

بررسی آلاینده‌گی طبیعی عنصر کروم و تاثیرات آن بر محیط زیست با نگاه به افیولیت های ایران

حمید سرخیل^۱؛ اردشیر هزارخانی^۲؛

۱- دانشجوی دکتری مهندسی اکتشاف معدن، دانشگاه صنعتی امیر کبیر Sarkheil@aut.ac.ir

۲- دانشیار دانشکده مهندسی معدن، متالوژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیر کبیر Ardehez@aut.ac.ir

چکیده

هر روزه بدن انسان ذرات ریز فلزات و کانی ها را از راه خوردن و آشامیدن و حتی از راه تنفس جذب می کند. بررسی های جدید نشان می دهد که کنترل صحیح مقدار کانی جذب شده توسط بدن انسان می تواند کلید سلامت و عمر طولانی هر فرد باشد. کروم، یکی از عناصر تاثیرگذار بر محیط زیست و ارگانسیم موجودات زنده می باشد. به طوریکه می تواند به صورت طبیعی آلاینده آب و خاک گردد. در این تحقیق سعی شده است ضمن معرفی تاثیرات این عنصر بر بدن انسان، چگونگی آلوده سازی طبیعی آب و خاک توسط آن، مورد بررسی قرارگیرد.

هوازدهگی سنگ های افیولیتی به ویژه آن هایی که غنی از سرپانتین ها هستند، خاک ها و رسوباتی با غلظت های بالا از کروم و دیگر عناصر سنگین سمی تولید می کند. کروم ۶ ظرفیتی به عنوان ماده ای سرطان زا، می تواند آب، خاک و محصولات کشاورزی و در نتیجه آن، انسان را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین می توان از سرپانتین ها به عنوان یکی از مهمترین آلاینده های طبیعی نام برد. در ایران به دلیل وجود مناطق افیولیتی، بحث های زیست محیطی نیز وجود دارد که خود لزوم توجه به آسیب های ناشی از کروم را ضروری می نماید.

کلمات کلیدی: محیط زیست، ارگانسیم، کروم، آلایندهگی، افیولیت

Assessment The Chrome Natural Pollution And Influences On Environment: A View Of IRAN Ophiolites

H. Sarkheil, A. Hezarkhani

Abstract

Every day human body absorbs dusts ore and mineral from eating, drinking and breathing. Nowadays, new assessments show that the certain control on body absorbed mineral is a healthy key for people. Chrome is one of elements that influences on environment and natural organism so that it could contaminate the both soil and water. In this research, the main goal is a try to introduced the chrome influences on body, soil and water.

Ophiolitic rock alteration, especially in some of them that consist of serpentine have been produced soils and settles with high degree of chrome and toxic heavy metals. C^{+6} ion is one of the main causes of cancer, and it is the main reason for water, soil, agricultures crop and human body pollution. Thus, serpentine is one of the most important natural contaminations based on the ophiolite alteration processes. As one knows, there are some ophiolite regions in IRAN, and it seems to be very important to investigate their enviroinal impacts.

Keywords: Environment, Organism, chrome, Contamination, Ophiolite.

۱- مقدمه

امروزه تاثیرات انسان بر محیط زیست و محیط زیست بر بشر بر کسی پوشیده نمی باشد. یکی از مسائل مورد بحث در جوامع علمی اثرات عناصر و کانی ها بر ارگانسیم موجودات زنده و آلودگی های ناشی از برخی عناصر بر آب و خاک می باشد، به طوریکه در این تحقیق به بررسی عنصر کروم، انواع مختلف آن و نحوه نشر و گسترش کروم در طبیعت و تاثیرات آن بر بدن انسان و موجودات زنده و آلودگی های ناشی از آن بر آب، خاک و محیط زیست پرداخته می شود. بدین منظور مناطقی که از نظر زمین شناسی امکان حضور عنصر کروم در آن ها بیشتر است و تاثیرات عوامل گوناگون در پراکندگی و تغییر این عنصر، از قبیل فرسایش، هوازدگی، آب های زیر زمینی و غیره مورد بررسی قرار گرفته اند. در ایران نیز مناطق و معادن سرشار از کروم وجود دارد که این امر خود بحث تاثیرات زیست محیطی آنرا بر محیط پیرامون خود مطرح می سازد، با داشتن درک صحیح از خطرات ناشی از آن، می توان اقدامات موثری در محافظت از سلامتی محیط و بشر انجام داد.

۲- معرفی عنصر کروم

کروم عنصری فلزی سخت، براق به رنگ خاکستری تا نقره ای و با قابلیت جلاپذیری خوب می باشد. این عنصر در سال ۱۷۹۷ توسط لوئیس واکلین^۱ دانشمند فرانسوی کشف گردید. منشأ اصلی آن سنگ کرومیت می باشد که ترکیبی از آهن، کروم و اکسیژن بوده و هرگز به صورت آزاد در طبیعت یافت نمی شود. کروم فلزی از طریق احیاء اکسید کروم با استفاده از آلومینیوم یا کربن تهیه می شود، معادن مهم کرومیت در کشورهای زیمبابوه، روسیه، نیوزیلند، ترکیه، ایران، آلبانی، فنلاند، ماداگاسکار و فیلیپین واقع شده است، این فلز از واکنش اکسید کروم با آلومینیوم تولید می شود.

به منظور افزایش سختی فولاد از کروم استفاده می شود و همچنین با استفاده از آن می توان فولاد های ضد زنگ و روکش های سطوح سخت تهیه نمود، که هر کدام از این ترکیبات کاربردهای فراوانی را در صنعت دارا می باشند. علاوه بر آن کرومیت دارای نقطه ذوب بالا، انبساط حرارتی متوسط و ساختار بلوری پایدار می باشد که به همین دلیل در صنایع نسوز مورد استفاده قرار می گیرد. مهمترین کرومات ها شامل کرومات سدیم و پتاسیم و دی کرومات ها، شامل دی کرومات پتاسیم و آلومینیوم بوده و تمامی ترکیبات کروم بی رنگ می باشند. از کاربردهای صنعتی کروم می توان به صنایع منسوجات، هواپیمایی، چرم سازی و آندنیزه کردن آلومینیوم اشاره نمود [۱].

۳- اثرات کروم بر سلامتی انسان و موجودات زنده

کروم از عناصر اساسی است که برای سوخت و ساز کربوهیدرات ها و چربی ها مورد نیاز بوده و از طریق افزایش اتصال انسولین به سلول ها باعث افزایش حساسیت انسولین می شود. مصرف ناکافی کروم باعث افزایش عوامل خطرزا در ارتباط با انواع دیابت و بیماری های قلبی و عروقی از قبیل بالا رفتن انسولین در گردش، گلوکز، تری گلیسریدها، کلسترول کل و کاهش کلسترول تنزیلی^۲ شده و همچنین باعث ایجاد اختلال در سیستم دفاعی بدن می شود.

کروم سه ظرفیتی یکی از عناصری است که کمترین خاصیت مسمومیت زایی را داشته و در صورت استفاده به عنوان مکمل غذایی، هیچگونه اثرات منفی را به همراه ندارد. اگرچه اثرات مسمومیت کروم درصد کمی از افرادی که در محدوده شغلی خود در معرض کروم قرار گرفته اند، شامل می شود. اما اثرات حاشیه ای آن می تواند به گونه ای فراگیر افراد جامعه را تحت تاثیر قرار دهد. کروم شش ظرفیتی به راحتی می تواند در بدن انسان به نوع سه ظرفیتی خود تبدیل شود ولی هیچ نوع تبدیل کروم سه ظرفیتی به کروم شش ظرفیتی در داخل ارگانسیم های زنده وجود ندارد. جذب کروم به مصرف این عنصر در رژیم غذایی مربوط می شود. در مصرف روزانه ۱۰ میکروگرم، جذب کروم در حدود ۲ درصد و در مصرف روزانه ۵۰ میکروگرم در روز میزان جذب، ۴ درصد خواهد بود. نوع کروم نیز بر جذب این عنصر تاثیر گذار خواهد بود. به عنوان مثال جذب کروم از کلرید کروم معمولاً حدود ۴ درصد می باشد. بالاترین تمرکز کروم در کلیه ها، جگر، طحال، قلب و شش ها دیده می شود. مطالعات انجام پذیرفته نشان می دهد که بر خلاف کروم سه ظرفیتی که از ابتدا وارد جگر می شود کروم شش ظرفیتی به تمام اعضاء به ویژه کلیه ها سرایت می کند.

تاثیرات کروم بر بدن انسان و موجودات زنده را می توان از دو منظر مورد توجه قرار داد:

آثار کوتاه مدت و آثار بلندمدت: در برخورد کوتاه مدت با مواد حاوی کروم سه ظرفیتی محلول، می توانند برای چشم و پوست سوزش آور باشند اما این اثر معمولاً به ماهیت اسیدی آن بر می گردد. بعضی افراد به کروم حساس هستند که در این مورد ترکیبات کرومی باعث ایجاد جوش های پوستی می شود. در عوض استنشاق کروم شش ظرفیتی می تواند باعث مسمومیت شدید، سوزش و ایجاد زخم هایی در مجرای بینی و نیز حساسیت تنفسی شود و همچنین در تماس پوستی با آسیب دیدگی ها یا زخم های در حال بهبود، باعث تبدیل آنها به زخم های شدید و بیماریهای پوستی حساس و مزمن می شود و اما تماس با کروم شش ظرفیتی در یک دوره طولانی یا مکرر، ممکن است باعث ایجاد سوراخ یا حفراتی در بینی شود و همچنین ممکن است منجر به سرطان مجاری تنفسی گردد [۲].

موجودات زنده از طریق خوردن، آشامیدن و تماس های پوستی، کروم و ترکیبات آن را دریافت می کنند. میزان کروم در هوا و آب بسیار اندک است ولی ممکن است آب های آلوده حاوی مقداری کروم چهار ظرفیتی و کروم شش ظرفیتی باشند که بسیار خطرناک می باشند.

کروم شش ظرفیتی محصول صنایع فولاد و نساجی می باشد که بسیار خطرناک است. آسیب هایی که کروم شش ظرفیتی و ترکیبات آن بر بدن انسان و موجود زنده وارد می سازد، شامل زخم معده، آماس پوست، حساسیت های پوستی و غیره می باشد. اگر به اندازه ۱/۲ قاشق چای خوری کروم شش ظرفیتی مصرف شود، مسمومیت های کشنده ای ایجاد می کند و در موارد مصرف کمتر ایجاد سرطان می کند.

کمبود کروم در حیوانات و انسان، ناهنجاری هایی را در دستگاه عصبی به وجود می آورد. در مطالعات نشان داده است، کمبود کروم در بدن باعث افزایش خطرات بیماری های قلب و عروق می شود و میزان مورد نیاز کروم در بدن در روز به ۵۰ تا ۲۰۰ میکروگرم می رسد، کروم و مس هر دو عناصری هستند که کمبود آن ها به بیماری های قلب و عروق منجر می شود [۱]. محصولات زراعی دارای مقداری کروم هستند تا میزان کروم مورد نیاز بدن انسان از این طریق تامین شود. اگر میزان کروم موجود در خاک افزایش پیدا کند، به تبع آن غلظت کروم در محصولات زراعی نیز افزایش می یابد. اسیدی شدن خاک بر میزان مصرف گیاهان زراعی از کروم تاثیر می گذارد. اکثر گیاهان کروم سه ظرفیتی دریافت می کنند. عنصر شیمیایی کروم توانایی تجمع در بدن ماهی ها را ندارد، اما اگر غلظت کروم، به دلیل تاثیر تولیدات فلزی بر آب های سطحی افزایش یابد، می تواند بر آبشش ماهی هایی که در نزدیکی این مناطق زندگی می کنند، اثر گذارد. کروم در جانوران باعث مشکلات تنفسی، پایین آمدن مقاومت بدن در برابر بیماری ها، کاهش تولد، عقیمی و تشکیل تومور می شود [۲].

۴- ارزیابی اثرات زیست محیطی کروم بر خاک

خاک غیر آلوده به خاکی گفته می شود که غلظت عناصر مختلف به ویژه عناصر سنگین در آن کمتر یا حداکثر برابر با غلظت این عناصر در استانداردهای جهانی معرفی شده باشد، که بدان غلظت زمینه گفته می شود.

جهت تعیین میزان آلایندهای عناصر سنگین در یک منطقه، بایستی میزان غلظت عناصر در منطقه با یک استاندارد مقایسه شود. بهترین نوع مقایسه، مقایسه با استانداردهای موجود برای همان منطقه می باشد زیرا شرایط زمین شناسی و اقلیمی گوناگون در نقاط مختلف دنیا، غلظت های متفاوتی را ایجاد می کند. به عنوان مثال میزان غلظت زمینه برای Pb در شرق آمریکا ۱۴، کانادا ۵۰ و هلند ۵۳۰ قسمت در میلیون قسمت از نمونه (PPM) گزارش شده است. از آنجائیکه در کشور ما نیز مانند سایر کشورها استاندارد خاصی برای درجه آلودگی خاک وجود ندارد، بنابراین از استاندارد های جهانی استفاده می شود. جدول ۱ میزان غلظت زمینه را برای سه استاندارد معتبر جهانی نشان می دهد [۳].

جدول ۱- میزان غلظت زمینه عنصر کروم برای سه استاندارد جهانی

استاندارد	کروم (Cr)
Lindsay	۱۰
USEPA	۱۰
G.L.C	۱۰

۵- پراکندگی و مشخصات کلی افیولیت‌های ایران

افیولیت‌های موجود در محدوده ایران را می‌توان در سه گروه عمده قرار داد که از نظر سن، ترکیب محیط زمین‌شناسی و تشکیل نسبت به هم متفاوت‌اند. در زاگرس افیولیت‌ها و رادیولاریت‌ها به صورت نوارهایی به موازات خط راندگی زاگرس قرار دارند. به همین دلیل به آن‌ها نوار افیولیت - رادیولاریت زاگرس گفته شده است. افیولیت - رادیولاریت زاگرس در دو منطقه از زون خرد شده (کراش زون) و در جنوب غربی راندگی اصلی - یکی در منطقه کرمانشاه و دیگری در منطقه نیریز دیده می‌شوند که هر دو در کانون دو قوس محدب بزرگ رشته کوه‌های زاگرس یعنی قوس پشتکوه و قوس فارس قرار دارند [۴].

در نوار زاگرس - عمان ملانژ به مفهوم خاص خود بسیار کم بوده و چنان که خواهیم دید، سنگ‌ها زوناسیون کامل داشته و به صورت فلس مانند روی هم قرار می‌گیرند که قاعده آن رسوبی و بخش فوقانی آن افیولیتی است. در حد و مرز زیرین و فوقانی آنها منطقه باریکی وجود دارد که سنگ‌های آن به صورت مخلوطی در هم بوده است. در آن قطعات آهکی بیگانه به ابعاد بزرگ یافت می‌شود. به طور کلی از نظر لیتولوژی، واحدهای سازنده مجموعه‌های افیولیتی ایران، مشابه واحدهای سازنده افیولیت‌های دنیا بوده و در حجم کل، شامل مجموعه‌های اولترابازیک (هارزبورژیت، دونیت، لوزولیت، و پیروکسنیت)، بازیک (گابرو، دولریت) و سنگ‌های کم و بیش اسید (که محصول تفریق و تفکیک گابرو - دولریت‌اند) و سرانجام گدازه‌های زیر دزیایی است که با توفها و سنگهای آذرین - تخریبی و رسوبات آهکی و رادیولاریتی مخلوط‌اند. تنها اختلاف در ضخامت و گسترش واحدهای تشکیل دهنده است که این مسئله خود پدیده عمومی است. مشخصات کلی افیولیت ملانژهای ایران از این قرار است:

- از نظر شیمیایی، سنگ‌های آتشفشانی و دیابازها از نوع کالکواکالن و تولنی‌ایتی‌اند.
- سنگ‌های نفوذی اسید که در مرحله آخر تفریق ماگما به وجود می‌آیند (نظیر دیوریت کوارتزار، ترونجمیت‌ها، تونالیت‌ها) ضخامت و اهمیت چندانی ندارند و غالباً به صورت دایک یا رگه و یا زواید جیب مانند ظاهر می‌شوند.
- گابرو در بسیار از مجموعه‌های افیولیتی ایران فراوان بوده، غالباً از نوع تروکتولیت و نوریت هستند، گاه ساختمان لایه لایه و گاه حالت توده مانند دارند.
- سنگ‌های اولترابازیک عمده‌ترین واحد تشکیل دهنده در مجموعه افیولیتی ایران بوده و در بین آن‌ها هارزبورژیت، بیش از سایر انواع است. این سنگ‌ها کم و بیش به سرپانتینیت تبدیل شده‌اند.
- کرومیت‌ها، عموماً در دونیت‌ها و به ندرت در داخل هارزبورژیت‌ها دیده می‌شوند.
- غالباً مجموعه‌های افیولیتی ایران به شدت در هم ریخته بوده و واحدهای آن به آسانی قابل جدایش و نقشه‌برداری نیست و علت نامگذاری آن به کالرد ملانژ به همین دلیل است [۴]، [۵].

۶- دگرسانی در افیولیت ملانژهای ایران

چنان که قبلاً اشاره شد، مجموعه‌های افیولیتی ایران در اکثر موارد به شدت خرد شده و به هم ریخته بوده و در عین حال تحت تأثیر محلول‌های هیدروترمال قرار گرفته‌اند، بنابراین دگرسانی شدیدی را متحمل شده‌اند. حاصل این تجزیه و تخریب، پیدایش سنگ‌ها و کانی‌هایی است که در پاره‌ای از موارد از نظر اقتصادی با ارزش‌اند. دگرسانی‌های متداول در آن‌ها عبارت‌اند از:

- سریسیتی شدن و اپیدوتی شدن پلاژیوکلارها که نتیجه آن پیدایش سریسیت و اپیدوت است و حالتی عام، در مجموعه‌های

افیولیتی ایران است.

- اورالیتی شدن پیروکسن‌ها که با پیدایش اورالیت یا حتی کلریت همراه است.
 - سرپانتینی شدن الیوین و پیروکسن که در جوار آن باید تشکیل کربنات‌ها و آزبست را نیز خاطر نشان کرد. گاهی شدت تجزیه و دگرسانی به نحوی است که مجموعه اولترامافیک تماماً به سرپانتینیت تبدیل می‌شود.
 - تالک که خود از دگرسانی پیشرفته سنگ های سرپانتینیت به وجود می‌آید.
 - کربناتی شدن، که تحت فشار زیاد گاز کربنیک و بخار آب، همزمان و بعد از سرپانتینی شدن انجام می‌شود.
- نتیجه این دگرسانی تشکیل سنگ ها و کانی های ثانوی نظیر رودنگیت، افی کربنات، منیزیت و آزبست است [۴]، [۵].

۷- رفتار کروم در خاک های مناطق افیولیتی

همانگونه که در بخش ۵ اشاره گردید از دگرسانی افیولیت ها که در ایران پراکنده اند ترکیباتی به وجود می آیند که لزوم بررسی تاثیرات آن ها بر محیط زیست ضروری می باشد. به طور کلی فرایند تشکیل خاک در سنگ های افیولیتی با آنچه در سنگ های اسیدی رخ می دهد، اغلب به دلیل غلظت های بالای Fe و Mg متفاوت است. به طور کلی گسترش پروفیل خاک، آهسته و ضعیف می باشد و میانگین pH آن از ۶ تا ۷/۵ متغیر است. ظرفیت نگهداشت آب در خاک بسیار پایین و ظرفیت تبادل کاتیونی به دلیل غلظت های بالای Mg و Ca، عموماً بالا می باشد. به دلیل تشکیل و گسترش پائین پروفیل خاک و نیز شیب های اغلب تند مناطق فوق الذکر، خاک های اولترامافیکی از پایداری چندانی برخوردار نیستند. این مساله، رشد گیاهان مقاوم و نگهدارنده خاک را کاهش داده که به نوبه خود در گسترش ضعف خاک در این مناطق موثر می باشد.

هوازدگی سنگ های افیولیتی به ویژه آن هایی که غنی از سرپانتین هستند، خاک ها و رسوباتی با غلظت های بالایی از Cr و دیگر عناصر سنگین سمی از قبیل Ni و Mn تولید می کنند. همانگونه که اشاه گردید، کروم آلاینده ای غیر آلی و سرطان زا است که در محیط به دو حالت اکسیداسیونی سه ظرفیتی و شش ظرفیتی دیده می شود. کروم سه ظرفیتی ماده ای با خاصیت سمی بسیار کم می باشد، در حالیکه کروم شش ظرفیتی یکی از مواد سرطان زا برای بدن می باشد. کرومی که از خاک های سرپانتینی نشأت می گیرد در ابتدا به شکل سه ظرفیتی بوده و از نظر شیمیایی غیر متحرک تلقی می شود. با این حال در حضور اکسیدهای منگنز به نوع شش ظرفیتی تبدیل می شود [۶].

مناطق افیولیتی حاوی سنگ ها و کانی هایی با جنس متفاوت می باشند که هر کدام نقش به سزایی در آلودگی این مناطق ایفا می کنند. بر طبق آزمایش شیرابه اسیدی^۳ انجام گرفته بر روی نمونه های سرپانتینی، مقدار کروم در سنگ های مختلف، به دست آمد. همانگونه که در جدول ۰ می شود درجه آزادسازی کروم از سرپانتین ها منحصر به فرد می باشد، که این خود گواه آنست که که سرپانتین ها مهمترین آلاینده طبیعی در طبیعت می باشند [۷].

جدول ۲: مقدار کروم در نمونه های مختلف (گرم بر تن) [۷].

مقدار کروم (گرم بر تن)	نوع نمونه مورد آزمایش	ردیف
۲۷۴	سرپانتین	۱
۱/۵	تونالیت	۲
۳/۳	پیروکسنیت	۳
۰/۹	دیوریت	۴
۹	دیاباز	۵
۰/۲	شیست	۶
۲/۵	گرانیت	۷
۱/۸	کوارتز مونزونیت	۸

مقدار معمول کروم در سرپانتین ها در حدود ppm ۱۰۰ می باشد. هوازدگی و آلتراسیون سنگ های اولترامافیکی حاوی کروم، عامل اصلی آلودگی این عنصر در مناطق اولترامافیکی می باشد. در مناطق افیولیتی غالباً فعالیت های شدید تکتونیکی وجود دارد. این فعالیت ها به همراه رگه های سولفیدی و یا دیگر فعالیت های هیدرو ترمالی، هوازدگی توده های اولترامافیکی و آزاد شدن کروم را تسریع و تقویت می کنند [۷].

آنالیز اس-ای-ام^۴ در کانی های مختلف نشان می دهد که کرومیت بیشترین مقدار کروم را دارد. دیگر کانی ها مانند پیروکسن، اولیون، سرپانتین ها و سولفید ها کمتر از یک درصد کروم دارند.

اگرچه کرومیت در برابر هوازدگی شیمیایی و فیزیکی مقاوم و در آب های نزدیک به خنثی به شدت انحلال ناپذیر است اما با این وجود مقادیر اندکی از کروم به صورت سه ظرفیتی و یا شش ظرفیتی در آب های سطحی و زیر زمینی وجود دارد [۸].

دو احتمال برای اکسیداسیون کروم سه ظرفیتی به کروم شش ظرفیتی وجود دارد. احتمال اول اکسیداسیون کروم سه ظرفیتی نزدیک سطح و سپس انتقال به سطوح پایین تر است و احتمال دیگر می تواند اکسیداسیون کروم سه ظرفیتی در اعماق به دلیل حضور MnO_2 در آبخوان یا واکنش با اکسیژن در گسل های فعال منطقه باشد [۷].

۸- رفتار کروم در آب های مناطق افیولیتی

به طور کلی در مناطق حاوی سنگ های اولترامافیکی، دو نوع آب سطحی تولید می شود. معمول ترین آن، نوع قلیایی با pH هایی در حدود ۸/۳ تا ۸/۶ و غنی از بی کربنات منیزیم می باشد. نوع دوم که کمتر دیده می شود، نوع قلیایی است که حاوی هیدرواکسید کلسیم بالا با مقدار pH بین ۱۱/۲ تا ۱۱/۸ می باشد [۹].

آب هایی که معمولاً در تماس با سنگ های اولترامافیکی هستند عمدتاً از نوع بی کربنات کلسیک منیزیک می باشند که حاصل از هوازدگی سنگ های اولترامافیکی سرپانتینی شده و یا در کل سنگ های دارای ترکیبات Ca و Mg از قبیل گابرو و یا بازالت می باشد که می توانند حاوی کروم سه ظرفیتی و یا کروم شش ظرفیتی باشند.

آب های تیپ بی کربنات منیزیک معمولاً از طریق واکنش آب های جوی با سرپانتیم ها و سنگ های اولترامافیکی تولید می شوند، در حالیکه آب های تیپ بی کربنات کلسیک از طریق واکنش آب های جوی با سنگ هایی از قبیل گابرو و بازالت به وجود می آیند. آب های تیپ بی کربنات منیزیک به مراتب نسبت به تیپ بی کربنات کلسیک از کروم غنی ترند [۶].

بررسی رابطه غلظت کروم با سایر عناصر اصلی و سنگین نشان می دهد که این عنصر با عناصر Ni، Co، Mg، Fe و Mn رابطه مستقیم و با عناصر Ca، Al، Zn، Pb رابطه معکوس نشان می دهد. رابطه نسبتاً قوی کروم با pH نشان دهنده اینست که به احتمال قوی کروم از نوع شش ظرفیتی است. چشمه هایی که مستقیماً از سنگ های اولترامافیکی خارج می شوند بیشترین غلظت کروم را دارا می باشند. تیپ اینگونه آب ها از نوع بی کربنات منیزیک می باشد که بیشترین پتانسیل داشتن کروم شش ظرفیتی را دارا می باشند [۱۰]، [۱۱]، [۱۲].

۹- نتیجه گیری و پیشنهادات

همانگونه که اشاره گردید عواملی همچون لیتولوژی، فاصله از توده های اولترامافیک، بافت خاک، فعالیت های شدید تکتونیکی و هوازدگی در پراکنش عناصر سنگین به خصوص کروم موثر می باشد. به گونه ای که می تواند کروم را از نظر نوع و میزان به صورت یک ماده آلوده کننده و مخرب نمایان سازد. در ایران نیز به دلیل وجود مناطق فراوان افیولیتی و همچنین وجود پدیده های دگرسانی و هوازدگی، تولید آلوده کننده های طبیعی محیط زیست به خصوص سرپانتین ها را به همراه دارد.

شناخت خاک ها و آب هایی که پتانسیل آلوده شونده طبیعی با عناصر سنگین را دارند و اتخاذ تصمیماتی در خصوص عدم انجام کارهای مهندسی تاثیر گذار بر روی زندگی انسان در اینگونه خاک ها، نقش به سزایی در سلامتی انسان ایفاء خواهد نمود. همچنین با کنترل ورودی میزان عناصر و کانی هایی مانند کروم سه ظرفیتی و شش ظرفیتی به بدن انسان و موجودات زنده می توان به بقاء بیشتر بشر و موجودات زنده کمک شایانی نمود.

۱۰- مراجع

- [1] Nriagu, J.o (1988). "*Production and uses of chromium*". In: Nriagu, J.O, Nieboer, E. (Eds), Chromium in the natural and human environments, vol. 20, pp.81-103.
- [2] Anderson RA(1999). "*Chromium as an essential nutrient*". The chromium file no.6.interm.chromium Development. Assoc.
- [3] Lindsay, W.L. (1979). "*Chemical equilibria in soils*": Gohn Wiley and Sons, New York. 449pp.
- [4] Stockline, J. (1974). "*Northern Iran: Alborz mountain mesozoic-cenozoic orogenic belt, data for orogenic studies*". Geol. Soc. London, Sp. Pub4, p. 213-234.
- [5] Alavi- Tehrani, N. (1676). "*Geology and petrography in ophiolite range NW of Sabzevar (Khorassan/Iran) with special regard to metamorphism and genetic relations in an ophiolite suite*". 147 p.
- [6] Fantoni D, Bronzzo G, Canepa M, Cipolli F, Marini L, Ottonello G, Zuccolini N.V (2002). "*Natural hexavalent chromium in ground waters interacting with ophiolitic rocks*". Env.Geol.871-882.
- [7] Robles-camacho J, Armienta MA (2000). "*Natural chromium contamination of groundwater at Leon Valley, Mexico*". J Geochem Explor 68:167-181.
- [8] Hem; J.D. (1985). "*Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*"; US, Geological Survey Water Supply Paper 2254.
- [9] Gray J.E; Sanzolone R.F (2001). "*Environmental studies of mineral deposits in Alaska*". US. Geological Survey Bulletin 2156.
- [10] Mohan,SV; Nithila, P; Reddy , SJ(1996). "*Estimation of heavy metal in drinking water and development of heavy metal in drinking water and development of heavy metal pollution index*". Journal Environmental Sci Health A31 (2):283.
- [11] Tamasi, G; Cini, R (2003). "*Heavy metals in drinking waters from mount amiata (Tuscany,Italy). Possible risks from arsenic for public health in the province of Siena*". Science of the Total Environment. 327:41-51.
- [12] Fendorf, SE (1995). "*Surface reactions of chromium in soils and waters*". Geoderma.Vol 67.55-71.

۱۱- زیر نویس ها

¹ Louis Vauquelin

² Reduced HDL-Cholesterol

³ Rock acid leachate test

⁴ Scanning electron microscopy