

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان :

بررسی برخی از ترکیبات آلاینده های
زیست محیطی (سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین و شوینده ها)
در آبهای سطحی، زیرزمینی و
پساب حوضه سد منگل (استان مازندران)

مجری:

شعبان نجف پور

شماره ثبت

۴۴۱۲۵

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان پروژه : بررسی برخی از ترکیبات آلاینده های زیست محیطی (سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین و شوینده ها) در آبهای سطحی، زیرزمینی و پساب حوضه سد منگل (استان مازندران)
شماره مصوب پروژه : ۸۹۱۸۸-۸۹۱۶-۱۲-۷۶-۱۴
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : شعبان نجف پور
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : شعبان نجف پور
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : حسین نگارستان، نیما پورنگ، محمود رامین، سید محمد وحید فارابی، سید ابراهیم واردی، فریبا واحدی، یوسف علومی، حوریه یونسی پور، عبدالله نصراله تبار، رضا صفری، زهرا یعقوب زاده، مریم رضایی، فرامرز لالوئی، مرتضی طهماسبی، مهران رودباریان
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : حسن نصراله زاده ساروی
محل اجرا : استان مازندران
تاریخ شروع : ۸۹/۱۲/۱
مدت اجرا : ۲ سال و ۳ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۴
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ
بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه: بررسی برخی از ترکیبات آلاینده های زیست محیطی (سموم
ارگانوکلره، فلزات سنگین و شوینده ها) در آبهای سطحی، زیرزمینی و پساب
حوضه سد منگل (استان مازندران)

کد مصوب: ۸۹۱۸۸-۸۹۱۶-۱۲-۷۶-۱۴

شماره ثبت (فروست): ۴۴۱۲۵ تاریخ: ۹۲/۱۰/۳

با مسئولیت اجرایی جناب آقای شعبان نجف پور دارای مدرک تحصیلی
دکتری در رشته محیط زیست می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ

۹۲/۷/۲۷ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در:

ستاد پژوهشکده مرکز ایستگاه

با سمت مسئول امور تحقیقاتی آلاینده ها و مدیر فنی آزمایشگاه در

پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مشغول بوده است.

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه
چکیده	۱
۱- مقدمه	۳
۱-۱- سموم ارگانوکلره	۳
۱-۲- عناصر فلز سنگین	۵
۱-۳- شوینده ها	۶
۲- مواد و روش ها	۹
۲-۱- موقعیت رودخانه هراز و ایستگاههای نمونه برداری	۹
۲-۲- سموم ارگانوکلره	۱۱
۲-۳- فلزات سنگین	۱۱
۲-۴- شوینده ها	۱۲
۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری	۱۳
۳- نتایج	۱۴
۳-۱- سموم ارگانوکلره	۱۴
۳-۲- عناصر فلزات سنگین	۳۱
۳-۳- شوینده ها	۴۴
۴- بحث و نتیجه گیری	۵۱
۴-۱- آلاینده های سموم ارگانوکلره	۵۱
۴-۲- آلاینده های فلزات سنگین	۵۳
۴-۳- شوینده ها	۵۴
منابع	۵۵
چکیده انگلیسی	۵۹

چکیده

مطالعه آلاینده های زیست محیطی سد مخزنی منگل که دارای طول و عرض جغرافیایی $۴۹^{\circ} ۲۲' ۵۲''$ و $۴۳^{\circ} ۱۵' ۳۶''$ ، برای ۱۶ ترکیب ارگانوکلره و ۷ فلز سنگین در سه فصل (پاییز و زمستان ۱۳۸۸ و بهار ۱۳۸۹) و پارامتر شوینده طی چهار فصل (پاییز و زمستان ۱۳۸۸ ، بهار و تابستان ۱۳۸۹) در ۱۲ ایستگاه آبهای زیر زمینی و سطحی رودخانه هراز و سرشاخه ها (نزدیک مصب سرخورد تا ایستگاه رودخانه لار) صورت پذیرفت.

ترکیبات آلدترین و اندرین در بین سایر سموم اندازه گیری شده دارای حداکثر غلظت $۱/۵۱$ و $۲/۸۵$ میکروگرم برلیتر با میانگین به ترتیب $۰/۵۹ \pm ۰/۶۶$ و $۱/۰۷ \pm ۰/۷۱$ میکروگرم برلیتر تعیین گردید. بیشترین مقدار درصد سموم ارگانوکلره در فصول پاییز، زمستان و بهار به ترتیب در حد ۴۲ ، ۲۵ و ۲۵ بترتیب برای ترکیبات endosulfan sulfate ، DDD و β -BHC تعیین گردید. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در فصول پاییز، زمستان و بهار به ترتیب در حد $۲/۸۵$ ، $۰/۳۴$ و $۰/۱۴$ میکروگرم برلیتر برای ترکیبات endosulfan sulfate ، γ -BHC و endrin aldehyde, heptachlor، مشاهده گردید.

در بین عناصر فلزات سنگین، حداکثر غلظت روی و آهن به ترتیب در حد $۱/۱۲$ و $۸/۲۲$ میلیگرم برلیتر در فصل بهار و نیز جیوه در حد $۱۷/۲$ میکروگرم برلیتر در فصل بهار تعیین گردید. میانگین و انحراف معیار روی و آهن به ترتیب $۱/۰۱ \pm ۰/۲۳$ و $۲/۰۰ \pm ۱/۲۱$ میلیگرم برلیتر و نیز عنصر جیوه در حد $۶/۳۸ \pm ۴/۶۵$ میکروگرم برلیتر تعیین گردید. بیشترین مقدار درصد عناصر سنگین در فصول پاییز، زمستان و بهار به ترتیب ۶۶ ، ۸۳ و ۷۲ برای فلزات نیکل، روی و آهن مشاهده گردید. حداکثر مقدار غلظتی عناصر سنگین در فصول پاییز، زمستان و بهار به ترتیب در حد $۱/۴۸$ ، $۳/۳$ و $۸/۲۲$ میلیگرم برلیتر برای فلز آهن به ترتیب در ایستگاههای سرخورد، سرخورد و پل چلاو مشاهده گردید.

در میان حداکثرها، نوسانات و غلظت شوینده ها از کمترین تا بیشترین مقدار آن در حد ۱۴۱ تا ۹۷۱ میکروگرم برلیتر متغیر بوده است. بالاترین میانگین و خطای استاندارد شوینده ها به ترتیب در فصل تابستان در حد $۵۲/۱۶ \pm ۴۱۸/۶۲$ میکروگرم برلیتر گزارش گردید. مقدار درصد شوینده ها در فصول پاییز، زمستان، بهار و تابستان به ترتیب ۷۶ ، ۷۶ ، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد از ایستگاههای نمونه برداری مشاهده گردید.

واژه های کلیدی: سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین، شوینده ها، فصول، رودخانه هراز و نوسانات غلظت

۱- مقدمه

رودخانه هراز از رشته کوه‌های البرز سرچشمه می‌گیرد. بلندترین نقطه ارتفاعی ایران یعنی قله دماوند (۵۶۷۰ متر) در داخل حوضه آبریز این رودخانه قرار دارد. آب این رودخانه عمدتاً از ذوب برف ارتفاعات آن تامین می‌شود. کمترین عرض در انتهای دشت و نزدیک دریا است. رودخانه هراز در قسمت کم عرض نسبت به بالا دست خود عمیق تر می‌باشد. جنس بستر رودخانه در منطقه مطالعاتی از مواد دانه درشت و قلوه سنگ تشکیل شده است. رودخانه هراز سیلابهای بزرگ حوضه آبریز خود را به دریا تخلیه می‌کند. رودخانه هراز دارای رژیم یکنواخت می‌باشد. احداث سد لار بر روی رودخانه لار به کنترل سیلابهای این حوزه کمک زیادی کرده است (شرکت سهامی آب منطقه ای ۱۳۶۴ و ۱۳۸۰). افزایش مواد معلق همواره پس از هر برداشت بسیار چشمگیر است. محاسبات نشان داد، در ازای هر تن برداشت حدود ۲۰۰ کیلوگرم از مواد و ذرات ریز درون آب رها می‌شود که این میزان حدود ۴ تن در روز برای رودخانه هراز محاسبه می‌شود. مطالعه انجام شده در اروپا نشان می‌دهد، تا ۱۰ کیلومتر پائین تر از محل برداشت شن و ماسه و با رها شدن مواد معلق حدود ۷۵ درصد کاهش تراکم موجودات آبرزی رخ داده است (کیابی ۱۳۷۴).

براساس آمار سرشماری جهانی میزان جمعیت هر روز در حال افزایش است. جمعیت دنیا در سال ۱۹۹۷ میلادی حدود ۵/۸ میلیارد نفر بوده است. براساس تخمین، جمعیت جهان در سال ۲۰۲۵ میلادی به حدود ۸/۰۴ میلیارد نفر خواهد رسید. با رشد جمعیت، محدودیت زمین‌های کشاورزی و نیاز روز افزون غذا در ۵۰ سال آینده، تسریع در راندمان تولیدات کشاورزی به شدت احساس می‌گردد. لذا نیل به دستیابی راندمان بالا نیاز به افزایش مصرف سموم در واحد سطح را در پی خواهد داشت که امری ضروری محسوب می‌گردد (Yu, 2008). با گسترش شهرک مسکونی و صنعتی، زمین‌های زیادتری از گردونه کشت و تولیدات کشاورزی خارج و عملاً سبب کاهش سطح زیر کشت می‌گردد. از سوی دیگر، با فشار مداوم در کشت مجدد و برداشت محصول چند مرحله ای در یکسال سبب می‌گردد که خاک از حاصلخیزی تهی گشته، لذا با بهره‌گیری بیشتر از خاک، نرخ کود دهی و سموم افزایش یافته و این روند در چرخه تولید هر ساله تکرار می‌گردد.

۱-۱- سموم ارگانوکلره

امروزه حدود ۹۰۰ ترکیب شیمیایی با تایید سازمان حفاظت محیط زیست امریکا شامل علف کش‌ها، حشره کش‌ها، قارچ و حلزون کش‌ها، موش کش‌ها هستند که بترتیب ۲۸، ۲۵، ۲۰، ۴ و ۲۳ درصد از ترکیبات فوق را شکل می‌دهند، مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ware and Whitacre, 2004). در بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۲ حدود ۷۵ ترکیب فعال در آژانس حفاظت محیط زیست امریکا ثبت گردید که بیش از نصف آنها جزء ترکیبات متعارف شیمیایی و اکثر مابقی آنها به ترکیبات ریسک پذیر تقلیل یافته است (Ware and Whitacre, 2004). حال با استفاده از وسیع از سموم و حاصلخیز کننده‌ها، بخش قابل ملاحظه ای از آنها سبب آغشته شدن غلات و حبوبات

به قارچ کش ها، حشره کش ها و علف کش ها گشته و با تداوم این امر، لایه های زمین، آب های زیر زمینی و سطحی به میلیونها تن مواد سمی و شیمیایی آلوده می گردند. با شستشوی خاک بر اثر بارندگی های مداوم، از باقی مانده سموم در خاک مزارع به همراه نشتاب و پساب به رودخانه ها سرازیر می شود، که سبب آلوده نمودن آب های سطحی و زیر زمینی می گردد. بعنوان مثال، تحقیقات در تالاب ونیز ایتالیا نشان داد، در ماکروآلگها، ساقه و برگ جلبکها ترکیبات پلی کلروبی فنیل ها (PCBs)، DDT و مشتقات آن از قبیل DDE, DDA و DDD، لیندین، بنزن هگزا کلراید وجود داشته است. در نمونه های فوق، غلظت مجموع DDT's، بنزن هگزا کلراید و PCBs به ترتیب ۱۰.۶، ۰.۶ و ۱۳ نانوگرم بر گرم گزارش گردید (Babu Rajendran et al., 1992; Sfriso et al., 1993).

فرمول شیمیایی سم کلره BHC بصورت $C_6H_6Cl_6$ است که ایزومرهای متفاوت آن α, β, δ و نیز ایزومر گامای آن لیندین است. تحقیقات نشان داد، سم فوق عامل سرطانزایی برای موش و انسان محسوب می گردد. غلظت و دوز این سم برای ۵ گونه از ماهیان آب شیرین در طول ۹۶ ساعت با مرگ و میر ۵۰ درصد (LC_{50}) در حد ۰/۲ تا ۰/۵ میلیگرم در لیتر بوده است (Tomlin, 2000). فرمول شیمیایی سم کلره DDE بصورت $C_{14}H_8Cl_4$ است که با از دست دادن یک کلر از گروه CCl_3 - از DDT مشتق و نیز درجه سمیت DDE در مقایسه با DDT کمتر بوده و بعنوان علف کش مورد استفاده قرار نمی گیرد. اکثر هیدروکربن کلرینه دریا و حدود ۸۰ درصد هیدروکربورهای موجود در ارگانیزم های دریایی از DDT تشکیل می شوند و به احتمال قوی تمامی DDE با شکستن DDT مشتق می گردد (Clark, 1992). در جمع بندی کلی، نیمه عمر تقریبی برخی از ترکیبات سموم ارگانوکلره بین ۳ الی ۱۵۰ سال (UBA, 1993) و مصرف بیش از حد آنها سبب می گردد که مضار آنها متوجه انسان ها گشته و هر روز مردم زیای را به بیماری های لاعلاج مبتلا نماید. تاکنون در شمال کشور مطالعاتی در زمینه باقی مانده سموم ارگانوکلره در آب رودخانه های بابلرود، رودخانه چالوس، شیروود، چشمه کیله تنکابن و رودخانه تجن صورت پذیرفته است (نجف پور و همکاران، ۱۳۸۴، ۱۳۸۶، لالوئی و همکاران، ۱۳۷۵، شرکت مهندسی مشاور خزر آب، ۱۳۷۷). تحقیقات نشان داد که مقدار درصد سموم ارگانوکلره نظیر د.د.ت، د.د.ائی، کلتان، ایزومر های آلفا و بتا بنزن هگزا کلراید و لیندین در چهار فصل نمونه برداری در شش ایستگاه رودخانه بابلرود بترتیب ۵۸، ۴۶، ۷۵، ۳۸، ۷۵ و ۵۰ درصد از کل نمونه ها بود (نجف پور و همکاران، ۱۳۸۰). سم لیندین همانند سم د.د.ت نسبت به حشرات سمی است. این ماده بطور فوق العاده نسبت به نور، هوا، دما تا ۱۸۰ درجه سانتی گراد و اسیدها مقاوم است. حلالیت لیندین در آب ۷/۳ میلی گرم در لیتر در دمای $25^{\circ}C$ و ۱۲ میلی گرم در لیتر در دمای $35^{\circ}C$ متغیر است. این سم معمولاً در آخرین زنجیره غذایی تجمع پیدا می کند. بعنوان مثال در مقدار تجمع آن در کبد ماهی کاد در سال ۱۹۷۷ بمقدار ۳۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم و در سال ۱۹۷۸ به میزان ۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش شده است. این سم دارای چندین ایزومر می باشد و فراوانترین آن ایزومر گاما است که ۹۹ درصد آن را شامل می گردد. ترکیب لیندین از قدرتمندترین حشره کش ها بوده و بخاطر بو و طعم نامطبوع گیاهی، استفاده زیاد از آن محدود گردیده است (Tomlin, 2000). مطالعات نشان داد، حداکثر غلظت

سموم ارگانو کلره DDT و Dieldrine Aldrine, DDE, α -BHC, Lindane, β -BHC, Kelthan در رودخانه شیروود دارای دامنه تغییراتی به ترتیب درحد ۲۹/۷، ۲۶/۶، ۲۳/۶، ۲۰/۱، ۱۹/۵، ۱۳/۴، ۱۱/۲۵ و ۷/۶ میکروگرم بر لیتر در طول یکسال بوده است (نجف پور و همکاران، ۱۳۸۶).

۲-۱- عناصر فلز سنگین

تخلیه فاضلاب ها، پساب ها و پسماندهای حاوی فلزات سنگین محیط زیست رودخانه را آلوده می نمایند. این آلودگی ها ممکن است در ستون آب پخش و رسوبات بستر رودخانه ته نشست نماید. تجمع فلزات سنگین در رسوبات طی این فرآیندها نقش بالقوه ای در آلوده کردن ستون منابع آبی و ارگانیزم ها می نمایند Choi et al., (2008)، واردی و همکاران، (۱۳۸۹).

با توجه به ثابت بودن میزان آب موجود در طبیعت، مصرف روز افزون آن موجب افزایش فاضلاب ها در محیط زیست گردیده و از کمیت آبهای سالم کاسته و بر میزان آبهای آلوده جهان می افزاید. آلودگی آب های جاری به ویژه رودخانه ها سبب انتقال و اشاعه عوامل بیماریزا را فراهم می سازد. آلودگی آبها، منابع موجودات زنده آبرزی در آبهای داخلی را بواسطه عوامل مختلف فیزیکی شیمیایی، آلی و باکتریولوژیکی موجبات مرگ و میر، کاهش جمعیت و در نهایت نابودی آنها را فراهم ساخته و به زنجیره غذایی آسیب جدی وارد می نمایند. وجود رودخانه های متعدد و پر آب، سالم و عاری از آلودگی از جمله عوامل مهم در ابعاد مختلف توسعه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی محسوب می گردند. حرکت مستمر و جریان دائمی رودخانه ها موجب می گردد تا میزان مصرفی اکسیژن محلول که در اثر افزایش کدورت و آلودگی آب، آبریان، میکرو و ماکروارگانیزم های گیاهی و جانوری و یا رشد و نمو آنها از بین می رود را جبران نماید. قدرت خود پالایی رودخانه ها نیز در مقابله با آلودگی های مختلف از حد معینی برخوردار می باشد. مسئله خودپالایی طبیعی در آبها باعث گردید که آبهای جریان دار در محل آلوده شده و بعد از طی مسافتی که اکسیژن می گیرند پدیده های زیستی باعث ایجاد پالایش این آبها می گردد تا جایی که می گویند در شهر لندن از یک لیوان آب شیرین حدوداً ۷ بار در مصارف مختلف انسانی و کشاورزی استفاده می شود و یا در شهر بوداپست که آب شرب آن از رودخانه دانوب تامین می شود قبل از ورود رودخانه به شهر بزرگ بوداپست کلیه فاضلابهای تصفیه شده شهرهای کوچک و بزرگ در مسیر قبلی وارد آن می شود ولی آب رودخانه کیفیت مطلوب خود را جهت مصرف حفظ می نماید (Maitland, 1990). هر متر مکعب فاضلاب تصفیه نشده می تواند ۴۰ تا ۶۰ متر مکعب آب شرب را آلوده نماید و در صورت عدم تامین اکسیژن محلول این آبها، برای هیچ یک از مصارف انسانی قابل استفاده نمی باشند. افزایش دبی رودخانه ها تاحدی مواد جامد معلق و کدورت آب را برطرف می سازد ولی در افزایش قدرت خود پالایی رودخانه ها جهت تجزیه آلاینده های مختلف نقش مثبت ایفا نموده و با آن رابطه مستقیم دارد (ایاز، ۱۳۷۴). فاضلاب و یا مواد زائد جامد از طریق منابع مختلف وارد آب های سطحی می شوند

و به موازات آن خنثی سازی عوامل آلوده کننده این ضایعات از طریق اعمال مدیریت صحیح در دفع پسماندها و مواد زاید جامد خانگی و صنعتی و جلوگیری از ورود آنها به منابع آب از جمله اقداماتی است که باید در اولویت برنامه های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور قرار گیرد. رودخانه هراز یکی از پرآبترین رودخانه های مهم حوضه آبریز دریای خزر است. سالانه هزارتن گوشت ماهی قزل آلا تولید می کنند. حجم فاضلابهای تولید شده، رقیق سازی و ظرفیت خودپالایی محیط آبی و مشخصات فیزیکو شیمیایی و باکتریولوژیکی بالادست آب رودخانه از محل تخلیه بستگی داشته و اثرات ناحیه ای آن بر روی محیط آبی با مقیاس فاصله بسیار زیاد بررسی می شود (Rui et al., 1997). تحقیقاتی در شرق کانادا نشان داد، در مورد ارتباط بین فاکتور های فسفات، آمونیم، سیلیکات، اکسیژن محلول، آهن و منگنز و پیش بینی های ذخیره و غنی سازی آبهای ورودی رابطه معنی داری با غنی سازی آبها دارند اما برای فلزات کادمیم و روی این ارتباط دیده نشده است (Strain & Yeats, 1999). فلزات سنگین برعکس مواد زائد آلی، آلوده کننده های پایدارند که معمولا توسط باکتری ها تجزیه نشده و در صورت اتفاق بسیار کند و بطئی است که می توان آنها را بعنوان افزودنیهای پایدار به محیط زیست آبی محسوب نمود (Clark, 1992). فلزات سنگین به عنوان یکی از آلاینده های محیطی اثرات مختلفی مانند کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر در آبزیان را به همراه دارد (Mance, 1990). عمده ترین مسیر دفع فلزات سنگین در ماهیان از طریق مدفوع است. محاسبه میزان ورود فلزات به محیط آبی از طریق مدفوع ماهیان با دانستن تراکم مواد معدنی موجود در غذای مصرف شده، کارآیی تبدیل غذا و میزان جذب فلز امکان پذیر است (نیکوئیان، ۱۳۸۲). با وجودی که مس برای ماهی بسیار سمی است از ترکیبات آن بویژه سولفات مس در پرورش ماهی و شیلات به عنوان جلبک کش و برای پیشگیری و درمان برخی از بیماریهای ماهی استفاده می شود. نوسانات غلظتی قابل قبول مس در آب برای نگهداری ماهی و تاثیری قوی آن بسته به خصوصیات فیزیکو شیمیایی آب و گونه ماهی از ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۱ میلیگرم بر لیتر متغیر بوده است (غفاری و شریف پور، ۱۳۸۰). کادمیم در آبهای سطحی با غلظت های بسیار کمتر و معمولا همراه با روی دیده می شود. کادمیم موجود در آبهای سطحی می تواند محلول یا غیر محلول باشد. شکل های محلول که می توانند برای ماهی مسمومیت زا باشند شامل یونهای ساده و ترکیبات یونی آلی و معدنی هستند. غلظت حاد کشنده کادمیم برای گونه های مختلف ماهی از ۲ تا ۲۰ میلی گرم بر لیتر است. سمیت کادمیم با افزایش مقادیر کلسیم و منیزیم آب کاهش می یابد (نیکوئیان، ۱۳۸۲).

۳-۱- شوینده ها

اولین شوینده مصنوعی در سال ۱۹۱۶ در آلمان و در سال ۱۹۴۶ در ایالات متحده آمریکا ساخته شد. کشف شوینده ها در واقع به منظور پاسخگویی به نیاز به عوامل پاک کننده غیر صابونی بود که برخلاف صابون با

نمکهای معدنی آب ترکیب نمی‌شوند و ترکیبات نامحلول نمی‌دهند (دبیری اصفهانی، ۱۳۶۴ و وب سایت www.cleaning101.com). در سال ۱۹۶۰ بیشترین شوینده ایی که گزارش شد مربوط به آلکیل بنزن سولفونات شاخه‌ای (ABS) بود که به دلیل مقاومت به تجزیه بیولوژیکی مشکلات تصفیه فاضلاب را افزایش داد ولی از سال ۱۹۶۷ به بعد مصرف آن در برخی کشورها متوقف شد و به جای آن از اسیدهای کربوکسیلیک و آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) که در برابر تجزیه بیولوژیکی مقاومت چندانی ندارد استفاده شد (Scott & Jones, 2002). شوینده‌ها از نظر ساختمان شیمیایی مولکول‌هایی نسبتاً بزرگ با ساختاری تقریباً مشابه و دو قطبی هستند. هر مولکول منفرد متشکل از یک قسمت آبدوست (هیدروفیل) قطبی و یک قسمت آبگریز (هیدروفوب) غیر قطبی و لیپوفیل است؛ بار الکتریکی این دو قسمت نیز متفاوت است و به همین دلیل شوینده‌ها می‌توانند مواد قطبی و غیرقطبی را جذب کنند. مواد اولیه برای تولید این دو قسمت نیز متفاوت می‌باشند (ایماندل، ۱۳۷۵ و وب سایت www.cleaning101.com). شوینده‌های آنیونی در اثر یونیزاسیون در محیط‌های آبی به یونهای منفی که در آن R یک زنجیر کربنی طویل الکیلی و یک یون مثبت که اغلب سدیم است تفکیک می‌شوند. بیشترین مصرف شوینده یونی در منازل و جایگاه عمومی است. شوینده‌های کاتیونی در اثر یونیزاسیون به یونهای مثبت گروه آمونیومی که دافع آب است و گروه یون‌های منفی جاذب آب تبدیل می‌شود و دارای قدرت زیاد باکتری کشی می‌باشند. شوینده‌های خنثی از ترکیب چند شاخه اتیلن بر روی یک ریشه‌ای که دافع آب است حاصل می‌شود. آثار سوء حیاتی شوینده‌ها بر محیط زیست شامل تجمع کف بر روی آبهای سطحی که عامل جلوگیری اکسیژن‌گیری آب، تولید بو و طعم نامطبوع در آب، اثرات سمی بر موجودات زنده مانند موجودات آبی و گیاهان، تخریب و انهدام اکوسیستم، حذف و کاهش مواد معلق آب، جذب میکروب‌های بیماری‌زا و مساعد نمودن شرایط محیطی در جهت شیوع بیماریها، مراقبت در امر انعقاد و ته نشینی و صاف کردن آب، وقوع پدیده یوتروفیکاسیون با مصرف فسفات‌ها می‌باشند. شوینده‌ها قادرند حالت و کیفیت پروتئین را تغییر دهند و متابولسیم باکتری‌ها را مختل سازند و موجب کندی اعمال حیاتی آنها گردند، این امر ناشی از اثر شوینده‌ها در کاهش کشش سطحی آب می‌باشد. ماهیان و آبزیان نیز از آثار سوء شوینده‌ها بی‌بهره نیستند زیرا شوینده‌ها باعث کاهش میزان اکسیژن‌گیری آب می‌شوند (دبیری، ۱۳۷۵ و Rand, 1995). شوینده‌ها در صنایع غذایی، دارویی، سموم کشاورزی، نساجی، چوب، صنعت پلاستیک، رنگها و جلاها و... دارای کاربرد وسیع می‌باشند. در کشور ایران بیش از ۹۰ درصد شوینده‌ها از نوع الکیل بنزن سولفاتهای خطی (آنیونی) است (تیزکار، ۱۳۷۸). سمیت شوینده‌ها در ماهی می‌تواند تحت تاثیر برخی از عوامل زیستی و بویژه غیر زیستی قرار گیرد. برخی اوقات حساسیت ماهی به شوینده‌ها در هنگام رشد و نمو جنینی و لاروی بیشتر از مراحل جوانی و بلوغ است. نتایج تحقیقات در مورد رابطه بین سمیت و ساختمان مولکولی نشان داده اند که سمیت (سولفاتهای خطی آلکیل بنزن) در ماهی با افزایش طول زنجیره مولکولی به نحو نمایی بیشتر می‌شود (غفاری و شریف پور، ۱۳۸۰). در سیستم‌های آبی معمولاً غلظت شوینده‌ها کمتر از ۱۰۰ میکروگرم برلیتر است مگر در نواحی مثل

مصوب رودخانه ها و نقاط دیگری که دارای منبع آلودگی هستند. شوینده ها می توانند توسط باکتریها تجزیه شوند ولی در غلظت های زیاد، شوینده ها ممکن است نقش خود را نتوانند بخوبی ایفا نمایند زیرا غلظت زیاد شوینده ها مانع عمل کرد خوب باکتری می گردد (Dakag & Kikodemusu, 1981). تحقیقات نشان داد، مقدار ورودی شوینده ها در فاضلاب خام به تصفیه خانه شهرک قدس تهران در محدوده ۱/۲۳ تا ۵/۲۳ میلیگرم در لیتر و در پساب تصفیه خروجی به ۰/۰۹۳ تا ۰/۲۶۳ میلیگرم در لیتر به دست آمد. راندمان حذف شوینده ها در تصفیه خانه شهرک قدس حدود ۹۳٪ بود (مجوی و همکاران، ۱۳۸۳).

در این مطالعه، از سموم ارگانوکلره، هفت عنصر از فلزات سنگین در نمونه های آب از ۱۲ ایستگاه آبهای زیر زمینی و آبهای سطحی رودخانه هراز و سرشاخه های آن و برای پارامتر شوینده در ۱۳ ایستگاه نمونه برداری انجام شده است. ایستگاههای نمونه برداری آبهای زیرزمینی شامل چاه کلوده، چاه هلموم سر، چشمه آهکی سدمنگل، چشمه معدنی آب اسک و چشمه معدنی لاریجان و نیز ایستگاههای آبهای سطحی در رودخانه هراز شامل سرخرو، کرسنگ، پل چلاو، رودخانه نورود، کیلومتر ۱۱۵ تهران، لاسم و لار می باشد. ایستگاه شهرک ایثار اختصاصا برای شوینده ها در نظر گرفته شده است. در این پروژه برآورد میزان آلاینده ها (سموم کشاورزی، فلزات سنگین و شوینده ها) در آبهای سطحی، زیرزمینی بررسی و مقایسه آن با استانداردهای جهانی صورت خواهد پذیرفت.

۲- مواد و روش ها

۱-۲- موقعیت رودخانه هراز و ایستگاههای نمونه برداری

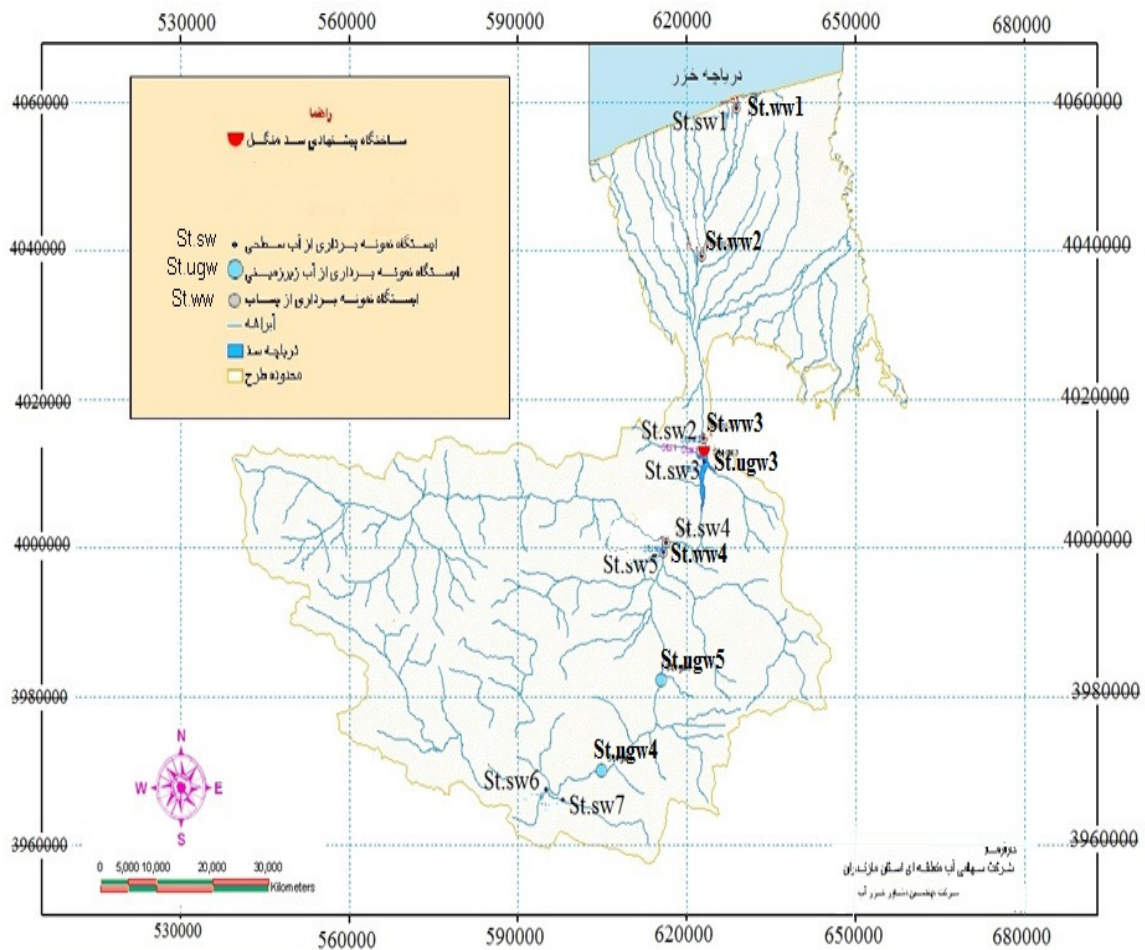
موقعیت جغرافیایی محور سد مخزنی منگل در طول جغرافیایی $49^{\circ} 22' 52''$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 15' 43''$ در فاصله ۲۶ کیلومتری جنوب شهر آمل بر روی رودخانه هراز قرار دارد. رودخانه هراز و سرشاخه‌های عمده آن نظیر آب چهل بره، سیاه پلاس، الرم و دلی‌چای، لاسم، لار، نورود و چند رود فصلی و آبراهه‌های کم اهمیت تر نظیر آخن سر، نمارستاق و چلاو از مهمترین منابع آبهای سطحی است که برخی از ایستگاههای مهم مطالعه آلاینده‌های زیست محیطی در منابع آبی آن قرار دارند. از این رو انتخاب ایستگاه‌های نمونه برداری در منابع آب‌های سطحی، بیشتر بر روی این رودخانه‌ها متمرکز گردیده است. عواملی همانند شیب‌های تند و ملایم، سرعت جریان آبی، بستر رودخانه، آلاینده‌های زیست محیطی، محدودیتهای فیزیکی محیط و نهایتاً امکان دسترسی به محل‌های نمونه برداری، ملاک انتخاب ایستگاههای نمونه برداری در منطقه مطالعاتی طرح زیست محیطی سد مخزنی منگل مد نظر قرار گرفته است. نمونه‌برداری آب از آبهای زیر زمینی و آبهای سطحی رودخانه هراز و سرشاخه‌های آن جهت تعیین آلاینده‌های سموم ارگانوکلره و فلزات سنگین هرکدام در ۱۲ ایستگاه و نیز برای پارامتر شوینده در ۱۳ ایستگاه صورت گرفت. اسامی ایستگاه‌های نمونه برداری آبهای زیرزمینی و آبهای سطحی در رودخانه هراز مطابق جداول ۱-۲ و ۲-۲ در نظر گرفته شده است.

جدول ۱-۲: مشخصات ایستگاههای نمونه برداری آبهای زیرزمینی و پساب هراز (پاییز ۱۳۸۸ تا بهار ۱۳۸۹)

منابع نمونه برداری	شماره ایستگاه	موقعیت و استقرار ایستگاهها
۱ سرخرو	St.sw1	ایستگاه هیدرومتری سرخرو
۲ رودخانه هراز	St.sw2	ایستگاه هیدرومتری کرسنگ (۲۰۰۰ متر بعد از محل پیشنهادی سد منگل)
۳ رودخانه هراز	St.sw3	زیر پل چلاو (۱۲۰۰ متر قبل از محل پیشنهادی سد منگل)
۴ رودخانه نوررود	St.sw4	مرغداری نور محمدی (۲۰۰ متر قبل از الحاق نوررود به رودخانه هراز)
۵ رودخانه هراز	St.sw5	۱۱۵ کیلومتری تهران (قبل از الحاق نوررود به رودخانه هراز)
۶ رودخانه لار	St.sw6	پس از محل سد لار در منطقه پلور، ۵۰۰ متر قبل از الحاق این شاخه با هراز
۷ رودخانه لاسم	St.sw7	دریاچه لاسم ۷۰۰ متر قبل از الحاق رودخانه لاسم به رودخانه هراز

جدول ۲-۲: مشخصات ایستگاههای نمونه برداری آبهای سطحی رودخانه هراز (پاییز ۱۳۸۸ تا بهار ۱۳۸۹)

منابع نمونه برداری	شماره ایستگاه	موقعیت و استقرار ایستگاهها
۱ آب زیرزمینی - چاه	t.ugw1	چاه روستای کلوده در محدوده دشت هراز
۲ آب زیرزمینی - چاه	St.ugw2	چاه روستای هلومسر در محدوده دشت هراز
۳ آب زیرزمینی - چشمه	St.ugw3	چشمه آهکی بخش شرقی مخزن سد منگل
۴ آب زیرزمینی - چشمه	St.ugw4	چشمه معدنی اسک
۵ آب زیرزمینی - چشمه	St.ugw5	چشمه لاریجان
۶ پساب - رودخانه هراز	St.ww1	شهرک ایثار، کمربندی آمل، محمودآباد (خروجی هراز)



شکل ۲-۱: موقعیت ایستگاههای نمونه برداری آب (آلاینده های سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین و شوینده ها) رودخانه هراز

تعیین و اندازه گیری آلاینده هایی همانند سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین، و شوینده ها در تمامی ایستگاهها به شرح زیر انجام گردید:

۲-۲- سموم ارگانوکلره

در این مطالعه، تعیین و اندازه گیری سموم ارگانوکلره در نمونه آب رودخانه هراز و آبهای زیرزمینی در فصول پاییز و زمستان ۱۳۸۸ و بهار ۱۳۸۹ شامل DDE, DDT, DDD, Dieldrin, Aldrine, δ -BHC, Endrin, Endosulfan Sulfate, Endrin aldehyde, α -BHC, Heptachlor, a-Endosulfan, b-Endosulfan, Heptachlor Epoxide, β -BHC, γ -BHC (Lindane), انجام گردید.

۲-۲-۱- مکانیزم تهیه، آماده سازی و اندازه گیری نمونه های آب

در هر ایستگاه، نمونه های آب از چند نقطه بصورت ترکیبی در محدوده ۵۰ الی ۱۰۰ متری هر ایستگاه (رودخانه) به حجم تقریبی ۱۵-۱۰ لیتر جمع آوری که پس از اختلاط کامل مقدار یک لیتر از آن جدا و در ظرف شیشه ای تیره رنگ قرار داده و با مواد آلی (حلال هگزان نرمال) در محل نمونه برداری فیکس میگردد. نمونه فیکس شده به آزمایشگاه منتقل و سپس در سه مرحله با افزودن حلال آلی (هگزان نرمال) و با استفاده از شیکر و دکانتور عمل جدا سازی فاز آلی و فاز مایع صورت می پذیرد. در این مرحله، نمونه با استفاده از مواد شیمیایی آب زدا، آب اضافی جذب مواد شیمیایی گردیده و سپس با استفاده از روتاری اوپوراتور مقدار آن تا ۲ میلی لیتر تغلیظ میگردد. نمونه با استفاده روش US-EPA تغلیظ شده و به همراه نمونه شاهد (Spike) مطابق نمونه فوق عمل فیکس و جداسازی آن با افزودن استاندارد آماده گردیده و سپس با استفاده از دستگاه گاز گرواتوگراف نمونه ها مورد قرائت قرار می گیرند. دستگاه گاز گرواتوگراف (GC) مدل Shimadzu-14 A با دتکتور ECD، گاز حامل هلیوم و make up آن گاز ازت (N_2) با خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد استفاده گردیده است. ستون کاپیلاری دستگاه گاز کروماتوگراف بطول ۲۵ متر، ضخامت فیلم آن ۰/۲۵ میکرون، قطر داخلی ستون ۰/۲۲ میلی متر که نوع فاز آن CPB1 غیر قطبی است (EPA, 1995).

۲-۳- فلزات سنگین

تعیین و اندازه گیری فلزات سنگین در نمونه های آب رودخانه و آبهای زیرزمینی شامل سرب، کادمیم، آهن، روی، مس، نیکل و جیوه بصورت فصلی (پاییز ۱۳۸۸ الی بهار ۱۳۸۹) در سه فصل انجام گردید.

۲-۳-۱- تهیه نمونه و روش اندازه گیری

نمونه های آب در هر ایستگاه در ظروف پلاستیکی یک لیتری جمع آوری و سپس با اسید نیتریک غلیظ تثبیت و به آزمایشگاه منتقل گردید. روشهای آماده سازی و اندازه گیری آلاینده فلزات سنگین در آب براساس

روش استاندارد (APHA, 2005, MOOPAM, 1999) انجام گردید. نمونه های آب از ممبران فیلتر با قطر ۰/۴۵ میکرومتر عبور و با افزایش $1/5^{cc}$ نیتریک اسید جهت انجام استخراج آماده و فیکس گردید. ابتدا pH نمونه ها را به حداکثر بازیابی فلزات مورد اندازه گیری رسانده و سپس 100^{cc} از هر نمونه را به قیف دکانتور انتقال داده و بمقدار 1^{cc} آمونیم پیرولیدین دی تیوکارباماتها (APDC) یک درصد افزوده و در ادامه دو دقیقه بعد، 10^{cc} حلال MIBK (متیل ایزو بوتیل کتون) اضافه و بمدت دو دقیقه به شدت تکان داده و سپس نمونه را بمدت ۲ دقیقه بحالت سکون رها نموده و نیز فاز جدا شده آلی نمونه را در بشر 25^{cc} ریخته در دمای پایین (حمام آب) و یا هوای آزمایشگاه تبخیر و با 10^{cc} محلول نیتریک اسید (۱:۱) شستشو، فیلتر و به حجم می رسانده میشود. نمونه آماده شده به دستگاه جذب اتمی تزریق می گردد. در تمام نمونه ها، نمونه ای بعنوان نمونه شاهد برای تزریق دستگاه آماده سازی می گردد. فلزات را با استفاده از دستگاه جذب اتمی مجهز به سه سیستم شعله، گرافیتی و سیستم بخار با لامپ زمینه دوتریم تعیین غلظت گردید (Thermo, Electron Corporation AA (D2) Serio System Modle : M_3 اندازه گیری جیوه بروش بخارات سرد اتمی (Cold Vapour) انجام گردید (APHA, 2005). در آزمونها از مواد شیمیایی خالص از شرکت MERCK آلمان خریداری و آنالیز گردید.

۴-۲- شوینده ها

شوینده ها یکی از آلاینده های مهم می باشند که توسط فاضلاب های خانگی و صنعتی بداخل سیستم های آبی نظیر رودخانه و چاه ها وارد شده و باعث آلودگی می گردند. در این بررسی، شوینده ها در ۱۳ ایستگاه آبهای زیر زمینی و آبهای سطحی بصورت فصلی نمونه برداری شد. غلظت شوینده ها بر حسب ماده موثر LAS اندازه گیری میگردد. با حلال غیر قطبی کلر فرم، فاز آلی از فاز آبی نمونه استخراج و با صرف نظر از ساختمان R به کمک کاتیون های رنگی متیلن بلو، LAS از طریق گروه SO_3^- تشکیل جفت یون پایداری با قطبیت کم می نمایند را جدا می سازد (APHA, 2005).

۴-۲-۱- مکانیزم تهیه، آماده سازی و اندازه گیری نمونه های آب

حدود یک تا دو لیتر از نمونه آب را از طرفین ایستگاه بروش ترکیبی جمع آوری به ظرف شیشه ای با رنگ تیره منتقل میگردد. نمونه آب بصورت فصلی جمع آوری گردیده است. مقدار شوینده های آنیونی با روش سابلیشن - متیلن بلو (MBAS- Methylene Blue Active Substances) تعیین گردید (APHA, 2005). برای رفع مزاحمت های مواد معلق در آب، نمونه ها را با کاغذ صافی با مش متوسط صاف و سپس یک لیتر از آن را برای مرحله بعد آماده می گردد. فرآیند سابلیشن از طریق ایجاد حباب از جریان نیتروژن در بالای ستون انجام پذیرفت. به یک لیتر از نمونه صاف شده حدود ۱۰۰ گرم نمک کلرید سدیم و ۵ گرم نمک بیکربنات سدیم اضافه و به سابلیتور منتقل گردید. سپس حدود ۱۰۰ میلی لیتر حلال اتیل استات را از بالای سابلیتور به نمونه

اضافه و با استفاده از پمپ خلاء عملیات حباب دهی به نمونه بمدت ۵ دقیقه در سابلیتور صورت پذیرفت و سپس با مکث ۱۰ دقیقه ای، دو فاز آبی و آلی تفکیک شد. آنگاه فاز اتیل استات بالای سابلیتور در بالن ته گرد جمع آوری و سپس بوسیله دستگاه روتای در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد با سرعت ۶۰ دور در دقیقه با ایجاد خلاء حذف کامل اتیل استات صورت گرفت. با حذف حلال، شوینده ها بصورت لایه نازک در دیواره بالن باقی مانده که با آب مقطر طی سه مرحله شستشو شده و در بالون ژوژه به حجم ۵۰^{cc} رسید. حجم فوق به دکانتور منتقل و سپس ۱۲/۵^{cc} محلول متیلن بلو و ۵^{cc} کلروفرم افزوده، بمدت سی ثانیه بشدت بهم زده و نیز بمدت سه دقیقه مکث تا دو فاز کاملاً "تفکیک" شد. فاز کلروفرم (لایه زیرین) را جمع آوری گردید. در مراحل بعدی، فرآیند آزمایش ۴ بار دیگر با کلروفرم تکرار شد. در خاتمه فاز آلی پنج مرحله را جمع آوری و به قیف دکانتور منتقل و با افزودن ۲۵^{cc} محلول شستشو به آن به مدت سی ثانیه به شدت تکان داده و سپس بمدت سه دقیقه مکث تا دو فاز کاملاً "تفکیک" و سپس لایه زیری را به حجم ۵۰^{cc} رسانده و بعد از ۱۰ دقیقه مکث در طول موج ۶۲۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر جذب آن قرائت گردید. حال با توجه به معادله خط کالیبراسیون، غلظت شوینده بر حسب میلی گرم بر لیتر تعیین گردید.

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار (SPSS-Statistical Package of Social Science- 11.5)، استفاده گردید. در این مطالعه از روش PCA (Principal Component Analaysis) و نیز آزمایشات آماری FA (Factor Analysis) در جهت تقلیل و کاهش داده ها و دستیابی به متدولوژی نوین در زمینه تقسیم بندی گروهی و اولویت بندی ترکیبات و پارامترهای اندازه گیری شده براساس واریانس گروهی داده ها با استفاده از Initial Eigenvalue و Rotated Eigenvaue با نرمال نمودن Varimax with Kaiser کاربرد واریانس های بدست آمده مورد تفسیر و بحث قرار گرفت. همچنین در PCA جهت تعیین کاربرد آنها در پارامترهای زمان (فصل) و مکان (ایستگاه) با استفاده از روش آنالیز DA (Discriminant Analysis) و نقش کلیدی واریانس ها و وابستگی درصد های حقیقی نسبت به زمان و مکان با استفاده از منابع متعدد مورد بحث و بررسی قرار گرفت

(Sarbu and Pop, 2005; Abdul-Wahab et al., 2005; Love et al., 2004; Singh et al., 2004; Alvin C. Rencher., 2002).

همچنین از ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین در سطح ۱٪ و ۵٪ برای ترکیبات و پارامترهای اندازه گیری شده در نمونه های آب این تحقیق استفاده گردید.

۳- نتایج

۳-۱- سموم ارگانوکلره

۳-۱-۱- فصل پاییز ۱۳۸۸

در این فصل، باقی مانده سموم ارگانوکلره شامل DDT, δ -BHC, DDD, endrin, α -BHC, β -BHC, dieldrin, β - endrin α -endosulfan, aldehyde, DDE, aldrin, heptachlor epoxide endosulfan sulfate, heptachlor, γ -BHC) or lindane, endosulfan, , در نمونه آب ایستگاههای آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

در این بررسی، مقدار درصد سموم ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های ۱۲ ایستگاه سطحی و آبهای زیر زمینی رودخانه هراز از حداکثر به حداقل بدین شرح است. سم endosulfan sulfate در حد ۴۲ درصد، ترکیب lindane یا γ -BHC) در حد ۲۵ درصد، سموم β -BHC, dieldrin, DDD, aldrin, heptachlor, DDE, endrin در حد کمتر از ۱۷ درصد بوده است. در این ایستگاههای سطحی و آبهای زیرزمینی، تعداد ۹ ترکیب (کمتر از ۶۰ درصد) از شانزده ترکیب قابل اندازه گیری مشاهده شده است. حداکثر تا حداقل تعداد سموم ارگانوکلره در نمونه های ایستگاههای چشمه لاریجان، چشمه آهکی منگل، رودخانه لاسم، رود لار، سرخورد، پل چلاو، چشمه آب اسک، کیلومتر ۱۱۵ تهران، چاههای کلوده و هلومسر بترتیب ۶، ۳، ۳، ۲، ۱، ۱، ۱، ۱، ۱ و ۱ ترکیب بوده است (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۱: میزان سموم ارگانوکلره در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل پاییز - رودخانه هراز

ppb - (۱۳۸۹ - ۸۸)

ایستگاه	ترکیبات							
	α -Endosulfan	Heptachlor epoxide	Aldrin	Heptachlor	α -BHC	β -BHC	β -BHC	α -BHC
سرخورد	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
کلوده	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
هلوم سر	n.d	n.d	n.d	0/1۲	n.d	n.d	n.d	n.d
کرسنگ	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
منگل	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0/1۲	n.d	n.d
پل چلاو	n.d	n.d	0/1۴	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نورود	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ک/ ۱۱۵ تهران	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0/1۲	n.d	n.d
لاریجان	n.d	n.d	1/51	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
آب اسک	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0/1۲	n.d
لاسم	n.d	n.d	n.d	0/1۳	n.d	0/1۴	n.d	n.d
لار	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0/1۳	n.d

DDT	Endosulf Sulfate	Endrin Aldehyde	DDD	β -Endosulf	Endrin	Dieldrin	DDE	ترکیبات
n.d	0/32	n.d	n.d	n.d	0/1۳	n.d	n.d	سرخرود
n.d	0/16	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	کلوده
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	هلمو سر
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	کرسنگ
n.d	0/67	n.d	0/1۲	n.d	n.d	n.d	n.d	منگل
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	پل چلاو
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	نورود
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	ک/۱۱۵ تهران
n.d	0/1۲	n.d	0/16	n.d	0/1۳	0/1۴	0/1۳	لاریجان
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	آب اسک
n.d	2/85	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	لاسم
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0/1۴	0/1۴	لار

N.D = not detected

بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در چشمه های لاریجان، منگل، رودهای لاسم و لار و کمترین تراکم آن در چاههای کلوده و هلموسر، چشمه آب اسک، پل چلاو، کیلومتر ۱۱۵ تهران رودخانه هراز مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت باقی مانده سم ارگانوکلره مربوط به ترکیب endosulfan sulfate در حد ۲/۸۵ میکروگرم برلیتر در ایستگاه رود لاسم است. روند تغییرات غلظتی سموم مشاهده شده از حداکثر به حداقل (۰/۱۲ میکروگرم برلیتر) در ایستگاههای مختلف بشرح زیر اعلام میگردد:

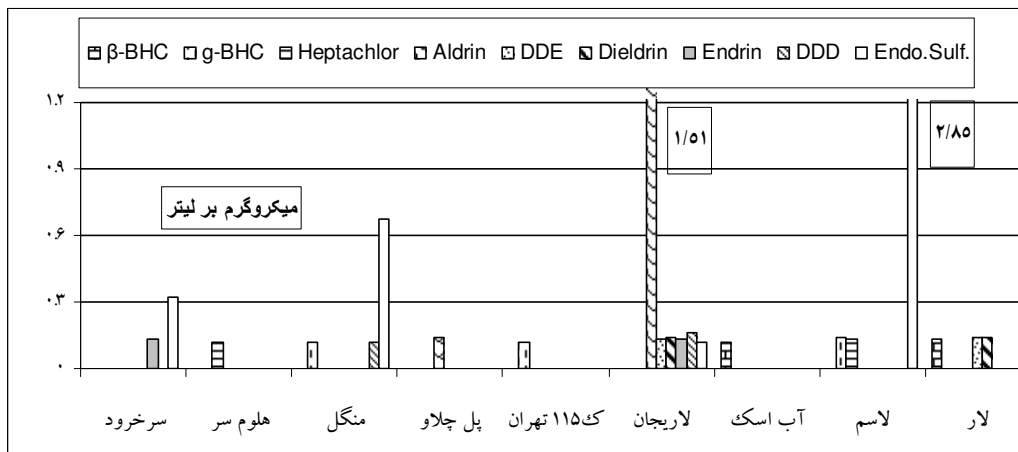
DDD, dieldrin, سرخرود، لاریجان، endosulfan sulfate > لاریجان، Aldrin، لاسم، endosulfan sulfate،
> لار، β -BHC > سرخرود، لاریجان، DDE، endrin، لاسم، γ -BHC، heptachlor، لار > DDE، endrin، لاریجان.

.....

طبق جدول ۳-۱، تعداد ۹ ترکیب از سموم ارگانوکلره در ۱۰ ایستگاه نمونه برداری سطحی و آبهای زیرزمینی بطور مشترک مشاهده گردید. ترکیباتی از سموم ارگانوکلره نظیر DDT, Heptachlor α -BHC, Endrin aldehyde, α -Endosulfan, δ -BHC, epoxide, در هیچ یک از ایستگاههای ۱۲ گانه مورد مشاهده قرار نگرفت. همچنین در دو ایستگاه سطحی کرسنگ و نورود هیچ یک از ترکیبات شاندره گانه سموم ارگانوکلره مشاهده نگردید.

شکل ۳-۱ نشان میدهد، حداکثر مقدار غلظتی سم ارگانوکلره در ۱۲ ایستگاه انتخابی سطحی و آبهای زیرزمینی رودخانه هراز مشاهده گردید مربوط به ترکیب endosulfan sulfate در حد ۲/۸۵ میکروگرم برلیتر در ایستگاه سطحی رود لاسم در سرشاخه بالا دست هراز بوده است. این سم در پنج ایستگاه چشمه لاریجان، چاه کلوده،

سرخرود، چشمه منگل و رود لاسم و لار از حداقل غلظت (۰/۱۲) تا حداکثر مقدار یعنی ۲/۸۵ میکروگرم برلیتر در نوسان بوده است. غلظت ترکیب آلدترین در بین سموم مورد مشاهده در مرتبه دوم قرار داشته که غلظت آن در حد ۱/۵۲ میکروگرم برلیتر می باشد. نوسانات غلظتی ترکیبات β -heptachlor, DDE, DDD, Dieldrin, endrin, BHC, lindane, در هشت ایستگاه از ۰/۱۲ تا ۰/۱۶ میلیگرم برلیتر متغیر بوده است (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱: دامنه تغییرات سموم ارگانوکلره در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل پاییز - رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

۲-۱-۳- فصل زمستان ۱۳۸۸

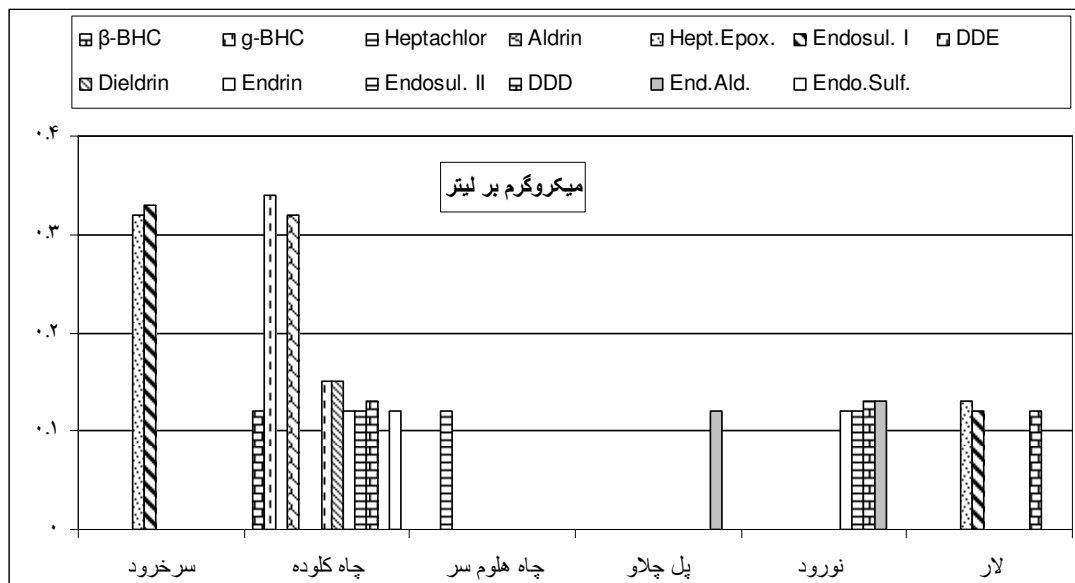
در این فصل، باقی مانده تعداد ۱۶ سم ارگانوکلره همانگونه که در قسمت فصل پاییز قید گردید در نمونه آب ایستگاههای آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

در این بررسی، مقدار درصد سموم ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های ۱۲ ایستگاه سطحی و آبهای زیر زمینی رودخانه هراز از حداکثر به حداقل بدین شرح است. سم DDD در حد ۲۵ درصد، ترکیبات aldrin, β -endosulfan, endrin, heptachlor epoxide, α -endosulfan, endrin aldehyde, در حد ۱۷ درصد، سموم β -heptachlor, endosulfan sulfate, DDE, γ -BHC, dieldrin, BHC, در این ایستگاههای سطحی و آبهای زیرزمینی، تعداد ۱۳ ترکیب (بیش از ۸۰ درصد) از شانزده ترکیب قابل اندازه گیری مشاهده شده است. حداکثر تا حداقل تعداد سموم ارگانوکلره در نمونه های ایستگاههای چاه کلوده، رودخانه نورود، رود لار، سرخرود، چاه هلومسر و پل چلاو بترتیب ۹، ۴، ۳، ۲، ۱ و ۱ ترکیب بوده است (جدول ۳-۲). بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در چاه کلوده و ایستگاههای سطحی نورود و لار و کمترین تراکم آن در چاه هلومسر و پل چلاو رودخانه هراز مشاهده گردیده است.

DDT	Endosulfan Sulfate	Endrin Aldehyde	DDD	β -Endosulfan	Endrin	Dieldrin	DDE	ترکیبات ایستگاه
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	سرخرود
n.d	۰/۱۳	n.d	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۵	کلوده
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	هلموم سر
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	کرسنگ
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	منگل
n.d	n.d	۰/۱۳	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	پل چلاو
n.d	n.d	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	n.d	n.d	نورود
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	ک/ ۱۱۵ تهران
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	لاریجان
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	آب اسک
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	لاسم
n.d	n.d	n.d	۰/۱۳	n.d	n.d	n.d	n.d	لار

N.D = not detected

شکل ۳-۲ نشان می‌دهد، حداکثر مقدار غلظتی باقی مانده سم ارگانوکلره در ۱۲ ایستگاه انتخابی سطحی و آبهای زیرزمینی رودخانه هراز مشاهده گردید مربوط به ترکیب γ -BHC در حد ۰/۳۴ میکروگرم برلیتر در ایستگاه چاه کلوده بوده است. در این ایستگاه بغیر از سم فوق ۸ سم دیگر در این فصل نظیر β -BHC, DDE, DDD, Dieldrin, endrin aldehyde, endrin, Aldrin, تا حداکثر مقدار یعنی ۰/۳۲ میکروگرم برلیتر در نوسان بوده است. اختلاف غلظتی ترکیب ارگانوکلره γ -BHC با سموم α - Endosulfan, Aldrin, Heptachlor epoxide, در حد ۰/۰۲ میکروگرم برلیتر است. نوسانات غلظتی ترکیبات heptachlor, DDE, DDD, β -endosulfan, endrin aldehyde, Dieldrin, endrin, heptachlor, β -BHC, در چهار ایستگاه از ۰/۱۲ تا ۰/۱۵ میلیگرم برلیتر متغیر بوده است (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۲: دامنه تغییرات سموم ارگانوکلره در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل زمستان - رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

۳-۱-۳- فصل بهار ۱۳۸۹

در این فصل، باقی مانده تعداد ۱۶ سم ارگانوکلره همانگونه که در قسمت فصل پاییز قید گردید در نمونه آب ایستگاههای آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

در این بررسی، مقدار درصد باقی مانده سموم ارگانوکلره در تمامی نمونه های ۱۲ ایستگاه سطحی و آبهای زیر زمینی رودخانه هراز از حداکثر به حداقل بدین شرح است. سم ارگانوکلره β-BHC در حد ۲۵ درصد، ترکیبات heptachlor, β-endosulfan, endosulfan sulfate, endrin aldehyde, سموم، در حد کمتر از ۱۷ درصد، α-BHC, endrin, DDD بیشتر از ۸ درصد بوده است. در این ایستگاههای سطحی و آبهای زیرزمینی، تعداد ۸ ترکیب (۵۰ درصد) از شانزده ترکیب قابل اندازه گیری مشاهده شده است. حداکثر تا حداقل تعداد سموم ارگانوکلره در نمونه های ایستگاههای پل چلاو، چاه هلومسر، چاه کلوده، رودخانه نورود، رود لار، و کیلومتر ۱۱۵ تهران بترتیب ۶، ۲، ۱، ۱، ۱ و ۱ ترکیب بوده است (جدول ۳-۳). بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در ایستگاههای پل چلاو و چاه هلومسر سطحی و کمترین تراکم آن چاه کلوده، کیلومتر ۱۱۵ تهران، نورود و لار در رودخانه هراز مشاهده گردیده است.

حداکثر غلظت سم ارگانوکلره مربوط به ترکیبات heptachlor, endrin aldehyde در حد ۰/۱۴ میکروگرم بر لیتر در ایستگاه چاه هلومسر و پل چلاو است. روند تغییرات غلظتی سموم مشاهده شده از حداکثر به حداقل (۰/۱۲ میکروگرم بر لیتر) در ایستگاههای مختلف بشرح زیر اعلام میگردد:

heptachlor, endrin aldehyde, α -BHC, β -BHC, DDD, β -endosulfan, چاه هلومسر و پل چلاو
 > پل چلاو endosulfan sulfate, پل چلاو، نورود

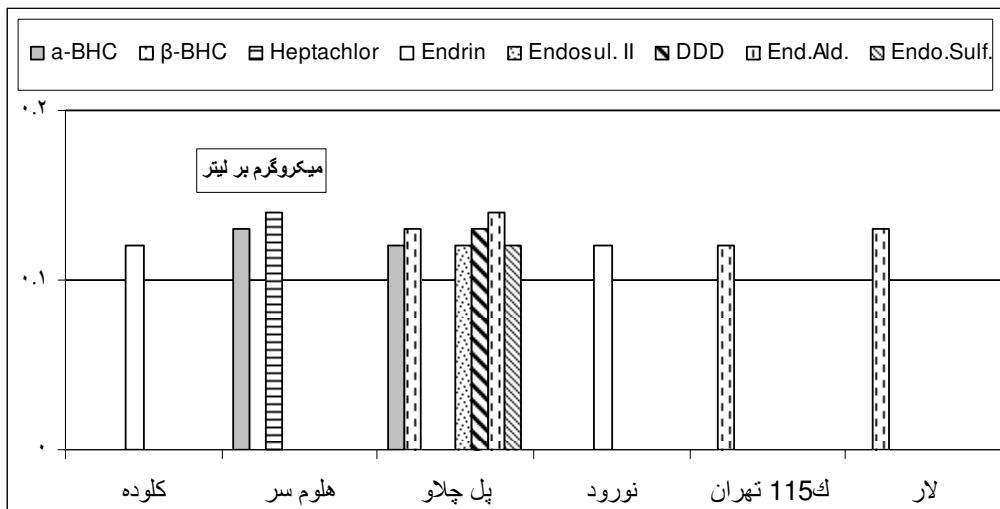
جدول ۳-۳: میزان سموم ارگانوکلره در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل بهار - رودخانه هراز
 (۸۸-۱۳۸۹) - ppb

								ترکیبات ایستگاه
α - Endosulfan	Heptachlor epoxide	Aldrin	Heptachlor	α -BHC	β -BHC	β -BHC	γ -BHC	
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	سرخرود
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	کلوده
n.d	n.d	n.d	۰/۱۴	n.d	n.d	n.d	۰/۱۳	هلوم سر
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	کرسنگ
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	منگل
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۳	۰/۱۲	پل چلاو
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	نورود
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۲	n.d	ک/۱۱۵ تهران
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	لاریجان
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	آب اسک
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	لاسم
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۳	n.d	لار
DDT	Endosulfan Sulfate	Endrin Aldehyde	DDD	β - Endosulfan	Endrin	Dieldrin	DDE	ترکیبات ایستگاه
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	سرخرود
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۲	n.d	n.d	کلوده
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	هلوم سر
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	کرسنگ
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	منگل
n.d	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۲	n.d	n.d	n.d	پل چلاو
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۲	n.d	n.d	نورود
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	ک/۱۱۵ تهران
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	لاریجان
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	آب اسک
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	لاسم
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	لار

N.D = not detected

طبق جدول ۳-۳، تعداد ۸ ترکیب از سموم ارگانوکلره در ۶ ایستگاه نمونه برداری سطحی و آبهای زیرزمینی بطور مشترک مشاهده گردید. ترکیباتی از سموم ارگانوکلره نظیر γ -BHC, DDE, Dieldrin, α -endosulfan, DDT, β -BHC

در هیچ یک از ایستگاههای ۱۲ گانه مورد مشاهده قرار نگرفت. همچنین در ۶ ایستگاه (۵۰ درصد) شامل کرسنگ، چشمه منگل، کیلومتر ۱۱۵ تهران، چشمه های آب اسک و لاریجان و رودخانه لاسم هیچ یک از ترکیبات شاندره گانه سموم ارگانوکلره مشاهده نگردید.



شکل ۳-۳: دامنه تغییرات سموم ارگانوکلره در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل بهار- رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

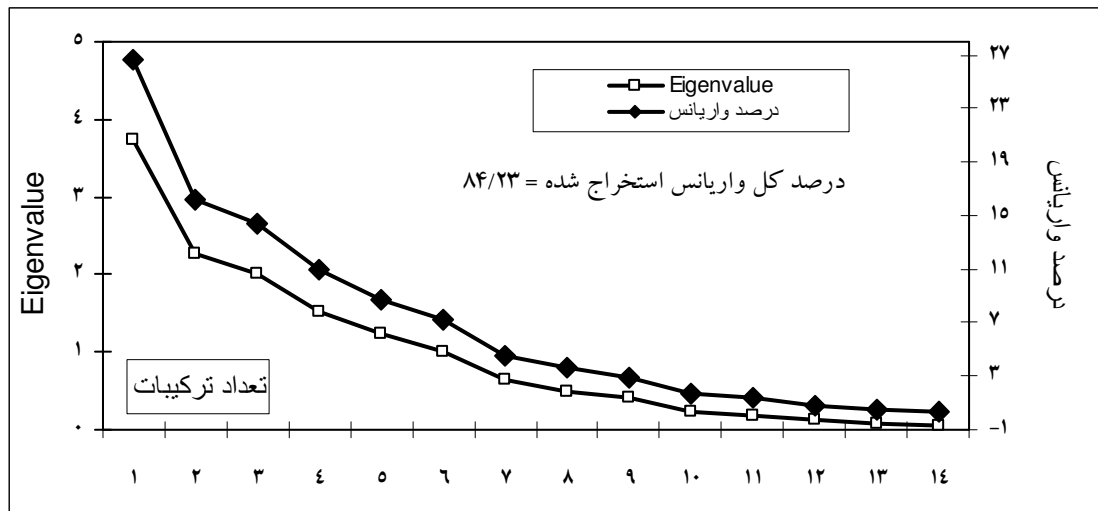
شکل ۳-۳ نشان میدهد، حداکثر مقدار غلظتی سم ارگانوکلره در ۱۲ ایستگاه انتخابی سطحی و آبهای زیرزمینی رودخانه هراز مشاهده گردید مربوط به ترکیب heptachlor, endrin aldehyde, در حد ۰/۱۴ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای چاه هلومسر و پل چلاو بوده است. در ۵۰ درصد از ایستگاههای نمونه برداری حضور هیچ سمی مشاهده نگردیده است. سایر ترکیبات ارگانوکلره نظیر endrin, β-BHC, DDD, α-BHC, β-endosulfan, endosulfan sulfate, با فاصله بسیار کمتری از حداکثر در شش ایستگاه مشاهده گردیدند. بنابراین، روند تغییرات غلظتی ونوسانات آن در بین ایستگاهها کند و بطئی بوده است (شکل ۳-۳).

۴-۱-۳- نتایج حاصله از بررسی آنالیز فاکتورها (FA)

بررسی آزمایشات آنالیز فاکتورها (FA) در جهت تقلیل و کاهش داده ها و دستیابی به تقسیم بندی گروهی شامل ۱۶ ترکیب از سموم ارگانوکلره که ۱۴ ترکیب آنها بطور فعال در فرایند آنالیز فاکتورها در سه فصل (پاییز، زمستان و بهار) در ۱۲ ایستگاه با ۵۷۶ داده از ایستگاههای آبهای زیرزمینی و سطحی رودخانه هراز در ۶ گروه تقسیم بندی گردیده مشارکت داشتند.

شکل ۳-۴، نمودار اسکری شامل درصد واریانس به تفکیک از شش گروه تشکیل شده که دارای دامنه ۲۶ تا بیش از ۷ درصد در نوسان بوده و مابقی ترکیبات کمتر از ۷ درصد می باشد برای دیگر گروه ها شرح گردید.

ضمناً در شکل یاد شده ، مقدار Eigenvalue جهت ۶ گروه که کمتر از ۴ شروع و تا حدود ۱ در نوسان بوده است. مقدار Eigenvalue دیگر عناصر که کمتر از حد نرمال باشد از اهمیت خاصی برخوردار نیست.



شکل ۳-۴: مقدار درصد واریانس و موقعیت اسکری Eigenvalue در مقابل تعداد ترکیبات سموم ارگانوکلره در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

جدول ۳-۴: ارزش های مستخرجه متفاوت از FA* ترکیبات سموم ارگانوکلره در نمونه آب رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

گروه	شرح واریانس قبل از چرخش			شرح واریانس بعد از چرخش		
	کل	درصد واریانس	مجموع استخراج مجذور بار (Initial Eigenvalue)	کل	درصد واریانس	مجموع چرخش مجذور بار (Eigenvalue)
1	3/74	26/72	26/72	2/80	20/02	20/02
2	2/27	16/22	42/94	2/19	15/63	35/65
3	2/01	14/35	57/29	2/01	14/33	49/98
4	1/53	10/90	68/19	1/75	12/48	62/46
5	1/23	8/79	76/98	1/64	11/72	74/18
6	1/02	7/25	84/23	1/41	10/05	84/23

*FA= Factors Analysis

جدول ۳-۴ ، مقدار درصد تجمعی واریانس ها برای فاکتو های متفاوتی از ارزش های مستخرجه اولیه (Eigenvalue) و مقدار بار کل ترکیبات داده شده قبل از چرخش و نیز مقدار درصد تجمعی بعد از چرخش را

نشان می‌دهد. بار پذیرفته شده شش فاکتور استخراجی به ۸۴/۲۳ درصد می‌رسد. شرح واریانس ارزش‌های مستخرجه اولیه قبل از چرخش برای شش گروه به ترتیب ۲۶/۷۲، ۱۶/۲۲، ۱۴/۳۵، ۱۰/۸۹، ۸/۷۹ و ۷/۲۵ درصد بوده ولی واریانس ارزش‌های مستخرجه شش گروه بعد از چرخش به ترتیب ۲۰/۰۲، ۱۵/۶۳، ۱۴/۳۳، ۱۲/۴۸، ۱۱/۷۲ و ۱۰/۰۵ درصد ترمیم یافته است (جدول ۳-۴).

جدول ۳-۵: نتایج بارگیری آنالیز فاکتورها (FA*) در خصوص ترکیبات سموم ارگانوکلره - رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

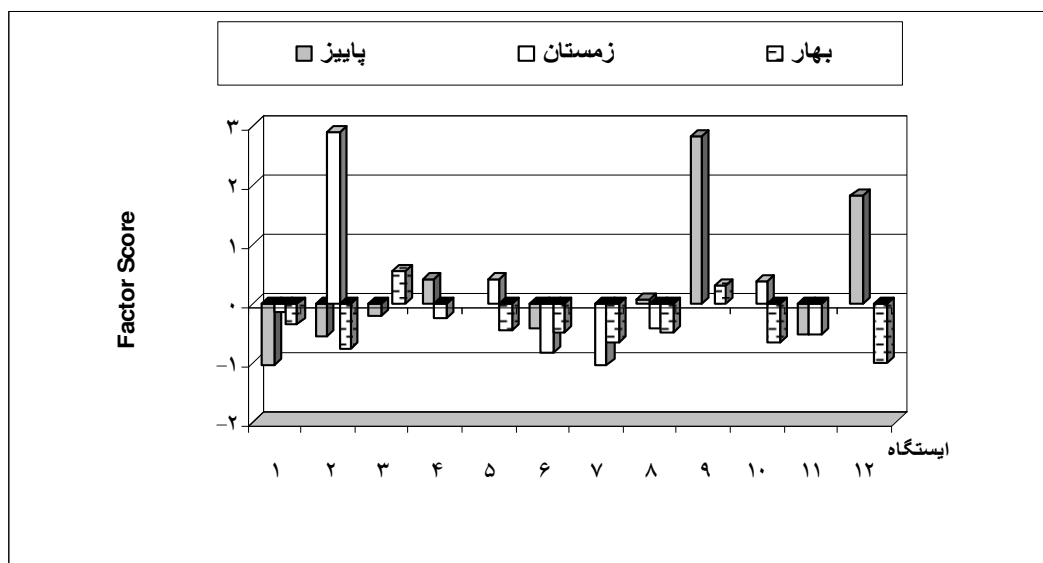
F-6	F-5	F-4	F-3	F-2	F-1	FA	ترکیبات شیمیایی
-0/107	0/073	0/278	-0/142	-0/086	0/885		DDE
-0/173	0/098	0/318	-0/044	0/013	0/881		Dieldrin
0/062	0/388	-0/022	0/084	0/070	0/732		Aldrin
0/129	0/435	-0/0۲۲	0/074	0/531	0/538		DDD
-0/008	0/084	0/162	0/072	0/846	-0/278		Endrin Aldehyde
-0/145	-0/408	-0/213	0/089	0/777	0/155		□-BHC
-0/002	0/19	0/466	-0/138	0/721	0/183		□-Endosulfan
0/058	-0/043	0/013	0/975	0/026	-0/045		□-Endosulfan
-0/118	-0/039	-0/030	0/975	0/03	-0/032		Heptachlor epoxide
-0/098	-0/084	0/839	0/033	0/144	0/071		□-BHC
0/382	0/179	0/679	-0/051	-0/002	0/424		□-BHC
-0/017	0/824	0/034	-0/062	0/062	0/229		Endrin
0/558	-0/595	0/046	-0/120	0/138	-0/179		Heptachlor
0/916	-0/014	-0/011	-0/011	-0/099	-0/073		Endosulfan Sulfate
10/05	11/72	12/48	14/33	15/63	۲0/02		درصد واریانس (84/2۳)

Extraction Method: Principal Component Analysis. FA*=Factor Analysis
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

جدول ۳-۵ نشان می‌دهد، هر یک از شش فاکتور مستخرجه بطور شفاف دارای ضریب بالا که مبین توان مشارکت آنها نسبت به دیگر ترکیبات شرکت کننده باشد را به نمایش می‌گذارد. همچنین در این جدول درصد واریانس مشارکت هر یک از فاکتورها با توجه به نقش پذیری آنها از نوسانات حداکثر ۲۰/۰۲ درصد به تقلیل حداقل ۱۰/۰۵ درصد را مورد ملاحظه قرار می‌دهد. لذا سهم مشارکت پذیری هر یک از فاکتورها و کاربرد ضریب بار آنها بطور تشریحی در زیر آورده می‌شود.

– آنالیز فاکتور یک

همانگونه که در جدول ۳-۵ آمده، فاکتور یک دارای بار مثبت زیاد برای ترکیباتی نظیر دیلدرین و DDE در حد ۰/۸۹، آلدرین در حد ۰/۷۳ و DDD در حد ۰/۵۳ می باشند. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه های بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری ۷۵ درصدی فاکتور یک و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۲۰ درصدی از کل ۸۴/۳۳ واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از ترکیبات در فاکتور یاد شده دلالت دارد.

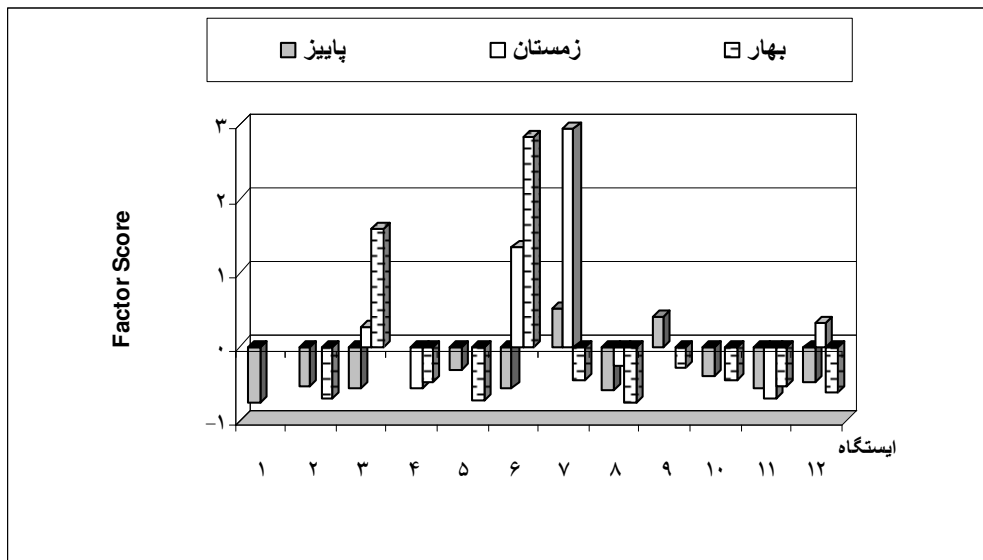


شکل ۳-۵: نحوه امتیازگیری فاکتور ۱ (ترکیبات آلدرین، دیلدرین، DDE و DDD) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

بطور عموم، شکل ۳-۵ نشان میدهد که نحوه امتیازگیری فاکتور ۱، تعداد ۴ ترکیب از سموم ارگانوکلره را پوشش داده است. بنابراین، اکثریت فاکتور امتیازگیری مثبت زیاد در فصول پاییز و زمستان (ایستگاههای ۲، ۹ و ۱۲) بوده است. اما مقدار امتیاز منفی آن بیشتر در فصول پاییز و بهار مشاهده گردید.

- آنالیز فاکتور دو

همانگونه که در جدول ۳-۵ آمده، فاکتور ۲ دارای سه ترکیب نظیر اندرین آلدهایت، β -BHC و بتا-اندوسولفان که بار ترکیباتی آنها به ترتیب در حد ۰/۸۵، ۰/۷۸ و ۰/۷۲ است و همگی دارای بار مثبت زیاد هستند. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با مدنظر قرار دادن به عالی بودن ضریب بار پذیری ۱۰۰ درصدی فاکتور ۲ و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۱۵/۶۳ درصد از کل واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از ترکیبات در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس ترکیبات فاکتور ۲ حدود ۵ واحد کمتر از مشارکت فاکتور ۱ می باشد.



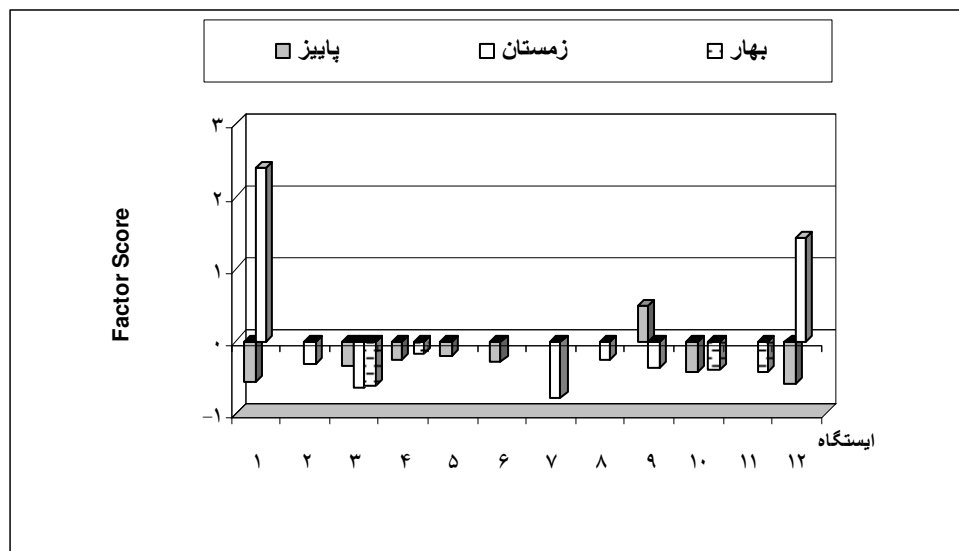
شکل ۳-۶: فاکتور امتیازگیری برای فاکتور ۲ (ترکیبات اندرین آلدهایت، دیلدرین، β -BHC و بتا-اندوسولفان) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

پوضیعت عمومی شکل ۳-۶ نشان میدهد که نحوه امتیازگیری فاکتور ۲، تعداد ۳ ترکیب از سموم ارگانوکلره را پوشش داده است. بنابراین، اکثریت فاکتور امتیازگیری مثبت زیاد در فصول پاییز، زمستان و بهار (ایستگاههای ۳، ۶ و ۷) بوده است. اما مقدار امتیاز منفی آن بیشتر در فصول پاییز و بهار مشاهده گردید.

- آنالیز فاکتور سه

همانگونه که در جدول ۳-۵ آمده، فاکتور ۳ دارای دو ترکیب نظیر آلفا-اندوسولفان و هپتاکلر اپوکساید که بار ترکیباتی آنها به ترتیب در حد ۰/۹۸ و ۰/۹۸ است و همگی دارای بار مثبت زیاد هستند. ضریب بار مثبت فاکتور

۳ در مقایسه با دو فاکتور دیگر بیشتر و در حد حداکثری قرار دارد. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با مد نظر قرار دادن به عالی بودن ضریب بار پذیری ۱۰۰ درصدی فاکتور ۳ و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۱۴/۳۳ درصد از واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از ترکیبات در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس ترکیبات فاکتور ۳ با فاکتور ۲ بسیار نزدیک بهم بوده و بیش از ۵ واحد کمتر از مشارکت فاکتور ۱ می باشد. بطور عموم، شکل ۳-۷ نشان میدهد که نحوه امتیازگیری فاکتور ۳، تعداد ۲ ترکیب از سموم ارگانوکلره را پوشش داده است. بنابراین، اکثریت فاکتور امتیازگیری مثبت زیاد فقط در فصل زمستان (ایستگاههای ۱ و ۱۲) بوده است. اما مقدار امتیاز منفی آن بیشتر در فصول پاییز، زمستان و بهار مشاهده گردید.

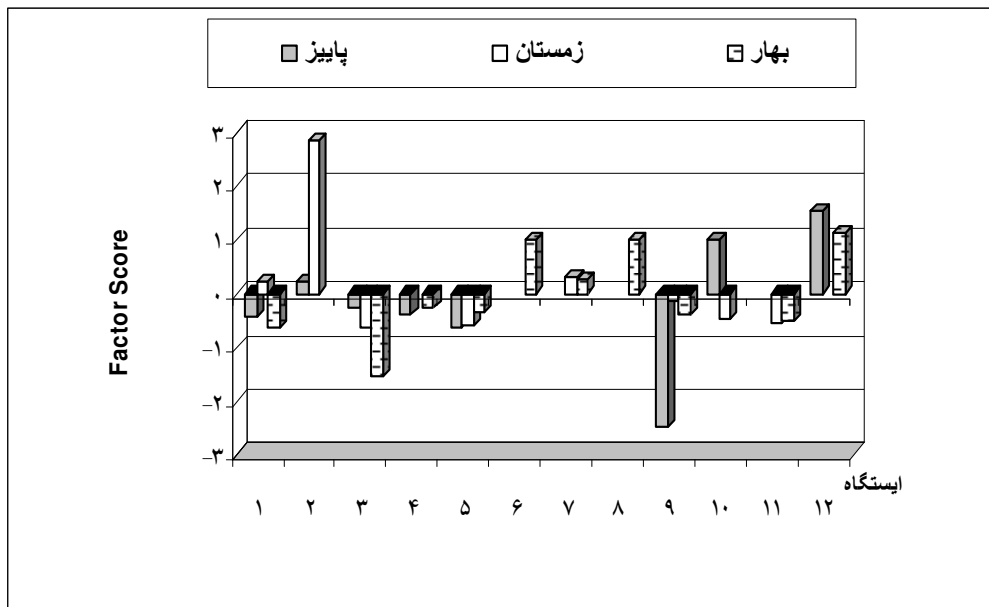


شکل ۳-۷: نحوه امتیازگیری فاکتور ۳ (ترکیبات آلفا- اندوسولفان و هپتاکلر اپوکساید) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

– آنالیز فاکتور چهار

همانگونه که در جدول ۳-۵ آمده، فاکتور ۴ دارای دو ترکیب نظیر β -BHC و γ -BHC که بار ترکیباتی آنها به ترتیب در حد ۰/۸۴ و ۰/۶۸ است و همگی دارای بار مثبت زیاد هستند. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با مد نظر قرار دادن به عالی بودن ضریب بار پذیری ۵۰ درصدی فاکتور ۴ و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۱۲/۴۸ درصد از واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از ترکیبات در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس ترکیبات فاکتور ۴ با فاکتور ۲ و ۳ در حد ۲ تا ۳ واحد نزدیک بهم بوده و بیش از ۷ واحد کمتر از

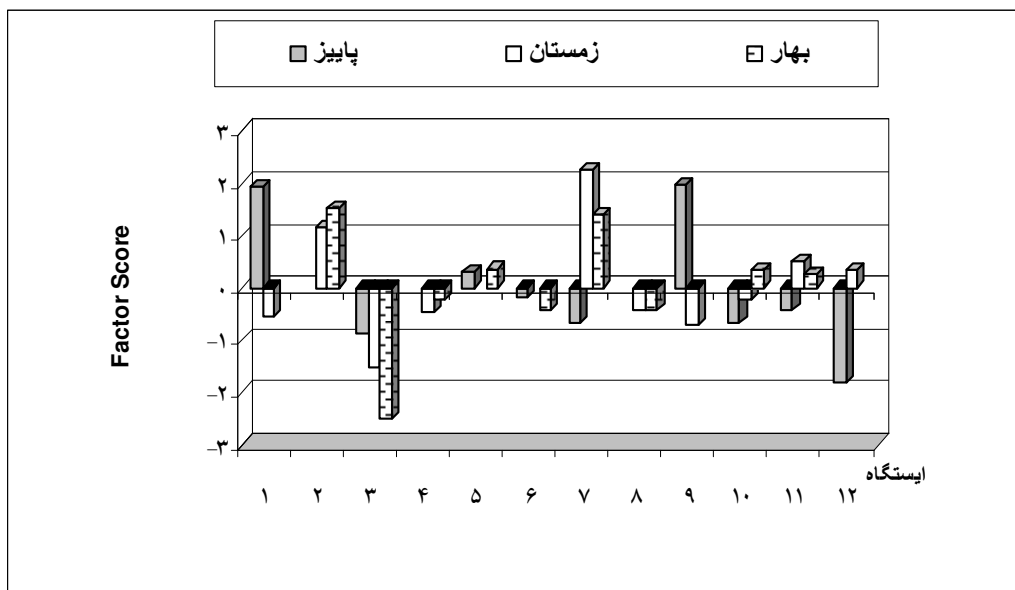
مشارکت فاکتور ۱ می باشد. وضعیت عمومی شکل ۳-۸ نشان می دهد که نحوه امتیازگیری فاکتور ۴، تعداد ۲ ترکیب از سموم ارگانوکلره را پوشش داده است. بنابراین، اکثریت فاکتور امتیازگیری زیاد مثبت و منفی در فصول زمستان و پاییز (ایستگاههای ۲ و ۹) بوده است. اما مقدار کمتر امتیاز منفی و مثبت آن بیشتر در فصول پاییز و بهار بطور پراکنده مشاهده گردید.



شکل ۳-۸: نحوه امتیازگیری فاکتور ۴ (ترکیبات β -BHC و γ -BHC) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

- آنالیز فاکتور پنج

همانگونه که در جدول ۳-۵ آمده، فاکتور ۵ دارای یک ترکیب نظیر اندرین که بار ترکیبی آن در حد ۰/۸۲ و دارای بار مثبت زیاد است. ضریب بار مثبت فاکتور ۵ در مقایسه با دیگر فاکتورها و در حد حداکثری قرار دارد. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با مد نظر قرار دادن به عالی بودن ضریب بار پذیری ۱۰۰ درصدی فاکتور ۵ و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۱۱/۷۲ درصد از واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت از ترکیب اندرین در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت ترکیب فاکتور ۵ با ترکیبات فاکتور ۴، ۳ و ۲ حداکثر دارای نوسان ۴ واحد بوده و بیش از ۸ واحد کمتر از مشارکت فاکتور ۱ می باشد.

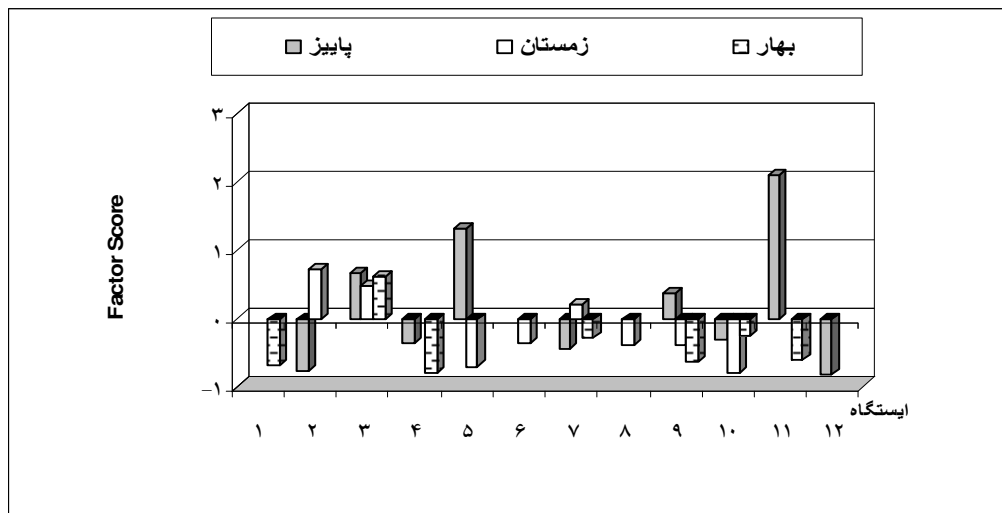


شکل ۳-۸: نحوه امتیازگیری فاکتوره (ترکیب اندرین) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

وضعیت عمومی شکل ۳-۹ نشان می‌دهد که فاکتور امتیازگیری برای فاکتور ۵، تعداد ۱ ترکیب از سموم ارگانو کلره را پوشش داده است. بنابراین، اکثریت فاکتور امتیازگیری زیاد مثبت و منفی در فصول پاییز، زمستان و بهار (ایستگاههای ۱، ۲، ۳، ۶، ۹ و ۱۲) بوده است. اما مقدار کمتر امتیاز منفی و مثبت آن بیشتر در فصول پاییز و زمستان بطور پراکنده مشاهده گردید.

– آنالیز فاکتور شش

همانگونه که در جدول ۳-۵ آمده، فاکتور ۶ دارای ترکیباتی نظیر Heptachlor و Endosulfan Sulfate که بار ترکیبات آنها در حد ۰/۵۶ و ۰/۹۲ و دارای بار مثبت زیاد است. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با مد نظر قرار دادن به عالی بودن ضریب بار پذیری ۵۰ درصدی فاکتور ۶ و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۱۰/۰۵ درصدی از کل واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت از ترکیبات Heptachlor و Endosulfan Sulfate در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت ترکیب فاکتور ۶ با ترکیبات فاکتور ۵، ۴، ۳ و ۲ حداکثر دارای نوسان ۵ واحدی بوده و حدود ۱۰ واحد کمتر از مشارکت فاکتور ۱ می باشد. وضعیت عمومی شکل ۳-۹ نشان می‌دهد که فاکتور امتیازگیری برای فاکتور ۶، تعداد ۲ ترکیب از سموم ارگانو کلره را پوشش داده است. بنابراین، اکثریت فاکتور امتیازگیری زیاد مثبت آنها فقط در فصل پاییز (ایستگاههای ۵ و ۱۱) بوده است. اما مقدار کمتر امتیاز منفی و مثبت آن بیشتر در فصول پاییز و زمستان بطور پراکنده مشاهده گردید.



شکل ۳-۹: نحوه امتیاز گیری فاکتور ۶ (ترکیبات Heptachlor و Endosulfan Sulfate) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

جدول ۳-۶: آمار توصیفی سموم ارگانوکلره در نمونه آب ۱۲ ایستگاه در سه فصل -رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹) بر حسب ppb

انحراف معیار (SD)	میانگین	حداکثر	حداقل	دامنه	
				ترکیبات	
0/06	0/13	0/13	n.d		□-BHC
0/01	0/13	0/13	n.d		□-BHC
0/12	0/18	0/12	n.d		□-BHC
0/07	0/13	0/14	n.d		Heptachlor
0/59	0/66	1/51	n.d		Aldrin
0/08	0/14	0/15	n.d		Heptachlor Epoxide
0/08	0/14	0/15	n.d		□-Endosulfan
0/01	0/12	0/13	n.d		DDE
0/01	0/13	0/16	n.d		Dieldrin
1/07	0/71	2/85	n.d		Endrin
0/07	0/12	0/12	n.d		□-Endosulfan
007	0/13	0/14	n.d		DDD
0/13	0/23	0/32	n.d		Endrin Aldehyde
0/13	0/23	0/33	n.d		Endosulfan Sulfate

جدول ۳-۶، میزان و نوسانات غلظت تمامی ترکیبات اندازه گیری شده سموم ارگانوکلره در سه فصل (پاییز، زمستان ۱۳۸۸ و بهار ۱۳۸۹) در ۱۲ ایستگاه انتخابی رودخانه هراز را در زمینه حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار آنها را نشان میدهد. شایان ذکر است، ترکیبات DDT, δ-BHC در میان ۱۶ ترکیب ارگانوکلره در

سه فصل اندازه گیری کمتر از حد مشاهده بوده لذا در لیست جدول قید نگردیده است. ترکیبات آلدترین و اندرین در بین سایر سموم اندازه گیری شده دارای حداکثری ۱/۵۱ و ۲/۸۵ میکروگرم برلیتر می باشند که میانگین آنها به ترتیب ۰/۶۶ ± ۰/۵۹ و ۱/۰۷ ± ۰/۷۱ میکروگرم برلیتر گزارش گردید.

دول ۳-۷ : ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlations) سموم ارگانوکلره در نمونه آب سه فصل - رود خانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

Compounds	□-BHC	□-BHC	C □-B	Heptachlor	Aldrin	Heptachlor Epoxy	□-Endosulfan	DDE	Dieldrin	ENDRIN	□-Endosulfan	DDD	Endrin Aldehyde	Endosulfan
α-BHC	1													
β-BHC	-0/04	1												
γ-BHC	-0/16	0/39*	1											
Heptachlor	0/17	0/11	0/01	1										
Aldrin	/0	-0/09	0/1	-0/26	1									
Heptachlor Epoxy	0/14	0/01	-0/15	-0/15	0/04	1								
α-Endosulfan	0/13	0/01	-0/03	-0/01	0/01	0/93*	1							
DDE	0/01	0/22	0/54*	-0/29	0/49*	-0/16	0/1	1						
Dieldrin	0/05	0/37*	0/5**	-0/29	0/56*	-0/06	0/0	0/89*	1					
Endrin	-0/18	0/00	0/24	-0/36	0/45*	-0/17	0/1	0/31	0/33	1				
β-Endosulfan	0/39*	0/36*	0/45*	-0/01	0/03	-0/11	0/1	0/28	0/35*	0/27	1			
DDD	0/24	0/1	0/35*	-0/22	0/62*	0/02	0/0	0/38*	0/43*	0/38*	0/51*	1		
Endrin Aldehyde	0/18	0/27	-0/04	0/07	-0/1	0/09	0/0	-0/25	-0/14	0/00	0/28	0/49*	1	
Endosulfan Sulfate	-0/17	-0/11	0/26	0/37*	-0/04	-0/11	0/0	-0/11	-0/19	-0/09	-0/01	0/04	0/0	1

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ماتریکس آماری پیرسون طبق داده های سم ارگانوکلره در فصول پاییز، زمستان و بهار در جدول ۳-۷ نشان میدهد، سم ارگانوکلره اندازه گیری شده α-BHC فقط با ترکیب β-Endosulfan، ترکیب β-BHC با سموم دیلدترین، γ-BHC و β-Endosulfan، ترکیب Endosulfan Sulfate با سم هپتاکلر، ترکیب DDD با سم اندرین که همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی قوی (P < ۰/۰۵) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. همچنین ضریب آماری پیرسون مطابق جدول ۳-۷ نشان میدهد، سموم □-BHC و آلدترین با ترکیبات DDE, Dieldrin, DDD، ترکیب β-Endosulfan با سم □-BHC، ترکیب آلدترین با سم اندرین، سم α-Endosulfan با

ترکیب Heptachlor Epoxide، ترکیب DDE با سم دیلدین، سم DDD با ترکیبات β -Endrin Aldehyde، Endosulfan و دیلدین که همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی بسیار قوی ($P < 0/01$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. در این میان، ترکیبات کلره هپتاکلر، α -BHC، β -BHC، γ -BHC با سموم Heptachlor Epoxide، α -Endosulfan و آلدترین رابطه معنی داری نداشته اند. ترکیب Endosulfan Sulfate، بغیر از هپتاکلر با سایر سموم اندازه گیری شده هیچ رابطه معنی داری نداشته است (جدول ۳-۷).

۳-۲- عناصر فلزات سنگین

۳-۲-۱- فصل پائیز ۱۳۸۸

در این فصل، عناصر فلزات سنگین شامل سرب، روی، آهن، کادمیوم، مس، نیکل و جیوه در نمونه آب ایستگاههای آبهای زیرزمینی، سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

در این بررسی، مقدار درصد عناصر فلزات سنگین در تمامی نمونه های ۱۲ ایستگاه سطحی و آبهای زیر زمینی رودخانه هراز از حداکثر به حداقل بدین شرح است. فلز نیکل بیش از ۶۶ درصد، عنصر آهن در حد ۵۰ درصد، فلز مس در حد ۲۵ درصد، عنصر جیوه کمتر از ۱۷ درصد و فلزات روی و کادمیوم بیش از ۸ درصد بوده است. در این ایستگاههای سطحی و آبهای زیرزمینی، تعداد ۶ عنصر (کمتر از ۸۶ درصد) از ۷ عنصر سنگین قابل اندازه گیری مشاهده شده است. حداکثر تا حداقل تعداد عناصر سنگین در نمونه های ایستگاههای چشمه لاریجان، چاه کلوده، سرخورد، گرسنگ، نورود، کیلومتر ۱۱۵ تهران، چشمه آب اسک، رودخانه لاسم، چاه هلومسر، پل چلاو و رود لار بترتیب ۴، ۳، ۲، ۲، ۲، ۲، ۱، ۱ و ۱ ترکیب بوده است (جدول ۳-۸). بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در دو ایستگاه چشمه معدنی لاریجان و چاه کلوده سطحی و کمترین تراکم آن در چاه هلومسر، پل چلاو و رودخانه لار در رودخانه هراز در حد یک عنصر سنگین مشاهده گردیده است. در بین عناصر سنگین اندازه گیری شده، حداکثر غلظت باقی مانده مربوط فلز آهن در ایستگاه سرخورد گزارش گردید.

روند تغییرات غلظتی عناصر سنگین مشاهده شده از حداکثر به حداقل ($0/01$ میلیگرم برلیتر) در ایستگاههای مختلف بشرح زیر اعلام میگردد:

پل چلاو، نورود > Fe، کلوده > Cd > کیلومتر ۱۱۵ تهران > Fe، هلومسر > Zn، سرخورد، لاریجان، گرسنگ > Fe،
 > Cu، آب اسک، لار، لاسم، گرسنگ، کلوده > Ni، نورود، سرخورد، لاریجان، کیلومتر ۱۱۵ تهران > Ni،
 > > لاریجان، آب اسک، لاسم

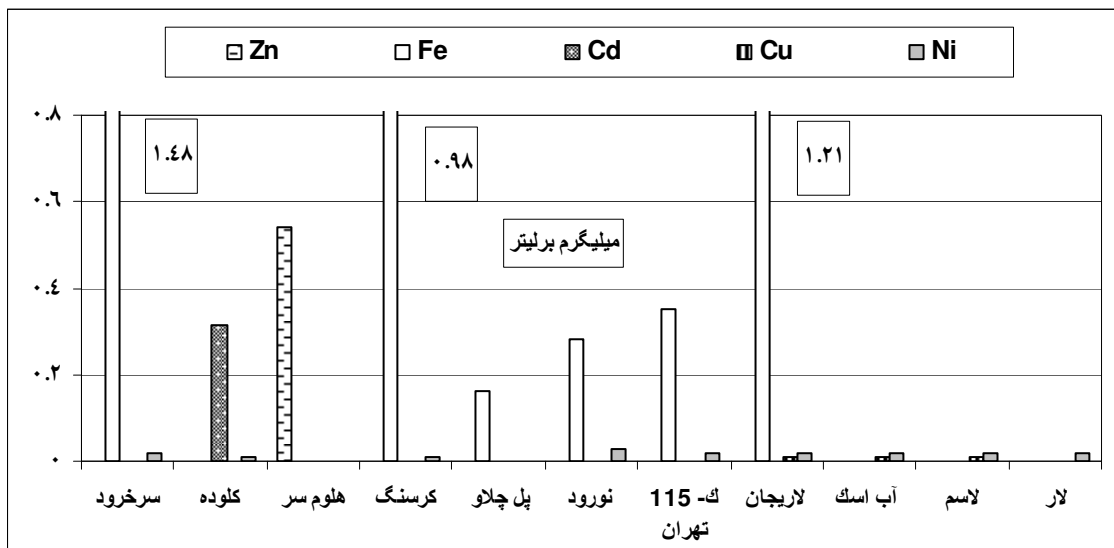
جدول ۳-۸: میزان عناصر فلزات سنگین در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل پاییز - رودخانه هراز

(۸۸-۱۳۸۹) ppm

ایستگاهها	عناصر	سرب	روی	آهن	کادمیوم	مس	نیکل	جیوه
سرخرود		<0/04	<0/009	1/479	<0/01	<0/002	0/02	<0/0004
کلوده		<0/04	<0/009	<0/12	0/313	<0/002	0/01	0/0005
هجوم سر		<0/04	0/539	<0/12	<0/01	<0/002	<0.005	<0/0004
کرسنگ		<0/04	<0/009	0/983	<0/01	<0/002	0/01	<0/0004
منگل		<0/04	<0/009	<0/12	<0/01	<0/002	<0.005	<0/0004
پل چلاو		<0/04	<0/009	0/159	<0/01	<0/002	<0.005	<0/0004
نورود		<0/04	<0/009	0/279	<0/01	<0/002	0/03	<0/0004
ک/ ۱۱۵ تهران		<0/04	<0/009	0/349	<0/01	<0/002	0/02	<0/0004
لاریجان		<0/04	<0/009	1/208	<0/01	0/01	0/02	۰/۰۰۲۱
آب اسک		<0/04	<0/009	<0/12	<0/01	0/0۱	0/012	<0/0004
لاسم		<0/04	<0/009	<0/12	<0/01	0/0۱	0/015	<0/0004
لار		<0/04	<0/009	<0/12	<0/01	<0/002	0/012	<0/0004

طبق جدول ۳-۸، تعداد ۶ عناصر سنگین (حدود ۸۶ درصد) از ۷ عنصر اندازه گیری شده در ۱۱ ایستگاه نمونه برداری سطحی و آبهای زیرزمینی بطور مشترک مشاهده گردید. عنصر سرب در هیچ یک از ایستگاههای ۱۲ گانه مشاهده نگردید. همچنین عناصر سرب، روی، آهن، کادمیوم، مس، نیکل و جیوه در ایستگاه چشمه آهکی منگل مورد مشاهده قرار نگرفت.

شکل ۳-۱۰ نشان میدهد، حداکثر مقدار غلظت باقی مانده عناصر سنگین در ۱۲ ایستگاه انتخابی سطحی و آب های زیر زمینی رودخانه هراز مربوط به فلز آهن در حد ۱/۴۸ میلیگرم برلیتر در ایستگاه سرخرود مشاهده گردید. نوسانات حداکثری غلظت آهن در مقایسه با غلظت سایر عناصر سنگین اندازه گیری شده منجمله فلز روی رشدی حدود ۳ برابر داشته است. رتبه بندی غلظت عناصر سنگین نشان میدهد، بعد از فلز آهن که عموماً در ایستگاههای سطحی هراز مشاهده گردید، عناصری همانند روی و کادمیوم که فقط در ایستگاههای آبهای زیر زمینی چاه کلوده و هلومسر یافت شده در رتبه های دوم و سوم قرار دارد. بیشترین مقدار عناصر روی و کادمیوم به ترتیب ۰/۵۴ و ۰/۳۱ میلیگرم بر لیتر مشاهده گردید. مقایسه غلظت در ۸ ایستگاه مربوط به عنصر نیکل با دیگر عناصر سنگین اندازه گیری شده نشان میدهد که دارای نوسانات بسیار کند و بطئی بوده است (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰: دامنه تغییرات عناصر سنگین در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل بهار- رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

۳-۲-۲- فصل زمستان ۱۳۸۸

در این فصل، عناصر فلزات سنگین شامل سرب، روی، آهن، کادمیوم، مس، نیکل و جیوه در نمونه آب ایستگاههای آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

در این بررسی، مقدار درصد عناصر فلزات سنگین در تمامی نمونه های ۱۲ ایستگاه سطحی و آبهای زیر زمینی رودخانه هراز از حداکثر به حداقل بدین شرح است. فلز روی بیش از ۸۳ درصد، عنصر آهن در حد ۵۸ درصد، فلز مس در حد ۴۱/۵ درصد، عنصر نیکل بیش از ۸ درصد بوده است. در این ایستگاههای سطحی و آبهای زیرزمینی، تعداد ۴ عنصر سنگین (حدود ۵۷ درصد) از ۷ فلز قابل اندازه گیری مشاهده شده است. حداکثر تا حداقل تعداد سموم ارگانوکلره در نمونه های ایستگاههای سرخورد، چشمه لاریجان، رودخانه لاسم، رود لار، کرسنگ، نورود، کیلومتر ۱۱۵ تهران، چاه کلوده، چاه هلومسر و چشمه آب اسك بترتیب ۴، ۳، ۳، ۲، ۲، ۲، ۱، ۱ و ۱ ترکیب بوده است (جدول ۳-۹). بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در ایستگاههای سرخورد، چشمه معدنی لاریجان، رودخانه لاسم، لار و کمترین تراکم آن در چاههای کلوده، هلومسر، چشمه منگل و آب اسك رودخانه هراز در حد یک عنصر سنگین مشاهده گردیده است.

در بین عناصر سنگین اندازه گیری شده، حداکثر غلظت باقی مانده مربوط فلز آهن در ایستگاه سرخورد مشاهده گردید. روند تغییرات غلظتی عناصر سنگین مشاهده شده از حداکثر به حداقل (۰/۰۰۳ میلیگرم برلیتر) در ایستگاههای مختلف بشرح زیر اعلام میگردد:

لاریجان، سرخورد، Zn > لاریجان، لاسم، لار، Fe > سرخورد، کیلومتر ۱۱۵ تهران، گرسنگ، نورود Fe،
> نورود Fe، > سرخورد Ni، > منگل، کیلومتر ۱۱۵ تهران Zn، > لاسم، گرسنگ، لار Zn، > هلومسر، کلوده،
سرخورد، آب اسک، لاریجان، لاسم و لار Cu.

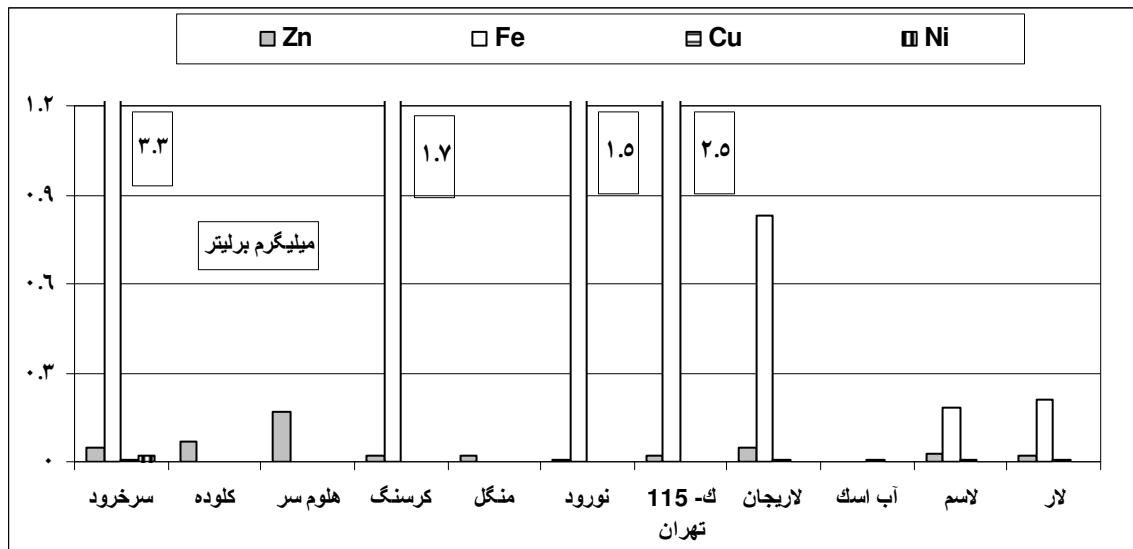
جدول ۳-۹: میزان عناصر فلزات سنگین در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل زمستان - رودخانه
هراز (۸۸-۱۳۸۹) - بر حسب ppm

ایستگاهها	عناصر	سرب	روی	آهن	کادمیوم	مس	نیکل	جیوه
سرخورد	<0/04	0/043	3/29	<0/01	0/004	0/012	<0/0004	
کلوده	<0/04	0/072	<0/12	<0/01	<0/002	<0/005	<0/0004	
هلوم سر	<0/04	0/165	<0/12	<0/01	<0/002	<0/005	<0/0004	
گرسنگ	<0/04	0/022	1/68	<0/01	<0/002	<0/005	<0/0004	
منگل	<0/04	0/016	<0/12	<0/01	<0/002	<0/005	<0/0004	
پل چلاو	<0/04	<0/009	<0/12	<0/01	<0/002	<0/005	<0/0004	
نورود	<0/04	0/011	1/48	<0/01	<0/002	<0/005	<0/0004	
ک/ ۱۱۵ تهران	<0/04	0/014	2/48	<0/01	<0/002	<0/005	<0/0004	
لاریجان	<0/04	0/048	0/83	<0/01	0/004	<0/005	<0/0004	
آب اسک	<0/04	<0/009	<0/12	<0/01	0/003	<0/005	<0/0004	
لاسم	<0/04	0/031	0/18	<0/01	0/003	<0/005	<0/0004	
لار	<0/04	0/021	0/21	<0/01	0/003	<0/005	<0/0004	

طبق جدول ۳-۹، تعداد ۴ عناصر سنگین (حدود ۵۷ درصد) از ۷ عنصر اندازه گیری شده در ۱۱ ایستگاه از ۱۲ ایستگاه نمونه برداری سطحی و آبهای زیرزمینی بطور مشترک مشاهده گردید. عناصر سنگین سرب، جیوه و کادمیوم در هیچ یک از ایستگاههای ۱۲ گانه مشاهده نگردید. همچنین عناصر سرب، روی، آهن، کادمیوم، مس، نیکل و جیوه در ایستگاه پل چلاو مشاهده نگردید.

شکل ۳-۱۱ نشان میدهد، حداکثر غلظت باقی مانده عناصر سنگین در ۱۲ ایستگاه انتخابی سطحی و آبهای زیرزمینی رودخانه هراز مربوط به فلز آهن درحد ۳/۳۰ میلیگرم برلیتر در ایستگاه سرخورد مشاهده گردید. نوسانات حداکثری غلظت آهن در مقایسه با غلظت سایر عناصر سنگین اندازه گیری شده منجمله فلز روی رشدی حدود ۲۰ برابر داشته است. رتبه بندی غلظت عناصر سنگین نشان میدهد، بعد از فلز آهن که عموماً در ایستگاههای سطحی هراز مشاهده گردید، عنصری همانند روی که فقط در ایستگاه آب زیرزمینی (چاه هلومسر)

یافت شده در رتبه دوم قرار دارد. غلظت عنصر مس در ۵ ایستگاه نشان می‌دهد که در مقایسه با عنصر سنگین نیکل دارای نوسانات کمتر بوده است (شکل ۳-۱۱).



شکل ۳-۱۱: دامنه تغییرات عناصر سنگین در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل زمستان- رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

۳-۲-۳- فصل بهار ۱۳۸۹

در این فصل، عناصر فلزات سنگین شامل سرب، روی، آهن، کادمیوم، مس، نیکل و جیوه در نمونه آب ایستگاههای آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

در این بررسی، مقدار درصد عناصر فلزات سنگین در تمامی نمونه های ۱۱ ایستگاه سطحی و آبهای زیر زمینی رودخانه هراز از حداکثر به حداقل بدین شرح است. فلز آهن بیش از ۷۲ درصد، عنصر روی کمتر از ۵۵ درصد، فلز جیوه بیش از ۳۳ درصد، عنصر نیکل بیش از ۸ درصد بوده است. در این ایستگاههای سطحی و آبهای زیرزمینی، تعداد ۴ عنصر سنگین (حدود ۵۷ درصد) از ۷ فلز قابل اندازه گیری مشاهده شده است. حداکثر تا حداقل تعداد سموم ارگانوکلره در نمونه های ایستگاههای سرخورد، چاه هلومسر، کرسنگ، چشمه آهکی سد منگل، پل چلاو، کیلومتر ۱۱۵ تهران، چشمه لاریجان، رودخانه لاسم، چشمه آب اسک و رود لار بترتیب ۳، ۲، ۲، ۲، ۲، ۲، ۲، ۱ و ۱ ترکیب بوده است (جدول ۳-۱۰). بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در ایستگاههای سرخورد و کمترین تراکم آن در چشمه آب اسک و رود لار هراز در حد یک عنصر سنگین مشاهده گردیده است.

در بین عناصر سنگین اندازه گیری شده، حداکثر غلظت باقی مانده مربوط فلز آهن در ایستگاه پل چلاو بود. روند تغییرات غلظتی عناصر سنگین مشاهده شده از حداکثر به حداقل (۰/۰۱۲ میلیگرم برلیتر) در ایستگاههای مختلف بشرح زیر اعلام میگردد:

پل چلاو، Zn > لاریجان، منگل، Fe > سرخرود، لاسم، لار، Fe > چلاو، کیلومتر ۱۱۵ تهران، گرسنگ، Fe،
> منگل، لاریجان، Hg > سرخرود، Ni > سرخرود، کیلومتر ۱۱۵ تهران، لاسم، Zn > هلومسر، کرسنگ،
هلومسر، آب اسک، Hg

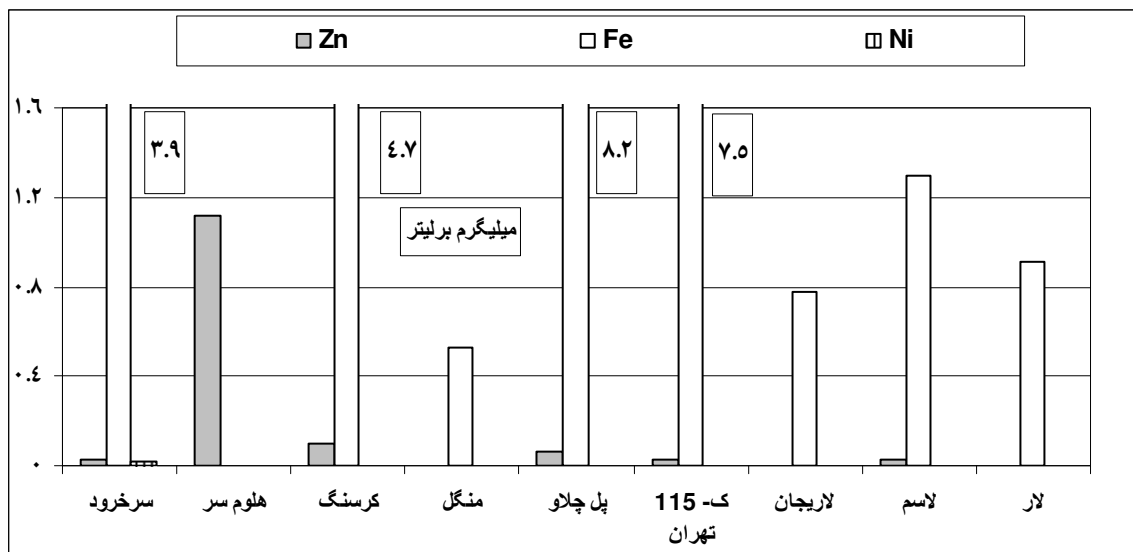
طبق جدول ۳-۱۰، تعداد ۴ عنصر سنگین (حدود ۵۷ درصد) از ۷ عنصر اندازه گیری شده در ۹ ایستگاه از ۱۱ ایستگاه نمونه برداری سطحی و آبهای زیرزمینی بطور مشترک مشاهده گردید. عناصر سنگین سرب، کادمیوم و مس در هیچ یک از ایستگاههای ۱۲ گانه مشاهده نگردید. همچنین عناصر سرب، روی، آهن، کادمیوم، مس، نیکل و جیوه در ایستگاه چاه کلوده مشاهده نگردید.

جدول ۳-۱۰: میزان عناصر فلزات سنگین در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل بهار- رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹) - بر حسب ppm

ایستگاهها	عناصر	سرب	کادمیوم	آهن	روی	مس	نیکل	جیوه
سرخرود	<0/04	<0/01	3/907	0/026	<0/002	0/012	<0/0004	
کلوده	<0/04	<0/01	<0/12	<0/009	<0/002	<0/005	<0/0004	
هلوم سر	<0/04	<0/01	<0/12	1/116	<0/002	<0/005	0/00۱	
کرسنگ	<0/04	<0/01	4/657	0/097	<0/002	<0/005	<0/0004	
منگل	<0/04	<0/01	0/527	<0/009	<0/002	<0/005	0/0۲۰	
پل چلاو	<0/04	<0/01	8/22	0/061	<0/002	<0/005	<0/0004	
ک / ۱۱۵ تهران	<0/04	<0/01	7/525	0/029	<0/002	<0/005	<0/0004	
لاریجان	<0/04	<0/01	0/777	<0/009	<0/002	<0/005	0/0۱۰	
آب اسک	<0/04	<0/01	<0/12	<0/009	<0/002	<0/005	0/003	
لاس	<0/04	<0/01	1/289	0/029	<0/002	<0/005	<0/0004	
لار	<0/04	<0/01	0/911	<0/009	<0/002	<0/005	<0/0004	

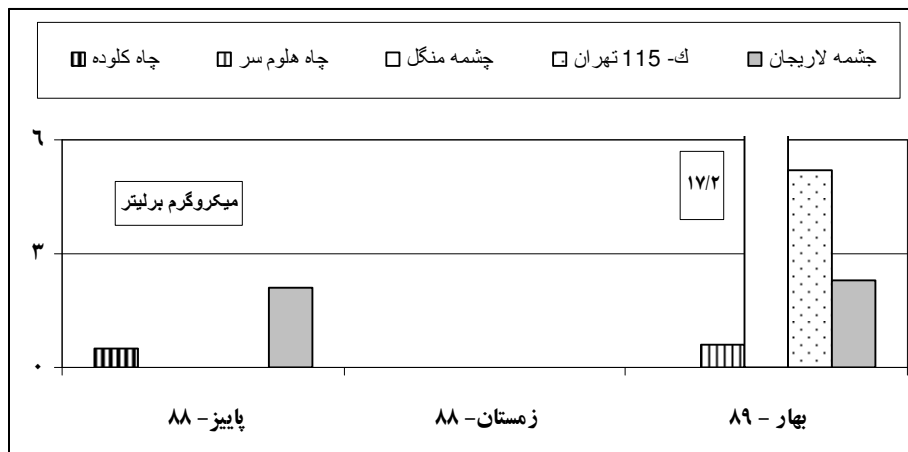
شکل ۳-۱۲ نشان میدهد، حداکثر مقدار غلظتی باقی مانده عناصر سنگین در ۱۲ ایستگاه انتخابی سطحی و آبهای زیرزمینی رودخانه هراز مربوط به فلز آهن در حد ۸/۲۲ میلیگرم برلیتر در ایستگاه پل چلاو مشاهده گردید. دامنه تغییرات فلز آهن در دیگر ایستگاهها نظیر کیلومتر ۱۱۵ تهران، کرسنگ، سرخرود، لاسم، لار، چشمه لاریجان و

چشمه آهکی منگل به ترتیب ۷/۵۳، ۴/۶۶، ۳/۹۱، ۱/۲۹، ۰/۹۱، ۰/۷۸ و ۰/۵۳ میلیگرم برلیتر در نوسان بوده است. نوسانات حداکثری غلظت آهن در مقایسه با حداکثر غلظت سایر عناصر سنگین اندازه گیری شده منجمله فلز روی رشدی بیش از ۷ برابر داشته است. رتبه بندی غلظت عناصر سنگین نشان میدهد، بعد از فلز آهن که عموماً در ایستگاههای سطحی هراز مشاهده گردید، عنصری همانند روی که در ایستگاههای چاه هلومسر، کرسنگ، پل چلاو ... یافت شده در رتبه دوم قرار دارد. غلظت عنصر سنگین نیکل نسبت به عناصر روی و آهن بسیار کمتر بوده است (شکل ۳-۱۲).



شکل ۳-۱۲: دامنه تغییرات عناصر سنگین در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل بهار در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

شکل ۳-۱۳ نشان میدهد، عنصر جیوه در پنج ایستگاه از ۱۲ ایستگاه انتخابی سطحی و آبهای زیرزمینی رودخانه هراز مشاهده گردید. حد اکثر غلظت باقی مانده عنصر جیوه در ایستگاه آب زیرزمینی چشمه آهکی سد منگل در حد ۱۷/۲ میکروگرم برلیتر مشاهده گردید. در سه فصل نمونه برداری، عنصر جیوه در هیچ یک از ایستگاههای ۱۲ گانه در فصل زمستان مشاهده نگردید. دامنه تغییرات فلز جیوه در دیگر ایستگاهها نظیر کیلومتر ۱۱۵ تهران، چشمه لاریجان، چاه هلومسر و چاه کلوده به ترتیب ۵/۲۰، ۲/۳۰، ۲/۱۱، ۰/۶۰ و ۰/۵۰ میکروگرم برلیتر در نوسان بوده است. عنصر جیوه در ۸۰ درصد از ایستگاههای آبهای زیرزمینی مشاهده گردید. مقدار درصد عنصر جیوه در فصول بهار و پاییز به ترتیب در حد ۶۷ و ۳۳ گزارش گردید. نوسانات غلظتی عنصر جیوه در فصل بهار بیش از ۸ برابر فصل پاییز است (شکل ۳-۱۳).

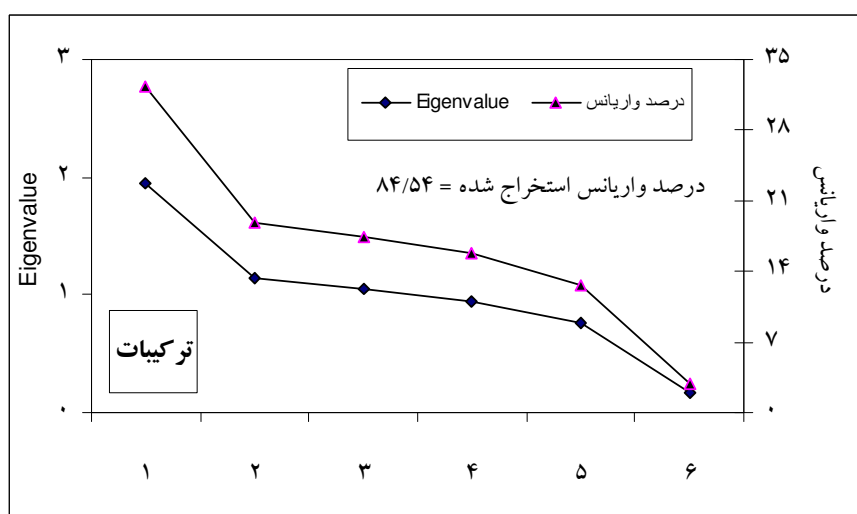


شکل ۳-۱۳: دامنه تغییرات جیوه طی سه فصل در ایستگاههای نمونه برداری رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

۴-۲-۳- نتایج حاصله از بررسی آنالیز فاکتورها (FA)

بررسی آزمایشات آنالیز فاکتورها (FA) در جهت تقلیل و کاهش داده ها و دستیابی به تقسیم بندی گروهی شامل ۷ عنصر از فلزات سنگین که ۶ ترکیب آنها بطور فعال در فرایند آنالیز فاکتورها در سه فصل (پاییز، زمستان و بهار) در ۱۲ ایستگاه با ۲۱۶ داده از ایستگاههای آبهای زیرزمینی و سطحی رودخانه هراز در ۴ گروه تقسیم بندی گردیده مشارکت داشتند.

شکل ۳-۱۴، نمودار اسکری شامل درصد واریانس به تفکیک از چهار گروه تشکیل شده که دارای دامنه ۳۲ تا بیش از ۱۵ درصد در نوسان بوده و مابقی ترکیبات کمتر از ۱۵ درصد می باشد برای دیگر گروه ها شرح گردید. ضمناً در شکل یاد شده، مقدار Eigenvalue جهت ۴ گروه که کمتر از ۲ شروع و تا حدود و نزدیک ۱ در نوسان بوده است. مقدار Eigenvalue دیگر عناصر که کمتر از حد نرمال باشد از اهمیت خاصی برخوردار نمی باشد.



شکل ۳-۱۴: مقدار درصد واریانس و موقعیت اسکری Eigenvalue در مقابل تعداد عناصر از فلزات سنگین در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

جدول ۳-۱۱، مقدار درصد تجمعی واریانس ها برای فاکتو های متفاوتی از ارزش های مستخرجه اولیه (Eigenvalue) و مقدار بار کل ترکیبات داده شده قبل از چرخش و نیز مقدار درصد تجمعی بعد از چرخش را نشان میدهد. بار پذیرفته شده چهار فاکتور استخراجی به ۸۴/۵۴ درصد میرسد. شرح واریانس ارزش های مستخرجه اولیه قبل از چرخش برای چهار گروه به ترتیب ۳۲/۳۷، ۱۸/۹۱، ۱۷/۴۴ و ۱۵/۸۲ درصد بوده ولی واریانس ارزش های مستخرجه چهار گروه بعد از چرخش به ترتیب ۳۰/۷۰، ۱۸/۴۷، ۱۸/۰۰ و ۱۷/۳۷ درصد ترمیم یافته است (جدول ۳-۱۱).

جدول ۳-۱۱: ارزش های مستخرجه متفاوت از FA* عناصر سنگین در نمونه های آب رودخانه هراز (۸۸-)
(۱۳۸۹)

شرح واریانس قبل از چرخش				شرح واریانس بعد از چرخش		
مجموع استخراج مجذور بار (Initial Eigenvalue)				مجموع چرخش مجذور بار (Eigenvalue)		
گروه	کل	درصد واریانس	مجموع درصد واریانس	کل	درصد واریانس	مجموع درصد واریانس
1	1/94	32/37	32/37	1/84	30/70	30/70
2	1/13	18/91	51/28	1/11	18/47	49/17
3	1/05	17/44	68/72	1/08	18/00	67/17
4	0/95	15/82	84/54	1/04	17/37	84/54

*FA= Factors Analysis

جدول ۳-۱۲: نتایج بارگیری آنالیز فاکتورها (FA*) در خصوص عناصر سنگین در آب - رودخانه هراز (۸۸-)
(۱۳۸۹)

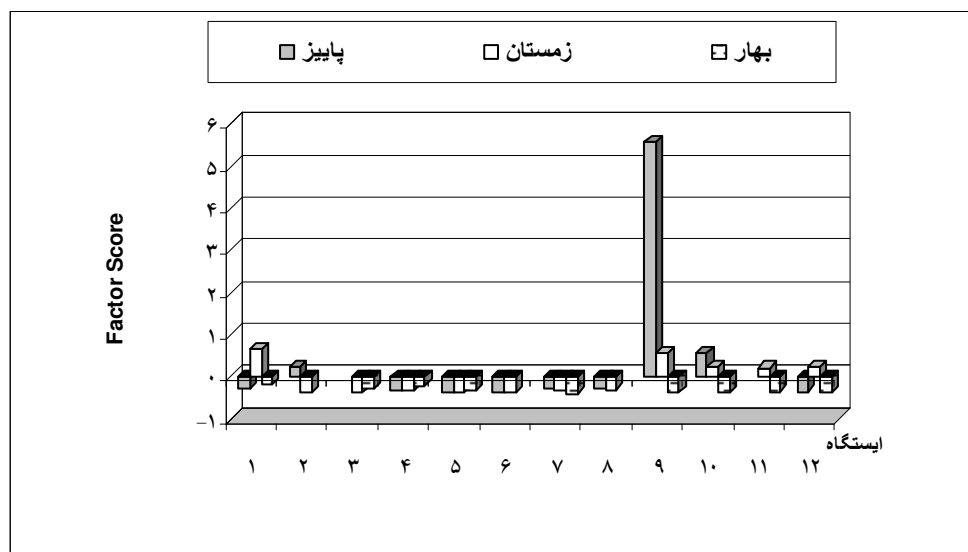
F-4	F-3	F-2	F-1	FA	ترکیبات شیمیایی
0/15	0/02	0/02	0/95		Hg
-0/11	0/04	0/07	0/94		Cu
-0/12	0/22	-0/86	0/01		Zn
-0/20	0/53	0/58	0/25		Ni
-0/14	-0/86	0/17	0/02		Fe
0/97	0/09	0/05	0/04		Cd
۱۷/۳۷	۱۸/۰۰	۱۸/۴۷	۳۰/۷۰	۸۴/۵۴	درصد واریانس -

Extraction Method: Principal Component Analysis. FA*=Factor Analysis
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

جدول ۳-۱۲ نشان می‌دهد، هر یک از چهار فاکتور مستخرجه بطور شفاف دارای ضریب بالا که مبین توان مشارکت آنها نسبت به دیگر ترکیبات شرکت کننده باشد را به نمایش می‌گذارد. همچنین در این جدول درصد واریانس مشارکت هر یک از فاکتورها با توجه به نقش پذیری آنها از نوسانات حداکثر ۳۰/۷۰ درصد به تقلیل حداقل ۱۷/۳۷ درصد را مورد ملاحظه قرار می‌دهد. لذا سهم مشارکت پذیری هر یک از فاکتورها و کاربرد ضریب بار آنها بطور تشریحی در زیر آورده میشود.

– آنالیز فاکتور یک

همانگونه که در جدول ۳-۱۲ آمده، میزان حداکثری فاکتور یک دارای بار مثبت برای ترکیباتی نظیر جیوه و مس به ترتیب در حد ۰/۹۵ و ۰/۹۴ می‌باشند. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه های بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری ۱۰۰ درصدی فاکتور یک و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۳۰/۷۰ درصدی از کل ۸۴/۵۴ از واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از ترکیبات در فاکتور یاد شده دلالت دارد.

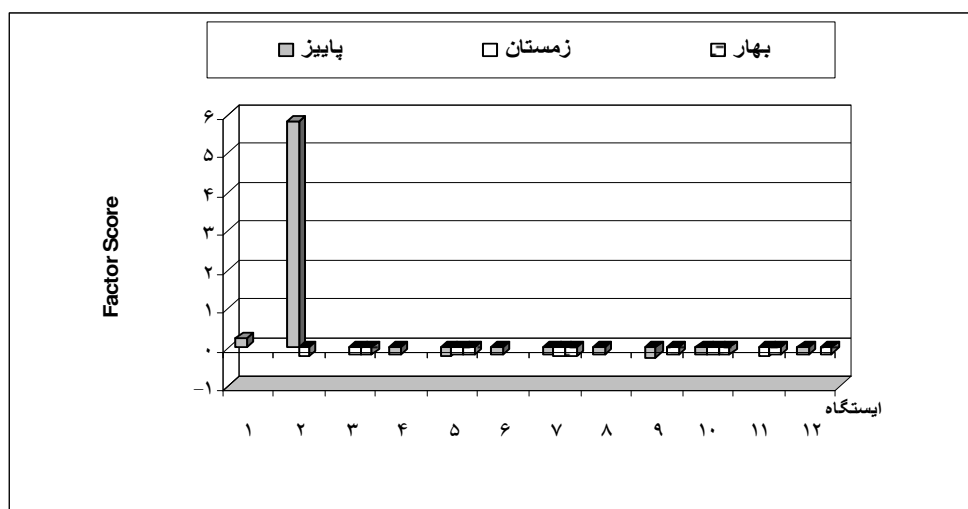


شکل ۳-۱۵: میزان امتیازگیری فاکتور ۱ (ترکیبات جیوه و مس) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

وضعیت عمومی شکل ۳-۱۵ نشان می‌دهد که میزان امتیازگیری فاکتور ۱، تعداد ۲ عنصر از فلزات سنگین را پوشش داده است. بنابراین، میزان حداکثر فاکتور امتیازگیری مثبت فقط در فصل پاییز (ایستگاه ۹) بوده است. اما مقدار امتیاز منفی آن بیشتر در فصول پاییز، زمستان و بهار مشاهده گردید.

- آنالیز فاکتور دو

همانگونه که در جدول ۳-۱۲ آمده، میزان حداکثری فاکتور ۲ دارای بار مثبت و منفی برای عناصری نظیر فلزات روی و نیکل به ترتیب در حد ۰/۸۶- و ۰/۵۸ می باشند. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه های بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری منفی ۵۰ درصدی فاکتور یک است و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۱۸/۴۷ درصد از واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از ترکیبات در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس ترکیبات فاکتور ۲ حدود ۱۲ واحد کمتر از مشارکت فاکتور ۱ می باشد.



شکل ۳-۱۶: میزان امتیازگیری فاکتور ۲ (عناصر نیکل و روی) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

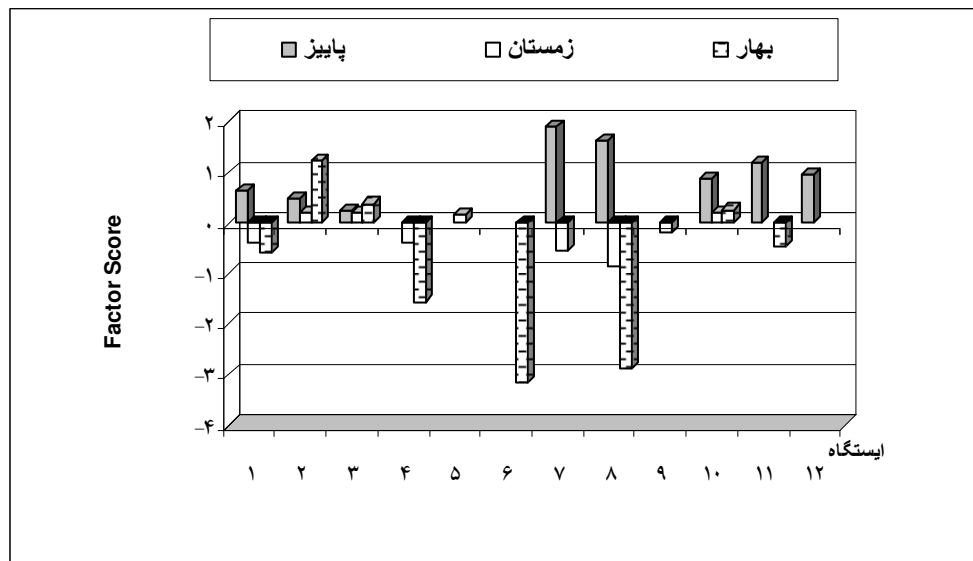
وضعیت عمومی شکل ۳-۱۶ نشان میدهد که میزان امتیازگیری فاکتور ۲، تعداد ۲ عنصر از فلزات سنگین را پوشش داده است. بنابراین، میزان حد اکثر امتیازگیری مثبت فقط در فصل پاییز (ایستگاه ۲) بوده است. اما مقدار امتیاز مثبت و منفی آن بیشتر در فصول پاییز، زمستان و بهار مشاهده گردید.

- آنالیز فاکتور سه

همانگونه که در جدول ۳-۱۲ آمده، میزان حداکثری فاکتور ۳ دارای بار منفی برای عنصر آهن در حد ۰/۸۶- می باشد. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه های بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری منفی ۱۰۰ درصدی فاکتور یک است و تشریح

این فاکتور با ضریب واریانس ۱۸/۰۰ درصد از واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از ترکیبات در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس ترکیبات فاکتور ۳ حدوداً برابر با فاکتور ۲ و نیز حدود ۱۲ واحد کمتر از مشارکت فاکتور ۱ می باشد.

وضعیت عمومی شکل ۳-۱۷ نشان میدهد که میزان امتیازگیری فاکتور ۳، تعداد ۱ عنصر از فلز سنگین را پوشش داده است. بنابراین، میزان حداکثر فاکتور امتیازگیری مثبت و منفی در فصول پاییز و بهار (ایستگاههای ۴، ۶، ۷ و ۸) بوده است. اما مقدار امتیاز منفی آن بیشتر در فصول پاییز، زمستان و بهار مشاهده گردید.

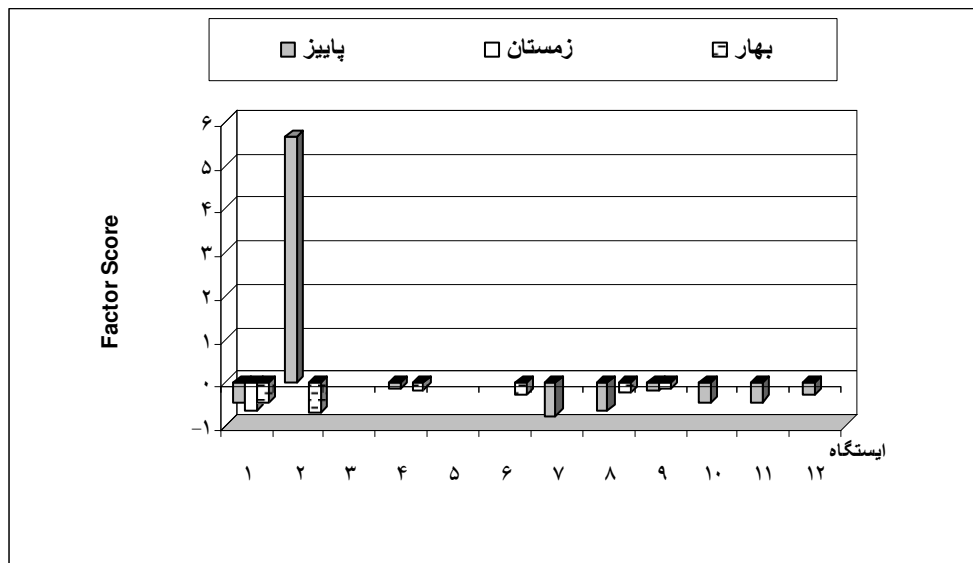


شکل ۳-۱۷: میزان امتیازگیری فاکتور ۳ (فلز آهن) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

– آنالیز فاکتور چهار

همانگونه که در جدول ۳-۱۲ آمده، میزان حداکثری فاکتور ۴ دارای بار مثبت برای عنصر کادمیوم در حد ۰/۹۷ می باشد. بنابراین، با توجه به مقدار و حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورهای با دامنه حداکثری بیش از ۰/۷۱ و دامنه حداقلی کمتر از ۰/۳۲ باشد در گروه های بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی نمود (García et al., 2004 and Nowak, 1998). لذا با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری ۱۰۰ درصدی فاکتور چهار است و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۱۷/۳۷ درصد از واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از ترکیبات در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس ترکیبات فاکتور ۴ با عناصر فاکتور های ۲ و ۳ حداکثر به ۱ واحد و نیز حدود ۱۳ واحد کمتر از مشارکت فاکتور ۱ می باشد. وضعیت عمومی شکل ۳-۱۸ نشان میدهد که میزان امتیازگیری فاکتور ۴، تعداد ۱ عنصر از فلز سنگین را پوشش داده است. بنابراین، میزان

حداکثر فاکتور امتیازگیری مثبت فقط در فصل پاییز (ایستگاه ۲) بوده است. اما مقدار امتیاز منفی آن بیشتر در فصول پاییز و بهار مشاهده گردید.



شکل ۳-۱۸: میزان امتیازگیری فاکتور ۴ (قلز کادمیوم) در ۱۲ ایستگاه طی سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

جدول ۳-۱۳، میزان غلظت تمامی عناصر سنگین اندازه گیری شده در سه فصل (پاییز، زمستان ۱۳۸۸ و بهار ۱۳۸۹) در ۱۲ ایستگاه انتخابی رودخانه هراز را در زمینه حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار آنها را نشان میدهد. شایان ذکر است، عنصر سرب در میان ۷ عنصر سنگین اندازه گیری شده در هر سه فصل کمتر از حد مشاهده بوده لذا در لیست جدول فوق قید نگردیده است. عناصر سنگین نظیر روی و آهن در بین سایر عناصر اندازه گیری شده دارای حداکثری ۱/۱۲ و ۸/۲۲ میلیگرم برلیتر و نیز جیوه در حد ۱۷/۲ میکروگرم برلیتر می باشند. میانگین و انحراف معیار روی و آهن به ترتیب $1/01 \pm 0/23$ و $1/21 \pm 2/00$ میلیگرم برلیتر و نیز عنصر جیوه در حد $6/38 \pm 4/65$ میکروگرم برلیتر گزارش گردید.

جدول ۳-۱۳: آمار توصیفی عناصر سنگین در نمونه های آب سه فصل در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹) برحسب

دامنه	ppm			
	حداقل	حداکثر	متوسط	انحراف معیار (SD)
پارامترها	n.d	۱/۱۲	0/23	1/01
Zn	n.d	8/22	1/21	2/00
Fe	n.d	0/31	0/01	0/05
Cd	n.d	0/01	0/001	0/02
Cu	n.d	0/02	0/01	0/01
Ni	n.d	۱۷/۲	۴/۶۵	۶/۳۸
Hg(ppb)				

جدول ۳-۱۴: ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlations) عناصر سنگین در نمونه های آب سه فصل

رود خانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

عناصر	Zn	Fe	Cd	Cu	Ni	Hg
Zn	1					
Fe	-۰/۰۷	1				
Cd	-۰/۰۳	۰/۲۲	1			
Cu	-۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۹	1		
Ni	۰/۱۳	-۰/۱۹	-۰/۲	۰/۵۷**	1	
Hg	۰/۰۳	۰/۴۴**	-۰/۱۲	-۰/۱۳	-۰/۱۱	1

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ماتریکس آماری پیرسون طبق داده شش عناصر سنگین در فصول پاییز، زمستان و بهار در جدول ۳-۱۴ نشان میدهد، فلز سنگین اندازه گیری شده نظیر عنصر آهن با جیوه و نیز فلز مس با نیکل هر کدام با یکدیگر دارای ضریب همبستگی بسیار قوی ($P < ۰/۰۱$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. در این میان، عناصر مس و نیکل با عناصر روی، آهن و کادمیوم، عنصر جیوه با عناصر روی، کادمیوم، مس و نیکل، عنصر کادمیوم با عناصر روی و آهن و نیز عنصر روی با آهن هیچ رابطه معنی داری با یکدیگر نداشته اند (جدول ۳-۱۴).

۳-۳- شوینده ها

۳-۳-۱- فصل پائیز ۱۳۸۸

در این فصل، پارامتر شوینده در ۱۳ ایستگاه نمونه برداری آب شامل ایستگاههای آبهای زیر زمینی، آبهای سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

شوینده ها در بیش از ۷۶ درصد از ایستگاههای نمونه برداری فصل پاییز مشاهده گردید. شکل ۳-۱۹ نشان میدهد، حداکثر و حداقل نوسانات غلظت شوینده ها (LAS) در فصل پاییز که در ۱۳ نمونه آب ایستگاههای زیر زمینی و سطحی چشمه آب اسک و پل چلاو به ترتیب در حد ۳۸۳ و ۱۴ میکروگرم برلیتر مشاهده گردید. در این فصل، غلظت شوینده ها در ایستگاههای چاه هلومسر، نورود و کرسنگ کمتر از حد تشخیص دستگاه ($9 \mu\text{g/l}$) بوده است.



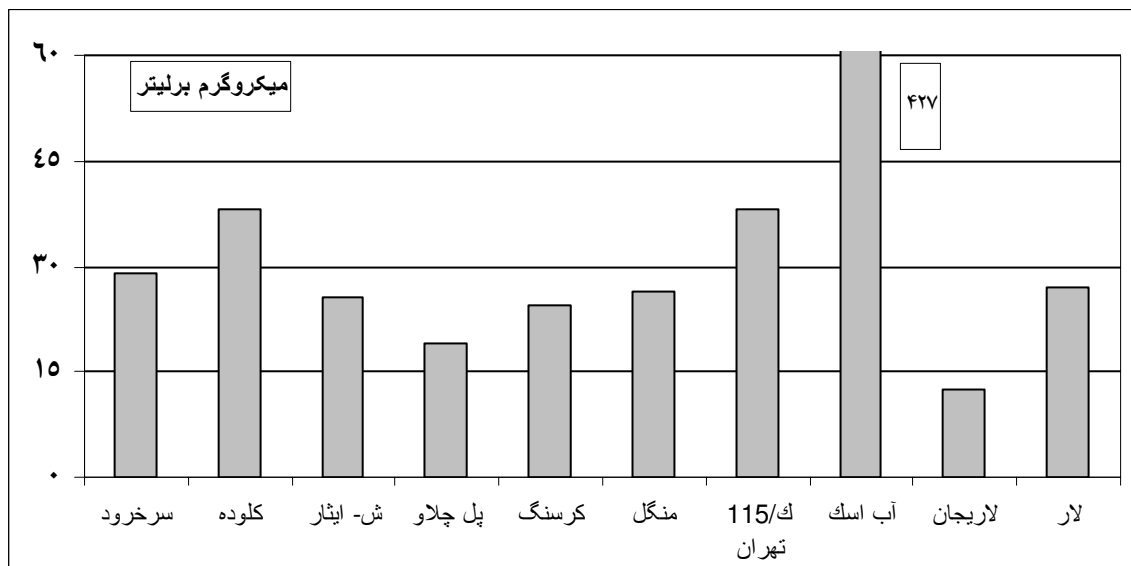
شکل ۳-۱۹: دامنه تغییرات شوینده ها در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل پاییز در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

همچنین غلظت شوینده ها در ایستگاههای آبهای زیر زمینی بیشتر از ایستگاههای آب سطحی رودخانه هراز بوده است. روند تغییرات غلظتی سایر ایستگاهها از قبیل رودخانه لاسم، چاه کلوده، کیلومتر ۱۱۵ تهران، چشمه معدنی لاریجان، چشمه آهکی منگل، شهرک ایثار، رود لار و سرخورد به ترتیب در حد ۴۱، ۳۵، ۳۳، ۲۸، ۲۲، ۱۹، ۱۷ و ۱۶ میکروگرم برلیتر در نوسان بوده است.

۲-۳-۳- فصل زمستان ۱۳۸۸

در این فصل، پارامتر شوینده در ۱۳ ایستگاه نمونه برداری آب شامل ایستگاههای آبهای زیر زمینی، آبهای سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

شوینده ها در بیش از ۷۶ درصد از ایستگاههای نمونه برداری فصل زمستان، مشاهده گردید. شکل ۳-۲۰ نشان میدهد، حداکثر و حداقل نوسانات غلظت شوینده ها (LAS) در فصل زمستان که در ۱۳ نمونه آب ایستگاه های زیر زمینی چشمه آب اسک و چشمه معدنی لاریجان به ترتیب در حد ۴۲۷ و ۱۲/۵ میکروگرم برلیتر مشاهده گردید. در این فصل، غلظت شوینده ها در ایستگاههای چاه هلومسر، نورود و رود لاسم کمتر از حد تشخیص دستگاه ($9 \mu\text{g/l}$) بوده است. همچنین در فصل زمستان، غلظت شوینده ها در ایستگاههای آبهای زیر زمینی بیشتر از ایستگاههای آب سطحی رودخانه هراز بوده است. روند تغییرات غلظتی سایر ایستگاهها از قبیل کیلومتر ۱۱۵ تهران، چاه کلوده، سرخورد، رود لار، چشمه آهکی منگل، شهرک ایثار، کرسنگ و پل چلاو به ترتیب در حد ۳۸، ۳۸، ۲۹، ۲۷، ۲۶/۵، ۲۵/۵، ۲۴/۵ و ۱۹ میکروگرم برلیتر در نوسان بوده است.

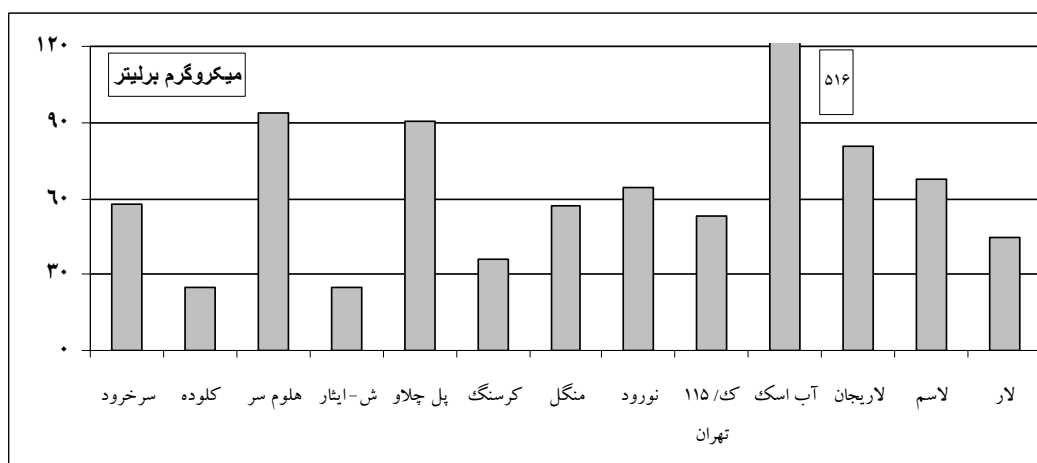


شکل ۳-۲۰: دامنه تغییرات شوینده ها در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل زمستان در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

۳-۳-۳- فصل بهار ۱۳۸۹

در این فصل، پارامتر شوینده در ۱۳ ایستگاه نمونه برداری آب شامل ایستگاههای آبهای زیر زمینی، آبهای سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

شوینده ها در ۱۰۰ درصد از ایستگاههای نمونه برداری فصل بهار مشاهده گردید. شکل ۳-۲۱ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظت شوینده ها (LAS) در فصل بهار که در ۱۳ نمونه آب ایستگاه آب زیر زمینی چشمه آب اسک در حد ۵۱۶ میکروگرم برلیتر و حداقل آن در حد ۲۵ میکروگرم برلیتر در ایستگاه زیر زمینی و سطحی چاه کلوده و شهرک ایتار مشاهده گردید.



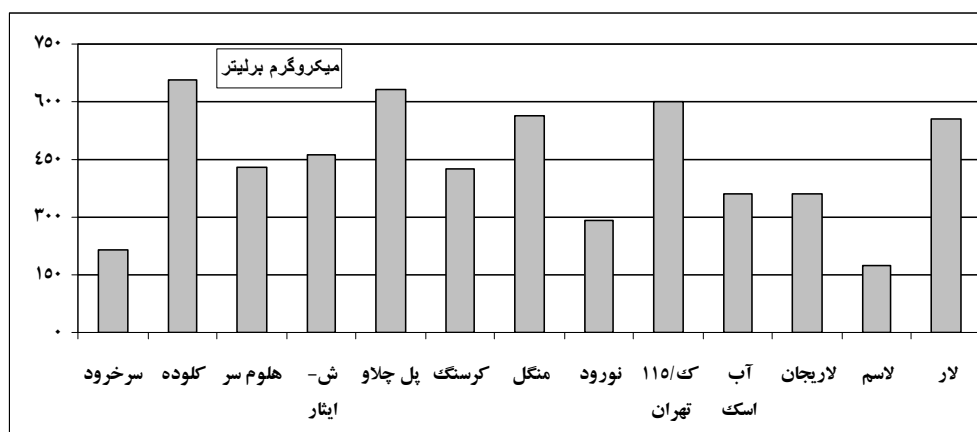
شکل ۳-۲۱: دامنه تغییرات شوینده ها در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل بهار در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

در این فصل، غلظت شوینده ها در ایستگاههای نمونه برداری کمتر از حد تشخیص دستگاه ($9 \mu\text{g/l}$) نبوده است. همچنین در فصل بهار نیز غلظت شوینده ها در ایستگاه های آبهای زیرزمینی بیشتر از ایستگاههای آب سطحی رودخانه هراز بوده است. روند تغییرات غلظتی سایر ایستگاهها از قبیله پل چلاو، چشمه معدنی لاریجان، رود لاسم، نورود، سرخورد، چشمه آهکی منگل، کیلومتر ۱۱۵ تهران، رود لار و کرسنگ به ترتیب در حد ۹۴، ۹۰/۵، ۸۰/۵، ۶۷/۵، ۶۴/۵، ۵۸، ۵۷، ۵۳، ۴۴/۵ و ۳۶ میکروگرم برلیتر در نوسان بوده است (شکل ۳-۲۱).

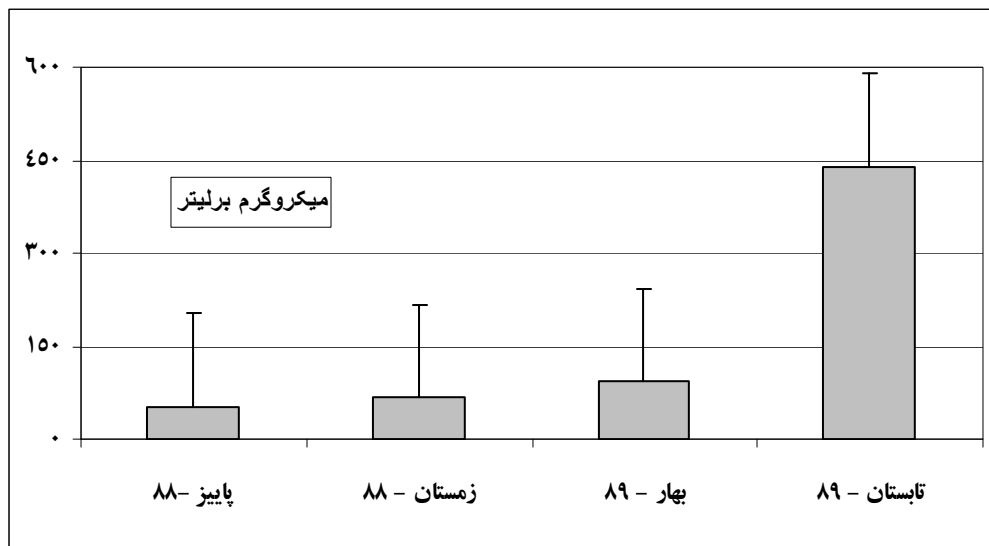
۴-۳-۳- فصل تابستان ۱۳۸۹

در این فصل، پارامتر شوینده در ۱۳ ایستگاه نمونه برداری آب شامل ایستگاههای آبهای زیر زمینی، آبهای سطحی و سرشاخه های رودخانه هراز اندازه گیری گردید. نتایج حاصل از آن بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

شوینده ها در ۱۰۰ درصد از ایستگاههای نمونه برداری فصل تابستان مشاهده گردید. شکل ۳-۲۲ نشان میدهد، حداکثر و حداقل نوسانات غلظت شوینده ها (LAS) در فصل بهار که در ۱۳ نمونه آب ایستگاه های زیر زمینی و سطحی و چاه کلوده و رود لاسم به ترتیب در حد ۶۵۸ و ۱۷۳ میکروگرم برلیتر مشاهده گردید. در این فصل، غلظت شوینده ها در ایستگاههای نمونه برداری کمتر از حد تشخیص دستگاه ($9 \mu\text{g/l}$) نبوده است. همچنین در فصل تابستان نیز غلظت شوینده ها در ایستگاه های آبهای زیرزمینی بیشتر از ایستگاههای آب سطحی رودخانه هراز بوده است. روند تغییرات غلظتی سایر ایستگاهها از قبیله پل چلاو، کیلومتر ۱۱۵ تهران، چشمه آهکی منگل، رود لار، شهرک ایثار، چاه هلومسر، کرسنگ، چشمه معدنی لاریجان، چشمه معدنی آب اسک، نورود و سرخورد به ترتیب در حد ۶۳۲، ۵۹۳، ۵۶۴، ۵۵۴، ۴۶۲، ۳۱، ۴۲۵، ۳۶۱، ۳۵۹، ۲۹۱ و ۲۱۷ میکروگرم برلیتر در نوسان بوده است (شکل ۳-۲۲).



شکل ۳-۲۲: دامنه تغییرات شوینده ها در ایستگاههای آبهای زیر زمینی و سطحی فصل تابستان در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)



شکل ۳-۲۳: دامنه تغییرات شوینده ها در ایستگاههای نمونه برداری فصول مختلف در رودخانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

شکل ۳-۲۳، میانگین نوسانات غلظت شوینده ها (LAS) در بین چهار فصل از سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ را در ۱۳ ایستگاه آبهای زیر زمینی و سطحی در رودخانه هراز نشان میدهد. حداکثر و حداقل غلظت شوینده ها به ترتیب در حد ۴۴۰ و ۵۲ میکروگرم برلیتر در فصول تابستان و پاییز بوده است. میانگین نوسانات غلظتی شوینده ها در بین فصول پاییز، زمستان و بهار بسیار نزدیک بهم بوده ولی این نوسانات (سه فصل) در مقایسه با غلظت شوینده در فصل تابستان دارای اختلاف بسیار زیاد و رشد افزایشی حدود ۸ برابری را نشان میدهد.

جدول ۳-۱۵، میزان غلظت ترکیب شوینده اندازه گیری شده در چهار فصل (پاییز، زمستان ۱۳۸۸ و بهار، تابستان ۱۳۸۹) در ۱۲ ایستگاه انتخابی رودخانه هراز را در زمینه حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار آنها را نشان میدهد. شایان ذکر است، در جدول یاد شده فوق، آمار توصیفی شوینده ها برحسب ماهها مورد ارزیابی قرار گرفت. حداقل غلظت شوینده در ۸ ماه نمونه برداری، فقط در ماههای اردیبهشت و تیر بیشتر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی یعنی بیش از ۹ میکروگرم برلیتر بوده است. در میان حداکثرها، نوسانات و غلظت شوینده ها در ۸ ماه نمونه برداری از کمترین تا بیشترین مقدار آن در حد ۱۴۱ تا ۹۷۱ میکروگرم برلیتر متغیر بوده است. بالاترین میانگین و خطای استاندارد شوینده ها به ترتیب در ماههای تیر و مرداد در حد $۴۱۸/۶۲ \pm ۵۲/۱۶$ و $۴۱۲/۱۵ \pm ۱۱۷/۰۲$ میکروگرم برلیتر گزارش گردید.

جدول ۳-۱۵: آمار توصیفی شوینده ها در نمونه های هشت ماه (چهار فصل) در رود خانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

- بر حسب ppb

پارامترها	حداقل	حداکثر	متوسط	خطای استاندارد (SE)
آذر	n.d	383	47/69	28/12
دی	n.d	528	51/23	39/81
اسفند	n.d	326	54	23/17
اردیبهشت	25	890	122/69	64/38
خرداد	n.d	141	49/15	11/5
تیر	125	622	418/62	52/16
مرداد	n.d	651	412/15	64/7
شهریور	n.d	971	352/46	117/02

جدول ۳-۱۶: آمار توصیفی شوینده ها در نمونه های ۱۳ ایستگاه (چهار فصل) در رود خانه هراز (۸۸-۱۳۸۹)

- بر حسب ppb

ایستگاهها	حداقل	حداکثر	متوسط	خطای استاندارد (SE)
سرخرود	n.d	465	98/25	54/53
کلوده	n.d	880	264/25	121/29
هلوم سر	n.d	646	175/38	100/69
شهرک ایثار	n.d	971	185/63	117/3
پل چلاو	n.d	842	266	114/84
کرسنگ	n.d	651	175/63	96/52
چشمه منگل	12	649	235/13	98/11
نورود	n.d	583	127/25	68/96
ک - ۱۱۵ تهران	27	940	250/88	117/91
آب اسک	n.d	890	373/75	99/19
لاریجان	n.d	534	162/5	74/73
لاسم	n.d	173	45/63	21/23
لار	n.d	554	90/25	66/49

جدول ۳-۱۶، میزان غلظت ترکیب شوینده اندازه گیری شده در چهار فصل (پاییز، زمستان ۱۳۸۸ و بهار، تابستان ۱۳۸۹) در ۱۲ ایستگاه انتخابی رودخانه هراز را در زمینه حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار آنها را نشان

میدهد. شایان ذکر است، در جدول یاد شده فوق، آمار توصیفی شوینده ها برحسب ایستگاهها مورد ارزیابی قرار گرفت. حداقل غلظت شوینده در ۱۳ ایستگاه نمونه برداری، فقط در ایستگاههای چشمه آهکی منگل و کیلومتر ۱۱۵ تهران بیشتر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی یعنی بیش از ۹ میکروگرم برلیتر بوده است. در میان حداکثرها، نوسانات و غلظت شوینده ها در ۱۳ ایستگاه نمونه برداری از کمترین تا بیشترین مقدار آن درحد ۱۷۳ تا ۹۷۱ میکروگرم برلیتر متغیر بوده است. بالاترین میانگین و خطای استاندارد شویندهها به ترتیب در ایستگاههای پل چلاو چشمه معدنی آب اسک درحد $114/84 \pm 266/00$ و $99/19 \pm 373/75$ میکروگرم برلیتر گزارش گردید.

ماتریکس آماری پیرسون برخی از پارامترهای هیدرولوژی و هیدروشیمی رودخانه هراز نظیر دما، فسفات و نترات با ترکیب شوینده ها در فصول پاییز، زمستان ۸۸ و نیز فصول بهار و تابستان ۸۹ در جدول ۳-۱۷ نشان میدهد، ترکیب شوینده فقط با پارامتر هیدرولوژی دما آب با یکدیگر دارای ضریب همبستگی بسیار قوی ($P < 0/01$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. در این میان، پارامترهای فسفات و نترات آب با ترکیب شوینده و دمای آب و نیز پارامتر فسفات با نترات هیچ رابطه معنی داری با یکدیگر نداشته اند (جدول ۳-۱۷).

جدول ۳-۱۷: ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlations) شوینده ها در نمونه چهار فصل رودخانه هراز

(۸۸-۱۳۸۹)

عناصر	شوینده ها	دما	فسفات	نترات
شوینده ها	1			
دما	۰/۴۹**	1		
فسفات	-۰/۰۸	-۰/۰۵	1	
نترات	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۶	1

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

۴- بحث و نتیجه گیری

۴-۱- آلاینده های سموم ارگانوکلره

مطالعه آلاینده های سموم ارگانوکلره در ۱۲ ایستگاههای آبهای زیرزمینی و سطحی رودخانه هراز با توجه به روند به مصرف سموم در زمین های کشاورزی حواشی رودخانه و حوزه آبریز آن جهت افزایش راندمان تولیدات کشاورزی امری ضروری بوده ولی این امر باعث افزایش سموم در اکوسیستم آبی رودخانه اثر معکوس خواهد گذاشت. بنابراین، با استفاده از داده های بدست آمده باقی مانده سموم ارگانوکلره در نمونه های آب بشرح زیر بحث و بررسی گردید.

در مطالعه اخیر، میزان پراکنش ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در ایستگاههای آبهای زیرزمینی و سطحی رودخانه هراز در مقایسه با تحقیقات انجام شده (واردی و همکاران، ۱۳۸۶) در همین رودخانه نشان میدهد، در فصول پاییز، زمستان و بهار به ترتیب ۴/۵، ۱/۵ و ۸ برابر افزایش داشته است. میزان درصد ترکیبات مشاهده شده در این مطالعه با پروژه انجام شده دوره قبلی (واردی و همکاران، ۱۳۸۶) در رودخانه هراز از ۳۷/۵ درصد به بیش از ۸۱ درصد رشد را نشان میدهد. اما با توجه به رشد دو فاکتور میزان پراکنش و افزایش درصد ترکیبات در مطالعه اخیر نسبت به مطالعه قبلی (واردی و همکاران، ۱۳۸۶) غلظت آنها کاهش شدید حدود ۳۰ برابر از ۸۶ میکروگرم برلیتر به ۲/۸۵ میکروگرم برلیتر را نشان میدهد. این کاهش شدید احتمالا ممکن است بواسطه عدم مصرف سموم پایدار ارگانوکلره در سالهای اخیر باشد که غلظت آنها با کاهش ۸۱ درصدی در اکثر ایستگاهها روبرو بوده است. از طرفی با توجه به کاهش سالهای قبل، این احتمال وجود دارد که باقی مانده این سموم پایدار از طریق آبهای جاری رودخانه هراز و نفوذ آن به آبهای سواحل کرانه جنوبی دریای خزر برابر تحقیقات آلاینده ها در سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹، نجف پور و همکاران، ۱۳۹۱) مقادیر آنها کم و بیش افزایش یافته ارتباط داشته باشد. درمطالعه اخیر، پراکنش ترکیبات ایستگاهها در فصل پاییز بیشتر از فصول زمستان و بهار بوده است ولی تعداد ترکیبات مورد مشاهده در فصل پاییز (۹ سم) کمتر از فصل زمستان (۱۳ سم) گزارش گردید. اما پراکنش ایستگاهی ترکیب در فصل زمستان نسبت به فصل بهار بیشتر بوده است. شایان ذکر است که در ایستگاه کرسنگ و در تمام نمونه های فصول پاییز، زمستان و بهار هیچ یک از شانزده سم ارگانوکلره مشاهده نگردید.

در این مطالعه، حداکثر غلظت ترکیب دیلدرین در حد ۰/۱۵ میکروگرم برلیتر مشاهده گردید. مقایسه میزان این سم با داده های سال ۱۳۸۷ در آبهای حوزه جنوبی دریای خزر نشان دهنده کاهش شدید بیش از ۱۲۰ برابر ($18/5 \mu\text{g/l}$) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده های سال ۱۳۸۳ دریای خزر، کمتر از ۲۱۵ برابر ($32/1 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده رودخانه شیروود، کمتر از ۲۳۴ برابر ($35 \mu\text{g/l}$) (Najafpour, 2007)، کمتر از ۸۶ برابر حوضه مصبی تجن ($13 \mu\text{g/l}$) (Najafpour et al., 2005)، کمتر از ۵۰ و ۱۲۰ برابر بترتیب با مصب رود قرمز و رودخانه دونگ، ویتنام ($8 \mu\text{g/l}$ و $18/6$) (Hung and Thiemann, 2002)، کمتر از ۲ برابر دریاچه التمساح و کمتر از

۱۰ برابر دریاچه Bitter در محدوده کانال سوئز ($0.24 \mu\text{g/l}$ و $1/14$) (Said and Hamed, 2005)، کمتر از ۶۷ برابر رودخانه آتویا، نیکاراگوئه ($10/1 \mu\text{g/l}$) (Castilho et al., 2000) گزارش گردید.

حداکثر مقدار غلظتی ترکیب β -endosulfan در این تحقیق 0.13 میکروگرم برلیتر در آب اندازه گیری شد. مقایسه میزان این سم با داده های سال ۱۳۸۸ در آبهای سواحل خزر جنوبی، کمتر از ۱۰ برابر ($1/3 \mu\text{g/l}$) (نجف پور و همکاران، ۱۳۹۱)، کمتر از ۴۲ برابر با داده های سال ۱۳۸۷ در آبهای حوزه جنوبی دریای خزر ($5/4 \mu\text{g/l}$) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، با مطالعه ۱۳۸۳ دریای خزر، حدود ۱۰۰ برابر کمتر ($13/1 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹)، بسیار زیاد کمتر از رودخانه پاتوکسانت در امریکا و رودخانه شیروود در غرب مازندران ($\mu\text{g/l}$) (۳۵) (Lehotay et al., 1998; Najafpour et al., 2009)، کمتر از ۲۵ برابر رودخانه آتویا، نیکاراگوئه ($3/3 \mu\text{g/l}$) (Castilho et al., 2000) گزارش گردید.

در این تحقیق، حداکثر مقدار ترکیب شیمیایی DDE در حد 0.15 میکروگرم برلیتر در آب اندازه گیری شد. مقایسه میزان این سم با داده های سال ۱۳۸۸ در آبهای سواحل خزر جنوبی، کمتر از ۲۰ برابر ($2/9 \mu\text{g/l}$) (نجف پور و همکاران، ۱۳۹۱)، با داده های سال ۱۳۸۷ در آبهای حوزه جنوبی دریای خزر، کمتر از ۳۲ برابر ($4/9 \mu\text{g/l}$) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، کمتر از ۶۵ برابر رودخانه چالوس ($9/8 \mu\text{g/l}$) (Najafpour et al., 2010)، بسیار کمتر از داده رودخانه شیروود ($32 \mu\text{g/l}$) (Najafpour, 2007)، کمتر از ۸ برابر دریاچه التمساح و کمتر از ۱۴ برابر دریاچه Bitter در محدوده کانال سوئز ($1/2$ و $2/2$) (Said and Hamed, 2005) گزارش گردید.

در مطالعه حاضر، حداکثر غلظت سم هپتاکلر در حد 0.14 میکروگرم برلیتر در آب اندازه گیری شد. مقایسه میزان این سم با داده های سال ۱۳۸۸ در آبهای سواحل خزر جنوبی، کمتر از ۲۵ برابر ($3/7 \mu\text{g/l}$) (نجف پور و همکاران، ۱۳۹۱)، میزان این سم با داده های سالهای قبل رودخانه هراز بسیار کمتر بوده است ($71/3 \mu\text{g/l}$) (نجف پور و همکاران، ۱۳۸۸)، داده های سال ۱۳۸۷ در آبهای حوزه جنوبی دریای خزر، کمتر از ۸ برابر ($\mu\text{g/l}$) (۱/۱) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، بسیار کمتر از داده های سال ۱۳۸۳ دریای خزر، ($31/3 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹)، کمتر از ۱۶ و ۱۱ برابر دریاچه التمساح و دریاچه Bitter در محدوده کانال سوئز ($2/2$ و $1/6$) (Said and Hamed, 2005)، بسیار کمتر از کانال الحرام گیزا ($12/1 \mu\text{g/l}$) (El-Kabbany et al., 2000) و حدود ۷۴ برابر کمتر از مصب رود قرمز ویتنام ($10/4$ و 126) (Hung and Thiemann, 2002) گزارش گردید.

براساس استاندارد های اروپایی و آژانس حفاظت محیط زیست امریکا (EPA, 1992; EEC, 1998)، ترکیبات ارگانوکلره نظیر DDE, heptachlor, α -BHC, δ -BHC, DDT, DDD, γ -BHC, dieldrin, aldrin, heptachlor epoxide، در این مطالعه مشاهده گردید جز گروه B2 محسوب و احتمالاً این ترکیبات می توانند جز عوامل سرطان زائی انسان محسوب گردند (EPA, 2004). در مقابل ترکیباتی نظیر α -endosulfan, β -endosulfan sulfate، همانند ترکیبات endrin, endrin aldehyde که در نمونه های آب دریای خزر مشاهده گردید جز گروه D بوده و غیر محتمل است که این ترکیبات جز عوامل سرطانزائی انسان محسوب گردند (EPA, 2004). مطالعات گذشته

حاکی از این است که سموم مورد استفاده در فعالیت های کشاورزی می تواند از طریق آب به ساقه های گیاهان، سبزیجات نفوذ نماید (Van den Berg et al., 1999). این سموم نیز در بافت ماهی تجمع نموده (Turgut, 2003) و این قابلیت را دارا است که اکوسیستم های زیست محیطی را تهدید جدی نموده و سلامتی انسان ها را به مخاطره اندازد.

۲-۴- آلاینده های فلزات سنگین

مطالعه آلاینده های عناصر سنگین در ۱۲ ایستگاههای آبهای زیرزمینی و سطحی رودخانه هراز با توجه به روند به مصرف فلزات سنگین در واحد صنعتی و تولیدی در حواشی رودخانه و حوزه آبریز آن و احتمالاً اثر پذیری و نفوذ برخی از عناصر سنگین به منابع آبهای زیر زمینی اثر منفی بر اکوسیستم آبی رودخانه خواهد گذاشت. بنابراین، با استفاده از داده های بدست آمده باقی مانده عناصر سنگین در نمونه های آب بشرح زیر بحث و بررسی گردید.

در مطالعه اخیر، میزان پراکنش عناصر سنگین مشاهده شده در ایستگاههای آبهای زیرزمینی و سطحی رودخانه هراز در مقایسه با تحقیقات انجام شده (واردی و همکاران، ۱۳۸۶) در همین رودخانه نشان میدهد، در فصول پاییز، زمستان و بهار به ترتیب ۳، ۲ و ۲ برابر افزایش داشته است. میزان درصد ترکیبات مشاهده شده در این مطالعه با پروژه انجام شده دوره قبل (واردی و همکاران، ۱۳۸۶) در رودخانه هراز از ۲۵ درصد به بیش از ۶۷ درصد رشد را نشان میدهد. اما با توجه به رشد میزان پراکنش و افزایش درصد ترکیبات در مطالعه اخیر نسبت مطالعه قبلی (واردی و همکاران، ۱۳۸۶) و نیز نسبت غلظتی آنها از ۰/۰۷۴ میلیگرم برلیتر به ۸/۲۲ میلیگرم برلیتر با افزایش بسیار زیاد بیش از ۱۱۰ برابر را نشان میدهد.

در مطالعه حاضر، حداکثر غلظت عنصر آهن در حد ۸/۲۲ میلیگرم برلیتر در آب اندازه گیری شد. مقایسه میزان این عنصر سنگین با مطالعه سالهای قبل داده های رودخانه هراز بسیار بسیار زیادتر بوده (۰/۰۸ mg/l) (واردی و همکاران، ۱۳۸۶)، کمتر از ۲۵ برابر با داده های سال ۱۳۸۳ آبهای سواحل خزر جنوبی (۰/۷۴ mg/l) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹)، بیش از ۲/۳ برابر با داده های سال ۱۳۸۷ در آبهای حوزه جنوبی دریای خزر (۳/۶ mg/l) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) گزارش گردید.

در مطالعه حاضر، حداکثر غلظت عنصر روی در حد ۱/۱۲ میلیگرم برلیتر در آب اندازه گیری شد. مقایسه میزان عنصر فوق از داده های سالهای قبل رودخانه هراز، بسیار بسیار زیادتر (۰/۰۳ mg/l) (واردی و همکاران، ۱۳۸۴)، از داده های سال ۱۳۸۳ آبهای سواحل خزر جنوبی بسیار بسیار زیادتر (۰/۰۲ mg/l) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹) گزارش گردید.

در تحقیق اخیر، حداکثر غلظت عنصر نیکل در حد ۰/۰۲ میلیگرم برلیتر در آب اندازه گیری شد. مقایسه میزان عنصر یاد شده رودخانه هراز با داده های سواحل خزر جنوبی حدود ۲ برابر بیشتر (۰/۱۲ mg/l) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹) گزارش گردید.

همکاران، ۱۳۸۹) گزارش گردید. در مجموع، مقدار تغییرات غلظتی عناصر سنگین اندازه گیری شده مطالعه اخیر در مقایسه با غلظت داده های قبلی رشد بسیار چشمگیری داشته است.

۳-۴- شوینده ها

مطالعه آلاینده های پارامتر شوینده (LAS) در ۱۳ ایستگاههای آبهای زیرزمینی و سطحی رودخانه هراز با توجه به روند به مصرف شوینده ها در اماکن مسکونی شهرک های حواشی رودخانه هراز، رستوران های متراکم در حاشیه رودخانه و سرشاخه ها حوزه آبریز آن و تاثیر آن بر منابع آبهای زیر زمینی و اثر منفی بر اکوسیستم آبی رودخانه خواهد گذاشت. بنابراین، با استفاده از داده های بدست آمده باقی مانده شوینده ها در نمونه های آب بشرح زیر بحث و بررسی گردید.

مطالعه حاضر نشان داد، حد اکثر غلظت شوینده ها (LAS) در فصول پاییز، زمستان و بهار بترتیب بمقدار ۳۸۳، ۴۲۷ و ۵۱۶ میکروگرم برلیتر بوده که روند افزایشی فصل بهار در مقایسه با فصول پاییز و زمستان بیشتر بوده است. این مقادیر بیش از حد معمول و استاندارد غلظت در اکوسیستم های آبی (کمتر از ۱۰۰ میکروگرم برلیتر) بوده و رشد بیشتری داشته است (تیزکار، ۱۳۷۸). میانگین حداکثر غلظت شوینده ها در سه فصل حدود ۴۴۲ میکروگرم برلیتر در آب اندازه گیری شد. مقایسه میزان شوینده فوق با داده های تحقیقات انجام شده در رودخانه هراز بیش از ۹ برابر ($48 \mu\text{g/l}$) (واردی و همکاران، ۱۳۸۶)، کمتر از داده های میانگین غلظت شوینده ها منطقه جنوبی دریای خزر در سال ۸۸ ($500 \mu\text{g/l}$) (نجف پور و همکاران، ۱۳۹۱)، با داده های بررسی انجام شده حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) که حدود ۴۹۰ میکروگرم برلیتر بوده تغییرات قابل ملاحظه ای نداشته است ولی در مقایسه با مطالعه سال ۱۳۷۹ (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳) بیش از ۲ برابر افزایش را نشان میدهد. مطالعه صورت گرفته حاکی از این است که مواد مایع ظرفشویی دارای ۱۷ درصد ماده موثر LAS و ۱/۰ درصد فرمالین و ۵ درصد اتانول آمین می باشد که نسبت پودر لباسشویی دستی (دارای ۲۲ درصد LAS) و پودر لباسشویی ماشینی (دارای ۱۰ درصد LAS و فاقد فرمالین و اتانول آمین) می باشند اثرات شدیدتری بر مرگ و میر ماهیان به ویژه سیم و سوف داشته است (تیزکار، ۱۳۷۸). از آنجا که شوینده ها گامی به عنوان عامل تشدید کننده سمیت دیگر آلاینده ها نظیر فلزات سنگین و هیدروکربورهای نفتی عمل نموده بنابراین، حضور روز افزون و فزاینده این نوع آلاینده ها در اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر اهمیت بیشتری پیدا می کند (Dakay and Kikodemusz, 1981).

در جمع بندی نهایی اینکه، میزان و نوسانات غلظتی آلاینده سموم ارگانوکلره مطالعه اخیر در ایستگاههای منابع آبهای زیر زمینی و سطحی در مقایسه با قبلی روند کاهشی زیاد داشته ولی در خصوص آلاینده های عناصر سنگین و شوینده ها با افزایش بسیار زیاد روبرو بوده است. علت این افزایش ها و کاهش ها احتمالاً می تواند به مصرف بیش از حد شوینده ها در اماکن عمومی اعم از رستوران ها، مهمان پذیر ها، رشد بهداشت عمومی و رها سازی فاضلاب و برخی از واحد های تولیدی منتصب بوده و نیز کاهش سموم پایدار احتمالاً بواسطه عدم مصرف آنها در سالهای مرتبط باشد.

منابع

- ایاز، ق. ۱۳۷۴. شناخت و بررسی منابع آلاینده رودخانه تجن. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دریایی دانشگاه آزاد اسلامی. ۲۱۴ص.
- ایماندل، ک. ۱۳۷۵. گندزداها و ضدعفونی کننده‌ها و کاربرد آنها در بهداشت محیط زیست، تهران: آینه کتاب
- تیزکار، م.، ۱۳۷۸ تعیین حداقل میزان کشنده دترجنت آنیونی خطی بر روی دو گونه ماهیان استخوانی تلاب انزلی (سیم و سفید). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. صفحات ۲ تا ۱۰.
- دبیری اصفهانی، م. ۱۳۶۴. پتروشیمی، تهران: سپهر
- دبیری، مینو (۱۳۷۵) - آلودگی محیط زیست هوا، آب، خاک، صوت - انتشارات اتحاد. ۲۸۶ صفحه
- شرکت سهامی آب منطقه ای. ۱۳۶۴. طرح توسعه منابع آب حوزه رودخانه های تالار، بابل، هراز. جلد ششم، مطالعات وضع موجود آبیاری ص ۱۹۳
- شرکت سهامی آب منطقه ای مازندران و گلستان، ۱۳۸۰. موضوع قرارداد پرورش ماهی سردآبی. امور آب آمل
- شرکت مهندسی مشاور خزر آب، ۱۳۷۷، مطالعه طرح مهندسی و ساماندهی رودخانه تجن، کیفیت آب و آثار زیست محیطی، شرکت سهامی آب منطقه ای مازندران و گلستان
- غفاری، م. شریف پور. ع. ۱۳۸۰. (ترجمه از نوشته زندکاسوبوداوا، ریچارد دلوید، یاناماکوو، بلانکا ویکوزووا، ۱۹۹۱). کیفیت آب و بهداشت ماهی، نشریه علمی شماره ۲۰، ۱۰۷ ص. ۱۳۸۰ انتشارات معاونت تکثیر پرورش آبزیان.
- کیایی، ب. ۱۳۷۴. خانه سازی به قیمت بی خانمانی آبزیان. ماهنامه آبزیان شماره ۳.
- لالویی، فرامرز. نجف پور، شعبان. نصراله زاده ساروی، حسن. غلامی پور، سلیمان. افرائی، محمد علی. و رستمیان، محمد تقی. ۱۳۷۵. بررسی جامع رودخانه تنکابن، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران-۱۳۸۳
- لالویی؛ فرامرز. نجف پور، شعبان. نصراله زاده ساروی، حسن. غلامی پور، سلیمان. واردی، ابراهیم. رستمیان، محمد تقی. روحی، ابولقاسم ۱۳۸۹ " هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر "، گزارش دفاع شده، در حال تصحیح نهائی است (سال ۳-۱۳۸۲) موسسه تحقیقات شیلات ایران.
- لالویی، ف.، پیری، م.، نگارستان، ح.، شفیعی پور، م.م.، زلفی نژاد، ک.، کیهان ثانی، ع.ر. ۱۳۸۳. پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر ۷۸-۱۳۷۷، موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۶-۰۰-۲۱۴۰۰۰-۰۷۱۰-۷۷.

- محوی، ا.ح. علوی نخجوان، ن. ندافی، ک. ۱۳۸۳. بررسی راندمان حذف دترجنت ها در تصفیه خانه فاضلاب شهرک قدس به روش لجن فعال، افق دانش؛ مجله دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی گناباد دوره ۱۰؛ شماره ۲؛ سال ۱۳۸۳
- نجف پور. شعبان. پرداختی، علی رضا. غلامی پور، سلیمان. و یوسفیان، مهدی. ۱۳۸۰ تعیین برخی از سموم کشاورزی کلره در آب رودخانه های بابلرود، چالوس و مصب آنها ۱۳۷۵. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران
- نجف پور، ش. غلامی پور، س. واردی، ا. ۱۳۸۸. "بررسی اثرات احتمالی باقی مانده سموم کشاورزی کلره در صنعت پرورش" نخستین همایش ملی بیماری های اقتصادی صنعت پرورش قزل آلائی رنگین کمان، ۲۷ و ۲۸ اردیبهشت، ۱۳۸۸- شهرکرد
- نجف پور، شعبان. غلامی پور، سلیمان. ربانی، محمد. روحی، ابولقاسم. واردی، ابراهیم. یوسفیان، مهدی. گنجیان، علی. موسوی، سید مهدی. و افرائی، محمد علی -۱۳۸۶. بررسی مستمر (Monitoring) رودخانه شیروود (غرب استان مازندران-۷۹) انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران
- نجف پور، شعبان. نصراله زاده ساروی، حسن. غلامی پور، سلیمان. هاشمیان، عبدالله. رستمیان، محمد تقی. مخلوق، آسیه. کیهان ثانی، علیرضا. علوم، یوسف و افرائی، محمد علی -۱۳۸۴. مطالعات تکمیلی لیمنولوژیکی روخانه شیروود (غرب استان مازندران-۸۱) انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران
- نجف پور، شعبان. نصراله زاده ساروی، حسن. واردی، سید ابراهیم. یونسی پور، حوریه. غلامی پور، سلیمان. رضایی، مریم. علوم، یوسف. نصراله تبار عبدالله. و احمد نژاد، احد. ۱۳۹۱. "بررسی آلاینده های زیست محیطی (سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین، هیدروکربورهای نفتی و سورفاکتانت) در سواحل جنوبی دریای خزر" مؤسسه تحقیقات شیلات ایران- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر با کد مصوب: ۸۸۰۳۴-۸۸۰۱-۱۲-۱۲-۷۶
- نیکوئیان، ا. ۱۳۸۲. (ترجمه از نوشته لاندبای، ای. کی. برنتس، ام. اچ. جی. بیکر، آر. تی. هندی، ام. آر. دی وندلارونگا، اس. و ماگ، ای. صنعت آبرزی پروری، لزوم محدودیت های فراتر و ارزیابی بیشتر ترکیبات خوراکی ماهیان. ترجمه مجله علمی تخصصی، تحقیقاتی بندر و دریا. تیر ۱۳۸۲. سال ۱۸، شماره ۱۰۵ ص ۱۳-۱۵
- واردی، ا. نگارستان، ح. واحدی، ف. سلیمانی رودی، ع. غلامی پور، س. صفری، ر. نجف پور، ش. نصراله زاده، ح. افرائی، م. ع. و یعقوب زاده، ز. ۱۳۸۶ " بررسی تاثیر متقابل فعالیتهای تولیدی بر اکوسیستم های حوضه دریای خزر فعالیت ۱ - مزارع تکثیر و پرورش رودخانه هراز" مؤسسه تحقیقات شیلات ایران- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر با کد مصوب: ۲۲-۰۷۱۰۳۳۶۰۰۰-۸۲

- واردی، ابراهیم. نصراله زاده ساروی، حسن. نجف پور، شعبان. واحدی، فریبا. غلامی پور، سلیمان. یونسی پور، حوریه. علوم، یوسف. طالشیان، حسین. احمد نژاد، احد. ۱۳۸۹. بررسی آلاینده‌های زیست محیطی (فلزات سنگین، هیدرکربورهای نفتی، سورفاکتانت‌ها و سموم کشاورزی) در سواحل جنوبی دریای خزر. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران.

- Abdul-Wahab, S.A., Bakheit, C.S. and Al-Alawi, S.M. (2005) Principal component and multiple regression analysis in modeling of ground-level ozone and factors affecting its concentrations. *Environmental Modeling & Software* 20 (10), 1263-1271.
- Alvin C. Rencher, (2002) *Methods of Multivariate Analysis*, Second Edition, Jhon Wiley & Sons, INC, publication.
- APHA (American Public Health Association). 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. American Public Health Association.
- Babu Rajendran, R. Karunguran, V.M. Babu, S. And Subramainian, A.N. 1992. Level of chlorinated Insecticides in fishes from the Bay of Bengal; *Marine pollution Bulletin* 24, (11), pp. 567-570.
- Brumelis, G., Lapina, L., Nikodemus, O. and Tabors, G. (2000) Use of an artificial model of monitoring data to aid interpretation of principal component analysis. *Environmental Modelling & Software* 15 (8), 755-763.
- Castilho, J.A.A., Fenzl, N., Guillen, S.M. and Nascimento, F.S. 2000. Organochlorine and organophosphorus pesticide residues in the Aytoya river basin, Chinandega, Nicaragua. *Environmental Pollution* 110 (3) 523-533.
- Choi, K.Y. Kim, S.K. and Chon, H.T. (2008). Distributions and Accumulations of Heavy Metals in the Sediments of Harbors and Coastal Areas in Korea. *Proceedings of the International Symposia on Geo-science Resources and Environments of Asian Terranes (GREAT 2008)*, 4th IGCP 516, and 5th APSEG; Bangkok, Thailand.
- Clark, R.B. 1992. *Marine Pollution*, 3rd edition; pp. 25- 45.
- Dakag, M.F. & Kikodemusu, I. 1981. Effect of Synthetic Detergent on the Formazon of various Environmental Bacteria. *Zentralble. Mikrobial*. 174: 121 – 124.
- EEC, 1998. Council Directive 98/83/EC of 3 Nov. 1998 on the quality of water intended for human consumption (*Official Journal L* 330, 05/12/1998, (p. 32-45).
- El-Kabbany, S., Rashed, M.M. and Zayed, M.A. 2000. Case study Monitoring of the pesticide levels in some water supplies and agricultural land, in El-Haram, Giza (A.R.E.); *Journal of Hazardous Materials A72* (2000) 11–21.
- EPA, 1992. National Survey of Pesticide in Dinking water wells. Phase II Report EPA 570/9- 91-020, National Technical Information Service, Spring-field, VA.
- EPA, 1995. US Environmental Protection Agency. Pesticides Module Method # 508, Washington, DC
- EPA, 2004. Chemicals Evaluated for Carcinogenic Potential Science Information Management Branch Health Effects Division Office of Pesticide Programs U.S. Environmental Protection Agency July 19, 2004
- García, JH., Li, WW., Arimoto, R., Okrasinski, R., Greenlee, J. and Walton, J. et al. (2004) Characterization and implication of potential fugitive dust sources in the Paso del Norte region. *Sci Total Environ* 325:95–112. <http://www.cleaning101.com/cleaning/history/>
- Hung, DQ. and Thiemann, W. 2002. Contamination by selected chlorinated pesticides in surface water in Hanoi, Vietnam. *Chemosphere* 47: 357-67
- Lehotay, S.J., Harman –Fetcho, J.A. and Mcconnell, L.L. 1998. Agricultural Pesticides residues in oysters and water from two Chesapeake bay tributaries; *Marine Pollution Bulletin*, 37 (1-2) 32-44
- Love, D., Hallbauer, D., Amos, A. and Hranova, R. (2004) Factor analysis as a tool in –groundwater quality management: two southern African case studies. *Physics and Chemistry of the Earth* 29, 1135-1143.
- Maitland, P.S. 1990. *Biology of fresh waters*, published in USA by Chapman and Hall.
- Mance, G. 1990. *Pollution threat of heavy metals in Aquatic Environments*. Elsevier applied science . London . 372pp.
- MiesterPro Information Resources.
- MOOPAM, 1999, *Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods*, Kuwait.
- Najafpour, Sh. 2007. A Water Quality Study with Emphasis on Pesticides in Shiroud River Cachment in Southern Par of Caspian Sea. Ph.D. Thesis of Industrial Technology, University Science Malaysia

- Najafpour, Sh., Abbas Alkarkhi, F.M., AB Kadir M.O. and Najafpour, Gh.D. (2009) "statistical assessment of organochlorine pesticides residues in surface water penetrated into capian Sea" J. of The Chemical Society of Pakistan., 31(3); pp. 415-421.
- Najafpour, Sh., Abbas Alkarkhi, F.M., Nik Ab Rahman, N.N. and Gholamipour, S. 2005. Effect of Chlorinated Pesticides residues of lindane, dieldrine and aldrine in Tajan River. The Proceeding of Int. Conf. on 2nd Chem. & Bio. Eng. in Conjunction with 19th Symp. Malaysia Chem. Eng. (SOMCHE) pp. 686-689, 8-10th Dec. Kota Kinabalu University Malaysia Sabah, Malaysia.
- Najafpour, Sh., Farabi, S.M.V., Yousefian, M., Abbas Alkarkhi, F.M. and Ganjian A. 2010. The Determination of Organochlorine Pesticides Residues in Chalus River Water by multivariate Analysis" Iranica J.of Energy & Environment 1(3), 222-227
 - Nowak, B. (1998) Contents and relationship of elements in human hair for a non-industrialized population in Poland. Sci Total Environ 1998;209:59– 68.
 - Rand, G.M. 1995. Fundamentals of aquatic toxicology . Taylor & Francis. United States: 859-882.
 - Rui Boaventura, Ana M. Pedro, Joao Coimbra & Eduardo Lencastre. 1997 Trout Farm Effluents: Characterization and Impact on the Receiving Streams. Environmental Pollution, Vol.95, No.3 , pp. 379-387 . Elsevier Science Ltd. Said, T.O. and Hamed, M.A. 2005. Distribution of Chlorinated pesticides in Surface Water and Fish of El Tamsah and Bitter Lakes, Sues Canal. Egyptian Journal of Aquatic Research; V, 31(1) 200-212
 - Sarbu, C. and Pop, H.F. (2005) Principal component analysis versus fuzzy Principal –component analysis. A case study: the quality of Danube water (1985-1996). *Talanta* 65, 1215-1220.
 - Scott, M.J. & Jones M.N. 2002 The biodegradation of surfactants in the environment. *Bochimica Acta*. 2002; 15 (8): 235-51.
 - Sfriros, A. Maroli, L. Pavoni, B. and Raccanelli, S. 1993. Concentrations of Polychlorinated Biphenyls and pesticides indifferentspecies of Macroalgae from venice lagoon. *Marine pollution Bulletin* vol. 26, (10), pp.553-556.
 - Singh, K.P., Malik, A., Mohan, D. and Sinha, S. (2004) Multivariate statistical techniques —for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India): a case study. *Water Research* 38, 3980-3992.
 - Spain) by principal component analysis. *Water Research* 34, 807-816.
 - Strain, P.M. and Yeats. P.A. 1999. The Relationships between Chemical Measures and Potential Predictors of the Eutrophication Status of Inlets .*Marine Pollution Bulletin*. Elsevire science .Vol. 38, No.12.pp.1163-1170.
 - Tomlin, C. 2000. The Pesticide Manual, Incorporating the Agrochemical Handbook, 12th Edition. Crop protection Publication; British Crop Protection Council and the Royal Society of Chemistry, Cambridge
 - Turgut, C. 2003. The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Menderes River in Turkey, 2000–2002. *Environment International* 29: 29– 32
 - UBA. Umweltbundesamt, (1993) Date our Umbel. Erich Schmidt Vela, Berlin. 439- 442.
 - Van den Berg, F., Kubiak, R., Benjey, W.G., Majewski, M.S., Yates, S.R., Reeves, G.L., Smelt, J.H. and van der Linden, A.M.A. 1999. Emission of pesticides into the air, water, *Air and Soil Pollution* 115, 195-218.
 - Ware, G.W. and Whitacre, D.M. 2004. The Pesticide Book, 6th ed., Willoughby, OH:
 - Yu, S.J. 2008. The toxicology and Biochemistry of Insecticides; Published by CRC Press.

Abstract

At the present study, the environmental pollutants such as organochlorine pesticides (OCPs), heavy metals (during three seasons) and surfactants (during four seasons) were done 2009 to 2010 that located in Mangol Dam with longitude and latitude 52° 22' 49" N and 43° 15' 43" E, respectively. The aims of this study were to determine the seasonal pollutants matters in water samples of under-groundwater and surface water in 12 stations and the results are as follow:

The maximum residues fluctuations of OCPs were determined in between all water samples such as aldrin and endrin about 1.51 and 2.85 µg/l, respectively. The mean concentration of aldrin and endrin about 0.66 ± 0.59 and 0.71 ± 1.07 µg/l, respectively were determined. The maximum seasonal concentration of OCPs were detected in fall, winter and spring for such as endosulfan sulfate, γ-BHC, heptachlor, endrin aldehyde compounds about 2.85, 0.34, 0.14 and 0.14µg/l, respectively. The maximum seasonal percentage range of OCPs were detected in fall, winter and spring in water samples such as endosulfan sulfate, DDD and β-BHC were 42, 25 and 25 %, respectively.

The maximum seasonal concentrations of Zn and Fe elements were detected in spring about 1.12 and 8.22 µg/l, respectively. Also for Hg in spring was determined about 17.2 mg/l. The mean concentration of Zn, Fe and Hg in water sampled were 0.23 ± 1.01 and 1.21 ± 2.00 µg/l, respectively and 4.65 ± 6.38 mg/l. The maximum seasonal percentage range of heavy metals were detected in fall, winter and spring in water samples such as Ni, Zn and Fe were 66, 83 and 72%, respectively. The maximum seasonal concentrations of heavy metal were detected in Sorkhroud and Polechelave stations during fall, winter and spring for only Fe about 1.48, 3.3 and 8.22 µg/l, respectively.

The maximum concentration of linear alkyl benzene sulfonate (LAS) in last month of summer was 971µg/l. The mean concentration of surfactant during fall, winter , spring and summer was 418.62 ± 52.16 µg/l. The maximum seasonal percentage range of surfactant uring fall, winter, spring and summer in all stations of sampling were 76, 76, 100 and 100 %, respectively.

Keywords: Organochlorine Pesticides (OCPs), Heavy Metals, Surfactants, Environmental Pollution and Harz River

**Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION – Caspian Sea Ecology
Research Center**

Project Title : A study on environmental pollutants (pesticides, heavy metals & detergents) in surface water, underground water and wastewater of Mangol Dam basin (Mazandaran province)

Approved Number: 14-76-12-8916-89188

Author: Shaban Najafpour

Project Researcher : Shaban Najafpour

Collaborator(s) : N.Porang, H.Negarestan, M.Rezaei, Ramin, M., Farabi, M.V., Varedi, E., Vahedi, F., Olumi, Y., Younesipour, H., Nasrolahzadeh, A., Safari, R., Yaghobzadeh, Z., Laloei, F., Tahmasbi, M., Rodbarian, M

Advisor(s): –

Supervisor: H.Nasrolahzadeh saravi

Location of execution : Mazandaran province

Date of Beginning : 2011

Period of execution : 2 Years & 3 Months

Publisher : *Iranian Fisheries Research Organization*

Date of publishing : 2015

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION - Caspian Sea Ecology
Research Center**

Project Title :

A study on environmental pollutants (pesticides, heavy metals & detergents) in surface water, underground water and wastewater of Mangol Dam basin (Mazandaran province)

Project Researcher :

Shaban Najafpour

Register NO.

44125