

صنعت چرم در حاشیه کشف رود و تاثیرات آن بر جوندگان، راهکارهای کنترل و دستیابی به توسعه پایدار

فریده برات زاده پوستچی^۱، فاطمه طباطبائی یزدی^{۲*}، آوا حیدری^۳، زهرا موسوی^۴

Fa.baratzadehpouštchi@mail.um.ac.ir

چکیده

متأسفانه صنعت دباغی یکی از مهم‌ترین آلاینده‌ها در سراسر جهان به دلیل ماهیت پیچیده‌ی فاضلاب آن‌ها محسوب می‌شود. در طول فرایند تولید چرم، انواع مواد شیمیایی با حجم زیادی از آب برای تبدیل پوست خام به محصولات چرمی تولید می‌شود که سبب ایجاد فاضلاب‌هایی با دوام بالا که منبع آلودگی محیط زیست هستند نیز می‌شود. از آنجا که سالانه مقدار زیادی از پساب‌های شهرک صنعتی چرمشهر قزقان مشهد به بسترآبی فصلی کشف رود تخلیه می‌شود مشکلات زیست محیطی در آن بروز پیدا کرده و آبیاری گیاهان با فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر و انباشت آن در بافت‌های گیاهی و مصرف علوفه آلوده توسط دام فلزات سنگین را وارد چرخه غذایی می‌کند و علاوه بر تأثیر بر روی دام، سبب تأثیراتی بر جوندگان منطقه و به سبب آن روی پرندگان شکاری که از جونده تغذیه می‌کنند و در نهایت وارد چرخه‌ی غذایی شده و به مرور تأثیرات آن در انسان هم ظاهر می‌شود. تجزیه و تحلیل شیمیایی خاک، هوا و آب اطلاعاتی در مورد غلظت ترکیبات خاص در محیط ارائه می‌دهد. با این وجود، این تجزیه و تحلیل‌ها به تنهایی برای ارزیابی دسترس پذیری و میزان سمیت و آسیب‌های بالقوه آلاینده‌های فلزی به حیات وحش و انسان‌ها مناسب نیستند. بنابراین مطالعه‌ی انباشت فلزات سنگین در بافت حیواناتی که در محیط‌های آلوده زندگی می‌کنند به عنوان نشانگرهای زیستی (Bioindicator) مناسب می‌باشد. جوندگان نسبت به آلودگی‌های محیط زیستی به خصوص آلودگی فلزات سنگین بسیار حساس‌اند و می‌توانند به عنوان شاخص زیستی در مناطق آلوده مورد بررسی قرار گیرند. در این مطالعه اثرات کروم ناشی از صنعت چرم بر محیط زیست و همچنین اثرات آن در بافت‌های کبد، کلیه، ریه و بیضه‌ی جونده‌ی جرد لیبی ناشی از صنعت چرمشهر قزقان مشهد بررسی گردید. جونده‌ی جرد لیبی با توجه به وابستگی زیستگاهی و تغذیه‌ای زیاد به زیستگاهش، جهت پایش بسیار مفید بوده و می‌تواند به عنوان پایش‌های سطح آلودگی در مطالعات آتی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کروم، صنعت چرم، جونده

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست - دانشگاه فردوسی مشهد
- ۲- نویسنده مسئول؛ عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست - دانشگاه فردوسی مشهد
- ۳- عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست - دانشگاه فردوسی مشهد
- ۴- عضو هیات علمی دانشکده دامپزشکی - دانشگاه فردوسی مشهد

Leather industry on the margins of Kashafood and its effects on rodents, control strategies and achieving to sustainable development

Farideh Baratzadeh Poustchi¹, Fatemeh Tabatabai Yazdi², Ava Heidari³, Zahra Mousavi⁴

Fa.baratzadehpoustchi@mail.um.ac.ir

Abstract

Unfortunately, the tanning industry is one of the most important pollutants worldwide due to the complex nature of its waste. During the leather production process, a variety of chemicals are produced with large volumes of water to convert raw skin into leather products, which also creates highly durable wastewater that is a source of environmental pollution. Since a large amount of effluent is discharged into the seasonal water bed of Charmshahr industrial town of Qazghan, Mashhad, it is discharged into the seasonal water bed. Consumption of contaminated fodder by livestock enters heavy metals into the food cycle and in addition to the impact on livestock, causes effects on rodents in the area and therefore on birds of prey that feed on rodents. They eventually enter the food cycle and gradually its effects also appear in human beings. Chemical analysis of soil, air and water provides information on the concentration of specific compounds in the environment. However, these analyzes alone are not suitable for assessing the availability and extent of toxicity and potential harm of metal contaminants to wildlife and humans. Therefore, the study of heavy metal accumulation in the tissues of animals living in contaminated environments is appropriate as a bioindicator. Rodents are very sensitive to environmental contaminants; especially heavy metal contamination and can be studied as biological indicators. In this paper, the effects of chromium from the leather industry on the environment, as well as its effects on the tissues of the liver, kidney, lung and testicular of Libyan Jird rodent resulting from Charmshahr's

- 1- Master student of Environmental Science and Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment - Ferdowsi University of Mashhad
- 2- Faculty member of the Faculty of Natural Resources and Environment - Ferdowsi University of Mashhad
- 3- Faculty member of the Faculty of Natural Resources and Environment - Ferdowsi University of Mashhad
- 4- Faculty member of the Faculty of Veterinary Medicine - Ferdowsi University of Mashhad

industry in Ghazgan, Mashhad was studied. Due to high dependence on its habitat and feed, Libyan Jird rodent is very useful for monitoring and can be used as a contamination level monitoring in future studies.

Keywords: Chrome, Leather Industry, Rodent

۱. مقدمه

اثرات مخرب آلاینده‌های زیست‌محیطی و نگرانی‌های حاصل از آن در محیط‌زیست، ضرورت پیشگیری از انتشار آلودگی پساب ناشی از منابع مختلف را بیش‌ازپیش آشکار می‌نماید. صنعت چرم‌سازی از صنایع بسیار آلاینده می‌باشد. (Saxena et al., 2016; Guimarães et al., 2019). مهم‌ترین آلودگی حاصل از صنایع دباغی و چرم‌سازی را باید ناشی از پساب آن‌ها دانست که نه تنها باعث آلودگی آب‌های جاری، زیرزمینی بلکه آلودگی خاک‌های مسیر عبور پساب‌ها را نیز به دنبال دارد (Pouzan et al., 2008, dos Santos Moysés et al., 2017). مشکل شایع در صنایع چرم‌سازی، تخلیه‌ی پساب و فاضلاب‌های تولیدی بدون تصفیه‌ی کامل به داخل آبراهه‌ها می‌باشد که سبب آلودگی محیط‌زیست می‌شود. در طول فرایند دباغی، مقدار زیادی از مواد شیمیایی مانند اسیدها، قلیا، نمک‌های کروم، تانن‌ها، سورفکتانت، رنگ‌ها، روغن‌های سولفات، زیست‌کش‌ها مانند نمک‌های مس و ... برای تبدیل پروتئین نیمه‌محلول کلاژن به چرم بادوام با اشکال تجاری استفاده می‌شود (Saxena et al., 2016). این مواد، در صورت عدم تصفیه‌ی مناسب، ذخیره و انتقال، دفع و مدیریت نادرست برای سلامت انسان یا محیط‌زیست (خاک، هوا، و آب) خطرات بالقوه ایجاد می‌کند (da Silva et al., 2016). از آنجاییکه در بسیاری از واحدهای پردازش چرم، تمرکز ویژه بر استفاده از فلز سنگین کروم جهت حفظ چرم در طولانی مدت است. بنابراین در صورت عدم مدیریت صحیح دفع پساب دباغی به محیط‌زیست، علاوه بر تخریب اکوسیستم، سبب مشکلاتی بر روی سلامت انسان‌های در معرض نیز می‌شود (Constantini et al., 2008; Gowd & Govil, 1989). فلز سنگین کروم دارای دانسیته بیش از ۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب و جز مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست محسوب می‌شود. از خصوصیات این فلز پایداری آن می‌باشد، در واقع مانند اغلب مواد آلی از طریق فرایندهای شیمیایی و زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شود. یکی از نتایج مهم این پایداری، تغلیظ و تجمع این فلز در مواد غذایی و یا بافت‌های جاندارانی که در معرض کروم می‌باشند را می‌توان نام برد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۳). پستانداران کوچک اغلب نشان‌دهنده‌ی یک مرحله‌ی بینابینی بین سطوح کم و زیاد تغذیه‌ای هستند. از یک طرف آن‌ها از گیاهان، میوه‌ها و بی‌مهرگان تغذیه می‌کنند و از طرف دیگر آن‌ها رژیم غذایی پرندگان و پستانداران گوشت‌خوار را تشکیل می‌دهند (Metcheva., 2003). چونندگان نسبت به آلودگی‌های محیط‌زیستی به خصوص آلودگی فلزات سنگین بسیار حساس‌اند و می‌توانند به منزله‌ی شاخص زیستی در مناطق آلوده استفاده شوند. علاوه بر این الگوی توزیع فلزات سنگین در بافت‌های بدن چونندگان بسیار شبیه به بافت‌های بدن انسان است (خزائی و همکاران، ۱۳۹۴). مانند دیگر پستانداران کوچک، چونده‌ی

جرد لیبی برای پایش آلودگی محیط‌زیست و نیز برای ارزیابی خطر جمعیت‌های انسانی ساکن در مناطق آلوده مناسب می‌باشد، از آنجا که این گونه دارای فراوانی و پراکنش گسترده، مسیر مهاجرت کوتاه، عادات غذایی کلی، طول عمر کوتاه، میزان تولیدمثل بالا و قابلیت صیدپذیری زیادی را نیز دارد، از آن به عنوان نشانگر زیستی استفاده می‌شود (Adham et al., 2011).

۲. معرفی صنعت چرم

چرم سازی یا دباغی پوست فرآیند فیزیکی شیمیایی است که بر اثر اعمال فیزیکی و تاثیرات مواد شیمیایی و یا گیاهی، پوست خام فاسد شدنی به کارایی فاسد نشدنی و با ارزش و قابل استفاده برای انسان به نام چرم تبدیل می‌شود. فرایند دباغی به دو نوع دباغی گیاهی که از تانن (مازوی دباغی) استفاده و دباغی با کروم طبقه‌بندی می‌شود (Saxena et al., 2016). تولید چرم طی مراحل مختلفی انجام می‌گیرد که شامل انبار و نگه‌داری پوست خام، مرحله خیساندن و شستشو، آهک‌دهی، لاش زدایی، موگیری، آهک‌گیری، آنزیم دهی، چربی‌گیری، دباغی، دباغی مجدد، فعالیت‌های تکمیلی شامل الف) برش زدن و جور کردن، ب) روغن دهی و براق کردن و ج) رنگ آمیزی می‌باشد (تک‌دستان و همکاران، ۱۳۹۴).

۳. آلودگی محیط‌زیست و سمیت فاضلاب‌های چرم‌سازی

فاضلاب‌های دباغی به عنوان یکی از آلاینده‌های زیست‌محیطی در میان تمامی فاضلاب‌های صنعتی محسوب می‌شود. (Gupta et al., 2012) فاضلاب دباغی حاوی حجم بالا BOD^1 ، COD^2 ، TDS^3 ، TSS^4 ، سولفید، آمونیاک، نیترات و فلزات سنگین سمی از جمله کروم، نمک‌های صنعتی و ضایعات پوست و مواد آلی است که به طور بالقوه برای انسان و دیگر موجودات زنده سمی است. این مواد آسیب‌شدیدگی به خاک و مراتع منطقه وارد ساخته و آب‌های سطحی و زیرزمینی را نیز آلوده می‌سازد و هم‌چنین دارای بوی آزاردهنده و گازهایی است که حاصل فرآیند عمل‌آوری چرم هستند (شکل ۱). علاوه بر این‌ها، فاضلاب‌های دباغی حاوی مخلوطی از ترکیبات شیمیایی است که در طی فرایند پردازش چرم استفاده می‌شود و حتی بعد از تصفیه به طور کامل از بین نمی‌روند و تاثیر منفی بر موجودات زنده و محیط‌زیست دارند (Suganthi et al., 2013; Dixit et al., 2015; Kumar et al., 2008; Saxena & Bhaarakava, 2015). فاضلاب‌های دباغی یک منبع عمده‌ی آلودگی آب و خاک است. رنگ قهوه‌ای مایل به زرد از نفوذ نور خورشید جلوگیری می‌کند. بنابراین فعالیت‌های فتوسنتزی و اکسیژنی منابع آبی کاهش و از این رو برای زندگی آبزیان زیان‌آور است (Kongjao et al., 2008; Carpenter et al., 2013). علاوه بر این سبب کاهش میزان اکسیژن محلول و ایجاد شرایط بی‌هوازی و بوی بسیار نامطبوع می‌شود. همچنین فاضلاب‌های دباغی سبب یوتروفیکاسیون^۵ (غنی‌سازی آب توسط مواد مغذی به خصوص نیتروژن و فسفر که سبب

- 1- Biological Oxygen Demand
- 2- Chemical Oxygen Demand
- 3- Total Dissolved Solid
- 4- Total Suspended Solid
- 5- Eutrophication

از بین رفتن سیستم آبی می‌شود)، آلودگی منابع آبی، کاهش روند نیتریفیکاسیون^۱ و دی‌نیتریفیکاسیون^۲ (حذف نیتروژن از آب و جلوگیری از ایجاد پدیده‌ی یوتروفیکاسیون) شده است (verma et al., 2008; Sahu et al., 2007; Schilling et al., 2012; Lofrano et al., 2013). بنابراین سبب ایجاد اثرات منفی بر عملکرد زیست‌محیطی جانوران و گیاهان آبی می‌شود. تخلیه نامناسب فاضلاب‌های دباغی منجر به آلودگی قابل توجه خاک و نیز اسیدی شدن آن به علت حجم زیاد نمک‌ها در فاضلاب می‌شود (Mwinyihija, 2010). میزان بالای سولفید در فاضلاب دباغی باعث کمبود برخی از مواد مغذی در خاک مانند Cu، Zn و Fe می‌شود. با این حال کروم (VI) ساختار جوامع میکروبی خاک را تغییر و رشد آن را کاهش می‌دهد و سبب تاخیر در زیست‌پالایی نیز می‌شود و همچنین اگر وارد زنجیره‌ی غذایی انسان و سایر جانداران شود دارای تاثیرات غیرقابل جبرانی می‌باشد (Raj et al., 2014)



شکل ۱- تاثیر زیست‌محیطی صنعت چرم (Dixit et al., ۲۰۱۵)

۴. سمیت و سرطان‌زایی کروم

کروم (VI) هم برای انسان و هم حیوانات سمی است. با این حال استفاده از آن در مشاغل و در محیط‌زیست باید با کاهش اثرات سمی آن صورت گیرد (Pereira et al., 2005). بعد از جذب، کروم در جریان خون به پروتئین انتقال آهن متصل می‌شود. سپس این فلز سنگین توسط ترنسفرین (پروتئین حمل آهن) به بافت‌ها از طریق آندوسیتوز منتقل می‌شود. اکثر کروم‌ها ظرف مدت ۳۰ دقیقه به بافت‌ها می‌رسند

- 1- Nitrification
- 2- Denitrification

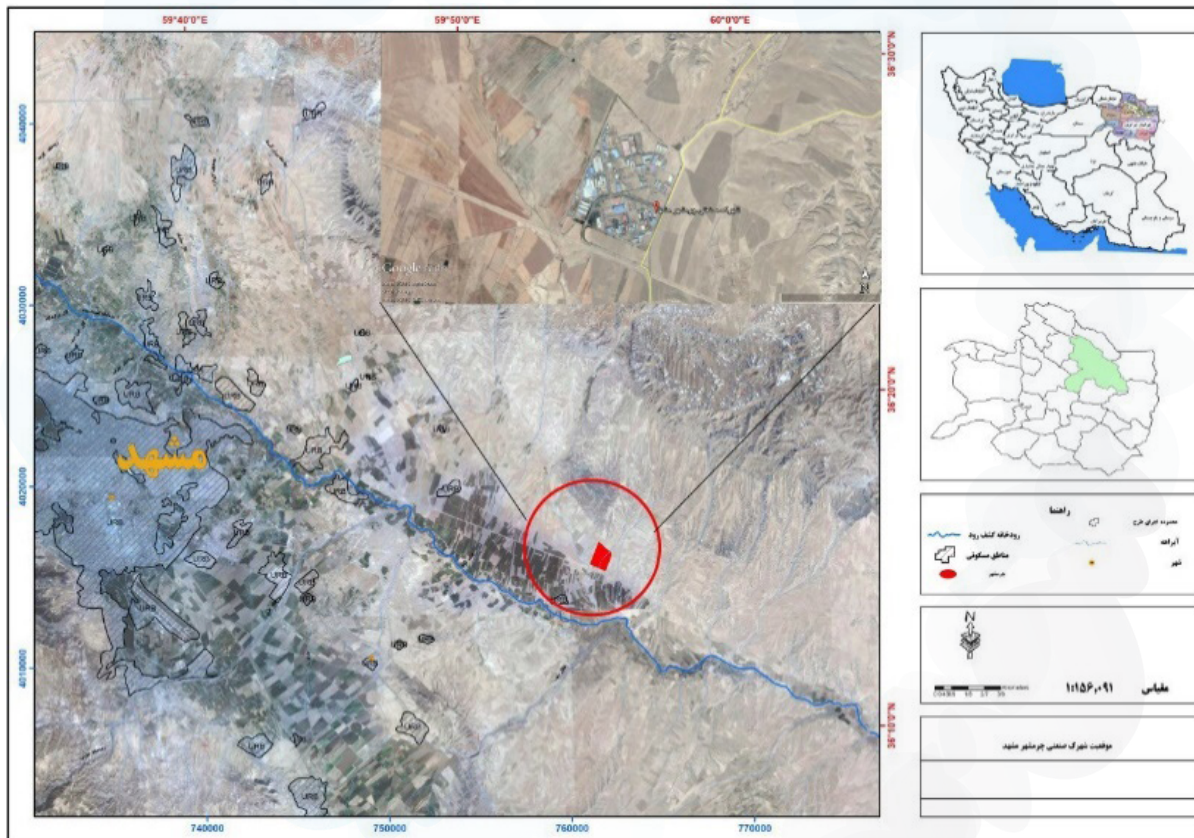
(Vincent, 2017). استنشاق و مواجهه دهانی و پوستی با کروم باعث رسوب آن در بافت‌های کبد، کلیه، قلب و ریه می‌شود. همچنین کروم از طریق جفت مادر به جنین و از طریق شیردهی به نوزاد منتقل می‌شود (Proctor et al., 2003). آلودگی شغلی و محیطی به ترکیبات حاوی کروم شش ظرفیتی باعث ایجاد سمیت چندگانه، مانند آسیب کلیه و کبد، آلرژی و آسم، آسیب و زخم معده، تغییرات کروموزومی، تشنج، قرمزی و تورم پوست در انسان‌ها می‌شود (WHO¹, 1988; Goyer, 2001; Gad, 2014). تنفس و استنشاق سطح بالایی از کروم شش ظرفیتی می‌تواند باعث بروز ناراحتی ناشی از آبریزش، خونریزی و زخم‌های بینی و سرطان ریه شود. (Gad, 2014) مشکلات اصلی بهداشتی دیده شده در حیوانات پس از مصرف ترکیبات کروم شش ظرفیتی ناراحتی و زخم معده و آسیب روده کوچک، کم‌خونی، تشکیل تومور، مشکلات تنفسی، پایین آمدن مقاومت بدن در برابر بیماری‌ها، آسیب به اسپرم و سیستم تولیدمثل نرها و کاهش میزان تولد است. ترکیبات کروم سه ظرفیتی زیاد سمی نیستند و به نظر نمی‌رسد این ترکیبات مشکلات جدی را ایجاد کنند (ATSDR², 2008). در برخی از افراد بسیار حساس ممکن است واکنش‌های آلرژیک شامل قرمزی شدید و تورم پوست ایجاد کند (Gad, 2014). اگرچه مواجهه با هریک از ترکیبات مختلف کروم می‌تواند با مخاطراتی همراه باشد اما از میان آنها کروم شش ظرفیتی بالاترین و بیشترین مخاطرات بهداشتی را داراست (Proctor et al., 2014). اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا³ حد مجاز کروم را براساس میانگین وزن (TWA⁴) برای کروم سه ظرفیتی $0/5 \text{ mg m}^{-3}$ تعیین کرد، و انجمن متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا⁵ مقدار آستانه و حد مجاز را برای کروم شش ظرفیتی $0/01 \text{ mg m}^{-3}$ اعلام کرد. هر دو آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان و طرح ملی سم‌شناسی⁶ دولت آمریکا، کروم را به عنوان ترکیبات سرطان‌زا طبقه‌بندی کردند.

۵. منطقه مورد مطالعه

شهرک صنعتی چرمشهر قزقان با موقعیت جغرافیایی "۴۸° ۵۴' ۵۹° شرقی و "۱۴' ۵۱' ۳۶° شمالی در استان خراسان رضوی و در ۱۲ کیلومتری شرق مشهد و ۳۵ کیلومتری جاده مشهد- سرخس واقع شده است (شکل ۲). مساحت کل شهرک ۱۲۵ هکتار است و مساحت فاز عملیاتی آن ۱۲۴.۸ هکتار و مساحت صنعتی آن ۶۶ هکتار می‌باشد. در این شهرک صنعتی ۵۴ شرکت شامل منسوجات، مواد و محصولات شیمیایی، دباغی چرم و ساخت کیف، کفش و چمدان و... در حال تولید می‌باشد. میانگین ارتفاع منطقه ۱۰۰۰ متر می‌باشد. این منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک و با متوسط بارندگی سالانه ۲۳۰ میلی‌متر، سرعت متوسط باد سالانه ۲/۱۶ متر در ثانیه، متوسط دمای سالانه ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. سال تاسیس این شهرک صنعتی ۱۳۷۵ و تاکنون در حال فعالیت می‌باشد. شرکت چرم مشهد بزرگترین تولیدکننده محصولات چرمی در ایران می‌باشد. وجود ۱۷٪ صنایع چرم کشور در شهرک چرمشهر واقع در حاشیه شهر

- 1- World Health Organization
- 2- Agency for Toxic Substances and Disease Registry
- 3- Occupational Safety and Health Administration
- 4- Time-Weighted Averages
- 5- American Conference of Governmental Industrial Hygienists
- 6- National Toxicology Program

مشهد و حجم بالای پساب تولیدی این صنایع، تهدیدی برای محیط زیست منطقه است. مصرف بالای کروم در فراوری چرم (میانگین ۸۰ کیلوگرم برای هر تن پوست خام) و غلظت بالای آن در پساب خروجی (به طور میانگین ۶۳ میلی گرم در لیتر) خطر آلودگی را برای خاک‌های تحت تأثیر فاضلاب این صنایع به وجود می‌آورد (پوران و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل ۲- نقشه منطقه مورد مطالعه در شهرک صنعتی چرمشهر قرقان مشهد

همچنین این شهرک صنعتی از مناطقی است که در نزدیکی حوضه‌ی آبریز کشف رود به وسعت ۱۵۶۵۰ کیلومتر مربع که جز بزرگترین رودخانه‌های شمال شرقی ایران محسوب می‌شود، قرار دارد. در واقع این رودخانه دربرگیرنده‌ی بخش گسترده‌ای از ارتفاعات هزار مسجد و بینالود است و به عنوان زهکش اصلی دشت مشهد محسوب می‌شود و تامین کننده‌ی آب مورد نیاز ده‌ها روستا، چندین طرح پرورش ماهی و کارخانجات صنعتی می‌باشد. علاوه بر این آب این رودخانه به طور وسیعی برای آبیاری مزارع کشاورزی حاشیه رودخانه نیز استفاده می‌شود (محمدی و بابائی، ۱۳۸۹). همچنین این حوضه‌ی آبریز به دلیل تنوع سنگ‌شناسی، فعالیت‌های تکتونیکی، آب و هوای خشک و نیمه خشک و وجود باران‌های فصلی، پدیده‌های زمین‌شناسی زیادی مانند فرسایش شیاری، واریزه، خندق و حرکت‌های توده‌ای که باعث ایجاد مناظر زیبا و متفاوتی شده است، که ارزش این حوضه را از نظر تنوع در پدیده‌های زمین‌شناسی،

پوشش‌های گیاهی متنوع و همچنین پتانسیل گردشگری بالایی را سبب شده است (دهقان و همکاران، ۱۳۹۲). استقرار صنایع متفرقه از جمله پوست و چرم و تخلیه پساب‌های آلوده به فلزات سنگین، از جمله فلز کروم به این رودخانه با توجه به استفاده از رواناب آن در صنایع کشاورزی یکی از دغدغه‌های بهداشتی و زیست‌محیطی در شهر مشهد محسوب می‌شود (رضایی و همکاران، ۱۳۹۳). به عنوان مثال، جوانه‌های گندم در دو هزار هکتار از اراضی کشاورزی پایین دست کشف رود، در حوالی چرمشهر، با انواع فاضلاب، از فاضلاب تانکرهای خانگی تا خونابه کشتارگاهی و فاضلاب کارخانه‌های تولیدی شهرک صنعتی چرمشهر فاضلاب سبز شده است. فاضلاب حاصله از صنعت چرم شهر، سبب انباشت کروم در بافت‌های گیاهی و جانوری شده و مصرف علوفه آلوده توسط دام، فلز سنگین کروم را وارد چرخه غذایی می‌کند و علاوه بر تاثیر روی دام، گیاه و جانور، به مرور تاثیرات آن در انسان هم ظاهر می‌شود (Pouuran et al., 2008).

۶. غلظت فلز سنگین کروم در بافت‌های جردلیبی

میانگین غلظت فلز سنگین کروم در هر یک از بافت‌های کلیه، کبد، ریه و بیضه افراد جردلیبی در منطقه چرمشهر و شاهد در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد، میزان تجمع کروم در بافت‌های مورد آزمایش در دامنه $1/16 - 2 \text{ mg kg}^{-1}$ قرار دارد. در بافت کلیه‌ی جردلیبی میزان کروم تفاوت معنی‌داری را با بافت‌های کبد، ریه و بیضه نشان نداد ($p > 0.05$). میزان کروم در بافت بیضه ($1/07 \text{ mg kg}^{-1}$) و بافت کبد (1 mg kg^{-1}) تفاوت معنی‌داری را با یکدیگر نشان نداد ($p > 0.05$) ولی مقدار کروم در این دو بافت (کبد و بیضه) تفاوت معنی‌داری را با بافت ریه نشان داد ($p < 0.05$).

۷. داده‌های هیستوپاتولوژی بافت‌های کلیه، کبد، ریه و بیضه منطقه‌ی چرمشهر با منطقه‌ی شاهد

۱-۷. بافت کلیه

در مطالعه‌ی هیستوپاتولوژی لام‌های تهیه شده از بافت کلیه جردهای لیبی منطقه چرمشهر، ضایعات پرخونی سرخرگی و سیاهرگی^۱، خونریزی^۲، نکروز^۳ یا مرگ سلول و دژنراسانس^۴ سلول‌های اپی‌تلیال لوله‌ها مشاهده شد.

۲-۷. بافت کبد

در مشاهدات ماکروسکوپی بافت کبد جردهای لیبی منطقه چرمشهر ضایعات پرخونی سرخرگی و سیاهرگی، نکروز و واکوئله شدن (آبکی شدن سیتوپلاسم)^۵، التهاب^۶ و فیبروز نیز مشاهده شد.

- 1- Hyperemia
- 2- Hemorrhage
- 3- Necrosis
- 4- Degeneration
- 5- Degeneration
- 6- Inflammation

۳-۷. بافت ریه

در مشاهدات ماکروسکوپی بافت ریه جرد لیبی منطقه چرمشهر، وجود ضایعات پرخونی سرخرگی و سیاهرگی، متسع شدن آلوئول های ریه (آمفیزم)^۱، خونریزی و التهاب مشاهده شد

۴-۷. بافت بیضه

در مشاهدات ماکروسکوپی بافت بیضه جرد لیبی منطقه چرمشهر، ضایعات پرخونی فعال سرخرگی، خونریزی و همچنین نکروز سلول های لیدیگ بیضه^۲ مشاهده شد همچنین قطر لوله های سمینی فرس^۳ بافت بیضه ی منطقه چرمشهر در مقایسه با منطقه شاهد کاهش یافته بود.

جدول ۱. میانگین (± انحراف معیار) میزان غلظت فلز سنگین کروم (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) در بافت های مختلف جرد لیبی منطقه ی چرمشهر (حروف آماری غیر مشترک در آزمون دانکن در سطح ۰.۰۵ دارای تفاوت معنی داری با یکدیگر هستند)

بافت	تعداد	انحراف معیار ± میانگین غلظت کروم (mg kg ⁻¹)	حداکثر- حداقل	مقدار F	سطح معنی دار (P-value)
کلیه	۲۸	۱/۶۱±۰/۸۶ ^{ab}	۰/۸۴-۳/۶۲	۷/۱۱	۰/۰۰۰
کبد	۲۸	۱/۰۰±۰/۲۰ ^a	۰/۶۹-۱/۷۵		
ریه	۲۸	۲/۱۶±۱/۵۱ ^b	۰/۶۹-۸/۴۵		
بیضه	۶	۱/۰۷±۰/۴۵ ^a	۰/۵۵-۱/۸۴		

۸. نتیجه گیری

آلودگی فلزات سنگین یکی از مهم ترین مسایل در جوامع توسعه یافته و در حال توسعه تلقی می شود زیرا این آلودگی به تدریج در محیط پیرامون پخش می شود و در نهایت مقابله با آن به یک مسئله جدی تبدیل می شود. در صورت عدم اقدامات لازم در زمان مناسب ممکن است حتی با خسارات های غیر قابل جبرانی روبه رو شوند. مطالعات زیادی بر روی فلزات سنگین حاصل از فعالیت های صنعتی شده است، اما در این مطالعه چون گستردگی آلودگی به دلیل وارد شدن پساب شهرک صنعتی بدون پیش تصفیه به آب های کشف رود و سپس آبیاری زمین های کشاورزی و چرای دام از گیاهان آلوده به کروم و توزیع محصولات کشاورزی و گوشت آلوده به کروم زیاد است اهمیت این مطالعه را آشکار می سازد. انجام مطالعات بیشتر بر روی خاک، گیاهان و جانوران، که بیانگر شدت آلودگی نیز می باشد توجه مسئولین را بیش از پیش جلب

-
- 1- Emphysema
 - 2- Leydig cell necrosis
 - 3- Seminiferous tubule

می‌کند. پس از مطالعات اولیه و نمونه برداری انجام شده از منطقه‌ی چرمشهر قزقان، محرض شد منطقه دارای کروم و تاثیرات هیستوپاتولوژیک بر روی جوندگان بوده است. اگرچه آزمایشات فیزیکی و شیمیایی مورد تایید دستگاه‌های دولتی برای نظارت بر محیط زیست می‌باشد، اما توصیه می‌شود آزمایشاتی با استفاده از موجودات زنده صورت گیرد تا سمیت ترکیبات ناشی از فعالیت‌های انسانی ارزیابی شود.

۹. راهکارهای کاربردی

- در فرایند دباغی به منظور عدم استفاده از نمک جهت حفاظت پوست، تا حد امکان از پوست‌های تازه استفاده شود.
- استفاده از نمک سود کردن یا خنک کردن پوست به جای استفاده از قارچ‌کش یا حشره‌کش.
- در صورت استفاده از مواد گندزا، از موادی استفاده شود که سمیت کمتری داشته باشند مانند موادی که فاقد آرسنیک، جیوه، لیندان، پنتاکروفل و سایر مواد کلردار.
- چون منشأ رنگ در پساب دباغی کروم سه ظرفیتی است، بنابراین تلاش برای حذف رنگ از پساب دباغی با کاهش غلظت کروم همراه است.
- با جداسازی جریان‌های فاضلاب حاوی کروم از جریان‌های دیگر، علاوه بر جلوگیری رسوب هیدروکسید کروم در انتقال فاضلاب، سالیانه چندین تن از کروم مصرفی را می‌توان بازیافت کرد.
- تلاش برای استفاده از جایگزین‌های بهتر کروم از نظر زیست محیطی مانند تیتانیوم، آلومینیوم، آهن، زیرکونیوم و یا دباغی گیاهی.
- به منظور کاهش مواد زائد در صنعت چرم‌سازی، می‌توان از طریق بازیافت زائدات حاصل از چیدن مو و پشم در بافت جوراب و تهیه لباس استفاده کرد. همچنین با بازیافت چربی می‌توان در فعالیت صافکاری و روغن‌کاری قطعات ماشین‌آلات بهره‌مند شد.

۱۰. مراجع

۱. اعتمادی دیلمی، ا، محمدی، ی، سلامت، ن (۱۳۹۲). مطالعه تغییرات بافتی کلیه و کبد چنگرنوک سرخ (*Gallinula chloropus Linnaeus, 1758*) بعنوان شاخص زیستی آلودگی تالاب انزلی. فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، سال اول، شماره اول، ص ۱-۱۸.
۲. پوران، ح، فتوت، ا، حق نیا، غ، حلاج نیا، ا، چمساز، م (۱۳۸۸)، اثر فاضلاب کارخانه چرم‌سازی بر میزان کروم و تعیین شکل‌های شیمیایی آن در خاک. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۲، ص ۱۹-۱۰.
۳. تکدستان، ا، حسینی‌پناه، ا، کردانی، م، جنادله، ح (۱۳۹۴)، مدیریت و روش‌های تصفیه فاضلاب صنایع چرم‌سازی. اولین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در نگهداشت محیط زیست، آب و منابع طبیعی، ص ۱-۱۱.
۴. خزائی، م، حمیدیان، ا، علیزاده شعبانی، ا، اشرفی، س، میرجلیلی، ع، اسمعیل‌زاده، ا (۱۳۹۴)، بررسی میزان تجمع فلزات سنگین Cr و Zn، Cu در بافت مو و کبد جرد ایرانی (*Meriones persicus*) دره زرشک، یزد. محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۸، شماره ۴، ص ۵۴۹-۵۵۷.

۵. دهقان، پ، حسین پور مقدم، م، لشکری پور، غ، غفوری، م (۱۳۹۲)، بررسی اشکال ژئومورفولوژی حوضه‌ی آبریز رودخانه کشف رود (شمال شرق ایران). هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. ص ۱-۸.
۶. رضایی، م، دوستی، ف، لقامینی، ف (۱۳۹۳)، بررسی آلودگی فلزات سنگین در پساب واحدهای آبکاری حاشیه رودخانه کشف رود مشهد. دومین همایش ملی برنامه‌ریزی، حفاظت حمایت از محیط زیست و توسعه پایدار، ص ۱-۷.
۷. مهدی آبادی، م، کاردار، س، علی پور، ص. (۱۳۹۵)، مطالعه و تعیین علل غلظت بالای کروم حاصل از فعالیت شهرک صنعتی چرم شهر تهران. بهداشت و ایمنی کار، جلد ۶، شماره ۱، ص ۷۱-۸۰.
۸. محمدی، ز، بابایی، ی (۱۳۸۹)، ضرورت کنترل آلودگی پساب‌های ورودی به رودخانه کشف رود مشهد و ارائه راهکارهای مناسب. همایش ملی آب پاک، ص ۱-۸.

9. Adham, K. G., Al_Eisa, N. A., & Farhood, M. H (2011), Risk assessment of heavy metal contamination in soil and wild Libyan jird *Meriones libycus* in Riyadh, Saudi Arabia. *Journal of Environmental Biology*, 32(6), 813_ 819. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22471221>
10. Carpenter, J., Sharma, S., Sharma, AK. Verma, S (2013), Adsorption of dye by using the solid waste from leather industry as an adsorbent. *International Journal of Engineering Science Invention* 2(1):64_69.
11. Costantini, A.S., Paci, E., Miligi, L., Buiatti, E., Martelli, C., Lenzi, S (1989), Cancer mortality among workers in the Tuscan tanning industry. *Br. J. Ind. Med.* 46 (6), 384e388.
12. da Silva, W. A. M., Mendes, B. de O., Guimarães, A. T. B., Rabelo, L. M., Ferreira, R. de O., e Silva, B. C., ..Malafaia, G (2016), dermal exposure to tannery effluent causes neurobehavioral changes in C57Bl/6J and Swiss mice. *Chemosphere*, 160, 237_243.
13. dos Santos Moysés, F., Bertoldi, K., Elsner, V. R., Cechinel, L. R., Basso, C., Stülp, S., ... Siqueira, I. R (2017), Effect of tannery effluent on oxidative status of brain structures and liver of rodents. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(18), 15689_15699. 9149_4
14. Gowd, S.S., Govil, P.K (2008), Distribution of heavy metals in surface water of Ranipet industrial area in Tamil Nadu, India. *Environ. Monit. Assess.* 136 (1e3), 197e207.
15. Guimarães, A. T. B., de Oliveira Ferreira, R., de Souza, J. M., da Costa Estrela, D., Talvani, A., Souza, D. M. S., Malafaia, G (2019), Evaluating the reproductive toxicology of tannery effluent in male SWISS mice. *Science of the total environment*, 648, 1440_1452.
16. Gupta K, Gaumat S, Mishra K (2012), Studies on phyto_genotoxic assessment of tannery effluent and chromium on *Allium cepa*. *J Environ Biol* 33(3):557_563.
17. Kongjao, S., Damronglerd, S., Hunsom, M (2008), Simultaneous removal of organic and inorganic pollutants in tannery wastewater using electrocoagulation technique. *Korean J Chem Eng* 25(4):703_709.

18. Kumar V, Majumdar C, Roy P (2008), Effects of endocrine disrupting chemicals from leather industry effluents on male reproductive system. *J Steroid Biochem Mol Biol* 111(3_5):208_216.
19. Lofrano G, Meric S, Zengin GE, Orhon D (2013), Chemical and biological treatment technologies for leather tannery chemicals and wastewaters: a review. *Sci Total Environ* Vol 461_462: pp 265_281.
20. Metcheva, R. Teodorova, S. Topashka_Anecheva, M. A (2003), Comparative analysis of heavy metal loading of small mammals in different regions of Bulgaria I: monitoring points and bioaccumulation feature. *Ecotoxicological and Environmental Safety*, 54 (2): 176_187.
21. Mwinyihija, M (2010), Main pollutants and environmental impacts of the tanning industry. In: *Ecotoxicological diagnosis in the Tanning Industry*. Springer, New York, NY.
22. Pouran, H., Fotovat, A. Haghnia, G., Halajnia, G., and Chamsaz, M (2008), A case study: Chromium concentration and its species in a calcareous soil affected by leather industries effluents. *World Applied Sciences Journal* 5 (4): 484_489.
23. Raj A, Kumar S, Haq I, Kumar M (2014), Detection of tannery effluents induced DNA damage in mung bean by use of Random Amplified Polymorphic DNA Markers. Article ID 727623.
24. Sahu RK, Katiyar S, Tiwari J, Kisku GC (2007), Assessment of drain water receiving effluent from tanneries and its impact on soil and plants with particular emphasis on bioaccumulation of heavy metals. *Journal of Environmental Biology* 28(3):685_690.
25. Saxena G, Bharagava RN (2015), Persistent organic pollutants and bacterial communities present during the treatment of tannery wastewater. In: Chandra R (ed) *Environmental waste management*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, pp 217_247.
26. Saxena, G., Chandra, R., & Bharagava, R. N (2016), *Environmental Pollution, Toxicity Profile and Treatment Approaches for Tannery Wastewater and Its Chemical Pollutants* (pp. 31_69).
27. Schilling K, Ulrike B, Helmut K, Zessner M (2012), Adapting the Austrian Edict on wastewater emissions for tanneries as consequence of foam formation on surface waters. *Environ Sci Pollut* 23:68_73.
28. Suganthi KV, Mahalaksmi M, Balasubramanian N (2013), Development of hybrid membrane bioreactor for tannery effluent treatment. *Desalination* 309:231_236.
29. Verma T, Ramteke PW, Garg SK (2008), Quality assessment of treated tannery wastewater with special emphasis on pathogenic E. coli detection through serotyping. *Environ Monit Assess* 145(1_3):243_249.