Ministry of Science, Research and Technology
Institute for Color Science & Technology

Available online @ www.jscw.icrc.ac.ir
Journal of Studies on Color World, 12, 4(2023), 315-325
Article type: Research article
Open access

نشریه علمی مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

Investigation of Amount of Heavy Metals in Hair Colorants Produced in Iran

Kamaledin Gharanjig[*1], Seyed Masoud Etezad[2], Shohre Rouhani[1], Alireza mahmoudi nahavandi[3], Yaghub Mahmiani[4], Azam Mehranfar[1]

1- Department of Organic Colorants, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box: 16765-654, Tehran, Iran.
2- Department of Environmental Research, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box: 16765-654, Tehran, Iran.
3-Department of Color Imaging and Color Image Processing, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box: 16765-654, Tehran, Iran.
4- Technical University of Istanbul, Department of Chemistry, P. O. Box: TR34469, Maslak, Istanbul, Turkey.

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 22- 11- 2022
Accepted: 12 -02 -2023
Available online:27 -02-2023
Print ISSN: 2251-7278
Online ISSN: 2383-2223

DOR:20.1001.1.22517278.1401.12.4.2.3

Keywords:
Hair Dyes
Heavy Metals
ICP Mass
Toxicity
Iran

ABSTRACT

The increasing use of synthetic hair dyes in Iran, the heavy metals present, side effects (skin sensitivities), and the risk of carcinogenicity have made researchers investigate these dyes. This study was carried out by randomly selecting five Iranian brands in the city of Tehran and comparing them with two foreign brands. It was determined the concentration of heavy metals (Lead, Arsenic, Nickel, Cadmium, and Chromium) in domestically produced hair dyes had been investigated. Heavy metal concentrations were measured by inductively coupled plasma spectrometry (ICP MASS) following acid digestion. The results showed that the concentration of heavy metals in 35 samples measured with three repetitions was less than 10 ppm and within the permissible limit.

***Corresponding author**: **gharanjig@icrc.ac.ir**

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

نشریه علمی
مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه رنگ

دسترسی آنلاین: www.jscw.icrc.ac.ir
نشریه علمی مطالعات در دنیای رنگ/ ۱۲، (۱۴۰۱)۴، ۳۲۵-۳۱۵
نوع مقاله: پژوهشی
دسترسی آزاد

بررسی میزان فلزات سنگین موجود در مواد رنگ‌کننده مو تولیدات داخل کشور

کمال الدین قرنجیگ[1*]، سید مسعود اعتضاد[2]، شهره روحانی[3]، علیرضا محمودی[4]، یعقوب مهمیانی[5]، اعظم مهرانفر[6]

۱- استاد، گروه پژوهشی مواد رنگزای آلی، پژوهشکده مواد رنگزا، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق‌پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵.

۲- استادیار، گروه پژوهشی محیط زیست و رنگ، پژوهشکده مواد رنگزا، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق‌پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵.

۳- دانشیار، گروه پژوهشی مواد رنگزای آلی، پژوهشکده مواد رنگزا، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق‌پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵.

۴- استادیار، گروه پژوهشی نمایش رنگ و پردازش تصویر، پژوهشکده فیزیک رنگ، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق‌پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵.

۵- دکتری، دانشگاه استانبول تکنیک، دانشکده شیمی، ماسلاک، استانبول، ترکیه، صندوق پستی: TR ۳۴۴۶۹.

۶- کارشناس ارشد، گروه پژوهشی مواد رنگزای آلی، پژوهشکده مواد رنگزا، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق‌پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۱
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۱/۲۳
در دسترس به صورت الکترونیکی: ۱۴۰۱/۱۲/۰۸
شاپا چاپی: ۷۲۷۸-۲۲۵۱
شاپا الکترونیکی: ۲۲۲۳-۲۳۸۳

DOR: 20.1001.1.22517278.1401.12.4.2.3

واژه‌های کلیدی:
مواد رنگ‌کننده مو
فلزات سنگین
طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القایی
سمیت
ایران

چکیده

افزایش استفاده از مواد رنگزای مصنوعی برای مو در ایران، وجود فلزات سنگین ، داشتن عوارضی جانبی (حساسیت‌های پوستی) و خطر سرطان‌زا بودن موجب شده است که مواد رنگ‌کننده مو مورد توجه و بررسی پژوهشگران قرار گیرند. هدف از این مطالعه که با انتخاب تصادفی پنج برند ایرانی در سطح شهر تهران و مقایسه آنها با دو برند خارجی انجام گرفت، تعیین غلظت فلزات سنگین (سرب، آرسنیک، نیکل، کادمیم و کرم) در مواد رنگزای مو تولید شده در داخل کشور است. غلظت فلزات سنگین پس از انجام مراحل هضم اسیدی به روش طیف‌سنجی پلاسمای جفت‌شده القایی (ICP MASS) اندازه‌گیری شدند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که غلظت فلزات سنگین در ۳۵ نمونه اندازه‌گیری شده با سه بار تکرار کمتر از ۱۰ ppm و در حد مجاز بوده است.

Corresponding author: gharanjig@icrc.ac.ir

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

۱- مقدمه

مو نشانگر جذابیت، زنانگی، مردانگی، سلامتی و زیبایی است. از آنجایی که جامعه بیشتر و بیشتر بر جوانی و زیبایی تمرکز می‌کند، رنگ کردن مو در بین مردان و زنانی که به دنبال چنین ارزش یا گرایش‌های مد هستند، رایج شده است. در سطح جهانی، مواد رنگ‌کننده مو صنعتی با داشتن درآمدی با بیش از ۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۵ رشد سریعی داشته است [۱]. با پیشرفت صنایع آرایشی و بهداشتی در سال‌های اخیر مصرف محصولات آن‌ها در ایران بسیار رایج شده است و تولیدات آن از جمله صابون، کرم، پودر صورت، لوسیون برنزه کننده، رژ لب، رنگ مو، خمیر دندان و محصولات مراقبت کننده از بدن و ناخن نیز افزایش داشته است [۲]. بر طبق آمار، ایران و عربستان سعودی بالاترین میزان مصرف لوازم آرایشی و بهداشتی را در خاورمیانه دارند. در حدود ۲/۱ میلیون دلار در سال برای محصولات آرایشی و بهداشتی در ایران هزینه شده است [۳].

سفید شدن موها به از دست دادن ملانوسیت‌های رنگدانه‌ساز از فولیکول‌های مو نسبت داده می‌شود که نشان‌دهنده از دست دادن جمعیت سلول‌های بنیادی ملانوسیت در فولیکول‌های مو در حال پیری است [۴]. مواد رنگ‌کننده مو یکی از پرفروش‌ترین محصولات است زیرا در اروپا، آمریکای شمالی و ژاپن حدود ۲۵ درصد از زنان بالای ۱۸ سال و ۱۰ درصد از مردان بالای ۴۰ سال از مواد رنگ‌کننده مو استفاده می‌کنند [۵]. محصولات آرایشی رنگ مو محصولاتی هستند که برای رنگ کردن مو استفاده می‌شود تا زنان بتوانند موهای خاکستری خود را پنهان کنند. از طرفی، امروزه مردان نیز از مواد رنگ‌کننده مو استفاده می‌کنند. محصولات مختلف رنگ مو برای مردان نیز به طور انحصاری تولید شده و در بازار یافت می‌شوند. دلایل استفاده از مواد رنگ‌کننده در حال حاضر ممکن است متفاوت باشد و فقط برای پنهان کردن موهای خاکستری نباشد، بلکه برای تقویت رنگ طبیعی مو یا تغییر کامل آن نیز می‌تواند باشد. در هر صورت، دلیل اصلی همه این‌ها مد و احساس جذابیت بیشتر است [۴].

مواد رنگزای مو به چهار دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: ۱- مواد رنگزای اکسایشی (دائم) ۲- مواد رنگزای مستقیم یا غیراکسایشی (موقت یا نیمه‌دائمی) ۳- نمک‌های فلزی ۴- مواد رنگزای طبیعی [۶]. نمک‌های فلزی عمدتاً برای پوشاندن موهای سفید شده استفاده می‌شوند و به طور کلی بر پایه استات سرب هستند. مواد رنگزای طبیعی عموما مواد رنگزای استخراج شده از گیاهان دارای اهمیت اقتصادی نسبتاً کمی هستند ولی مصرف آن‌ها به عنوان ماده رنگزای مو رو به رشد است. در بیشتر موارد حنا به عنوان ماده رنگزای طبیعی استفاده می‌شود [۷]. محصولات مواد رنگزای مو موقت برای مدت نسبتاً کوتاهی موها را رنگ می‌کنند، به گونه‌ای که رنگ مو پس از یک بار شستشو با شامپو (مواد رنگزای موقت) یا چندین نوبت شستشو با شامپو (مواد رنگزای نیمه‌دائمی) از بین می‌رود. هر دوی این محصولات در طبقه مواد رنگزای غیر اکسایشی قرار می‌گیرند [۸]. مواد رنگزای موقت در اشکال مختلف از جمله آبکشی، شامپو، ژل، اسپری و فوم موجود است و معمولاً برای رنگ کردن مو برای مواقع خاص مانند مهمانی یا جشن هالووین استفاده می‌شود. مولکول‌های مواد رنگزا در رنگ موی موقت بزرگ هستند و به لایه کوتیکول نفوذ نمی‌کنند و به راحتی با یک شامپو پاک می‌شوند [۹].

مواد رنگزای دائمی، موها را به صورت دائمی رنگ می‌کنند، به طوری که اگر افراد بخواهند رنگ طبیعی خود را بازیابی کنند باید اجازه دهند تا موها خود رشد کنند. مواد رنگزای دائمی بر اساس مواد فعال غیررنگی هستند که بیشتر توسط یک واکنش شیمیایی برای ایجاد رنگ اکسید می‌شوند [۸]. این مواد فعال به عنوان مواد رنگزای اکسایشی شناخته می‌شوند و برای ایجاد رنگ در فرآیند رنگرزی اکسایشی پیچیده شرکت می‌کنند. در واقع، مواد رنگزای اکسایشی در دو بطری مجزا به بازار عرضه می‌شوند. یکی از آنها حاوی امولسیون با پیش‌سازها، جفت‌شونده‌ها و پایه است، در حالی که دیگری حاوی امولسیون با ظاهر کننده است. در این نوع از مواد رنگزا به یک عامل اکسیدکننده نیاز است که به عنوان ظاهر کننده شناخته می‌شود. پراکسید هیدروژن گزینه ارجح در این مورد است. یک محیط قلیایی که معمولاً با آمونیاک به دست می‌آید نیز مورد نیاز است، زیرا مسئول باز کردن کوتیکول برای افزایش ورودی سه جزء دیگر به داخل مو است [۱۰]. برای افزایش جذب مواد رنگزا بر روی مو معمولا فرمول‌بندی با pH بالاتر از ۹ تا ۱۰ که با آمونیاک، هیدروکسید سدیم و اتانل آمین بدست می‌آید، تهیه می‌شود [۱۰].

پیچیدگی فرمول‌ها در مواد رنگزای تجاری با وجود ده‌ها جزء از جمله مواد رنگزا، ضداکسیدشدن، اصلاح‌کننده، مواد قلیایی، آمونیاک، صابون، مواد معطر، مرطوب کننده باعث ایجاد فرمول‌بندی متفاوت در بین تولیدکنندگان شده است [۱۱]. از آنجایی که محصولات رنگ مو حاوی طیف گسترده‌ای از مواد شیمیایی هستند، برخی افراد واکنش‌های آلرژیک و یا تحریک پوست را شدیدتر از دیگران تجربه می‌کنند. علائم این واکنش‌ها می‌تواند شامل قرمزی، زخم، خارش، احساس سوزش و ناراحتی باشد. تحریک موضعی پوست برای تحریک پوست سر، گردن، پیشانی، گوش‌ها و پلک‌ها شناخته شده است. چنین علائمی ممکن است بلافاصله پس از اعمال و پردازش رنگ آشکار نشود. در عوض می‌توانند پس از چند ساعت یا حتی یک روز بعد ظاهر شوند [۱۲].

پارافنیلن دی‌آمین (PPD) یکی از مواد شیمیایی پرکاربرد در رنگ موی دائمی است [۱۳] که در بسیاری از محصولات دیگر مانند نساجی یا خز، لوازم آرایشی با رنگ تیره، خالکوبی‌های موقت، ظاهرکننده عکاسی، صفحات لیتوگرافی، فتوکپی، جوهرهای چاپ،

لاستیک سیاه، روغن‌ها، گریس‌ها و بنزین نیز کاربرد دارد [۱۴]. پارافنیلن دی آمین موجود در مواد رنگ‌کننده دائمی به عنوان یک حساس‌کننده قوی در برخی افراد شناخته شده است [۱۵]. انجمن درماتیت تماسی آمریکا (ACDS[1]) در سال ۲۰۰۶ اعلام کرد که پارافنیلن‌دی‌آمین ماده‌ای است که باعث حساسیت تماسی می‌شود [۱۶]. در موارد شدیدتر، ممکن است قرمزی و تورم مشخصی در پوست سر و صورت بوجود آید [۱۷]. آرایشگران و ظاهرکنندگان فیلم و افرادی که با پارافنیلن دی‌آمین کار می‌کنند ممکن است دچار درماتیت[2] در دستان خود شوند [۱۸]. در برخی از مواد رنگ‌کننده موی دائمی و نیمه‌دائمی جدیدتر از سولفات پاراتولوئن‌دی‌آمین (PTDS) به جای پارافنیلن دی‌آمین استفاده می‌کنند [۱۴]. این ماده توسط حدود ۵۰ درصد از افرادی که به پارافنیلن‌دی‌آمین حساسیت دارند، استفاده می‌شود و اکثر افراد به سولفات پاراتولوئن‌دی‌آمین حساسیتی ندارند [۱۵].

رنگ موهای دائمی به ماده اکسیدان (پراکسید هیدروژن) نیاز دارند تا رنگ نهایی را روی مو ایجاد کنند. در این رنگ‌ها ترکیبات خاصی وجود دارد از جمله آمونیاک، پارافنیلین دی آمین، اکسیدان و آب. آمونیاک ماده قلیایی است که قشر خارجی مو یا کوتیکول را می‌شکافد تا رنگ و اکسیدان به داخل ساقه مو نفوذ کند. اکسیدان رنگدانه‌های طبیعی را از بین می برد و رنگ جدید از طریق اکسایش مشتقات پارافنیلن دی آمین جایگزین می شود. رنگدانه تشکیل شده در داخل مو به دلیل حجیم شدن و غیرآب‌دوست بودن در بین فیبریل‌های مو به دام می افتد و باعث دائمی شدن رنگ مو می شود. قبلا از پارافنیلن دی‌آمین برای تولید رنگ مو استفاده می‌شد ولی امروزه بیشتر از مشتقات این ترکیب استفاده می‌شود تا خاصیت سمی پارافنیلن دی‌آمین از بین برود. درصد مجاز پارافنیلین دی آمین در رنگ مو در حدود ۲ درصد است. تولید و عرضه‌کنندگان ملزم به درج نام این ماده بر روی لیبل هستند.

از دیگر مواد پر کاربرد در مواد رنگزای اکسایشی تولوئن-۵،۲-دی‌آمین (PTD) است. PTD موجود در مواد رنگزای مو می‌تواند فعال‌کننده‌های قوی ایمنی برای القای پاسخ‌های پیش‌افزاینده و ضدالتهابی باشد. با این که پاسخ ایمنی به مواد رنگزای موهای اکسایشی حاوی PTD کمتر شناخته شده است با این حال مواد رنگزای مو حاوی ۱/۶ درصد PTD باعث التهاب موضعی قوی می‌شود [۱۹].

در اتحادیه اروپا مواد رنگزای مو جزء لوازم آرایشی محسوب می‌شوند و با مقررات کنترل و کیفیت آرایشی تنظیم می‌شوند [۲۰]. قانون مواد غذایی، دارو و آرایشی ایالات متحده در سال ۱۹۳۸ سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA[3]) را به عنوان آژانس مسئول ایمنی محصولات مراقبت شخصی (PCP)[4] لوازم آرایشی تعیین کرد. تعریف ایالات متحده از محصولات مراقبت شخصی لوازم آرایشی تا حدودی متفاوت‌تر از اتحادیه اروپا است. موادی که به صورت مالشی، ریزشی، پاششی یا به صورت دیگری روی بدن انسان برای پاک‌سازی، زیباسازی، افزایش جذابیت یا تغییر ظاهر اعمال شوند، در محدوده این تعریف قرار می‌گیرند و صابون‌ها را شامل نمی‌شود [۲۱].

با توجه به وجود انواع مختلفی از مواد شیمیایی در مواد رنگ‌کننده مو و سایر محصولات آرایشی و بهداشتی به عنوان مواد تشکیل دهنده و برخی به عنوان نگهدارنده استفاده می‌شوند، نگرانی‌هایی در مورد وجود مواد شیمیایی مضر در این محصولات وجود دارد. در میان مواد شیمیایی مضر موجود در مواد رنگ‌کننده مو و سایر محصولات آرایشی و بهداشتی، فلزات سنگین هستند به طوری که یکی از مهم‌ترین منابع رهاسازی فلزات سنگین به شمار می‌روند [۲۲]. امروزه موادی مانند فلزات سنگین در لوازم آرایشی بطور ناخواسته و یا در طی فرآیند تولید تشکیل می‌شوند [۲۳]. قبلا برخی از این مواد بطور عمده برای دستیابی به خواص مطلوب مواد رنگ‌کننده مو اضافه می‌شدند. فلزات سنگین از جمله مهم‌ترین آلاینده‌های محیطی هستند که بسیاری از آنها حتی در مقادیر کم برای انسان سمی هستند [۲۴]. این نوع فلزات قادر به تولید رادیکال‌های آزاد و گونه‌های اکسیژن فعال بوده و به چرخه سلولی، بافت‌های سلولی و فعالیت‌های آنها آسیب می‌رسانند [۲۵]. استفاده مداوم از محصولات آلوده منجر به تجمع سموم غیر متابولیزه شده در بافت هدف می‌شود و در نتیجه منجر به بروز انواع بیماری‌ها و عوارض می‌شود [۲۶].

مواد رنگ‌کننده مو محصولاتی پرکاربرد و حاوی تعداد زیادی مواد حساسیت‌زا هستند. در ساخت لوازم آرایشی رنگی و رنگ موها معمولاً از رنگدانه‌های معدنی استفاده می‌شود که منجر به آلودگی محصولات آرایشی و بهداشتی به فلزات سنگین مانند مس، نیکل، کبالت، سرب، کرم، کادمیم و سایر عناصر می‌شود. این فلزات سنگین به صورت رنگدانه‌ها، مواد نگهدارنده، صافی‌های UV و همچنین عوامل ضد تعریق، ضدقارچی و ضدباکتری به بخشی از محصولات آرایشی تبدیل می‌شوند [۲۷]. عنصر آرسنیک اثرات نامطلوبی بر پوست و مو داشته و موجب ریزش مو و همچنین از بین رفتن ناخن‌ها می‌شود [۲۸]. قرارگرفتن در معرض سرب حتی به نسبت کم، منجر به مشکلات جدی از جمله ایجاد آلرژی‌های پوستی [۲۹]، اختلال در سیستم عصبی، اختلالات در دستگاه تولید مثل [۳۰] و بیماری قلبی-

[1] ACDS: American Contact Dermatitis Society
[2] Dermatitis
[3] FDA: US Food and Drug Administration
[4] PCP: Personal Care Products

عروقی، استخوان، کبد، شکنندگی مو، ریزش مو و در اثر تجمع زیاد این فلز در بدن حتی انواعی از سرطان‌ها را موجب می‌گردد [۳۱]. کادمیم نیز بافت‌های قلب و رگ‌های خونی، کلیه‌ها، ریه‌ها، و مغز را مورد هدف قرار می‌دهد و در نتیجه بیماری‌های قلب، فشار خون، آسیب کبدی، تضعیف سیستم ایمنی بدن [۳۲] و تخریب استخوان را به دنبال دارد [۳۳].

استانداردهای ارایه شده توسط سازمان غذا و داروی آمریکا حد مجاز سرب ppm ۲۰ تعریف شده است و طبق استانداردهای کانادا این حد کمتر از ppm ۱۰ معرفی شده است. استانداردهای بین‌المللی حد مجاز غلظت کرم، نیکل، آرسنیک، مس و روی را عموما بر اساس سرب می‌سنجند و این محدوده را بین ppm ۲۰ -۱۰ معرفی می‌کنند [۳۶-۳۴].

برخلاف استفاده گسترده از مواد رنگ‌کننده مصنوعی مو، نگرانی‌های زیادی در مورد ایمنی آن‌ها مطرح شده است. درماتیت تماسی[1] شایع‌ترین عارضه جانبی گزارش شده است [۳۷] اما مطالعات دیگری وجود دارد که اثرات مضر بیشتری مانند خطر ابتلا به سرطان را نشان می‌دهد. به ویژه شواهدی وجود دارد که نشان دهنده افزایش خطر سرطان مثانه مرتبط با استفاده از محصولات مواد رنگزای اکسایشی است [۳۸]. با این حال، نتایج متناقضی وجود دارد، زیرا گزارش‌های دیگر نشان می‌دهد که خطر سرطان‌زایی در انسان در شرایط استفاده واقعی و قرار گرفتن در معرض آن ناچیز به نظر می‌رسد [۳۹]. با این وجود، آن دسته از ترکیباتی که می‌توانند به عنوان رنگ مو استفاده شوند، توسط قوانین جاری در هر کشور تنظیم می‌شوند، به گونه‌ای که بیشینه غلظت مجاز برای هر یک از آنها تعیین شده است. به دلایل ذکر شده، روش‌های تحلیلی برای کنترل غلظت مواد رنگزای مو و در نتیجه اطمینان از کارایی و ایمنی آن‌ها مورد نیاز است [۴۰].

از میان مواد رنگزای مصرف شده در صنایع مختلف، مواد رنگزای آزو یکی از بزرگ‌ترین گروه مواد رنگزا را به خود اختصاص داده‌اند. مواد رنگزای آزو مواد رنگی آلی مصنوعی هستند. این ترکیبات متنوع و درخشان هستند و برای رنگ کردن انواع محصولات خوراکی استفاده می‌شوند. مواد رنگزای آزو معمولا در برابر شرایط هوازی مقاوم هستند اما در حضور مواد احیا کننده به آمین‌های آروماتیک تبدیل می‌شوند [۴۱]. این آمین‌ها ممکن است موجب بروز سردردهای مکرر در بزرگسالان [۴۲]، اختلات عصبی [۴۳]، اختلال ژنی [۴۴] و سرطان‌زایی [۴۵] شوند. به واسطه چنین مشکلاتی، بسیاری از کشورهای جهان استفاده از مواد رنگزای آزو در مواد خوراکی را ممنوع کرده‌اند.

مواد رنگزای موقت شامل مواد رنگزای آزو، تری فنیل متان، آنتراکینون یا ایندامین است و مواد رنگزای نیمه‌دائمی حاوی نیترو فنیلن دی‌آمین‌ها، نیتروآمینوفنول‌ها و برخی مواد رنگزای آزو هستند [۷]. تحقیقات در سال‌های اخیر نشان داده است که برخی از مواد رنگزای آزو سرطان‌زا هستند. سرطان‌زایی بسیاری از مواد رنگزای آزو به دلیل تجزیه محصولات مانند بنزیدین است. بنزیدین تومورهای مختلف را در انسان و حیوانات فعال می‌کند. مشخص شده است که آمین‌های معطر موجود در بسیاری از مواد رنگزای آزو بر سلامت انسان تأثیرگذار است و باعث آلرژی و بیماری‌های دیگر می‌شود. مواجهه انسان با مواد رنگزای آزو از طریق بلع، استنشاق یا تماس پوستی است [۴۶]. بنابراین اطمینان از عاری بودن رنگ موهای سنتزی از مواد رنگزای آزو بسیار حایز اهمیت است. زیرا مواد رنگزا، فلزات سنگین و سایر آلاینده های موجود در پساب صنایع مختلف سبب بروز نگرانی‌هایی در محققان و علاقه‌مندان محیط‌زیست گردیده است [۴۷]. از طرفی نحوه جذب آلاینده های رنگی آزو از پساب‌ها نیز مورد توجه و تحقیق پژوهشگران بوده است [۴۸].

با توجه به حجم بالای استفاده از لوازم آرایشی در ایران و از طرفی کاهش سن استفاده از محصولات آرایشی و مواد رنگ‌کننده مو، ایمنی و سلامت این محصولات موجبات نگرانی را در کشور موجب شده است و توجه محققان را به خود جلب نموده است، در این مطالعه غلظت پنج فلز سنگین سرب، کرم، کادمیم، آرسنیک و نیکل در پنج برند ایرانی و دو برند خارجی معروف از مواد رنگ‌کننده مو رایج در سطح شهر تهران انتخاب و خریداری و مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲- بخش تجربی

۲-۱- مواد اولیه و تجهیزات

مواد رنگ‌کننده طبق جدول ۱ از منابع مختلف تجاری و بطور تصادفی خریداری شدند. اسید نیتریک و اسید کلریدریک از نوع آزمایشگاهی بوده و از مرک آلمان تهیه شدند. ضمنا از دستگاه ICP MASS مدل Agilent 7500 ساخت کشور آمریکا برای تعیین مقدار فلزات موجود در مواد رنگ‌کننده استفاده شد.

۲-۲- روش کار

۲-۲-۱- اندازه گیری فلزات سنگین در رنگ مو

برای بررسی حضور و مقدار فلزات سنگین موجود از قبیل آرسنیک، سرب، نیکل، کرم و کادمیم در نمونه مواد رنگ‌کننده مو در بازار ایران از استاندارد ISO/TR 17276 : 2014(E) استفاده شد. برای این کار، ابتدا ۵ نوع برند ایرانی و ۲ نوع برند خارجی و در ۵ نوع فام مختلف مطابق جدول ۲ خریداری شد.

[1] Contact dermatitis

جدول ۱: برند و کد مواد رنگ‌کننده مو.
Table 1: Brand and code of hair dyes.

Brand and code of hair dyes							
Brand							
Palette	L'oreal	Maral	Root	Atusa	Media	Anika	Code of Hair Dyes
Palette 1	L'oreal 1	Maral 1	Root 1	Atusa 1	Media 1	Anika 1	
Palette 2	L'oreal 2	Maral 2	Root 2	Atusa 2	Media 2	Anika 2	
Palette 3	L'oreal 3	Maral 3	Root 3	Atusa 3	Media 3	Anika 3	
Palette 4	L'oreal 4	Maral 4	Root 4	Atusa 4	Media 4	Anika 4	
Palette 5	L'oreal 5	Maral 5	Root 5	Atusa 5	Media 5	Anika 5	

جدول ۲: برندهای رنگ مو خریداری شده
Table 2: Purchased hair dye brands.

Colored Fam					Hair Dye Brands
5	4	3	2	1	
Dark Smoky Blonde	Very Light Blonde	Black	Light Brown	Dark Brown	Media
Dark Smoky Blonde	Very Light Blonde	Black	Light Brown	Dark Brown	Atusa
Dark Smoky Blonde	Very Light Blonde	Black	Light Brown	Dark Brown	L'oreal
Dark Smoky Blonde	Very Light Blonde	Black	Light Brown	Dark Brown	Maral
Dark Smoky Blonde	Very Light Blonde	Black	Light Brown	Dark Brown	Anika
Dark Smoky Blonde	Very Light Blonde	Black	Light Brown	Dark Brown	Root
Dark Smoky Blonde	Very Light Blonde	Black	Light Brown	Dark Brown	Palette

۲-۲-۲- آماده‌سازی نمونه‌ها

برای آماده‌سازی نمونه‌ها از روش هضم اسیدی استفاده گردید به این صورت که پس از تهیه فالکون‌های با حجم ۱۵ mL، ابتدا یک گرم از هر نمونه رنگ مو در داخل ۱۰ mL حلال متشکل از ۵ mL اسید نیتریک (۶۵ درصد) و ۵ mL اسید کلریدریک (۳۲ درصد) به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از آن، نمونه‌ها در دمای بین ۲۰۰ ^{o}C تا ۳۰۰ ^{o}C توسط هیتر حرارت داده و پس از صاف کردن به حجم ۱۵ mL رسانده شد. برای بررسی اثر تکرارپذیری از هر فام رنگی سه نمونه تهیه شد. نمونه‌ها برای اندازه‌گیری عناصر سنگین کادمیم، سرب، آرسنیک، کرم و نیکل به روش ICP MASS به شرکت آریا شیمی شریف فرستاده شد [۴۹].

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آنالیز انواع رنگ موها با استفاده از دستگاه ICP MASS

برای بررسی مقدار فلزات سنگین موجود در مواد رنگزای مو موجود در بازار ایران، ابتدا ۵ نوع برند ایرانی و ۲ نوع برند خارجی خریداری و ۳۵ نمونه رنگ مو با فام‌های مختلف تهیه و مقادیر فلزات سنگین مورد نظر در هر نمونه سه بار توسط دستگاه ICP MASS اندازه گیری شد (جدول ۳).

۳-۲- بحث

فلزات سنگین به علت خاصیت تجمع‌پذیری و از لحاظ زیستی غیرقابل تجزیه بودن سلامتی انسان را با خطر مواجهه می‌کنند. وجود فلزات سنگین در محصولات آرایشی و مواد رنگ‌کننده مو و افزایش روز افزون مصرف محصولات آرایشی حتی در سنین پایین در ایران، توجه محققین را به سنجش میزان فلزات سنگین و آلودگی این نوع محصولات جلب کرده است. در این مطالعه به بررسی غلظت عناصر سرب، آرسنیک، نیکل، کادمیم و کرم در ۵ برند ایرانی و ۲ برند خارجی پرداخته شد.

جدول۳: مقادیر فلزات سنگین به تفکیک رنگ مو.

Table 3: Amounts of heavy metals according to hair dye.

	Light Brown					Dark Brown					Black				
	As	Cd	Cr	Ni	Pb	As	Cd	Cr	Ni	Pb	As	Cd	Cr	Ni	Pb
Media	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.12	0.19	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.42	<0.1	<0.1	1.15	<0.1	0.14	1.39	<0.1	<0.1	<0.1	0.20	0.10
Atusa	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.15	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.40	<0.1	<0.1	0.14	<0.1	<0.1	0.20	<0.1	<0.1	<0.1	0.25	0.32
L'oreal	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.15	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.22	0.31	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	0.20	0.29	1.88	0.13	<0.1	0.12	0.15	0.20	<0.1	<0.1	011	0.12	<0.1
Maral	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.23	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.13	<0.1	<0.1	<0.1	0.57	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Anika	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Root	<0.1	<0.1	0.11	0.12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.19	<0.1
	<0.1	<0.1	0.15	015	<0.1	0.13	<0.1	0.1	0.50	<0.1	<0.1	<0.1	0.06	0.23	<0.1
	<0.1	<0.1	0.39	0.39	<0.1	2.58	<0.1	0.21	0.85	<0.1	<0.1	<0.1	0.23	0.42	<0.1
Palette	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.18	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

	Very Light Blonde					Dark Smoky Blonde				
	As	Cd	Cr	Ni	Pb	As	Cd	Cr	Ni	Pb
Media	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.55	2.68	<0.1	<0.1	<0.1	0.23	<0.1
Atusa	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.15	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	0.14	<0.1
L'oreal	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.20	1.01	<0.1	<0.1	0.11	0.11	<0.1
Maral	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.12	0.36	<0.1	<0.1	<0.1	0.14	۰/۶۹
Anika	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.16	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.17	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.22	<0.1	<0.1	<0.1	0.44	0.44	0.79
Root	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	0.12	0.20	<0.1	<0.1	<0.1	0.16	0.16	<0.1
Palette	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	<0.1	<0.1	<0.1	0.13	0.36	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

برای اندازه‌گیری فلزات سنگین در مواد رنگ‌کننده مو خریداری شده تعداد ۳۵ مورد نمونه مواد رنگ‌کننده مو تهیه شد که با ۳ بار تکرار برای هر نمونه در مجموع ۱۰۵ داده برای مقدار هر فلز سنگین انتخاب شده در رنگ موها بدست آمد.

خوردن مقادیر پایینی از کادمیم در مدت زمان طولانی می‌تواند منجر به تجمع این فلز در کلیه‌ها و آسیب‌های احتمالی شود. قرار گرفتن مزمن در معرض مقادیر کم کادمیم نیز می تواند باعث شکننده شدن استخوان‌ها و شکستن آسان آن شود. آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (IARC[1]) کادمیم و ترکیبات آن را به عنوان عوامل سرطان‌زا برای انسان طبقه‌بندی کرده است [۵۰]. این ارزیابی بر اساس اثرات سرطان‌زایی در ریه‌ها پس از استنشاق بود، اما تومورها

[1] IARC : International Agency for Research on Cancer

در سایر اندام‌ها مثل پروستات و کلیه نیز مشاهده شده است. استفاده از کادمیم در محصولات آرایشی و بهداشتی به دلیل خاصیت رنگی آن است و به عنوان رنگدانه در بسیاری از صنایع مورد استفاده قرار گرفته است [۵۱]. در این مطالعه نتایج بدست آمده از ۱۰۵ داده برای عنصر کادمیم، ۱۰۳ نمونه از مواد رنگ‌کننده مو دارای مقدار کادمیم کمتر از ppm ۰/۱ و تنها دو نمونه رنگ مو دارای مقدار کادمیم بیشتر از ppm ۰/۱ بود. بهرحال مقدار کادمیم در کلیه مواد رنگزای مو تست شده دارای مقدار کمتری از ppm ۱۰ بودند (جدول ۳). این بدان معنا است که مواد رنگزای آزمایش شده از لحاظ حضور کادمیوم به عنوان یک فلز سنگین دارای حد مجاز هستند.

آرسنیک تمایل زیادی به پوست و ساختارهای کراتینه مانند مو و ناخن داشته و اثرات نامطلوبی بر بدن دارد. انواع برآمدگی‌های پوستی، آلوپسیا[1] یا ریزش مقطعی موی سر و به صورت سکه‌ای و خطوط ناخن و همچنین سرطان پوست از عوارض آرسنیک بر بدن است [۵۲]. کرم به دو صورت سه و شش ظرفیتی وجود دارد. اولی یک ماده ضروری برای متابولیسم انرژی طبیعی است در حالی که کرم شش ظرفیتی به طور طبیعی در محیط وجود ندارد و برای سلامت انسان بسیار خطرناک است. کرم به هر دو صورت در پوشرنگ‌ها، چرم دباغی شده، صنایع نساجی، سیمان و چوب یافت شده است [۵۳]. آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC)[2] ترکیبات کرم شش ظرفیتی را به عنوان مواد سرطان‌زا برای انسان طبقه‌بندی کرده‌اند، در حالی که ترکیبات کرم سه ظرفیتی به دلیل شواهد ناکافی در انسان به عنوان مواد سرطان‌زای انسانی طبقه‌بندی نشده‌اند [۵۰]. هر دو حالت اکسایشی کرم سه و شش ظرفیتی می‌توانند به عنوان هاپتن‌های بالقوه در ایجاد حساسیت تماسی عمل کنند [۵۴]. هاپتن[3] ماده‌ای است که قادر است با آنتی‌بادی واکنش نشان دهد ولی به تنهایی نمی‌تواند محرک تولید آنتی‌بادی واقع شود. بنابراین یک هاپتن ممکن است یک شاخص آنتی ژنی یا بخشی از آن باشد.

استفاده از فلزات سنگین در تولید رنگ مو دارای محدودیت‌هایی می‌باشد زیرا یکی از مشکلات مهم حضور فلزات سنگین در بدن این است که متابولیزه نمی‌شوند. فلزات سنگین پس از ورود به بدن دفع نشده و در بافت‌های بدن انباشته می‌شوند. این ترکیبات وارد سامانه‌های عصب مرکزی و استخوان‌ها شده و به مدت زیادی باقی می‌مانند تا زمانی که علایم بیماری ناشی از مسمومیت با فلزات سنگین ظاهر شود. مسمومیت با فلزات سنگین عوارضی از جمله: خستگی، درد عضلانی، درد مفاصل، سردرد، مه مغزی، گیجی و درد شکم. را در پی دارد. فلزات سنگین تنها از طریق رنگ کردن مو وارد بدن نمی‌شوند و آلودگی آب و هوا منبع مهمی برای فلزات سنگین است. فلزات سنگین از منابع متفاوتی بطور مثال آب های طبیعی، دامپروری، کشاورزی، معدن و فعالیت های صنعتی وارد بدن انسان می شوند. به این دلیل است که رعایت استانداردهای تعیین شده در رابطه با مقدار بکار گرفته شده فلزات سنگین در تولید رنگ مو بسیار حایز اهمیت می‌باشد و لذا توصیه می‌شود که در سال بیشتر از ۷ مرتبه موها رنگ نشوند. توصیه می‌شود که برای دفع طبیعی فلزات سنگین از بدن میوه‌های خام و سبزیجات استفاده شوند. مصرف نکردن موادی مانند تنباکو، کافئین و الکل، همچنین از یک رژیم غذایی سرشار از پروتئین استفاده بشود زیرا آمینواسیدهای حاوی سولفور موجود در پروتئین‌ها سم‌زدایی را آسان می کند. بر این اساس سازمان غذا و داروی آمریکا حد مجازی را برای استفاده از فلزات سنگین تعریف نموده است که این حد مجاز برای آرسنیک (ppm ۵)، سرب (ppm ۵) و برای سایر فلزات سنگین (ppm ۲۰) در نظر گرفته شده است [۵۵، ۵۷]. در همین راستا سازمان بهداشت جهانی (WHO)[4] حد مجازبرای سرب را (ppm ۱۰)، کادمیم (ppm ۰/۳) و جیوه (ppm ۱) در نظر گرفته است، همچنین حد مجاز تعیین شده توسط اتحادیه اروپا برای سرب (ppm ۰/۵)، کادمیم (ppm ۰/۵) و کرم (ppm ۱/۰) است در حالی که حد مجاز تعیین شده توسط کانادا برای سرب (ppm ۱۰)، کادمیم (ppm ۳) و جیوه (ppm ۳) می‌باشد [۵۶، ۵۷].

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که غلظت آرسنیک و کرم در نمونه‌های مختلف استفاده شده در محدوده مجاز قرار دارند. به طوری که از ۳۵ نمونه آزمایش شده ۳۲ نمونه دارای مقدار آرسنیک کمتر از ppm ۰/۱ و تنها ۳ نمونه دارای آرسنیک ppm (۰/۰۴۶ ±۰/۱>) بودند. نتایج نشان می‌دهد که مقدار آرسنیک در کلیه مواد رنگزای مو انتخابی کمتر از ppm ۱۰ بودند. مقدار کرم در ۲۵ نمونه از ۳۵ نمونه کمتر از ppm ۰/۱ و در ۱۰ نمونه ppm (۰/۰۵۰ ±۰/۱>) بوده است (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد که مقدار آرسنیک و کرم در مواد رنگزای انتخابی تولید شده در کشور در حد مجاز است.

میزان کادمیم در ۳۳ نمونه از ۳۵ نمونه کمتر از ppm ۰/۱ و تنها ۲ نمونه دارای مقدار کادمیم ppm (۰/۰۳۶ ±۰/۱>) بودند. در این پژوهش، مقدار سرب نیز در مواد رنگزای انتخابی مورد بررسی قرار گرفت. در ۱۹ نمونه از ۳۵ نمونه مواد رنگ‌کننده مو، مقدار سرب کمتر از ppm ۰/۱ و در ۱۶ نمونه مقدار سرب ppm (۰/۲۱۳ ±۰/۱>) بود. جدول ۳ نشان می‌دهد که کلیه مواد رنگزای آزمایش شده، مطابق با استاندارد از لحاظ حضور سرب به عنوان یک فلز سنگین مجاز تشخیص داده شدند.

نیکل یک فلز سرطان‌زا است که قرار گرفتن در معرض مزمن با

[1] Alopecia
[2] IARC: International Agency for Research on Cancer
[3] Hapten
[4] World Health Organization

آن با افزایش خطر ابتلا به سرطان ریه، بیماری‌های قلبی عروقی، نقایص عصبی، نقص رشد در دوران کودکی و فشار خون بالا مرتبط است [۵۸]. هچنین نیکل به عنوان یک ماده حساسیت‌زا شناخته شده است که پوست به آن حساسیت نشان می‌دهد [۵۹]. نیلسن[1] و همکارانش نشان دادند که قرار گرفتن مکرر پوست در معرض غلظت کم نیکل بر تشکیل وزیکول و جریان خون تأثیر دارد [۶۰].

در این مطالعه مقدار نیکل اندازه‌گیری شده در ۳۵ نمونه نشان داد که در ۱۱ نمونه مقدار نیکل کمتر از ppm ۰/۱ داشته و در ۲۴ نمونه مقدار آن ppm (۰/۱۴۹ ±۰/۱>) بوده است. جدول ۳ نشان می‌دهد که مواد رنگزای آزمایش شده، مطابق با استاندارد از نظر وجود نیکل به عنوان یک فلز سنگین در حد مجاز قرار دارند.

در این مطالعه مقایسه‌ای از نظر غلظت فلزات سنگین مورد نظر As, Cr, Ni, Pb, Cd بین ۵ برند داخلی و ۲ نوع برند خارجی انجام گرفت که با توجه به نتایج بدست آمده، هر دو نوع برند داخلی و خارجی دارای مقادیری از این فلزات سنگین در محدوده مجاز استاندارد هستند. اما این نتایج بدست آمده نباید این تفکر را القا نماید که چون مقدار فلزات سنگین در این رنگ موها در محدوده مجاز استاندارد قرار دارند بنابراین یک بار استفاده از این محصولات بدون خطر است زیرا این مقادیر مجاز و استاندارد هم به علت اینکه به مدت طولانی روی پوست و مو قرار می‌گیرند در دراز مدت به علت خاصیت تجمع‌پذیری فلزات سنگین می‌تواند مضر باشد و باعث آسیب دیدن مو و پوست شود، بنابراین استفاده مداوم از این نوع محصولات می‌تواند خطری بالقوه برای سلامتی فرد باشد.

۴- نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری فلزات سنگین موجود در رنگ موی تولید شده در داخل کشور بر روی نمونه‌های انتخاب شده به صورت تصادفی با فام‌های مختلف نشان می‌دهد که این مواد رنگزا از لحاظ حضور فلزات سنگین در وضعیت خوبی قرار دارند و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۷۲۸ هستند. لذا مصرف آن‌ها به عنوان مواد رنگ‌کننده مو مجاز است. بهرحال مطالعات نشان می‌دهند که علاوه بر فلزات سنگین، مواد دیگری نیز در مواد رنگ‌کننده دایمی نظیر مواد اکسید کننده، مواد رنگزا و دیگر مواد کمکی استفاده می‌شوند. با آن که این مواد ممکن است سرطانزا نباشند و یا تحقیقات امروزی به این نتیجه رسیده باشند که آن‌ها جهش‌زا نیستند با این حال توصیه می‌شود از مواد رنگ‌کننده دایمی مصنوعی در رنگ کردن مو کمتر و با احتیاط بیشتری مصرف گردد. این پژوهش قطعا نمی‌تواند به تمامی محصولات رنگ موی تولید شده در کشور تعمیم داده شود و لازم است که بر روی محصولات تولید شده در داخل کشور کنترل‌های کمی و کیفی دقیق‌تر و منظم‌تر و به طور مداوم انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت‌های مادی و معنوی پژوهشگاه رنگ برای انجام طرح پژوهشی با کد ۱۴۰۰۱۲۲۲۰۳۶ تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

[1] Nielsen

۵ـ مراجع

1. The Economist, "Hair dye—fast-growing business", **2015**.
2. IC. Nnorom, JC. Igwe, CG. Oji-Nnorom", Trace metal contents of facial (make-up) cosmetics commonly used in Nigeria", Afr. J. Biotechnol. 4, 1133-1138, **2005**.
3. Z. Mosavi, P. Ziarati, A. Shariatdoost, "Determination and safety assessment of lead and cadmium in eye shadows purchased in local market in Tehran", J. Environ .Anal. Toxicol. 3, 2161-525, **2013**.
4. J. E. Kim, H. D. Jung, H.Kang, "A survey of the awareness, knowledge and behavior of hair dye use in a Korean population with gray hair", Ann. Dermatol. 24, 274–279, **2012**.
5. M. Gago-Dominguez, JE. Castelao, JM. Yuan, MC. Yu, RK. Ross, "Use of permanent hair dyes and bladder-cancer risk", Int. J. Cancer. 91, 575-9, **2001**.
6. C. Zviak, J. Millequant, "*Hair coloring*", In: C. Bouillon, J. Wilkinson, 2nd ed. "The science of hair care", Taylor and Francis, Boca Raton, Florida, US, 251–313. **2005**.
7. G. J. Nohynek, E. Antignac, T. Re, H. Toutain., "Review safety assessment of personal care products/cosmetics and their ingredients", Toxicol. Appl. Pharmacol. 243, 239–259, **2010**.
8. S.A.da França, M.F. Dario, V.B.Esteves, A.R.Baby, M.V.R. Velasco, "Types of hair dye and their mechanisms of action", Cosmet. 2, 110-126, 2015.
9. US Food and Drug Administration, "Hair dye and hair relaxers", **2013**
10. P. Ghosh, A.K. Sinha, "Hair Colors: Classification, Chemistry and a Review of Chromatographic and Electrophoretic Methods for AnalysisAnal", Lett. 41, 2291. **2008**.
11. M.S. Balsam, E. Sagarin, "*Cosmetics science and technology*", John Wiley & Sons, Foltz-Gray, Dorothy, "Declare Your Right to Dye", 54-57. **1996**.
12. D. Hamann, K. Yazar, C. R. Hamann, J. P. Thyssen, C. Lidén, "p-Phenylenediamine and other allergens in hair dye products in the United States: a consumer exposure study", Contact Dermatitis. 70, 213–218, **2014**.
13. I. E. Lopez, J. E. Turrentine, Jr. P. D. Cruz, "Clues to diagnosis of connubial contact dermatitis to paraphenylenediamine", Dermatitis. 25, 32–33. **2014**.
14. N. Madnani, K. Khan, "Hair cosmetics", Symp. Hair Disord. 79, 654–667, **2013**.

15. A. Scheman, C. Cha, M. Bhinder, "Alternative hair-dye products for persons allergic to para-phenylenediamine", Dermatitis. 22, 189–192. **2011**.
16. V.A. DeL, "Contact allergen of the year: p-phenylenediamine", Dermatitis. 17, 53–55. **2006**.
17. M. Gupta, V. K. Mahajan, K. S. Mehta, P. S. Chauhan, "Hair dye dermatitis and pphenylenediamine contact sensitivity: a preliminary report", Indian Dermatol. Online J. 6, 241–246, **2015**.
18. S. M. Wilkinson, M.H. Beck, "Contact Dermatitis-allergic: p-phenylenediamine and related dyes", In: B.Tony, B. Stephen, C. Neil, G. Christopher, Rook's Textbook of Dermatology, eighth ed. Blackwell Publishing, Oxford, 26.60–26.62, **2010**.
19. J. D. Schmidt, J. D. Johansen, M. M. Nielsen, E. Zimersson, C. Svedman, , M. Bruze, K. Engkilde, S. S. Poulsen , C. Geisler, C. M. Bonefeld, "Immune responses to hair dyes containing toluene-2,5-diamine", Br. J. Dermatol. 170, 352–359. **2014**.
20. Regulation (EC) 1223/2009 of the European Parliament and of the Council of 30 November, OJEU. L342/59-L342/209. **2009** on Cosmetic Products, and its Successive Amendments. **2009**.
21. US FDA. US Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. Cosmetics. FDA Policy and Authority. **2007**.
22. A. K. Salama, "Assessment of metals in cosmetics commonly used in Saudi Arabia, Environ. Monit. Assess", 188, 553, **2016**.
23. FA. Ababneh, KA. Abu-Sbeih, IF. Al-Momani, "Evaluation of allergenic metals and other trace elements in personal care products", Jordan J. Chem. 146, 1-2, **2013**.
24. E. Amartey, AB. Asumadu-Sakyi, CA. Adjei, FK. Quashie, GO. Duodu, NO. Bentil, "Determination of heavy metals concentration in hair Pomades on the Ghanaian market using atomic absorption spectrometry technique", Br. J. Pharmacol. Toxicol. 2, 192-198, **2011**.
25. PB. Tchounwou, CG. Yedjou, AK. Patlolla, DJ. Sutton, "Heavy metals toxicity and the environment", Mol. Clin. Environ. Toxicol. 101, 133-64, **2012**.
26. DD. Dacera, S. Babel, "Removal of heavy metals from contaminated sewage sludge using Aspergillus niger fermented raw liquid from pineapple wastes", Bioresource Technol. 99, 1682-1689, **2008**.
27. P. Burger, A. Landreau, S. Azoulay, T. Michel, X. Fernandez, "Skin whitening cosmetics: feedback and challenges in the development of natural skin lighteners", Cosmet. 3, 36, **2016**.
28. AK. Salama, "Assessment of metals in cosmetics commonly used in Saudi Arabia", Environ. Monit. Assess. 188, 553, **2016**.
29. P. Pigatto, A. Martelli, C. Marsili, A. Fiocchi, "Contact dermatitis in children. Italian journal of pediatrics", 36, 2, **2010**.
30. I. Al-Saleh, S. Al-Enazi, "Trace metals in lipsticks", Toxicol. Environ. Chem. 93, 1149-65, **2011**.
31. G. Forte, F. Petrucci, B. Bocca, "Metal allergens of growing significance: epidemiology, immunotoxicology, strategies for testing and prevention", Inflammation & Allergy-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Inflammation & Allergy), 7, 145-162, **2008**.
32. O. Theresa, O. Onebunne, W. Dorcas, O. Ajani, "Potentially toxic metals exposure from body creams sold in Lagos, Nigeria", Res. 3, 17-30. **2011**.
33. I. A1-Saleh, S. Al-Enazi, N. Shinwari, "Assessment of lead in cosmetic products", Regul. Toxicol. Pharmacol. 54, 105-13, **2009**.
34. B. Mansouri, A. Maleki, M. Mahmoudi, B. Davari, S. Shahsavari, "Risk assessment of heavy metals in lipstick and hair dye cosmetics products in Sanandaj", Scien. J. Kurdistan. Univ. Med. Sci. 22, 31-39, **2017**.
35. H. Asgari Rad, M. Saeedi, N. Azad Bakht, "heavy metals (cadmium, zinc, nickel, chrome, lead, and copper) contamination in kohl available in iran's market", J. Mazandaran. Univ. Med. Sci. 25, 295-304, **2016**.
36. K. Sharafi, N. Fatahi, H. Yarmohammadi, M. Moradi, A. Dargahi, "Determination of cadmium and lead concentrations in cosmetics (lipstick and hair color) in kermanshah markets", J. health, 8, 143-50, **2017**.
37. M. L.A. Schuttelaar, T.A. Vogel, "Contact Allergy to Hair. Dyes", Cosmetics, 3, 1-6, **2016**.
38. NCI, "National Cancer Institute, Hair Dyes and Cancer Risks", **2017**.
39. F. Turati, C. Pelucchi, C. Galeone, A. Decarli, C. La Vecchia, "Personal hair dye use and bladder cancer: a meta-analysis", Ann. Epidemiol. 24, 151-159. **2014**.
40. A. Salvador, A. Chisvert, (Eds.), "Analysis of cosmetic products", Elsevier. **2007**.
41. F. Rafii, J. D. Hall, C. E. Cerniglia, "Mutagenicity of azo dyes used in foods, drugs and cosmetics before and after reduction by Clostridium species from the human intestinal tract", Food. Chem. Toxicol. 35, 897–901, **1997**.
42. C. Hawley, R. E. Buckley, "Hyperkinesis and sensitivity to aniline food dyes", J. Orthomol. Med. 5, 129–137, **1976**.
43. T. N. Nagaraja, T. Desiraju, "Effects of chronic consumption of metanil yellow by developing and adult rats on brain regional levels of noradrenaline, dopamine and serotonin, on acetylcholine esterase activity and on operant conditioning", Food. Chem. Toxicol. 31, 41–44, **1993**.
44. P. Mpountoukas, A. Pantazaki, E. Kostareli, P. Christodoulou, D. Kareli, S. Poliliou, "Cytogenetic evaluation and DNA interaction studies of the food colorants amaranth, erythrosine and tartrazine", Food. Chem Toxicol. 48, 2934–2944, **2010**.
45. M. S. Khehra, H. S. Saini, D. K. Sharma, B. S. Chadha, S. S. Chimni, "Biodegradation of azo dye CI Acid Red 88 by an anoxic–aerobic sequential bioreactor", Dyes Pigm. 70, 1–7. **2006**.
46. A. D. Kaur, U. Gupta," The review on spectrophotometric determination of synthetic food dyes and lakes", GU J Sci. 25, 579–588. **2012**.
47. H. Rajabi, M. Hasanzadeh, "A Review of the Application of 3D Printing Technology in Textile Wastewater Treatment", J. Stud. Color World, 12, 1-20, **2022.**
48. J. Abdi, "Prediction of the adsorption amount of azo dyes pollutants from wastewater using porous metal-organic framework adsorbents", J. Color Sci. Tech. 16, 267-280,**2022.**
49. H. Ullah, S. Norecn, A. Rehman, A. Waseem, S. Zubair, M. Adnan, "Comparative study of heavy metals content in cosmetic products of different countries marketed in Khyber Pakhtunkhwa", Pakistan. Arab. J. Chcm. 10: 10-18. **2017.**
50. IARC, International Agency for Research on Cancer, "Beryllium, cadmium, mercury, and exposures in the glass manufacturing industry", Vol. 58. IARC, Lyon, France. **1993**.
51. J. Godt, F. Scheidig, C. Grosse-Siestrup, V. Esche, P. Brandenburg, A. Reich, D.A. Gronenberg, "The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health", J. Occup. Med. Toxicol. 1, 1–6. **2006**.
52. R. Guy, J. J. Hostynek, R.S. Hinz, C.R. Lorence, "*Metals and the skin: topical effects and systemic absorption*", third ed. CRC Press, New York. **1999**.
53. ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. "Toxicological Profile for Chromium. U.S. Department of Health and Human Services", Public Health Service, Atlanta, USA. **2008**.
54. J. P. Thyssen, J.D. Johansen, T. Menné, "Contact allergy

epidemics and their controls", Contact Derm. 56, 185–195. **2007**.
55. "Health Canada. Guidance on Heavy Metal Impurities in Cosmetics", https://www. canada.ca/en/health-canada/services /consumer-product-safety/reportspublications /industry-professionals/guidance-heavy-metal-impurities cosmetics, **2012.**
56. United States Food and Drug Authorities, FDA's Testing of Cosmetics for Arsenic, Cadmium, Chromium, Cobalt, Lead, Mercury, and Nickel Content, https://www.fda.gov/cosmetics/potential-contaminants-cosmetics/fdas-testing-cosmetics-arseniccadmium-chromium-cobalt-leadmercury-and-nickel-content. **2021.**
57. J.P. Thyssen, J.D. Johansen, T. Menné, "Contact allergy epidemics and their controls", Contact Derm. 56, 185–195. **2007**.
58. Y. Chervona, A. Arita, M. Costa, "Carcinogenic metals and the epigenome: understanding the effect of nickel, arsenic, and chromium", Metallomics. 4, 619-627, **2012**.
59. C. Contado, A. Pagnoni, "A new strategy for pressed powder eye shadow analysis: allergenic metal ion content and particle size distribution", Sci. Total Environ. 432, 173-179, **2012.**
60. N.H. Nielsen, et al., "Effects of repeated skin exposure to low nickel concentrations: a model for allergic contact dermatitis to nickel on the hands", Br. J. Dermatol. 141, 676-682, **1999**.

How to cite this article:

K. Gharanjig, S. M. Etezad, Sh.Rouhani, A. mahmoudi nahavandi, Y. Mahmiani, A. Mehranfar, Investigation of Amount of Heavy Metals in Hair Colorants Produced in Iran, *J. Stud. Color world,* 12, 4(2022), 325-325.

DOR: 20.1001.1.22517278.1401.12.4.2.3