پراکندگی مقادیر به عمل آورد.

میزان پراکندگی مقادیر به دست آمده در ستون Variance با رنگ زرد مشخص شده است. در تحلیل پراکندگی نتایج فاکتورهای F و Fcrit محاسبه شده اند که مبنای محاسبه آنها بر اساس ۹۵ درصد قابلیت اطمینان بوده است ($\alpha=0,05$). برطبق اصول تحلیل آماری پراکندگی، هرگاه F از Fcrit کوچکتر باشد میزان قابلیت اطمینان از فرض اولیه (۹۵ درصد) بیشتر خواهد بود. اما در صورتی که F از Fcrit کوچکتر باشد میزان اطمینان واقعی از فرض اولیه کمتر خواهد بود که در این تحقیق در تمام موارد Fcrit از F کوچکتر بوده است. که این نشان دهنده مناسب بودن قابلیت اعتماد به پراکندگی نمونه های اخذ شده می باشد. میزان قابلیت اعتماد واقعی در ستون P-Value نشان داده شده است که در تمامی موارد بالاتر از ۹۵ درصد میباشد.

شایان ذکر است با وجود تعداد کم نمونه برداری ها از هر ایستگاه (۳ مرتبه)، نتایج به

دست آمده و پراکندگی آنها نسبتاً مناسب می باشد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۰۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

فصل چهارم

بحث و نتیجه

فصل چهارم

بحث و نتیجه

۱-۴- مقدمه

در فصول قبلی کلیاتی در خصوص روش تحقیق، رودخانه مند، اثرات فلزات سنگین مورد مطالعه در محیط پیرامون، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب، روشهای نمونه برداری، انجام مطالعه و آنالیزها و سپس نتایج بدست آمده به همراه تحلیل آماری این نتایج ارائه گردید. در این فصل به بررسی روند تغییرات فلزات سنگین در مسیر رودخانه مند پرداخته و سپس کیفیت آب هر یک ایستگاهها از لحاظ فلزات سنگین مورد مطالعه، بررسی و با استانداردهای جهانی و ایران مقایسه می گردد در انتها نیز خلاصه نتیجه گیری ها و پیشنهادات ارائه می گردد.

۲-۴- بررسی روند تغییرات فلزات مورد بررسی در مسیر رودخانه مند

۱-۲-۴- تغییرات سرب

نتایج آزمایشات بر روی نمونه انجام شده نشان می دهد که متوسط غلظت سرب در اولین ایستگاه مسیر رودخانه مند یعنی باغبان $5/43 \mu\text{g/L}$ یا $5/43 \text{ ppb}$ میباشد که این میزان در ادامه مسیر رودخانه در ایستگاه قنطره افزایش یافته و به $5/77 \text{ ppb}$ در لیتر رسیده است سپس در ادامه در ایستگاه درویشی متوسط غلظت به $5/28 \text{ ppb}$ کاهش یافته است. میزان متوسط غلظت سرب در ایستگاه پل رودخانه مند تقریباً ثابت مانده و میزان آن $5/3 \text{ ppb}$ میباشد. در آخرین ایستگاه مسیر رودخانه مند یعنی بردخون میزان متوسط سرب ناگهان به $14/37 \text{ ppb}$ افزایش یافته است. که نشان دهنده ورود آلودگی جدید به مسیر رودخانه میباشد. بطور کلی در

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۱۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

طول مسیر رودخانه مند از بالا دست به پایین دست ایستگاه پل رودخانه مند کمترین غلظت متوسط سرب و ایستگاه بردخون بیشترین غلظت سرب را دارا میباشد.

در بررسی نتایج غلظت سرب در هر نوبت نمونه گیری می توان گفت که میزان سرب در نوبت اول نمونه برداری در ایستگاه باغبان $6/48$ ppb بوده است سپس میزان سرب تا ایستگاه درویشی کاهش یافته و به $4/12$ ppb رسیده، در ادامه میزان سرب در ایستگاه پل مند به $4/98$ ppb افزایش یافته در ایستگاه بردخون با یک با یک جهش ناگهانی به $14/55$ ppb رسیده است.

در نوبت دوم نمونه برداری میزان سرب در ایستگاه باغبان $4/33$ ppb میباشد که تا ایستگاه درویشی به $6/31$ ppb افزایش یافته است در ادامه در ایستگاه پل مند میزان سرب مقدار کاهش یافته و در ایستگاه بردخون میزان سرب با یک افزایش ناگهانی به $12/2$ ppb رسیده است .

در نوبت سوم نمونه برداری میزان سرب از $5/4$ ppb در ایستگاه باغبان به $6/11$ ppb در ایستگاه قنطره افزایش یافته است و در ایستگاه بردخون به $16/37$ ppb رسیده است.

۲-۲-۴- تغییرات کادمیوم

میزان متوسط غلظت کادمیوم در ابتدای مسیر رودخانه مند یعنی ایستگاه باغبان ppb $0/443$ می باشد که در ایستگاه قنطره این میزان به $0/8$ ppb افزایش میابد. در ایستگاه درویشی میزان غلظت متوسط کادمیوم تقریباً ثابت مانده و برابر $0/73$ ppb میباشد. در ادامه مسیر رودخانه به سمت پایین دست رودخانه میزان متوسط غلظت کادمیوم در ایستگاه پل مند به $0/65$ ppb کاهش یافته است ولیکن در آخرین ایستگاه یعنی پل بردخون با یک جهش ناگهانی به $2/32$ ppb افزایش یافته است. به طور کلی با مشاهده نتایج حاصله می توان گفت که غلظت متوسط کادمیوم در ابتدای مسیر رودخانه در ایستگاه باغبان کمترین مقدار و در آخرین ایستگاه مسیر رودخانه یعنی پل بردخون بیشترین میزان کادمیوم را دارا میباشد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۱۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

در بررسی نتایج غلظت کادمیوم در هر نوبت نمونه گیری از ایستگاهها می توان گفت که غلظت کادمیوم در نوبت اول نمونه گیری در ایستگاه باغبان 0/41 ppb بوده است که این میزان در ایستگاه قنطره به 0/83 ppb افزایش یافته است. سپس در ایستگاه درویشی غلظت کادمیوم به 0/66 ppb کاهش یافته است. در ادامه مسیر رودخانه در ایستگاه پل مند میزان کادمیوم اندکی افزایش یافته و در ایستگاه پل بردخون با یک افزایش ناگهانی به 2/14 ppb رسیده است. در نوبت دوم نمونه برداری غلظت کادمیوم از 0/27 ppb در ایستگاه باغبان به 0/83 ppb در ایستگاه درویشی افزایش یافته و سپس در ایستگاه پل موند غلظت کادمیوم مقداری کاهش یافته و در نهایت در ایستگاه پل بردخون به 1/8 ppb افزایش می یابد. در نوبت سوم نمونه گیری ابتدا غلظت کادمیوم از ایستگاه باغبان تا قنطره به 0/88 ppb افزایش یافته و سپس تا ایستگاه پل مند به 0/63 ppb کاهش می یابد و در نهایت در ایستگاه پل بردخون به بیشترین میزان خود یعنی 2/76 ppb افزایش مییابد.

۳-۲-۴- تغییرت روی

میزان متوسط غلظت روی در ایستگاه باغبان برابر 8/97 ppb میباشد که این میزان در ایستگاه پایین دست ایستگاه باغبان یعنی ایستگاه قنطره به 10/08 ppb افزایش یافته است در ادامه افزایش غلظت متوسط روی ادامه یافته و به 11/77 ppb رسیده است. در ایستگاه پل مند غلظت متوسط روی با اندکی کاهش برابر 11/59 ppb و در آخرین ایستگاه یعنی پل بردخون غلظت روی به 14/73 ppb افزایش یافته است. به طور کلی غلظت متوسط روی در ابتدای مسیر رودخانه مند یعنی ایستگاه باغبان کمترین میزان و در ایستگاه پل بردخون که آخرین ایستگاه در مسیر رودخانه مند بوده است به بیشترین میزان خود رسیده است.

در بررسی نتایج غلظت روی در هر یک از نمونه گیریهای انجام شده می توان گفت که میزان غلظت روی در سری اول نمونه برداری از 8/9 ppb در ایستگاه باغبان به 12/19 ppb در ایستگاه درویشی افزایش یافته و در ادامه در ایستگاه پل مند غلظت روی مقدار کاهش یافته

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۱۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

و به $10/65$ ppb رسیده است. سپس در انتها در ایستگاه پل بردخون غلظت روی مجدداً افزایش یافته و برابر $14/24$ ppb شده است.

در سری دوم نمونه برداری غلظت روی از $8/37$ ppb در ایستگاه باغبان به $14/73$ در ایستگاه پل بردخون افزایش یافته است و در نوبت سوم نمونه برداری نیز همانند نوبت دوم غلظت روی از $9/63$ ppb به $15/21$ ppb در ایستگاه بردخون افزایش یافته است.

* به طور کلی در بررسی روند تغییرات غلظت فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم می توان عنوان کرد که مقدار این آلاینده ها از بالادست رودخانه به سمت پایین دست در حال افزایش می باشد که کاملاً مطابق فرضیات نشر آلودگی در رودخانه می باشد و در ایستگاه آخر یعنی بردخون نیز شاهد افزایش خارج از روند طبیعی سیر صعودی بوده ایم که نشاندهنده وجود آلاینده ورودی به رودخانه در این منطقه می باشد.

۳-۴- مقایسه کیفیت ایستگاههای مورد مطالعه از لحاظ فلزات سنگین

با بررسی میانگین کیفیت ایستگاههای مورد مطالعه از لحاظ فلزات سنگین می توان گفت به طور کلی ایستگاه باغبان که در مسیر رودخانه مند از بالادست به پایین دست اولین ایستگاه میباشد دارای کمترین بار آلودگی بوده و ایستگاه پل بردخون بیشترین غلظت فلزات سنگین را دارا میباشد در بررسی تفکیکی فلزات سنگین مورد مطالعه، کمترین میانگین غلظت سرب در ایستگاه درویشی با مقدار $5/28$ ppb بوده است به طول کلی غلظت سرب از ایستگاه باغبان تا پل موند تقریباً ثابت ولی در پل بردخون به طور ناگهانی افزایش می یابد. در مورد فلز سنگین کادمیوم در ایستگاه باغبان دارای کمترین میزان و برابر $0/44$ ppb و سپس ایستگاه پل مند با غلظت متوسط $0/65$ ppb و بعد از آن ایستگاههای درویشی و قنطره قرار میگیرند و در انتها پل بردخون با غلظت متوسط $2/32$ ppb بیشترین آلودگی به فلز سنگین کادمیوم در میان ایستگاهها را داشته است. از لحاظ غلظت متوسط روی در ایستگاههای سنجش شده به ترتیب ایستگاه باغبان با غلظت $8/97$ ppb دارای کمترین میزان و سپس در مسیر رودخانه ایستگاههای

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۱۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

قنطره، درویشی و پل مند قرار می گیرند و در آخر نیز ایستگاه پل بردخون با غلظت متوسط 17/73 ppb دارای بیشترین میزان روی بوده است.

* بررسی های انجام شده نشان دهنده این است که ایستگاه باغان بهترین کیفیت را از لحاظ میزان آلاینده های ذکر شده دارد و غلظت این آلاینده ها در ایستگاه پایین دستی پل بردخون نسبت به سایر ایستگاه ها بیشتر می باشد.

۴-۴- مقایسه کیفیت آب و منابع آلاینده با استانداردهای جهانی و ایران

در این بخش ابتدا استانداردهای آب آشامیدنی در ایران و مقادیر متناظر آنها در استانداردهای جهانی همانند EPA و WHO و استانداردهای اروپایی آورده شد و سپس مقادیر متوسط حداکثر غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه با این مقادیر مقایسه شده اند.

۴-۴-۱- استاندارد آب آشامیدنی در ایران

استاندارد ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی در یکصد و نود و پنجمین جلسه کمیته ملی استاندارد کشاورزی و غذایی مورخ ۷۵/۱۱/۲ تصویب و به عنوان استاندارد رسمی کشور با شماره ۱۰۵۳ منتشر می گردیده است.

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامدنی است. در این استاندارد منظور از آب آشامیدنی، آبی است که عوامل فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیونوکلئیدی آن در حدی باشد که مصرف آن جهت آشامیدن، عارضه سوئی در کوتاه مدت یا دراز مدت در انسان ایجاد نکند.

تعریف حد مجاز: حد مجاز حداکثر عوامل شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی آب آشامیدنی است که استمرار مصرف آن برای انسان زیان آور نباشد. این مقدار بر مبنای متوسط مصرف آب آشامیدنی روزانه ۲/۵ لیتر برای یک انسان ۷۰ کیلوگرمی در نظر گرفته شده است.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۱۴	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

براساس استاندارد مزبور حداکثر مقادیر مجاز مواد شیمیایی، معدنی، سمی و کانی های موجود در آب آشامیدنی به ترتیب در جداول ۱-۴ و ۲-۴ ارائه شده است.

جدول ۱-۴- حداکثر مقادیر مجاز مواد شیمیایی معدنی سمی

ردیف	نوع ترکیب بر حسب	حداکثر مجاز بر حسب میلی گرم در لیتر
۱	آرسنیک As	۰/۰۵
۲	سرب Pb	۰/۰۵
۳	کرم Ca	۰/۰۵
۴	سلنیوم Se	۰/۰۱
۵	کادمیوم Cd	۰/۰۰۵
۶	آنتیموان Sb	۰/۰۰۵
۷	جیوه کل Hg	۰/۰۰۱
۸	مولیبدن Mo	۰/۰۷
۹	سیانور CN	۰/۰۷
۱۰	وانادیم V	۰/۱

یادآوری: با توجه به ارتباط یون منیزیم و سولفات از نظر تغییر در طعم و امکان اختلال در جهاز هاضمه، در شرایطی که مقدار منیزیم از ۳۰ میلی گرم در لیتر تجاوز کند مقدار سولفات نباید بیش از ۲۵۰ میلی گرم در لیتر باشد

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۱۵	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۲-۴- حداکثر مقادیر مجاز مواد شیمیایی کانی موجود در آب آشامیدنی

ردیف	نوع ترکیب	حداکثر مجاز بر حسب میلی گرم در لیتر
۱	کل مواد جامد محلول TDS	۱۵۰۰
۲	سختی کل بر حسب $CaCO_3$	۵۰۰
۳	کلرور Cl^-	۴۰۰
۴	سولفات $So^{-۲}$	۴۰۰
۵	هیدروژن سولفور H_2S	۰/۰۵
۶	آهن Fe	۰/۳
۷	منگنز Mn	۰/۵
۸	آلومینیوم Al	۰/۲
۹	روی Zn	۳
۱۰	مس Cu	۱
۱۱	نیترات NO_3	۵۰
۱۲	نیتريت NO_2	۳
۱۳	کلسیم Ca	۲۵۰
۱۴	منیزیم Mg	۵۰
۱۵	آمونیاک NH_3	۱/۵
۱۶	سدیم Na	۲۰۰

یادآوری: مقدار ذکر شده برای کل کرم است کرم ۶ ظرفیتی از نظر بهداشتی مخاطره

آمیز بوده ولی سه ظرفیتی آن مفید شناخته شده است.

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۱۶	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۴-۴- استانداردهای بین المللی آب آشامیدنی

۱-۲-۴-۴- استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا (EPA)

مقررات ملی اولیه و ثانویه آب آشامیدنی

مقررات ملی اولیه آب آشامیدنی (NPDWRS) و یا استاندارد های اولیه) بصورت

استانداردهای اجرایی هستند که در مورد سیستم های عمومی توزیع آب اعمال می شود.

استانداردهای اولیه با محدود کردن سطوح آلاینده های مشخصی که می تواند اثر

نامطلوب بر سلامت عمومی داشته باشد و در آب آشامیدنی وجود دارد یا انتظار می رود که

وجود داشته باشد کیفیت آب آشامیدنی را حفظ می کند.

در استاندارد مزبور آلاینده ها بر حسب مواد شیمیایی معدنی، مواد شیمیایی آلی رادیو

نوکلئیدها و میکروارگانیزم ها تقسیم بندی شده اند. در جدول ۳-۴ استانداردهای مربوط به

مواد معدنی در آب آشامیدنی ارائه شده است.

تعاریف:

۱- (Maximum contaminant level goal) (MCLG) - حداکثر سطح آلاینده در

آب آشامیدنی است که در این سطح هیچ اثر نامطلوب مورد انتظار یا شناخته شده ای بر

سلامتی افراد وجود ندارد و دارای مرز و حد مطمئنی است. MCLGS اهداف بهداشت

عمومی غیر اجباری است.

۲- (Maximum contaminant level) (MCL) = حداکثر سطح مجاز آلاینده در آبی

است که از طریق سیستم های آب عمومی برای هر نوع مصرف کننده ای توزیع می شود.

MCL تضمین می کند که اندکی افزایش از حد MCL منجر به خطر قابل ملاحظه ای بر

بهداشت عمومی نمی شود.

¹-National Primary Drinking Water Regulations

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۱۷	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

۲-۲-۴-۴- استاندارد آب آشامیدنی سازمان بهداشت جهانی

استاندارد های بکار رفته قبل از سال ۱۹۸۳ عمدتاً استاندارد بین الملل آب آشامیدنی سازمان بهداشت جهانی بوده که نخستین بار در سال ۱۹۵۸ به چاپ رسیده و بعد از آن در سالهای ۱۹۶۳ و ۱۹۷۱ تجدید نظر و اصلاح شده است. این چاپها در سال ۱۹۸۳ به شکل جدیدی منتشر گردیدند و در حال حاضر استانداردهای سازمان بهداشت جهانی بعنوان راهنمایی برای کیفیت آب آشامیدنی بیان می گردند که در جدول ۴-۴ ارائه شده است همچنین به منظور مقایسه در جدول ۴-۵ استاندارد آب آشامیدنی چند کشور اروپایی ارائه شده که عمدتاً استاندارد بهداشت جهانی با کمی تغییر میباشد.

با مقایسه خلاصه نتایج حاصل از آزمایشات صورت گرفته بر روی نمونه های برداشت شده از ایستگاههای نمونه برداری با استانداردهای آب آشامیدنی جهانی و ایران نتیجه می گیریم غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و روی در کلیه ایستگاهها پایین تر از حد مجاز توصیه شده توسط استاندارد می باشد و به طور کلی کیفیت آب رودخانه مند از لحاظ فلزات سنگین در حد قابل قبول میباشد. خلاصه نتایج حاصل از مقایسه پارامترها در جدول ۴-۶ و نمونه های ۴-۱ تا ۴-۳ ارائه شده است.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۱۸	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

جدول ۶-۴- مقایسه کیفیت فلزات سنگین در هر ایستگاه با استانداردها

حد مجاز فلز براساس استاندارد WHD بر آب آشامیدنی	حد مجاز فلز مربوطه براساس استاندارد EPA برای آب آشامیدنی	حد مجاز بر فلز اساس استاندارد ایران بر آب آشامیدن	پل بردخون	پل مند	درویشی	قنطره ($\mu\text{g} / \text{L}$)	باغبان ($\mu\text{g} / \text{L}$)	نام ایستگاه پارامترها
۵۰	۱۵	۵۰	۱۴/۳۷	۵/۳	۵/۲۸	۵/۷۷	۵/۴۳	غلظت متوسط سرب ($\mu\text{g} / \text{L}$)
۵	۵	۵	۲/۳۲	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۸	۰/۴۴۳	غلظت متوسط کادمیوم ($\mu\text{g} / \text{L}$)
۵۰۰	۵۰۰	۳۰۰	۱۴/۷۳	۱۱/۵۹	۱۱/۷۷	۱۰/۰۸	۸/۹۷	غلظت متوسط روی ($\mu\text{g} / \text{L}$)

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند				کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۱۹	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر	

۵-۴- پیشنهادات

۱- اگرچه غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در ایستگاههای ذکر شده در حد پایین و مجاز برای آب آشامیدنی یا اهداف کشاورزی و صنعتی میباشد ولیکن به منظور بالا بردن ضریب اطمینان از اینکه در همه فصول سال مقادیر در حد مجاز تعیین شده قرار دارد پیشنهاد می گردد پایش دقیق و نمونه گیری از ایستگاهها در مدت زمان وسیعتر و با تعداد نمونه های بیشتر بررسی گردد.

۲- پیشنهاد می گردد کلیه صنایع و واحدهای تولیدی و منابع آلوده کننده انسانی و طبیعی در مسیر رودخانه مند از ایستگاه پل مند تا ایستگاه پل بردخون مورد بررسی قرار گیرد و در حد امکان از پساب خروجی به رودخانه صنایع پیرامون این دو ایستگاه نمونه گیری شود. زیرا که غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم حد فاصل بین این دو ایستگاه از افزایش قابل ملاحظه ای برخوردار است که نشان از ورود آلودگی جدید به رودخانه می باشد.

۳- پیشنهاد می شود جهت تحقیقات آتی با افزایش تعداد ایستگاهها و دوره زمانی انجام نمونه برداری، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب همچنین شاخصهای آلودگی نفتی نیز مورد سنجش و آنالیز قرار گیرد.

اندازه گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر
صفحه: ۱۲۰	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴
			مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

منابع و مراجع

۱. ثنایی غلامحسین، سم شناسی صنعتی، ۱۳۸۳
۲. کمالی زاده عباس، راهنمای آب، ۱۳۶۴
۳. بذرافشان اصغر، امین نژاد بیژن، حاجی پور فرد حسن، بررسی فلزات سنگین در آب
۴. شریعت پناهی محمد، امین نژاد بیژن، حاجی پور فرد حسین، اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب
۵. اسماعیلی ساری عباس، کتاب آلاینده‌ها بهداشت و استاندارد در محیط زیست، ۱۳۸۱
۶. شریعت فیض آبادی فاطمه، استاندارد های کیفی آب، ۱۳۷۷
۷. ضوابط و استانداردهای زیست محیطی، سازمان حفاظت محیط زیست
8. U.S.Environmental Protection Agency (EPA), Ground water & Drinking water Contaminants and MCLs, 2003
9. Massaro, Edward J. Handbook of Human Toxicology, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, CRC Press, Boca Raton, New York, 1997, 38-54, 118-119, 135-136, 150-151, 163-176, 429-433.
10. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) 1999. Toxicological Profile for Mercury. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1999.
11. Berlin M. et al., Editors. Handbook of the Toxicology of Metals, V.2, 2nd ed. London, Elsevier Science Publishers B.V., 1985, 376-405.

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۲۱	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

12. Dixie Farley, Dangers of Lead Linger, U.S. Food and Drug Administration, FDA Consumer Magazine January-February 1998. 1-8.
13. P.R.M. Correia, E. Oliveira, P.V. Oliveira, Simultaneous Determination of Cd and pb in Food Stuffs by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry, Analytical Chimica Acta, 2000, 405, 205-211.
14. Ballantyne Bryan, Timothy C. Marrs, Tore Syversen, General and Applied Toxicology, Second Edition. Vol. 3, Macmillan Publishers, November, 1999, 2052 –2062, 2145-2155.
15. Derek W. Jones. Exposure or Absorption and the Crucial Question of Limit for Mercury, J. Can. Dent. Assoc, 1999, 65, 42-46.
16. Rosaura Farre, M. Jesus Langarda, Atomic Absorption Spectrophotometric Determination of Chromium in Foods, J. Assoc. Off Anal. Chem., 1986, Vol.69, 5, 876-879.
17. Tsustum C., Koisumi H., Yoshikawa S., Atomic Absorption Spectrophotometric Determination of Lead, Cadmium, and Copper in Foods by Simultaneous Extraction of the Iodides with Methylisobutyl Keton, Analyst, 1985, 94, 1153.
18. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, EPA-/4-82-055, December 1982, Method 218.4, Method 245.1.

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۲۲	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر

19. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods Analysis of the AOAC, 1995, 16th. ed. Ch.49.
20. Kenawy, I. M. M. Hafez, M. A. H. Akl, M. A. and Lashein, R. R. Determination by AAS of Some Trace Heavy Metal Ions in Some Natural and Biological Samples after Their Preconcentration Using Newly Chemically Modified Chloromethylated Polystyrene-PAN Ion- Exchanger, Analytical Sciences, 2000, Vol. 16, 493-500.
21. V.S. Environmental Protection Agency (EPA), Standard Method, 1999
22. Standard Methods for the Examination of water and wastewater 20th Edition

اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب، روی و کادمیوم در رودخانه مند			کارفرما: اداره کل حفاظت محیط زیست بوشهر	
صفحه: ۱۲۳	مرداد ۱۳۸۵	مرور اول	کد: ۰۱۰۱-۰۰۱۰۰۴	مجری: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر